

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
Геохимические особенности Емельяновского месторождения подземных вод (Красноярский край)

УДК 556.3:550.4(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Мешкова Анастасия Викторовна		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

По разделу на иностранном языке

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОИЯ ШБИП	Кемерова Наталья Сергеевна	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Чистая вода	Пасечник Елена Юрьевна	к.г.-м.н., доцент		

Томск – 2022 г.



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
2ВМ02	Мешкова Анастасия Викторовна

Тема работы:

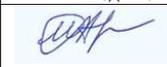
Геохимические особенности Емельяновского месторождения подземных вод (Красноярский край)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 84-17/с от 25.03.2022 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2022 г.
--	---------------

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 – подземные воды юрского водоносного комплекса Емельяновского МПВ, расположенного в Емельяновский районе Красноярского края. В работе использованы материалы работ по переоценке запасов подземных вод по действующему групповому водозабору ООО Аэропорт «Красноярск», данные мониторинговых исследований за период эксплуатации водозабора с 2010г., геологическая карта СССР масштаба 1:200 000 лист О-46-XXXIII; материалы по гидрогеологическому, инженерно-геологическому доизучению Центрально-Красноярской</p>
--	---

	промышленной зоны масштаба 1:200 000 (листы N-46-III и O-46-XXXIII) в 2008 г.; данные поисково-оценочных работ на подземные воды глубоких горизонтов с целью обеспечения населения г. Красноярска питьевой водой в период чрезвычайных ситуаций.
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>	<ul style="list-style-type: none"> - Состояние изученности проблемы исследования; - Природные условия, геологическая и гидрогеологическая характеристика изучаемой территории; - Методика исследования; - Характеристика объекта исследования, его гидрогеологические условия и геохимические особенности; - Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; - Социальная ответственность; - Раздел на иностранном языке.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Геологическая карта Емельяновского МПВ; 2. Гидрогеологическая карта Емельяновского МПВ; 3. Карта пространственного распределения минерализации и анионно-катионного состава подземных вод юрских отложений Емельяновского МПВ (составлена исполнителем ВКР); 4. Карта-схема содержания железа и марганца в подземных водах Емельяновского месторождения (составлена исполнителем ВКР) 5. Гидрогеологический разрез (составлен исполнителем ВКР)
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Т.Г.
Социальная ответственность	Сечин А.А.
Иностранный язык	Кемерова Н.С.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Раздел на иностранном языке выполнен в виде обзора аутентичной литературы по теме исследования	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику		15.12.2021		
Задание выдал руководитель:				
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ ИШПР	Дутова Екатерина Матвеевна	д.г.-м.н., профессор		
Задание принял к исполнению студент:				
Группа	ФИО	Подпись	Дата	
2ВМ02	Мешкова Анастасия Викторовна			

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ02	Мешкова Анастасия Викторовна

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.02 «Природообустройство и водопользование»

Тема ВКР:

Геохимические особенности Емельяновского месторождения подземных вод (Красноярский край)	
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет стоимости научно-технического исследования, с учетом картографического материала, созданного с помощью геоинформационной системы ArcGIS и заработной платы авторов работы. Оклад инженера – 19800 р., Оклад руководителя проекта – 37800 р.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Налоговый кодекс РФ
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Годовая норма амортизации 40% Страховые взносы 30% Накладные расходы 80% Налог на добавленную стоимость (НДС) 20%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Оценка потенциальных потребителей, конкурентоспособность
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование этапов работы, определение календарного графика трудоемкости работы, расчет бюджета НТИ
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка сравнительной эффективности исследования, реестр рисков

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.02.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
				15.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Мешкова Анастасия Викторовна		15.02.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 2ВМ02	ФИО Мешкова Анастасия Викторовна
------------------------	--

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

Тема ВКР:

Геохимические особенности Емельяновского месторождения подземных вод (Красноярский край)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</p>	<p>Объект исследования: подземные воды юрского водоносного комплекса Емельяновского МПВ, расположенного в Емельяновский районе Красноярского края</p> <p>Камеральные работы по обработке результатов исследований осуществляются с помощью ПК.</p> <p>Область применения: камеральный этап сбора и обработки данных о гидрогеологических и гидрогеохимических условиях района исследований.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p>1. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 2. СанПиН 1.2.3685-21 3. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ 4. ТК РФ 5. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ 6. ГОСТ 12.2.032-78 7. СП 52.13330.2016 8. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ</p>
<p>2. Производственная безопасность: 2.1 Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>При выполнении камеральной обработки выявлены возможные вредные факторы производственной среды, такие как: - недостаточная освещенность рабочей зоны - отклонения показателей микроклимата; - монотонный режим работы; - психофизиологические факторы: - электромагнитные излучения; - нервно-психические перегрузки; И опасные, такие как: - поражение электрическим током; - возникновение пожаров. Расчет искусственного освещения</p>

<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>При выполнении камеральных работ воздействие на атмосферу и гидросферу отсутствует. Воздействие на литосферу происходит при отсутствии утилизации ПК.</p> <p>Воздействие при эксплуатации МПВ: Для атмосферы – минимальное воздействие в виде выбросов выхлопных газов при обслуживании МПВ. Гидросферу – возможное воздействие в виде истощения/загрязнения подземных вод, колебания уровня подземных вод Литосферу – тепловое воздействие трубопроводов.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Возможной чрезвычайной ситуацией при выполнении камеральных работ является возникновение пожара.</p> <p>Возможные чрезвычайные ситуации при эксплуатации МПВ: Природные (природные пожары); Техногенные (антропогенное загрязнение, пожары, взрывы, разливы топлива). Экологические (эксплуатация): истощение запасов подземных вод, природное загрязнение, развитие экзогенных геологических процессов под воздействием подземных вод. Наиболее типичная ЧС: загрязнение объекта исследования – подземных вод, используемых для водоснабжения населения.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.02.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Мешкова Анастасия Викторовна		07.04.2022



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

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование
Уровень образования магистратура
Отделение геологии
Период выполнения _____ (весенний семестр 2021 /2022 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:	15.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01-03.2022,	<i>Сбор и обработка исходных материалов</i>	
01-03.2022	<i>Общие сведения о районе расположения объекта исследования</i>	
03-06.2022	<i>Методика и результаты изучения гидрогеологических условий и геохимических особенностей объекта исследования</i>	
04.2022	<i>Социальная ответственность</i>	
04.2022	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	
05.2022	<i>Раздел на иностранном языке</i>	

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 ИШПР	Пасечник Елена Юрьевна	К.Г.М.Н., доцент		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Геохимические особенности Емельяновского месторождения подземных вод (Красноярский край)» содержит 123 с, 28 рис., 41 табл., 28 источников, 1 текст. прил., 1 граф. прил.

Ключевые слова: Красноярский край, Емельяновское МПВ, Аэропорт «Красноярск», гидрогеологические условия, водоносный горизонт, подземные воды, геохимические особенности, водозабор подземных вод, предельно-допустимая концентрация.

Объектом исследования являются подземные воды юрского водоносного комплекса Емельяновского МПВ, расположенного в Емельяновском районе Красноярского края.

Цель работы – выявление геохимических особенностей подземных вод Емельяновского месторождения в пространственном и временном аспектах.

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

Автором осуществлены сбор, анализ и обработка фактического материала по объекту исследований. С использованием ГИС-технологий выполнены картографические построения, интерпретированы результаты работы и сформулированы выводы. В работе использованы как фондовые материалы, так и личные наблюдения автора при проведении полевых работ в районе исследования.

В работе дана характеристика физико-географических условий, геологического строения участка исследования, гидрогеологических условий. Приводятся используемые материалы и методика проведения исследования. Дана характеристика качественного состава подземных вод за период эксплуатации водозабора. Выявлены геохимические особенности

подземных вод, используемых для ХПВ. Создан комплект цифровых карт.

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

Область применения: камеральный этап сбора и обработки данных о гидрогеологических и гидрогеохимических условиях района исследований.

Полученная информация о качественном составе подземных вод и его изменении может быть использована при оценке их экологического состояния. Кроме того, выявленные геохимические особенности подземных вод Емельяновского МПВ могут использоваться в решении водохозяйственных проблем района.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	13
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	16
2. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД	19
3. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ, ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ И УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	22
3.1 Географическое и административное положение	22
3.2 Климат	22
3.3 Рельеф.....	26
3.4 Почвы и растительность.....	27
3.5 Гидрография.....	28
3.6 Геологические условия.....	31
3.7 Гидрогеологические условия района.....	39
3.8 Основные техногенные объекты.....	48
4. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	52
5. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЕМЕЛЬЯНОВСКОГО МПВ.....	54
5.1 Характеристика месторождения и его влияние на режим подземных вод.....	54
5.2 Характеристика химического состава подземных вод участка и его изменчивость во времени	58
5.3 Выводы по главе	71
6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	74
6.1 Предпроектный анализ.....	74
6.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	74
6.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	76

6.1.3.	SWOT - анализ	78
6.1.4.	Оценка готовности проекта к коммерциализации	80
6.1.5.	Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	81
6.2	Инициация проекта.....	81
6.2.1.	Цели и задачи исследования	81
6.2.2.	Структура работ в рамках научного исследования	83
6.2.3.	Ограничения и допущения проекта.....	84
6.3	Планирование управления научно-техническим проектом.....	84
6.3.1.	Иерархическая структура работ проекта.....	85
6.3.2.	План проекта.....	85
6.4	Бюджет научного исследования	86
6.4.1.	Материальные затраты	86
6.4.2.	Основная заработная плата	87
6.4.3.	Дополнительная заработная плата научного персонала	89
6.4.4.	Отчисления на социальные нужды.....	90
6.4.5.	Накладные расходы	90
6.4.6.	Формирование бюджета затрат научно- исследовательского проекта	91
6.4.7.	План управления коммуникациями проекта	91
6.4.8.	Реестр рисков проекта	91
6.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности	92
6.5.1.	Оценка абсолютной эффективности исследования	92
6.5.2.	Чистая текущая стоимость (NPV).....	92
6.5.3.	Дисконтированный срок окупаемости	96
6.5.4.	Оценка сравнительной эффективности исследования	97
7.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	101
7.1	Введение.....	101
7.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности....	102

7.3	Производственная безопасность	104
7.4	Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	105
7.4.1.	Недостаточная освещенность рабочего места	105
7.4.2.	Расчет искусственного освещения.....	106
7.4.3.	Отклонение показателей микроклимата.....	109
7.4.4.	Нервно-психические перегрузки	111
7.4.5.	Поражение электрическим током	112
7.4.6.	Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работника водозабора подземных вод	112
7.5	Экологическая безопасность	113
7.5.1.	Камеральные работы (этап разработки)	113
7.5.2.	Эксплуатация водозаборов Емельяновского МПВ	114
7.6	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	116
7.7	Возникновение пожаров	117
7.8	Выводы по разделу	119
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	121
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	124
	Приложение А Карта пространственного распределения минерализации и анионно-катионного состава подземных вод юрских отложений емельяновского МПВ с картой врезкой содержания железа и марганца в подземных водах и структурно-гидрогеологическим разрезом	127
	Приложение Б.....	134

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность данной работы не вызывает сомнений, так как обеспечение населения качественной питьевой водой является важнейшей и приоритетной проблемой. От качества питьевой воды зависит состояние здоровья людей, уровень их санитарно-эпидемиологического благополучия, комфортности проживания и экологической безопасности. Особенно актуальны вопросы качества для районов, в которых природные воды уже в естественном состоянии зачастую являются некондиционными по ряду нормируемых компонентов. Именно к таким территориям относится Емельяновский район, Красноярского края, где водоснабжение подавляющей части населенных пунктов полностью базируется на подземных водах.

Как факторы, определяющие формирование подземных вод, в данной работе рассмотрены ландшафтно-климатические и геолого-структурные условия территории, освещены вопросы гидрогеологического районирования, антропогенной деятельности человека и более подробно, на основе фондовых материалов и результатов анализов по эксплуатационным скважинам, дана гидрогеохимическая характеристика подземных вод месторождения. Выявлены геохимические особенности подземных вод участка исследования, проанализированы данные наблюдений за химическим составом вод в водозаборных скважинах во временном промежутке и по площади участка. Сопоставлены данные по качественному составу подземных вод юрского водоносного комплекса на смежной территории с участком исследования. Даны рекомендации по использованию подземных вод глубоких горизонтов.

Объектом исследования являются подземные воды юрского водоносного комплекса Емельяновского МПВ, расположенного в Емельяновский районе Красноярского края и предназначенного для питьевых и технических нужд ООО «Аэропорт Красноярск». Предмет исследования - их химический состав, процессы и факторы его

формирования.

Цель работы заключается в изучение геохимии подземных вод района Емельяновского месторождения в пространственном и временном аспектах, выявление процессов формирования состава вод, а также геохимических особенностей подземных вод Емельяновского месторождения.

В ходе работы были поставлены следующие задачи:

- описать основные морфологические, климатические, геологические, гидрогеологические, антропогенные особенности изучаемой территории;

- дать характеристику фактического материала и методики обработки информации;

- проанализировать данные наблюдений за химическим составом вод в водозаборных скважинах, а также показатели их уровней;

- выявить временные и пространственные тенденции в изменчивости состава подземных вод;

- выявить причины и факторы, определяющие формирование геохимического состава подземных вод эксплуатируемого водоносного комплекса; выявить его геохимические особенности;

- дать рекомендации по эксплуатации подземных вод и по изменению глубины и конструкции скважины при бурение новых водозаборов.

Новизна научной работы:

1. Обобщены и уточнены данные о химическом составе подземных вод юрских отложений как в пределах участка исследования, так и на смежной территории.

2. Уточнены закономерности поведения отдельных макро и микрокомпонентов в подземных водах юрских отложений рассматриваемой территории.

3. Построена карта пространственного распределения минерализации и анионно-катионного состава подземных вод

юрских отложений Емельяновского месторождения, а также схема содержания в них железа и марганца.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Одной из глобальных проблем нашего времени является проблема чистой питьевой воды. Не случайно ежегодно 22 марта во многих странах мира отмечается Всемирный день водных ресурсов или Всемирный день воды (World Day of Water) [4]. Этот день был установлен 22 декабря 1992 года по решению Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций. В России этот день впервые отмечался в 1995 году под девизом "Вода — это жизнь". А период с 2018 по 2028 год объявлен Международным десятилетием действий "Вода для устойчивого развития".

Геохимические свойства подземных вод делают их универсальным природным растворителем, способным переводить в жидкую форму практически все встречающиеся минеральные соединения и химические элементы. Даже столь инертный минерал, как кремнезем, в результате длительного контакта с подземной водой оказывается в растворе и фиксируется в жидкой фазе в виде различных соединений кремния.

В настоящее время около 50% населения потребляют некондиционную воду и подвержено заболеваниям, вызванными различными экологическими причинами. Согласно данным ЦГСЭН Красноярского края, наиболее часто подземные воды из разряда кондиционных выводят повышенные содержания соединений железа, азота, марганца, стронция, фтора (Таблица 1.1) [21].

Для многих водозаборов большое число вредных веществ, обнаруженных в последние годы, но не известных ранее, объясняется прежде всего низкой чувствительностью или отсутствием соответствующих методов анализа при разведке месторождения. В этой связи важно различить природные и антропогенные вещества подземных вод. Очень часто эта задача практически неразрешима, так как почти все элементы и соединения, используемые человеком, в той или иной степени всегда присутствуют в природе.

Таблица 1.1 - Характеристика опасности питьевой воды централизованных систем водоснабжения населенных пунктов Красноярского края по данным ЦГСЭН

Загрязняющий компонент	Численность населения, употребляющего загрязненную воду	Вероятное воздействие на население
1	2	3
Железо	92745	Заболевания желудочно-кишечного тракта, почек и мочевыводящих путей
Фтор	6540	Флюороз, нарушения обмена веществ
Марганец	6270	Поражение центральной нервной системы, нарушение процессов кроветворения
Нитриты	200	Метгемоглобинемия у детей, заболевания желудочно-кишечного тракта
Нитраты	3230	Метгемоглобинемия у детей, заболевания желудочно-кишечного тракта
Аммиак	3480	Метгемоглобинемия у детей, заболевания желудочно-кишечного тракта
Сульфаты	7460	Желче- и мочекаменные болезни, заболевания сердечно-сосудистой системы
Стронций	5010	-
Сероводород	200	-
Жесткость	68530	Заболевания желудочно-кишечного тракта, почечно-каменная болезнь
Бенз(α)пирен	16400	Онкологические заболевания

Еще С.Р. Крайнов отмечал, что "химический состав вод в ряде районов интенсивного водоотбора уже не соответствует химическому составу, полученному при разведочных гидрогеологических работах и оценке эксплуатационных запасов». Порой такие изменения носят необратимый характер.

Широкое использование подземных вод поставило перед гидрогеологией ряд специфических гидрогеохимических задач, связанных с выявлением их качества, анализом причин изменения химического состава воды в процессе эксплуатации месторождений, изучением геохимии некондиционных элементов и т.д. Крайне актуальной стала задача прогноза качества подземных вод (Кирюхин, 1993).

Необходимость изучения и оценки соотношения ресурсного и гидрогеохимического потенциалов питьевых подземных вод, заслуживает

все большего внимания в регионах нарастающего использования подземных вод. Пространственное обобщение материалов и районирование территорий интенсивного водопользования позволит проследить однородность гидрогеологических условий, оценить объемную гидрогеохимическую (горизонтальную и вертикальную) зональность, создавая, таким образом, новую более совершенную гидрогеохимическую основу для поисково–оценочных работ на питьевые подземные воды с теми или иными возможностями водопользования. Отсюда и постановка задачи данной работы.

2. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Гидрогеологическая изученность территории соответствует масштабу 1:200 000. Государственная съемка данного листа была выполнена в 1959-1960 гг. (Селезнева, 1961). В результате съемки выделены основные водоносные горизонты и комплексы, охарактеризованы наиболее общие условия их питания и разгрузки, а также химический состав подземных вод. Однако вследствие малого объема буровых и опытных работ, режимных наблюдений, интересующий нас район при съемке был охарактеризован недостаточно.

К этому же времени относится составление тематических карт того же масштаба, базировавшихся на использовании фондовых материалов, - гидрогеологических карт условий водоснабжения и условий естественной защищенности основных эксплуатируемых водоносных горизонтов от попадания поверхностных загрязнений (Цыкина 1964 ф). Позднее эти карты по результатам обследования водозаборов были дополнены и трансформированы в карты масштаба 1:100 000 (Загрянная, Панкова 1973 ф).

В 70-х годах прошлого века велись работы по разведке подземных вод Емельяновского месторождения подземных вод для строящегося аэропорта «Красноярск-II» в 12 км от п. Емельяново (Фишер, 1976 ф). Согласно протоколу ТКЗ от 1976 г. запасы составили по сумме категорий А+В+С₁ — 4421,8 м³/сут.

