



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

Тема работы				
Использование подземных вод для организации водоснабжения городского населения (на примере посёлка городского типа Пригорск Республики Хакасия)				

УДК 628.112(571.531)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ12	Румак Александра Васильевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ИШПР	ОГ Дутова Екатерина Матвеевна	д.г.-м.н.		

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 «Гидродинамическое моделирование»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Кузеванов Константин Иванович	к.г.-м.н.		

По разделу «Дешифрирование космоснимков»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Никитенков Алексей Николаевич	к.г.-м.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

Румак Александре Васильевне

Тема работы:

Использование подземных вод для организации водоснабжения городского населения (на примере посёлка городского типа Пригорск Республики Хакасия)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

От 23.12.2022 № 357-3/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2023

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования – Моховский водозабор (респ. Хакасия). В работе использованы фондовые материалы по гидрогеологическим исследованиям; ежегодные отчёты Хакасводоканала; космические снимки миссий SRTM, Landsat 8,9.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Состояние изученности проблемы исследований 2. Природные условия и геологическое строение 3. Методика проведения работ 4. Результаты изучения запасов подземных вод Моховского месторождения 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 6. Социальная ответственность 7. Раздел на иностранном языке
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схематическая карта расположения объекта исследований;

чертежей)	2. Схематический гидрогеологический разрез территории исследований; 3. Карта-схема сопоставления уровней поверхностных с зеркалом Красноярского водохранилища 4. Схема гидродинамической модели.
-----------	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Гавриловна
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович
Иностранный язык	Сыскина Анна Александровна
Гидродинамическое моделирование	Кузеванов Константин Иванович
Дешифрирование космоснимков	Никитенков Алексей Николаевич
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Природные условия и геологическое строение	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2023
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ ИШПР	Дутова Екатерина Матвеевна	д.г.-м.н.		01.02.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ12	Румак Александра Васильевна		01.02.2023

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: 01.06.2023

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01-02.2023	Сбор и обработка исходных материалов	
01-03.2023	Общие сведения и характеристика об объекте геологического изучения	
02-04.2023	Гидрогеологические условия площади работ	
03-04.2023	Методика и результаты изучения гидрогеологических и гидрогеохимических условий	
05.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
05.2023	Социальная ответственность	
05.2023	Раздел на иностранном языке	

**СОСТАВИЛ:
Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ ИШПР	Дутова Екатерина Матвеевна	д.г.- м.н., профессор		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Пасечник Елена Юрьевна	к.г.-м.н., доцент		

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)-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	+

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ12	Румак Александре Васильевне

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
Использование подземных вод для организации водоснабжения городского населения (на примере посёлка городского типа Пригорск Республики Хакасия)	Работа с научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет проекта 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2023
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		01.03.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ12	Румак Александра Васильевна		01.03.2023

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО		
2ВМ12	Румак Александре Васильевне		
Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.02 Природообустройство и водопользование

Тема ВКР:

Использование подземных вод для организации водоснабжения городского населения (на примере посёлка городского типа Пригорск Республики Хакасия)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p><i>Объект исследования:</i> подземные воды водозабора Мохов, расположенного на берегу Красноярского водохранилища.</p> <p><i>Область применения:</i> водоснабжение (население посёлка городского типа Пригорск респ. Хакасия)</p> <p><i>Рабочая зона:</i> офис. Площадь отапливаемого помещения 100 м², освещение смешанное, наличие ПК, рабочего стола и стула для работника.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> ПК – 1, стол – 1, стул – 1.</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> работа с рабочими программами на ПК.</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ 2. СанПиН 2.2.4.548–96 3. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 5. СП 52.13330.2016 6. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ 7. СП 51.13330.2011 8. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ 9. ТК РФ 10. ГОСТ 17.4.3.04-85 ССОП
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов – Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора 	<p>При выполнении камеральной обработки выявлены возможные вредные и опасные факторы производственной среды, по которым будет производиться расчет, такие как:</p> <p><i>природные:</i> недостаток необходимого естественного освещения рабочей зоны, отклонения показателей микроклимата.</p> <p><i>техничко-технологические:</i> недостаток необходимого искусственного освещения рабочей зоны, электромагнитные излучения,</p>

	<p>поражения электрическим током, возникновение пожаров.</p> <p><i>эргономические:</i> степень нервно-эмоционального напряжения, монотонный режим работы.</p> <p><i>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</i> вентиляция помещения, перчатки.</p>
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения:	<p>При выполнении камеральных работ выявлены следующие воздействия:</p> <p><i>На литосферу:</i> при утилизации ПК</p> <p><i>На гидросферу и атмосферу, селитебную зону</i> отсутствует.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения:	<p><i>Возможные ЧС:</i> пожар, взрыв, ураган.</p> <p><i>Наиболее типичная ЧС:</i> возникновение пожара.</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
01.03.2023	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ООД ШБИП	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		01.03.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ12	Румак Александра Васильевна		01.03.2023

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 133 с., 25 рис., 38 табл., 54 источника, 1 прил.

Ключевые слова: Красноярское водохранилище, Хакасия, аридный климат, подземные воды, химический состав, инфильтрация.

Объектом исследования является Моховский водозабор, расположенный в республике Хакасия.

Цель работы – оценить условия восполнения запасов подземных вод Моховского водозабора и охарактеризовать особенности его эксплуатации.

Для её достижения решаются задачи по оценке областей питания и восполнения запасов подземных вод. Изучается влияние положения водной поверхности водохранилища на уровень воды в скважинах Моховского водозабора, разрабатываются прогнозы работы водозабора в условиях изменчивости уровня воды в водохранилище, изменения химического состава эксплуатируемых вод и возможность выпадения вторичных минералов на водоподъемном оборудовании.

Рассматриваются вопросы организации водоснабжения поселка городского типа Пригорск Республики Хакасия. В процессе исследования проводился комплекс камеральных работ, включающих изучение природных условий, анализ результатов режимных наблюдений уровней и качества подземных вод из скважин водозабора, моделирование гидрогеологических условий в районе месторождения подземных вод.

В результате исследования проанализированы характеристики химического состава подземных вод, оценены фильтрационные параметры водоносных горизонтов, построена гидродинамическая модель инфильтрационного водозабора на примере участка исследования.

Область применения: изучение и прогноз работы инфильтрационных водозаборов в условиях изменения климата и анализ взаимосвязи поверхностных вод с подземными.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	13
1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	14
2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ	23
2.1 Географическое положение района.....	23
2.2 Рельеф.....	24
2.3 Гидрография.....	24
2.4 Климатические условия	25
2.5 Характеристики основных стратиграфических подразделений.....	25
2.6 Тектоника.....	28
2.7 Геоморфология.....	29
2.8 Гидрогеологические условия	30
2.9 Характеристики системы водоснабжения и качества питьевой воды в соответствии с установленными требованиями.....	40
2.9.1 Целевые индикаторы и показатели качества поставляемых услуг водоснабжения.	43
2.9.2 Система водоочистки.....	43
3 МЕТОДИКА	46
3.1 Характеристика исходных данных	46
3.2 Освоение методики дешифрирования снимков.....	48
3.3 Построение гидродинамической модели	49
3.4 Физико-химические расчёты для оценки минеральных равновесий.	52
3.5 Выводы по главе.....	58
4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ	59
4.1 Анализ территории на основе космоснимков	59
4.2 Гидродинамическое моделирование условий Моховского водозабора 60	
4.4 Выводы по главе.....	65
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	66
5.1 Предпроектный анализ.....	67
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	67
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	67
5.1.3 SWOT-анализ.....	69
5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации	71
5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	73
5.2 Инициация проекта	73
5.3 Планирование управления научно-техническим проектом.....	75
5.3.1 Иерархическая структура работ проекта	75
5.3.2 План проекта.....	76
5.4 Бюджет научного исследования.....	77
5.4.1 Организационная структура проекта	84

5.4.2	План управления коммуникациями проекта	84
5.4.3	Реестр рисков проекта	85
5.5	<i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности</i>	<i>85</i>
5.5.1	Оценка абсолютной эффективности исследования	85
5.5.2	Оценка сравнительной эффективности исследования	91
6.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	95
6.1	<i>Введение.....</i>	<i>95</i>
6.2	<i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. 96</i>	<i>96</i>
6.3	<i>Производственная безопасность</i>	<i>97</i>
6.4	<i>Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению</i>	<i>98</i>
6.4.1	Отклонение показателей микроклимата помещения	98
6.4.2	Недостаточная освещенность рабочего места	100
6.4.3	Превышение уровня шума	103
6.4.4	Психофизиологические факторы.....	104
6.4.5	Статическое электричество	105
6.4.6	Электрический ток	106
6.5	<i>Экологическая безопасность</i>	<i>108</i>
6.6	<i>Безопасность в чрезвычайных ситуациях</i>	<i>109</i>
6.7	<i>Выводы по разделу.....</i>	<i>111</i>
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	113
	Приложение I.....	118

ВВЕДЕНИЕ

Месторождения подземных вод в широких речных долинах, распространённые в гумидном и аридной зонах России и Ближнего Зарубежья, имеют исключительно большое значение, являясь главными поставщиками эксплуатационных запасов подземных вод при крупном централизованном водоснабжении. При решении вопросов, связанных с использованием инфильтрационных водозаборов, широко используемых на территории нашей страны для обеспечения населения чистыми подземными водами, необходимо учитывать их взаимосвязь с поверхностными водами в общем круговороте воды.

Инфильтрационные водозаборы широко используются для водоснабжения населения чистой питьевой водой: Красноярск, Абакан и многие другие города России и мира питаются из данного вида источников. При этом важно учитывать взаимосвязь поверхностных и подземных вод, а также условия питания за счет инфильтрации из поверхностных источников, поскольку при снижении уровней в них зачастую происходит подтягивание некондиционных вод из глубинных водоносных горизонтов, ведущее к ухудшению качества подаваемой населению воды. В связи с этим крайне актуально изучение гидрогеологических особенностей данных водозаборов. Проблема рассматривалась рядом отечественных ученых, в том числе Аркадием Яковлевичем Гаевым, описана в учебниках Плотникова Н.И. (поиски и разведка пресных подземных вод), Жернова И.Е. и Шестакова В.М. и других авторов [1,4,7]. И рассматривается в нашей работе.

Использование инфильтрационных водозаборов обусловлено как приближенностью к потребителю, так и высокой водообильностью аллювиальных и взаимосвязанных с ними коренных отложений. К сожалению, эксплуатация таких водозаборов имеет и некоторые сложности. Рассмотрим частный случай на примере Моховского водозабора.

1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Хозяйственно-питьевое водоснабжение осуществляется преимущественно за счет месторождений подземных вод (доля использования в 2021 г. 95 % [32]). За счет подземных вод, с частичным использованием поверхностных, осуществляется водоснабжение в гг. Абаза, Саяногорск и в населенных пунктах Орджоникидзевского и Ширинского районов. В остальных городах, поселках и сельских населенных пунктах для хозяйственно-питьевого водоснабжения используются подземные воды.

Степень использования запасов эксплуатируемых месторождений колеблется от 3,0% (Абаканское месторождение подземных вод участок «Станционный», Моховское месторождение) до 100,0 % (Новоширинское месторождение участок «Северный», Уйское месторождение участки: «Бабикский», «Санаторный», Степное месторождение участок «Восточно-Бейский»).

Добыча подземных вод на территории республики осуществляется групповыми и одиночными водозаборами. Крупные водозаборы республики располагаются в гг. Абакан (АВСК-1, АВСК-2, Черногорский), Сорск (Ербинский), Абаза (Абаза-Энерго). В остальном добыча подземных вод осуществляется рассредоточенными в пределах населенных пунктов одиночными скважинами или их небольшими группами (3-5 скважин), производительность которых не превышает 500 м³/сут.

По состоянию на 01.01.2021 г. на территории Республики Хакасия разведано 44 месторождения (69 участков) пресных подземных вод для хозяйственно-питьевого и производственно-технического водоснабжения. Суммарные разведанные и утвержденные запасы всех месторождений подземных вод для питьевого и технического водоснабжения составляют 441,6541 тыс. м³/сут, в том числе по категориям: А – 171,0 тыс. м³/сут, В – 169,0895 тыс. м³/сут, С₁ – 71,1096 тыс. м³/сут, С₂ – 30,455 тыс. м³/сут. Забалансовые запасы подземных вод составляют 14,95 тыс. м³/сут (Аскизское

МППВ). Степень разведанности запасов подземных вод от величины прогнозных ресурсов составляет 2,9 %.

Месторождения подземных вод республики разнообразны как по величине разведанных запасов, так и по типу и сложности гидрогеологических условий. Шесть из них, в соответствии с типизацией месторождений подземных вод, основанной на учете совокупности естественных физико-географических и геолого-гидрогеологических факторов (Боревский, Дробноход, Язвин, 1989 [1]), относятся к типу месторождений в речных долинах (Черногорское, Аскизское, Моховское и Ширинское - в долинах равнинных рек, Сорское и Туимский участок Туимского месторождения - в долинах горных рек). Эти месторождения в своем естественно-природном облике обладают сравнительно простыми гидрогеологическими условиями. Корчинское, Кабырчакское, Шорское, Боградское месторождения и участок «Талый ключ» Туимского месторождения являются представителями месторождений, приуроченных к трещинно-карстовым и трещинным коллекторам в ограниченных по площади структурах, и характеризуются сложными и очень сложными гидрогеологическими условиями.

На территории Хакасии для водоснабжения населения и предприятий на 1999 год были изучены и разведаны десять месторождений, прошедших стадию утверждения эксплуатационных запасов подземных вод в Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР (ГКЗ) и территориальных комиссиях (ТКЗ) Красноярского края и Республики Хакасия (данные на 1999 г.).

Черногорское месторождение подземных вод, наиболее крупное из разведанных, расположено на окраине г. Абакан в долине р. Абакан, на левобережье её протоки Старый Абакан.

Водоносный горизонт четвертичных аллювиальных отложений, выполняющих долину, имеет двухслойное строение. Общая мощность

горизонта колеблется от 26 до 38 м. Воды безнапорные, залегают на глубине 1,3-4,2 м.

На верхний, наиболее водоносный и собственно продуктивный слой, представленный современными гравийно-галечниковыми отложениями с песчаным заполнителем, приходится от 7,3 до 14,6 м. Фильтрационные свойства и водообильность отложений верхнего слоя высокие. Водообильность нижнего слоя (верхне-среднечетвертичные гравийно-галечниковые отложения с супесчаным и суглинистым заполнителем) в десять и более раз ниже верхнего и при оценке эксплуатационных запасов подземных вод не учитывалась.

Режим подземных вод месторождения в основном определяется гидрологическим режимом р.Абакан, с которой они имеют достаточно тесную гидравлическую связь.

По химическому составу подземные воды месторождения близки к поверхностным. Они такие же пресные с минерализацией от 0,1 до 0,2 г/дм³, гидрокарбонатные кальциевые с нейтральной реакцией среды, общая жесткость составляет 1,2-2,7 ммоль/дм³ (в поверхностных водах - от 1,4 до 1,7 ммоль/дм³).

Аскизское месторождение приурочено к левобережной части широкой (до 7 км) речной долины р. Абакан на южной окраине с. Аскиз. Воды безнапорные, залегают на глубинах 1,1-3,2 м.

Подземные воды горизонта имеют тесную гидравлическую связь с рекой, дополнительное сопротивление русловых отложений пренебрежимо мало, что обусловлено отсутствием кольматации русла на размываемой излучине реки.

Режим подземных вод месторождения определяется, в основном, гидрологическим режимом р.Абакан - максимально высокие уровни приходятся на период прохождения весеннего паводка на реке и сохраняются до июля-августа, после чего происходит их постепенный спад.

Воды пресные с минерализацией 0,1-0,4 г/дм³, гидрокарбонатные натриевые, кальциевые.

Туимское месторождение состоит из двух не связанных между собой участков: участка в аллювиальной долине р.Туим (собственно туимский участок), охватывающего юго-восточную окраину и значительную часть приречной территории самого пгт. Туим, и участка «Талый Ключ», расположенного северо-восточнее поселка, приуроченного к одноименному логу в правом борту долины и удаленного от реки на расстояние порядка 2 км.

Туимский участок протяженностью 4 км и шириной до 0,6 км состоит практически тоже из двух участков: в районах действующего водозабора «Шахтные колодцы» и узла скважин ТЭЦ.

Основной водоносный горизонт приурочен к современным четвертичным аллювиальным гравийно-галечниковым отложениям с включениями дресвы и щебня. Горизонт преимущественно безнапорный. Уровни подземных вод в естественных условиях устанавливаются на глубинах от 1,0 до 10,5 м.

