

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование  
 Отделение геологии

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

<b>Тема работы</b>
<b>Экологическое состояние подземных вод поселка городского типа Селенгинска (Республика Бурятия)</b>

УДК 556.3:504:550.4(571.54)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ12	Зрелова Мария Ивановна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ ИШПР	Савичев Олег Геннадьевич	Д.Г.-М.Н., профессор		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Рыжакина Татьяна Гавриловна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Сечин Андрей Александрович	К.Т.Н.		

По разделу на иностранном языке

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ ШБИП	Сыскина Анна Александровна	к.ф.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Чистая вода	Пасечник Елена Юрьевна	К.Г.-М.Н., доцент		

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование  
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Пасечник Е.Ю.

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

В форме:

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

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ12	Зрелова Мария Ивановна

Тема работы:

<b>Экологическое состояние подземных вод поселка городского типа Селенгинска (Республика Бурятия)</b>	
---	--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	03.05.2023 №123-61/с
---	----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2023
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования: подземные воды в зоне влияния техногенных объектов пгт Селенгинск.</p> <p>В работе были использованы результаты государственного мониторинга в районе расположения техногенных объектов; фондовые материалы по геологическому и гидрогеологическому изучению данной территории; топографические и гидрогеологические карты района</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования;</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Геолого-гидрогеологическая изученность;</li> <li>- Общие сведения о районе работ;</li> <li>- Геолого-гидрогеологические условия;</li> <li>- Изменение качественного состава подземных вод под влиянием техногенных объектов: гидрогеохимическое состояние подземных вод, сравнение качества подземных вод с коэффициентом концентраций; оценка</li> </ul>

<i>содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>		использования загрязненных подземных вод на здоровье населения; - Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; - Социальная ответственность; - Раздел на иностранном языке.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Гидрогеологическая карта района исследования Гидрогеологический разрез Детальная карта экологического состояния подземных вод	
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>		
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Гавриловна	
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович	
Раздел на иностранном языке	Сыскина Анна Александровна	
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>		
<p>На русском языке: Введение; Административно-территориальное деление Республики Бурятия; Физико-географический очерк Республики Бурятия; Гидрогеологические условия; Характеристика гидрогеологических условий Нижнеселенгинского промышленного узла; Характеристика техногенного воздействия; Загрязнение подземных вод и его динамика; Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; Социальная ответственность, Заключение.</p> <p>На английском языке: Introduction, Administrative-territorial division of the Republic of Buryatia, Hydrography, Climate, Nizhneselenginsky industrial hub.</p>		

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	23.12.2022
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ ИШПР	Савичев Олег Геннадьевич	Д.Г.-М.Н., профессор		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ12	Зрелова Мария Ивановна		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ВМ12	Зрелова Мария Ивановна

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение</b>	<b>Отделение геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	20.04.02 Природообустройство и водопользование

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

Экологическое состояние подземных вод поселка городского типа Селенгинска (Республика Бурятия)	Работа с данными государственного и объектного мониторинга состояния недр, научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитические исследования
--	---

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив разработки проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование и формирование бюджета разработки	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение бюджета научного исследования
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности разработки	Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности и сравнительной эффективности различных вариантов исполнения

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

<p align="center">1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет проекта 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки</p>
--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.2023
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		01.03.2023

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ВМ12	Зрелова Мария Ивановна		01.03.2023

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ВМ12	Зрелова Мария Ивановна

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение</b>	<b>Отделение геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	20.04.02 Природообустройство и водопользование

Тема ВКР:

**Экологическое состояние подземных вод поселка городского типа Селенгинска (Республика Бурятия)**

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

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p align="center"><b>Объект исследования:</b> подземные воды в зоне влияния техногенных объектов пгт Селенгинск.</p> <p align="center"><b>Область применения:</b> отбор проб, сбор и обработки данных о гидрогеохимических и гидрогеологических условиях района исследования.</p> <p align="center"><b>Рабочая зона:</b> офис, полевые условия</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Трудовой кодекс РФ [33] ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. ГОСТ 17.1.3.06-82. СанПиН 1.2.3685-21 [35] СанПиН 2.1.3684-21 [36]</p>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Опасные факторы производственной среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- поражение электрическим током;</li> <li>- возникновение пожаров;</li> </ul> <p>Вредные факторы производственной среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>- отклонения показателей микроклимата;</li> <li>- нервно-психические перегрузки.</li> </ul> <p>Мероприятия по снижению воздействия выявленных факторов: использование защитных костюмов, защитные ограждения; расчет искусственного освещения</p>

<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p>	<p>Воздействие на литосферу - нарушение температурного режима.  Воздействие на атмосферу –выбросов выхлопных газов автотранспорта, для отбора проб подземных вод.  Воздействие на гидросферу – возможное воздействие в виде истощения и загрязнения подземных вод, колебания уровня подземных вод.</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	<p>Возможные ЧС:  Природные (развитие экзогенных геологических процессов под воздействием подземных вод);  Техногенные (истощение запасов подземных вод, антропогенное загрязнение подземных вод, взрывы, пожары, разливы топлива).  Наиболее типичная ЧС: загрязнение подземных вод на участке исследования, который используются для питьевого водоснабжения.</p>

<p align="center"><b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b></p>	<p align="center">01.03.2023</p>
---	----------------------------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p align="center">Доцент</p>	<p>Сечин  Андрей  Александрович</p>	<p>Кандидат  технических  наук</p>		<p align="center">01.03.2023</p>

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p align="center">2ВМ12</p>	<p align="center">Зрелова Мария Ивановна</p>		<p align="center">01.03.2023</p>



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

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование  
Уровень образования магистратура  
Отделение геологии  
Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2022 /2023 учебного года)  
Форма представления работы:

магистерская диссертация

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

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

05.06.2023

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10-12.2022, 01-02.2023	<i>Сбор и анализ исходных данных, Геолого-гидрогеологическая изученность территории</i>	10
01-03.2023	<i>Общие сведения о районе, Геолого-гидрогеологические условия изучаемой территории</i>	10
03-05.2023	<i>Изменение качественного состава подземных вод под влиянием техногенных объектов: гидрогеохимическое состояние подземных вод, сравнение качества подземных вод с коэффициентом концентраций; оценка использования загрязненных подземных вод на здоровье населения</i>	10
04.2022	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
05.2022	<i>Социальная ответственность</i>	10
05.2022	<i>Раздел на иностранном языке</i>	10

#### СОСТАВИЛ:

##### Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ ИШПР	Савичев Олег Геннадьевич	Д.Г.-М.Н., профессор		

#### СОГЛАСОВАНО:

##### Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Пасечник Елена Юрьевна	К.Г.-М.Н.		

## Результаты освоения ООП

Код компетенции	Наименование компетенции	Подготовка и защита ВКР
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	+
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	+
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	+
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия	+
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	+
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	+
ОПК(У)-1	способность и готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	+
ОПК(У)-2	способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, находить и принимать управленческие решения, формировать цели команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности	+
ОПК(У)-3	готовность к изучению, анализу и сопоставлению отечественного и зарубежного опыта по разработке и реализации проектов природообустройства и водопользования	+
ОПК(У)-4	способность использовать знания методов принятия решений при формировании структуры природно-техногенных комплексов, методов анализа эколого-экономической и технологической эффективности при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования, проектов восстановления природного состояния водных и других природных объектов	+
ОПК(У)-5	способность профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства	+
ОПК(У)-6	способность собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую информацию	+
ОПК(У)-7	способность обеспечивать высокое качество работы при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования, при проведении научно-исследовательских работ	+
ПК(У)-7	способность разрабатывать и вести базы экспериментальных данных, производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов	+
ПК(У)-1	способность определять исходные данные для проектирования объектов природообустройства и водопользования, руководить изысканиями по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов	+
ПК(У)-2	способность использовать знания методики проектирования инженерных сооружений, их конструктивных элементов, методики инженерных расчетов, необходимых для проектирования систем, объектов и сооружений для природообустройства и водопользования	+
ПК(У)-3	способность обеспечивать соответствие качества проектов природообустройства и водопользования международным и государственным нормам и стандартам	+
ПК(У)-6	способность формулировать цели и задачи исследований, применять знания о методах исследования при изучении природных процессов, при обследовании, экспертизе и мониторинге состояния природных объектов, объектов природообустройства и водопользования и влияния на окружающую среду антропогенной деятельности	+
ПК(У)-7	способность разрабатывать и вести базы экспериментальных данных, производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов	+
ПК(У)-8	способность делать выводы, формулировать заключения и рекомендации, внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности	+
ПК(У)-9	способность проводить поиск, получение, обработку и анализ данных полевых и лабораторных исследований, обследований, экспертизы и мониторинга объектов природообустройства, водопользования	+
ДПК(У)-1	способность осуществлять педагогическую деятельность в области профессиональной подготовки	+



## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Экологическое состояние подземных вод поселка городского типа Селенгинск (Республика Бурятия)» содержит 118 с, 15 рис., 36 табл., 48 источников, 1 прил.

Ключевые слова: подземные воды, техногенное воздействие, уровень загрязнения, мониторинг подземных вод, качество подземных вод.

Объектом исследования являются подземные воды пгт Селенгинск (Республика Бурятия), используемые для промышленного и хозяйственно-питьевого водоснабжения пгт Селенгинск.

Цель работы – оценка качества подземных вод п.г.т. Селенгинска, изменение химического состава подземных вод эксплуатируемого водоносного горизонта за период эксплуатации.

Актуальность проблемы заключается в том, что пресные подземные воды некондиционного качества по ряду компонентов, не соответствующие гигиеническим нормативам и требованиям, используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В процессе исследования был проведен комплекс камеральных работ, который включал изучение природных условий, анализ результатов качества подземных вод источников водоснабжения пгт Селенгинска (Республика Бурятия).

В работе представлена характеристика геологического строения участка исследования, гидрогеологические условия, характеристика качественного состава подземных вод, дана геоэкологическая оценка состояния подземных вод исследуемой территории.

Произведен расчет затрат на проведение исследования, анализ технических и экономических критериев. Произведена оценка безопасности выполнения исследования для человека и окружающей среды.

## СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ .....	10
ВВЕДЕНИЕ.....	12
1.1. АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ДЕЛЕНИЕ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ .....	14
1.2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ .....	15
1.2.1. Орография .....	15
1.2.2. Гидрография .....	16
1.2.3. Климат .....	20
2. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ.....	21
3. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПОСЕЛКА ГОРОДСКОГО ТИПА СЕЛЕНГИНСК.....	33
3.1. Характеристика гидрогеологических условий территории пгт. Селенгинск.....	35
3.2. Водоснабжение пгт. Селенгинск .....	42
3.3. Характеристика техногенного воздействия.....	45
3.4. Загрязнение подземных вод и его динамика .....	47
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	54
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	112
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	114
Приложение А.....	119

## ВВЕДЕНИЕ

Проблема качества питьевой воды в последнее время становится одной из приоритетных в мировом масштабе, для большинства населенных пунктов России эта проблема также является достаточно острой. Для улучшения условий проживания населения, а также сохранения здоровья, населенные пункты необходимо обеспечить питьевой водой соответствующего качества. Питьевая вода должна быть безвредной по химическому составу, иметь благоприятные органолептические показатели и быть безопасной по эпидемиологическим и радиационным свойствам.

Рост промышленности, увеличение численности населения и другие факторы, приводящие к увеличению использования подземных вод, заставляют задуматься о рациональном использовании и охране водных объектов, ресурсы которых ограничены. Антропогенное влияние деятельности человека приводит к изменению состава и качества подземных вод и геологической среды в целом.

Для предотвращения негативных последствий, приводящих к изменению геологической среды необходимо учитывать природные процессы, виды деятельности человека, источники опасности, а также прогнозировать и оценивать возможные риски загрязнения подземных вод.

Объектом исследования являются подземные воды поселка городского типа Селенгинска (Республика Бурятия).

Цель исследования: оценка экологического состояния подземных вод п.г.т. Селенгинск, изучение химического состава подземных вод по посту ГОНС.

В ходе работы были поставлены следующие задачи:

- изучить природные и физико-географические условия объекта исследования;
- изучить гидрогеологические условия участка исследования;
- изучить техногенную нагрузку территории и оценить изменение химического состава подземных вод в зоне влияния;

- изучение химического состава подземных вод за пятилетний период по посту ГОНС

- оценить экологическую обстановку на участке исследования.

Новизна научной работы состоит в оценке состояния объекта исследования с учетом актуальных данных по составу подземных вод, возможностью выявить основные факторы влияния на изменение геохимических показателей в динамике. С учетом полученных результатов исследования дать рекомендации для дальнейшего использования подземных вод.

## 1.1. АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ДЕЛЕНИЕ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ

Республика Бурятия – субъект Российской Федерации, входит в состав Сибирского федерального округа. Республика Бурятия расположена в центре евроазиатского континента, в южной части Восточной Сибири, южнее и восточнее оз. Байкал, занимает площадь 351,3 тыс. км<sup>2</sup> (Рис. 1.1). С западной стороны озера Байкал находится Иркутская область, с которой Бурятия граничит на северо-западе и севере, на крайнем юго-западе на сравнительно коротком расстоянии пролегает граница с Республикой Тыва. На юге республики проходит государственная граница РФ с Монголией. На востоке республика граничит с Забайкальским краем. Расстояние по железной дороге от г. Улан-Удэ до г. Москвы – 5519 км, а до Тихого океана – 3500 км [19].

С запада на восток территория республики простирается между 98°40` и 116°55` в.д. Самый северный выступ территории республики достигает 57°15` северной широты, а самая южная точка – 49°55` северной широты.

Республика Бурятия состоит из 21 административного района, шести городов, 611 сельских населенных пунктов и 29 поселков городского типа. Численность населения составляет 971,4 тыс. чел. Столица республики – г. Улан-Удэ (основан в 1666 году).

Республика Бурятия является малонаселенным регионом России, плотность которого составляет около 3 чел/км<sup>2</sup>. В городах республики проживает более 60 % всего населения, около 42 % живут в столице Бурятии городе Улан-Удэ. Центральные районы республики являются наиболее развитыми в экономическом плане, здесь наиболее развита сеть шоссейных дорог, проходят железнодорожные магистрали. В некоторых северных районах республики отсутствует круглогодичное прямое автомобильное сообщение.

## 1.2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ

### 1.2.1. Орография

Республика Бурятия входит в горную страну, занимающую значительную часть юга Восточной Сибири и характеризуется мощными горными хребтами и обширными, глубокими и иногда почти замкнутыми межгорными котловинами. Практически на всей территории преобладают сильно расчлененные горы, равнинные поверхности встречаются лишь в тектонических впадинах и долинах крупных рек. Площадь гор более чем в 4 раза превышает площадь, занимаемую низменностями. Для Республики Бурятия характерна значительная приподнятость над уровнем моря. Самой низкой отметкой является уровень озера Байкал – 456 метров в тихоокеанской отметке, а наиболее высокой – покрытая ледниками вершина Мунку-Сардык в Восточных Саянах (3491 м над уровнем моря)[19].

Южная часть республики, представленная Селенгинским среднегорьем, охватывает значительную часть бассейна реки Селенги – основной водной артерии бассейна оз. Байкал, включая все ее крупные притоки, и характеризуется преобладанием гор средней высоты 1000-1500 метров над уровнем моря.

К озеру Байкал прилегают высокие хребты Прибайкалья с разделяющими их широкими межгорными котловинами. В их пояс входит нагорье Восточного Саяна, этого своеобразного поднятия, простирающегося с северо-запада на юго-восток на расстояние около 1000 км при ширине – в пределах 200-300 км и возвышающегося в центральной части хребтов более чем на 2500-3000 метров.

Горные хребты на территории республики имеют формы вытянутых кряжей, преимущественно с юго-запада на северо-восток, в направлении основных тектонических разломов земной коры. Пояс гор Прибайкалья

продолжают Хамар-Дабан, Улан-Бургасы, Баргузинский, Икатский и Байкальский хребты. Водоразделы Баргузинского хребта представляют собой классические альпийские формы рельефа.

Между Баргузинским и Икатским хребтами течет река Баргузин, по которой осенью и весной холодный воздух устремляется вниз по долине, при этом скорость ветра достигает 25-35 метров в секунду[20].

Более севернее Прибайкалье продолжают хребты Станового нагорья, такие как Кодар, Северо - и Южно-Муйский, Делюн-Уран, Верхнеангарский.

Витимское плоскогорье примыкает к северо-востоку Прибайкалья. В горной части Северного Прибайкалья располагается сплошное распространение вечной мерзлоты, глубина залегания достигает 0,5 м, а мощность до 500-600 м.

Наиболее крупные межгорные впадины исследуемой территории являются: Байкальская, Баргузинская и Тункинская.

#### 1.2.2. Гидрография

Территория Бурятии характеризуется хорошо развитой речной сетью. Число рек и речек, протекающих по территории республики, превышает 8000, но основное количество относится к малым, и длина их не превышает 10 км.

Большая густота речной сети и значительная расчлененность рельефа благоприятствуют интенсивному поверхностному стоку воды. Распределение речного стока по сезонам года крайне неравномерное – большая часть его приходится на летние месяцы, на зимние – около 10 %. На многих малых реках зимний сток из-за промерзания русел отсутствует[19].

Основным местным водоприемником поверхностного стока на территории Бурятии является озеро Байкал. Кроме озера Байкал имеется множество других озер, в т.ч. несколько больших озерных групп: Гусино-Убукунская, Еравнинская, Баунтовская и Баргузинская. В бассейне р. Селенги сосредоточены соленые озера.

С восточной и северной частей поверхностный сток принимает река Витим.

К наиболее крупным водным артериям относятся реки Баргузин, Селенга, Верхняя Ангара, Иркут, Витим.

Бассейн р. Селенги. Река Селенга – транснациональный водоток, берет начало на территории Монголии и впадает в оз. Байкал, по территории России (Бурятии) протяженность её составляет 490 км. В пределах территории республики р. Селенга имеет многочисленные притоки, самые крупные из которых – Джида, Темник, Оронгой, Чикой, Хилок, Уда. Средний расход р. Селенги равен 900 м<sup>3</sup>/с, её доля в объеме речных вод, поступающих в оз. Байкал, составляет до 50 % [20].

Бассейн р. Ангары. К нему относятся реки западной части территории республики: Иркут, Китой, Белая и Ока. Эти реки и их более мелкие притоки относятся к горным, характеризуются значительными уклонами, быстрым течением, большими колебаниями уровня и расхода в паводковые и меженные периоды.

Бассейн реки Витим. Река Витим – крупный правый приток р. Лены, среднегодовой расход составляет 2000 м<sup>3</sup>/с. Река Витим и ее притоки (Ципа, Конда, Заза, Большой и Малый Амалаты) характеризуются одинаковым водным режимом. Паводок отмечается в июне – августе, межень – в декабре – феврале.