В 1986-1988 гг. в Емельяновском районе осуществлялись работы по контролю за охраной подземных вод от загрязнения истощения с обследованием действующих подземных водозаборов, а также промышленных и сельскохозяйственных предприятий и других объектов как возможных источников загрязнения водоносных горизонтов (Панкова, 1989). Для территории районного центра была составлена гидрогеологическая карта-врезка масштаба 1:25 000.

В начале 1990-х годов проведена гидрогеологическая и инженерно-геологическая съёмка масштаба 1:200 000 для целей подземного строительства (Игнатенко, 1994 ф).

При поисковых работах 1999-2001 гг. для водоснабжения п. Емельяново (Хасанов, 2002) были выделены три перспективных участка Центральноемельяновского месторождения подземных вод: Малоарейский, Нижнекачинский и Верхнекачинский. Эксплуатационные запасы в целом по месторождению подсчитаны автором в количестве 35 тыс. м³/сут, по категориям С₁+С₂ до глубины 450 м. Запасы в указанном количестве приняты на баланс (протокол НТС по вопросам недропользования Администрации Красноярского края от 05.03.2002 г. № 235). По Малоарейскому участку, эксплуатируемому водозабором птицефабрики «Заря», эксплуатационные запасы подсчитаны в количестве 9,7 тыс. м³/сут, в том числе по категории С₁-0,4 тыс. м³/сут, к категории С₂-9,3 тыс. м³/сут.

В 2007 г проведена оценка эксплуатационных запасов по категории В в количестве 50 м³/сут по одиночной скважине 5Э для розлива питьевых подземных вод у западной окраины р.ц. Емельяново /Хасанов, 2006 ф/, протокол 676 от 30.10.2007 г.

В 2008 г. ОАО «Красноярскгидрогеология» завершены работы по гидрогеологическому и инженерно-геологическому доизучению территории Центрально-Красноярской промышленной зоны в пределах листов N-46-III и O-46-XXXIII масштаба 1:200 000, куда входит и рассматриваемая площадь. В результате работ перспективными для организации централизованного питьевого водоснабжения крупных объектов признаны водоносные горизонты в ниже-среднеюрских терригенно-осадочных отложениях, залегающие на глубинах 300-500 м.

В 2008-2009 гг. на площади Центральноемельяновского месторождения ОАО «Красноярскгидрогеология» проведены поисково-оценочные работы на подземные воды для обеспечения хозяйственно-

питьевого водоснабжения районного центра Емельяново Красноярского края, в т. ч. обследования водозаборов на территории района работ (Анисимова, 2009ф).

Утверждены балансовые запасы подземных вод нижнеюрских водоносных комплексов Черемшанского месторождения по состоянию на 01.01.2010 г. в количестве 16 тыс.м³/сут, в том числе по категории С₁ – 8 тыс.м³/сут, по категории С₂ – 8 тыс.м³/сут., (Протокол ТКЗ от 18.12.2009 г №742).

В 2012 г ООО МНПЦ «ЭкоКонтинент» выполнена оценка запасов подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения коттеджного поселка в районе д. Плоское Емельяновского района. В ТКЗ утверждены запасы подземных вод водоносного среднеюрского среднеитатского горизонта в количестве 150 м³/сут., по категории В (Фадина, 2012).

В 2015 г был произведен подсчет запасов подземных вод по действующему водозабору для хозяйственно-питьевого водоснабжения ОАО «Птицефабрика Заря». Протокол ТКЗ № 1256 от 04.12. 2015 г. По результатам проведенных работ утверждены балансовые запасы подземных вод УППВ Малоарейский 1 и УТПВ Малоарейский 2 Центральноемельяновского МППВ для водоснабжения объектов ОАО «ПТФ «Заря» по состоянию на 01.01.2015 г. на 25-летний срок эксплуатации в количестве 0,3 и 1,1 тыс. м³/сут соответственно и в сумме 1,4 тыс. м³/сут по категории В.

Таким образом, состояние изученности площади свидетельствует о высокой степени детальности геологоразведочных работ.

Данные этих работ были использованы при характеристике гидрогеологических условий территории и построении гидрогеологической карты месторождения.

3. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ, ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ И УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Географическое и административное положение

Емельяновское месторождения пресных подземных вод расположено в Емельяновском районе Красноярского края, номенклатурный лист О-46-XXXIII.

Поселок Емельяново является одним из крупных районных центров Красноярского края и находится в 29 км от г. Красноярска. Население п. Емельяново 14,396 тыс. жителей.

Район преимущественно сельскохозяйственный, имеется ряд промышленных предприятий местного значения. К ближайшим населенным пунктам, кроме районного центра Емельяново, относятся деревни Веселая Гора, Крутая, Логовой, Мужичково, Сухая, Творогово и ряд дачных поселков.

Водозабор предназначен для питьевых и технических нужд ООО «Аэропорт Красноярск» и расположен в 7 км западнее п. Емельяново, на приводораздельном участке склона, в междуречье рек Кача–Сухая, в логу Широком (Рисунок 3.1). В северо-восточном направлении в 1 км от водозабора проходит автомагистраль М 53. На территории района расположены два аэропорта местного и федерального значения.

3.2 Климат

Климат района работ резко континентальный с коротким, тёплым, достаточно влажным летом и продолжительной суровой зимой. Характерны большие амплитуды колебаний годовых, сезонных, суточных и внутрисуточных температур и контрастное увлажнение. Характеристика климатических данных приводится по результатам наблюдений за 1998-2008гг. на метеостанции п. Емельяново и представлена в таблице 3.1.

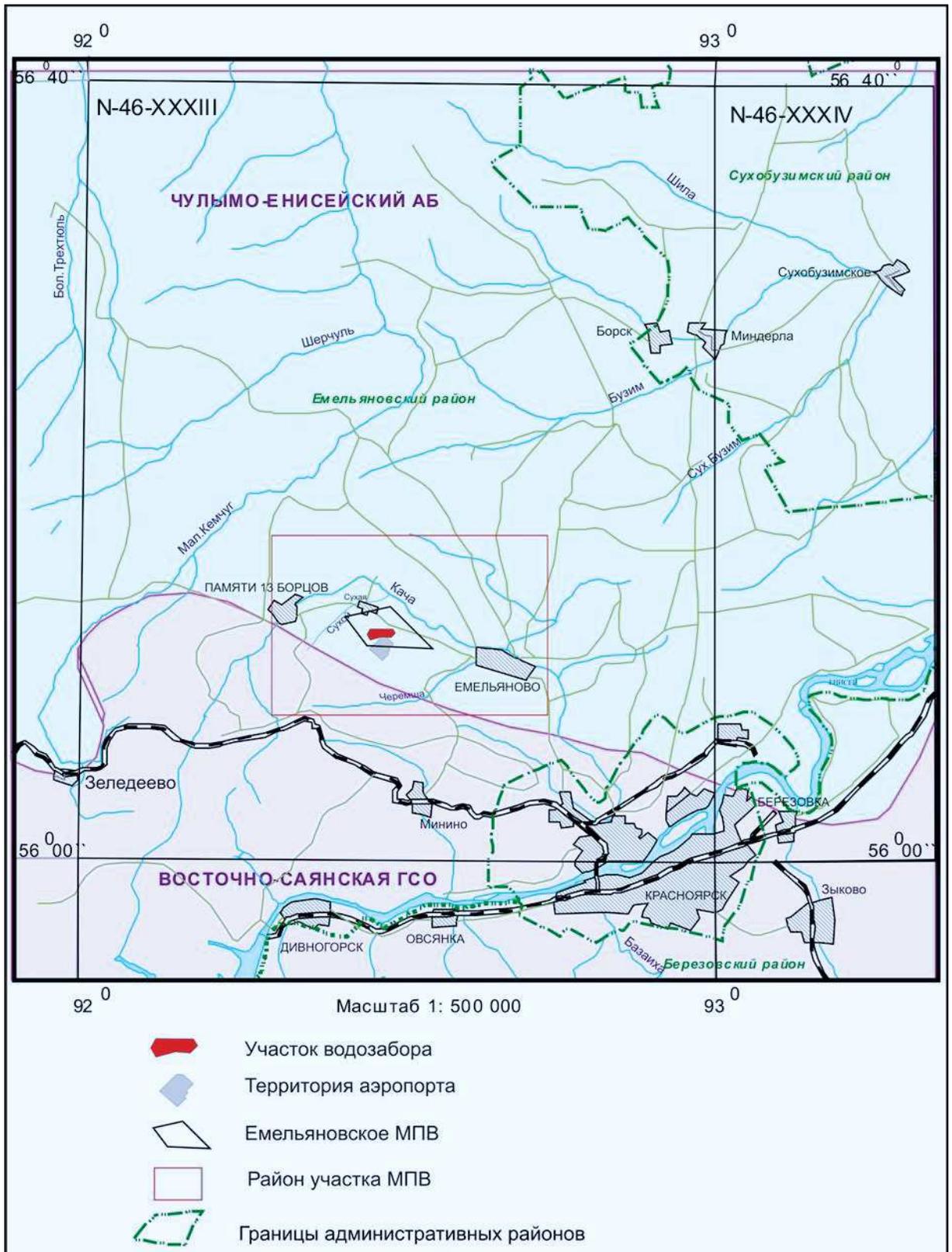


Рисунок 3.1 - Обзорная карта района работ

Таблица 3.1 - Основные климатические характеристики по метеостанции
Емельяново

Месяцы	Среднегодовая температура			Среднемесячные значения				
	Минимальная	Максимальная	Средняя	Количество атмосферных осадков, мм	Относит. влажность воздуха, %	Высота снежного покрова на конец месяца, см (норма)	Величины промерзания почво-грунтов на конец месяца, см (норма)	* Испаряемость, мм
I	2,25	-40,75	-17,4	16	71	13	110	3,0
II	6,25	-29,25	-17,1	18	71	14	135	3,3
III	10,5	-28,5	-7,4	20	64	5	151	20,1
IV	21	-12,5	2,1	26	56	-	116	58,2
V	30,75	-5,75	8,3	56	53	-	46	93,8
VI	31,5	1,25	15,5	79	62	-	-	112,2
VII	33,75	4,25	18,5	78	70	-	-	102,2
VIII	30,25	3,75	15	66	76	-	-	69,1
IX	25,75	-6,25	8,7	43	74	-	-	53,2
X	18,75	-18,25	0,9	35	68	-	5	38,6
XI	11	-36,75	-8,5	39	70	10	42	14,7
XII	4,25	-35,5	-15,9	20	71	13	77	4,3
Сумма			-	496	-	-	-	572
Ср.знач.			0,3	-	67	-	-	-

* - Расчет испаряемости произведен по формуле Иванова

Годовой ход среднемесячных температур довольно устойчив: начиная с середины апреля, температура повышается, достигая максимума в июле, а снижается до устойчивых отрицательных температур в октябре. Осенний переход через нулевую отметку происходит в конце октября, начале ноября. Период от окончания устойчивых морозов до даты перехода средней суточной температуры через 0° происходит к концу марта (Рисунок 3.2, 3.3).

По количеству выпадающих осадков территория относится к нормально увлажненной - средняя годовая сумма осадков 496 мм. По степени засушливости также относится к нормальной.

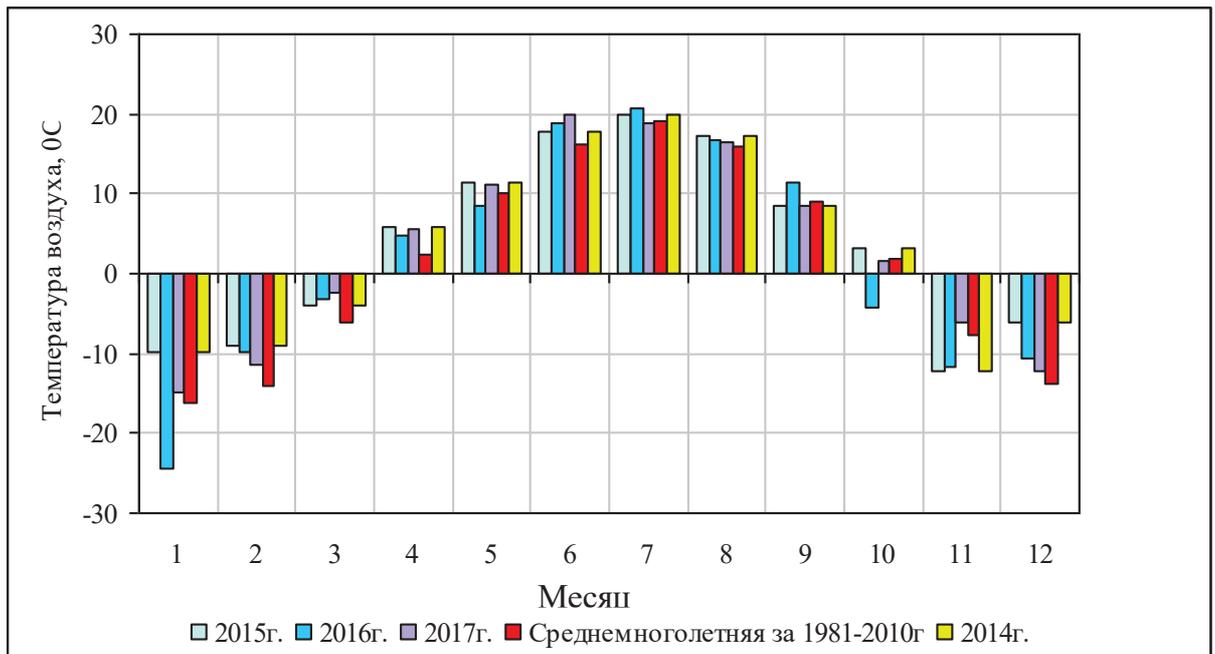


Рисунок 3.2 - График среднемесячной температуры по МГС «Минино»

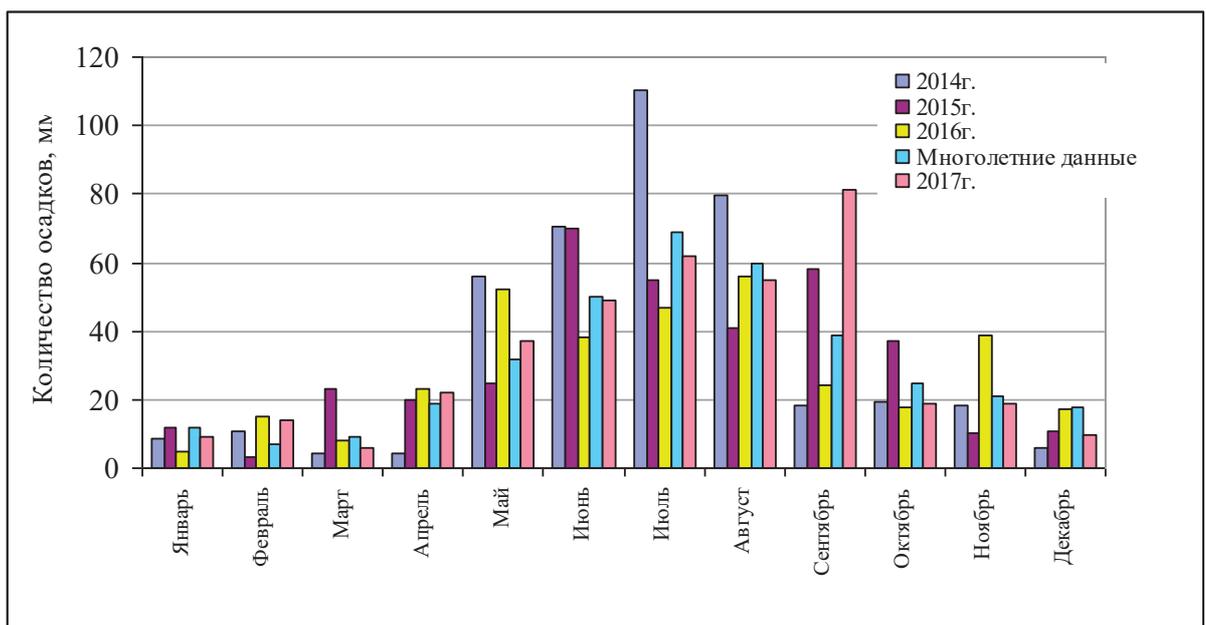


Рисунок 3.3 - График атмосферных осадков по МГС «Минино»

Отношение величины испаряемости к осадкам составляет 1,15. Распределение выпадающих осадков в годовом цикле крайне неравномерно. Основная их доля, около 70%, приходится на летний период. Дожди чаще всего выпадают в виде кратковременных, сильных ливней, реже в виде затяжных дождей (5-7 суток).

Ветровой режим характеризуется преобладающим западным и юго-западным направлением.

Максимум абсолютной влажности воздуха приходится на лето, а в зимнее время достигает минимума.

Становление снежного покрова приходится на конец октября – начало ноября. Сходит снег в конце марта – начале апреля. Сравнительно небольшой по мощности снеговой покров (не более 20 см), особенно на открытых участках, влечет за собой глубокое промерзание почвы, достигающее в среднем 2 м.

Преобладающим в районе направлением ветра является западное и юго-западное.

3.3 Рельеф

В геоморфологическом отношении водозабор ООО «Аэропорт Красноярск» расположен на приводораздельном участке склона, в междуречье рек Кача–Сухая, в логу Широком. От русла Качи удален - на 3,0 км, от руч. Сухого - на 2,5 км. Абсолютные отметки – 260 мБС - 285 мБС. Расстояние между самыми удаленными скважинами - 1000 м, ширина - около 500 м. Распределение скважин площадное, его можно охарактеризовать как «беспорядочно-рассеянное».

Рассматриваемый район местности относится к суббореальной ландшафтной зоне и лесостепной ландшафтной подзоне. По морфологии приурочен к Кемчугской впадине – одной из составляющих структур Чулымо-Енисейского денудационного плато, расположенного в юго-восточной части Западно-Сибирской эпиплатформы [23]. Кемчугская впадина приурочена к области распространения мезозойско-неогеновых отложений. Равнина холмисто-увалистая со структурными уступами, грядами и куэстами, которые разделены холмистыми и равнинными участками. Абсолютные отметки водоразделов плавно понижаются в восточном направлении. Микроформы рельефа обусловлены структурно-

тектоническими особенностями и литологическим составом коренных пород. Здесь развит преимущественно суббореальный гумидный лесостепной ландшафт. Морфометрические характеристики района приведены в таблице 3.2. В пределах участка водозабора абсолютные отметки составляют 260-290 м с понижением в сторону р. Кача.