Водообильность и фильтрационные свойства пород неравномерны.

Режим изменения уровней подземных вод слабо зависит от гидрологического режима р. Туим. Максимально высокое их стояние приходится на август-сентябрь, минимальные уровни характерны для марта - конца апреля.

Подземные воды преимущественно гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, кальциевые, пресные с минерализацией 0,25-0,55 г/дм³, мягкие или умеренно жесткие (3,9-5,8 ммоль/дм³).

Участок «Талый Ключ» приурочен к одноименному логу. Продуктивной является водоносная зона рифей-палеозойского гранитоидного массива.

Воды безнапорные, трещинные, уровни устанавливаются на глубинах 1,8-10,3 м, а в тальвеговой части лога - на отметках, близких к дневной поверхности. Водообильность невелика.

По сложности гидрогеологических условий участок относится ко II группе (средней сложности, в ограниченных по площади структурах).

Подземные воды пресные, с минерализацией 0,4-0,9 г/дм³, гидрокарбонатные магниевые-кальциевые с общей жесткостью от 3,9 до 6,3 ммоль/дм³.

Ширинское месторождение расположено в правобережной части долины р.Белый Июс, в 1,5 км юго-западнее п.Усть-Фыркал. Протяженность разведанной части месторождения вдоль реки 2 км, ширина - 0,7 км. Продуктивным служит водоносный горизонт современных четвертичных аллювиальных отложений реки, представленный гравийно-галечным материалом с песчаным заполнителем и прослоями супеси. Воды безнапорные с глубиной залегания уровня 1,0-2,6 м. Фильтрационные свойства и водообильность отложений достаточно высокие. Коэффициенты фильтрации по опытным кустам скважин колеблются от 87 до 265 м/сут, при среднем значении 116 м/сут.

В низах горизонта на большей части площади месторождения развиты слабопроницаемые суглинисто-глинистые образования мощностью 3-10 м. Ниже залегают обводненные песчаники и алевролиты девонского возраста, с коэффициентами фильтрации до 1,8-19 м/сут.

Режим подземных вод определяется гидрологическим режимом р. Белый Июс. Дополнительное сопротивление русла реки составляет 132 м.

Воды пресные, с минерализацией 0,1-0,3 г/дм³, гидрокарбонатные кальциевые, мягкие (1,5-2,9 ммоль/л). В некоторых случаях, в восточной части месторождения, отмечаются сульфатно-гидрокарбонатные воды с минерализацией 0,4-0,6 г/дм³ и жесткостью до 7 ммоль/дм³, что связано здесь с разгрузкой подземных вод девонских отложений.

Корчинское месторождение находится в 8 км северо-восточнее г. Сорска, в логу Корчин Ключ левобережной части бассейна р.Бюря.

Месторождение характеризуется большой сложностью гидрогеологических условий. Для него характерны сравнительно небольшие размеры, ограниченное распространение и исключительно высокая неоднородность фильтрационных свойств водовмещающих пород, неопределенность как обеспеченности, так и самих источников формирования ресурсов подземных вод.

Воды месторождения пресные с минерализацией от 0,3 до 0,5 г/дм³, гидрокарбонатные магниевые-кальциевые с общей жесткостью 2,3- 5,5 ммоль/дм³.

Боградское месторождение приурочено к долине р.Тесь в месте слияния рек Малая и Большая Тесь.

По сложности гидрогеологических условий месторождение относится к группе очень сложных. Для него характерны ограниченное распространение водоносных горизонтов, трещиноватые, закарстованные водовмещающие породы и неоднородность фильтрационных свойств. В пределах территории месторождения воды основного горизонта безнапорные.

Гидравлическая связь подземных вод основного горизонта с рекой осуществляется через толщу четвертичных отложений, в связи с чем их режим определяется, главным образом, климатическими факторами.

Подземные воды месторождения гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, пресные с минерализацией 0,3-0,5 г/дм³, от мягких до умеренно-жестких (общая жесткость от 2,6 до 6 ммоль/дм³).

Кабырчакское месторождение находится в 12 км западнее п. Вершина Теи, в средней части долины руч. Кабырчак.

По характеру гидрогеологических условий месторождение относится к группе очень сложных, имеющих ограниченное распространение водоносных горизонтов, наличие разрывных нарушений в трещиноватых и закарстованных породах.

Влияние тектоники на формирование трещиноватости водовмещающих пород весьма существенно. Наиболее водопроницаемые породы развиты по тектоническим ослабленным зонам в центральной и северной частях месторождения. Именно к этим зонам и приурочены наиболее водообильные участки.

Режим подземных вод определяется климатическими факторами. Годовая амплитуда уровня значительна и достигает 1,5—6,8 м.

Воды месторождения пресные, с минерализацией 0,2-0,4 г/дм³, гидрокарбонатные кальциевые, реже — натриевые, общая жесткость не превышает 1,4-1,9 ммоль/дм³.

Шорское месторождение расположено в 17 км к западу от п. Вершина Теи, на правобережной части долины р. Большая Шора, в 2,5 км выше устья руч. Хабырга. Долина р. Б. Шора глубоко врезана, имеет крутые склоны, покрытые густым смешанным лесом с преобладанием хвойных пород.

По характеру гидрогеологических условий месторождение относится к группе очень сложных, имеющих ограниченное распространение водоносных горизонтов в трещиноватых и закарстованных породах.

Режим подземных вод определяется климатическими и гидрологическими факторами при большей роли последних. Годовая амплитуда колебаний уровня достигает 2-2,5 м.

Воды месторождения пресные, с минерализацией 0,2-0,5 г/дм³, гидрокарбонатные кальциевые, реже — натриевые, общая жесткость не превышает 2,4 ммоль/дм³.

Сорское месторождение приурочено к современному четвертичному аллювиальному водоносному горизонту, распространённому в долинах рек Соря и Бюря. Проведившимися в разные годы гидрогеологическими исследованиями была установлена тесная гидравлическая связь подземных вод всех водоносных горизонтов и комплексов как между собой, так и с поверхностными водотоками.

Моховское месторождение расположено в районе с. Мохово, в месте впадения р.Биджа в Красноярское водохранилище. Геоморфологически месторождение приурочено к террасе, периодически затапливаемой при изменениях уровня воды в водохранилище, и по характеру гидрогеологических особенностей относится к группе месторождений со сложными условиями.

Продуктивным является водоносный горизонт современных четвертичных аллювиальных отложений долины р.Енисей, имеющий здесь мощность от 7,7 до 36 м и представленный гравийно-галечниковым материалом с песчаным заполнителем. Нижняя часть горизонта мощностью до 10-12 м сложена переслаивающимися глинами, суглинками и песками, в верхней части развиты покровные суглинки и глины, имеющие мощность от 2 до 11 м.

Горизонт подстилается комплексом верхнедевонских отложений, содержащих напорные сульфатные магниевые воды, имеющие повышенные минерализацию (1,6-4,0 г/дм³) и общую жесткость (до 25 ммоль/дм³). Коэффициенты фильтрации этих отложений колеблются от 1,8 до 19 м/сут. Фильтрационные свойства пород и водообильность продуктивного горизонта достаточно высокие.

Подземные воды месторождения гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные натриево-магниевые, пресные и солоноватые с минерализацией от 0,6 до 2,6 г/дм³ и высокой общей жесткостью, составляющей в большинстве случаев от 15,5 до 22 ммоль/дм³. Содержания железа в ряде случаев превышают нормы, а бактериологические показатели не всегда благополучны.

Режим подземных вод определяется как постоянной разгрузкой солоноватых подземных вод девонских отложений, происходящей в продуктивный горизонт через гидравлические окна в нижнем глинистом 1 слое аллювия, так и гидрологическим режимом Красноярского водохранилища, характеризующимся максимальным положением уровня в

осенний период и минимальным - в апреле-мае. В период зимней межени ложе водохранилища на участке месторождения осушается. Воды водохранилища гидрокарбонатно-кальциевые, пресные, мягкие с жесткостью не выше 1,6 ммоль/дм³. При отборе подземных вод из четвертичных аллювиальных отложений эксплуатационными скважинами водозабора минерализация в зависимости расположения уровня воды в водохранилище колеблется от 0,2 при высоком его стоянии до 1,3, а иногда и 2 г/л при отступлении от береговой линии водозабора. Состав вод при этом меняется с гидрокарбонатного натриевого на сульфатный магниевый, сульфатный натриевый, характерные для вод девонских отложений, подстилающих продуктивный водоносный горизонт. Общая жесткость достигает иногда 10 и даже 14,6 мг-экв/л [3].

2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

2.1 Географическое положение района

Моховское месторождение подземных вод расположено в Усть-Абаканском районе республики Хакасия, в 35 км от г. Абакан, вблизи г. Пригорск. Расстояние от месторождения до потребителей составляет от 1 до 7 км.

Физически Моховское месторождение расположено в прибрежной незатапливаемой части Красноярского водохранилища. Общее расположение объекта исследований представлено на рисунке ниже (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1.1 Схема расположения Моховского месторождения подземных вод (на основе векторных карт *openstreetmaps*).



Рисунок 2.1.2 Водозабор Мохов (октябрь, 2022 г).

2.2 Рельеф

Республика Хакасия находится в центре Азиатского материка и занимает площадь 61,9 тыс. км². Максимальная её протяженность с севера на юг составляет 463 км, с запада на восток – 210 км. На севере и востоке Хакасия граничит с Красноярским краем, на юге и юго-западе – с республиками Тыва и Алтай, на западе с Кемеровской областью. Приблизительно одна треть её территории принадлежит равнинным пространствам Минусинских котловин и две трети – горным сооружениям Кузнецкого Алатау и Западного Саяна, обрамляющим котловины с запада и юга. В пределах горных сооружений преобладает среднегорный рельеф с подтаёжными и горно-таёжными ландшафтами, в наиболее приподнятых частях хребтов развиты участки высокогорного рельефа. Минусинские котловины (Южно-Минусинская, Сыдо-Ербинская и Северо-Минусинская) характеризуются степными и лесостепными ландшафтами.

2.3 Гидрография

Водные ресурсы республики представлены реками, озерами, болотами, водохранилищами, каналами и прудами. Это 6556 крупных и малых рек, около 130 прудов, более 500 озер, из них около 100 с разной степенью

минерализации воды. Некоторые из них являются целебными, имеется радоновый источник. Основная водная артерия - река Енисей. Самые крупные реки Хакасии – Енисей, Абакан, Чулым и Томь. Объект исследования расположен рядом с крупной водной артерией – рекой Енисей.

2.4 Климатические условия

Характерно разнообразие климатических и растительных зон – от высокогорья с круглогодичными ледниками и снегом, тундры, лесов и лесостепей до степей с древними могильниками.

Климат резко континентальный с большими амплитудами колебаний сезонных температур (до 85–92°C), недостаточным увлажнением в степной зоне и избыточным в горных сооружениях.

Погода неустойчивая, с сухим жарким летом и холодной малоснежной и продолжительной зимой. Средняя температура воздуха июля +17,9°C, января –18,9°C. Количество солнечных дней в республике значительно выше, чем в соседних регионах.

Среднегодовое количество осадков колеблется от 250 мм в степях до 600–700 мм в горах (максимум характерен для Кузнецкого Алатау, 1700 мм и более).

2.5 Характеристики основных стратиграфических подразделений

В геологическом строении района принимают участие нормально-осадочные отложения девонского, каменноугольного и четвертичного возраста.

Девонская система. Отложения девонской системы занимают основную часть района работ и представлены живетским, фрэнским и феменским ярусами, которые согласно залегают друг с другом и имеют угловое несогласие с породами каменноугольного возраста. Живетский ярус представлен сарагешской и бейской свитами.

Сарагешская свита. В литологическом отношении ведущая роль принадлежит аркозовым песчаникам, известковистым алевролитам, аргиллитам, известнякам и мергелям желтовато-серой, зелено-серой и темно-серой окраски. Известняки и мергеля местами загипсованы и ожелезнены. Мощность свиты изменяется от 70 до 370 м.

Бейская свита представлена серо-цветными известняками, мергелями, алевролитами и песчаниками. Породы характеризуются обилием разнообразных органических остатков, мощность свиты составляет 50-140 м.

Франский ярус представлен ойденонской и кохайской свитами.

Ойдановская свита. Отложения данной свиты распространены в центральной части района. Представлены красноцветными песчаниками и алевролитами. Песчаники, как правило, плотные, слоистые или массивные, грубо и среднезернистые. Цементом служит карбонатно-железистая или глинисто-железистая масса. Мощность свиты не превышает 400 м.

Кохайская свита распространена по обеим сторонам долины р. Биджа. Отложения свиты тесно связаны в районе чрезвычайно плохо. Свита представлена пёстроокрашенными аргиллитами, алевролитами и песчаниками. Мощность свиты до 200 м.

Фаменский ярус представлен тубинской свитой.

Тубинская свита имеет незначительное распространение на северо-востоке района работ. Отложения представлены полимиктовыми песчаниками и алевролитами, вмещающие подчиненные прослои аргиллитов и известняков. Мощность до 300 м.

Каменноугольная система. В районе работ представлена нижним отделом турнейского яруса. В состав яруса входят отложения быстринской и алтайской свит, слагающих возвышенную часть куэстовой гряды в виде узких полос широтного направления.

Быстринская свита сложена серыми желтовато-серыми туфами и туффитами, песчаниками и известняками. Отложения свиты согласно

залегают на песчаниках и алевролитах тубинской свиты. Мощность свиты 140-180 м.

Алтайская свита. Отложения свиты литологически представлены коричневыми и лилово-красными туфами, туфитами и песчаниками. Мощность свиты до 80 м.

Четвертичная система представлена аллювиальными отложениями долины р. Енисей и р. Биджа. Отложения представлены глинами, суглинками, песками, гравием и галечником. Пески преимущественно серых оттенков, полимиктовые, различной зернистости с преобладанием крупных и средних фракций, иногда (долина р. Биджа) с прослоями супесей. Глинистые осадки приурочены к вторичным фациям. Гравийно-галечниковые отложения с песчаным заполнителем, хорошо выдержаны по площади. В составе имеют место кислые, так и основные породы. Мощность гравийно-галечниковых осадков колеблется от первых метров до 15-20 м. Общая мощность четвертичных отложений в районе изменяется в широких пределах и достигает 40-50 метров.

В районе Моховского месторождения верхнедевонские отложения представлены песчаниками, аргиллитами, реже алевролитами. Для песчаников характерна трещиноватость, слабое развитие трещин выветривания и массивная текстура. Для аргиллитов характерна параллельная сложность. Слои в пределах участка хорошо выдержаны. В тектоническом отношении отложения верхнего девона слагают юго-восточное крыло Биджинской антиклинали.

Четвертичные отложения долины р. Енисей представлены гравийно-галечниковыми отложениями с песчаным заполнителем. Мощность их увеличивается от 10 м по борту долины до 40 м к руслу реки. Гравийно-галечниковые отложения р. Биджи не превышают 7 м, для них характерен суглинистый заполнитель. В подошве аллювия залегает пачка переслаивающихся глинистых и песчаных осадков мощностью до 10-12 м.

По стратиграфической принадлежности и условиям залегания водовмещающих пород на территории района Моховского месторождения выделены водоносные горизонты и комплексы четвертичных, нижнекаменноугольных и девонских отложений.

Отложения девонской системы занимают основную часть района работ и представлены живетским, френским и феменским ярусами, которые согласно залегают друг с другом и имеют условное несогласие с породами каменноугольного возраста. Живетский ярус представлен сарагешской и бейской свитами.

2.6 Тектоника

Описываемая площадь распространяется в центральной части Минусинской котловины. Среднепалеозойские отложения, выполняющие впадины, резко несогласно залегают на сложно дислоцированных породах кембрия. На современных структурах в районе выделяются Биджинская антиклиналь и Черногорская мульда.

Биджинская антиклиналь по геологической карте имеет форму неправильного треугольника, несколько вытянутого в юго-западном направлении. Вследствие ундуляции шарнира на складке образуются волны куполообразного вздутия. Углы падения в пределах антиклинали не более 10-15°С за исключением приядерной части северо-восточного купола, где породы сарагешской свиты падают под углами 50-60°С. На южном окончании северо-восточного купола подсечен сброс небольшой амплитуды. Южное крыло антиклинали осложнено флексурой, являющейся тектонической границей.

Черногорская мульда в структурном отношении является плоскодонной синклиналью, сложенной породами каменноугольного и пермского возраста. Район работ захватывает северную ее часть, флексуобразную, где углы падений максимальны и достигают 20-30°С.