Реки южного побережья оз. Байкал. Реки стекают с северо-западных склонов хребта Хамар-Дабан. Почти все реки протекают в меридиональном направлении до впадения их в озеро Байкал. Район характеризуется большим количеством атмосферных осадков и, несмотря на небольшую длину рек (максимальная длина рек измеряется 30-40 км, редко – 70-80 км), они многоводны. Среднегодовой сток на территории Прибайкалья достигает высоких значений. На большем количестве рек среднегодовой модуль стока обычно не ниже 15 л/с·км<sup>2</sup>. Для рек характерно смешанное питание: подземное, дождевое, снеговое.



Второй по полноводности из рек, впадающих в оз. Байкал после Селенги, является река Верхняя Ангара. Длина ее составляет около 438 км, площадь бассейна около 21 400 км<sup>2</sup>. Исток реки располагается на стыке Делюн-Уранского и Северо-Муйского хребтов, которые расположены на высоте около 2000 м над уровнем моря, устье расположено в самой северной точке оз. Байкал. Вблизи посёлка Нижнеангарск река образует обширную мелководную заводь - Ангарский сор, эта часть отделена от основной части озера узкой песчаной косой острова Ярки. В верховьях реки характер течения горный, порожистый, быстрый, в основном течении р. Верхняя Ангара течет по заболоченной части Ангарской котловины и приобретает равнинный характер, и только в низовье река становится судоходной. Ее основными притоками являются Ангаракан, Чуро, Янчуй, Котера. Питание у Верхней Ангары смешанное, преобладает дождевой тип и большая доля подземного питания. Река замерзает в третьей декаде октября, вскрытие обычно происходит в начале мая. Средний расход река составляет 265 м<sup>3</sup>/с, минимальный зимний расход в устье – 45 м<sup>3</sup>/с [19].

Бассейн р. Баргузин. Длина реки Баргузин составляет 480 км, площадь бассейна реки - 21 100 км<sup>2</sup>. Исток реки Баргузин расположен на стыке хребтов Икатского и Южно-Муйского. Основную часть верхнего участка Баргузин протекает на территории Джергинского природного заповедника. Только после входа в Баргузинскую котловину, река Баргузин приобретает равнинный характер и протекает по широкой долине до поселка Баргузин. Далее прорывает отрог Баргузинского хребта и образует небольшие шиверы и пороги. Река в 1,5 км от п. Усть-Баргузин впадает в Баргузинский залив единым потоком, и несет в оз. Байкал большое количество иловых и песчаных осадков. Питание реки в большей части дождевое. Средний годовой расход воды в устье составляет 130 м<sup>3</sup>/с. Главными притоками реки являются: Ина, Аргада, Гарга, Улюн.

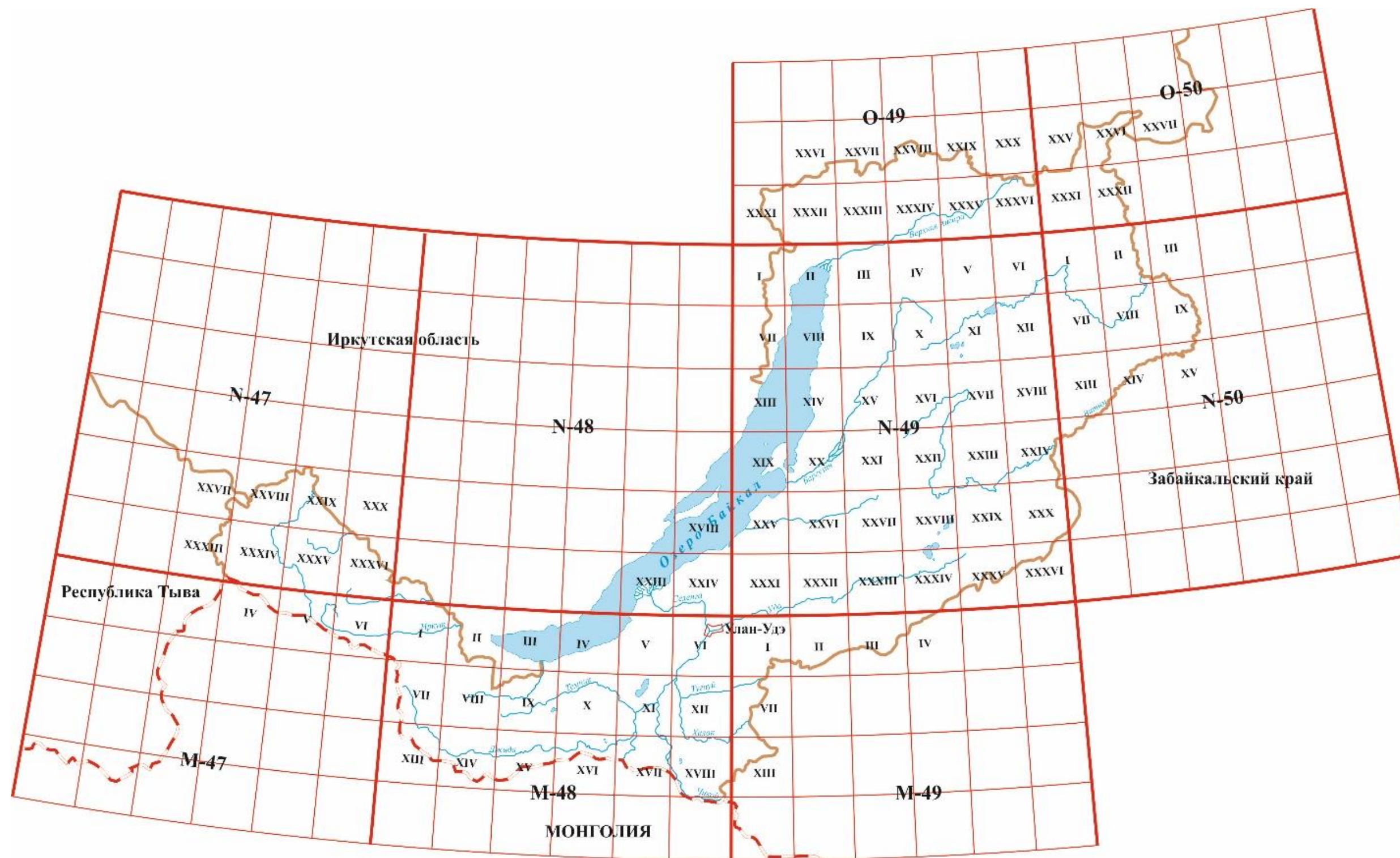



Рис. 1.1 Обзорная карта района исследования. Масштаб карты 1:5 000 000

Условные обозначения  
 Государственная граница Российской Федерации.  
 Границы субъектов Российской Федерации.

### 1.2.3. Климат

Для территории исследования характерен резко континентальный климат, с продолжительной и холодной зимой, жарким и коротким летом. Среднегодовая температура воздуха на всей территории имеет отрицательное значение и варьируется от  $-0,5$  до  $-3^{\circ}\text{C}$ . В районе оз. Байкал по причине глубокой орографической изолированности климат умеренно континентальный [19].

Территория Республики Бурятия характеризуется неравномерным выпадением атмосферных осадков, большая часть их приходится на побережье оз. Байкал (до 950 мм) с небольшим увеличением в высокогорьях до 1300 мм, на остальной территории – от 250 до 500 мм. Более 70 % осадков выпадает в теплое время года. Твердые осадки составляют небольшую долю от годового количества. Максимальная высота снежного покрова – 1-1,5 м отмечается на водоразделах хребтов, минимальная – 0,1-0,5 м – на днищах впадин.

Орографический фактор определяет количество осадков и характер стока. Высокогорные хребты относятся к зонам избыточного и достаточного питания, а сочетание средне- и низкогорных хребтов и межгорных впадин – к зонам недостаточного увлажнения [20].

Ветровой режим характеризуется большим разнообразием в течение года и в различных орографических районах. Наиболее сильные ветры отмечаются весной и осенью – до 30-35 м/с, на побережье оз. Байкал достигают 40 м/с.

## 2. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ

Территория Республики Бурятия входит в состав двух гидрогеологических структур первого порядка: Алтае-Саянская и Байкало-Витимская сложные гидрогеологические складчатые области (СГСО) (Рис. 1.2).

В составе Алтае-Саянской СГСО выделены фрагменты 3 гидрогеологических структур II порядка: Восточно-Саянской, Саяно-Тувинской, Сангиленской гидрогеологических складчатых областей.

В составе Байкало-Витимской СГСО выделены структуры II порядка: Джиды-Витимская, Малхано-Становая, Байкало-Муйская, Хамардабан-Баргузинская, гидрогеологические складчатые области (ГСО) и Байкало-Патомский гидрогеологический массив (ГМ) [19].

Территория Бурятии характеризуется довольно сложными по геологическому строению и гидрогеологическим условиям территориями. Здесь сочетаются межгорные впадины и складчатые сооружения, состоящих из мощной толщи мезозойских и кайнозойских осадков. Гидрогеологические условия территории в значительной степени определяются молодыми движениями и тектоническими разломами земной коры. Северная часть района сложена многолетнемерзлыми породами с подозерными и подрусловыми таликами. Это обуславливает столь сложный характер гидрогеологической обстановки, разнообразие подземных вод по химическому составу вод, условиям их залегания и температурному режиму.

Межгорные впадины байкальского типа, как структуры третьего порядка, входят в состав структуры второго порядка – Хамардабан-Баргузинской ГСО. Протяженность впадин колеблется от нескольких десятков до 200 км и более, выполнены они мощной толщей (до 2000-5000 м) рыхлых отложений четвертичного и неогенового возраста; в низах разреза

отложения слабо литифицированы (рыхлые песчаники, алевролиты). В Тункинской впадине эти осадки чередуются со слоями базальтовых лав. Общим для рифтовых впадин является их четкая морфологическая выраженность, неоген-четвертичный вулканизм на флангах, значительные геофизические аномалии (гравитационные, геотермические и др.) и почти повсеместное истончение земной коры под крупными рифтовыми морфоструктурами [19].

Межгорные впадины забайкальского типа, как структуры третьего порядка, выделены в пределах структуры второго порядка – Джидавитимской ГСО. Только две впадины (Иволгино-Удинская и Селенгино-Итанцинская) отнесены к Хамардабан-Баргузинской ГСО. Выполнены преимущественно осадочно-литифицированными мезозойскими и рыхлыми кайнозойскими отложениями, реже – эффузивами мезозоя, весьма разнообразны по размерам, часто образуют узкие полосы из цепочки следующих друг за другом мелких впадин, разделенных небольшими выступами фундамента. Фундамент сложен метаморфическими и кристаллическими породами докембрия, палеозоя. Наибольшей глубиной погружения фундамента характеризуется Гусиноозерская впадина (до 2000 м).

Во впадинах байкальского типа четвертичные отложения представлены всеми генетическими и литологическими разностями. Переслаивание проницаемых и водоупорных прослоев формирует развитие большое число водоносных горизонтов мощностью до десятков метров. Образовавшиеся подземные воды чаще безнапорные, глубина их залегания в первом от поверхности водоносном горизонте – от 2-5 до 30-50 м. В глинистых и мерзлотных слоях воды становятся напорными, с величиной напоры в значительных пределах, и пьезометрическим уровнем, часто установившемся у самой поверхности земли.

Межгорные впадины забайкальского типа как структуры третьего порядка выделены в пределах структуры второго порядка – Джидавитимской ГСО. Только две впадины (Иволгино-Удинская и Селенгино-Итанцинская) отнесены к Хамар-Дабан-Баргузинской ГСО. Выполнены преимущественно осадочно-литифицированными мезозойскими и рыхлыми кайнозойскими отложениями, реже эффузивами мезозоя, весьма разнообразны по размерам, часто образуют узкие полосы из цепочки следующих друг за другом мелких впадин, разделенных небольшими выступами фундамента. Фундамент сложен метаморфическими и кристаллическими породами докембрия, палеозоя. Наибольшей глубиной погружения фундамента характеризуется Гусиноозерская впадина (до 2000 м).

К неогеновым отложениям приурочен напорный водоносный горизонт, который залегает в бортах впадин и их центральных частях. Водовмещающие породы представлены песчаниками, песками, бурыми углями, гравийно-галечными отложениями. Водоупором служат глинистые породы – алевролиты и аргиллиты, образующие довольно выдержанные в плане и разрезе слои. В верхней части водоносного горизонта расположены холодные и пресные гидрокарбонатные кальциевые воды. В нижней части встречаются высоконапорные гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-хлоридные натриевые термальные воды [20].

Геотермические условия впадин байкальского типа отмечаются довольно низкими величинами геотермических ступеней, которые составляют 67-30 м/°С.

Впадины забайкальского типа находятся в зоне мезозойской тектонической активизации. Сложены они мощной толщей терригенных и вулканогенно-терригенных образований мезозоя и рыхлыми отложениями кайнозоя.

Четвертичные отложения мощностью от 10-20 до 100 м, представленные песчано-гравийными и гравийно-галечными отложениями, песками, прослоями суглинков и глин, содержат поровые воды. В отдельных впадинах (Чикойская, Тугнуйская и др.) в низах разреза рыхлого чехла залегают слабопроницаемые глинистые отложения неогена, мощность которых составляет от первых метров до 40-50 м. Подземные воды здесь безнапорные, глубина их залегания достигает от 2 до 5 метров в днищах впадин, до 20 метров в бортах. Безнапорные таликовые и подмерзлотные воды распространены в зоне многолетнемерзлых пород с величиной напора 20-25 метров.

Мезозойские отложения, представленные песчаниками, алевролитами, конгломератами, пластами угля и различными вулканогенными образованиями, содержат поровые и трещинные воды. В прибортовых частях впадин развиты преимущественно грунтовые воды с глубиной залегания от 2-10 до 25-50 м. В центральных частях, где водоносный горизонт обычно является вторым от поверхности, подземные воды приобретают напорный характер, и уровень часто устанавливается выше поверхности земли на несколько метров [19].

В верхней части водоносного горизонта содержатся пресные воды, в нижней, с затрудненным водообменом, формируются воды с минерализацией 3-5 г/дм<sup>3</sup> и выше.

Режим уровня грунтовых вод во всех впадинах почти всегда характеризуется двумя максимумами: весенне-летний, который обычно приходится на июнь-июль и осенний – в сентябре-октябре. Снижение уровня начинается в ноябре и проходит плавно до марта-апреля. Амплитуда колебания в Усть-Селенгинской впадине – 0,3-1,7 м; в Усть-Баргузинской (Большегусухинский МАБ), Верхне-Ангарской и Кичерской – 0,1-0,8 м, в Оронгойской – 0,6-2,4 м, в Гусиноозерской – 0,4-1,0 м.

Температура подземных вод изменяется незначительно. Минимальная температура (0,5-2,0°С) наблюдается в апреле-мае, максимальная (2,8-5,0°С) – в октябре-ноябре.

Химический состав подземных вод и минерализация в ненарушенных условиях постоянны. Некоторое снижение минерализации отмечается в месяцы максимального положения уровня.

Изменения уровня напорных вод в Усть-Селенгинской впадине происходят синхронно с изменением уровня грунтовых с несколько большей амплитудой – 0,9-3,0 м, для южного побережья оз. Байкал характерны экстремальные значения на полмесяца позже с амплитудой 0,4-1,3 м. Минерализация и химический состав подземных вод в течение года и в многолетнем цикле практически не меняется [20].

Горные массивы, сложенные, в основном, метаморфическими, интрузивными и эффузивными породами различного возраста, характеризуются развитием в них трещинных и трещинно-жильных вод.

На территории развития многолетнемерзлых пород мощность обводненной части разреза зависит от глубины зоны трещиноватости, а также мощности криолитозоны. На водораздельных пространствах высокогорных хребтов мощность криолитозоны составляет 300 м, зона трещиноватости здесь полностью проморожена. Прерывистая криолитозона и зона трещиноватости развита в склоновом поясе, мощность достигает 150-200 метров, имеет локальное обводнение. Талики с поверхностным водотоком появляются на склоне южной экспозиции, а также разрывные тектонические нарушения. В таликах подземные воды чаще безнапорные, с глубиной напоры в них изменяются от 3-5 до 30-40 м.

За пределами зоны распространности криолитозоны (характерно для южной части республики) водоносная зона простирается на глубину 120-150 м, ниже встречаются монолитные и практически безводные горные



породы. Трещинные воды характеризуются грунтовым характером, глубина их залегания составляет 2-10 м у подножьях хребтов, 30-40 м – на склонах гор, 70-80 м – в водораздельных частях.

В приводораздельной части происходит изменение уровня подземных вод, оно находится в прямой зависимости от количества, выпадаемых на территории, осадков. Уровень начинает подниматься в апреле и мае, что совпадает с началом таяния снега на водораздельных территориях. Максимальные уровни приходятся на период с мая по сентябрь. Амплитуда колебания составляет от 6,2 до 11,4 м.

Для склонового пояса характерна особенность режима подземных вод со слабовыраженным или невыраженным экстремальным значением, незначительная годовая амплитуда – 0,1-0,9 м и сглаженные колебания.

В зонах разломов встречаются трещинно-жильные воды, которые могут быть как безнапорные, так и напорные. Величины напоров может колебаться в большом диапазоне до сотен метров. Выход на земную поверхность термальных и минеральных вод связан с образовавшимися глубинными разломами. Для этих подземных вод характерен постоянный режим.

Ниже приведено описание основных водоносных горизонтов и комплексов, эксплуатируемых для целей хозяйственно-питьевого и технологического водоснабжения объектов территории Бурятия.

Для Республики Бурятия основным источником водоснабжения являются подземные воды. Подземные воды имеют ряд преимуществ по сравнению с поверхностными водами. Их использование для питьевого водоснабжения является приоритетным, так как они имеют более высокую степень защищенности от загрязнения, надежность в эксплуатации, возможность минимизировать расстояние до потребителя.