Для бортов долины р. Кача характерна резкая асимметричность. Правый берег пологий, залесен и заболочен, левый крутой, часто используется под пашни и прочие сельхозугодья, но при этом сильно подвержен береговой боковой эрозии, оползне - и оврагообразованиям. Неравномерная залесенность поймы и первой надпойменной террасы, граница между которыми практически не просматривается. Одна из основных причин слабой освоенности данной площади – это её заболоченность. Болота низинные, в них круглогодично, особенно в весенний период, происходит разгрузка подземных вод. Расходы вытекающих из болот и мочажин временных водотоков, которыми изрезана долина р. Качи, достигают весной 10-15 л/с.

Таблица - 3.2 Морфометрические характеристики района

Морфометрические категории	Пределы колебаний	Характерные значения
Лесостепная территория		
Абсолютная высота, абс. м	200-360	220-300
Относительная высота (глубина расчленения рельефа), м	3-100	5-20
Расчлененность (по удалению водоразделов от ближайших базисов денудации), м	600-6000	2000
Углы склонов, град.	0-30	5-10

3.4 Почвы и растительность

По почвенно-географическому районированию изучаемая территория расположена в Западно-Сибирской таёжно-лесной области подзолистых почв (Канско-Красноярская провинция). Для территории Западно-Сибирской области фоновыми являются серые лесные почвы и черноземы, характерно сочетание лугово-степных и лесных фитоценозов. К землям сельскохозяйственного фонда относятся черноземы, серые лесные, дерново-подзолистые, пойменные и др. почвы. Черноземы и серые лесные

почвы, расположенные на удобных для сельского хозяйства территориях, почти все освоены. Огромные антропогенные нагрузки привели к падению естественного ресурсного потенциала территории, почвы сильно истощены.

Почвы в пределах участка водозабора низкоплодородные выщелоченные и оподзоленные серого и светло-серого цвета. Растительность представлена ковыльно-разнотравными и луговыми степями с березово-сосновыми и березовыми травяными лесами, а также сельскохозяйственными землями. Свойства подтипов серых лесных почв представлены в таблице 3.3. Содержание гумуса в пахотных горизонтах выщелоченных черноземов – от 5 до 12 % (Таблица 3.4).

Таблица 3.3 - Основные свойства серых лесных почв

Тип почв	pH	Поглощенные катионы Ca+Mg, г/экв 100 г	Гумус, %	Азот, %	P ₂ O ₅	K ₂ O, %
Светло-серые	4,8-5,0	24	3,2	0,1-0,17	0,11-0,15	1,2-2,0
Серые	5,4-6,8	28	5,2	0,19-0,30	0,13-0,25	1,8-2,0

Таблица 3.4 - Средние показатели по черноземам (по П.И. Крупкину, 1991 г.)

Подтип черноземов	Мощность, см	Гумус, %	Азот, %	P ₂ O ₅ , %	pH	Част. <001 м, %
оподзоленные	25	6-13,5	0,47-0,57	0,17-0,29	5,7-6,2	47-60
выщелоченные	24	5-12	0,43-0,55	0,20-0,27	6,2-6,5	49-65

3.5 Гидрография

Гидросеть района расположения водозабора принадлежит левому притоку реки Енисей - реке Каче, берущей начало в отрогах Восточного Саяна от слияния рек Крутой Качи и Гладкой Качи. В пределах контура района работ в неё впадают ручей Сухой и река Черемша.

Река Кача протекает в 3 км северо-восточнее участка водозабора.

Русло р. Качи приурочено к зонам регионального тектонического нарушения, именуемого в настоящее время Канско-Агульским разломом, которое контролирует переходную зону между Чулымо-Енисейским АБ и Восточно-Саянской ГСО [22]. Долина реки хорошо разработана, образует

отчётливо выраженную пойму и две надпойменные террасы, часто сnivelированные в рельефе. Ширина поймы изменяется от 20 м до 200 м, высота вреза русла 2-3 м. Террасовая часть долины вне населенных пунктов заболочена, залесена и труднопроходима.

Годовой ход уровней р. Качи характеризуется резким кратковременным подъемом в период весеннего ледохода, достигающим максимального значения в конце апреля - начале мая ($20-30 \text{ м}^3/\text{с}$), потом постепенно происходит спад уровня с минимумом в зимний ледостав. В отдельные годы (1980 г.) отмечено полное перемерзание русла с отсутствием стока. В конце октября – начале ноября появляются забереги, шуга. Ледоход обычно начинается в апреле и продолжается около 3-7 дней. В зимне-весенний период уровень воды может резко повышаться за счет образования подпора при перемерзании или зашуговании русла. Толщина льда достигает 1,5-1,7 м. Максимальная толщина снега на льду – 53 см.

На участке река имеет спокойное течение и мелководна. Ширина русла 15-20 м, средняя глубина 0,7-1,0 м. Максимальная скорость течения, совпадающая по времени с весенним ледоходом, колеблется в пределах 1,5-1,8 м/с.

Река Кача не судоходна, течет в основном по равнинной местности. В половодье уровень воды в реке поднимается, река выходит из берегов и затопливает городские строения в черте Красноярска. Максимальный подъем воды в р. Кача по гидропосту Емельяново (отметка нуля поста 200,24 м) составил 310 см. в 2015 году, что исключает затопляемость территории водозабора (абс. отметки от 262-284 м) [26].

Сезонное распределение расхода воды р. Кача по данным метеостанции п. Емельяново приведено в таблице 3.5.

Ручей Сухой протекает в 2,5 км северо-западнее участка водозабора.

Ручей Черемша протекает в 1,5 км юго-восточнее границы участка водозабора, расход его относительно высок в любое время года. Также отмечаются и многочисленные сезонные родники в бортах берегов Качи.

Информация о химическом составе поверхностных вод р. Сухой и р. Черемша бассейна Качи приведена в табличном варианте (Таблица 3.6).

Таблица 3.5 - Среднемноголетние расходы р. Качи по данным метеостанции п. Емельяново

Месяцы	Средние расходы воды, м ³ /с		
	Минимальный	Максимальный	Средний
I	0	0,56	0,18
II	0	0,27	0,093
III	0	0,41	0,091
IV	0	18	7,4
V	8,57	42,7	21,4
VI	1,92	10,6	4,95
VII	0,63	11,2	2,42
VIII	0,54	8,59	2,06
IX	0,64	3,75	1,76
X	0,62	4,38	1,92
XI	0,29	3,27	1,02
XII	0,11	0,83	0,38
Средний годовой расход	1,66	8,71	3,64

Таблица 3.6 - Химический состав воды поверхностных водотоков

№ п/п	Название водопункта	Площадь водосбора, л/с	Дата отбора проб	Минерализация, мг/л	Формула солевого состава
1	Сухая	57	27.07.06г.	347	$\text{HCO}_3\text{90 Cl5 SO}_4\text{4}$ Ca72 Mg18 Na10
2	Черемша	16	21.10.09г.	257	$\text{HCO}_3\text{89 SO}_4\text{6 Cl5}$ Ca59 Mg36 Na4 Ca43 Mg38 Na19
3	Общая площадь р. Качи	1244	21.10.16г.	202	$\text{HCO}_3\text{93Cl7}$ Ca62 Mg23 Na14

3.6 Геологические условия

Характеристика геологического строения района приведена по материалам геологического доизучения масштаба 1:200 000 на Красноярской площади [22].

Стратиграфия

Вендская система

Карбонатно-терригенные отложения венда распространены ограниченным блоком площадью всего около 5 км² в междуречье Гладкой и Крутой Качи. По литологическому составу здесь условно выделена ангалойская (овсянковская свита), представленная массивными, серыми с разной тональностью доломитами и известняками. Их мощность достигает более 700 м.

Кембрийская система

Представлена нижним отделом торгашинской и котельской свитами, которые сложены известняками, доломитами, песчаниками, алевролитами и глинистыми сланцами. Картируется в двух тектонических блоках среди ордовикских вулканогенных образований в верховье р. Бол. Лиственной и в бассейнах рек Гладкая и Крутая Кача, где встречаются скальные выходы и небольшие обнажения. Взаимоотношения с нижележащими образованиями тектонические. Мощность 450 м.

Ордовикская система

Вулканиды ордовика предшественниками сопоставлялись с быскарской серией девонского возраста, с 2001 г. [23] их под вопросом относят к ордовику (предположительно к имирской свите (Oim)). По вещественному составу свита подразделяется на две подсвиты: нижнеимирскую (базальт-андезибазальтовую) и верхнеимирскую (андезит-дацит-риодацитовую). Свита несогласно залегает на венд-кембрийских образованиях.

Нижнеимирская подсвита (Oim₁) распространена в бассейнах рек Гладкая и Крутая Кача. Она слагает ядерные части антиклинальных

структур и крылья синклиналей. Представлена базальтами, андезитобазальтами, их туфами, реже андезитами, туфопесчаниками, туфоалевролитами, туфогравелитами, туфоконгломератами, песчаниками. Мощность подсветы в разрезе составляет 350 м.

Верхнеимирская подсвета (O_{im2}) развита в бассейнах рек Караульная и Гладкая Кача. Сложена лавовыми потоками и покровами дацитов, риодацитов, трахитов, трахидацитов, трахириодацитов, реже риолитов, андезитов, базальтов и трахибазальтов, а также их туфами и туфолавами. Породы в основном окрашены в различные оттенки красного и коричневого цветов. Преобладают порфиновые разновидности. По сравнению с нижнеимирской отложения характеризуются относительно повышенной радио

Девон представлен средним отделом павловской свиты (D_{2pv}). На дневную поверхность она выходит южнее участка работ в пределах Красноярской моноклинали. Сложена свита конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами, аргиллитами, мергелями и известняками, окрашенными в бурые и красные тона. Свита трансгрессивно залегает на додевонских отложениях. Она подразделяется на три подсветы: нижнепавловскую терригенную, среднепавловскую карбонатно-терригенную, верхнепавловскую глинисто-карбонатно-терригенную.

Юрские отложения, представленные макаровской, иланской, итатской и тяжинской свитами, преобладают в районе, выполняют Суразовскую мульду и Приенисейский прогиб. Общая мощность отложений составляет 850 м.

Макаровская свита выходит на поверхность локально, неширокой полосой в бассейне р. Кача. Отложения представлены разнозернистыми песчаниками, алевролитами при подчиненной роли аргиллитов, углистых алевролитов и аргиллитов, конгломератов и гравелитов, бурых углей. Мощность свиты колеблется от 0 до 180 м. В разрезе свиты выделяют три подсветы.

Нижнемакаровская подсвита (J_{1mk_1}) на поверхность не выходит, прослежена по скважинам. Сложена песчаниками, алевролитами, аргиллитами, углистыми алевролитами и аргиллитами, редкими прослоями и пластами (до 2,2 м) бурых углей, в основании иногда встречаются линзы каолиновых глин. Мощность подсвиты 0-50 м.

Среднемакаровская подсвита (J_{1mk_2}) практически безугольная. Граница проводится по смене алевролитов разнозернистыми песчаниками и полимиктовыми конгломератами и гравелитами. Мощность подсвиты до 57 м.

Верхнемакаровская подсвита (J_{1mk_3}) по составу сходна со среднемакаровской. Нижняя граница подсвиты нередко подчеркивается прослоем или линзами гравелитов и конгломератов. Мощность подсвиты до 60 м.

В районе работ в бассейне р. Кача выходят нерасчлененные отложения средне- верхнемакаровской подсвиты ($J_{1mk_{2-3}}$). Разрез представлен переслаиванием конгломератов, песчаников, алевролитов, аргиллитов, единичными прослоями углей. Мощность достигает 98 м.

Иланская свита (J_{1il}) картируется на северном склоне Красноярского поднятия в прибортовой части Суразовской мульды. Сложена песчаниками, алевролитами с небольшим развитием аргиллитов, гравелитов и конгломератов. Мощность свиты колеблется от 20 до 120 м. Итатская свита разделена на три подсвиты. Нижнеитатская подсвита (J_{2it_1}) состоит из трех пачек мощностью от 10-20 м до 40-80 м. В основании они сложены песчаниками, в верхней части - алевролитами, аргиллитами, их углистыми разностями и углями. Пласты и прослой углей залегают в кровле пачек мощностью от 0,1-0,5 м до 4-6 м. Угленосность подсвиты изменяется от 0 до 16,5%. Мощность подсвиты изменяется от 20 м до 150 м.

Среднеитатская подсвита (J_{2it_2}) сложена серыми разнозернистыми песчаниками (24,5-85,1%), алевролитами (8,2-53%), углями (0,3-20%), подчиненную роль занимают аргиллиты (0-12,5%), углистые породы (0-

40%), конгломераты и гравелиты (0-44%). Подсвета имеет двухчленное строение с мощностью пачек от 20-40 м до 60-100 м. Нижняя пачка преимущественно песчаного состава, часто безугольная, либо завершается прослоем (0,1-0,5 м) или пластом (0,7-8,9 м) углей. Вторая пачка подсветы в нижней части сложена песчаниками и алевролитами, в кровле содержит пласт угля. Мощность подсветы 25-130 м.

Верхнеитатская подсвета (J_{2it3}) представлена песчаниками средне- и мелкозернистыми (30-98%), алевролитами (1-56%), аргиллитами (0-13,4%), углистыми алевролитами и аргиллитами (0-4,0%), прослоями и пластами углей (0-25,1%), содержит прослой конгломератов и гравелитов (0-5%). Подсвета имеет двухчленное строение, сложена двумя пачками, на большей части территории примерно равной мощности, которая изменяется от 20-40 м до 60-120 м, и близкого состава. Мощность подсветы изменяется от 35 м до 150 м.

Тяжинская свита (J_{2-3tz}) выходит на поверхность в междуречье Мал. Кемчуг - Кача. Свита имеет примерно равное соотношение песчаных и алевроито-глинистых пород. Песчаники тяжинской свиты составляют 52% разреза, алевролиты - 43,1%, аргиллиты - 4,9%. Мощность свиты колеблется от 40 до 100 м.

Меловая система представлена отложениями нижеилекской подсветы (K_{1il1}) выходящими на поверхность в северо-западной части района. Подсвета сложена песчаниками, пестроцветными алевролитами, содержит редкие прослой аргиллитов, в нижней части - прослой конгломератов полимиктовых. Песчаники в разрезе составляют примерно (в %) 51,5, алевролиты - 43,4, аргиллиты - 5,1. Мощность подсветы колеблется от 20 до 110 м.

Современное звено. К этому периоду отнесены аллювиальные отложения пойм и русел рек, ручьев, болотные отложения.

Болотные отложения имеют место на поверхностях поймы, I-ой, II-ой надпойменных террас рек Мал. Кемчуг, Кача, представлены илами,

илистыми глинами с большим количеством органического материала, торфяниками, Мощностью до 3 м.

Аллювиальные отложения пойм и русел имеют распространение по всем крупным и мелким рекам и ручьям. Аллювий характеризуется преобладанием крупного материала над мелким, преимущественным развитием русловых фаций, плохой окатанностью и сортировкой материала. Состав валунно-песчано-галечниковый, часто с примесью неокатанного материала. Мощность 2-11 м.

Геологическая карта района расположения Емельяновского МПВ приведена на рисунке 3.4.

Структурно-тектонические условия

В региональном плане район расположен на стыке двух крупнейших геоструктур: Алтае-Саянской складчатой зоны и Западно–Сибирской плиты. Выделяются три разновозрастных вещественно-структурных комплекса: геосинклинальный (салаирский), рифтовый палеозойский (каледонский и герцинский) и плитный (мезозойский). В районе работ на поверхность выходят два последних.

Рифтовый комплекс со структурным несогласием залегает на образованиях геосинклинального и представлен каледонским и герцинским структурными этажами. Они имеют развитие на юго-западе района работ. Каледонский этаж состоит из вулканогенных образований, разделенных на два яруса. Нижний сложен вулканитами имирского комплекса базальт-трахиандезит-трахириолитовой формации предположительно ордовикского возраста, мощностью около 2800 м.

Верхний выполнен породами раннедевонского вулканического комплекса трахириолит-трахиандезит-трахибазальтовой формации мощностью более 2000 м. Герцинский структурный этаж сложен красноцветными карбонатно-терригенными отложениями нижне-верхнего девона мощностью более 830 м, которые формировались в условиях межгорных впадин. Он отделен от других структур

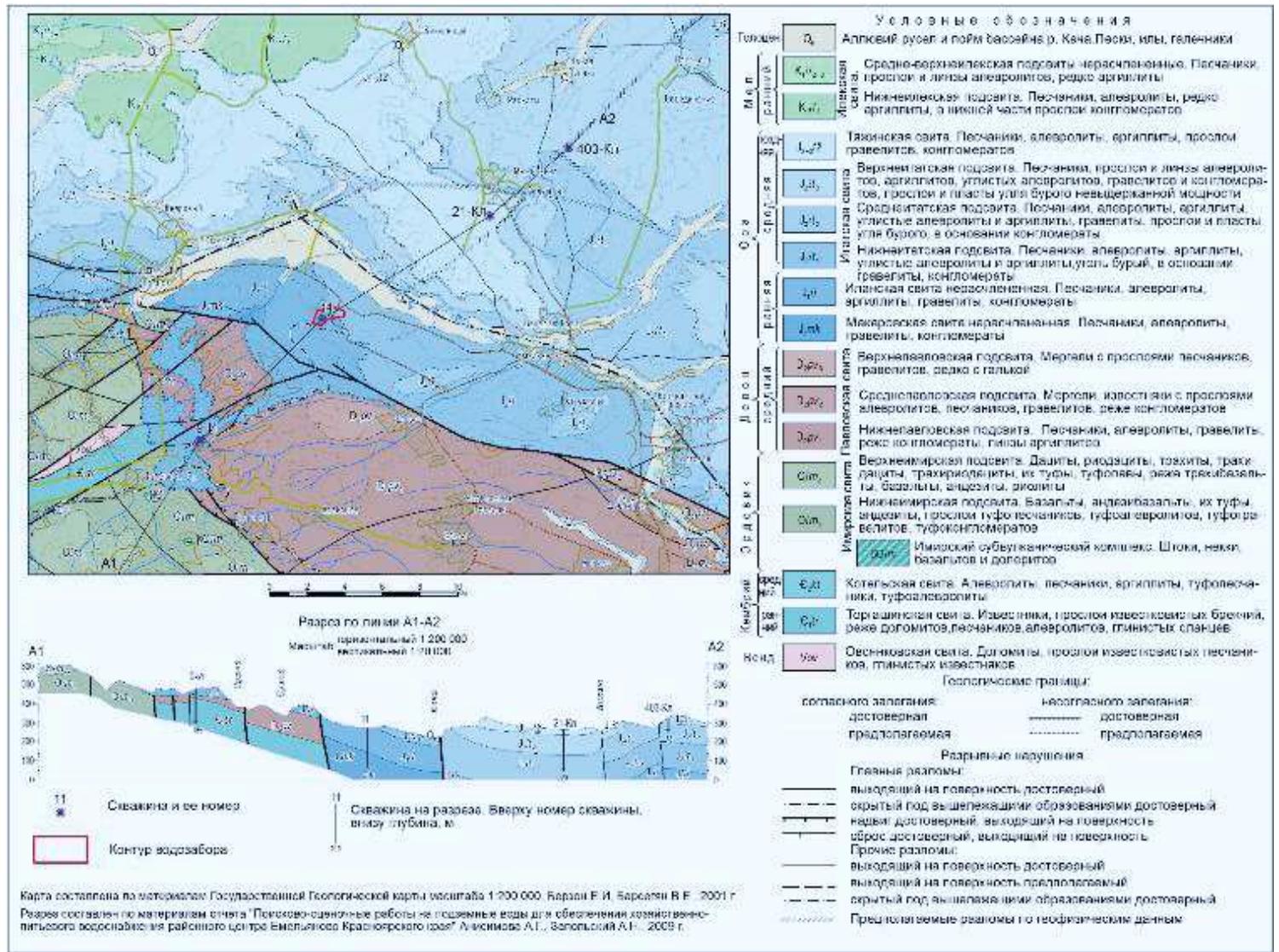


Рисунок 3.4 - Геологическая карта района расположения Емельяновского МПВ

Канско-Агульским разломом надвигового характера.