2.7 Геоморфология

В районе выделяются эрозионно-денудационный и эрозионно-аккумулятивный типы рельефов. К первому относится куэстово-грядовый и рельеф днищ и склонов межкуэстовых долин, ко второму долинно-террасовый и пойменный рельеф рек Биджа и Енисей.

Куэстово-грядовый рельеф развит в неоднородных по литологическому составу слоистых толщах девона и нижнего карбона, слагающих крылья складок, часто осложненных фиксурообразными нагибами слоев. Куэсты образуют систему длинных параллельно-вытянутых возвышенностей, между которыми в более рыхлых отложениях развиваются широкие межкуэстовые ложбины. Куэсты образуют симметричные гряды при углах падения слоев более 30° . Высота отдельных куэст достигает 100 м и находится в прямой зависимости от близости базиса эрозии. Куэсты наиболее хорошо выражены в каменноугольных отложениях.

Плоский рельеф днищ и склонов межкуэстовых понижений выработан в глинистых и песчано-глинистых толщах кохайской и ойдановской свит при их пологом залегании. Эти понижения представляют широкие плоскодонные долины с типичным для них мелкогрядовым микрорельефом.

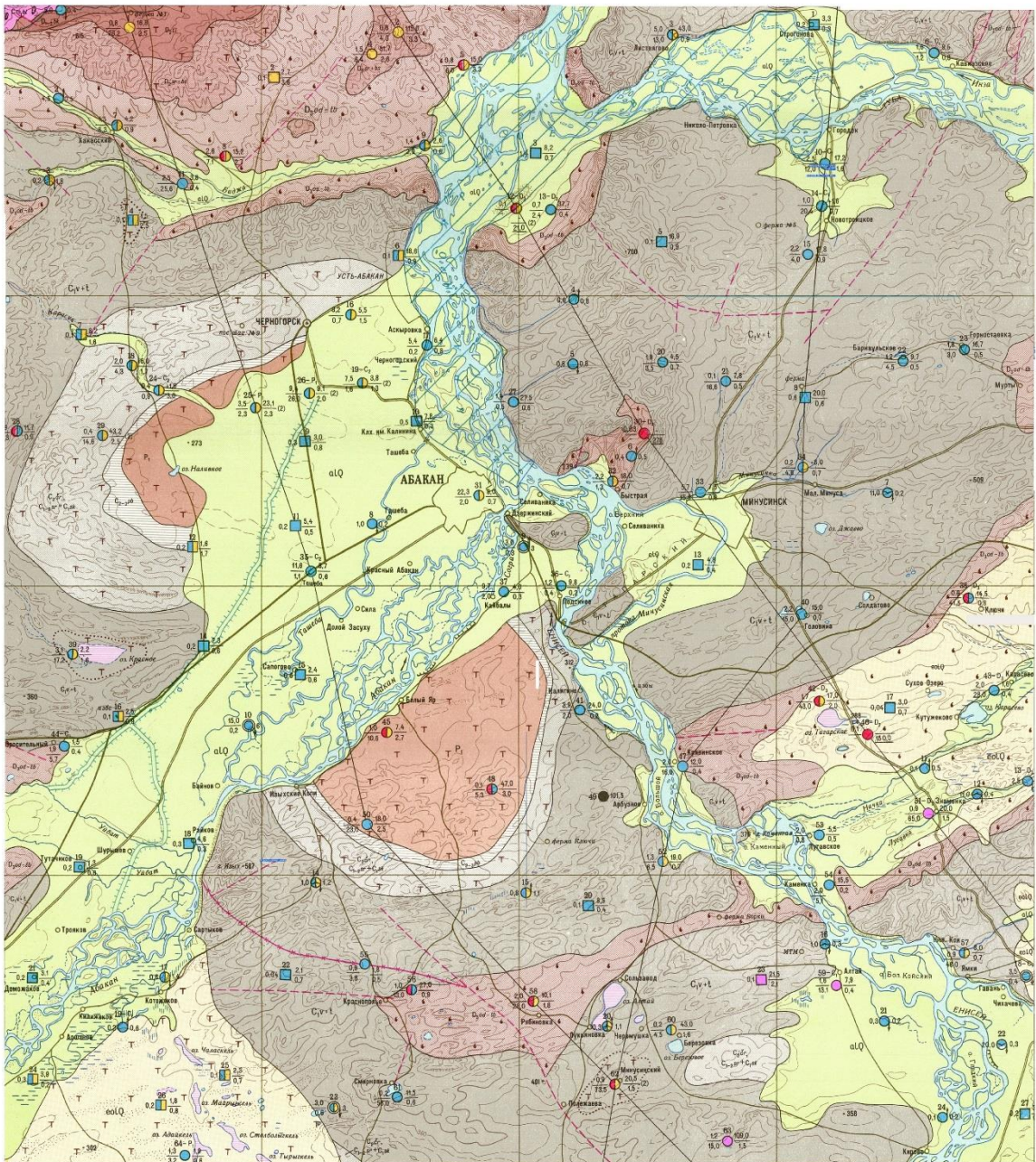
Из эндогенных факторов рельефообразования следует выделить для описанных типов рельефа относительно замедленные дифференцированные поднятия. Возраст образования данного типа рельефа – N_2-Q .

Долинно-террасовый и пойменный рельеф характерен для долины р. Енисей, развилась II надпойменная терраса реки в виде небольших площадок, покрытых чехлом песчано-галечных отложений, прислоняющихся к коренным породам. Высокая пойма реки Енисей имеет ровную, изобилующую старицами поверхность, служащую в настоящее время дном Красноярского водохранилища. Возраст данного типа рельефа – четвертичный.

2.8 Гидрогеологические условия

Район работ расположен в пределах Южно-Минусинского артезианского бассейна. Подземные воды приурочены ко всем стратиграфическим подразделениям. По условиям циркуляции и литологии водовмещающих пород подземные воды района можно разделить на две группы – трещинно-поровые воды отложений девона и карбона и поровые воды аллювиальных отложений речных долин. Общая схема гидрогеологического районирования территории представлена на рис 2.9.1.

N-46-XX. Гидрогеологическая карта



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

I. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ И КОМПЛЕКСОВ

	Водоносный горизонт четвертичных аллювиальных отложений: галечники, пески с глинистыми супесями
	Водоносный горизонт четвертичных эоловых отложений: пески, супесяи
	Водоносный комплекс нижнепермских отложений (аршавской серии): переслаивание песчаников, аргиллитов, алевролитов с пластами каменного угля
	Водоносный комплекс нижне- и среднекаменноугольных угленосных отложений черногогорской, сарской и сожской свит: алевролиты, песчаники с прослоями аргиллитов, глинистые конгломераты и пласты каменного угля
	Водоносный комплекс нижнекаменноугольных отложений вятичского и турьинского ярусов: туфы, туффиты, песчаники с прослоями известняков
	Водоносный комплекс верхнедевонских отложений ойдановской, кохской и тубинской свит: песчаники, алевролиты с прослоями аргиллитов
	Водоносный комплекс среднедевонских отложений сарагашской и бейской свит: известняки, мергели с прослоями аргиллитов, алевролитов, песчаников
	Водоносный горизонт среднедевонских отложений толкачовской свиты: песчаники, конгломераты с прослоями алевролитов, известняков
	Грунтовые воды зоны открытой трещиноватости ниже - среднедевонских отложений бискарской серии: порфириды, ялазы
	Грунтовые воды зоны открытой трещиноватости нижнекембрийских отложений белаясинской свиты: известняки

II. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОДОУПОРНЫХ ПОРОД

	Водоупорные средне- и верхнекаменноугольные отложения береговой свиты: аргиллиты, алевролиты
--	--

III. ВОДОПУНКТЫ

	Родник всходящий	Цифры: сверху - номер по каталогу, слева - дебит, л/сек, справа - минерализация воды, г/л
	Родник всходящий	
	Мочажина	
	Пластовый выход воды	
	Колодезь	Цифры: сверху - номер по каталогу, слева - дебит, л/сек; справа в числителе - глубина до воды, м, в знаменателе - минерализация воды, г/л
	Скважина	Цифры: сверху - номер по каталогу и индекс геологического возраста вмещающих пород, слева в числителе - дебит, л/сек, в знаменателе - понижение, м; справа в числителе - глубина установившегося уровня воды, м, в знаменателе - минерализация воды, г/л (подчеркнутые цифры - минерализация подземных вод глубокой циркуляции), в скобках - число вскрытых водоносных горизонтов или комплексов
	Группа родников	Цифры: сверху - номер по каталогу, слева в числителе - суммарный дебит, л/сек, в знаменателе - минерализация воды, г/л, справа - общее количество водопунктов, входящих в групповую каптаж
	Скважина безводная	Цифры: слева - номер по каталогу, справа - глубина скважины, м

Примечания: 1. Для перемычек от поверхности водоносных горизонтов индексы не показаны
2. Уровень самоизливающейся вод обозначен знаком +

IV. МИНЕРАЛИЗАЦИЯ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Градации и условные знаки минерализации воды для первого от поверхности водоносного горизонта или комплекса

	1-3,0 г/л		пестрая минерализация 0,3-3,0 г/л
--	-----------	--	-----------------------------------

Примечание: Площадки с минерализацией до 1 г/л оставлены без крапа

Границы подземных вод различной минерализации

Примечание: Красное море волеохранилище показано схематически по карте М-64 1:1 000 000

В типовых водоупорках:

	с преобладанием гидрокарбонатного аниона
	с преобладанием сульфатного аниона
	с преобладанием хлоридного аниона
	смешанные двухкомпонентные
	смешанные трехкомпонентные

V. НЕКОТОРЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЗНАКИ

	Разломы, гидрогеологическое значение которых не выяснено
	Разломы водоносные

VI. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

	Пресное озеро		Болота низинные
	Соленое озеро		Оросительный канал

VII. ПРОЧИЕ ЗНАКИ

Граница различных водоносных комплексов и горизонтов

Линия гидрогеологического разреза

	Участки проявления оползней
	Участки проявления карста на поверхности земли

VIII. НА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРЕЗАХ

	Уровни подземных вод со свободной поверхностью
	Пьезометрический уровень

	Скважина (колодезь). Цифра сверху - номер по каталогу. Закраска соответствует химическому составу воды в пробованном интервале глубины. Черная стрелка соответствует вылету подземных вод. Цифры у стрелки - абсолютные отметки пьезометрического уровня воды, м. Цифры слева: первая - минерализация воды, г/л, вторая - температура воды, °C, справа: первая - дебит, л/сек, вторая - понижение, м
--	--

Скважина, спроектированная на линию разреза

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОРОД

	Песчано-галечные отложения		Туфы, туффиты
	Пески		Конгломераты
	Супесяи		Песчаники
	Алевролиты		Известняки
	Аргиллиты, каменные угли		Порфириды
	Мергели		

Рисунок 2.9.1 Схема гидрогеологического районирования

По стратиграфической принадлежности и условиям залегания водовмещающих пород на площади района можно выделить следующие водоносные горизонты и комплексы:

Водоносный горизонт четвертичных отложений аQ

Водоносный комплекс нижнекаменноугольных отложений С₁

Водоносный комплекс отложений верхнего девона D₃

Водоносный комплекс отложений среднего девона D₂

Водоносный горизонт четвертичных отложений приурочен к аллювиальным осадкам р. Енисей и р. Биджа и распространен в долинах этих рек в восточной и средне южной части района. Водовмещающими породами являются гравийно-галечниковые отложения, пески, супеси. Водоносный горизонт относительно хорошо выдержан, мощность его колеблется в значительных пределах, но не превышает 30-40 метров. По гидравлическим особенностям подземные воды безнапорные, но иногда имеют местный напор в местах, где водовмещающие породы перекрываются сверху глинистыми осадками. Нижним водоупором служат суглинки и глины четвертичного возраста, залегающие в подошве аллювия. Анализ имеющихся материалов показывает

– высокая водообильность пород в долине р. Енисей (дебиты до 3л/с при понижении до 1,5м) уменьшаются в долине р. Биджа (до 0,3 л/с при понижении 2,7 м).

– в пределах водоносного горизонта выделяются два участка с различной минерализацией. Для подземных вод долины р. Енисей (заполняемая прибрежная часть Красноярского водохранилища) характерна пёстрая минерализация (0,3-3,0 г/л), что свидетельствует о незаконченности процессов выщелачивания, и повышенная до 80 мг-экв/л, жесткость. Подземные воды аллювиальных отложений р. Биджи пресные (общая минерализация до 1 г/л).

Химический состав описываемого горизонта преимущественно гидрокарбонатно-сульфатный, кальциево-магниевый или их производных.

Питание горизонта осуществляется за счет разгрузки в долины рек подземных вод коренных пород, инфильтрации поверхностных вод и атмосферных осадков. Разгрузка происходит в зону Красноярского водохранилища в меженный период, а также за счет процессов испарения и транспирации.

Гидравлическая связь горизонта с другими водоносными комплексами в районном масштабе изучена недостаточно, хотя вполне вероятна, по геологическим данным. На режим вод большое значение оказывает уровень воды в водохранилище, обуславливающий процессы фильтрации и инфильтрации в пределах описываемого горизонта.

Водоносный комплекс нижнекаменноугольных отложений приурочен к осадкам быстринской и алтайской свит и распространен в пределах куэсты на правом берегу р. Биджа (южная часть района). Водовмещающие породы – туфы, туффиты, песчаники, известняки. Подземные воды изучены слабо. Имеющиеся материалы показали напорно-безнапорный характер вод комплекса, слабую водообильность. Химический состав воды – сульфатный, калиево-натриевый, содержание сухого остатка до 1 г/л. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка происходит в граничные водоносные комплексы.

Водоносный комплекс верхнедевонских отложений приурочен к осадкам тубинской, кохайской и ойдановской свит и западной части района. Водовмещающими породами являются песчаники, известняки, алевролиты. Хорошо выдержанных водоупоров в изученных пределах не имеет. Гидравлический характер вод комплекса – напорно-безнапорный. Напоры иногда достигают десятков метров. Дебиты скважин меняются от практически безводных до 2-4 л/с и больше при понижениях до 10 метров. Характерной особенностью комплексов является крайне изменчивая по

площади минерализация, которая от пресных до 1 г/л меняется до 4 г/л. По химическому составу воды преимущественно сульфатные, магниевые. Общая жесткость достигает 25-30 мг-экв/л. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка происходит в смежные водоносные горизонты и комплексы и в зону Красноярского водохранилища. Вопросы взаимосвязи вод описываемого комплекса со смежными комплексами требуют уточнения.

Водоносный комплекс отложений среднего девона приурочен к осадкам саргешской и бейской свит. Распространен весьма ограничено и имеет выходы на поверхность в северной и центральной частях района образуя ядро Биджинской антиклинали. Водовмещающими породами являются песчаники, мергеля, известняки, алевролиты. По гидравлическим свойствам комплекс напорно-безнапорный, водообильность небольшая, дебиты достигают 0,8-1,5 л/с при понижениях 4,3-6,4 м.

Химический состав воды описываемого комплекса сульфатный с пониженной минерализацией от 2 до 5 г/л. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Взаимосвязь со смежными водоносными комплексами изучена недостаточно.

Анализ гидрогеологических условий района показывают, что наиболее перспективными для организации крупного централизованного водоснабжения является водоносный горизонт четвертичных отложений долин рек Енисей и Биджа.

Водоносные комплексы нормально-осадочных отложений карбона и девона имеют более слабую водообильность и повышенную минерализацию, характеризующуюся содержанием сухого остатка до 5 г/л.

В качестве объекта детальных исследований было выбрано Моховское месторождение подземных вод, что обусловлено интересными гидродинамическими и гидрогеохимическими особенностями данного водозабора, заключающимися в зависимости изменений состава добываемой

в нём воды в зависимости от уровня воды в водохранилище, который определяет баланс между инфильтрацией воды из водохранилища и его перетоком из нижележащих верхнедевонских отложений.

По природным условиям Моховское месторождение относится ко II группе со сложными гидрогеологическими условиями.

Гидрогеологические работы по разведке Моховского месторождения подземных вод для хозяйственного водоснабжения проводились Минусинской гидрогеологической партией Красноярской гидрогеологической экспедиции в период 1976-1982 гг. в три последовательные стадии: поисковые работы, предварительная и детальная разведка. В результате проведения этих работ в прибрежной незатапливаемой части водохранилища Красноярской ГЭС было разведано Моховское месторождение.

Посёлок городского типа Пригорск в количественном отношении обеспечен подземными водами (Моховское месторождение подземных вод), но в то же время качество воды периодически не соответствовало нормативным показателям питьевых вод и зависело от расположения береговой линии Красноярского водохранилища.