Рис. 2.1 Гидрогеологическое районирование территории Республики Бурятия. Масштаб 1:5 000 000

### Условные обозначения

#### 1. Типы объектов гидрогеологического районирования (гидрогеологических структур)

c – межгорный артезианский бассейн.      d – гидрогеологический массив.      e - гидрогеологическая складчатая область.      g - сложная гидрогеологическая складчатая область

#### 2. Границы гидрогеологических структур

— I порядка      — II порядка      - - - III порядка

#### 3. Границы административно-территориальных объектов

— Российский Федерации      — Субъектов Российской Федерации

Продолжение условных обозначений к рис. 2.1

**Перечень гидрогеологических структур**

№ п/п	Порядок стр-ры	Индекс объектов	Наименование объектов гидрогеологического районирования	
			полное	сокращенное
1	2	3	4	5
1	1	gIX	БАЙКАЛО-ВИТИМСКАЯ СЛОЖНАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ	БАЙКАЛО-ВИТИМСКАЯ СГСО
2	2	dIX-A	БАЙКАЛО-ПАТОМСКИЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МАССИВ	БАЙКАЛО-ПАТОМСКИЙ ГМ
3	2	eIX-Б	БАЙКАЛО-МУЙСКАЯ СЛОЖНАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ	БАЙКАЛО-МУЙСКАЯ ГСО
4	3	dIX-Б1	Муйский гидрогеологический массив	Муйский ГМ
5	3	cIX-Б2	Верхне-Ангарский межгорный артезианский бассейн	Верхне-Ангарский МАБ
6	3	cIX-Б3	Кичерский межгорный артезианский бассейн	Кичерский МАБ
7	3	cIX-Б4	Нижемуйский межгорный артезианский бассейн	Нижемуйский МАБ
8	3	cIX-Б5	Восточно-Ципинский межгорный артезианский бассейн	Восточно-Ципинский МАБ
9	3	cIX-Б6	Восточно-Муйский межгорный артезианский бассейн	Восточно-Муйский МАБ
10	2	eIX-В	ХАМАРДАБАН-БАРГУЗИНСКАЯ СЛОЖНАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ	ХАМАРДАБАН-БАРГУЗИНСКАЯ ГСО
11	3	dIX-В1	Баргузино-Хамардабанский гидрогеологический массив	Баргузино-Хамардабанский ГМ
12	3	cIX-В2	Тункинский межгорный артезианский бассейн	Тункинский МАБ
13	3	cIX-В3	Усть-Селенгинский межгорный артезианский бассейн	Усть-Селенгинский МАБ
14	3	cIX-В4	Иволгино-Удинский межгорный артезианский бассейн	Иволгино-Удинский МАБ
15	3	cIX-В5	Селенгино-Итанцинский межгорный артезианский бассейн	Селенгино-Итанцинский МАБ
16	3	cIX-В6	Баргузинский межгорный артезианский бассейн	Баргузинский МАБ
17	3	cIX-В7	Ципиканский межгорный артезианский бассейн	Ципиканский МАБ
18	3	cIX-В8	Талойский межгорный артезианский бассейн	Талойский МАБ
19	3	cIX-В9	Западно-Ципиканский межгорный артезианский бассейн	Западно-Ципиканский МАБ
20	3	cIX-В10	Западно-Муйский межгорный артезианский бассейн	Западно-Муйский МАБ
21	3	cIX-В11	Харбартский межгорный артезианский бассейн	Харбартский МАБ
22	3	cIX-В12	Итанцинский межгорный артезианский бассейн	Итанцинский МАБ
23	3	cIX-В13	Большегусихинский межгорный артезианский бассейн	Большегусихинский МАБ
24	2	eIX-Г	ДЖИДА-ВИТИМСКАЯ СЛОЖНАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ	ДЖИДА-ВИТИМСКАЯ ГСО
25	3	dIX-Г1	Витимский гидрогеологический массив	Витимский ГМ
26	3	cIX-Г2	Джидинский межгорный артезианский бассейн	Джидинский МАБ
27	3	cIX-Г3	Гусиноозерский межгорный артезианский бассейн	Гусиноозерский МАБ
28	3	cIX-Г4	Хоринский межгорный артезианский бассейн	Хоринский МАБ
29	3	cIX-Г5	Кижинго-Кудинский межгорный артезианский бассейн	Кижинго-Кудинский МАБ
30	3	cIX-Г6	Еравнинский межгорный артезианский бассейн	Еравнинский МАБ

31	3	сIX-Г7	Муясынский межгорный артезианский бассейн	Муясынский МАБ
32	3	сIX-Г8	Зазинский межгорный артезианский бассейн	Зазинский МАБ
33	3	сIX-Г9	Мулустуйский межгорный артезианский бассейн	Мулустуйский МАБ
34	3	сIX-Г10	Чикойский межгорный артезианский бассейн	Чикойский МАБ
35	3	сIX-Г11	Большеамалатский межгорный артезианский бассейн	Большеамалатский МАБ
36	3	сIX-Г12	Мариктинский межгорный артезианский бассейн	Мариктинский МАБ
37	3	сIX-Г13	Тугнуйский межгорный артезианский бассейн	Тугнуйский МАБ
38	3	сIX-Г14	Иренский межгорный артезианский бассейн	Иренский МАБ
39	2	еIX-Д	МАЛХАНО-СТАНОВАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ	МАЛХАНО- СТАНОВАЯ ГСО
40	3	сIX-Д4	Красноярский межгорный артезианский бассейн	Красноярский МАБ
41	3	сIX-Д11	Кондинский межгорный артезианский бассейн	Кондинский МАБ
42	3	сIX-Д24	Окинскский межгорный артезианский бассейн	Окинскский МАБ
43	3	сIX-Д25	Кумкинский межгорный артезианский бассейн	Кумкинский МАБ
44	1	gXI	АЛТАЕ-САЯНСКАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ	АЛТАЕ-САЯНСКАЯ СГСО
45	2	еXI-В	САЯНО-ТУВИНСКАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ	САЯНО-ТУВИНСКАЯ ГСО
46	3	dXI-В1	Саяно-Алтайский гидрогеологический массив	Саяно-Алтайский ГМ
47	2	еXI-Г	САНГИЛЕНСКАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ	САНГИЛЕНСКАЯ ГСО
48	3	dXI-Г1	Сангилено-Удинский гидрогеологический массив	Сангилено-Удинский ГМ
49	3	сXI-Г4	Дибинский межгорный артезианский бассейн	Дибинский МАБ
50	2	еXI-Д	ВОСТОЧНО-САЯНСКАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ	ВОСТОЧНО- САЯНСКАЯ ГСО
51	3	dXI-Д1	Канско-Бирюсинский гидрогеологический массив	Канско-Бирюсинский ГМ

Водоносный комплекс четвертичных отложений является основным эксплуатируемым гидрогеологическим подразделением для нужд крупного централизованного водоснабжения, используется также для среднего и мелкого централизованного и децентрализованного водоснабжения. Подземные воды приурочены к аллювиальным, озерно-аллювиальным, аллювиально-пролювиальным и флювиогляциальным отложениям. Водовмещающая толща, сложенная преимущественно песками, галечником и валунным материалом, отличается высокой водообильностью. Коэффициенты фильтрации здесь изменяются в широких пределах, в зависимости от степени промытости отложений, от 1-2 м/сут до 50 м/сут. Воды безнапорные, глубина залегания – от первых метров до 100 м, удельные дебиты скважин достигают 5 л/с, на отдельных участках в долине р. Селенги – 50 м/сут., Минерализация подземных

вод составляет 0,01 - 0,3 г/дм<sup>3</sup>, воды весьма пресные и пресные. Воды преимущественно гидрокарбонатного кальциевого состава, реже – смешанного катионного состава [20].

Вторым по значимости является водоносный комплекс мезозойских отложений, приурочен к осадочным литифицированным породам юрско-мелового возраста. Является пригодным для питьевых целей в зоне интенсивного водообмена, т.е. до глубины 100-150 м, однако распределение ресурсов в пределах распространения водовмещающих пород нижнемелового возраста неравномерно. Эксплуатируется для мелкого централизованного и децентрализованного водоснабжения. Коллекторами подземных вод являются трещиноватые конгломераты, гравелиты, песчаники и пласты угля. Относительными водоупорами служат алевролиты, аргиллиты, глинистые сланцы. Воды комплекса могут быть напорными и грунтовыми. Уровень устанавливается на глубине от 2-5 м до 50-80 м, величина напора составляет до 40 м. Подземные воды комплекса в скважинах имеют дебиты от 0,17 - 5,0 л/с при понижениях от 17,0 до 11,0 м, также изменяется удельный дебит от 0,01 до 0,5 л/с. Коэффициенты фильтрации редко превышают первые м/сут. Воды по составу гидрокарбонатные смешанного катионного состава с минерализацией 0,1-0,5 г/дм<sup>3</sup>, на отдельных участках минерализация может достигать 0,7 г/дм<sup>3</sup>.

Для межгорных артезианских бассейнов характерно питание через сток трещинных вод с горных массивов и инфильтрации атмосферных осадков. Пластовые воды разгружаются в поверхностные водоемы и водотоки по разрывным нарушениям, проводящим воду.

В пределах гидрогеологических массивов размещены объекты децентрализованного и реже мелкого централизованного водоснабжения. Подземные воды включены в метаморфизованные и изверженные породы, которые имеют разный возраст и состав. Мощность в зоне интенсивной трещиноватости может изменяться от 40 - 100 метров. Среди исключений встречаются карбонатные породы – известняки, мраморы, кавернозность и

трещиноватость в которых может распространяться на глубину более 100 м. Для подземных вод характерен грунтовый вид с глубиной залегания от 5-10 до 100 м. Водообильность зоны экзогенной трещиноватости незначительна. Изменение удельного дебита составляет от 0,09 л/с до 0,6 л/с. Подземные воды зоны трещиноватости в горном обрамлении каптируются родниками, дебит которых изменяется от 0,1 л/с до 1-3 л/с. Дебит в скважинах достигает от 0,1 до 2,2 л/с при понижении 18-70 м, соответственно. Дебит родников может увеличиваться до 5-7 л/с при расположении родника в зонах тектонических нарушений. Подземные воды зоны трещиноватости по химическому составу являются гидрокарбонатные, кальциево-натриевые, магниевые-кальциевые, натриево-кальциевые с общей минерализацией 0,06-0,3 г/л. Часто подземные воды имеют более сложный состав, что можно связать с гидрогеохимическими процессами и составом водовмещающих пород. Техногенная нагрузка на площади распространения водоносной зоны минимальная или отсутствует совсем, что способствует сохранению качества подземных вод [19].

Взаимодействие допротерозойской и новейшей тектоники обусловило образование многочисленных тектонических нарушений и высокую дислоцированность пород. Рассекая породы различных водоносных зон, тектонические нарушения способствуют их активной взаимосвязи и формированию трещинно-жильных вод. Тектонические нарушения приводят либо к появлению путей глубокой инфильтрации для атмосферных осадков, либо к крупным очагам разгрузки для подземного стока. Часто разрывные нарушения могут обладать экранирующими свойствами, в силу особенностей геологического строения.

Для мелкого централизованного и децентрализованного водоснабжения водоносные зоны разломов представляют особый интерес, в связи с тем, что тектонические нарушения на территории Республики Бурятия имеют широкое распространение. Среди них можно выделить региональные разломы северо-восточного простирания, ограничивающие межгорные впадины, и более

мелкие, оперяющие их, разломы различной ориентировки, направленности и протяженности. Химический состав вод не отличается от состава окружающих подземных вод зоны экзогенной трещиноватости. Родники формируются в зонах разломов, характеризуются стабильный режим в течение года. Дебит родников изменяется от 0,1 л/с до 10 л/с, иногда дебит может достигать 60 л/с. Воды в родниках ультрапресные и пресные, с минерализацией не превышающей 0,1 г/л, имеют гидрокарбонатный, хлоридно-гидрокарбонатный магниевый-кальциевый и натриево-кальциевый химический состав [20].

#### 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В настоящее время коммерческая ценность разработки является наиболее важным аспектом перспективности научного исследования, нежели масштаб открытия, который во многих отраслях становится все более сложнее оценить, в связи с высокотехнологичностью и ресурсоэффективностью продуктов.

Именно оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Коммерциализация результатов исследования зачастую является основополагающим критерием при выборе объектов для капиталовложений.

Объектом исследования в работе являются подземные воды пгт Селенгинска (Республика Бурятия). Исследования проводились с целью определения концентраций загрязняющих веществ в подземных водах по мере удаления от техногенных объектов, а также от времени взаимодействия с источником загрязнения. При анализе использовались сведения о геологическом строении территории, условиях формирования подземных вод, а также изменение количества осадков, которые являются основным источником питания подземных вод.

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 обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- организовать работы по научному исследованию;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;



- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;
- произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования.

#### 4.1. ПРЕДПРОЕКТНЫЙ АНАЛИЗ

##### 4.1.1 ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе оценивается степень влияния крупных техногенных объектов пгт Селенгинска (Республика Бурятия) на качество подземных вод. Целью работы является анализ изменения гидрогеохимического состояния подземных вод во времени и пространстве в зависимости от геологических, гидрогеологических, климатических условий. Для анализа качества подземных вод используются данные государственного и локального (объектного) мониторинга подземных вод. В работе оцениваются риски и опасность для здоровья населения использование загрязненной подземной воды без предварительной водоподготовки в зоне влияния техногенных объектов пгт Селенгинска.

Область применения лежит в сфере недропользования: добыча и эксплуатация подземных вод. Таким образом, потребителем исследования могут быть:

- недропользователи - юридические лица ведущие свою деятельность в сфере эксплуатации подземных вод в целях водоснабжения;
- обслуживающие организации;
- физические лица – граждане.

Сегментирование рынка – разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенная услуга или товар. Сегментирование рынка услуг по оценке изменения качества подземных

вод в сфере водоснабжения осуществляется по следующим критериям: вид заказчика и вид услуги. Результаты сегментирования представлены в таблице 3.

Из таблицы видно, что основным сегментом рынка является прогнозирование изменения качества подземных вод и оценка риска для здоровья жителей при использовании подземной воды без необходимой водоподготовки в районе влияния техногенных объектов.

Таблица 3. – Карта сегментирования рынка услуг по оценке изменения качества подземных вод в сфере водоснабжения

		Услуга (продукт)			
		Решение стационарных задач	Прогнозирова ние изменения качества подземных вод	Оценка риска для здоровья населения	Рекомендации по улучшению условий эксплуатации подземных вод
<b>Заказчики</b>	недропользователи				
	обслуживающие организации				
	физические лица				

#### 4.1.2. АНАЛИЗ КОНКУРЕНТНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С ПОЗИЦИИ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку

сравнительной эффективности научной разработки и был проведен с помощью оценочной карты, приведенной в таблица 4.2.

Данное исследование проводится с помощью программного обеспечения ArcGIS, однако это не единственный пакет программ, позволяющий реализовать поставленные цели и задачи. Основным конкурентом в части моделирования распространения загрязняющих элементов является ПО MODFLOW (конкурент-аналог 1).

ПО ArcGIS отличается от конкурентного ПО MODFLOW более разнообразным интерфейсом программы и рядом решаемых задач относительно картографии, моделирования и управления данными. Более продвинутым средством для создания концептуальных и численных гидродинамических моделей, однако является MODFLOW. Но также это увеличивает и саму сложность программного обеспечения для обучения работы на нем.

Критерии оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 4.2. Они подбирались, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации. Основными критериями оценки материалов будут являться: удобство в эксплуатации, затраты на производство, простота и скорость получения результатов (Таблица 4).

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентно-способность	
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	К <sub>ф1</sub>	К <sub>к1</sub>
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Удобство в эксплуатации	0,2	5	5	1	1
Надежность	0,15	5	4	0,75	0,6
Безопасность	0,15	5	4	0,75	0,6
Простота эксплуатации	0,2	4	2	0,8	0,4
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности					
Конкурентоспособность продукта	0,1	5	5	0,5	0,5

Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	4	0,5	0,4
Цена разработки	0,1	5	3	0,5	0,3
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>33</b>	<b>27</b>	<b>4,80</b>	<b>3,80</b>

Позиция каждой программы оценивается по показателям экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Вес показателей в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где K – конкурентноспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл i-го показателя.

Таким образом, конкурентноспособность рассматриваемых продуктов составляет:

$$K_f = 1 + 0,75 + 0,75 + 0,8 + 0,5 + 0,5 + 0,5 = 4,80$$

$$K_{k1} = 1 + 0,6 + 0,6 + 0,4 + 0,5 + 0,4 + 0,3 = 3,8$$

Анализ технических решений показал, что программный комплекс ArcGIS обладает рядом преимуществ среди конкурентов и подходит к дальнейшему использованию.

#### 4.1.3 SWOT - АНАЛИЗ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, применяется для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в 3 этапа.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 5.

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа. Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Таблица 5 – Матрица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</b></p> <p>С1. Материал готов для дальнейшего использования исследовательских институтов, деятельность которых связана с недропользованием</p> <p>С2. Полная информационная наполненность картографического и текстового материала</p> <p>С3. Использовано надежное программное обеспечение</p> <p>С4. Удобная и доступная подача информации</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</b></p> <p>Сл1. Необходим поиск заинтересованного лица в виде заказчика</p> <p>Сл2. Снижение достоверности результатов за счет вероятности временного изменения данных</p> <p>Сл3. Необходимость приобретения программного обеспечения</p> <p>Сл4. Необходимость актуализации информации со временем</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Появление спроса со стороны недропользователей и проектных институтов</p> <p>В2. Сокращение сроков проектирования</p> <p>В3. Благоприятная ситуация на рынке схожих предложений</p> <p>В4. Заинтересованность в дальнейшем развитии и актуализации темы</p>	<p>Активное вовлечение недропользователей и заинтересованных лиц в продвижении проекта</p>	<p>Проведение мониторинга потребителей и анализ конкурентных предложений, маркетинговая политика, привлечение дополнительных ресурсов для актуализации информации</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности</p> <p>У2. Повышение стоимости используемого программного обеспечения</p> <p>У3. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе</p> <p>У4. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды</p>	<p>Ведение гибкой ценовой политики. Снижение сроков предоставления необходимой информации, развитие сервиса дополнительных информационных услуг</p>	<p>Размещение части информации в свободный доступ заинтересованным лицам. Наладка устойчивой обратной связи с недропользователями и проектными институтами</p>

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора.

Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Результаты построения интерактивной матрицы проекта представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+
	B3	+	+	+	+
	B4	-	-	-	0
Угрозы проекта	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-
	У3	-	+	+	+
	У4	-	+	-	-
Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	+	-	+	+
	B2	0	+	+	+
	B3	+	0	+	+
	B4	-	-	+	+
Угрозы проекта	У1	+	0	+	+
	У2	-	-	+	+
	У3	-	+	-	+
	У4	+	0	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие корреляцию между возможностями/угрозами и сильными/слабыми сторонами:

- сильные стороны и возможности: B1C1C2C3C4; B2C1C2C3C4; B3C1C2C3C4.

- слабые стороны и возможности: B1C1C3C4; B2C2C3C4; B3C1C3C4, B4C3C4.

- сильные стороны и угрозы: У3C2C3C4, У4C2.

- слабые стороны и угрозы: У1C1C3C4; У2C3C4; У3C2C4, У4C1C3C4.

#### 4.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для определения стадии жизненного цикла научной разработки необходимо оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Оценка степени готовности представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
Определен имеющийся научно-технический задел	4	3
Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	4
Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	5
Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	3
Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	2
Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	3
Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	3
Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	2	2
Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	2	2
Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	2
Проработан механизм реализации научного проекта	2	3
Итого баллов	38	43

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i,$$

где  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

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

Предложений программных средств, которые занимаются оценкой качества подземных вод и прогнозом их изменения, а также оценкой риска для здоровья населения, на рынке весьма ограниченное количество. Все они постоянно развиваются и следует систематически проводить их детальный анализ.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Критерии оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения подбирались исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации. Основными критериями оценки материалов будут являться: удобство в эксплуатации, простота и скорость получения результатов.