Плитный комплекс залегает со структурным несогласием на более древних образованиях. Представлен следующими формациями: угленосной лимнической (буроугольной) ранней-средней юры (макаровская, иланская, итатская свиты) и пестроцветной карбонатно-терригенной поздней юры (тяжинская свита) и мела (илекская, симоновская свиты) суммарной мощностью до 1 км. На участке работ комплекс разбит на отдельные блоки.

Главным разломом, контролирующим основные структуры всех этапов тектонического развития, является Канско-Агульский, ориентированный в северо-западном направлении. На поверхности он прослежен в прирусловой части долины р. Кача и выражен серией разрывных нарушений, форма которых меняется от прямолинейной до дугообразной. В висячем крыле сместителя, с падением до 30° , расположена павловская свита среднего девона, в лежащем - вулканиты ордовика. Более мелкие нарушения в его зоне представлены взбросо-надвигами, приповерхностная амплитуда их смещения от 100 до 300 м. Вдоль них соприкасаются образования раннего - среднего палеозоя и мезозоя.

Таможенско-Качинский разлом на поверхности выражен в пределах Качинско-Лиственской структуры серией мелких нарушений северо-восточного направления шириной от 2,5 до 7,5 км, вдоль которых происходили блоковые подвижки. В отдельных блоках на поверхность выведены породы геосинклинального комплекса. В гравимагнитных полях он фиксируется коррелируемыми изгибами изолиний.

Участок расположен на границе трех структур. На северо-западе картируется Кемчугский прогиб, на северо-востоке Приенисейская впадина, на юге - Качинско-Лиственское поднятие (Рисунок 3.5).

3.7 Гидрогеологические условия района

Для характеристики гидрогеологических условий района использованы данные Государственной гидрогеологической карты масштаба 1:200 000 листа О-46-XXXIII, результаты гидрогеологического доизучения масштаба 1:200 000 [23, 21].

По гидрогеологическому районированию 2015 г. территория относится к Западно-Сибирскому артезианскому бассейну I порядка, и Иртыш-Обскому бассейну II порядка (Рисунок 3.6). Южная граница бассейна проходит по зоне выхода на поверхность фундамента Западно-Сибирской плиты, сложенного девонскими эффузивно-осадочными и карбонатно-терригенными образованиями.

С учетом геологического строения, условий циркуляции подземных вод, гидрогеодинамических особенностей на изучаемой площади выделены следующие водоносные горизонты:

- водоносный четвертичный комплекс (Q);
- водоносный нижнемеловой нижеилекский горизонт (K_{1il1});
- водоносный средне-верхнеюрский тяжинский горизонт (J_{2-3tz});
- водоносный среднеюрский нижеитатский горизонт (J_{2it1});
- водоносный нижеюрский иланский комплекс (J_{1il});
- водоносный нижеюрский макаровский комплекс (J_{1mk});
- водоносный среднедевонский павловский комплекс (D_{2pv});
- водоносная ордовикская зона (O);
- водоносная ниже-среднекембрийская зона (ϵ_{1-2});
- водоносная вендская зона (V).

По результатам детальной разведки в 1976 г. оценка эксплуатационных запасов произведена гидродинамическим методом. Продуктивным водоносным комплексом был признан нижеитатский водоносный горизонт (J_{2it1}) по материалам гидрогеологической карты О-46-XXXIII 1966 г. [27].

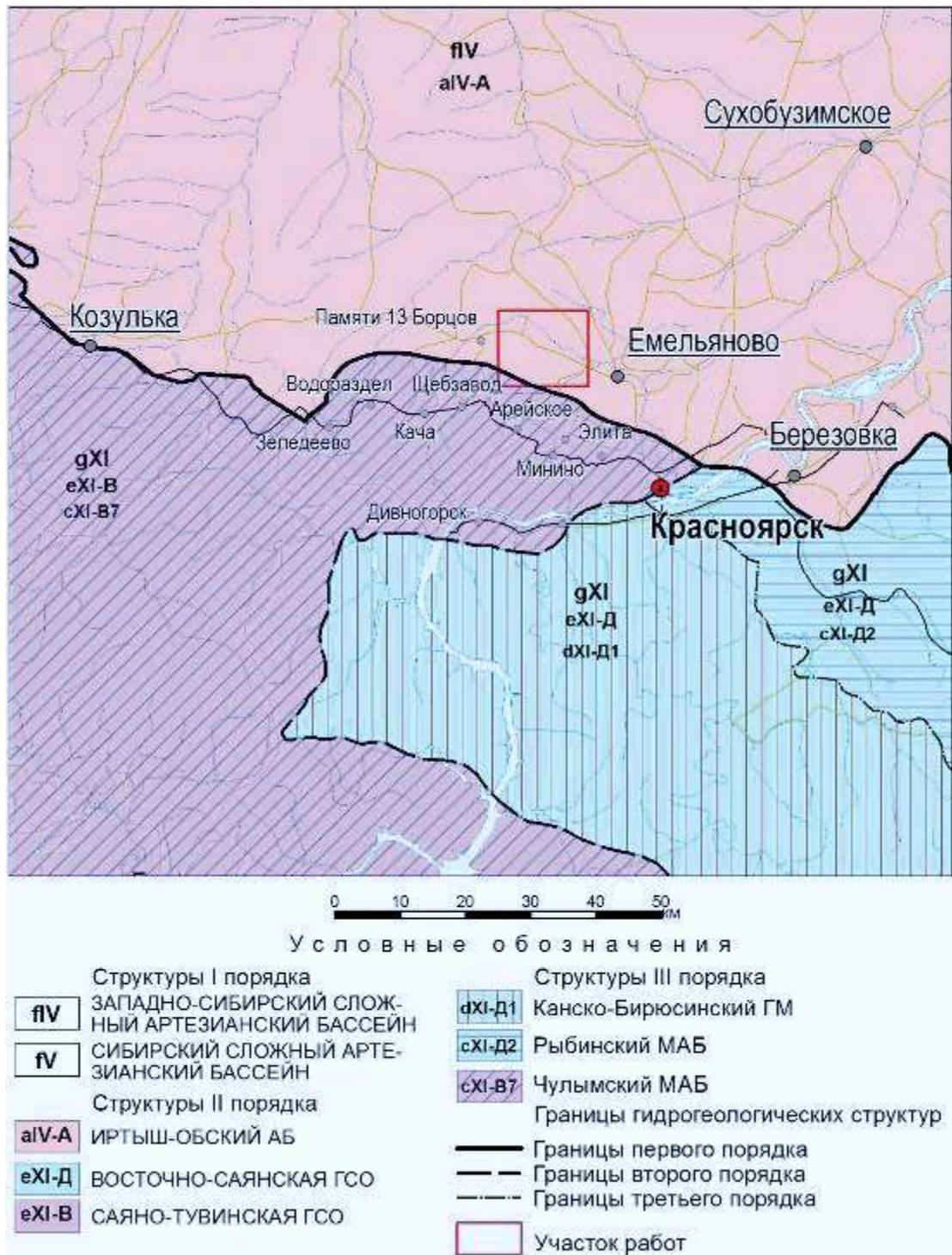


Рисунок 3.6 – Карта гидрогеологического районирования территории участка исследования (по районированию 2015 г.)

Исходя из материалов геологического доизучения территории масштаба 1:200 000 (Берзон 1997 г) [22] и гидрогеологического доизучения Центрально-Красноярской промышленной зоны масштаба 1:200 000 (лист О-46-XXXIII) 2008 г [21], а также переоценке запасов, проведенной в 2019 г [26], на территории месторождения, помимо нижнеитатского водоносного горизонта, картируются с выходом на поверхность в районе скважин водозабора нижнеюрский иланский и макаровский водоносные комплексы. Тем не менее, выделенные по стратиграфическому принципу водоносные горизонты (комплексы) являются в некоторой степени условными, поскольку в пределах месторождения подземные воды в них имеют гидравлическую связь и в гидрогеологическом отношении представляют единую гидродинамическую зону с инфильтрационными и глубинными источниками питания (Рисунок 3.7).

Учитывая вышесказанное, гидрогеологическая характеристика приведена для нижнеитатского, иланского и макаровского водоносных комплексов.

Водоносный среднеюрский нижнеитатский горизонт (J_{2it1}) приурочен к отложениям нижнеитатской подсветы. Отложения представлены песчаниками, алевролитами, аргиллитами, конгломератами, с редкими прослоями бурых углей, общей мощностью до 150 м. Уровень подземных вод вскрывается на глубинах 50-100 м при абсолютных отметках 200-270 м. Величина напора достигает 110 м. Дебиты скважин составляют 0,5-8,4 л/с. Удельный дебит скважин около 0,3-0,9 л/с*м. Коэффициенты водопроницаемости в среднем 20-30 м²/сут, водоотдача 2,61-3,90%.

Питание горизонта происходит за счет разгрузки высоконапорных вод по зонам тектонических нарушений и межпластового перетекания. Не исключена инфильтрация атмосферных осадков и поверхностных вод через толщу покровных суглинков.

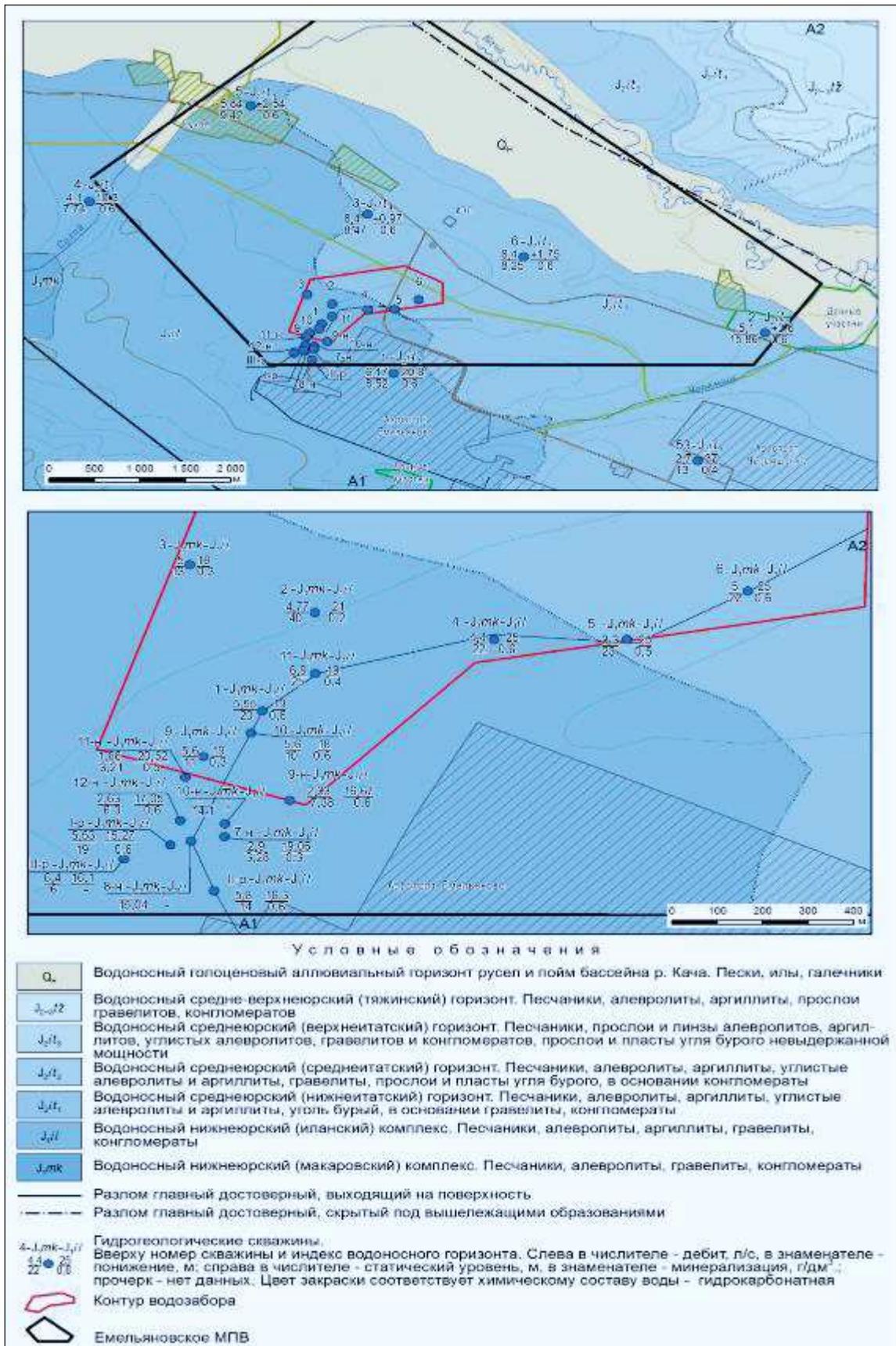


Рисунок 3.7 - Гидрогеологическая карта участка Емельяновского МПВ

Разгрузка происходит по дизъюнктивным нарушениям в выше и нижележащие пласты, поверхностные воды и за счет испарения.

Подземные воды нижеитатского горизонта, а также нижележащих иланского и макаровского комплексов используются для водоснабжения птицефабрики «Заря». В п. Емельяново и других населенных пунктах ведется эксплуатация подземных вод данного водоносного горизонта мелкими водопотребителями из собственных скважин.

Водоносный нижнеюрский иланский комплекс (J_{1il}) приурочен к нерасчлененным отложениям иланской свиты, с размывом залегает на отложениях макаровской свиты нижней юры и несогласно перекрыт отложениями нижеитатский подсвиты средней юры. Его мощность оценивается в 100 м, хотя, учитывая размытость кровли и подошвы, она не везде полная, что отмечено при проведении геологического доизучения масштаба 1:200 000 [22]. Абсолютные отметки пьезометрического уровня 215-253 м.

Породы представлены песчаниками, алевролитами, реже аргиллитами, гравелитами, конгломератами. Ввиду фациальной изменчивости отложений свиты, водовмещающие и водоупорные породы часто чередуются по площади и в разрезе. Если в кровле иланского комплекса четко прослеживаются водоупорные аргиллиты, разрушенные до состояния глин, под которыми залегают плотные песчаники с большим содержанием органики то в подошве маркирующий горизонт между свитами отсутствует, граница довольно условная. И иланский, и ниже залегающий макаровский комплексы одинаково сложены переслаиванием терригенно-осадочных пород с однородной серо-зеленоватой цветовой гаммой. Различие заключается только в большем процентном соотношении конгломератов и гравелитов, которые легко рушатся в руках, то есть практически не сцементированы. Поэтому фильтрационные свойства обоих комплексов можно рассматривать вместе [21].

Дебиты скважин составляют 2,3-13,6 л/с. Удельный дебит скважин от 0,06-до 1,0 л/с*м. Коэффициенты водопроницаемости от 20 до 120 м²/сут.

Химический состав подземных вод гидрокарбонатный магниевый-кальциевый, реже натриево-кальциевый с минерализацией 0,5-0,6 г/дм³. Воды от мягких до жестких (2-7 ммоль/дм³) в зависимости от глубины скважины и места ее расположения.

Воды комплекса используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения аэропорта «Красноярск», в пп. Емельяново, Памяти 13 Борцов, в дд. Крутая, Сухая и др. как правило, совместно с вышележащим или нижележащим горизонтом.

Водоносный нижнеюрский макаровский комплекс (J_{1mk}) представлен конгломератами, песчаниками с прослоями бурого угля, алевролитами, аргиллитами макаровской свиты. Общая стратиграфическая мощность отложений до 200 м. На поверхность отложения выходят небольшими площадями (около 3 км²) южнее п. Памяти 13 Борцов, на границе сочленения с девонскими и ордовикскими образованиями. На участке работ, из-за блокового строения разреза, данный водоносный комплекс рассматривается совместно с иланским водоносным комплексом.

Глубина залегания кровли водоносного горизонта до 89 м при абсолютных отметках 127-257 м. Дебиты скважин колеблются от 0,5 до 18 л/с. Удельные дебиты скважин изменяются от 0,01 л/с*м до 1,02 л/с*м. Коэффициенты водопроницаемости - от 1 м²/сут до 122 м²/сут, составляя в среднем 48 м²/сут.

Химический состав подземных вод сульфатно-гидрокарбонатный. Минерализация с глубиной возрастает до 1 г/дм³.

Воды комплекса используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения аэропорта «Красноярск», в пп. Емельяново, Памяти 13 Борцов, и др. как правило, совместно с вышележащим горизонтом.

Водоносный среднедевонский павловский (D_{2pv}) комплекс приурочен к отложениям павловской свиты, сложенным мергелями, известняками,

песчаниками, алевролитами, конгломератами общей мощностью до 340 м. На площади работ породы комплекса разбиты на блоки тектоническими нарушениями, кровля которых залегает на глубинах от 10-20 м до 776 м в районе птицефабрики «Заря».

Воды безнапорные или слабонапорные. Зеркало подземных вод находится неглубоко от поверхности, повторяя в сглаженном виде очертания рельефа. Питание осуществляется в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков и перетекания напорных вод по тектоническим зонам. Колебание уровней незначительное.