На месторождении установлен водоносный горизонт четвертичных отложений и водоносный комплекс отложений верхнего девона.

Водоносный горизонт четвертичных отложений имеет преимущественно распространение на площади месторождения. Водовмещающими породами являются гравийно-галечниковые отложения с песчаным наполнителем. Нижним водоупором служит пачка переслаивающихся глин с песками, верхним водоупором, обеспечивающим местный напор, служат глины и суглинки. Водоносный горизонт характеризуется хорошей водообильностью по всей площади залегания аллювиальных отложений в долине р. Енисей. Коэффициенты фильтрации в прибрежной части водохранилища изменяются от 24-25 до 243 м/сутки, а в

затапливаемой части достигают 125 м/сутки. Для грунтовых вод горизонта характерна четкая гидравлическая связь с водами Красноярского водохранилища. Это подтверждается результатами режимных наблюдений [52].

Водоносный комплекс отложений верхнего девона распространен в западной части месторождения. Водовмещающими породами являются тонкозернистые песчаники. Воды в них имеют напорный характер. Фильтрационные свойства пород резко неоднородны от практических водоупора до дебитов 5,8 литров в секунду при понижении уровня на 6,78 м.

Таким образом, на Моховском месторождении продуктивным водоносным горизонтом является водоносный горизонт четвертичных аллювиальных отложений.

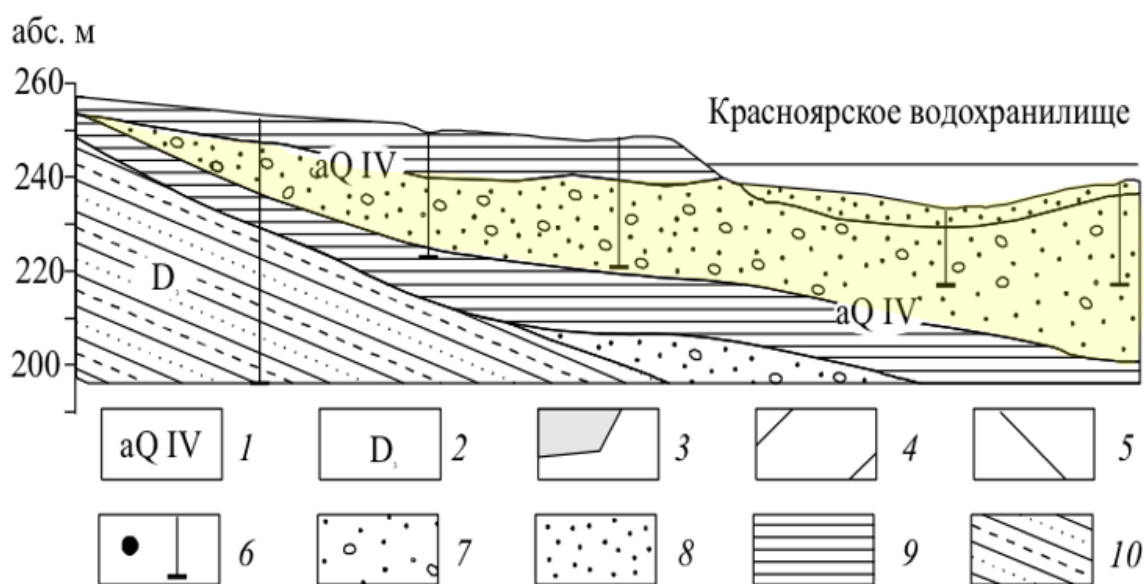


Рисунок 2.9.2 Геологический разрез Моховского месторождения подземных вод:

- 1 — водоносный горизонт современных аллювиальных отложений;
- 2 — водоносный комплекс верхнедевонских терригенных отложений;
- 3 — площадь застройки; 4 — зона затопления Красноярского водохранилища; 5 — линия разреза; 6 — гидрогеологические скважины;
- 7 — гравийно-галечниковые отложения с песчаным заполнителем;
- 8 — пески; 9 — глины; 10 — алевролиты, песчаники, аргиллиты.

По условиям формирования эксплуатационных запасов месторождение относится к типу Б-1, эксплуатационные запасы обеспечиваются поверхностных стоком, но его поступление в водоносный горизонт происходит через перекрывающие аллювиальные и слабопроницаемые отложения [3].

Основное питание грунтовые воды при эксплуатации водозабора получают за счет фильтрации поверхностных вод водохранилища, поэтому при эксплуатации минерализация уменьшается.

Следует отметить, что при эксплуатации подземных вод со временем качество их ухудшается за счет фильтрации поверхностных вод водохранилища. По действующей классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод, Моховское месторождение подземных вод относится ко II группе со сложными гидрогеологическими условиями.

Водозабор инфильтрационного типа в незатапливаемой части водохранилища организовывался в виде прямолинейного ряда взаимодействующих скважин, расположенных вдоль водохранилища. Оценка запасов подземных вод проводилась гидродинамическим, гидравлическим совместно с гидродинамическим и балансовым методами. Применение различных методов подсчета запасов показали, что понижение уровня грунтовых вод в центре водозабора при минимальном положении уровня воды в водохранилище меньше допустимого, что позволяет запасы на данном участке считать обеспеченными.

По геолого-гидрогеологическим условиям Моховское месторождение относится к типу месторождений в речных долинах. Посёлок городского типа Пригорск в количественном отношении обеспечен подземными водами (Моховское месторождение), но в то же время качество воды периодически не соответствует нормативным показателям питьевых вод и зависит от расположения береговой линии Красноярского водохранилища (рис. 2.9.3).



Рисунок 2.9.3 Бассейн Красноярского водохранилища в районе водозабора (октябрь, 2022 г)

По химическому составу вод Моховского месторождения в открытом доступе размещены данные по двум пробам.

В исследованной пробе холодной питьевой воды из скважины 1 общая минерализация составила 1316 ± 100 мг/л, при нормативном значении - не более 1000 мг/л (превышение в 1,3 раз) и жесткость общая $10,0 \pm 1,2$ мг-экв/л, при нормативном значении - не более 7,0 мг-экв/л (превышение в 1,4 раз), что не соответствует нормативным требованиям СанПиН 1.2.3685-21, глава III, (таблица 3.3). По остальным санитарно-химическим показателям исследованная проба холодной питьевой воды из скважины № 1 соответствует нормативным требованиям СанПиН 1.2.3685-21, глава III, (таблица 3.3.), (таблица 3.13).

Таблица 2.9.1 Состав вод скважин 1 и 2 водозабора аала Мохов.

Форма выражения результатов анализов	СанПиН 1.2.3685-21 \ № протокола	АВФ0013994-21	АВФ0013996-21
		от 29.03.21 № 1211-АВФ-ИЛЦ-АО от 03.03.21	от 29.03.21 № 1211-АВФ-ИЛЦ-АО от 03.03.21
Дата отбора		03.03.2021	03.03.2021
Номер скважины		1	2
Хлориды Cl ⁻	не более 350	151	144
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	не более 500	498	487
Минерализация, мг/дм ³	не более 1000	1316	1220
рН, ед.рН	6-9	7,71	7,66
Fe общ, мг/л		<0,1	<0,1
Жесткость общ., мг-экв/л	не более 7,0	10	9,5
Окисляемость перманганатная, мг/дм ³	не более 5,0	0,72	1,2
Фториды	не более 1,5	0,95	0,85
Железо	не более 0,3	<0,1	<0,1
Медь (Cu)	не более 1,0	<0,001	<0,1
Цинк (Zn)	не более 5,0	<0,01	<0,01
Нитраты	не более 45,0	31,5	30,6
Нитрит-ион	не более 3,0	<0,2	<0,2
Марганец (Mn)	не более 0,1	<0,01	<0,01
Алюминий	не более 0,2	<0,04	<0,01
Кадмий (Cd)	не более 0,001	<0,0005	<0,0005
Молибден	не более 0,07	<0,001	<0,001
Никель	не более 0,02	<0,001	<0,001
Свинец	не более 0,01	<0,001	<0,001
Хром	не более 0,05	<0,001	<0,001
Барий	не более 0,7	<0,1	<0,1
Бериллий	не более 0,0002	<0,0001	<0,0001
Бор	не более 0,5	<0,05	<0,05
Мышьяк	не более 0,01	<0,005	<0,005
Селен (Se)	не более 0,01	<0,002	<0,002
Стронций (Sr)	<7,0	<7,0	<0,25
Ртуть	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Цианиды	<0,07	<0,01	<0,01
ГХЦГ	<0,002	<0,00008	<0,00008
ДДТ	<0,002	<0,0002	<0,0002
2,4-Д	<0,03	<0,0001	<0,0001
Нефтепродукты, мг/дм ³	не более 0,1	<0,005	<0,005
Фенолы, мг/дм ³	не более 0,25	<0,0005	<0,0005
АПАВ, мг/дм ³	не более 0,5	<0,015	<0,015

3 МЕТОДИКА

3.5 Выводы по главе

Сделан обзор месторождений подземных вод республики Хакасия; собран материал по Моховскому месторождению подземных вод, изучены гидрогеологическое районирование и стратификация района исследований.

Средствами ГИС ArcGIS создана картографическая основа для оформления карт и результатов планируемого моделирования.

Изучена методология построения гидродинамических моделей и возможность применения гидродинамического моделирования для прогноза работы водозабора в условиях изменчивости уровня воды в водохранилище.

Рассмотрена методика гидрогеохимического моделирования, позволяющая давать оценку минеральных равновесий.

4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

4.4 Выводы по главе

Создана обзорная карта района исследований, оцифрованы действующие скважины водозабора и границы территории отвода водозабора. Показано, что дешифрирование среднемасштабных мультиспектральных космических снимков позволяет контролировать и оценивать темпы изменения береговой линии акватории водохранилища практически в реальном времени, предоставляя дополнительный инструмент для дистанционной оценки эффективности применяемых мер регулирования водохранилища и оценки зон питания инфильтрационных водозаборов, что может быть использовано при создании гидродинамических и геомиграционных моделей.

Изучена возможность применения гидродинамического моделирования для прогноза работы водозабора в условиях изменчивости уровня воды в водохранилище. Создание модели водозабора в программном комплексе Processing Modflow помогает оценить изменчивость напоров в продуктивном водоносном горизонте при различных уровнях воды в водохранилище. В перспективе предполагается оценить баланс по перетокам между водоносными горизонтами. Применение гидродинамического моделирования представляет собой эффективный инструмент по контролю за изменениями качества воды и ресурсами водозабора.

Результаты оценки минеральных равновесий в программном комплексе HydroGeo позволяют давать рекомендации по минимизации рисков зарастания водоподъемного и транспортировочного оборудования вторичными минералами, а также оценивать изменение качества воды в зависимости от баланса смешивающихся в продуктивном водоносном горизонте вод.

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

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.

В качестве объекта детальных исследований было выбрано Моховское месторождение подземных вод, предназначенное для водоснабжения пгт. Пригорск республики Хакасия и расположенное на берегу Красноярского водохранилища. Исследование проводилось с целью изучения изменений состава добываемой в месторождении воды, в зависимости от уровня воды в водохранилище. Это обусловлено тем, что такие изменения состава определяют

баланс между инфильтрацией воды из водохранилища и ее перетоком из нижезалегающих верхнедевонских отложений.

5.1 Предпроектный анализ

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В данном проекте сегментами рынка являются:

- Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды республики Хакасия;
- Коммунальные предприятия, занимающиеся водоснабжением;
- Научно-исследовательские организации, университеты.
- Граждане.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

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

В данном научном исследовании анализируется влияние геологического строения на функционирование природных объектов, главным образом анализируется смещение вод из верхнедевонских и четвертичных отложений в объекте исследования.

В таблице 5.1.2.1 приведена оценка конкурентов, где Ф – разрабатываемый проект, к1 – исследование, проведенное инженером-гидрогеологом в научно-исследовательском институте, к2 – исследование, проведенное организацией, которая занимается гидрогеологической инспекцией.

Таблица 5.1.2.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,12	5	3	4	0,6	0,36	0,48
2. Точность	0,14	4	4	4	0,56	0,56	0,56
3. Скорость	0,12	5	4	3	0,6	0,48	0,36
5. Потребность в ресурсах памяти	0,12	4	3	5	0,48	0,36	0,6
5. Технологичность	0,12	4	4	4	0,48	0,48	0,48
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,09	5	4	4	0,45	0,36	0,36
2. Цена	0,11	5	3	2	0,55	0,33	0,22
3. Время	0,09	4	5	3	0,36	0,45	0,27
5. Финансирование научной разработки	0,09	5	4	3	0,45	0,36	0,27
Итого	1	32	27	24	4,08	3,38	3,33

Критерии оценки подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Вес показателей в сумме должен составлять 1. Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Основываясь на проведенном анализе конкурентов, можно сказать, что проект превосходит конкурентные исследования, что связано с ценой, производительностью, потребностью в ресурсах памяти, объемом финансирования научной разработки, а также скоростью разрабатываемого

проекта. Однако уязвимость разрабатываемого проекта в том, что требуется больше времени на его выполнение (относительно времени, требуемого для научной организации).

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта (таблица 5.1.3.1). Применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в 3 этапа.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 5.1.3.1 – Матрица SWOT-анализа

<p>Сильные стороны С1. Низкая цена проекта С2. Отсутствие подобного исследования на территории области С3. Достаточно высокая точность результатов С5. Распространённость и доступность объектов исследования С5. Экологичность проведенных исследований С6. Низкие запросы к ресурсам памяти ЭВМ С7. Низкая стоимость научной разработки</p>	<p>Слабые стороны Сл1. Удаленность территории объекта исследования Сл2. Погрешности методов анализа и моделирования Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации</p>
<p>Возможности В1. Расширение сферы участия в проектах, реализуемых в рамках программ ТПУ В2. Появление дополнительного спроса на исследования</p>	<p>Угрозы У1. Развитие конкуренции У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства</p>

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 5.1.3.2. 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 «-».

Таблица 5.1.3.2 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	B1	+	+	+	+	0	0	+
	B2	+	+	+	+	0	+	+

		Слабые стороны проекта		
Возможности проекта		Сл1.	Сл2.	Сл3.
	B1	-	-	+
	B2	0	-	+

		Сильные стороны проекта						
Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	У1	+	+	+	-	0	-	+
	У2	-	-	-	-	-	-	+

		Слабые стороны проекта		
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	-	-
	У2	+	0	+

В рамках *третьего этапа* составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 5.1.3.3).

Таблица 5.1.3.3 –SWOT-анализ

	Сильные стороны	Слабые стороны
	<p>C1. Низкая цена проекта</p> <p>C2. Отсутствие подобного исследования на территории области</p> <p>C3. Достаточно высокая точность результатов</p> <p>C5. Распространённость и доступность объектов исследования</p> <p>C5. Экологичность проведенных исследований.</p> <p>C6. Низкие запросы к ресурсам памяти ЭВМ</p> <p>C7. Низкая стоимость научной разработки</p>	<p>Сл1. Удаленность территории объекта исследования</p> <p>Сл2. Погрешность методов анализа</p> <p>Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации.</p>
<p>Возможности</p> <p>B1. Расширение сферы участия в проектах, реализуемых в рамках программ ТПУ</p> <p>B2. Появление дополнительного спроса на исследования</p>	<p>Введение метода в вузы для обучения;</p> <p>Быстрое продвижение исследования в связи с преимуществами данного исследования;</p> <p>Дополнительный спрос может появиться за счет</p>	<p>Проверка результатов, отправлять пробы на внешний и внутренний контроль.</p>

	универсальности исследования.	
Угрозы У1. Развитие конкуренции У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	Создание конкурентоспособного проекта.	Из-за относительной длительности анализа могут возникнуть проблемы с продвижением данного исследования.

5.1.4 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 специальная форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта (таблица 5.1.5.1).

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 5.1.5.1 – 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	4	4
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	5	5
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	5	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	5
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	61	59

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 степени готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. В итоге получилось, что

разработка является перспективной, а уровень имеющихся знаний у разработчика выше среднего.

По результатам оценки выделим 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.

5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Для коммерциализации результатов, проведенного исследования будут использоваться следующие методы: инжиниринг и передача интеллектуальной собственности.

Инжиниринг будет предполагать 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.

Передача интеллектуальной собственности будет производиться в уставной капитал предприятия или государства.

Данные методы коммерциализации будут наиболее продуктивными в отношении данного проекта.

5.2 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 (таблица 5.2.1).