В данном научном исследовании анализируется изменение концентраций загрязняющих веществ в подземных водах по мере удаления от техногенных объектов, а также от времени взаимодействия с источником загрязнения. При выполнении работы оценивается риск для здоровья населения при потреблении загрязненной подземной воды без предварительной водоподготовки в зоне влияния техногенных объектов. Выполнение поставленных задач планируется



проводить с использованием ПО ArcGIS, которое позволяет реализовать поставленные цели и задачи.

Основными конкурентами в части моделирования распространения загрязняющих элементов является ПО MODFLOW (конкурент-аналог 1) и ПК HydroGeo (Разработчик Букаты М.Б., ТПУ) (конкурент-аналог 2).

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

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		ф	к1	к2	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Повышение производительности пользователя труда	0,14				0,7	0,56	0,56
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,12				0,6	0,48	0,36
3. Надежность	0,12				0,6	0,6	0,48
4. Безопасность	0,12				0,6	0,48	0,48
5. Простота в эксплуатации	0,12				0,6	0,48	0,6
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,12				0,7	0,6	0,48
2. Цена	0,14				0,56	0,42	0,7
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,12				0,7	0,6	0,36
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>39</b>	<b>34</b>	<b>32</b>	<b>5,06</b>	<b>4,22</b>	<b>4,02</b>

ПО ArcGIS отличается от конкурентных программ более разнообразным интерфейсом. Кроме того, ArcGIS обладает более удобным способом отображения получаемой информации, которую можно сразу с помощью координатной привязки отобразить на различных картах и схемах с привязкой к местности. Более продвинутым средством для создания численных гидродинамических моделей, однако является MODFLOW. Но также это увеличивает и саму сложность программного обеспечения для обучения работы

на нем. ПК HydroGeo отличается от конкурентов незначительной стоимостью и простотой использования, однако уступает в скорости получения результатов.

В таблице 8 приведена оценка конкурентов, где Ф – используемое ПО ArcGIS, к1 – ПО MODFLOW, к2 – ПК HydroGeo.

Позиция каждой программы оценивается по показателям экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Вес показателей в сумме составляет 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где: К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл i-го показателя.

Таким образом, конкурентоспособность рассматриваемых программных продуктов составляет:

$$K_{\Phi} = 0,7+0,6+0,6+0,6+0,6+0,7+0,56+0,7=5,06$$

$$K_{k1} = 0,56+0,48+0,6+0,48+0,48+0,6+0,42+0,6=4,22$$

$$K_{k2} = 0,56+0,36+0,48+0,48+0,6+0,48+0,7+0,6=4,02$$

Проведенный анализ конкурентов подтвердил, что программный комплекс ArcGIS обладает рядом преимуществ среди конкурентов, что связано с производительностью, удобством в эксплуатации и безопасностью, и подходит к дальнейшему использованию. Однако следует учесть уязвимость используемого программного продукта, которая заключается в цене ПО.

#### 4.1.4. ОЦЕНКА ГОТОВНОСТИ ПРОЕКТА К КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого заполнена специальную форму, содержащая показатели о степени проработанности проекта

с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта (таблица 9).

При проведении анализа по таблице, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Таблица 9 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	2	3
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	5
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3

10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	5
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг Инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	4
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	5
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	56	57

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i$$

где:  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Значение  $B_{\text{сум}}$  позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. В итоге получилось, что перспективность разработки и уровень имеющихся знаний у разработчика выше среднего.

По результатам оценки выделяются слабые стороны исследования, дальнейшего улучшения необходимо провести маркетинговые исследования рынков сбыта, разработать бизнес-план коммерциализации научной разработки и проработать вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

#### 4.1.5. МЕТОДЫ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной работе проводится разработка проекта исследований целью которого является анализ изменения гидрогеохимического состояния подземных вод во времени и пространстве в зависимости от геологических, гидрогеологических, климатических условий. Конечным продуктом исследований будет оценка риска для здоровья населения при потреблении загрязненной подземной воды без предварительной водоподготовки в зоне влияния техногенных объектов. Будут разработаны инженерно-гидрогеологические решения для улучшения условий эксплуатации подземных вод.

В качестве метода коммерциализации проведенного исследования наиболее подходящими являются передача интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия и инжиниринг.

Так как разработка проекта проводится в рамках ведения государственного мониторинга состояния недр, выполняемого по государственному заданию и финансируемого за счет Федерального бюджета, то передача интеллектуальной собственности будет производиться в уставной капитал предприятия.

Кроме того, в качестве метода коммерциализации проведенного исследования выбирается инжиниринг. Данный метод предполагает предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика. В связи с тем, что повсеместно на территории РФ наблюдается загрязнение подземных вод объектами разного рода деятельности, а водоснабжение является одним из

основных ресурсов жизнедеятельности, данная научная разработка будет являться актуальной для недропользования.

Таким образом данные методы коммерциализации будут наиболее продуктивными в отношении разрабатываемого проекта.

#### 4.2. ИНИЦИАЦИЯ ПРОЕКТА

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта, который должен содержать цели и результаты проекта, организационную структуру проекта, ограничения и допущения проекта.

##### 4.2.1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Информация о заинтересованных сторонах проекта, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты в результате завершения проекта, представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Выпуск высококвалифицированных специалистов
Разработчик проекта (магистрант)	Разработка методики инженерно-гидрогеологических решений для улучшения условий их эксплуатации
Департамент по недропользованию	Получение инженерно-гидрогеологических решений для улучшения условий эксплуатации подземных вод в техногенной нагруженных районах
Недропользователь	Организация водоснабжения населенного пункта

В таблице 11 представлена иерархия целей проекта и критерии достижения целей.

Таблица 11 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Оценка качества подземных вод и изменение ее состава в результате антропогенной деятельности.
Ожидаемые результаты проекта:	Оценка риска для здоровья населения при потреблении загрязненной подземной воды без предварительной водоподготовки в зоне влияния техногенных объектов. Разработка рекомендаций и мероприятий по улучшению условий эксплуатации подземных вод, картографические материалы
Критерии приемки результата проекта:	1. Дать характеристику физико-географических, геологических и гидрогеологических условий территории; 2. Дать характеристику водосборов речной сети на основе ЦМР; 3. Дать анализ ландшафтов на основе мультиспектральных снимков; 4. Провести анализ локальных особенностей состава поверхностных вод на основе фактических материалов полевых экспедиций; 5. Провести анализ изменения качества воды в результате антропогенной деятельности.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Отбор проб подземных вод в районе исследования
	Показать особенности химического состава подземных вод
	Проведение обработки полученных данных;
	Выявить факторы формирования химического состава подземных вод
	Показать изменение химического состава подземных вод под влияние техногенных объектов

#### 4.2.2. СТРУКТУРА РАБОТ В РАМКАХ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Таблица 12 – Рабочая группа проекта

ФИО, место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудовые затраты, час.
Савичев О.Г., д.г.-м.н., профессор	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	600
Зрелова М.И., магистрант ОГ ИШПР	Исполнитель по проекту	Анализ литературных источников, отбор проб, анализ лабораторных данных, анализ гидрогеохимических, гидрогеологических условий, написание работы	1600
ИТОГО:			2200

В таблице 12 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудовые затраты).

Для реализации проекта необходимо два исполнителя – научный руководитель (НР) и магистрант (М). По каждому виду работ устанавливается исполнитель. Планирование комплекса работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

#### 4.2.3. ОГРАНИЧЕНИЯ И ДОПУЩЕНИЯ ПРЕКТА

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (таблица 13).

Таблица 13 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	685 578,07
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	01.09.2022-31.05.2023
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	15.09.2022
3.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2023

#### 4.3. ПЛАНИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПРОЕКТОМ

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;



- бюджет научного исследования.

#### 4.3.1. ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА РАБОТ ПРОЕКТА

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рисунок 4.3.1).

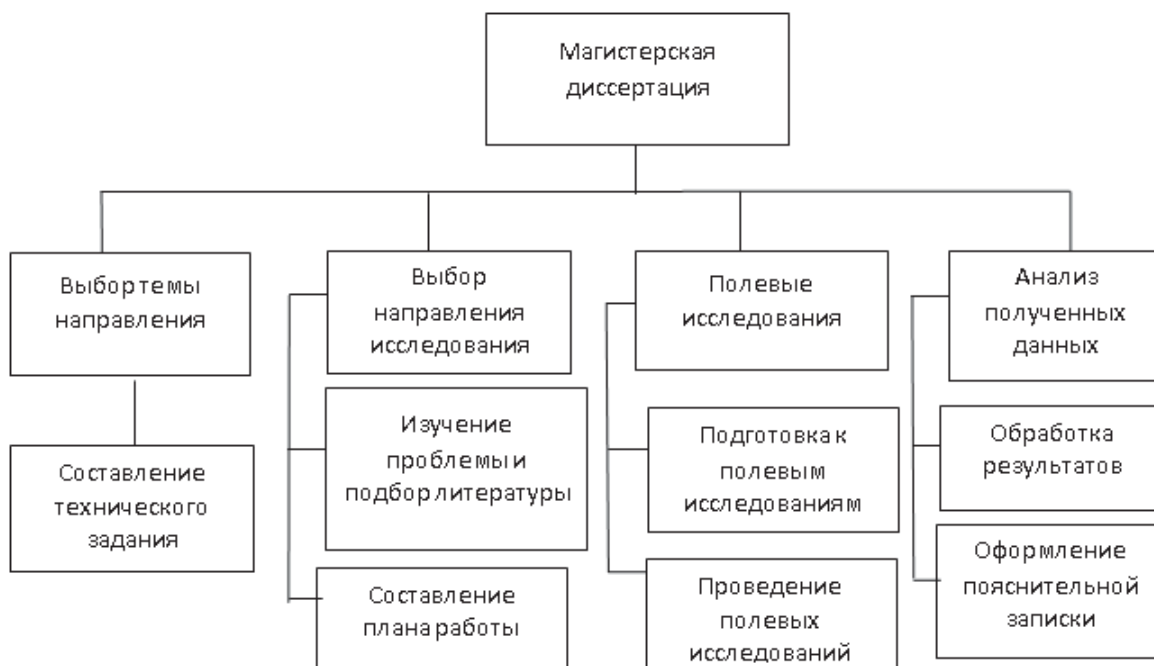


Рисунок 4.3.1 – Иерархическая структура работ

#### 4.3.2. ПЛАН ПРОЕКТ










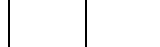


В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (таблица 14, 15).


Таблица 14– Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	2	3	4	5
Утверждение темы магистерской диссертации	10	01.09.22	10.09.22	Савичев О.Г., Зрелова М.И.
Согласование плана работ	3	03.09.22	05.09.22	Савичев О.Г., Зрелова М.И.
Поставка задач	3	06.09.22	08.09.22	Савичев О.Г.,


1	2	3	4	5
				Зрелова М.И.
Определение сроков написания ВКР	4	09.09.22	12.09.22	Савичев О.Г., Зрелова М.И.
Литературный обзор	30	12.09.22	11.10.22	Зрелова М.И.
Анализ исходных материалов по тематике научных исследований	23	15.10.22	01.11.22	Зрелова М.И.
Отбор проб подземных вод	10	02.11.22	11.11.22	Зрелова М.И.
Лабораторные исследования проб воды	20	12.11.22	01.12.22	Подрядная организация
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	30	02.12.22	31.12.22	Савичев О.Г., Зрелова М.И.
Написание общей части ВКР	59	01.01.23	28.02.23	Зрелова М.И.
Подготовка основной части ВКР	61	01.03.23	30.04.23	Зрелова М.И.
Подготовка картографического материала	31	01.05.23	31.05.23	Зрелова М.И.
Итого:	284			

Таблица 15 – Календарный план график проведения НИОКР по теме

Наименование этапа	дней	2022				2023				
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
Утверждение темы магистерской диссертации										
Согласование плана работ										
Поставка задач										
Определение сроков написания ВКР										
Литературный обзор	0									
Анализ исходных материалов по тематике научных исследований	0									
Отбор проб подземных вод	0									
Лабораторные исследования проб воды	0									
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	0									
Написание общей части ВКР	9									
Подготовка основной части ВКР	1									
Подготовка картографического материала	1									

 - Зрелова М.И.

 - Савичев О.Г., Зрелова М.И.

 - Подрядная организация

#### 4.4. БЮДЖЕТ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие статьи:

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
2. Специальное оборудование для научных работ;
3. Заработная плата;
4. Отчисления на социальные нужды;
5. Научные и производственные командировки;
6. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями;
7. Накладные расходы.

##### 4.4.1. МАТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме (таблица 16).

Таблица 16 – Материальные затраты

Вид работ	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов)	Специальное оборудование для научных работ
Обработка данных ПО ArcGIS	Персональный компьютер	ПО ArcGIS
Отбор проб воды	Бутылки полиэтиленовые	
Подготовка отчета	Канцелярия	

В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. Транспортно-заготовительные расходы составляют 3-5%.

Для учета затрат на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, производится расчет стоимости материальных затрат по действующим прейскурантам или договорным ценам. Результаты представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Персональный компьютер Acer Aspire 5	1	55 000,00	55 000,00
Бумага для принтера (формат А4, пачка)	1	250,00	250,00
Краска для принтерных картриджей	1	1 000,00	1 000,00
Полевая книжка	1	150,00	150,00
Ручка шариковая	2	50,00	100,00
Карандаш чертежный	2	20,00	40,00
Ластик	2	20	40,00
Плоттерная печать	150	2	300,0
Бутылки полиэтиленовые	25	10	250
Энергия, кВт	50	3,16	158,00
Всего за материалы			57 288,00
Транспортно-заготовительные расходы (5%)			2 864,40
<b>Итого по статье</b>			<b>60 152,40</b>

Таблица 18 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Программное обеспечение ArcGIS	1	150000,0	150000,0
2	Программное обеспечение MicrosoftOffice	1	5990,0	5990,0
3	Персональный компьютер	1	60000,0	60000,0
<b>Итого, руб.:</b>				<b>215990</b>

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР (таблица 18).

#### 4.4.2. ОСНОВНАЯ ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Раздел включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата

Основная заработная плата руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}$$

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

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

Согласно календарному плану проекта (таблица 15)  $T_{раб}$  – руководителя составляет 42 раб. дн., а  $T_{раб}$  магистранта составляет 253 раб. дн.

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

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

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

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

Расчет заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта проводили с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	99	99
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	24
- невыходы по болезни	14	14
Действительный годовой фонд рабочего времени	212	212

Месячный должностной оклад работника:

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

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

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент (Положение об оплате труда);

$k_{д}$  – коэффициент доплат и надбавок;

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

При расчете заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта учитывались месячные должностные оклады работников, которые рассчитывались по формуле:

$$Z_{м} = Z_{б} * K_{р}, \text{ где}$$

$Z_{б}$  – базовый оклад, руб.;

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

Согласно информации сайта Томского политехнического университета, должностной оклад доцента кандидата наук в 2022 году без учета РК составил 37 700 руб., поскольку руководитель работает на 0,5 ставки, то оклад равен 18 850 руб.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{б}$ ,руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$ ,руб	$Z_{дн}$ ,руб.	$T_{р.раб.}$ дн.	$Z_{осн}$ ,руб.
Руководитель	18850	1,3	0,02	1,3	32346,6	1767,229	42	74223,61
Магистрант	1975	-	-	1,3	2567,5	140,2732	253	35489,11

#### 4.4.3. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА НАУЧНОГО ПЕРСОНАЛА

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п.

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

$$Z_{доп} = Z_{осн} * k_{доп}, \text{ где}$$

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

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты, 0,1 (или 10%);

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

В таблице 21 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 21 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	74 223,61	35 489,11
Дополнительная зарплата	7 422,36	3 548,91
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	81 645,97	39 038,02
Итого по разделу $C_{\text{зп}}$	120 683,99	

#### 4.4.4. ОТЧИСЛЕНИЯ НА СОЦИАЛЬНЫЕ НУЖДЫ

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

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

$k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчисления на уплату во внебюджетные фонды.

На 2022 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, вводится пониженная ставка – 27,1%. Стипендиальная выплата студентам, магистрам и аспирантам не облагается налогом.

Отчисления на социальные нужды составляют:

$$C_{\text{внеб}} = 0,271 * (74 223,61 + 7 422,36) = 22 126,06 \text{ руб.}$$

#### 4.4.5. НАУЧНЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ КОМАНДИРОВКИ

В эту статью включаются расходы по командировкам научного и производственного персонала, связанного с непосредственным выполнением конкретного проекта, величина которых принимается в размере 10% от



основной и дополнительной заработной платы всего персонала, занятого на выполнении данной темы.

Затраты на научные и производственные командировки составляют

$$C_{\text{ком}} = C_{\text{зп}} \cdot 0,1 = 120\,683,99 \cdot 0,1 = 12\,068,40 \text{ руб.}$$

#### 4.4.6. ОПЛАТА РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ СТОРОННИМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ И ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Сторонней организацией был выполнен анализ проб воды на полный перечень химических показателей, нормируемых СанПиН. Лабораторные работы выполнены в гидрохимической лаборатории ООО «Томскгеомониторинг» г. Томск.

Расчет затрат на подрядные работы представлен в таблице 22.

Таблица 22 - Расчет затрат на подрядные работы

Вид подрядных работ	Количество проб	Стоимость, руб	Итого, руб
Полный химический анализ природной воды с оформлением протокола	10	12 500	125 000

#### 4.4.7. НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ

В накладные расходы включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы. Расчет накладных расходов проведен по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,8 \cdot (109\,712,73 + 10\,971,27) = 95547,22 \text{ руб.}$$

где  $K_{\text{накл}}$  – коэффициент накладных расходов принят 0,8.

Таким образом, затраты проекта составляет 685578,07 руб., которые приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Затраты научно-исследовательской работы

Вид исследования	Затраты по статьям									
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Доп-ая заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Данное исследование	60 152,4	250 000	109 712,72	10 971,27	22 126,06	12 068,4	125 000	-	95 547,22	<b>685 578,07</b>
Аналог	95 389	350 000	134346,01	13464,6	44 343,18	14 781,06	137 000	-	118 248,488	907 572,34

#### 4.5. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ПРОЕКТА

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 2.



Рисунок 4.5.1. – Проектная структура проекта

#### 4.6. ПЛАН УПРАВЛЕНИЯ КОММУНИКАЦИЯМИ ПРЕКТА

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 24).

Таблица 24 – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно (понедельник)
2.	Информация о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Ежемесячно (конец месяца)
3.	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю	Не позже сроков графиков и к. точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

#### 4.7. РЕЕСТР РИСКОВ ПРОЕКТА

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Информация по возможным рискам сведена в таблицу 25.