Коэффициенты фильтрации алевролитов в зоне, открытой трещиноватости составляют от 1,0 м/сут до 30 м/сут, песчаников — 0,05-17 м/сутки. Для водовмещающих отложений зоны выветривания, представленных в основном песчаниками, выветрелыми до состояния песков, реже суглинков, супесей, с прослоями мергелей и гравелитов, коэффициент фильтрации изменяется от 0,061 до 1,5 м/сут. Удельные дебиты скважин 0,004-0,13 л/с.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные натриевые, реже кальциевые, часто с повышенным содержанием сульфатов и хлоридов. Общая минерализация от 0,3 до 3,12 г/дм³. Нередко подземные воды содержат повышенное количество ионов железа и загрязнены азотистыми соединениями. Используются неглубокими скважинами (10-20 м) мелкими водопотребителями.

Водоносная ордовикская зона (O) ;

Водоносная нижне-среднекембрийская зона (Є₁₋₂);

Водоносная вендская зона (V)

Вышеприведенные водоносные зоны, сложенные скальными породами, расположены южнее изучаемой территории и на обводненность юрских отложений влияния не оказывают, поэтому их характеристика в рамках данной работы представлена единичными скважинами, вынесенными на гидрогеологическую карту района исследования

(Рисунок 3.8), где указаны их основные параметры. Подземные воды в них, как правило, приурочены к зонам активной трещиноватости, мощность которой составляет около 100 м. Глубже породы приобретают свойства водоупоров.

По структурно-генетическим особенностям участок отнесен к месторождениям в пластово-поровых водах. Гидродинамическая обстановка определяется неоднородностью фильтрационных свойств пород в плане и в разрезе.

Залегание пород близкое к горизонтальному, со слабым наклоном слоев на северо-восток. Подземные воды эксплуатируемых водоносных комплексов напорные, напоры колеблются в пределах от 54-91 м.

По характеру циркуляции подземные воды порово-пластовые, в песчаниках и алевролитах трещинно-пластово-поровые.

Водоупорные слои по материалам детальной разведки относительно выдержаны: От 10-20 м до 50-70 м, (в абсолютных отметках интервал от 180-190 до 210-230 м) представлены глинами аргиллитоподобными.

Питание водоносных комплексов в пределах описываемой территории носит сложный характер и осуществляется большей частью за счет бокового притока (транзита) подземных вод.

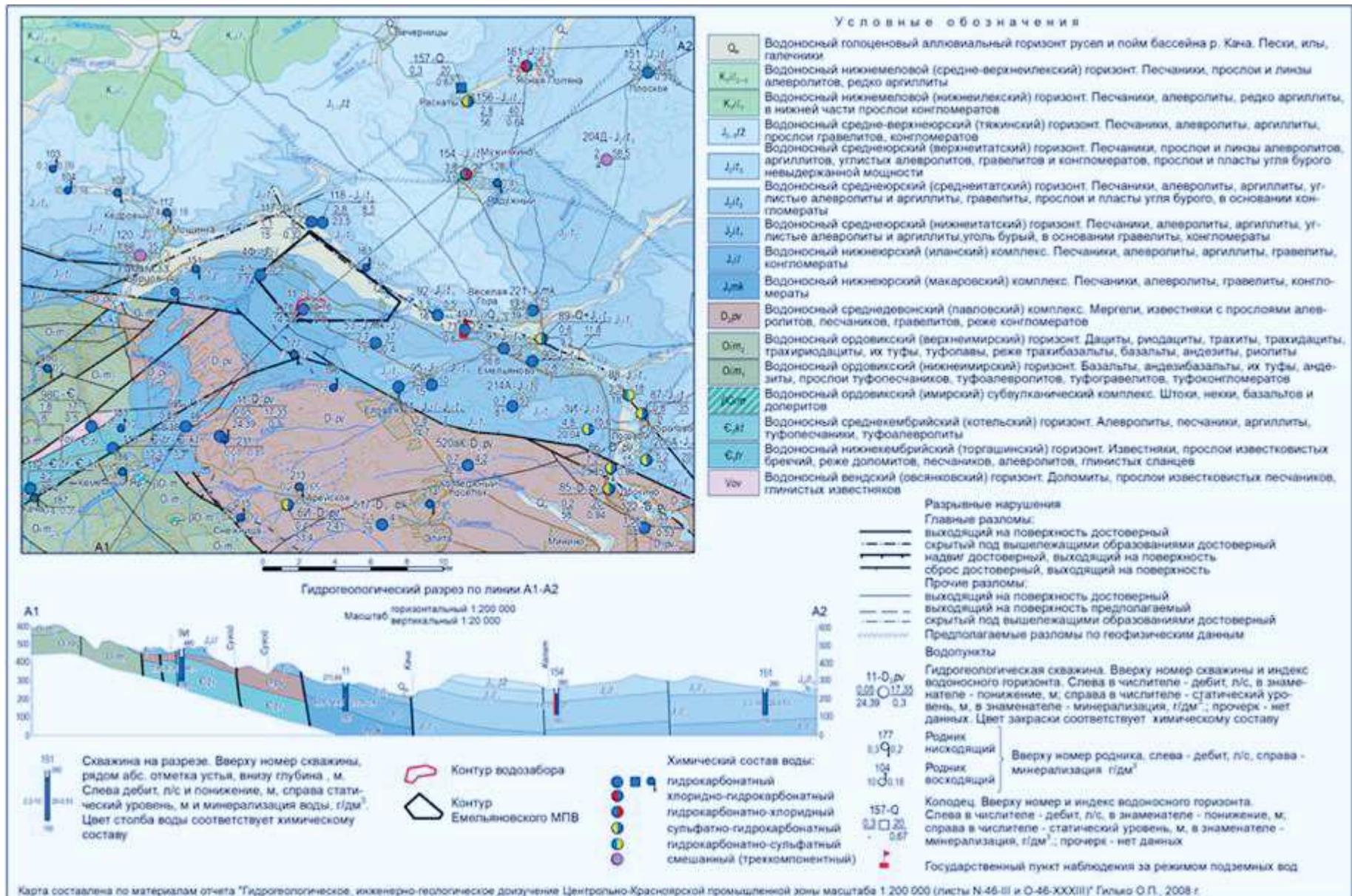


Рисунок 3.8 - Гидрогеологическая карта района Емельяновского МПВ

3.8 Основные техногенные объекты

Среди ведущих факторов особое значение в формировании химического состава природных вод имеет и антропогенная деятельность.

На исследуемой территории известны следующие виды загрязнений подземной гидросферы: промышленное, коммунально-бытовое, сельскохозяйственное.

Для выявления экологической обстановки в 2018 году было проведено обследование района расположения месторождения [26].

Санитарное состояние водозаборных скважин и прилегающих территорий хорошее.

Скважины расположены в лесном массиве за пределами селитебной и промышленной зон, на огороженной территории, в закрытых бетонных подземных колодцах, углубленных до 3 м и ниже (Рисунок 3.9). Устья колодцев изолированы от поступления в них грунтовых вод, а также от затопления их поверхностным стоком. Дополнительно, для удаления воды в случае попадания ее в колодец, бетонные полы устроены с уклоном к сборным приямкам, отводящим воду. Устья скважин зацементированы.

В радиусе более 30 м от водозаборных скважин не ведется какая-либо хозяйственная деятельность (за исключением работ, связанных с исследованием и добычей подземных вод), строительство, в т.ч. жилых и хозяйственных зданий, прокладки трубопроводов и т.д. С южной стороны от МПВ находится микрорайон Аэропорт, проходит железная дорога, с восточной – дачные поселки. По центральной части МПВ находится свалка бытовых отходов, с северо-запада на юго-восток протягивается полоса селитебной зоны, пашни, здесь же проходят улучшенное шоссе и дорога без покрытия.

Ближайшими объектами к скважинам являются грунтовые дороги, расположенные за пределами ЗСО 1-ого пояса. Они характеризуются низкой

интенсивностью движения и служат подъездным путем как для строений, расположенных вблизи скважин, так и для самих скважин.

Наблюдательных скважин в пределах ЗСО 1-ого пояса нет. Пахотные земли в пределах земельного отвода и ЗСО 1-ого пояса водозаборных скважин отсутствуют, ядохимикаты и удобрения не применяются. Экзогенные геологические процессы в пределах ЗСО не наблюдаются.

На территории 2-ого и 3-его поясов не выявлены никакие скважины, не происходит закачка отработанных вод и подземного складирования твердых отходов.

На территории ЗСО 2-ого пояса нет кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации и полей фильтрации, полей орошения, сооружений подземной фильтрации, не производится промышленная рубка леса.

Водозаборные скважины, и их зоны санитарной охраны 1-ого и 2-ого поясов, не попадают на территорию СЗЗ аэропорта, что удовлетворяет требованиям СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03.

На момент обследования влияние источников загрязнения на качество подземных вод месторождения не отмечено.

В целом, экологическое состояние геологической среды в пределах ЗСО всех поясов можно оценить, как благоприятное (Рисунок 3.10). При соблюдении условий эксплуатации водозабора, правил и режима хозяйственного использования территорий, входящих в ЗСО, а также всех нормативных требований СанПиН 2.1.4.1110-02, каких-либо заметных изменений на окружающей территории (в т.ч. изменений качества воды) не предвидится. На рисунке 3.11 приведен ситуационный план, на котором помимо изучаемого МПВ вынесены природные и техногенные объекты.



Рисунок 3.9 - Колодец скважины №2



Рисунок 3.10 - Территория ЗСО 1-ого пояса скважины №2

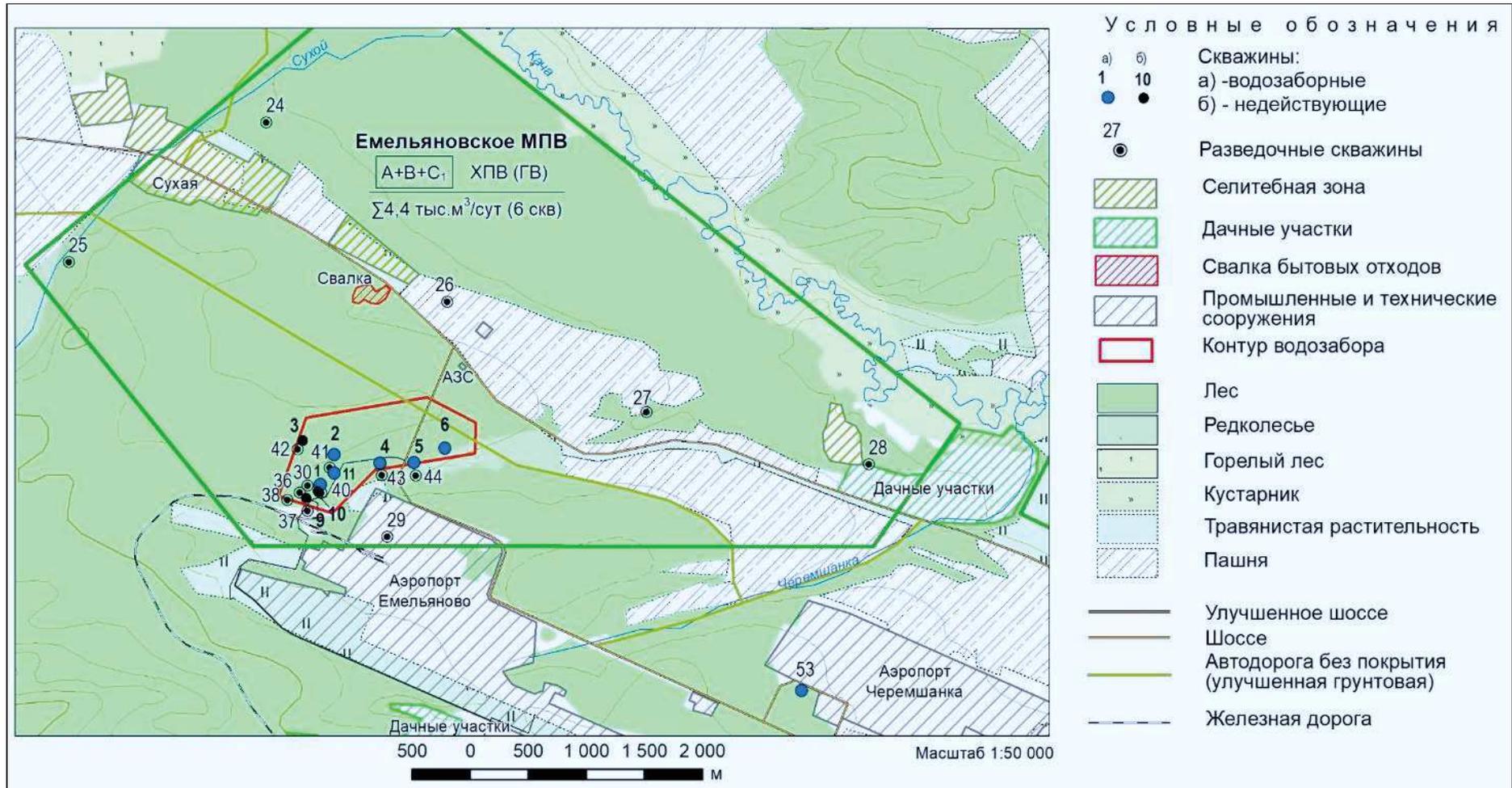


Рисунок 3.11 – Ситуационный план Емельяновского МПВ

4. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сбор материалов производился в Красноярском филиале ФБУ «ГФИ по Сибирскому федеральному округу, а также в Территориальном центре ГМСН. В работе использованы материалы работ по переоценке запасов подземных вод по действующему групповому водозабору ООО Аэропорт «Красноярск», данные мониторинговых исследований за период эксплуатации водозабора с 2010г., геологическая карта СССР масштаба 1:200 000 лист О-46-XXXIII [23]; материалы по гидрогеологическому, инженерно-геологическому доизучению Центрально-Красноярской промышленной зоны масштаба 1:200 000 (листы N-46-III и О-46-XXXIII), 2008 г. [21, 22]; данные поисково-оценочных работ на подземные воды глубоких горизонтов с целью обеспечения населения г. Красноярска питьевой водой в период чрезвычайных ситуаций. Проведен анализ и систематизированы данные из отчетов.

Химический состав подземных вод оценивается по водозаборным скважинам, которые эксплуатируют подземные воды юрского водоносного комплекса. Многолетние данные по химическому составу исследуемого участка сравниваются с данными по водозаборным скважинам соседних месторождений, которые эксплуатируют тот же водоносный горизонт.

Массив данных химических анализов опробования подземных вод условно разбит на этапы, в зависимости от периода проведения исследования и организации, проводившей его.

Методика исследований базируется на нормативных документах, методических указаниях и требованиях, разработанных ведущими научно-производственными центрами и институтами. Оценка геохимического состояния подземных вод выполнялась методом сравнения концентрации элементов в водных пробах с СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или)

безвредности для человека факторов среды обитания» [15].

Для выявления закономерности изменчивости химического состава подземных вод, использующихся для водоснабжения построена карта пространственного распределения минерализации и анионно-катионного состава подземных вод юрских отложений Емельяновского МПВ. Для понимания характера и масштабов накопления элементов в подземных водах, выявления участков распространения компонентов, превышающих установленные нормативы построена схема содержания железа и марганца в подземных водах водозабора.

Геохимические критерии, используемые при анализе данных: коэффициент концентрации – это показатель кратности превышения содержаний химических элементов в точке опробования (C_i) над его нормативным содержанием (ПДК):

$$K_{\text{ПДК}} = \frac{C_i}{\text{ПДК}}$$

где $K_{\text{ПДК}}$ – коэффициент концентрации;

C_i – концентрации элементов в подземных водах;

ПДК – предельно допустимые показатели, согласно СанПиН 1.2.3685-21 [15].

Для хранения, обобщения и обработки информации и картографических построений использовались методы математической статистики и ГИС технологий, реализованные в пакетах программ EXCEL, ArcGIS 9.3.1.

6. 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.

6.1 Предпроектный анализ

6.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Данная работа посвящена изучению геохимии подземных вод юрских отложений Емельяновского месторождения Красноярского края. Актуальность данной работы не вызывает сомнений, так как обеспечение населения качественной питьевой водой является важнейшей и приоритетной

проблемой. От качества питьевой воды зависит здоровье людей, комфортность проживания и экологическая безопасность, уровень санитарно-эпидемиологического благополучия. Особенно актуальны вопросы качества для районов, в которых природные воды уже в естественном состоянии зачастую являются некондиционными по ряду нормируемых компонентов. Именно к таким территориям относится Емельяновский район, Красноярского края, где водоснабжение подавляющей части населенных пунктов полностью базируется на подземных водах.

Цель работы заключается в изучение геохимии подземных вод района Емельяновского месторождения в пространственном и временном аспектах, выявление процессов формирования состава вод, а также геохимических особенностей подземных вод Емельяновского месторождения.

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

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

Сегментировать рынок услуг можно по степени потребности использования данных расчетов. Результаты сегментирования представлены в таблице 6.1.

Таким образом, наиболее эффективно продвижение использования ПО ArcGIS среди гидрогеологов.

Таблица 6.1 – Карта сегментирования рынка услуг по геоэкологической оценке объектов водоснабжения

		Тип используемого ПО		
		ArcGIS	QGIS	MODFLOW
исполнителей Профессия	Гидрогеолог			
	Геолог			
	Гидролог			

6.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и был проведен с помощью оценочной карты, приведенной в таблица 6.2.

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

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

Критерии оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 6.2. Они подбирались, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации. Основными критериями оценки

материалов будут являться: удобство в эксплуатации, затраты на производство, простота и скорость получения результатов (Таблица 6.2).

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

Таблица 6.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентно-способность	
		Б _ф	Б _{к1}	К _{ф1}	К _{к1}
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Удобство в эксплуатации	0,2	5	5	1	1
Надежность	0,15	5	4	0,75	0,6
Безопасность	0,15	5	4	0,75	0,6
Простота эксплуатации	0,2	4	2	0,8	0,4
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности					
Конкурентоспособность продукта	0,1	5	5	0,5	0,5
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	4	0,5	0,4
Цена разработки	0,1	5	3	0,5	0,3
Итого	1	33	27	4,80	3,80

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где K – конкурентноспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Таким образом, конкурентноспособность рассматриваемых продуктов составляет:

$$K_{ф} = 1 + 0,75 + 0,75 + 0,8 + 0,5 + 0,5 + 0,5 = 4,80$$

$$K_{к1} = 1 + 0,6 + 0,6 + 0,4 + 0,5 + 0,4 + 0,3 = 3,8$$

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

6.1.3. SWOT - анализ

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

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Матрица SWOT-анализа

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

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа. Второй этап состоит в выявлении соответствия

сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Результаты построения интерактивной матрицы проекта представлен в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Интерактивная матрица проекта

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

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

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

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

В4С3С4.