Таблица 5.2.1 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Выпуск высококвалифицированных специалистов
Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды	Получение гидрогеологического исследования подземного инфильтрационного водозабора
Население пгт. Пригорск	Получение качественной питьевой воды

В таблице 5.2.2 представлена иерархия целей проекта и критерии достижения целей.

В таблице 5.2.3 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 5.2.2 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Изучение распределения воды в водоносном горизонте по сезонам года и при изменении климатических и техногенных условий питания месторождения подземных вод
Ожидаемые результаты проекта:	Оценка действующей ситуации по восполнению ресурсов подземных вод и анализ перспективы их восполнения
Критерии приемки результата проекта:	Создание адекватной модели месторождения подземных вод на основе реальных данных
Требования к результату проекта:	Требование:
	Собрать банк данных по месторождению подземных вод
	Провести обработку полученных данных
	Выявить факторы, влияющие на восполнение ресурсов подземных вод

Таблица 5.2.3 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1.	Дутова Е.М., НИ ТПУ, профессор 0,7 ставки ОГ ИШПР	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	300
2.	Румак А.В., магистрант ОГ ИШПР	Исполнитель по проекту	Анализ литературных источников, составление банка данных, обработка данных, моделирование,	700

			написание работы	
ИТОГО:				1000

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 5.2.4).

Таблица 5.2.4 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	<u>1666653,65</u>
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

5.3 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.

5.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рисунок 5.3.1.1).



Рисунок 5.3.1.1 – Иерархическая структура работ

5.3.2 План проекта

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (таблица 5.3.2.1, 5.3.2.2).

Таблица 5.3.2.1– Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	7	01.09.22	07.09.22	Дутова Е.М., Румак А.В.
Согласование плана работ	7	08.09.22	15.09.22	Дутова Е.М., Румак А.В.
Литературный обзор	45	16.09.22	31.10.22	Дутова Е.М., Румак А.В.
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	50	01.11.22	20.12.22	Дутова Е.М., Румак А.В.
Написание отчета	162	21.12.22	31.05.23	Дутова Е.М., Румак А.В.
Итого:	271			

Таблица 5.3.2.2 – Календарный план график проведения НИОКР по теме

Наименование этапа	Т, дней	2022				2023				
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
Утверждение темы магистерской диссертации	7									
Согласование плана работ	7									
Литературный обзор	45									
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	50									
Написание отчета	162									



- Румак А.В.



- Дутова Е.М.

5.4 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.

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов). В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме (таблица 5.4.1).

Таблица 5.4.1 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование материалов	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Тетрадь	2	40	80
Ручка шариковая	3	31	93
Ластик	2	20	40
Печать	150	2	300
Бутилированная вода	167	26	4342
Энергия	100	3	300
Всего за материалы			5155
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)			257,75
Итого по статье			5412,75

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 5.4.2).

Таблица 5.4.2 – 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	Компьютер (HP)	1	50000,0	50000,0
2	Программное обеспечение Microsoft Office	1	9000,0	9000,0
3	Программное обеспечение ArcGIS 10	1	70000,0	70000,0
4	Программное обеспечение ModFlow	1	0,0	0,0
5	Программное обеспечение HydroGeo	1	10000,0	10000,0
6	Программное обеспечение Surfer	1	30000,0	30000,0
Итого, руб.:				169000,0

Расчет основной заработной платы. 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. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 5.4.3.

$$C_{зп} = З_{осн} + З_{доп}$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата

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

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_{раб}$$

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

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

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

где: $З_{м}$ – 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;

$F_{д}$ – 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 5.4.3.

Таблица 5.4.3 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	271	271
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	74	74
- праздничные дни	10	10
Потери рабочего времени		
- отпуск	18	18
- невыходы по болезни	10	10
Действительный годовой фонд рабочего времени	157	157

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_б * (k_{пр} + k_д) * k_p, \text{ где}$$

$З_б$ – базовый оклад, руб.;

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

$k_д$ – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – 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:

$$З_m = З_б * K_p, \text{ где}$$

$З_б$ – базовый оклад, руб.;

K_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Согласно информации сайта Томского политехнического университета, должностной оклад (ППС) профессора, доктора наук в 2022 году без учета РК составил 55664 руб., поскольку руководитель работает на 0,7 ставки, то оклад равен 38964,80. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 5.5.4.

Таблица 5.5.4 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Зб, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	З _м , руб	З _{дн} , руб.	Т _р , раб.дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	38964,8	1	0,02	1,3	51667,32	3422,55	157	537340,18
Магистрант	9100	-	-	1,3	11830	637	157	100009,00

Дополнительная заработная плата научно-производственного 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. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

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

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

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

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

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

В таблице 5.4.5 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 5.4.5 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	537340,18	100009
Дополнительная зарплата	53734,02	10000,90
Итого по статье С _{зп}	591074,20	110009,90

Отчисления на социальные нужды. Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

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

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

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 25.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и

научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%. Стипендиальный выплаты студентам, магистрам и аспирантам не облагаются налогом.

Отчисления на социальные нужды составляют:

$$C_{\text{внѐб}}=0,271*591074,20 = 160181,11 \text{ рублей}$$

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 70108,41 руб.

Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями.

Сторонние организации не привлекались. На эту статью расходов в данном проекте относится также использование Internet. Величина этих расходов определялась по договорным условиям и составляет $340*9(\text{месяцев})=3060$ руб.

Итого на оплату работ выходит 774252,51 руб.

Накладные расходы. Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,8 \cdot (591074,20 + 110009,90) = 560867,28$$

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

Таким образом, затраты проекта составляет 1666653,65 которые приведены в таблице 5.4.6.

Таблица 5.4.6 – Затраты научно-исследовательской работы

Вид работ	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	5412,75	169000	637349,18	63734,92	160181,11	70108,41	-	-	560867,28	<u>1666653,65</u>
Аналог	2000	300000	999919,20	99991,60	329973,20	109991,10	-	-	879928,60	2721803,70

Операционные затраты, руб = сырье+амортизация+ЗП(осн.+доп.)+соц отч.+науч.ком+контр.расх+накл.расх = 1833319,02

5.4.1 Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 5.4.1.1.

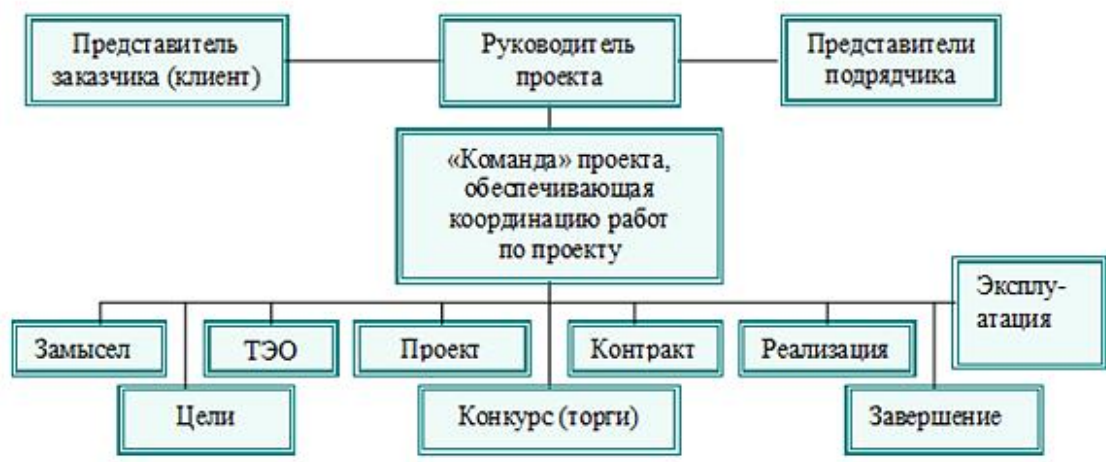


Рисунок 5.4.1.1 – Проектная структура проекта

5.4.2 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 5.4.2).

Таблица 5.4.2.1 – План управления коммуникациями

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

5.4.3 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 5.4.3.1

Таблица 5.4.3.1 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Неточность метода анализа	Привнесение погрешности в результаты моделирования	2	5	Низкий	Внешний и внутренние анализы	Низкая точность метода анализа
2	Погрешность расчетов	Снижение точности результатов моделирования	3	5	Средний	Пересчет, проверка	Невнимательность, отсутствие концентрации
3	Отсутствие интереса к результатам исследования	Отсутствие внедрения результатов на практике	2	5	Низкий	Привлечение предприятий, публикация результатов	Отсутствие публикации результатов исследования

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

5.5.1 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).

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 ($t= 0, 1, 2 \dots n$)

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 5.5.1.1. При расчете рентабельность проекта составляла **20-25 %**, норма амортизации - 10 %.

$Аг = Сперв * На / 100 = 1666653,65 * 10 / 100 = 166665,36$; $себ = 1666653,65$ р.,
Выручка = себестоимость * 1,25 = 2083317,06

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1+i)^t}$$

где: i – ставка дисконтирования, 20 %;

t – шаг расчета.

Таблица 5.5.1.1 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	2083317	2083317	2083317	2083317
2	Итого приток, руб.	0	2083317	2083317	2083317	2083317
3	Инвестиционные издержки, руб.	- 1666653,65	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб. (35% от бюджета)	0	467291,9252	467291,9252	467291,9252	467291,9252
5	Налогооблагаемая прибыль(1-4)	0	1616025	1616025	1616025	1616025
6	Налоги 20 %, руб.(5*20%)	0	323205,03	323205,03	323205,03	323205,03
8	Чистая прибыль, руб.(5-6)	0	1292820,11	1292820,11	1292820,11	1292820,11
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.(чистая прибыль+амортизация)	- 1666653,65	1459485,475	1459485,475	1459485,475	1459485,475
10	Коэффициент дисконтирования при $i=20\%$ (КД)	1	0,833	0,694	0,578	0,482
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.(9*10)	1666653,65	1215751,40	1012882,92	843582,60	703472,00
12	Σ ЧДД	3775688,92 руб.				
12	Итого NPV, руб.	2109035,27 руб.				

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 2109035,27 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

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:

$$PI = \frac{3775688,92}{1666653,65} = 2,26$$

Так как $PI > 1$, то проект является эффективным.

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.

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 5.5.1.2 и на рисунке 5.5.1.1.

Таблица 5.5.1.2 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	
1	Чистые денежные потоки, руб.	- 1666653,65	1459485,47	1459485,47	1459485,47	1459485,47	NPV, руб.
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,35	
	0,4	1	0,714	0,51	0,364	0,26	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,39	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,5	0,25	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	- 1666653,65	1326672,30	1205535,00	1096073,59	996828,58	2958455,82

	0,2	- 1666653,65	1215751,40	1012882,92	843582,60	703472,00	2109035,27
	0,3	- 1666653,65	1122344,33	864015,40	664065,89	510819,92	1494591,89
	0,4	- 1666653,65	1042072,63	744337,59	531252,71	379466,22	1030475,51
	0,5	- 1666653,65	973476,81	648011,55	430548,22	288978,12	674361,052
	0,6	- 1666653,65	912178,42	569199,34	356114,46	223301,28	394139,841
	0,7	- 1666653,65	858177,46	488927,63	296275,55	163462,37	140189,368
	0,8	- 1666653,65	811473,92	450981,01	249572,02	138651,12	-15975,578
	0,9	- 1666653,65	767689,36	404277,48	213084,88	112380,38	-169221,55
	1	- 1666653,65	729742,74	364871,37	182435,68	90488,10	-299115,76

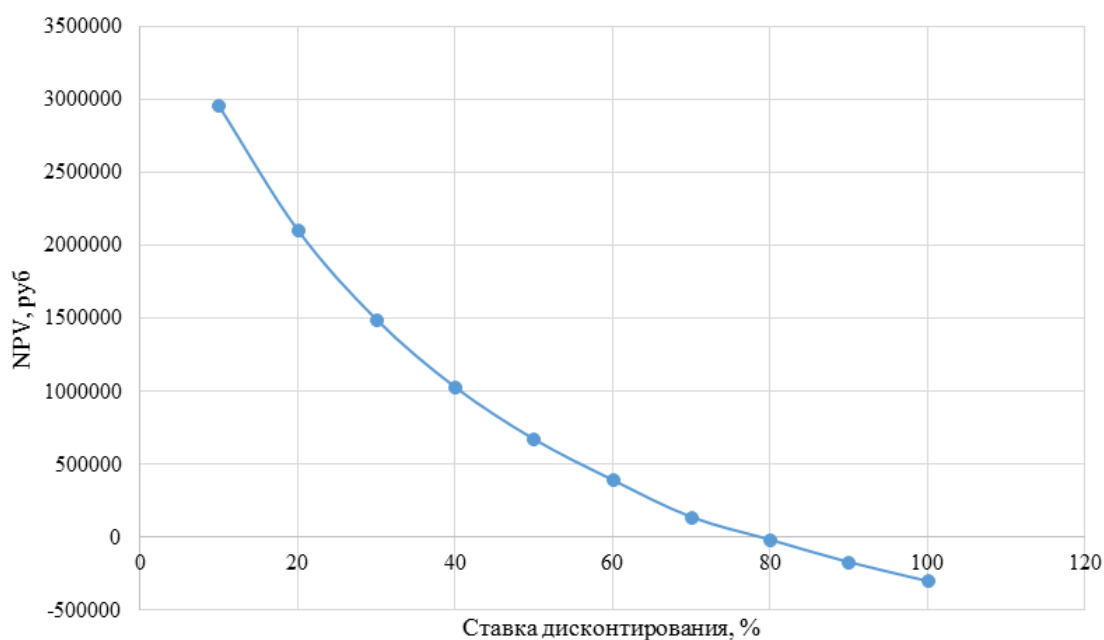


Рисунок 5.5.1.1 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

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 0,79.

$IRR > i$, проект эффективен.

Запас экономической прочности проекта: $79\% - 20\% = 59\%$

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 5.5.1.3).

Таблица 5.5.1.3 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,20$), руб.	-1666653,65	1215751,40	1012882,92	843582,60	703472,00
2	То же нарастающим итогом, руб.	-1666653,65	-450902,25	561980,67	1405563,27	2109035,27
3	Дисконтированный срок окупаемости	$DP_{диск} = 1 + (450902,25 / 1012882,92) = 1,445$ года				

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 5.5.1.4).

Таблица 5.5.1.4 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие стабильного и качественного водоснабжения пгт. Пригорск	Обеспечение населения чистой питьевой водой
Зависимость от природных факторов, невозможность прогнозирования работы водозабора	Возможность прогнозирования работы водозабора, стабильность

5.5.2 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.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

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

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

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

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

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{1666653,65}{2721803,70} = 0,61$$

$$I_{\text{финр(аналог)}}^{\text{исп.}i} = \frac{2721803,70}{2721803,70} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо

соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (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 5.5.2.1).

Таблица 5.5.2.1 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,20	5	5
2. Удобство в эксплуатации	0,20	4	3
3. Надежность	0,25	4	4
5. Безопасность	0,15	4	3
5. Простота эксплуатации	0,20	5	4
Итого	1	22	19

$$I_m^p = 5 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 = 4,40$$

$$I_1^A = 5 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 = 3,85$$

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{\text{финр}}^p$ и аналога $I_{\text{финр}}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

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

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{4,40}{0,61} = 7,21; I_{\text{финр}}^a = \frac{3,85}{1,00} = 3,85$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a} = \frac{7,21}{3,85} = 1,87$$

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

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

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

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 5.5.2.2.

Таблица 5.5.2.2 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,61	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,40	3,85
3	Интегральный показатель эффективности	7,21	3,85
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,87	1

Выводы: Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что разработанный вариант проведения

проекта является наиболее эффективным при решении поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 2109035,27 руб.; индекс доходности $PI=2,26$, внутренняя ставка доходности $IRR=79\%$, срок окупаемости $PP_{дск}=1,445$ года.

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

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

6.1 Введение

Целью данной выпускной квалификационной работы является изучение использования подземных вод для организации хозяйственно-питьевого водоснабжения поселка Пригорск в республике Хакасия. Исходными данными для исследования являются данные по гидрогеологическим характеристикам водозабора [52], уровни в верхнем бьефе Красноярского водохранилища [24], а также космические снимки программ Landsat [25], распространяемые бесплатно. Камеральные работы по сбору и обработке результатов исследований осуществляются с помощью персонального компьютера (ПК).

В данном разделе выпускной квалификационной работы исследованы меры по защите исполнителя камеральных работ от возможного негативного воздействия среды, а также вредные и опасные факторы среды. Кроме того, были рассмотрены возможные чрезвычайные ситуации и действия, которые исполнитель должен выполнить в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Были выделены и рассмотрены такие факторы, воздействующие на исполнителя камеральных работ, как: освещение, микроклимат, электромагнитное излучение, монотонный режим работы, нервно-психические перегрузки. К опасным факторам при работе с ПК можно отнести высокое напряжение и возможность короткого замыкания, влекущего за собой опасность поражения работника электрическим током.