Таблица 25 – Реестр рисков

Риск	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
Неточность метода анализа	2	5	Низкий	Внешний и внутренние анализы	Низкая точность метода анализа
Погрешность расчетов	3	5	Средний	Пересчет, проверка	Невнимательность
Выход из строя исследовательского оборудования	2	3	средний	Соблюдать правила эксплуатации	Человеческий фактор, заводской брак

#### 4.8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСНОЙ (РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ), ФИНАНСОВОЙ, БЮДЖЕТНОЙ, СОЦИАЛЬНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

##### 4.8.1. ОЦЕНКА АБСОЛЮТНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

##### 4.8.2. ЧИСТАЯ ТЕКУЩАЯ СТОИМОСТЬ (NPV)

*Чистая текущая стоимость (NPV)* – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0$$

где:  $ЧДП_{опt}$  – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

$I_0$  – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

$t$  – номер шага расчета ( = 0, 1, 2 ...n)

$n$  – горизонт расчета;

$i$  – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если  $NPV > 0$ , то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 26. При расчете рентабельность проекта составляла **20%**, норма амортизации - 10 %.

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1 + i)^t}$$

где:  $i$  – ставка дисконтирования, 20 %; (10%)

$t$  – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 599 362,40 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

Таблица 26 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	822693,68	822693,68	822693,68	822693,68
2	Итого приток, руб.	0	822693,68	822693,68	822693,68	822693,68
3	Инвестиционные издержки, руб.	- 685578,070	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб. (35%от бюджета)	0	287942,79	287942,79	287942,79	287942,79
5	Налогооблагаемая прибыль (1-4)	0	534750,89	534750,89	534750,89	534750,89
6	Налоги 20 %, руб. (5*20%)	0	106950,18	106950,18	106950,18	106950,18
8	Чистая прибыль, руб. (5-6)	0	427800,72	427800,72	427800,72	427800,72
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб. (чистая прибыль + амортизация)	- 685578,070	496358,52	496358,52	496358,52	496358,52
10	Коэффициент дисконтирования при $i=20\%$ (КД)	1	0,83333333	0,69444444	0,5787037	0,4822531
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб. (9*10)	- 685578,070	413632,1	344693,42	287244,52	239370,43
12	ΣЧДД		1284940,47			
	Итого NPV, руб.		599362,40			

#### 4.8.3. ИНДЕКС ДОХОДНОСТИ (PI)

**Индекс доходности (PI)** – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

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

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

$I_0$  – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{1284940,47}{685578,7} = 1,87$$

Так как  $PI = 1,87 > 1$ , следовательно проект является эффективным.

#### 4.8.4. ВНУТРЕННЯЯ СТАВКА ДОХОДНОСТИ (IRR)

Значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или =0. По разности между IRR и ставкой дисконтирования  $i$  можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования  $i$ , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

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

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования ( $i$ ) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 27 и на рисунке 4.8.4.1.

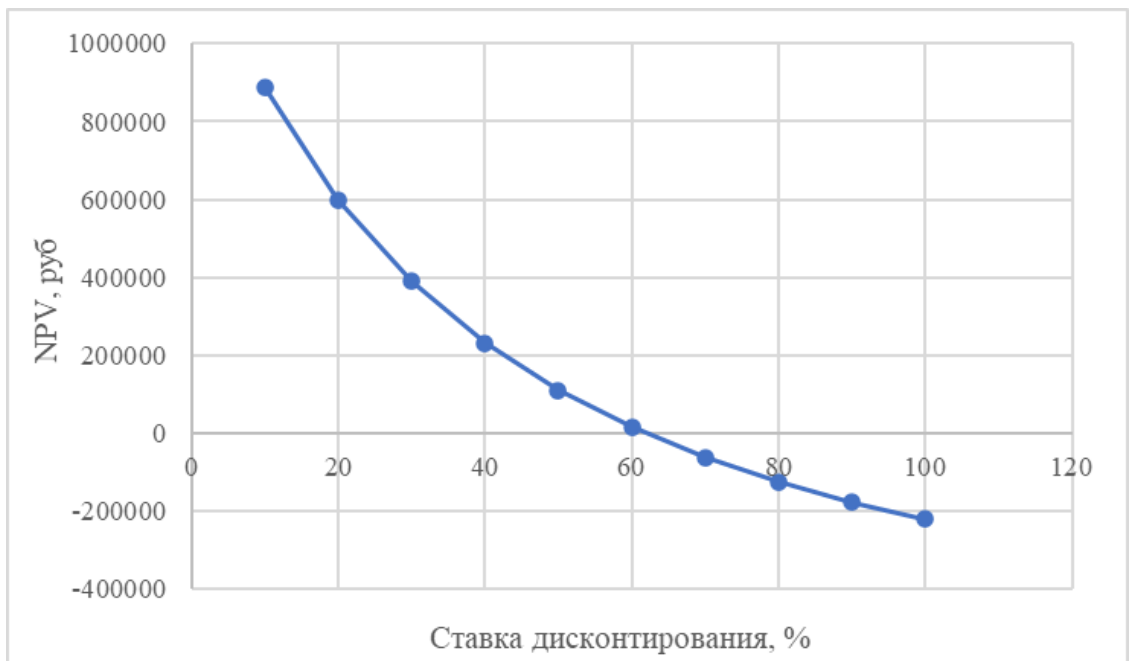


Рисунок 4.8.4.1. – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,62.

$IRR > i$ , проект эффективен.

Запас экономической прочности проекта:  $62\% - 20\% = 42\%$

Таблица 27 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб.
Чистые денежные потоки, руб.	685578,07	496358,52	496358,52	496358,52	496358,52	
Коэффициент дисконтирования						
0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
0,2	1	0,833	0,694	0,579	0,482	
0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,350	
0,4	1	0,714	0,510	0,364	0,260	
0,5	1	0,667	0,444	0,296	0,198	
0,6	1	0,625	0,391	0,244	0,153	
0,7	1	0,588	0,346	0,204	0,120	
0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
1	1	0,500	0,250	0,125	0,063	
Дисконтированный денежный поток, руб.						
0,1	685578,07	451235,02	410213,66	372921,50	339019,55	887811,66
0,2	685578,07	413632,10	344693,42	287244,52	239370,43	599362,40
0,3	85578,07	381814,25	293703,27	225925,59	173788,92	389653,95
0,4	685578,07	354541,80	253244,14	180888,67	129206,20	232302,75
0,5	-685578,07	330905,68	220603,79	147069,19	98046,13	111046,72
0,6	-685578,07	310224,08	193890,05	121181,28	75738,30	15455,63
<b>0,7</b>	-685578,07	291975,60	171750,35	101029,62	59429,19	-61393,31
0,8	-685578,07	275754,73	153197,07	85109,49	47283,05	124233,73
0,9	-685578,07	261241,33	137495,44	72366,02	38087,38	-76387,91
1	-685578,07	248179,26	124089,63	62044,82	31022,41	-20241,95

#### 4.8.5. ДИСКОНТИРОВАННЫЙ СРОК ОКУПАЕМОСТИ

Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.



Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 28).

Таблица 28 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ( $i=0,2$ ), руб	-685578	413632	344693	287244	239370
2	То же нарастающим итогом, руб.	-685578	-271945	72747	359991	599362
3	Дисконтированный срок окупаемости	D				
		$PP_{ДСК} = 1 + (271945/344693) = 1,8$ года				

По проведенным расчетам дисконтированный срок окупаемости составляет 1,79 года.

#### 4.8.6. СОЦИАЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАУЧНОГО ПРОЕКТА

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 29).

Таблица 29 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие информации об изменении состава поверхностных вод в результате добычи полезных ископаемых	Получены данные об изменении качественного состава поверхностных вод
Нехватка обширных и достоверных данных об аномалиях химического состава поверхностных вод, почвы и донных отложений	Обобщены и структурированы данные о об аномалиях химического состава поверхностных вод, почвы, донных отложений

#### 4.8.7. ОЦЕНКА СРАВНИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле:

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

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{финр}^p = \frac{65}{90} = 0,73$$

$$I_{финр}^a = \frac{90}{90} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

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

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

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

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (таблице 30).

Таблица 30 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог
1. Рост производительности труда	0,20	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,30	5	3
3. Надежность	0,15	5	4
4. Энергоэффективность	0,1	4	4
5. Простота эксплуатации	0,15	5	4
6. Материалоемкость	0,1	5	4
Итого	1	29	23

В результате расчётов получились следующие интегральные показатели ресурсоэффективности:

$$=5*0,2+5*0,3+5*0,15+4*0,1+5*0,15+5*0,1=4,9$$

$$=4*0,2+3*0,3+4*0,15+4*0,1+4*0,15+4*0,1=3,7$$

Интегральный показатель эффективности разработки и аналога определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

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

$$I_{\text{финр}}^p = 4,17$$

$$I_{\text{финр}}^a = 3,7$$

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

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

где:  $\mathcal{E}_{\text{ср}}$  – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{финр}}^p$  – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{финр}}^a$  – интегральный технико-экономический показатель аналога.

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = 1,13$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = 0,89$$

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогом представлен в таблице 31.

Таблица 31 – Сравнительная эффективность разработки

п/п	Показатели	Разработка	Аналог
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,73	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,9	3,7
3	Интегральный показатель эффективности	4,17	3,7
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,13	0,89

#### 4.9. ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ

В результате исследования были определены затраты на проведение исследования, проведен анализ технических и экономических критериев трех разных видов ПО. Проведена оценка сравнительной эффективности, выявлено, что с позиции ресурсной эффективности текущий проект предпочтительнее аналогов. Проведя анализ показателей эффективности инвестиций, получили чистую текущую стоимость (NPV) – 599362,40 руб. Таким образом, инвестиционный проект считается выгодным, NPV является положительной. Срок окупаемости проекта (PP) составил 1,8 года. Внутренняя ставка доходности (IRR) – 0,62, что позволяет признать инвестиционный проект экономически оправданным, так как выполнено неравенство  $IRR > i$ . Индекс доходности (PI) – 1,87, что больше единицы, следовательно, данная инвестиция приемлема.

Таким образом, мы имеем ресурсоэффективный проект с высоким запасом финансовой прочности и коротким сроком окупаемости.

## 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Объектом исследования являются подземные воды пгт Селенгинск (Республика Бурятия), используемые для промышленного и хозяйственно-питьевого водоснабжения пгт Селенгинск.

Цель работы – оценка качества подземных вод эксплуатируемого пгт Селенгинска (Республика Бурятия) по данным объектного и государственного мониторинга, разработка рекомендаций и мероприятий для использования подземных вод. В ходе выполнения исследований были оценены риски в результате использования неочищенных подземных вод в районе возможного влияния техногенных объектов для здоровья населения. Были рассмотрены варианты проведения мероприятий для улучшения условий эксплуатации подземных вод и даны рекомендации.

Область применения исследования лежит в сфере недропользования, добыча и эксплуатация подземных вод. Работы состоят из Комплекс работ полевого этапа, который включает отбор проб подземных вод на участке наблюдения, и комплекса камеральных работ, состоящий из обработки полученных данных, гидрогеологической, геологической и гидрогеохимической карты, построение цифровой модели изучаемой территории, карты рисков использования питьевой воды, разработка рекомендаций по дальнейшей эксплуатации подземных вод. Камеральные работы выполнены на ПК в программных комплексах ArcGIS, Word 2016 и Excel 2016.

В данном разделе выпускной квалификационной работы исследованы вредные и опасные факторы при выполнении полевых и камеральных работ, а также рассмотрены меры по защите исполнителя от возможного негативного воздействия среды.

## 5.1. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Камеральные работы осуществлялись в офисном помещении с использованием ПК. Работа в офисе относится ко второй категории тяжести труда – работы выполняются при оптимальных условиях внешней производственной среды и при оптимальной величине физической, умственной и нервно-эмоциональной нагрузки.

Основными нормативными документами, регламентирующие работу при использовании ПК являются Трудовой Кодекс Российской Федерации, СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда», Федеральный закон № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [33, 39, 40].

Согласно статье 212 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель имеет ряд обязательств по обеспечению безопасных условий и охраны труда: обеспечение безопасности работников при эксплуатации оборудования; создание и функционирование системы управления охраной труда; соответствие требованиям охраны труда; режим труда и отдыха работников; инструктаж по охране труда, стажировки на рабочем месте; проведение медицинских осмотров. Применительно к условиям данного проекта, режим рабочего времени предусматривает пятидневную рабочую неделю с двумя выходными днями (ст. 100 ТК РФ). Сверхурочная работа оплачивается за первые два часа работы в полуторном размере, за последующие часы в двойном размере (ст. 152 ТК РФ). Работа в выходной или нерабочий праздничный день оплачивается в двойном размере (ст. 153 ТК РФ). Обработка персональных данных осуществляется исключительно в целях содействия работника в трудоустройстве (ст. 86 ТК РФ). Работодатель обязан обеспечить помещение с исправным технологическим оборудованием для

выполнения норм выработки (ст. 163 ТК РФ). Выплата заработной платы производится в денежной форме в валюте РФ (рублях).

Установлены требования к организации работ с персональными электронными вычислительными машинами и копировально-множительной техникой в соответствии с СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [39]. Площадь на одно постоянное рабочее место пользователей ПК не должна составлять менее 6 м<sup>2</sup>. Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы согласно ГОСТ 12.2.032-78.

Оператор ПК, в свою очередь, имеет ряд обязательств перед работодателем: обязуется проходить все необходимые инструктажи, обучающие семинары, медицинский осмотр, и выполнять требования касательно его безопасности на рабочем месте (ст. № 414-V ТК РФ).

Лица, прошедшие соответствующий инструктаж по безопасности труда, могут быть допущены к выполнению полевых работ. Работники в зависимости от условий работы и принятой технологии производства должны быть обеспечены соответствующими средствами индивидуальной и коллективной защиты.

Отбор, транспортировка и хранение проб воды, предназначенных для определения показателей качества, выполнены в соответствии с ГОСТ Р 59024-2020. Консервация проб проводилась в соответствии с НД на методы определения показателей. Аналитические исследования подземных вод проводились в аккредитованных лабораториях г. Томска по договорам подряда. Для оценки качества подземных вод используется СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [35].



## 5.2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Из всей совокупности производственных факторов для целей безопасности труда по критерию возможности причинения вреда организму работающего человека выделяют неблагоприятные производственные факторы и производственные факторы, не являющиеся неблагоприятными. Неблагоприятные производственные факторы представляют совокупность опасных и вредных факторов. Классификацию вредных и опасных факторов устанавливают согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». При работе с ПК пользователь подвергается воздействию комплекса неблагоприятных факторов. Опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ отражены в таблице.

Перечень опасных и вредных факторов представлен в таблице 32.

Таблица 32 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Сбор материалов	Полевой этап	Камеральная обработка	
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». [38] ГОСТ Р 55709-2013 «Освещение рабочих мест вне зданий»
Отклонения показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
Нервно-психические перегрузки, монотонность трудового процесса	+	+	+	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ [33]
Поражение электрическим током	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [4]
Динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза	-	+	-	Приказ Минтруда России от 28.10.2020 N 753н «Об утверждении Правил по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов» [30]
Возникновение пожаров	+	+	+	ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность

### 5.3. АНАЛИЗ ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ И ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИХ УСТРАНЕНИЮ

Для выявленных вредных и опасных факторов при выполнении ВКР далее рассмотрены источник их возникновения, воздействие на организм человека и допустимые нормы, а также мероприятия и средства защиты для минимизации воздействия.

#### ***Недостаточная освещенность рабочей зоны***

Источник возникновения фактора - недостаточная естественная освещенность, из-за условий расположения рабочего пространства, неправильное расположение и количество ламп искусственного освещения, нерегулярная замена старых, выработавших свой ресурс ламп.

Недостаточная освещенность рабочей зоны может приводить к снижению работоспособности в следствии быстрой утомляемости, увеличивается количество допускаемых ошибок при выполнении работ, является причинами появления болей в голове и бессонницы.

ГОСТ Р 55709-2013 регламентируется освещение рабочих мест вне зданий. Нормы освещенности  $E_{экс}$ , равномерности освещенности  $U_0$ , предельного показателя блескости  $GRL$  и значения общего индекса цветопередачи  $R_a$  ИС для различных участков и видов работ приведены в таблице 2. Для полевых работ, заключающихся в прокачке скважин с использованием погружного насоса и отборе проб подземной воды, примем что нормы освещенности должны соответствовать погрузочно-разгрузочным площадкам.

Таблица 33 – Общее освещение при наружных работах

Наименование участка, зоны	$E_{экс}$ , лк	$U_0$ , не менее	$GRL$ , не более	$R_a$ , не менее
Пешеходные проходы, развороты, погрузочно-разгрузочные площадки	50	0,4	50	20

Согласно СП 52.13330.2016 установлены требования к освещению рабочих мест, оборудованных ПК (Таблица 34) [38].

Таблица 34 – Нормативные показатели освещения кабинета, рабочей комнаты, офиса для выполнения камеральных работ на ПК

Совмещенное освещение	при верхнем или комбинированном освещении, КЕО $e_n$ , %			1,8
	при боковом освещении, КЕО, $e_n$ , %			0,6
Естественное освещение	при верхнем или комбинированном освещении, КЕО $e_n$ , %			3
	при боковом освещении, КЕО, $e_n$ , %			1
Искусственное освещение	освещенность, лк	при комбинированном освещении	всего	400
			от общего	200
	при общем освещении			300
	Показатель дискомфорта, М, не более			40
	Коэффициент пульсации, $K_p$ , %, не более			15

Освещение производственных помещений может осуществляться естественным, искусственным или совмещенным путем.

При работе с документами освещение должно осуществляться путем совмещенного использования искусственного и естественного освещения. Естественное освещение осуществляется через окна. Искусственное освещение осуществляется системой общего равномерного освещения. Для общего освещения производственных помещений следует использовать энергоэффективные разрядные источники света. Общее освещение выполняется в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочего места, параллельно линии пользователя.

Для минимизации воздействия недостаточной освещенности рабочей зоны на организм необходимо обеспечение постоянного местного искусственного освещения.

#### *Расчет искусственного освещения*

Помещение, в котором выполняются проектные работы имеет следующие характеристика: длина 20 м, ширина 10 м, высота 4 м, окрас стен светлые тона, потолок – белый. Характеристики зрительной работы: минимальный размер объекта различения = 0,5 мм; напряженная зрительная работа выполняется непрерывно (5 часов); расстояние, на котором находится

объект от глаз рабочего составляет 0,5м; источники света – люминесцентные лампы.

Данным условиям соответствует: характеристика зрительной работы – «высокая точность»; разряд работы – «III»; подразряд – «в». Для разряда «III в» освещенность, при системе общего искусственного освещения при светлом фоне, составляет  $E_{общ} = 300$  лк. Для обеспечения требуемой освещенности в помещении оперативного персонала применяются светильники с люминесцентной лампой.

Коэффициент отражения потолка –  $\rho_{п} = 50\%$  (светлые чистые панели), стен –  $\rho_{ст} = 30\%$  (бетонные с окнами). Коэффициент запаса  $KЗ = 1,5$ , коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп принимается  $Z = 1,1$ , согласно с методическими указаниями по расчету искусственного освещения.

Рассчитаем систему общего люминесцентного освещения.

Выбираем светильники типа ОД с защитной решеткой,  $\lambda = 1,2$  (среднее значение между теми, что представлены в таблице).