- сильные стороны и угрозы: У3С2С3С4, У4С2.
- слабые стороны и угрозы: У1С1С3С4; У2С3С4; У3С2С4, У4С1С3С4.

6.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для определения стадии жизненного цикла научной разработки необходимо оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Оценка степени готовности представлена в таблице 6.5.

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.

Таблица 6.5 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

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

Продолжение таблицы 6.5

Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	2	2
Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	2
Проработан механизм реализации научного проекта	2	3
Итого баллов	38	43

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

6.1.5. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

В данной работе идет разработка проекта геохимических особенностей месторождения подземных вод путем изучения гидрогеологических и гидрогеохимических условий территории, конечный продукт будет заключаться в инженерно-гидрогеологическом решении для аэропорта и населенного пункта.

В качестве метода коммерциализации выбирается инжиниринг, в связи с тем, что данный метод предполагает предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика, усовершенствованием имеющихся производственных процессов вплоть до внедрения изделия в производство и даже сбыта продукции.

6.2 Инициация проекта

6.2.1. Цели и задачи исследования

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.

Информация о заинтересованных сторонах проекта, которые активно участвуют в проект или интересы которых могут быть затронуты в результате завершения проекта, представлены в таблице 6.6.

Таблица 6.6– Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Удовлетворение потребностей страны в высококвалифицированных специалистов
Разработчик проекта (магистрант)	Разработка методики изучения гидрогеологических и геохимических условий объекта с целью выявления геохимических особенностей подземных вод месторождения и получения рекомендаций по организации водоснабжения
Недропользователь	Организация водоснабжения аэропорта и населенного пункта

В таблице 6.7 предоставлены цели проекта и критерии достижения целей.

Таблица 6.7 – Цели и результаты проекта

Цели проекта:	Изучение геохимии подземных вод района Емельяновского месторождения в пространственном и временном аспектах, выявление процессов формирования состава вод, а также геохимических особенностей подземных вод месторождения.
Ожидаемые результаты проекта	Результаты обработки данных по гидрогеохимическим и гидрогеологическим условиям, картографические материалы
Критерии приемки результата проекта:	Построение карты пространственного распределения минерализации и анионно-катионного состава подземных вод юрских отложений Емельяновского МПВ Составление схемы содержания в подземных водах железа и марганца Построение геологической карты Построение гидрогеологической карты

Продолжение таблицы 6.7

Требования к результату проекта	Требование:
	Показать особенности формирования химического состава подземных вод
	Показать изменение химического состава подземных вод в пространственном и временном аспектах
	Показать геохимические особенности подземных вод месторождения

6.2.2. Структура работ в рамках научного исследования Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 6.1



Рисунок 6.1 – Проектная структура проекта

В таблице 6.8 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 6.8 – Рабочая группа проекта

ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
Дутова Екатерина Матвеевна, ТПУ, ОГ, профессор, д.г.-м.н.	Научный руководитель	Консультирование по выполнению разделов ВКР, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	600

Мешкова Анастасия Викторовна, ТПУ, ИШПР, магистрант	Исполнитель по проекту (магистрант)	Сбор и анализ литературных данных, анализ гидрогеохимических, гидрогеологических условий района расположения Емельяновского месторождения	1600
Итого			2200

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

- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

6.2.3. Ограничения и допущения проекта

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 6.9).

Таблица 6.9 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения
Бюджет проекта	600000 рублей
Источник финансирования	НИТПУ
Сроки проекта	15.02.2022-31.05.2022
Дата утверждения плана управления проектом	15.02.2022
Дата завершения проекта	31.05.2022

6.3 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.

6.3.1. Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. На рисунке представлен шаблон иерархической структуры.

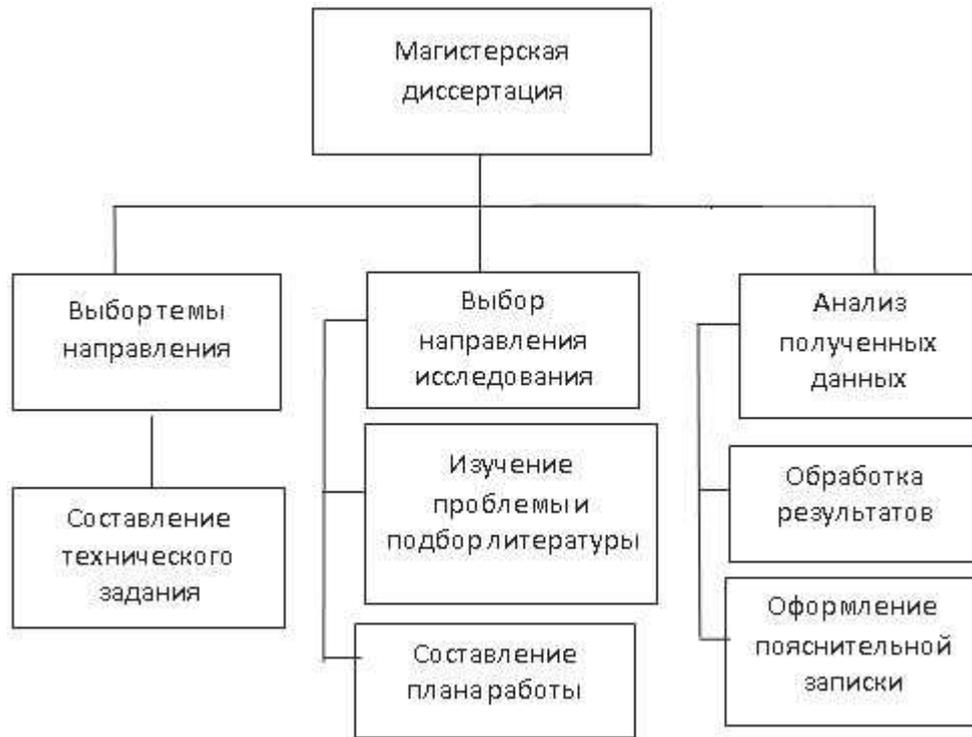


Рисунок 6.2 – Иерархическая структура по магистерской диссертации

6.3.2. План проекта

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

На основе предыдущей таблицы составляется диаграмма (рисунке 6.3), в основу которой ложатся этапы проведения исследования и длительность работ в календарных днях.

Вид работы	Исполнители	Тк, кал. дней	Продолжительность выполнения работ												
			февраль			март			апрель			май			
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Составление и утверждение темы ВКР	Магистрант и научный руководитель	1													
Анализ актуальности темы	Магистрант и научный руководитель	2													
Постановка задач	Магистрант и научный руководитель	3													
Определение сроков написания ВКР	Магистрант и научный руководитель	4													
Анализ исходных материалов по тематике научного исследования	Магистрант	15													
Написание обшей части ВКР	Магистрант	25													
Основная часть ВКР	Магистрант	30													
Анализ полученных результатов	Магистрант и научный руководитель	12													
Утверждение результатов и выводы по работе	Магистрант и научный руководитель	12													

Рисунок - 6.3 – Диаграмма Ганта

6.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

6.4.1. Материальные затраты

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

Таблица 6.10 – Материальные затраты

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

Для учета затрат на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, производится расчет стоимости материальных затрат по действующим прейскурантам или договорным ценам. Результаты представлены в таблице 6.11.

Таблица 6.11 – Сырье, материалы и комплектующие изделия

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Персональный компьютер Acer Aspire 5	шт	1	50000,00	50000,00
Бумага для принтера (формат А4, пачка)	формат А4, пачка	1	250,00	250,00
Краска для принтерных картриджей	шт	1	1000,00	1000,00
Ручка шариковая	шт	2	50,00	100,00
Карандаш чертежный	шт	3	50,00	150,00
Блокнот для записок	шт	2	150,00	300,00
Всего за материалы				51800,00
Транспортно-заготовительные расходы (5%)				2590,00
Итого				54390,00

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Далее описаны все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме и занесены в таблицу 6.12.

Таблица 6.12 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
	Программное обеспечение ArcGIS	1	250 000,00	250 000,00
ИТОГО				250 000,00

6.4.2. Основная заработная плата

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

непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата, $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_{раб}, \text{ где } Z_{осн} \text{ – основная заработная плата, руб;}$$

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

$Z_{дн}$ - среднедневная заработная плата работника, руб. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d},$$

Где Z_m - месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 раб.дней $M=10,4$ месяца, 6–дневная неделя;

F_d - действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Таблица 6.13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
– выходные дни	52	52
– праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
– отпуск	48	48
– невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_b * (k_{пр} + k_d) * k_p$$

где Z_b – базовый оклад, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда); k_d – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер

обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда); k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска). Таким образом, основная заработная плата для:

Руководителя:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{38000 * 10,4}{251} = 1574,502 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{осн}} = 1574,502 * 44 = 69278,09 \text{ руб}$$

Инженера:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{17000 * 10,4}{251} = 704,3 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{осн}} = 704,3 * 120 = 84525,89 \text{ руб}$$

Таблица 6.14 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_6 , руб	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	k_p	$F_{\text{д}}$, раб.дн.	Z_m	$Z_{\text{дн}}$	T_p , раб.дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	29230,77	-	-	1,3	251	38000	1574,5	44	69278,09
Инженер	13076,92	-	-	1,3	251	17000	704,3	120	84525,89

6.4.3. Дополнительная заработная плата научного персонала

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

- Руководитель $69278,09 * 0,1 = 6927,81$ руб.

- Инженер: $84525,89 * 0,1 = 8452,58$ руб.

В таблице 6.15 приведена форма расчета основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 6.15 – Заработная плата исполнителей НТИ, руб

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	69278,09	84525,89

Дополнительная зарплата	6927,81	8452,58
Зарплата исполнителя	76205,90	92978,49
Итого по разделу Сзп	169184,39	

6.4.4. Отчисления на социальные нужды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) ,$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Раздел включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

Отчисления на социальные нужды 30 % приведены в таблице 6.16 и составили 50755,32 руб.

Таблица 6.16– Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	69 278,09	6 927,81
Инженер	84 525,89	8 452,58
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
Сумма отчислений	50 755,32руб	

6.4.5. Накладные расходы

В накладные расходы включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 – 90 % от суммы основной заработной платы научного персонала данной научно–технической организации. Накладные расходы составляют 80–100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении исследования. Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$С_{накл} = 0,8 * 169 184,39 = 135 347,5 \text{ руб.}$$

Накладные расходы составили 135 347,5 руб.

6.4.6. Формирование бюджета затрат научно- исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 6.17 – Общие затраты по статьям

Затраты по статьям, руб.					
Сырье, материалы	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная и дополнительная заработная плата	Накладные расходы	Отчисления на социальные нужды	Итого плановая себестоимость
54 390,00	250 000,00	169 184,00	135 347,50	50 755,3	657 577,20
74 676,00	350 000,00	236 858,10	189 486,50	71 057,45	922 078,1

6.4.7. План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражающий требования к коммуникациям со стороны участников проекта представлен в таблице 6.18.

Таблица 6.18 – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1	Статус проекта	Руководитель проекта	Представителю заказчика	Ежеквартально (первая декада квартала)
2	Информация о текущем состоянии проекта	Участники проекта	Исполнителю проекта	Еженедельно (пятница)
3	Еженедельный отчет и информация о проведенных внештатных работах	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже дня контрольного события по плану производства

6.4.8. 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 (таблица 6.19).

Таблица 6.19– Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения	Условия наступления
1	Выход из строя исследовательского оборудования	Задержка в выполнении плана	2	3	средний	Соблюдать правила эксплуатации прибора	Человеческий фактор, износ заменяемых частей, заводской брак

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

6.5.1. 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).

6.5.2. Чистая текущая стоимость (NPV)

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

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

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

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

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

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

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 6.20. При расчете рентабельность проекта составляла 10 %, норма амортизации- 10 %.

Таблица 6.20 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	821972	821971,5	821971,5	821971,5
2	Итого приток, руб.	0	821972	821971,5	821971,5	821971,5
3	Инвестиционные издержки, руб.	657 577,2	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб.	0	197273	197273,16	197273,16	197273,16
5	Налогооблагаемая прибыль, руб.	0	624698	624698,34	624698,34	624698,34
6	Налоги 20 %, руб.	0	124939	124939,668	124939,668	124939,67
7	Итого отток, руб.	-657 577,2	329313,6	329313,6	329313,6	329313,6
8	Чистая прибыль, руб.	0	499759	499759	499759	499759
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.	-657 577,2	565516,72	565516,72	565516,72	565516,72
10	Коэффициент дисконтирования $i=20\%$ (КД)	1	<u>0,833</u>	<u>0,694</u>	<u>0,578</u>	<u>0,482</u>
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.	-657 577,2	471075	392469	326869	272579

12	\sum ЧДД, руб	1462992 руб.
13	Итого NPV, руб.	805415 руб.

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$KD = \frac{1}{(1+i)^t},$$

где: –ставка дисконтирования, 10 %;

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет **805415** рублей, что позволяет судить об его эффективности.

Индекс доходности (PI)

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

где: ЧДД - чистый денежный поток, млн. руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, млн. руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{1462992}{657577,2} = 2,2$$

Так как $PI=2,2>1$, следовательно, проект эффективен.

Внутренняя ставка доходности (IRR)

Значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или =0. По разности между IRR и ставкой дисконтирования i можно судить о запасе

экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования i , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

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

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 6.21 и на рисунке 6.4.

Таблица 6.21 - Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	Сумма, руб
1	Чистые денежные потоки, руб	-658966	461073	461073	461073	461073	
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, млн. руб.						
	0,1	-657577,2	514055	467117	424703	386248	1134545
	0,2	-657577,2	471075	392469	326869	272579	805415
	0,3	-657577,2	434882	334786	257310	197931	567332
	0,4	-657577,2	403779	288414	205848	147034	387498
	0,5	-657577,2	377200	251089	166827	111972	249512
	0,6	-657577,2	353448	220552	137986	86524	140932
	0,7	-657577,2	332524	189448	114800	63338	42532
	0,8	-657577,2	314427	174745	96703	53724	-17978
	0,9	-657577,2	297462	156648	82565	43545	-77357
	1	-657577,2	282758	141379	70690	35062	-127688

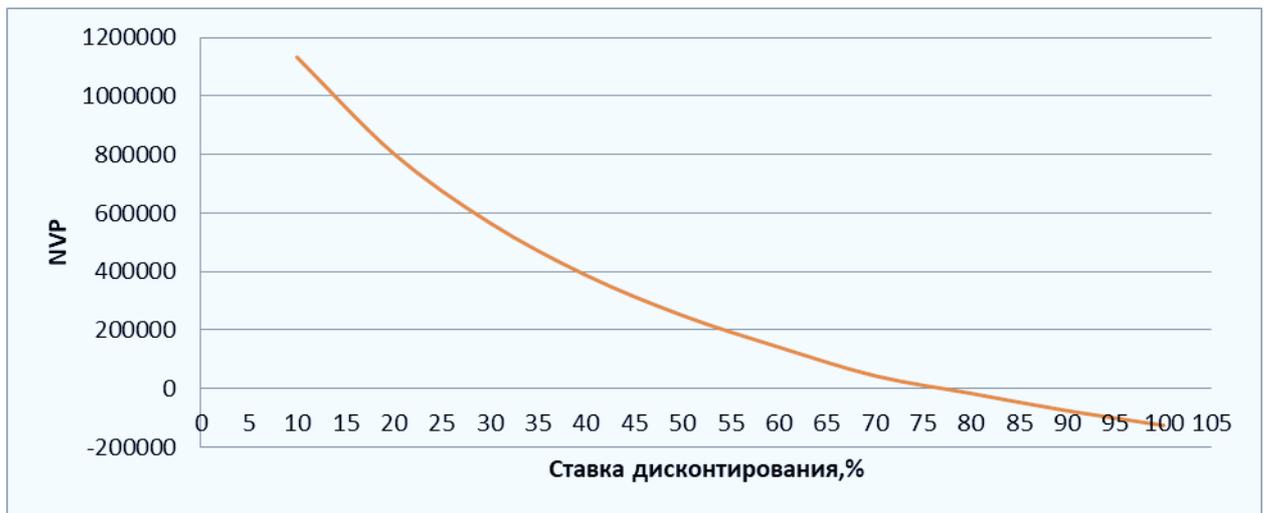


Рисунок 6.4 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

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 0,75.

Запас экономической прочности проекта: $75\% - 20\% = 55\%$.

6.5.3. 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 6.22 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,10$), руб.	-657 577,2	471075	392469	326869	272579
2	То же нарастающим итогом, руб.	-657577,2	- 186502,2	205966,8	532835,8	805414,8
3	Дисконтированный срок окупаемости		$PP_{дск} = 1 + (186502/392469) = 1,4$ года			

6.5.4. 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 вариантов исполнения научного исследования (Таблица 6.23). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

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

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 (вт.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{-657577,2}{922078,1} = 0,71$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{922078,1}{922078,1} = 1,00$$

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). Для данного проекта и для аналога данный показатель составил 0,71 и 1 соответственно.

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта приведена в таблице 6.23.

Таблица 6.23 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог
1. Способствует росту производительности труда	0,15	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,30	5	3
3. Эффективные, применимые в различных сферах результаты	0,05	5	4
5. Энергосбережение	0,10	4	4
5. Надежность	0,25	5	4
6. Материалоемкость	0,15	5	4
Итого	1,00	29	23

В результате расчётов получились следующие интегральные показатели ресурсоэффективности:

$$I_{\text{ТП}} = 0,75 + 1,5 + 0,25 + 0,4 + 1,25 + 0,75 = 4,90$$

$$I_{\text{ан1}} = 0,60 + 0,9 + 0,2 + 0,4 + 1,00 + 0,6 = 3,70$$

Интегральный показатель эффективности проекта $I_{\text{финр}}^{\text{ТП}}$ и аналога $I_{\text{финр}}^{\text{а}}$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя. Рассчитаем интегральные показатели эффективности вариантов исполнения исследования:

$$I_{\text{финр}}^{\text{ТП}} = \frac{4,90}{0,71} = 6,90$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{а1}} = \frac{3,70}{1,00} = 3,70$$

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср1}} = \frac{6,90}{6,90} = 1$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср2}} = \frac{3,70}{6,90} = 0,54$$

Результат вычисления сравнительной эффективности проекта и сравнительная эффективность анализа представлены в таблице 6.24.

Таблица 6.24– Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Аналог
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,70	1,00
2	Интегральный ресурсоэффективности показатель разработки	4,90	3,70
3	Интегральный показатель эффективности	6,90	3,70
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,54

Заключение по разделу

В результате исследования были определены затраты на проведение исследования, бюджет составляет –805415 руб рублей. Анализ технических и экономических критериев трех разных видов ПО, в которых возможно выполнение настоящего НТИ, показал, что ПО ArcGIS обладает преимуществом по сравнению с конкурентными программными продуктами. При оценке сравнительной эффективности было установлено, что с позиции ресурсной эффективности текущий проект предпочтительнее аналогов.