Программные продукты, используемые для обработки результатов исследования, не оказывают непосредственного негативного влияния на окружающую среду, однако их использование сопряжено с использованием

персональных компьютеров, при утилизации которых оказывается негативное влияние на литосферу.

6.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Камеральные работы проводились при использовании ПК. При работе с ПК на рабочем месте должно быть правильно выбранное помещение; освещение, организовано медицинское обследование пользователей и пр. В соответствии с законодательством (статья 212 ТК РФ [49]), работодатель имеет ряд обязательств по обеспечению безопасных условий и охраны труда.

При выборе ПК необходимо учитывать необходимые мощности для обработки результатов. Также немаловажным фактором при выборе компьютеров для сотрудников является возможность конструкции изменять положение монитора в различных плоскостях (горизонтальные или вертикальные), с возможной устойчивой фиксацией в положении, удобном для пользователя. Цвет корпуса ПК должен быть нежным, спокойным и без блестящих деталей, которые, создавая блики, вызывают повышенную утомляемость глаз. Экран монитора должен обеспечивать регулировку яркости и контрастности, для того, чтобы каждый работник мог установить режим, который будет соответствовать чувствительности глаз и условиям освещенности.

Поверхность рабочего стола должна быть использована для оптимального размещения задействованного оборудования. Кроме того, форма и положение офисного кресла, а также расположение рабочего стола должны быть эргономичны для поддержания комфортной позы пользователя: так, чтобы он мог менять положения своего тела для предупреждения утомления.

Согласно статье 212 ТК РФ[49], работодатель имеет ряд обязательств по обеспечению безопасных условий и охраны труда. В данный ряд входит обеспечение соответствия условий рабочих мест и режима работы требованиям норм охраны труда, проведение медицинских осмотров, организация проведения медицинских осмотров, установление режима труда и отдыха в соответствии с законодательством и т.д. Исполнитель камеральных работ также имеет ряд обязательств перед работодателем. Так, в статье №414-V трудового кодекса, исполнитель обязуется проходить все необходимые инструктажи, обучающие семинары, медицинский осмотр, и выполнять прочие требования работодателя касательно его безопасности на рабочем месте.

6.3 Производственная безопасность

Вредные и опасные факторы, воздействующие на сотрудника, устанавливаются согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»[12].

Опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ отражены в таблице 6.3.1.

Таблица 6.3.1 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы камеральных работ			Нормативные документы
	Сбор материалов	Обработка	Анализ	
1. Недостаточная освещенность рабочей зоны	-	+	+	Освещение: СП 52.13330.2016
2. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Шум, статическое электричество, психофизиологические факторы: СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [38] СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 [40]

3. Психофизиологические факторы: нервно-психические перегрузки.	+	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [3938] ТОИ Р-45-084-01 [48] Микроклимат: СанПиН 2.2.4.548-96 [40] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [39] Электрический ток, короткое замыкание: ГОСТ Р 12.1.019-2009 [21]
4. Превышение уровня шума	-	-	-	
6. Статическое электричество	+	+	+	
6. Электрический ток	+	+	+	

6.4 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятия по их устранению

6.4.1 Отклонение показателей микроклимата помещения

В этих нормах отдельно нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производимой работы и характера тепловыделений в рабочем помещении [40].

Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2° С и выходить за пределы величин, указанных в табл. 6.4.1.1 для отдельных категорий работ.

Таблица 6.4.1.1 - Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений по СанПиН 2.2.4.548-96

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, ккал/ч	Температура воздуха		Температура поверхности, t °С	Относительная влажность воздуха, φ, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин t°			Если t° > t° _{онт}	t° < t° _{онт}

		$t_{\text{опт}}^{\circ}$	опт				
Холодный	Iб, 121-150 ккал/ч	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
<p>Примечание: Iб – работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением;</p>							

Помещение оборудуется естественной вентиляцией - организованным и регулируемым воздухообменом, который обеспечивает удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу в него свежего. В производственных помещениях с длительным пребыванием в них человека требуется устройство отопительных систем в холодное время года. Системы отопления состоят из трех основных элементов: генератора для получения тепла, теплопровода или канала для транспорта теплоносителя от места выработки к отапливаемому помещению и нагревательных приборов.

Определение воздухообмена в общественном помещении производится по количеству углекислого газа, выделяемого человеком и по допустимой концентрации его (МУ, ТПУ[30]). В помещении одновременно находится до трех человек. Содержание углекислоты в атмосфере исследуемого города Томск – 1000 мг/м³. ПДК в воздухе рабочей зоны 9000 мг/ м³. Количество углекислоты, выделяемой человеком при легкой работе в учреждениях, составляет $gCO_2 = 24$ г/ч. Количество, выделяемое всеми работниками, составляет:

$$G=N_{\text{людей}} \cdot gCO_2; G=3 \cdot 24=72 \text{ г/ч}$$

Потребный воздухообмен определяется по формуле:

$$L=1000G/x_B-x_H, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где L , м³/ч – требуемый воздухообмен; G , г/ч – количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения; x_v , мг/м³ – предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения, согласно; x_n , мг/м³ – максимально возможная концентрация той же вредности в воздухе населенных мест по СанПиН 1.2.3685-21.

$$L=9000*72/(9000-1000) = 81 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не превышает предельно допустимые концентрации и регулируется ГОСТ 12.1.005-88.

Рассчитаем кратность воздухообмена n , которая показывает, сколько раз в течение одного часа воздух полностью сменяется в помещении.

Кратность воздухообмена определяется по формуле:

$$n = L/V, \text{ ч}^{-1}$$

где V – внутренний объем помещения, м³.

$$n = 81/400, \text{ ч}^{-1}$$

При объеме помещения, равном 400 м³, $n = 0,2$

Согласно СП 2.2.3670-20, кратность воздухообмена $n > 10$ недопустима. В случае с нашим помещением, кратность воздухообмена соответствует нормам и работать в нем допустимо и комфортно.

6.4.2 Недостаточная освещенность рабочего места

Свет имеет большое значение в жизнедеятельности человека, сохранении его здоровья и высокой работоспособности. Отсутствие хорошего освещения может привести к профессиональным заболеваниям, а также ухудшению концентрации внимания работников. Работа инженера в основном проводится за дисплеем персонального компьютера, что, в случае недостаточной освещенности рабочего места, вынуждает его работать с контрастным фоном. В результате у работника может ухудшиться зрение, а также возникнуть переутомление. Избыток освещения также снижает

зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения. Поэтому существующие нормы освещенности нужно знать и уметь использовать.

Освещение производственных помещений может осуществляться естественным и искусственным путем. Естественное освещение осуществляется через окна. Искусственное освещение в помещении осуществляется системой общего равномерного освещения, при работе с документами применяются системы комбинированного освещения. Согласно санитарно-гигиеническим требованиям рабочее место должно освещаться как естественным, так и искусственным освещением. Требования к освещению установлены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[39].

Таблица 6.4.2.1 – Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК

Освещенность на рабочем столе	300-500 лк
Освещенность на экране ПК	Не выше 300 лк
Блики на экране	Не выше 40 кд/м ²
Прямая блескость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослепленности	Не более 20
Показатель дискомфорта	Не более 15
Отношение яркости между рабочими поверхностями	3:1-5:1 10:1
Коэффициент пульсации	Не более 5%

Помещение, в котором выполняются камеральные работы, имеет длину 10 м, ширину 10 м, высоту 4 м, светлый окрас стен и белый потолок. 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 0,5 м; источники света – люминесцентные лампы.

Характеристика зрительной работы – «высокая точность»;

Для разряда «III в» освещенность, при системе общего искусственного освещения при светлом фоне, составляет $E_n = 300$ лк (СП 52.13330.2016,). Коэффициент отражения потолка – $\rho_{п}=50\%$, стен – $\rho_{ст}=30\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника $K_3=1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z=1,1$ (МУ ТПУ[30]).

Для расчета системы общего равномерного освещения необходимо охарактеризовать тип светильника и мощность ламп в помещении.

В нашем случае установлен люминесцентный светильник типа ОД с защитной решеткой, $\lambda=1,2$, применимый для освещения производственных помещений с нормальными условиями среды. Данный тип светильников является одним из наиболее распространённых для помещений с хорошим отражением потолка и стен, с умеренной влажностью и запыленностью.

Для расчета высоты подвеса замерим основные параметры в соответствии с расчетной схемой (рис. 6.4.2.1)

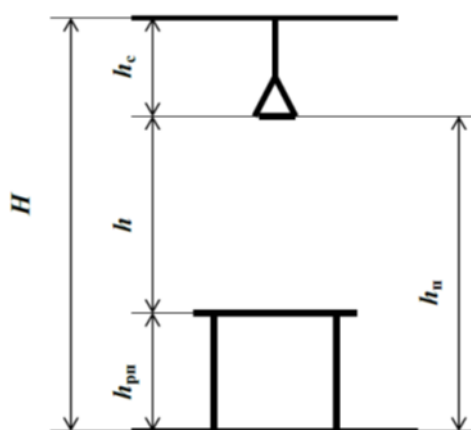


Рис. 6.4.2.1 Основные расчетные параметры

$$H = 4 \text{ м}; h_c = 0,5 \text{ м}; h = H - h_c - h_{pn} = 4,0 - 0,5 - 0,7 = 2,8 \text{ м};$$

$$\text{Расстояние между светильниками: } L = \lambda * h = 1,2 * 2,8 = 3,36 \text{ м};$$

$$\text{Расстояние от светильников до стены: } l = L/3 = 1,12 \text{ м}.$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду (МУ, ТПУ[30]):

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(B - \frac{2}{3} * L)}{L} + 1 = \frac{(10 - \frac{2}{3} * 3,36)}{3,36} + 1 = 4$$

$$n_{\text{св}} = \frac{(A - \frac{2}{3} * L)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{(10 - \frac{2}{3} * 3,36)}{0,5 + 0,5} = 8$$

Для данного помещения достаточно 4 ряда светильников типа ОД с защитной решеткой мощностью 65 Вт (с длиной 0,5 м) по 8 ламп в каждом ряду.

Рассчитаем индекс помещения по формуле:

$$i = S/h(A+B) = 100/(2,8(10+10)) = 1.8$$

Значения коэффициента использования светового потока светильников для помещения по таблице $\eta = 0,50$

Рассчитаем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{E_{\text{н}} * S * K_{\text{з}} * Z}{N_{\text{л}} * \eta} = \frac{300 * 100 * 1,12 * 1,1}{64 * 0,5} = 1155$$

Ближайшая стандартная лампа по таблице: ЛБ 20 Вт с потоком 1060 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \leq +20\%$$

Далее подставляем в формулу стандартное и рассчитанное значения:

$$-10\% \leq \frac{1060 - 1155}{1060} \leq +20\%$$

$$-10\% \leq -8,9\% \leq +20\%$$

Условие выполнено.

Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 64 * 20 = 1280 \text{ Вт.}$$

6.4.3 Превышение уровня шума

В производственном помещении при выполнении основных и вспомогательных работ с использованием ПК уровни шума на рабочих местах не превышает предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

В СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [39] установлены допустимые значения уровней звукового давления, создаваемого ПК (таблица 6.3.3).

Таблица 6.4.3.1 – Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ПК

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

6.4.4 Психофизиологические факторы

Работа с ПК сопряжена с воздействием вредных психофизиологических факторов, в частности, нервно-психических перегрузок. Для снижения воздействия вредных факторов, устанавливаются перерывы в работе для отдыха сотрудников. Суммарное время регламентированных перерывов при работе с ПК зависит от категории трудовой деятельности и уровня нагрузки за рабочую смену [39]. В таблице приведено суммарное время отдыха для каждой категории работ.

Таблица 6.4.4.1 – Суммарное время перерывов в зависимости от категории работы и нагрузки

Категория работы с ПК	Группа А, количество знаков	Группа Б, количество знаков	Группа В, часов	Суммарное время перерывов, мин
I	до 20 000	до 15 000	до 2	50
II	до 40 000	до 30 000	до 4	70
III	до 60 000	до 40 000	до 6	90

В данном случае уровень нагрузки относится к группе В, категория работы III. Согласно таблице, требуется установить перерывы, сумма которых за смену составит не менее 90 минут. По типовой инструкции по охране труда при работе на персональном компьютере ТОО Р-45-084-01 для данной категории работ требуется установить перерывы по 15 минут каждый трудовой час[48].

При работе на ПК необходимо осуществлять комплекс профилактических мероприятий:

проводить упражнения для глаз через каждые 20-25 минут работы;

на ПК, а при появлении зрительного дискомфорта, выражающегося в быстром развитии усталости глаз, рези, мелькании точек перед глазами и т.п., упражнения для глаз проводятся индивидуально, самостоятельно и раньше указанного времени;

для снятия локального утомления должны осуществляться физкультурные минутки целенаправленного назначения (индивидуально);

для снятия общего утомления, улучшения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также мышц плечевого пояса, рук, спины, шеи и ног, следует проводить физкультпаузы (согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [39]).

6.4.5 Статическое электричество

В помещениях, оборудованных ПК, токи статического электричества чаще всего возникают при прикосновении персонала к любому из элементов ПК. Такие разряды опасности для человека не представляют, однако кроме неприятных ощущений могут привести к выходу оборудования из строя.

Для предотвращения образования и защиты от статического электричества в помещении используются нейтрализаторы и увлажнители, а

полы имеют антистатическое покрытие в виде поливинилхлоридного антистатического линолеума.

Также в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 установлен максимальный допустимый электростатический потенциал экрана видеомонитора – 500 В.

В качестве мер уменьшения влияния вредных факторов на пользователя используются защитные фильтры для мониторов, увлажнители воздуха. Должны использоваться розетки с заземлением. Требуется проводить регулярную влажную уборку.

6.4.6 Электрический ток

К опасностям использования электрического тока относятся возможность поражения электрическим током, а также воспламенения электронных устройств из-за воздействия различных условий – попадания влаги или нарушения изоляции.

Поражение электрическим током может привести к ожогам, судорогам, повреждению нервной системы, а также смерти. Возникновение пожара может привести к последствиям, описанным в ГОСТ 12.1.033-81[16].

Во избежание смерти и других негативных эффектов необходимо соблюдать правила пожарной и электрической безопасности. Подготовка к предупреждению возникновения данных ситуаций должна производиться до начала работы.

Требования безопасности при эксплуатации электрооборудования регламентируются следующими нормативными актами:

ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [21];

Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей, утверждёнными Приказом Минэнерго России от 13.01.2003 г. №6[35].

Согласно им:

- электрооборудование, имеющее контакты для подключения заземления, должно быть заземлено, а помещения, где размещаются рабочие места с ПК, должны быть оборудованы защитным заземлением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации оборудования;
- все крышки и защитные панели должны находиться на своих местах;
- при работе с электрооборудованием не допускать попадания влаги на поверхность электрооборудования;
- вентиляционные отверстия электрооборудования не должны быть перекрыты находящимися вплотную стенами, мебелью, посторонними предметами;
- выдергивание штепсельной вилки электроприбора необходимо осуществлять за её корпус, при необходимости придерживая другой рукой корпус штепсельной розетки;
- подключение и отключение разъемов компьютеров и оргтехники должно производиться при отключенном питании;
- удаление пыли с электрооборудования должно производиться в отключенном от электрической цепи состоянии;
- перед использованием электроприборов необходимо проверить надёжность крепления электророзетки, свериться с номиналом используемого напряжения;
- корпуса штепсельных розеток и выключателей не должны содержать трещин, оплавлений и других дефектов, способных снизить защитные свойства или нарушить надёжность контакта;
- кабели (шнуры) электропитания не должны содержать повреждений изоляции, сильных изгибов и скручиваний.

Для предотвращения опасных последствий необходимо соблюдение правил ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [17].

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.

6.5 Экологическая безопасность

Персональный компьютер может нагреваться, а также быть источником электромагнитного и ионизирующего излучения, а также шума. Для защиты здоровья сотрудников, работающих с программным обеспечением, рекомендуется соблюдать необходимую дистанцию при работе с компьютером (от 0.5 до 1 м), а также использовать эффективные охлаждающие системы и наиболее современное и эффективное оборудование.

Необходимо отметить, что в целом при работе с компьютером существенного загрязнения окружающей среды не происходит и вредные выбросы не сравнимы с производственными.