Замерим основные параметры в соответствии с расчетной схемой (рис. 5.3.1).

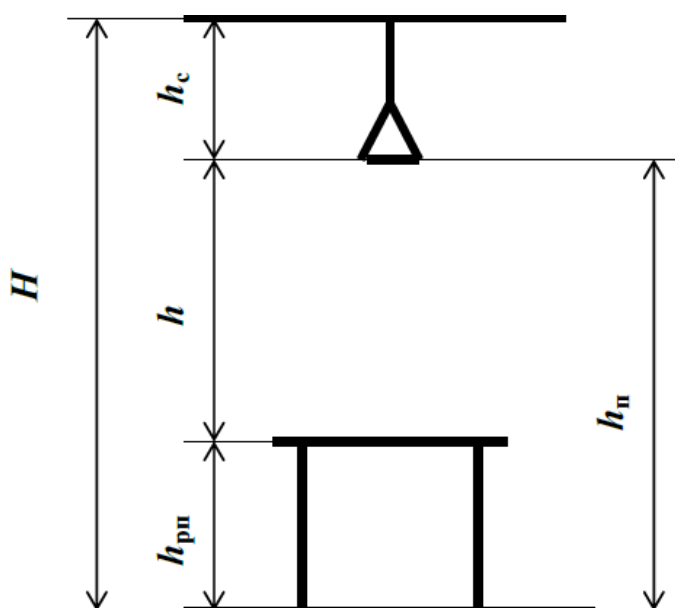


Рисунок 5.3.1. – Основные расчетные параметры

Параметр  $h_c = 0,5$  м, определяем расчетную высоту:  $h = H - h_c - h_{рп} = 4 - 0,5 - 0,7 = 2,8$  м;

Расстояние между светильниками:

$$L = 1,2 * 2,8 = 3,36 \text{ м};$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены:  $L/3 = 1,12$  м.

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(Lb - \frac{a}{3} * L)}{L} + 1 = \frac{(10 - \frac{a}{3} * 3,36)}{3,36} + 1 \approx 3$$

$$n_{\text{св}} = \frac{(La - \frac{2}{3} * L)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{(20 - \frac{2}{3} * 3,36)}{0,5 + 0,5} \approx 17$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 17 светильников типа ОД с защитной решеткой мощностью 40 Вт (с длиной 0,5 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 58 см. Учитываем, что в каждом светильнике установлено по две лампы, общее число ламп в помещении  $N_{л} = 102$ .

Находим индекс помещения:

$$i = S/h(A+B) = 200/(2,8(10+20)) = 2,4$$

По таблице определяем коэффициент использования светового потока:  $\eta = 0,61$ .

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\frac{\Phi}{N_{л} * \eta} = \frac{E_{н} * S * K_{з} * Z}{102 * 0,61} = \frac{400 * 200 * 1,5 * 1,1}{102 * 0,61} = 2129$$

Ближайшая стандартная лампа со схожими параметрами – ЛХБ 40 Вт с потоком 2300 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.ст}} - \Phi_{\text{л.рас}}}{\Phi_{\text{л.ст}}} \times 100\% \leq +20\%$$

$$\frac{\Phi_{\text{л.ст}} - \Phi_{\text{л.рас}}}{\Phi_{\text{л.ст}}} \times 100\% = \frac{2300 - 2129}{2300} \times 100\% = 7,4\%$$

Получаем, что условие выполняется:  $-10\% \leq 7,4\% \leq +20\%$

Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 102 \times 40 = 4080 \text{ Вт.}$$

Вывод: Необходимый поток лампы не выходит за пределы диапазона (от  $-10$  до  $+20\%$ ), значит число светильников и высота подвеса светильников рассчитаны верно.

### ***Отклонения показателей микроклимата***

Высокая температура воздуха, усиление ветра и выпадение осадков являются источниками возникновения фактора при осуществлении полевых работ. При влиянии данных факторов на организм возможно получение солнечного удара, сопровождаемого потерей сознания, помутнением рассудка и тошнотой, или же переохлаждением. Для минимизации воздействия изменения микроклимата на открытом воздухе при высокой температуре для рекреационных целей обустраиваются навесы, палатки, землянки. Одежда рабочих должна быть легкой и свободной, изготовленной преимущественно из натуральных тканей. На случай выпадения небольшого количества осадков, не влияющих критически на проводимые работы, бригада укомплектовывается дождевиками из непромокаемых материалов. Во время сильных ливней работы приостанавливаются до восстановления благоприятных погодных условий.

При проведении камерального этапа работы источник возникновения фактора является изменение температуры воздуха рабочей зоны помещения в следствии работы оборудования, системы отопления и кондиционирования помещения, солнечной радиации. Воздействие фактора на организм человека:

негативное влияние теплового излучения на организм человека выражается в часто повторяющихся головных болях, тошноте, рвоте, интенсивном выделении пота, повышении уровня давления, слабости, нарушении координации движений.

Камеральная работа на персональном компьютере при определении оптимальных параметров микроклимата определяются для категории Ib. Категория Ib – работы с интенсивностью 121-150 ккал/час (140-174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (СанПин 1.2.3685-21).

Оптимальными значениями показателей микроклимата для данной категории работ является: температура 21-23 °С в холодный период года и 22-24 °С в теплый период года. Оптимальная температура поверхностей должна составлять 20-24 и 21-25 °С для холодного и теплого периодов соответственно. Относительная влажность в оптимальных условиях должна составлять 40-60%, а скорость движения воздуха 0,1 м/с (СанПин 1.2.3685-21).

Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах в помещениях для категории Ib приведены в таблице 35.

Для поддержания установленного нормативными документами микроклимата необходимо предусмотреть возможность терморегуляции в помещении, а именно установка запорной арматуры на приборах отопления, установка вентиляционного и кондиционированного оборудования, необходимо проведение регулярной влажной уборки помещения и его проветривание.

Таблица 35 - Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах в помещениях для категории Ib

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	19,0 - 20,9	23,1 - 24,0	18,0 - 25,0	15 - 75	0,1	0,2
Теплый	20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0 - 29,0	15 - 75	0,1	0,3

### ***Нервно-психические перегрузки, монотонность трудового процесса***

Источник возникновения фактора: монотонность труда, большие объемы информации, обрабатываемые в единицу времени и др.

Воздействие фактора на организм человека: психические расстройства и нервно-соматические нарушения: чувство тревоги, нарушение сна, сужение интересов, ослабление памяти, рост числа ошибок, снижение сосредоточенности, головная боль, боль в поясничном отделе спины и др.

В результате действия психофизиологических факторов у пользователя ПК наблюдаются следующие психические расстройства и нервно-соматические нарушения: чувство тревоги, нарушение сна, сужение интересов, ослабление памяти, рост числа ошибок, снижение сосредоточенности, головная боль, боль в поясничном отделе спины и др.

Естественно, что полностью исключить провоцирующие факторы из жизни вряд ли удастся, но можно уменьшить их негативное воздействие, давая нервной системе необходимый отдых, который регламентируется разделом в ТК РФ.

### ***Поражение электрическим током***

В деятельности организации широко используется электричество для питания компьютерной техники, которая может являться источником опасности. Несоблюдение правил ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ [4].



«Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» может привести к опасным последствиям. Поражение электрическим током может произойти при прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением, на которых остался заряд или появилось напряжение.

Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие. Действие электрического тока на человека приводит к травмам или гибели людей. Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока – 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц, соответственно – 2 В и 0,4 мА, для постоянного тока – 8 В и 1 мА.

Мерами защиты от воздействия электрического тока являются оградительные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления, устройства автоматического отключения, предохранительные устройства.

Для предотвращения опасных последствий необходимо соблюдение правил ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [4].

Мерами защиты от воздействия электрического тока являются оградительные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления, устройства автоматического отключения, предохранительные устройства.

### ***Динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза***

При выполнении полевых работ предусмотрено проведение опробования подземных вод из наблюдательных скважин. Перед опробованием необходимо проведение прокачек скважин, которые выполняются с

использованием погружного насоса, подключенного к бензиновому электрогенератору. При выполнении погрузочно-разгрузочных работ и перемещения электрогенератора и погружного насоса на работников возможно воздействие вредных и (или) опасных производственных факторов. Среди вредных факторов можно отметить падение перемещаемого груза и физические перегрузки.

Правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов регламентируется Приказом Минтруда России № 753н от 28.10.2020 г. [30]

Производство погрузочно-разгрузочных работ допускается при соблюдении предельно допустимых норм разового подъема тяжестей (без перемещения): мужчинами - не более 50 кг; женщинами - не более 15 кг.

Для минимизации вредных факторов рекомендуется при производстве погрузочно-разгрузочных работ применять съемные грузозахватные приспособления, использовать для перемещения груза тележки, лебедки.

### ***Возникновение пожаров***

Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров. Пожары относятся к опасным производственным факторам, которые приводят к травмам, в том числе смертельным.

Требования пожарной безопасности регламентируются ФЗ РФ №123 от 22.07.2008 г., ФЗ от 21.12.1994 г.; Постановление правительства РФ №1479 от 16.09.2020 г. и др. [29, 44, 45].

Работник обязан соблюдать противопожарную технику безопасности, а также правила безопасности во время возникновения пожара. Все работники проходят противопожарные инструктажи, результаты проверки знаний оформляются записью в «Журнал регистрации обучения видов инструктажа по технике безопасности».

Для предотвращения возможности возникновения пожара необходимо соблюдать следующие положения. При проведении полевых работ запрещается разведение костра и курение в непосредственной близости от воспламеняющихся веществ, используемых в электрогенераторах. Необходимо иметь первичные средства пожаротушения (огнетушители порошковые или углекислотные, топоры, лопаты и т.п.).

Сотрудник, выполняющий камеральные работы на персональном компьютере обязан соблюдать требования противопожарной безопасности, в том числе иметь в помещении первичные средства тушения пожаров и противопожарный инвентарь. При обнаружении пожаров немедленно уведомлять о них пожарную охрану. До прибытия пожарной охраны необходимо применять посильные меры по спасению людей и тушению пожара, кроме того, оказывать содействие пожарной охране при тушении пожара.

Запрещается загромождать предметами и оборудованием проходы, коридоры, выходы и лестницы. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в направлении выходов из зданий. Огнетушители должны размещаться в легкодоступных и заметных местах. Пожарный инвентарь должен размещаться на видных местах, иметь свободный и удобный доступ и не служить препятствием при эвакуации во время пожара.

Места расположения первичных средств пожаротушения должны указываться в планах эвакуации, разрабатываемых согласно ГОСТ 12.1.114-82. Состав и размещение противопожарного оборудования регламентируются ГОСТ 12.1.004-91.

#### 5.4. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

В соответствии с ФЗ №7 от 10.01.2002 г. «Об охране окружающей среды» экологическая безопасность – это состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного

воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

При выполнении ВКР негативное воздействие ожидается на атмосферу, гидросферу и литосферу.

Предполагаемыми источниками загрязнения атмосферного воздуха при выполнении полевых работ являются выбросы выхлопных газов от работающей техники и оборудования, а также тепловое воздействие. Однако ввиду того, что прокачка скважин занимает чаще всего не более 2-3 часов негативное воздействие на атмосферу будет минимальным. Для снижения негативного воздействия на атмосферу необходимо использовать для заправки генератора высокооктановый бензин, который при сжигании имеет меньшую степень выбросов загрязняющих веществ. Мерами снижения выбросов могут быть и применение исправного автотранспорта, использующего топливо стандарта «Евро-5».

Предполагаемым источником загрязнения литосферы при выполнении полевых работ является сброс откачиваемых подземных вод на рельеф. В результате может наблюдаться физическое нарушение природных ландшафтов; нарушение температурного режима поверхностного слоя, а также загрязнение ландшафтов веществами, содержащимися в повышенных количествах в подземных водах. Для предотвращения и снижения негативного воздействия на литосферу необходимо предусмотреть отвод откачиваемых вод по специальным устройствам в места сбора и утилизации. Чтобы предотвратить загрязнение почв, необходимо предусмотреть отстаивание воды в отстойниках.

При выполнении камерального этапа выполнения ВКР возможно воздействие на литосферу при ненадлежащей утилизации вычислительной техники. Вышедшее из строя ПЭВМ и сопутствующая оргтехника относится к IV классу опасности и подлежит специальной утилизации. Для оказания наименьшего влияния на окружающую среду, необходимо проводить специальную процедуру утилизации ПЭВМ и оргтехники, при которой более

90% отправится на вторичную переработку и менее 10% будут отправлены на свалки.

Возможное воздействие на гидросферу в результате выполнения может выражаться в виде загрязнения подземных вод, колебания уровня подземных вод. При проведении прокачек скважин уровень подземных вод понижается, что может вызвать истощение запасов подземных вод. Однако при хороших фильтрационно-емкостных свойствах водоносных отложений, прокачка скважин в течении 2-3 часов один раз в каждый из сезонов года не приведет к истощению запасов подземных вод, ввиду восполнения их за счет естественных ресурсов и инфильтрации с поверхности. Загрязнение подземных вод с поверхности возможно при нарушении герметичности обсадных труб скважин и цементационной площадки. Для предотвращения загрязнения необходимо проводить мероприятия по выявлению и ликвидации нарушений технического состояния скважин.

#### 5.5. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

К возможным чрезвычайным ситуациям на стадии камеральной обработки может быть отнесено возникновение пожара в офисном здании. С учетом того, что офис оснащен большим количеством вычислительной техники, то наиболее вероятной причиной может быть возникновение горения различной техники.

Мерами защиты от возникновения пожаров являются: применение негорючих и трудногорючих веществ и материалов, применением машин, механизмов, оборудования, устройств, при эксплуатации которых не образуются источники зажигания, применением исправного электрооборудования и др.

Причинами возгорания при работе с компьютером могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность устройства компьютера или электросетей;
- небрежность оператора при работе с компьютером;

- воспламенение ПК из-за перегрузки.

В связи с этим, согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования», при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие нормы пожарной безопасности [20]:

для предохранения сети запрещается одновременно подключать к сети количество потребителей, превышающих допустимую нагрузку;

работы за компьютером проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;

иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);

обеспечить возможность беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям.

Прокладка всех видов кабелей в металлических газонаполненных трубах отличный вариант для предотвращения возгорания. При появлении пожара, любой, увидевший пожар должен: незамедлительно заявить о данном в пожарную службу по телефонному номеру 01 или 112, заявить о происшествии и соблюдать покой.

В случае возникновения пожара в здании автоматически срабатывают датчики пожаротушения, и звуковая система оповещает всех сотрудников о немедленной эвакуации из здания, и направляются на выход в соответствии с планом эвакуации при пожарах и других ЧС. На этаже находится специальный ящик с огнетушителем и пожарным краном и рукавом, а также два эвакуационных выхода.

Наиболее типичная ЧС: загрязнение объекта исследования – подземных вод, используемых для водоснабжения населения. Качество подземных вод, используемых населением для питьевых целей, регламентируется СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [35].

Для предотвращения загрязнений подземных вод эксплуатационные скважины должны быть оборудованы Зонами санитарной охраны, в составе трех поясов СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения» [34].

Границы первого пояса – зона строгого режима, составляет для защищенных подземных вод 30 м и 50 м для не защищенных подземных вод.

Территория первого пояса ЗСО должна быть спланирована для отвода поверхностного стока за ее пределы, озеленена, ограждена и обеспечена охраной. Дорожки к сооружениям должны иметь твердое покрытие. На территории 1 пояса ЗСО не допускается: посадка высокоствольных деревьев, все виды строительства, не имеющие непосредственного отношения к эксплуатации, реконструкции и расширению водопроводных сооружений, размещение жилых и хозяйственно-бытовых зданий, проживание людей, применение ядохимикатов и удобрений. Здания должны быть оборудованы канализацией. Водозаборные скважины должны быть оборудованы с учетом предотвращения возможности загрязнения питьевой воды через оголовки и устья, люки и переливные трубы резервуаров и устройства заливки насосов.

При определении размеров поясов ЗСО необходимо учитывать время выживаемости микроорганизмов (2 пояс ЗСО), а для химического загрязнения - дальность распространения, принимая стабильным его состав в водной среде (3 пояс ЗСО).

В пределах 2 пояса ЗСО не допускается размещение кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации, полей фильтрации, навозохранилищ, силосных траншей, животноводческих и птицеводческих предприятий и других объектов, обуславливающих опасность микробного загрязнения подземных вод; применение удобрений и ядохимикатов.

В пределах 2 и 3 поясов ЗСО запрещается закачка отработанных вод в подземные горизонты, подземного складирования твердых отходов и разработка недр земли, размещения складов горюче - смазочных материалов,

ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей промстоков, шламохранилищ и других объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения подземных вод.

Кроме того, для предотвращения загрязнения подземных вод необходимо своевременно выявлять, тампонировать или восстанавливать все старые, бездействующие, дефектные или неправильно эксплуатируемые скважины.

Организации ЗСО должна предшествовать разработка ее проекта и его согласование с органами Роспотребнадзора.

Также на случай возникновения ЧС, связанного с загрязнением питьевых вод, необходимы работы по определению альтернативного источника водоснабжения.

На территории промышленных предприятий возможно инфильтрация загрязняющих веществ в подземные воды с поверхности земли, а также при нарушении гидроизоляции отстойников, золо- и шлакоотвалов. Для предотвращения загрязнения подземных вод на территории промышленных объектов в соответствии с законом РФ «Об охране окружающей среды» должны проводиться наблюдения за состоянием природных сред, в том числе и подземных вод.

Необходимо оборудование сети наблюдательных скважин на первый от поверхности водоносный горизонт, по которому будут контролироваться показатели гидродинамического и гидрохимического состояния подземных вод и фронт продвижения загрязненных вод от источников загрязнения. Для предотвращения распространения загрязнений за пределы участков техногенных объектов необходимо проводить природоохранные мероприятия, заключаемые в обустройстве противотрационных экранов, откачки загрязненных подземных вод на перехватывающих водозаборах с последующей их очисткой и обеззараживанием.



При возникновении ЧС мероприятия по защите населения должны включать в себя: определение необходимого запаса воды для хозяйственно-питьевых нужд в районе возникновения ЧС; осуществление подвоза необходимого количества воды автотранспортом населению, предприятиям общественного питания, лечебным организациям; осуществление нормирования водопотребления и повышенного контроля качества воды.

#### ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ

В процессе работы над разделом «Социальная ответственность» изучен обширный массив регламентирующей документации в части охраны труда, экологии и ЧС. В целом, рабочее место удовлетворяет требованиям безопасности. Выполняемая работа не сопряжена с высоким риском травматизма. Освещение на рабочем месте соответствует нормам, что подтверждено проведенными расчетами, микроклиматические условия соблюдаются за счет использования систем отопления и кондиционирования, помещение оборудовано согласно требованиям, пожарной и электробезопасности. Выявлены предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате эксплуатации объекта исследований, а также предложены природоохранные мероприятия по обеспечению экологической безопасности. Кроме того, приведен краткий анализ возможных чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть при эксплуатации объекта исследований.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведения работы были изучены подземные воды п.г.т. Селенгинск, дана общая характеристика водоносных комплексов, составленная по фондовым материалам. Наблюдения за химическим составом подземных вод показали, что они подвергаются негативному техногенному воздействию. В зоне влияния Селенгинского целлюлозно-картонного комбината в подземных водах зафиксированы превышения значений ПДК по марганцу, железу, таловому маслу, аммиаку, нефтепродуктам, кадмию, сульфату. Сточные воды комбината несут соединения фосфора, азота, хлора. В атмосферу предприятием выбрасываются с многократным превышением ПДК сероводород, фенол, метанол, формальдегид и другие загрязняющие вещества. В 2021 году на предприятии было зарегистрировано повышенное содержание диметилсульфида. В 2021 г. в зоне воздействия ЦКК в подземных водах четвертичных отложений частных скважинах питьевого водоснабжения населения п. Брянск отмечены превышения значений ПДК по ртути и хромю. В скважинах ГОНС в зоне воздействия Селенгинского ЦКК отмечены превышения нормативных значений по железу, марганцу, ртути. За многолетний период выявлены повышенные концентрации мышьяка на участке пгт. Селенгинск. В зоне влияния золоотвалов Тимлюйской ТЭЦ, также отмечено в водах четвертичных отложений в 2022 г. высокое снижение содержания марганца, аммония, нефтепродуктов, алюминия, перманганатной окисляемости. В районе нефтебазы «Бурят-Терминал» в водах четвертичных отложений также отмечаются высокие концентрации нефтепродуктов.

Опасность представляют загрязняющие вещества, свободно проникающие в почву, небольшие реки и подземные воды, а оттуда в Селенгу. Превышение предельно допустимых концентраций по ряду компонентов в водах реки делает ее непригодной для использования, местные жители, потребляя ее, подвергают свое здоровье большой опасности. Большое

количество токсичных и ядовитых веществ через притоки попадают в озеро Байкал, приводя к его загрязнению.

Используя коэффициенты концентрации территорию Нижнеселенгинского промышленного узла по экологическому состоянию подземных вод, можно оценить как **класс риска**, с проявлениями **постоянных тенденций негативных изменений**.

С учетом того, что данные по площади загрязнения на участках с негативным техногенным воздействием отсутствуют и нет возможности их оценить, а концентрация загрязняющих веществ в подземных водах постоянно растет, существует риск перехода на уровень кризисного состояния со значительными площадями загрязнения и существенными превышениями ПДК.

Присутствие на территории Нижнеселенгинского ПУ загрязняющих веществ 1 класса опасности в подземных водах, а также высокая опасность негативных изменений экологического состояния подземных вод характеризует район исследования как неблагополучный в экологическом отношении.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
2. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
3. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
4. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов
5. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования
6. ГОСТ 12.1.114-82. Система стандартов безопасности труда. Пожарные машины и оборудование. Обозначения условные графические
7. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования
8. ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
9. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
10. ГОСТ Р 59024-2020 Вода. Общие требования к отбору проб.
11. ГОСТ Р 55709-2013 Освещение рабочих мест вне зданий
12. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно бытового водопользования
13. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

14. СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения
15. Байкал: природа и люди: энциклопедический справочник / Байкальский институт природопользования СО РАН. Под ред. А.К. Тулохонова. Улан-Удэ, Издательство БНЦ СО РАН, 2009
16. Водный кодекс Российской Федерации (ВК РФ) 74-ФЗ от 03.06.2006
17. Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие. Томск, 2014. – 73 с.
18. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. Издание второе, дополненное / С.Р. Крайнов, Б.Н. Рыженко, В.М. Швец; Отв. ред. Академик Н.П. Лаверов. – М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2012.
19. Гидрогеология СССР. Том XXII. Бурятская АССР. М., Недра, 1970.
20. Гидрогеология Байкала, карта. Минеральные воды. // Байкал (атлас) / ред. Г.И. Галазий. М., Изд-во Федеральной службы геодезии и картографии России, 1993
21. Государственный Доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2019 году». Москва, 2020.
22. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2020 г.», Улан-Удэ, 2020
23. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Бурятия в 2020 г.», Улан-Удэ, 2021
24. Отчет по теме "Подготовка материалов для оценки экологического состояния подземных вод Байкальской природной территории", Томск 2022г.
25. ОСТ 41-05-263-86 Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре. Утв. приказом Министерства геологии СССР 12.05.1986 № 239. М., ВСЕГИНГЕО, 1986

26. Методические рекомендации по гидрогеологическим исследованиям и прогнозам для контроля за охраной подземных вод. Москва, ВСЕГИНГЕО, 1980.
27. Методическое письмо по проведению обследований территорий и объектов при ведении государственного мониторинга состояния недр на территории Российской Федерации (общие положения). Москва, Изд-во МГУ, 2001.
28. Перечень нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения, Росрыболовство, 2010 г.
29. Постановление правительства РФ №1479 от 16.09.2020 г. Об утверждении правил противопожарного режима в Российской Федерации
30. Приказ Минтруда России от 28.10.2020 N 753н «Об утверждении Правил по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов»
31. Приказ от 13 декабря 2016 года N 552 Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (с изменениями на 12 октября 2018 года)
32. Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех направлений и специальностей ТПУ. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 20 с.
33. Трудовой кодекс Российской Федерации
34. СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.

35. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
36. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий
37. СанПин 2.1.4.1074-01. 2022. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
38. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
39. СП 2.2.3670-20 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда
40. Федеральный закон РФ № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»
41. Федеральный закон «Об охране озера Байкал», с изменениями на 28 июня 2014 года № 181-ФЗ.
42. ФЗ РФ №7 от 10.01.2002 г. Об охране окружающей среды
43. ФЗ РФ №52 от 30.03.1999 г О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения
44. ФЗ РФ №69 от 21.12.1994 г. О пожарной безопасности
45. ФЗ РФ №123 от 22.07.2008 г. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности
46. Мельцаев И.Г., Сорокин А.Ф., Мурзин А.Ю. Экология. Природопользование и охрана окружающей среды. Учеб./ ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново. 2011. – 644 с.

### Электронные ресурсы

47. Космический мониторинг БПТ. Геопортал. URL: <http://94.159.64.34:8001/>  
(Дата обращения 20.08.2020)
48. Экологический мониторинг озера Байкал. Геопортал. ФГБУ «Информационно-аналитический центр развития водохозяйственного комплекса» [http://baikalake.ru/monitoring/interact\\_map/](http://baikalake.ru/monitoring/interact_map/)



**Приложение А**  
**(обязательное)**

**Ecological condition of underground waters of Selenginsk village**  
**(Republic of Buryatia)**

Студент

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ВМ12	Зрелова Мария Ивановна		

Руководитель ВКР

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Профессор ОГ ИШПР	Савичев Олег Геннадьевич	д.г.-м.н., профессор		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОИЯ ШБИП	Сыскина Анна Александровна	к.ф.н.		

## INTRODUCTION

The problem of drinking water quality has recently become one of the priorities on a global scale, for most settlements in Russia this problem is also quite acute. To improve the living conditions of the population, as well as to preserve health, settlements must be provided with drinking water of appropriate quality. Drinking water should be harmless in chemical composition, have favorable organoleptic characteristics and be safe in epidemiological and radiation properties.

The growth of industry, the increase in population and other factors leading to an increase in the use of groundwater make us think about the rational use and protection of water bodies which resources are limited. Anthropogenic influence of human activity leads to changes in the composition and quality of groundwater and the geological environment as a whole.

To prevent negative consequences leading to changes in the geological environment, it is necessary to take into account natural processes, human activities, sources of danger, as well as to predict and assess possible risks of groundwater pollution.

The object of the study is the underground waters of the urban-type settlement of Selenginsk (Republic of Buryatia).

The purpose of the study: to assess of the qualitative composition of the groundwater of the Selenginsk settlement, the change in the composition of the groundwater of the studied aquifer over the period of operation.

In the course of the work, the following tasks were set:

- to study the natural and physical-geographical conditions of the object of study;
- to study the hydrogeological conditions of the research site and determine the types of groundwater;
- to identify the objects of man-made impact and the degree of their influence on the chemical composition of groundwater;
- to study changes in the quality of groundwater in dynamics and identify the main pollutants;

- to characterize the actual material and assess the environmental situation at the research site;

- to give recommendations for the protection of groundwater in the village of Selenginsk (Republic of Buryatia).

The novelty of the scientific work consists in assessing the condition of the object of study, taking into account current data on the composition of groundwater, the ability to identify the main factors influencing the change in geochemical indicators in dynamics. Taking into account the results of the study, make recommendations for the further use of groundwater.

## ADMINISTRATIVE-TERRITORIAL DIVISION OF THE REPUBLIC OF BURYATIA

The Republic of Buryatia is a subject of the Russian Federation, part of the Siberian Federal District. The Republic of Buryatia is located in the center of the Eurasian continent, in the southern part of Eastern Siberia, south and east of the lake. Baikal, covers an area of 351.3 thousand km<sup>2</sup>. On the western side of Lake Baikal there is Irkutsk region, with which Buryatia borders in the northwest and north, in the extreme southwest, the border with the Republic of Tyva runs for a relatively short distance. In the south of the republic there is the state border of the Russian Federation with Mongolia. In the east, the republic borders with the Trans-Baikal Territory. The distance by rail from Ulan-Ude to Moscow is 5519 km, and to the Pacific Ocean – 3500 km.

From west to east, the territory of the republic extends between 98°40' and 116°55' V.D. The northernmost projection of the territory of the republic reaches 57°15' north latitude, and the southernmost point is 49°55' north latitude.

The Republic of Buryatia consists of 21 administrative districts, six cities, 611 rural settlements and 29 urban-type settlements. The population is 971.4 thousand people . The capital of the republic is Ulan-Ude (founded in 1666).

The Republic of Buryatia is a sparsely populated region of Russia, with a density of about 3 people/km<sup>2</sup>. More than 60% of the total population lives in the cities of the republic, about 42% live in the capital of Buryatia, Ulan-Ude. The central regions of the

republic are the most developed in economic terms, there is the most developed network of highways, there are railways. In some northern regions of the republic there is no year-round direct car service.

## HYDROGRAPHY

The territory of Buryatia is characterized by a well-developed river network. The number of rivers and streams flowing through the territory of the republic exceeds 8000, but the main number is small, and their length does not exceed 10 km.

The large density of the river network and the considerable dissection of the relief favor intensive surface water runoff. The distribution of river runoff by seasons is extremely uneven – most of it falls in the summer months, about 10% in the winter months. On many small rivers, there is no winter runoff due to freezing of the channels.

The main local water intake of surface runoff in the territory of Buryatia is Lake Baikal. In addition to Lake Baikal, there are many other lakes, including several large lake groups: Gusino-Ubukunskaya, Yeravninskaya, Bauntovskaya and Barguzinskaya. Salt lakes are concentrated in the Selenga River basin. The Vitim River receives surface runoff from the eastern and northern parts.

The largest waterways include the Barguzin, Selenga, Verkhnyaya Angara, Irkut, and Vitim rivers. The Selenga River basin. The Selenga River is a transnational watercourse that originates on the territory of Mongolia and flows into the lake. Baikal, is on the territory of Russia (Buryatia), its length is 490 km. Within the territory of the republic, the Selenga River has numerous tributaries, the largest of which are the Djida, Temnik, Orongoi, Chikoi, Khilok, and Uda. The average flow rate of the Selenga river is 900 m<sup>3</sup>/s, its share in the volume of river waters entering the lake. Baikal, is up to 50%.

The basin of the Angara river. It includes the rivers of the western part of the territory of the republic: Irkut, Kitoy, Belaya and Oka. These rivers and their smaller tributaries belong to the mountains, are characterized by significant slopes, rapid flow, large fluctuations in level and flow during flood and inter-flood periods.

The Vitim River basin. The Vitim River is a large right tributary of the Lena River, the average annual flow rate is 2000 m<sup>3</sup>/s. The Vitim River and its tributaries (Tsipa,

Konda, Zaza, Bolshoy and Maly Amalaty) are characterized by the same water regime. The flood occurs in June – August, the low–water mark - in December – February.

Rivers of the southern coast of Baikal. Rivers flow down from the north-western slopes of the Hamar-Daban ridge. Almost all rivers flow in a meridional direction before they flow into Lake Baikal. The area is characterized by a large amount of precipitation and, despite the small length of the rivers (the maximum length of the rivers is measured 30-40 km, rarely 70-80 km), they are full of water. The average annual runoff in the Baikal territory reaches high values. On a larger number of rivers, the average annual flow modulus is usually not lower than  $15 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ . Rivers are characterized by mixed nutrition: underground, rain, snow.

The second most full-flowing of the rivers flowing into the lake. Baikal, after Selenga, is the Upper Angara River. Its length is about 438 km, the basin area is about 21,400 km<sup>2</sup>. The source of the river is located at the junction of the Delyun-Uransky and Severo-Muisky ridges, which are located at an altitude of about 2000 m above sea level, the mouth is located at the northernmost point of the lake. Baikal. Near the village of Nizhneangarsk, the river forms an extensive shallow backwater - the Angarsk litter, this part is separated from the main part of the lake by the narrow sandy spit of the island of Yarki. In the upper reaches of the river, the nature of the flow is mountainous, rapid, in the main course of the Upper Angara river flows through the swampy part of the Angara basin and acquires a flat character, and only in the lower reaches of the river becomes navigable. Its main tributaries are Angarakan, Churo, Yanchui, Kotera. The Upper Hangar has mixed nutrition, the rain type prevails and a large proportion of underground nutrition. The river freezes in the third decade of October, the autopsy usually takes place in early May. The average flow rate of the river is 265 m<sup>3</sup>/s, the minimum winter flow rate at the mouth is 45 m<sup>3</sup>/s.

The basin of the Barguzin river. The length of the Barguzin River is 480 km, the area of the river basin is 21,100 km<sup>2</sup>. The source of the Barguzin River is located at the junction of the Ikatsky and Yuzhno-Muisky ridges. The main part of the upper section of the Barguzin flows on the territory of the Dzherginsky Nature Reserve. Only after

entering the Barguzin basin, the Barguzin River acquires a flat character and flows through a wide valley to the village of Barguzin. Then it breaks through the spur of the Barguzin ridge and forms small shivers and rapids. The river is 1.5 km from the village. Ust-Barguzin flows into the Barguzin Bay as a single stream, and carries it to the lake. Baikal has a large amount of silt and sandy sediments. The river is mostly fed by rain. The average annual water consumption at the mouth is 130 m<sup>3</sup>/s. The main tributaries of the river are: Ina, Argada, Garga, Ulun.

The territory of the Republic of Buryatia is part of two hydrogeological structures of the first order: the Altai-Sayan and Baikal-Vitim complex hydrogeological folded regions (SGSO). Fragments of 3 hydrogeological structures of the II order have been identified as part of the Altai-Sayan SSSO: the East Sayan, Sayan-Tuva, Sangilenskaya hydrogeological folded regions.

As part of the Baikal-Vitim SSSO, structures of the II order are identified: Jida-Vitim, Malkhano-Stanovaya, Baikal-Muy, Hamardaban-Barguzin, hydrogeological folded regions (GSO) and Baikal-Patom hydrogeological massif (GM). The territory of Buryatia is characterized by territories that are quite complex in geological structure and hydrogeological conditions. Intermountain depressions and folded structures are combined here, consisting of a thick layer of Mesozoic and Cenozoic sediments. The hydrogeological conditions of the territory are largely determined by the young movements and tectonic faults of the Earth's crust. The northern part of the district is composed of permafrost rocks with atmospheric and subsurface taliks.

This causes such a complex nature of the hydrogeological situation, the diversity of groundwater in terms of the chemical composition of the waters, the conditions of their occurrence and temperature regime. Intermountain depressions of the Baikal type, as structures of the third order, are part of the structure of the second order – Hamardaban-Barguzin GSO. The length of the depressions ranges from several tens to 200 km or more, they are made by a thickness (up to 2000-5000 m) of loose sediments of Quaternary and Neogene age; at the bottom of the section, the sediments are poorly lithified (loose sandstones, siltstones). In the Tunka Depression, these sediments

alternate with layers of basalt lavas. Common to rift depressions is their clear morphological expression, Neogene-quaternary volcanism on the flanks, significant geophysical anomalies (gravitational, geothermal, etc.) and almost ubiquitous thinning of the Earth's crust under large rift morphostructures.

Intermountain depressions of the Trans–Baikal type, as structures of the third order, are identified within the structure of the second order - the Jida-Vitim GSO. Only two depressions (Ivolgino-Udinskaya and Selengino-Itantsinskaya) are attributed to the Hamardaban-Barguzinskaya GSO. They are made mainly by sedimentary-lithified Mesozoic and loose Cenozoic sediments, less often by Mesozoic effusions, are very diverse in size, often form narrow strips from a chain of small depressions following each other, separated by small protrusions of the foundation. The foundation is composed of metamorphic and crystalline rocks of the Precambrian, Paleozoic. The greatest depth of immersion of the foundation is characterized by the Gusinozersk depression (up to 2000 m).

In the Baikal-type depressions, quaternary deposits are represented by all genetic and lithological differences. The interlayer of permeable and water-resistant interlayers forms the development of a large number of aquifers with a capacity of up to tens of meters. The formed groundwater is more often non–pressurized, the depth of their occurrence in the first aquifer from the surface is from 2-5 to 30-50 m. In clay and permafrost layers, the waters become pressurized, with a pressure value within significant limits, and a piezometric level often established at the very surface of the earth.

Intermountain depressions of the Trans–Baikal type as third-order structures are identified within the second-order structure - the Jida-Vitim GSO. Only two depressions (Ivolgino-Udinskaya and Selengino-Itantsinskaya) are attributed to the Hamar-Daban-Barguzin GSO. They are made mainly by sedimentary-lithified Mesozoic and loose Cenozoic sediments, less often by Mesozoic effusions, are very diverse in size, often form narrow strips from a chain of small depressions following each other, separated by small protrusions of the foundation. The foundation is composed of metamorphic and

crystalline rocks of the Precambrian, Paleozoic. The greatest depth of immersion of the foundation is characterized by the Gusinozersk depression (up to 2000 m).

A pressure aquifer is confined to the Neogene deposits, which lies in the sides of the depressions and their central parts. The water-bearing rocks are represented by sandstones, sands, brown coals, gravel and pebble deposits. Clay rocks – siltstones and mudstones, forming layers that are quite seasoned in plan and section, serve as a water barrier. Cold and fresh calcium bicarbonate waters are located in the upper part of the aquifer. In the lower part there are high-pressure bicarbonate and bicarbonate-chloride sodium thermal waters.

Geothermal conditions of Baikal-type depressions are marked by rather low values of geothermal steps, which are 67-30 m/°C. The Trans-Baikal type depressions are located in the zone of Mesozoic tectonic activation. They are composed of a powerful thickness of terrigenous and volcanogenic-terrigenous formations of the Mesozoic and loose sediments of the Cenozoic.