Проведя анализ показателей эффективности инвестиций, получили чистую текущую стоимость (NPV) –802512,8 руб. Таким образом, инвестиционный проект считается выгодным, NPV является положительной. Срок окупаемости проекта (PP) составил 1,4 года. Внутренняя ставка доходности (IRR) – 0,51, что позволяет признать инвестиционный проект экономически оправданным, так как выполнено неравенство $IRR > i$. Индекс доходности (PI) – 2,2, что больше единицы, следовательно, данная инвестиция приемлема.

7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

7.1 Введение

Целью данной выпускной квалификационной работы является изучение гидрогеологических и выявление геохимических особенностей подземных вод Емельяновского МПВ, построение карт пространственного распространения минерализации, железа и марганца по площади работ. Объект исследования – подземные воды юрского водоносного комплекса Емельяновского МПВ, которое расположено в Емельяновском районе Красноярского края и предназначен для питьевых и технических нужд ООО «Аэропорт Красноярск».

Область применения настоящей работы лежит в сфере камерального этапа сбора и обработки данных о гидрогеологических условиях района исследований и геохимических особенностях подземных вод Емельяновского МПВ. Комплекс камеральных работ выполнен как на основе анализов материалов, имеющихся за весь период эксплуатации водозабора, так и на материалах, полученных при переоценке запасов подземных вод Емельяновского МПВ в 2019 году. Геохимическая оценка объекта водоснабжения дается на основе существующих материалов, новых исследований исполнителем не проводилось.

Пользователями данных о условиях выступают инженеры-гидрогеологи, инженеры-экологи, инженеры-проектировщики, выполняющие инженерно-гидрогеологические, экологические работы на Емельяновском МПВ. Пользователями конечного проектируемого решения (карта) – управление ООО «Аэропорт Красноярск». Камеральные работы выполняются в программном комплексе ArcGIS 10.6, а также в Word 2016, Excel 2016 на персональных компьютерах.

7.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Камеральные работы проводились в офисе при использовании ПК. При работе с ПК на рабочем месте должны быть выполнены следующие требования.

Согласно статье 212 ТК РФ [18], работодатель имеет ряд обязательств по обеспечению безопасных условий и охраны труда оператора ПК. Согласно требованиям, к работе с ПК допускаются лица:

- не имеющие медицинских противопоказаний для работы с ПК;
- прошедшие курс обучения принципам работы с вычислительной техникой и специальное обучение работе на ПК;
- прошедшие вводный инструктаж по охране труда, по пожарной безопасности, по электробезопасности с присвоением 1-й группы;
- ознакомленные с инструкциями по эксплуатации оргтехники, используемой на рабочем месте: ПК, принтер, сканер и т.п.

Работа в офисе относится ко второй категории тяжести труда – работы выполняются при оптимальных условиях внешней производственной среды и при оптимальной величине физической, умственной и нервно-эмоциональной нагрузки. Продолжительность рабочего дня работников не должна превышать 40 часов в неделю (Ст. 91 ТК РФ) [18].

Согласно статье 212 ТК РФ работодатель обязан обеспечить обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

При организации рабочих мест пользователей ПК необходимо:

- обеспечить режим труда и отдыха пользователей ПК, с предоставлением регламентированных перерывов в течении рабочего дня;
- обеспечить площадь на одно рабочее место пользователя не менее 4,5 м² – для жидкокристаллических и плазменных экранов;

- обеспечить безопасное размещение рабочих мест с ПК: расстояние между видеомониторами (тыльная сторона одного монитора до экрана другого) – не менее 2 м, расстояние между боковыми поверхностями – не менее 1,2 м;

- обеспечить пользователей подъёмно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки стулом (креслом);

- не допускать установку ПК вблизи электронагревательных приборов и систем отопления;

- не допускать размещение на системном блоке, мониторе и периферийных устройствах посторонних предметов.

Оператор ПК также имеет ряд обязательств перед работодателем. Согласно статье № 414-V ТК РФ [18], исполнитель обязуется проходить все необходимые инструктажи, обучающие семинары, медицинский осмотр, и выполнять требования касательно его безопасности на рабочем месте.

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т. д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы [10].

Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля.

Конструкцией оборудования и рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием:

- высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног.
- высоты сиденья и подставки для ног.

7.3 Производственная безопасность

Производственной безопасностью называется система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности. Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [5] все производственные факторы по сфере своего происхождения подразделяют на:

- 1) факторы производственной среды;
- 2) факторы трудового процесса.

Из производственных факторов для целей безопасности труда по критерию характера причинения вреда организму работающего человека выделяют: опасные и вредные факторы. Подробнее остановимся на факторах, которые могут возникнуть при выполнении камерального этапа сбора и обработки данных о гидрогеологических условиях района исследований и геохимических особенностях подземных вод Емельяновского МПВ. Они представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Возможные вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1. Недостаточная освещенность	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [17]
2. Отклонение показателей микроклимата	СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"[15]
3. Нервно-психические перегрузки, монотонность трудового процесса	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) [18]
4. Электромагнитное излучение	ГОСТ 12.1.006-84 Электромагнитные поля радиочастот [8]
5. Поражение электрическим током	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни

	напряжений прикосновения и токов [9]
6. Возникновение пожаров	ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность [6]

7.4 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

7.4.1. Недостаточная освещенность рабочего места

Источник возникновения фактора - отсутствие возможности организовать естественное освещение, из-за условий расположения объекта исследования.

Воздействие фактора на организм человека: недостаточное освещение негативно воздействует на зрение, приводит к утомлению, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт, является причиной головной боли и бессонницы.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПК должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов). Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток. Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СП 52.13330.2016 указаны в таблицах 7.2 и 7.3 [17].

Таблица 7.2 - Нормируемые показатели искусственного освещения

Помещения	Искусственное освещение				
	Освещенность лк			Показатель дискомфорта, М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более
	При комбинированном освещении		При общем освещении		
	всего	от общего			
Кабинеты, рабочие	400	200	300	40	15

комнаты, офисы, представительства					
--------------------------------------	--	--	--	--	--

Таблица 5.3 – Нормируемые показатели естественного и совмещенного освещения

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г-горизонтальная, В-вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение	
		КOE		При верхнем Или комбинированном освещении	При боковом освещении
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении		
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства	Г – 0,8	3,0	1,0	1,8	0,6

Средства защиты: постоянное необходимое обеспечение местного искусственного освещения.

7.4.2. Расчет искусственного освещения

Помещение, в котором выполняются проектные работы имеет следующие характеристика: длина $A=12$ м, ширина $B=6$ м, высота $H=3,5$ м, окрас стен – светлые тона, потолок – белый. Высота рабочей поверхности $h_{рп} = 0,8$ м. Характеристики зрительной работы: минимальный размер объекта различения = 0,5 мм; напряженная зрительная работа выполняется непрерывно (5 часов); расстояние, на котором находится объект от глаз рабочего составляет 0,5м. источники света – люминесцентные лампы.

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

Коэффициент отражения потолка – $R_{\text{п}}=50\%$ (светлые чистые панели), стен – $R_{\text{с}}=30\%$ (бетонные с окнами). Коэффициент запаса $K_3=1,5$, коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп принимается $Z=1,1$, согласно с методическими указаниями по расчету искусственного освещения [19].

Рассчитаем систему общего люминесцентного освещения.

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

Замерим основные параметры в соответствии с расчетной схемой (Рисунок 7.1)

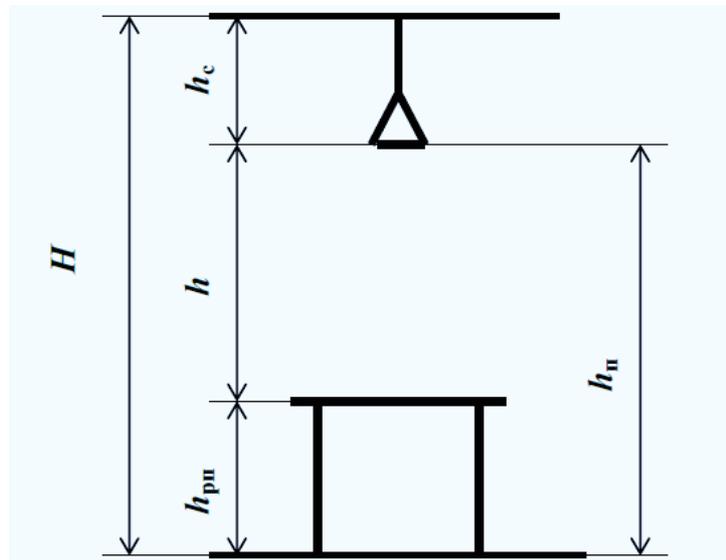


Рисунок 7.1 – Основные расчетные параметры

Параметр $h_{\text{с}}= 0,5$ м, определяем расчетную высоту:

$$h = H - h_{\text{с}} - h_{\text{рп}} = 3,5 - 0,5 - 0,8 = 2,2 \text{ м};$$

Расстояние между светильниками:

$$L = 1,2 * 2,2 = 2,64 \text{ м};$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены:

$$L/3 = 0,88 \text{ м}.$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду []:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(B - \frac{2}{3} * L)}{L} + 1 = \frac{(6 - \frac{2}{3} * 2,64)}{2,64} + 1 \approx 2,6$$

$$n_{\text{св}} = \frac{(A - \frac{2}{3} * L)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{(12 - \frac{2}{3} * 2,64)}{0,5 + 0,5} \approx 10$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 10 светильников типа ОД с защитной решеткой мощностью 65 Вт (с длиной 0,5 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 63 см. Составляем план помещения и размещения на нем светильников (Рисунок 7.2). Учитывая, что в каждом светильнике установлено по две лампы, а светильников в помещение 30 штук, общее число ламп в помещении $N_{\text{л}} = 60$.

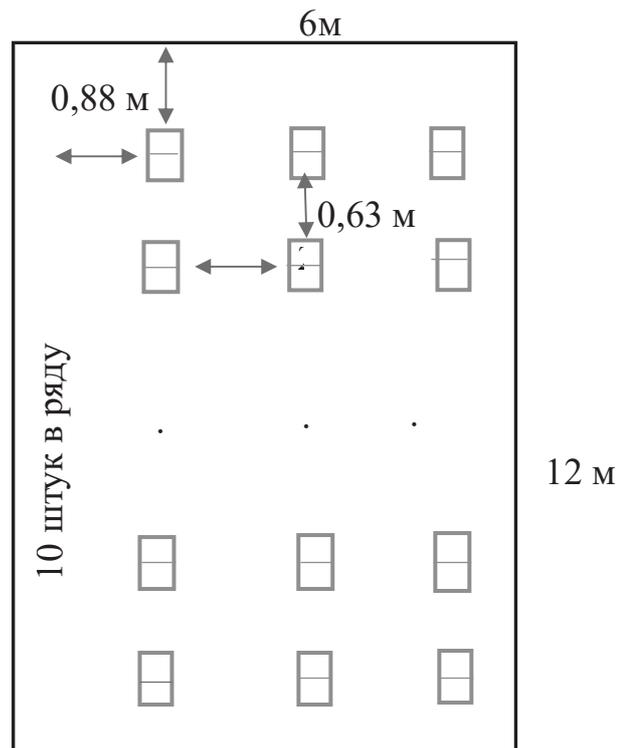


Рисунок 7.2 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

Находим индекс помещения:

$$i = S/h(A+B) = 60/(2,2(12+6)) = 1,5$$

По таблице определяем коэффициент использования светового потока:

$$\eta = 0,52.$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{E_H * S * K_з * Z}{N_л * \eta} = \frac{300 * 60 * 1,5 * 1,1}{60 * 0,52} = 952$$

По таблице выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛХБ20 Вт с потоком 1020 лм. Делаем проверку выполнения условия:

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

Далее подставляем в формулу стандартное и рассчитанное значения:

$$-10\% \leq \frac{1020 - 952}{1020} \leq +20\%$$

Получаем: $-10\% \leq 0,07\% \leq +20\%$. Условие выполнено.

Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 60 * 20 = 1200 \text{ Вт.}$$

В ходе расчета искусственного освещения в помещение размером 12 на 6 метров выявили, что для нормального освещения необходимо разместить по 10 светильников в три ряда.

7.4.3. Отклонение показателей микроклимата

Источник возникновения фактора: изменение температуры воздуха рабочей зоны помещения из-за различных факторов (работа оборудования, системы отопления и кондиционирования помещения, солнечная радиация).

Воздействие фактора на организм человека: негативное влияние теплового излучения на организм человека выражается в часто повторяющихся головных болях, тошноте, рвоте, интенсивном выделении

пота, повышении уровня давления, слабости, нарушении координации движений.

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие.

Комфортный микроклимат в помещении создают при помощи отопления и вентиляции. Оптимальные и допустимые нормы микроклимата для работ разной категории указаны в ГОСТ 12.1.005-88 [7], СанПиН 2.2.4.548-96 [16].

В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПК является основной и связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами микроклимата производственных помещений [16].

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия, соответствующие СанПиН 2.2.4.548-96 [16]. Микроклиматические параметры приведены в таблицах 7.4, 7.5.

Таблица 7.4 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22-24	21-25	40-60	0,1
Теплый	23-25	22-26	40-60	0,1

Таблица 7.5 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	20-25	19-26	15-75	0,1
Теплый	21-08	20-29	15-75	0,1-0,2

Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры – обычными системами вентиляции и отопления.

Мероприятия по поддержанию требуемого микроклимата: осуществление терморегуляции в помещении с целью поддержания оптимальной температуры; установка вентиляционного оборудования для поддержания нормального воздухообмена; проветривания помещения во время перерывов; регулярная влажная уборка помещения.

7.4.4. Нервно-психические перегрузки

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

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

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

Естественно, что полностью исключить провоцирующие факторы из жизни вряд ли удастся, но можно уменьшить их негативное

воздействие, давая нервной системе необходимый отдых, который регламентируется разделом V ТК РФ [18].

7.4.5. Поражение электрическим током

Источник возникновения фактора: прикосновение к токоведущим частям, как при разработке, так и при эксплуатации проектного решения.

Воздействие фактора на организм человека: электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие. Действие электрического тока на человека приводит к травмам или гибели людей.

Несоблюдение правил ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» может привести к опасным последствиям [9].

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.

7.4.6. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работника водозабора подземных вод

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа непосредственно на рабочем месте ответственным лицом.

Проверка знаний правил техники безопасности проводится квалификационной комиссией или лицом ответственным за рабочее место

после обучения на рабочем месте. После чего сотруднику присваивается соответствующая его знаниям и опыту работы квалификационная группа по технике безопасности и выдается удостоверение специального образца.

Лица, обслуживающие электроустановки не должны иметь увечий и болезней, мешающих производственной работе. Состояние здоровья устанавливается медицинским освидетельствованием перед устройством на работу.

Система отопления должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. Параметры микроклимата в используемом помещении регулируются системой центрального отопления, и имеют значения: влажность – 40 %, скорость движения воздуха – 0,1 м/с, температура летом – 20-25 °С, зимой – 13-15 °С.

7.5 Экологическая безопасность

7.5.1. Камеральные работы (этап разработки)

При выполнении камеральных работ воздействие на атмосферу и гидросферу отсутствует. Возможное воздействие на литосферу при ненадлежащей утилизации вычислительной техники.

Вышедшее из строя ПЭВМ и сопутствующая оргтехника относится к IV классу опасности и подлежит специальной утилизации. Для оказания наименьшего влияния на окружающую среду, необходимо проводить специальную процедуру утилизации ПЭВМ и оргтехники, при которой более 90% отправится на вторичную переработку и менее 10% будут отправлены на свалки. При этом она должна соответствовать процедуре утилизации ГОСТ Р53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов [11].

7.5.2. Эксплуатация водозаборов Емельяновского МПВ Атмосфера

Ожидается минимальное воздействие на атмосферу при эксплуатации водозабора в виде выброса выхлопных газов, используемого автотранспорта и оборудования, тепловое воздействие. Для подачи тепла в жилые дома котельные используют воду из водозаборных скважин, при сжигании нефтепродуктов и угля в котельных происходят выбросы в атмосферу. Тепловые выбросы воздействуют на атмосферу, меняя микроклимат в районе ее размещения. Таким образом, наблюдается участие котельных и работающей техники в загрязнении атмосферы продуктами сгорания, твердыми отходами и низкопотенциальным теплом.

Должны соблюдаться требования нормативных актов, регулирующих отношения в области охраны атмосферного воздуха. Согласно СанПиН 2.1.3684-21 [14] необходимо:

- разрабатывать и осуществлять планы организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение качества атмосферного воздуха, соответствующего санитарным правилам;

- получить санитарно-эпидемиологическое заключение органов государственной санитарно-эпидемиологической службы на технологический процесс и оборудование;

- обеспечить проведение лабораторных исследований загрязнения атмосферного воздуха мест проживания населения в зоне влияния выбросов;

- обеспечить работы по организации санитарно-защитных зон.

Мерами снижения выбросов могут быть и применение исправного автотранспорта, использующего топливо стандарта «Евро-5».

Гидросфера – возможное воздействие в виде истощения и загрязнения подземных вод, колебания уровня подземных вод. В результате крупных аварийных разливов нефтепродуктов и дизтоплива

вблизи эксплуатационных скважин возможно загрязнение подземных вод. Размещение скважин вблизи жилых домов и производственной зоне также приводит к негативному воздействию на подземные воды. Эксплуатация водозаборных скважин без учета водоотбора может привести к истощению водоносного горизонта, и как следствие дефициту чистой пресной питьевой воды.

Должны соблюдаться требования нормативных актов, регулирующих отношения в области охраны водных ресурсов. Согласно ГОСТ 17.1.3.06-82 [12] при осуществлении хозяйственной деятельности должно быть исключено попадание загрязняющих веществ в подземные воды из источников их загрязнения. При загрязнении или опасности загрязнения подземных вод объем и способ наблюдений за их режимом или качеством определяется в зависимости от значения и вида их использования, а также с учетом возможных последствий их загрязнения.

Правительством РФ принято постановление от 11.02.2016 г. № 94 Об утверждении правил охраны подземных водных объектов [20]. Охрана подземных водных объектов осуществляется путем проведения мероприятий по предупреждению загрязнения и истощения их запасов, а также ликвидации последствий:

- мероприятия по предотвращению поступления загрязняющих веществ в подземные воды;
- мероприятия по ликвидации последствий загрязнения подземных вод и истощения их запасов;
- наблюдение за химическим, микробиологическим и радиационным состоянием подземных вод;
- наблюдение за уровнем режимом подземных вод;
- определение объемов добычи (извлечения) подземных вод из подземных водных объектов;

- установление режима хозяйственной деятельности, запрещающего работы, загрязняющие подземные воды в границах зон санитарной охраны водозаборов питьевых подземных вод.