При необходимости утилизации компьютерной техники пользователь должен руководствоваться следующими принятыми положениями. Федеральный закон № 89 от 1998г. «Об отходах производства и потребления» запрещает юридическим лицам самовольно избавляться от опасных отходов. Этим видом деятельности могут заниматься только

специализированные структуры. В их число входят и фирмы, которые занимаются утилизацией электронных отходов. В данных структурах обращение с отходами регламентируется ГОСТ Р53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами», а распространены они повсеместно [22].

6.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В ходе изучения были выявлены следующие чрезвычайные условия: пожары на рабочем месте, взрывы вследствие террористических действий, природные ураганы.

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией при работе с персональным компьютером является пожар на рабочем месте. В качестве противопожарных мероприятий должны быть применены следующие меры [16]:

- в помещении должны находиться средства тушения пожара, средства связи, план экстренной эвакуации;
- электрическая проводка электрооборудования и осветительных приборов должна быть исправна;
- все сотрудники должны знать место нахождения средств пожаротушения и уметь ими воспользоваться, иметь в наличии средства связи и номера экстренных служб;
- все сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации (рис. 6.6.1) и проинструктированы в соответствии с техникой безопасности.



Рисунок 6.6.1 – Схема плана эвакуации при пожаре (в соответствии с ГОСТ 34428-2018)

В связи с возможностью возникновения пожара разработан следующий план действий:

- в случае возникновения пожара необходимо сообщить о нем руководителю, постараться устранить очаг возгорания имеющимися силами при помощи первичных средств пожаротушения (огнетушители порошковый, углекислотный);
- привести в действие ручной пожарный извещатель, когда очаг возгорания потушить не удастся;
- сообщить о возгорании в службу пожарной охраны по телефону 01 или 010, сообщив адрес, место и причину возникновения пожара;
- принять меры по эвакуации людей, а также материальных ценностей;
- встретить пожарную охрану, при необходимости сообщить всю необходимую информацию и оказать помощь при выборе наилучшего

подхода к очагу возгорания.

Рабочее помещение должно быть оборудовано в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Необходимо иметь средства противопожарной защиты в помещении, такие, как порошковый огнетушитель, а также пожарную сигнализацию, средства связи и план эвакуации. Также рабочее место должно иметь достаточно пространства для эвакуации.

6.7 Выводы по разделу

В ходе выполнения работы над разделом “Социальная ответственность” выявлены опасные и вредные факторы, воздействию которых может подвергнуться человек, использующий ПК для проведения камеральных работ.

Проведён анализ нормативной документации – в целом, рабочее место удовлетворяет требованиям безопасности. Выполняемая работа не сопряжена с высоким риском травматизма. Выявленные в ходе работы факторы соответствуют нормативным значениям.

Освещение на рабочем месте соответствует нормам – используется несколько энергосберегающих ламп. Уровни шума находятся в допустимых пределах – источником шума при эксплуатации ПК могут являться системы охлаждения, а также жесткий диск, однако уровень создаваемого ими шума не высок. Микроклиматические условия соблюдаются за счет использования систем отопления в холодное время года и кондиционирования в летние дни. Во время работы делаются перерывы для снижения нагрузки и предотвращения нервно-психических перегрузок.

Помещение оборудовано согласно требованиям электробезопасности и соответствует категории помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

Присвоенная IV группа по электробезопасности работников соответствует занимаемым должностям согласно Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок (приказ министерства труда и социальной защиты российской федерации от 15 декабря 2020 года N 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» (с изменениями на 29 апреля 2022 года)). В случае выхода из строя используемой электроники, отходы передаются в соответствующие компании для дальнейшей утилизации.

Категория по группе тяжести работы и по уровню энергозатрат (СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания") – Ib. Перепады температур незначительны и входят в рамки установленных норм (не более 4°C).

Рабочее помещение оборудовано в соответствии с требованиями пожарной безопасности. По взрывопожарной и пожарной опасности (СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности») помещение относится к категории Д. Имеется порошковый и углекислотный огнетушители, а также пожарная сигнализация.

Негативное воздействие на окружающую среду отсутствует, так как нет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и отсутствует сброс загрязняющих веществ в составе сточных вод в централизованные системы водоотведения, другие сооружения. Согласно постановлению правительства РФ от 31 декабря 2020 года, N 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» (с изменениями на 7 октября 2021 года), объект относится к объектам IV категории.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

Опубликованная

1. Боровский Б.В., Дробноход Н.И., Язвин Л.С. Оценка запасов подземных вод. - Киев, 1989 - 407 с.
2. Гаев А. Я. и др. Гидрогеологические аспекты развития водохозяйственных технологий урбанизированных территорий на примере Оренбуржья //Вестник Пермского университета. Геология. – 2022. – Т. 21. – №. 1. – С. 24-33.
3. Дутова Е. М. и др. Геохимические особенности подземных вод хозяйственно-питьевого назначения Республики Хакасия //Вестник Томского государственного университета. – 2015. – №. 394. – С. 239-249.
4. Жернов И. Е., Шестаков В. М. Моделирование фильтрации подземных вод. – Недра, 1971.
5. Кирюхин В. А. Региональная гидрогеология. – РИЦ С.-Петербур. гос. горного ин-та, 2005.
6. Кузеванов К.И. Моделирование работы системы взаимодействия скважин в среде RMWIN (Processing Modflow). – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011 – 64 с.
7. Никитин М.Р. «Оценка влияния водохранилищ на гидрогеологические условия»; Отв. ред. И.С. Зекцер ; АН СССР. Ин-т вод. пробл. - Москва: Наука, 1990. - 94 с.
8. Плотников Н. И. Поиски и разведка пресных подземных вод //М.: Недра. – 1985.
9. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Балобаненко А.А., Покровский В.Д., Рехтин А.Ф. Гидрогеоэкологические условия водоснабжения населения юга Сибирского региона – Вестник ТГУ, 2014, №384.

10. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Булатов А.А., Кузеванов К.И. «Подземные водозаборы республики Хакасия и водоснабжение населения» – Томск: Изд-во НТЛ, 2001. – 300 с.
11. Шварцев С. Л. Общая гидрогеология. – 1996.
12. ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
13. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность.
14. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
15. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ Электромагнитные поля радиочастот.
16. ГОСТ 12.1.033-81 ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения
17. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
18. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ Рабочее место при выполнении работы сидя.
19. ГОСТ 21889-76 Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора.
20. ГОСТ 34428-2018 Системы эвакуационные фотолюминесцентные. Общие технические условия.
21. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
22. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов.
23. Государственный доклад о состоянии окружающей среды в Республике Хакасия в 2020 году. [Электронный ресурс]: minprom19.ru/upload/iblock/8ef/gosdoklad_2020.pdf
24. Данные Государственного мониторинга состояния недр территории СФО (Красноярский край, Республика Хакасия) за 2017-19 гг.
25. Интернет-ресурс: Earthexplorer (URL: www.earthexplorer.usgs.gov.)

26. Интернет-ресурс: ГУП РХ «Хакресводоканал» <https://www.hakresvod.ru/>
27. Интернет-ресурс: История предприятия ГУП РХ «Хакресводоканал». [Электронный ресурс]: www.hakresvod.ru/index.php/o-kompanii/istoriya
28. Лицензия АБН 00621 ВЭ на пользование недрами с целевым назначением и видами работ «Разведка и добыча подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения п. Пригорск от 22.11.2012 г.
29. Материалы создания Государственной гидрогеологической карты Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 (третье поколение) лист N-46 – Абакан – Красноярск, 2017.
30. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» ВКР магистра и специалиста всех направлений и форм обучения ТПУ/Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева, О.А. Антоневиц, И.И. Авдеева – Томск: Изд-во ТПУ, 2022. – 18 с.
31. Объяснительная записка листа N-46-XX серия Минусинская, Москва – 1962 г.
32. Отчет о деятельности Минприроды Хакасии за 2021 год. [Электронный ресурс]: r-19.ru/authorities/ministry-of-industry-and-natural-resources-of-the-republic-of-khakassia/docs/290/129007.html
33. Постановление правительства РФ от 31 декабря 2020 года, N 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий»
34. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (приказ министерства труда и социальной защиты российской федерации от 15 декабря 2020 года N 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» (с изменениями на 29 апреля 2022 года)
35. Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей, утверждёнными Приказом Минэнерго России от 13.01.2003 г. №6

- 36.Протокол № 276 от 06.07.1983 г заседания Территориальной комиссии по запасам полезных ископаемых (ТКЗ) Моховское месторождение подземных вод: 83 стр, г. Красноярск, 1983 г.
- 37.СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.
- 38.СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
- 39.СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
- 40.СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 41.СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
- 42.СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
- 43.СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
- 44.СП 2.2.3670-20 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда.
- 45.СП 31.1339.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84.
- 46.СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
- 47.Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы республики Хакасия на 15.03.2021 г. – ФГБУ «ВСЕГЕИ».
- 48.ТОИ Р-45-084-01 Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере.

- 49.Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022, с изм. от 11.04.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023).
- 50.Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование (уровень магистратуры).

Фондовая

- 51.Елисеев В.М. Отчет по гидрогеологическому и инженерно-геологическому доизучению с геоэкологическим картированием масштаба 1:200000 зоны г.г. Абакан, Черногорск, Минусинск (лист N-46-XX). 2002, 28075ф, Красноярский ТГФ.
- 52.Смелов А.В., Елисеев В.М. «Отчет по детальной разведке подземных вод для водоснабжения предприятия ПА-1582 / объект 4000» – Том I : г. Красноярск - 1983 г.
- 53.Кривошеев А. С. И др. Сводный отчет по результатам наблюдений за поверхностными и подземными водами в районе Минусинской ТЭЦ за период с 1983 по 1996 гг., 27388ф, Красноярский ТГФ.
- 54.Мельникова В.А. Ведение мониторинга геологической среды южных районов Красноярского края на 2000-2003 гг., 2004.

Приложение I

(справочное)

The use of groundwater for the organization of water supply to the urban population (on the example of the urban-type settlement of Prigorsk of the Republic of Khakassia)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ12	Румак Александра Васильевна		01.03.2023

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Дутова Екатерина Матвеевна	д.г.- м.н., профессор		01.03.2023

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Сыскина Анна Александровна	к. ф. н., доцент		01.03.2023

2. NATURAL CONDITIONS AND GEOLOGICAL STRUCTURE

2.1 Geographical location of the district

The Mokhovskoye underground water deposit is located in the Ust-Abakan district of the Republic of Khakassia, 35 km from Abakan, near the city of Prigorsk. The distance from the deposit to consumers is from 1 to 7 km.

The Mokhovskoye field is located in the coastal unheated part of the Krasnoyarsk reservoir. The general location of the research object is shown in the figure below (Figure 2.1.1).

Figure 2.1.1 Layout of the Mokhovsky groundwater deposit (based on openstreetmaps vector maps).

Figure 2.1.2 Mokhovsky intake (October, 2022).

2.2 Landscape

The Republic of Khakassia is located on the Asian mainland and covers an area of 61.9 thousand km². Its maximum length from north to south is 463 km, from west to east – 210 km. In the north and east, Khakassia borders with the Krasnoyarsk Territory, in the south and southwest - with the republics of Tyva and Altai, in the west with the Kemerovo region. Approximately one third of its territory belongs to the flat spaces of the Minusinsk basins and two thirds to the mountain structures of the Kuznetsk Alatau and Western Sayan, framing the basins from the west and south. Within the mountain structures, the mid-mountain relief with subtaiga and mountain-taiga landscapes prevails, in the most elevated parts of the ridges, areas of high-mountain relief are developed. The Minusinsk basins (Yuzhno-Minusinskaya, Sydo-Yerbinskaya and Severo-Minusinskaya) are characterized by steppe and forest-steppe landscapes.

2.3 Hydrography

The water resources of the republic are represented by rivers, lakes, swamps, reservoirs, canals and ponds. There are 6556 large and small rivers, about 130 ponds, more than 500 lakes, of which about 100 with varying degrees of water mineralization. Some of them are curative, there is a radon source. The main waterway is the Yenisei River. The largest rivers of Khakassia are the Yenisei, Abakan, Chulym and Tom. The object of the study is located next to a large waterway – the Yenisei River.

2.4 Climatic conditions

A variety of climatic and vegetation zones of republic is characterized from highlands with year-round glaciers and snow, tundra, forests and forest-steppes to steppes with ancient burial grounds.

The climate is sharply continental with large amplitudes of seasonal temperature fluctuations (up to 85-92 °C), insufficient moisture in the steppe zone and excessive in mountain structures.

The weather is unstable, with dry hot summers and cold, snow-free and long winters. The average air temperature in July is +17.9°C, in January -18.9 °C. The number of sunny days in the republic is much higher than in neighboring regions.

The average annual precipitation ranges from 250 mm in the steppes to 600-700 mm in the mountains (the maximum is typical for the Kuznetsk Alatau, 1700 mm or more).

2.5 Geological structure

Normal sedimentary deposits of Devonian, Carboniferous and Quaternary age take part in the geological structure of the district.

2.6 Stratigraphy

Devonian system. The deposits of the Devonian system occupy the main part of the work area and are represented by the Zhivetsky, Fransky and Femensky series, which correspond to each other and have an angular disagreement with the rocks of the Carboniferous age. The Zhivet series is represented by the Saragesh and Beiskaya formations.

The Saragesh formation in lithological terms, the leading role belongs to arkose sandstones, calcareous siltstones, mudstones, limestones and marls of yellowish-gray, green-gray and dark gray color. Limestones and marls are plastered and ironed in places. The thickness of the suite varies from 70 to 370 m.

The Beiskaya formation is represented by gray-colored limestones, marls, siltstones and sandstones. The rocks are characterized by an abundance of various organic residues, the thickness of the formation is 50-140 m.

The Fran serie is represented by the Oidenon and Kohai formations.

Oydanov's formation. Deposits of this formation are common in the central part of the district. They are represented by red-colored sandstones and siltstones. Sandstones, as a rule, are dense, layered or massive, coarse and medium-grained. The cement is a carbonate-ferruginous or clay-ferruginous mass. The power of the suite does not exceed 400 m.

The Kohai formation is spread on both sides of the Bija River valley. The deposits of the formation are closely related in the area extremely poorly. The suite is represented by variegated mudstones, siltstones and sandstones. The capacity of the suite is up to 200 m.

The Famen serie is represented by the Tubin formation.

The Tuba formation has a slight distribution in the north-east of the work area. The deposits are represented by polymictic sandstones and siltstones, containing subordinate layers of mudstones and limestones. The capacity is up to 300 m.

The Carboniferous system. In the area of work, it is represented by the lower department of the Tournaisian serie. The composition of the tier includes deposits of the Bystryan and Altai formations, composing the elevated part of the Cuesta ridge in the form of narrow bands of the latitudinal direction.

The Bystryanskaya formation is composed of gray yellowish-gray tuffs and tuffites, sandstones and limestones. The sediments of the formation correspondingly lie on the sandstones and siltstones of the Tuba formation. The power of the suite is 140-180 m.

Altai formation. The deposits of the formation are lithologically represented by brown and purple-red tuffs, tuffites and sandstones. The capacity of the suite is up to 80 m.

The quaternary system is represented by alluvial deposits of the R valley. Yenisei and R. Bijah. Deposits are represented by clays, loams, sands, gravel and pebbles. The sands are mainly gray shades, polymictic, of various granularity with a predominance of large and medium fractions, sometimes (the valley of the Bijah River) with layers of sandy loam. Clay sediments are confined to secondary facies. Gravel-pebble deposits with a sandy aggregate, well maintained in area. Both acidic and basic rocks are present in the composition. The power of gravel-pebble precipitation ranges from the first meters to 15-20 m. The total thickness of Quaternary deposits in the area varies widely and reaches 40-50 meters.

In the area of the Mokhovsky deposit, the Upper Devonian deposits are represented by sandstones, mudstones, less often siltstones. Sandstones are characterized by fracturing, weak development of weathering cracks and massive texture. Mudstones are characterized by parallel complexity. The layers within the site are well maintained. Tectonically, the Upper Devonian sediments compose the southeastern wing of the Bijin anticline.

Quaternary deposits of the river valley. The Yenisei is represented by gravel-pebble deposits with a sandy filler. Their power increases from 10 m along the side

of the valley to 40 m to the riverbed. Gravel-pebble deposits of the Biji River do not exceed 7 m. They are characterized by a loamy aggregate. In the sole of the alluvium lies a pack of overlapping clay and sandy sediments with a capacity of up to 10-12 m.

Aquifers and complexes of Quaternary, Lower Carboniferous and Devonian deposits have been identified according to the stratigraphic affiliation and conditions of occurrence of water-bearing rocks in the Mokhovsky deposit area.