Quaternary sediments with a thickness of 10-20 to 100 m, represented by sand-gravel and gravel-pebble deposits, sands, layers of loam and clay, contain pore waters. In some depressions (Chikoyskaya, Tugnuyskaya, etc.), weakly permeable clay deposits of the Neogene occur at the bottom of the section of the loose cover, the thickness of which ranges from the first meters to 40-50 m. The groundwater here is non-pressurized, the depth of their occurrence reaches from 2 to 5 meters in the bottoms of the depressions, up to 20 meters in the sides. Non-pressure talic and permafrost waters are common in the zone of permafrost rocks with a pressure value of 20-25 meters.

Mesozoic sediments, represented by sandstones, siltstones, conglomerates, coal beds and various volcanogenic formations, contain pore and fractured waters. In the instrument parts of the depressions, mainly groundwater with a depth of 2-10 to 25-50 m is developed. In the central parts, where the aquifer is usually the second from the surface, groundwater becomes pressurized, and the level is often set several meters above the earth's surface.



Fresh water is contained in the upper part of the aquifer, and in the lower part, with difficult water exchange, waters with a mineralization of 3-5 g/dm<sup>3</sup> and higher are formed.

The regime of the groundwater level in all depressions is almost always characterized by two maxima: spring-summer, which usually falls in June-July and autumn – in September-October. The decrease in the level begins in November and runs smoothly until March-April. The amplitude of the oscillation in the Ust-Selenginskaya depression is 0.3–1.7 m; in Ust-Barguzinskaya (Bolshegusukhinsky MAB), Verkhne-Angarsk and Kicherskaya - 0.1–0.8 m, in Orongoyskaya - 0.6–2.4 m, in Gusinozerskaya – 0.4-1.0 m.

The temperature of groundwater varies slightly. The minimum temperature (0.5-2.0 C) is observed in April-May, the maximum (2.8-5.0 C) – in October-November.

The chemical composition of groundwater and mineralization in undisturbed conditions are constant. A slight decrease in mineralization is noted during the months of the maximum position of the level.

Changes in the pressure water level in the Ust-Selenginsky depression occur synchronously with changes in the groundwater level with a slightly larger amplitude – 0.9-3.0 m, for the southern coast of Lake. Baikal is characterized by extreme values half a month later with an amplitude of 0.4-1.3 m. Mineralization and chemical composition of groundwater during the year and in a multi-year cycle practically does not change.

Mountain massifs composed mainly of metamorphic, intrusive and effusive rocks of various ages are characterized by the development of fractured and fractured-vein waters in them.

On the territory of the development of permafrost rocks, the watered part of the section depends on the depth of the fracture zone, as well as the capacity of the cryolithozone. In the watershed spaces of the high mountain ranges, the cryolithozone capacity is 300 m, the fracture zone is completely frozen here. The intermittent cryolithozone and fracture zone is developed in the slope belt, the power reaches 150-200 meters, has local flooding. Taliks with a surface watercourse appear on the slope of

the southern exposure, as well as discontinuous tectonic disturbances. In talikoh, groundwater is more often non-pressurized, with a depth of pressure in them vary from 3-5 to 30-40 m.

Outside the zone of the cryolithozone prevalence (typical for the southern part of the republic), the aquifer zone extends to a depth of 120-150 m, below there are monolithic and almost anhydrous rocks. Fractured waters are characterized by a ground character, their depth was 2-10 m at the foot of the ridges, 30-40 m – on the slopes of the mountains, 70-80 m – in the watershed parts.

In the watershed part, there is a change in the level of groundwater, it is directly dependent on the amount of precipitation falling on the territory. The level begins to rise in April and May, which coincides with the beginning of snow melting in the watershed territories. The maximum levels occur in the period from May to September. The oscillation amplitude ranges from 6.2 to 11.4 m.

The slope belt is characterized by a feature of the groundwater regime with a weakly expressed or unexpressed extreme value, an insignificant annual amplitude of 0.1–0.9 m and smoothed fluctuations.

In fault zones, there are crack-vein waters, which can be both non-pressure and pressure. The pressure values can vary in a large range up to hundreds of meters. The release of thermal and mineral waters to the earth's surface is associated with the formed deep faults. These underground waters are characterized by a constant regime.

Below is a description of the main aquifers and complexes operated for the purposes of economic, drinking and technological water supply of the objects of the territory of Buryatia.

For the Republic of Buryatia, the main source of water supply is groundwater. Groundwater has a number of advantages over surface water. Their use for drinking water supply is a priority, since they have a higher degree of protection from pollution, reliability in operation, the ability to minimize the distance to the consumer.

The Quaternary sediment aquifer complex is the main hydrogeological unit operated for the needs of large centralized water supply, it is also used for medium and small

centralized and decentralized water supply. Groundwater is confined to alluvial, lacustrine-alluvial, alluvial-proluvial and fluvioglacial deposits. The water-bearing stratum, composed mainly of sand, pebbles and boulder material, is characterized by high water content. Filtration coefficients vary widely here, depending on the degree of washing of deposits, from 1-2 m/day to 50 m/day. The water is unpressurized, the depth of occurrence is from the first meters to 100 m, the specific flow rates of wells reach 5 l/s, in some areas in the valley of the Selenga river – 50 m/ day, the mineralization of groundwater is 0.01 - 0.3 g / dm<sup>3</sup>, the water is very fresh. Waters are predominantly of calcium bicarbonate composition, less often of mixed cationic composition.

The second most important is the aquifer complex of Mesozoic sediments, confined to sedimentary lithified rocks of Jurassic-Cretaceous age. It is suitable for drinking purposes in the zone of intensive water exchange, i.e. up to a depth of 100-150 m, however, the distribution of resources within the distribution of water-bearing rocks of Lower Cretaceous age is uneven. It is operated for small centralized and decentralized water supply. Groundwater collectors are fractured conglomerates, gravelites, sandstones and coal seams. Relative water barriers are siltstones, mudstones, clay shales. The waters of the complex can be pressure and ground. The level is set at a depth of 2-5 m to 50-80 m, the pressure value is up to 40 m. The underground waters of the complex in the borehole have flow rates from 0.17 - 5.0 l/s at decreases from 17.0 to 11.0 m, the specific flow rate also changes from 0.01 to 0.5 l/s. Filtration coefficients rarely exceed the first m/day. The waters are bicarbonate of mixed cationic composition with a mineralization of 0.1-0.5 g/dm<sup>3</sup>, in some areas the mineralization can reach 0.7 g/dm<sup>3</sup>.

Intermountain artesian basins are characterized by feeding through the flow of fractured waters from mountain massifs and infiltration of precipitation. Reservoir waters are discharged into surface reservoirs and watercourses by discontinuous disturbances conducting water.

Within the limits of hydrogeological massifs, objects of decentralized and, less often, small centralized water supply are located. Groundwater is included in metamorphosed

and igneous rocks, which have different ages and compositions. The power in the zone of intense fracturing can vary from 40 - 100 meters. Among the exceptions there are carbonate rocks – limestones, marbles, cavernosity and fracturing in which can extend to a depth of more than 100 m. Groundwater is characterized by a ground type with a depth of 5-10 to 100 m. The water content of the zone of exogenous fracturing is insignificant. The change in the specific flow rate is from 0.09 l/s to 0.6 l/s. Underground waters of the fracture zone in the mountain frame are captioned by springs, the flow rate of which varies from 0.1 l/s to 1-3 l/s. The flow rate in the wells reaches from 0.1 to 2.2 l/s with a decrease of 18-70 m, respectively. The flow rate of springs can increase up to 5-7 l/s when the spring is located in zones of tectonic disturbances. The groundwater of the fracture zone is chemically bicarbonate, calcium-sodium, magnesium-calcium, sodium-calcium with a total mineralization of 0.06-0.3 g/l. Often groundwater has a more complex composition, which can be associated with hydrogeochemical processes and the composition of water-bearing rocks. The technogenic load on the area of the aquifer zone is minimal or absent at all, which contributes to the preservation of the quality of groundwater.

The interaction of pre-Therozoic and modern tectonics caused the formation of numerous tectonic disturbances and high dislocation of rocks. Dissecting rocks of various aquifers, tectonic disturbances contribute to their active interconnection and the formation of fractured-vein waters. Tectonic disturbances lead either to the appearance of deep infiltration paths for precipitation, or to large pockets of discharge for underground runoff. Often discontinuous faults can have shielding properties, due to the peculiarities of the geological structure.

For small centralized and decentralized water supply, aquifer fault zones are of particular interest, due to the fact that tectonic disturbances on the territory of the Republic of Buryatia are widespread. Among them, it is possible to distinguish regional faults of the north-eastern strike, limiting intermountain depressions, and smaller, feathering them, faults of different orientation, orientation and extent. The chemical composition of the waters does not differ from the composition of the surrounding

groundwater of the zone of exogenous fracturing. Springs are formed in fault zones, characterized by a stable regime throughout the year. The flow rate of springs varies from 0.1 l/s to 10 l/s, sometimes the flow rate can reach 60 l/s. The waters in the springs are ultra-fresh and fresh, with a mineralization not exceeding 0.1 g / l, have a bicarbonate, chloride-bicarbonate magnesium-calcium and sodium-calcium chemical composition.

## CLIMATE

The study area is characterized by a sharply continental climate, with long and cold winters, hot and short summers. The average annual air temperature throughout the territory has a negative value and varies from -0.5 to -3C. In the lake district. Baikal, due to its deep orographic isolation, has a moderately continental climate.

The territory of the Republic of Buryatia is characterized by uneven precipitation, most of it falls on the coast of the lake. Baikal (up to 950 mm) with a slight increase in the highlands up to 1300 mm, in the rest of the territory – from 250 to 500 mm. More than 70% of precipitation falls during the warm season. Solid precipitation is a small fraction of the annual amount. The maximum height of snow cover – 1-1.5 m is marked on the watersheds of ridges, the minimum – 0.1-0.5 m – on the bottoms of depressions.

The orographic factor determines the amount of precipitation and the nature of runoff. High-mountain ridges belong to zones of excessive and sufficient nutrition, and the combination of medium– and low-mountain ridges and intermountain depressions belong to zones of insufficient moisture.

The wind regime is characterized by a great variety throughout the year and in various orographic areas. The strongest winds are observed in spring and autumn – up to 30-35 m/s, on the coast of Lake. Baikal reaches 40 m/s.

## NIZHNESELENGINSKY INDUSTRIAL HUB

The village of Selengiinsk is located in the Central Ecological Zone of the Baikal Natural Territory (BPT) on the left bank of the Selenga River, which is the largest tributary of Lake Baikal. A large amount of pollutants enters it from industrial enterprises that discharge wastewater into the Selenga River itself, as well as its main tributaries: the Chikoy and Khilok rivers, which is one of the main problems of Lake Baikal.

Due to the high technogenic load, the study of the state of groundwater in the BPT zone remains relevant. The purpose of the study is to assess the quality of groundwater in Selenginsk, the change in the chemical composition of groundwater of the exploited aquifer during the period of operation.

The research objectives - are to identify the objects of man-made impact and the degree of their influence on the quality of groundwater; - to study changes in the quality of groundwater in dynamics and identify the main pollutants; - to characterize the actual material and assess the environmental situation at the research site; - to give recommendations for the protection of groundwater in the village of Selenginsk.

The main sources of environmental pollution are JSC "Selenginsky Pulp and Cardboard Combine (CCK)", JSC "Timlyuysky Cement Plant" and Timlyuyskaya CHP. Selenginsky pulp and cardboard Mill is located just 50 kilometers from Lake Baikal. In addition to industrial pollution of the environment, the plant is an area of increased danger, since it is located in the zone of nine-point earthquakes.

There are four types of groundwater within the Nizhneselenginsky PU: The pore-bed waters of modern alluvial, lacustrine-alluvial and proluvial-alluvial deposits are distributed within the Selenga River valley. The waters belong to the bicarbonate calcium-magnesium and magnesium-calcium. Mineralization varies from 0.1 to 0.3 g/l, rarely reaching 0.6 g/l. The total hardness is 0.6-4.5 mg-eq. The chemical composition of the water is suitable for water supply and is used through wells and small wells for household and drinking needs.

Pore-formation waters of the deposits of the Krivoyarsk formation. The chemical composition of the water is calcium bicarbonate, calcium-magnesium, moderately hard (3-6 mg-eq). Mineralization is 0.1-0.4 g/l. Fractured-stratified waters of Mesozoic depressions. According to the chemical composition, the waters of the complex are mainly fresh with a mineralization of 0.3-0.6 g/ l, bicarbonate with a mixed cationic composition.

Underground waters of the fracture zone of intrusive rocks of the Sogotinsky complex are the most widespread. According to the chemical composition of the water, bicarbonate sodium-calcium, calcium-magnesium with a mineralization of up to 0.2-0.5 g / l and a total hardness of up to 6-8 mg-eq. The groundwater is of good quality and suitable for water supply. Underground waters of the fracture zone of ultrametamorphic rocks of the Ulan-Burgas complex. Bicarbonate calcium-sodium and sodium-calcium waters with mineralization up to 0.15 g/l, as well as with a mixed cationic composition and mineralization of 0.2-0.8 g/l. The total water hardness varies from 0.05 to 3.1 mg-eq/l. The pH value has values from 5.5 to 7.8 The sanitary condition of the water is satisfactory.

Crack-vein fault waters. According to the chemical composition of the water, calcium bicarbonate or bicarbonate with a mixed composition (mineralization from 0.01 to 0.5 g / l). Spring No. 995, located in the zone of influence of the South Baikal fault, has a flow rate of 2.5 l/s and a mineralization of 0.2 g/l.

Table 1 – Types of underground waters of the Nizhneselenginsky PU

Type of groundwater	Water - bearing rocks	Debit, l/s	Chemical composition	Mineralization, g/l	Hardness, mg-eq
Pore-formation waters of modern alluvial, lacustrine-alluvial and proluvial-alluvial deposits	Mixed-grained sands and gravel-pebble material	4 .6-7.3	Mixed-grained sands and gravel-pebble material	0.1 to 0.3 (rarely 0.6)	0.6-4.5
Pore-formation waters of the deposits of the Krivoyarsk formation	Pore-formation waters of the deposits of the Krivoyarsk formation	0 .5-1.0	bicarbonate calcium, calcium-magnesium	0.1-0.4	3-6
Fractured formation waters of Mesozoic depressions	Siltstones, mudstones, sandstones with layers of coal and clay shales	2 -3	bicarbonate with a mixed cationic composition	0.3-0.6	-
Waters of the fracture zone of intrusive rocks of the Sogotinsky complex	Granitoids	0 .05 – 2.2	bicarbonate sodium-calcium, calcium-magnesium	0.2-0.5	6-8
Crack-vein fault waters	-	2 .5	calcium bicarbonate or bicarbonate with a mixed composition	0.01 – 0.5	-

The main technogenic impact is exerted by the Selenginsky CCK, the plants of the village. Kamensk, highways and railways, quarries, secondary salinization and waterlogging of land. Geochemical anomalies occupy 12.2% of the area, including anomalies of elements of the first hazard class – 2%, anomalies of the catastrophic hazard level – 7.1%. The village of Selenginsk on the index of atmospheric pollution (ISA = 12.55) is in second place after Ulan-Ude (20.37). Cement dust covered the streets of the village. Kamensk, Timlyui and their surroundings. Ground waters of quaternary sediments are polluted in the area of the facilities of the Selenginsky Central Committee and the energy industry branch of JSC TGC-14.

The Selenginsky TSC is located just 50 kilometers from Lake Baikal, which is a World Natural Heritage Site. In addition to industrial pollution, the Selenginsky CCK, being in the zone of nine-point earthquakes, is an area with increased danger.

The products produced at the Selenginsky Central Processing Plant are packaging cardboard and sulfate cellulose. During production, the CCG releases a large amount of pollutants into the soil, air, surface and groundwater, which enter the environment in the



form of liquid, solid and gaseous waste. Stable contamination with mercury, cadmium, aluminum, iron, manganese, lead, fluorine, lignin, tall oil, sulfates, and petroleum products was detected in groundwater in the area of influence of the JCCC.

On the territory of the industrial site of the Selenginsky CSC, there are objects with production waste – sludge tanks, ash dump, sludge accumulator. The plant drains waste into four settling tanks. Two sedimentation tanks are located in the immediate vicinity of the Chernukha River, which flows into the Selenga River, and one is next to the Vilyuyka River, which also flows into the Selenga. The sedimentation tanks of the Selenginsky CCK are built without a sealed bottom, as a result of which part of the waste goes into the soil, freely penetrates into the groundwater, and from there into the Selenga and eventually into Lake Baikal. A steady excess of the maximum permissible concentrations of pollutants by several times has been detected in groundwater. During the years of operation of the JCCC, the groundwater contaminated by the plant has spread to 900 meters in the north and north–west directions, and the concentration of chemicals in the groundwater is growing. Polluted water gets into the springs where residents of nearby villages take water.

Chemical analysis of groundwater samples shows an excess of MPC in all wells of the enterprise for a number of elements: cadmium, manganese, iron, ammonia, tallow oil, petroleum products, sulfate. In the waters of quaternary sediments in 2022, in the wells of the GONS in the zone of influence of the Selenginsky CCK, excess of normative values for iron (19 MPC), manganese (17.5 MPC) were noted. Increased concentrations of arsenic (up to 52 MPC) were observed over a long period of time.

At the ash dumps of the Timlyuyskaya CHPP in the waters of quaternary deposits in 2022, a decrease in the content of pollutants continues to be recorded: ammonium (1.8 MPC), aluminum (0.2 MPC), petroleum products (1.7 MPC), the value of permanganate oxidizability (0.6 MPC). High concentrations of petroleum products (500 MPC) were recorded in the underground waters of quaternary deposits in the zone of influence of the Buryat Terminal oil depot.

Observations of the chemical composition of groundwater have shown that they are exposed to negative technogenic effects. On the territory of the industrial site of the Selenginsky CSC, excess MPC was detected in groundwater in all wells of the enterprise for cadmium, manganese, iron, ammonia, tallow oil, petroleum products, and sulfate. Wastewater from the plant carries phosphorus, nitrogen, and chlorine compounds.

In 2022, in the zone of impact of the CCC in the groundwater of quaternary deposits in the wells of the drinking water supply of the population of the village of Bryansk, excess of normative values for chromium and mercury was noted. In the wells of the GONS in the zone of influence of the Selenginsky CCK, excess of normative values for iron, manganese, mercury was noted. For a long period of time, elevated concentrations of arsenic were detected at the site of Selenginsk settlement.

In 2022, a decrease in the content of ammonium, aluminum, manganese, petroleum products, and permanganate oxidability was revealed in the ash dumps of the Timlyuyskaya CHPP in the waters of quaternary sediments. Exceeding the MPC on a variety of indicators makes the river water unsuitable, but local residents have been consuming it for decades, putting their health at risk. There is also a serious pollution of Lake Baikal, as all toxic substances enter the lake through a tributary.