The deposits of the Devonian system occupy the main part of the work area and are represented by the Zhivetsky, Frensky and Femensky series, which correspond to each other and have a conditional disagreement with the rocks of the Carboniferous age. The Zhivetskaya serie is represented by the Saragesh and Beiskaya formations.

2.7 Tectonics

The described area extends in the central part of the Minusinsk basin. The Middle Paleozoic sediments, performing depressions, sharply disagree on the complexly dislocated rocks of the Cambrian. The Bijinsky anticline and the Montenegrin mulda stand out on modern structures in the area.

According to the geological map, the Bijinskaya anticline has the shape of an irregular triangle, somewhat elongated in a south-westerly direction. Due to the undulation of the hinge, waves of domed swelling are formed on the fold. The angles of incidence within the anticline are no more than 10-15 °. With the exception of the nuclear part of the northeastern dome, where the rocks of the Saragesh formation fall at angles of 50-60 °. At the southern end of the northeastern dome, a small amplitude discharge is cut off. The southern wing of the anticline is complicated by a flexure, which is a tectonic boundary.

The Montenegrin mulda is structurally a flat-bottomed syncline composed of rocks of Carboniferous and Permian age. The work area captures the northern part

of it, flexure-like, where the angles of incidence are maximum and reach 20-30 ° C.

2.8 Geomorphology

Erosion-denudation and erosion-accumulative types of reliefs are distinguished in the area. The first includes the cuesta-ridge and relief of the bottoms and slopes of the interquest valleys, the second is the valley-terrace and floodplain relief of the Bijah and Yenisei rivers.

The Cuesta-ridge relief is developed in layered strata of Devonian and Lower Carboniferous, heterogeneous in lithological composition, composing the wings of folds, often complicated by flexure bends of layers. The cuestas form a system of long parallel-elongated elevations, between which wide interquest hollows develop in the looser sediments. The cuestas form symmetrical ridges at the angles of incidence of the layers more than 30 ° C. The height of individual cuestas reaches 100 m and is directly dependent on the proximity of the erosion base. Cuestas are most well expressed in carboniferous deposits.

The flat relief of the bottoms and slopes of the interquest depressions is developed in the clay and sandy-clay strata of the Kohai and Oydanov formations with their gentle occurrence. These depressions represent wide flat-bottomed valleys with a typical shallow-row microrelief.

Among the endogenous factors of relief formation, relatively slow differentiated elevations should be distinguished for the described types of relief. The age of formation of this type of relief is N₂-Q.

The valley-terraced and floodplain relief is characteristic of the valley of the Yenisei, the II above-floodplain terrace of the river developed in the form of small areas covered with a cover of sand and pebble deposits leaning against the bedrock. The high floodplain of the Yenisei River has a flat surface, teeming with

old trees, which currently serves as the bottom of the Krasnoyarsk reservoir. The age of this type of relief is quaternary.

2.9 Hydrogeological conditions

The work area is located within the Yuzhno-Minusinsk Artesian basin. Groundwater is confined to all stratigraphic units. According to the conditions of circulation and lithology of the water-bearing rocks, the groundwater of the area can be divided into two groups - fractured-pore waters of Devonian and carboniferous deposits and pore waters of alluvial deposits of river valleys. According to the stratigraphic affiliation and conditions of occurrence of water-bearing rocks in the area of the district, the following aquifers and complexes can be distinguished:

1. Quaternary sediment aquifer aQ
2. Aquifer complex of lower carboniferous deposits C₁
3. Upper Devonian sediment aquifer complex D₃
4. The aquifer complex of deposits of the Middle Devonian D₂

The aquifer of quaternary sediments is confined to the alluvial sediments of the Yenisei River and the Bidzha River and is distributed in the valleys of these rivers in the eastern and mid-southern part of the district. The water-bearing rocks are gravel-pebble deposits, sands, sandy loam. The aquifer is relatively well maintained, its power varies within significant limits, but does not exceed 30-40 meters. According to hydraulic features, groundwater is non-pressurized, but sometimes it has a local pressure in places where the water-bearing rocks are overlapped from above by clay sediments. Loams and clays of quaternary age, lying in the sole of alluvium, serve as the lower water barrier. Analysis of available materials shows

– high water content of rocks in the valley of the river. The Yenisei (flow rates up to 3 l/s at a decrease of up to 1.5 m) decrease in the valley of the Bijah River (up to 0.3 l/s at a decrease of 2.7 m).

– two sites with different mineralization are distinguished within the aquifer. For underground waters of the river valley. The Yenisei (the filled coastal part of the Krasnoyarsk reservoir) is characterized by variegated mineralization (0.3-3.0 g/l), which indicates the incompleteness of leaching processes, and increased hardness up to 80 mg-eq / l. The groundwater of the alluvial deposits of the Biji River is fresh (total mineralization up to 1 g/l).

The chemical composition of the described horizon is mainly bicarbonate-sulfate, calcium-magnesium or their derivatives.

The horizon is fed by unloading underground waters of bedrock into river valleys, infiltration of surface waters and precipitation. Unloading takes place in the Krasnoyarsk reservoir zone during the inter-ice period, as well as due to evaporation and transpiration processes.

The hydraulic connection of the horizon with other aquifers on a regional scale has not been sufficiently studied, although it is quite likely, according to geological data. The water level in the reservoir, which determines the processes of filtration and infiltration within the described horizon, has a great importance on the water regime.

The aquifer complex of the Lower carboniferous deposits is confined to the sediments of the Bystryansk and Altai formations and is distributed within the cuesta on the right bank of the river Bija (southern part of the district). Water-bearing rocks - tuffs, tuffites, sandstones, limestones. Groundwater is poorly studied. The available materials have shown the pressure-free nature of the waters of the complex, weak water availability. The chemical composition of the water is sulfate, potassium-sodium, the dry residue content is up to 1 g / l. Nutrition is

carried out due to infiltration of atmospheric precipitation, unloading takes place in boundary aquifers.

The aquifer complex of the Upper Devonian sediments is confined to the sediments of the Tuba, Kohai and Oydanovo formations and the western part of the district. The water-bearing rocks are sandstones, limestones, siltstones. It does not have well-seasoned water seals within the studied limits. The hydraulic nature of the waters of the complex is pressure-free. The pressures sometimes reach tens of meters. The flow rates of wells vary from almost anhydrous to 2-4 l/s and more at depressions up to 10 meters. A characteristic feature of the complexes is the extremely variable mineralization in area, which varies from fresh to 1 g/l to 4 g/l. The chemical composition of the water is mainly sulfate, magnesium. The total hardness reaches 25-30 mg-eq/l. Nutrition is carried out due to infiltration of atmospheric precipitation, unloading takes place in adjacent aquifers and complexes and in the zone of the Krasnoyarsk reservoir. The issues of the relationship of the waters of the described complex with adjacent complexes require clarification.

The aquifer complex of sediments of the Middle Devonian is confined to the sediments of the Saragesh and Beiskaya formations. It is very limited in distribution and has outlets to the surface in the northern and central parts of the district forming the core of the Bizhinskaya anticline. The water-bearing rocks are sandstones, marls, limestones, siltstones. According to the hydraulic properties, the complex is pressure-free, the water content is small, the flow rates reach 0.8-1.5 l/s at decreases of 4.3-6.4 m.

The chemical composition of the water of the described complex is sulphate with reduced mineralization from 2 to 5 g/l. Nutrition is carried out by infiltration of atmospheric precipitation. The relationship with adjacent aquifers has not been sufficiently studied.

The analysis of the hydrogeological conditions of the area shows that the most promising for the organization of a large centralized water supply is the aquifer of quaternary sediments of the valleys of the Yenisei and Bija rivers.

Aquifers of normal sedimentary deposits of carboniferous and Devonian have a weaker water content and increased mineralization, characterized by a dry residue content of up to 5 g/l.

The Mokhov underground water deposit was chosen as the object of detailed research, which is due to the interesting hydrodynamic and hydrogeochemical features of this water intake, consisting in the dependence of changes in the composition of the water extracted in it depending on the water level in the reservoir, which determines the balance between the infiltration of water from the reservoir and its overflow from the lower-lying Upper Devonian sediments.

According to the natural conditions, the Mokhovskoye field belongs to group II with complex hydrogeological conditions.

Hydrogeological work on the exploration of the Mokhovsky groundwater deposit for domestic water supply was carried out by the Minusinsk hydrogeological party of the Krasnoyarsk Hydrogeological Expedition in the period 1976-1982 in three successive stages: prospecting, preliminary and detailed exploration. As a result of these works, the Mokhovskoye field was explored in the coastal unheated part of the reservoir of the Krasnoyarsk hydroelectric power station.

The urban-type settlement of Prigorsk is quantitatively provided with groundwater (Mokhovskoye groundwater deposit), but at the same time the water quality periodically did not correspond to the normative indicators of drinking water and depended on the location of the shoreline of the Krasnoyarsk reservoir.

The field has an aquifer of Quaternary sediments and an aquifer complex of Upper Devonian sediments.

The aquifer of quaternary sediments has mainly spread over the area of the deposit. The water-bearing rocks are gravel-pebble deposits with a sandy filler. The lower water barrier is a pack of overlapping clays with sands, the upper water barrier, which provides local pressure, is clay and loam. The aquifer is characterized by good water availability over the entire area of occurrence of alluvial deposits in the valley of the Yenisei. Filtration coefficients in the coastal part of the reservoir vary from 24-25 to 243 m/day, and in the flooded part they reach 125 m/day. The groundwater of the horizon is characterized by a clear hydraulic connection with the waters of the Krasnoyarsk reservoir. This is confirmed by the results of routine observations.

The aquifer complex of Upper Devonian sediments is widespread in the western part of the deposit. The water-bearing rocks are fine-grained sandstones. The waters in them have a pressure character. The filtration properties of rocks are sharply heterogeneous from practical water resistance to flow rates of 5.8 liters per second with a decrease in the level by 6.78 m.

Thus, the productive aquifer at the Mokhovsky deposit is the aquifer of quaternary alluvial deposits.

Figure 2.9.1 Geological section of the Mokhovsky groundwater deposit:

7 — aquifer of modern alluvial deposits; 2 — aquifer complex of Upper Devonian terrigenous deposits; 3 — built-up area; 4 — flooding zone of the Krasnoyarsk reservoir; 5 — section line; 6 — hydrogeological wells; 7 — gravel-pebble deposits with sandy aggregate; 8 — sands; 9 — clays; 10 — siltstones, sandstones, mudstones.

According to the conditions of formation of operational reserves, the deposit belongs to type B-1, operational reserves are provided by surface runoff, but its entry into the aquifer occurs through overlapping alluvial and slightly permeable deposits.

The main supply of groundwater during the operation of the water intake is obtained by filtering the surface waters of the reservoir, therefore, mineralization decreases during operation.

It should be noted that during the operation of groundwater, their quality deteriorates over time due to filtration of surface water of the reservoir. According to the current classification of reserves and forecast resources of drinking, technical and mineral groundwater, the Mokhovskoye groundwater deposit belongs to group II with complex hydrogeological conditions.

The infiltration-type water intake in the non-flooded part of the reservoir was organized in the form of a rectilinear series of interacting wells located along the reservoir. The assessment of groundwater reserves was carried out by hydrodynamic, hydraulic, together with hydrodynamic and balance methods. The use of various methods of calculating reserves has shown that the lowering of the groundwater level in the center of the water intake at the minimum position of the water level in the reservoir is less than permissible, which allows reserves at this site to be considered secured.

According to geological and hydrogeological conditions, the Mokhovskoye field belongs to the type of deposits in river valleys. The urban-type settlement of Prigorsk is quantitatively provided with groundwater (Mokhovskoye field), but at the same time the water quality periodically does not meet the normative indicators of drinking water and depends on the location of the shoreline of the Krasnoyarsk reservoir (Fig. 2.9.2).

Figure 2.9.2 Krasnoyarsk reservoir basin in the water intake area (October, 2022)

According to the conditions of formation of operational reserves, the deposit belongs to type B-1, operational reserves are provided by surface runoff, but its entry into the aquifer occurs through overlapping alluvial and slightly permeable deposits.

The main supply of groundwater during the operation of the water intake is obtained by filtering the surface waters of the reservoir, therefore, mineralization decreases during operation.

It should be noted that during the operation of groundwater, their quality deteriorates over time due to filtration of surface water of the reservoir. According to the current classification of reserves and forecast resources of drinking, technical and mineral groundwater, the Mokhovskoye groundwater deposit belongs to group II with complex hydrogeological conditions.

The infiltration-type water intake in the non-flooded part of the reservoir was organized in the form of a rectilinear series of interacting wells located along the reservoir. The assessment of groundwater reserves was carried out by hydrodynamic, hydraulic, together with hydrodynamic and balance methods. The use of various methods of calculating reserves has shown that the lowering of the groundwater level in the center of the water intake at the minimum position of the water level in the reservoir is less than permissible, which allows reserves at this site to be considered secured.

According to geological and hydrogeological conditions, the Mokhovskoye field belongs to the type of deposits in river valleys. The urban-type settlement of Prigorsk is quantitatively provided with groundwater (Mokhovskoye field), but at the same time the water quality periodically does not meet the normative indicators of drinking water and depends on the location of the shoreline of the Krasnoyarsk reservoir (Fig. 2.9.3).

Figure 2.9.3 Krasnoyarsk reservoir basin in the water intake area (October, 2022)

According to the chemical composition of the waters of the Mokhovskoye deposit, data on two samples are publicly available.

In the studied sample of cold drinking water from well 1, the total mineralization was 1316 \pm 100 mg/l, with a normative value - no more than 1000 mg/l (exceeding 1.3 times) and the total hardness was 10.0 \pm 1.2 mg-eq/l, with a

normative value - no more than 7.0 mg-eq/l (exceeding 1.4 times), which does not meet the regulatory requirements of SanPiN 1.2.3685-21, Chapter III, (Table 3.3). According to other sanitary and chemical indicators, the studied sample of cold drinking water from well No. 1 meets the regulatory requirements of SanPiN 1.2.3685-21, Chapter III, (Table 3.3.), (Table 3.13).

Table. The composition of the waters of wells 1 and 2 of the Mokhov water intake.

The form of expression of the analysis results	SanPiN 1.2.3685-21\ Protocol	ABF0013994-21 from 29.03.21	ABF0013996-21 from 29.03.21
		№1211-ABF-ILC-AO from 03.03.21	№1211-ABF-ILC-AO from 03.03.21
Selection date		03.03.2021	03.03.2021
Well number		1	2
Chlorides Cl ⁻	not more than 350	151	144
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	not more than 500	498	487
Mineralization, mg/dm ³	not more than 1000	1316	1220
pH	unit pH 6-9	7.71	7.66
Fe total, mg/l	not more than 7.0	<0.1	<0.1
Hardness total, mg-eq/l	not more than 7.0	10	9.5
Permanganate oxidizability, mg/dm ³	not more than 5.0	0.72	1.2
Fluorides	not more than 1.5	0.95	0.85
Iron	not more than 0.3	<0.1	<0.1
Copper (Cu)	not more than 1.0	<0.001	<0.1
Zinc (Zn)	not more than 5.0	<0.01	<0.01
Nitrates	not more than 45.0	31.5	30.6
Nitrite	not more than 3.0	<0.2	<0.2
Manganese (Mn)	not more than 0.1	<0.01	<0.01
Aluminum	not more than 0.2	<0.04	<0.01
Cadmium (Cd)	not more than 0.001	<0.0005	<0.0005
Molybdenum	not more than 0.07	<0.001	<0.001
Nickel	not more than 0.02	<0.001	<0.001
Lead	not more than 0.01	<0.001	<0.001
Chromium	not more than 0.05	<0.001	<0.001
Barium	not more than 0.7	<0.1	<0.1
Beryllium	not more than 0.0002	<0.0001	<0.0001
Boron	not more than 0.5	<0.05	<0.05
Arsenic	not more than 0.01	<0.005	<0.005
Selenium (Se)	not more than 0.01	<0.002	<0.002
Strontium (Sr)	<7.0	<7.0	<0.25
Mercury	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Cyanides	<0.07	<0.01	<0.01
HCG	<0.002	<0.00008	<0.00008
DDT	<0.002	<0.0002	<0.0002
2,4-D	<0.03	<0.0001	<0.0001
Petroleum products, mg/dm ³	not more than 0.1	<0.005	<0.005
Phenols, mg/dm ³	not more than 0.25	<0.0005	<0.0005
APAV, mg/dm ³	not more than 0.5	<0.015	<0.015