Литосфера – тепловое воздействие трубопроводов.

Наибольшую техногенную нагрузку испытывает приповерхностная часть литосферы, так, в почвенном слое аккумулируются загрязняющие вещества, поступающую в земную поверхность. Механическое тепловое воздействие оказывают трубопроводы, проходящие под землей. Необходимо соблюдение требований нормативных правовых актов, регулирующих отношения в области охраны земельных ресурсов и недр в соответствии с законами.

Согласно ГОСТ 17.4.3.04-85 [13] особое внимание следует уделять почвам, прилегающим к предприятиям и объектам промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйств, которые по характеру своей деятельности могут загрязнять почву посредством выбросов, сбросов, отходов, стоков. Утилизация и захоронение выбросов, сбросов, отходов, стоков и осадков сточных вод необходима с соблюдением мер по предотвращению загрязнения почв.

7.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

Возможные чрезвычайные ситуации при эксплуатации месторождения питьевых вод:

– Техногенные (при разработке): взрывы и пожары при возможных разливах нефтепродуктов.

- Природные (эксплуатация): природные пожары;
- Экологические (эксплуатация): истощение запасов подземных вод, природное загрязнение, развитие экзогенных геологических процессов под воздействием подземных вод.

Наиболее вероятным на стадии камеральных работ – возникновение пожара.

7.7 Возникновение пожаров

Источник возникновения фактора: использование неисправного оборудования, поджоги, поврежденная электропроводка, неправильная установка нагревательного оборудования и др.

Воздействие фактора на организм человека: пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, токсичные продукты горения, дым, пониженная концентрация кислорода [6].

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем для материальных ценностей, с учетом всех стадий (научная разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов и выполнять одну из следующих задач: исключать возникновение пожара; обеспечивать пожарную безопасность людей; обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей; обеспечивать пожарную безопасность людей и материальных ценностей одновременно.

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

Причинами возгорания при работе с компьютером могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность устройства компьютера или электросетей;
- небрежность оператора при работе с компьютером;
- воспламенение ПК из-за перегрузки.

В связи с этим, согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования», при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие нормы пожарной безопасности [6]:

- для предохранения сети запрещается одновременно подключать к сети количество потребителей, превышающих допустимую нагрузку;
- работы за компьютером проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;
- иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);
- обеспечить возможность беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям.

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

В случае возникновения пожара в здании автоматически срабатывают датчики пожаротушения, и звуковая система оповещает всех сотрудников о немедленной эвакуации из здания, и направляются на выход

в соответствии с планом эвакуации при пожарах и других ЧС. На этаже находится специальный ящик с огнетушителем и пожарным краном и рукавом, а также два эвакуационных выхода.

7.8 Выводы по разделу

В процессе работы над разделом «Социальная ответственность» изучен обширный массив регламентирующей документации в части охраны труда, экологии и ЧС. В результате составлено обоснование мероприятий по защите здоровья, экологии и предотвращению ЧС, которые могут возникнуть при выполнении камерального этапа сбора и обработки данных, а также эксплуатации МПВ.

На основании анализа факторов производственного и экологического рисков, которые могут возникнуть при работе с персональным компьютером, а также процесса утилизации техники, можно сделать вывод о том, что:

– правильная организация работы на ПК и соблюдение всех правил эксплуатации ПК, а также гигиены труда позволяют несколько снизить основные вредные факторы риска при работе с ПК, а также предупредить возможности возникновения ЧС на рабочем месте.

Изучены нормативные документы в вопросах экологической безопасности и безопасности в чрезвычайной ситуации. Выявлены предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате эксплуатации объекта исследований. Последовательно рассмотрена степень влияния объекта исследования на атмосферу, гидросферу и литосферу, предложены природоохранные мероприятия по обеспечению экологической безопасности.

Кроме того, приведен краткий анализ возможных чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть при эксплуатации объекта

исследований. Более детально рассмотрена чрезвычайная ситуация при выполнении камеральных работ – возникновение пожара.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с поставленной целью и задачами, в выпускной квалификационной работе были описаны основные морфологические, климатические, геологические, гидрогеологические, антропогенные особенности изучаемой территории. Собраны материалы предшественников по геолого-гидрогеологическим и экологическим условиям. На основе материалов изученности были построены геологическая и гидрогеологическая карты района и участка исследования.

Были характеризованы геохимические особенности территории, при которых изменение качественного состава подземных вод происходит в связи с природными процессами.

Анализ собранного материала позволил сделать вывод о том, что на всем протяжении эксплуатации в подземных водах Емельяновского месторождения отмечались повышенные содержания железа до 27,1 ПДК и марганца до 4,5 ПДК. С ними связаны повышенные значения органолептических показателей - запаха – до 2 ПДК, мутности - до 33 ПДК и показателя цветности – до 7 ПДК.

Кроме того, в ходе эксплуатации наблюдается тенденция к повышению величины содержания железа, а также жесткости, марганцу, что вызвано, скорее всего, старением оборудования скважин, плохим тампонажем или некачественной сваркой труб при обсадке, что приводит к попаданию (перетеканию) вод из верхних слоев (где происходит аккумуляция железа).

Повышенное же содержание железа и марганца, а также органолептических показателей объясняется природным содержанием их в подземных водах. Связано это в первую очередь, с геологическим строением территории.

Кроме этого, необходимо отметить, что ухудшение качества

подземных вод по содержанию железа и марганца связано так же и с техническим состоянием скважин - старение оборудования, кольматация скважин.

Отличительной особенностью гидрохимических условий района МПВ является изменчивость химического состава подземных вод юрских отложений, как по площади, так и по разрезу. Для того, чтобы проследить эту зональность были изучены и проанализированы данные химического состава соседних водозаборов, находящихся западнее и восточнее от изучаемого месторождения. На основании выполненного анализа была построена карта пространственного распределения минерализации и анионно-катионного состава подземных вод юрских отложений с картой врезкой содержания железа и марганца в подземных водах и гидрогеологический разрез по линии расположения водозаборов.

Полученные автором результаты могут быть полезны специалистам, чьи интересы связаны с проблемами экологической безопасности и решением хозяйственно-питьевых проблем, направленных на разработку перспективных планов водоснабжения населения. В частности, полученные данные об уровнях природных концентраций химических элементов в водах могут быть использованы при мониторинге экологического состояния окружающей среды. Кроме того, результаты исследований могут быть использованы в качестве основы для районирования территории по условиям и интенсивности загрязнения опасными веществами. Создана информационно-картографическая система, базирующаяся на основе электронного представления гидрогеохимических карт (картограммы гидрогеохимической изученности, карт фактического материала, карт гидрогеохимического районирования химического состава подземных вод, карты факторов формирования качества подземных вод, карт оценки качества питьевых подземных вод),

позволяющая оперативно производить оценку состава подземных вод, что обеспечивается расширением доступности узкоспециальных материалов, представления их в виде, удобном для принятия решений, открытым пользовательским интерфейсом для пополнения базы данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

Опубликованная

- 1 Vulnerability of groundwater to iron and manganese contamination in the coastal alluvial plain of a developing Indonesian city. Rusydi, A.F., Onodera, S.-I., Saito, M, Ridwansyah, I., Delinom, R.M. 2021 SN Applied Sciences.
- 2 Geochemical Markers as a Tool for the Characterization of a Multi-Layer Urban Aquifer: The Case Study of Como (Northern Italy) Binda G., Frascoli F., Spanu D, Pozzi A., Michetti A.M. 2022.
- 3 Statistical study of Khibiny Alkaline Massif (Kola Peninsula) groundwater quality with respect to elevated aluminum concentrations Popugaeva, D., Kreyman, K., Ray, A.K. 2021. Environmental Technology (United Kingdom).
- 4 Всемирный день водных ресурсов / Организация Объединенных Наций (un.org)/ Режим доступа: <https://www.un.org/ru/observances/water-day>
- 5 ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
- 6 ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность.
- 7 ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- 8 ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ Электромагнитные поля радиочастот.
- 9 ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
- 10 ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ Рабочее место при выполнении работы сидя.
- 11 ГОСТ Р53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов.
- 12 ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.

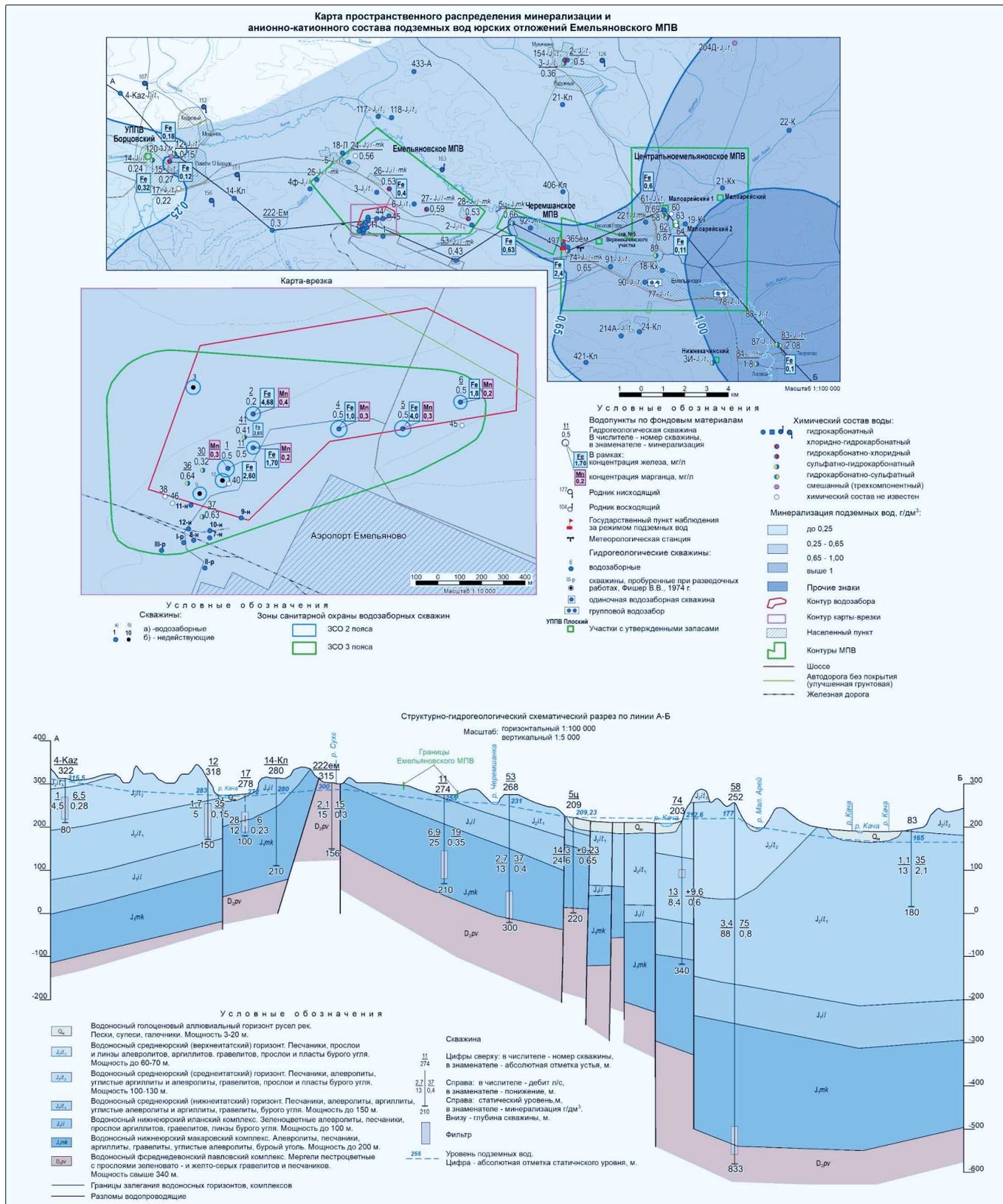
- 13 ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения
- 14 СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению.
- 15 СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
- 16 СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 17 СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
- 18 Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 27.12.2018).
- 19 Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех направлений и специальностей ТПУ. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 20 с.
- 20 Постановление от 11 февраля 2016 года N 94 Об утверждении Правил охраны подземных водных объектов (с изменениями на 25 декабря 2019 года).

Фондовая

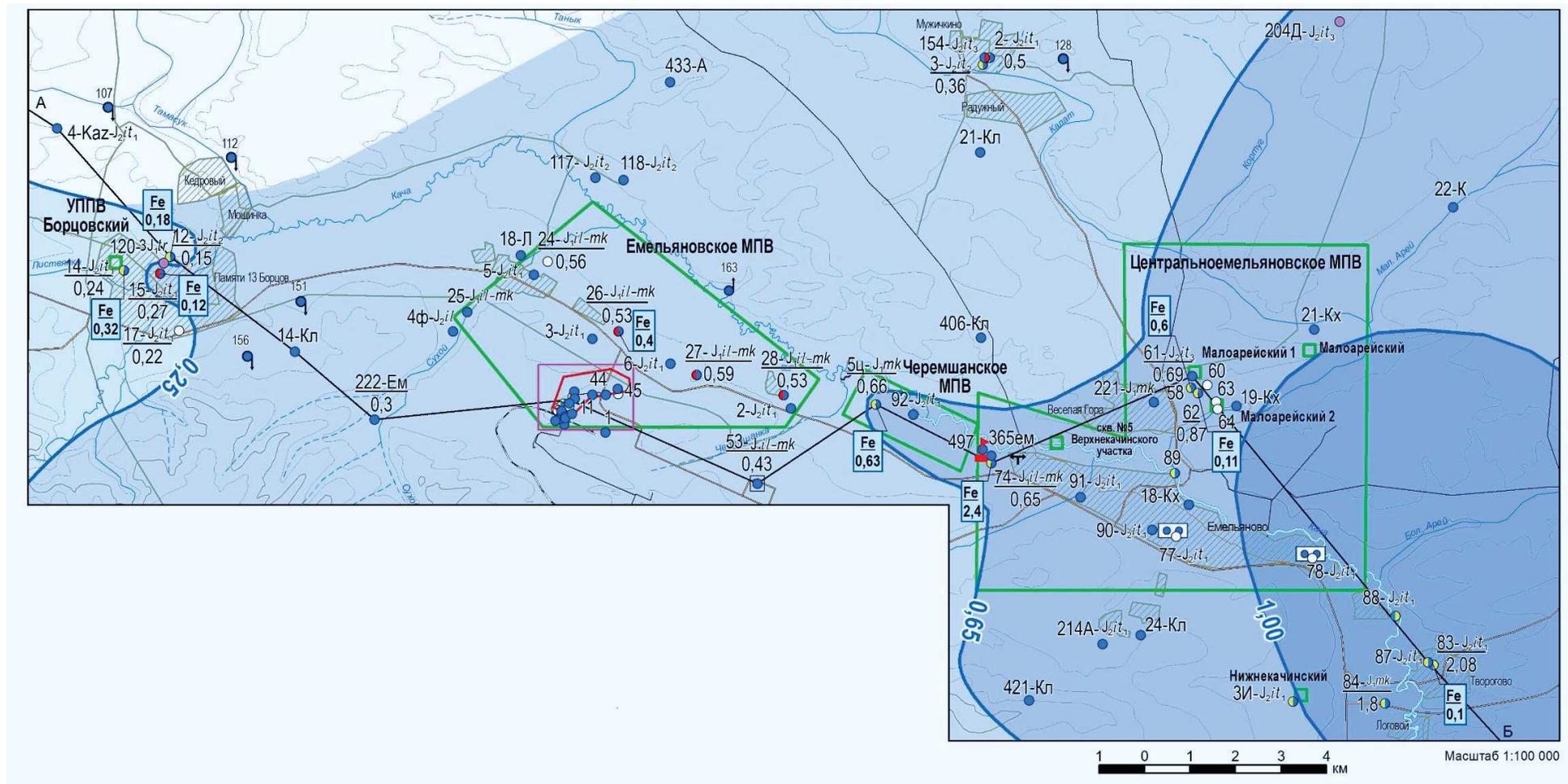
- 21 Анисимова И.Б., Запольский А.Н. Поисково-оценочные работы на подземные воды для обеспечения хозяйственно-питьевого водоснабжения районного центра Емельяново Красноярского края (отчет с подсчетом запасов по состоянию на 01.12.2009 г.). п. Менино, 2009, Красноярский филиал ФБУ «ТФГИ по СФО», № 29735.
- 22 Берзон Е.И. Геологическое доизучение масштаба 1:200 000 на Красноярской площади (листа 0-46-XXXIII). Красноярск, 1997, Красноярск, 1997, 268 с, 27272 ф.

- 23 Берзон Е.И. Государственная геологическая карта РФ. Объяснительная записка. Масштаб 1:200 000. Серия Минусинская. Лист О-46-XXXIII. 2001, Красноярский филиал ФБУ «ТФГИ по СФО», № 27860.
- 24 Гилько О.П. Отчет по гидрогеологическому и инженерно-геологическому доизучению Центрально-Красноярской промышленной зоны масштаба 1:200 000 (листы N-46-III и О-46-XXXIII). Минино, 2008, Красноярский филиал ФБУ «ТФГИ по СФО», № 29353.
- 25 Меняйло Е.Н. Подсчет запасов подземных вод по действующему групповому водозабору для ХПВ и ТВ ОАО «Птицефабрика Заря», на 01.01.2015 г, 2015, Красноярский филиал ФБУ «ТФГИ по СФО», № 32894.
- 26 Николайчук А.Н. Переоценка запасов подземных вод на Емельяновском МППВ по действующему групповому водозабору ООО «Аэропорт Емельяново». ООО «ТЦ «Эвенкиягеомониторинг». Красноярск, 2019.
- 27 Селезнева Р.А. Подземные воды листа 0-46-XXXIII (Отчет Емельяновской геологосъемочной партии за 1959-1960 гг.), Красноярск, 1961, Красноярск, 2001, 27647 ф.
- 28 Фишер В.В. Отчет о детальной разведке Емельяновского месторождения подземных вод для водоснабжения строящегося аэропорта Красноярск –II. Ст Минино, 1976, Красноярский филиал ФБУ «ТФГИ по СФО», № 19950.
- 29 Хасанов А.П., Булавина С.А. Отчет по поисково-оценочным работам для водоснабжения п. Емельяново. Ст. Минино, 2002, Красноярский филиал ФБУ «ТФГИ по СФО», № 27975.

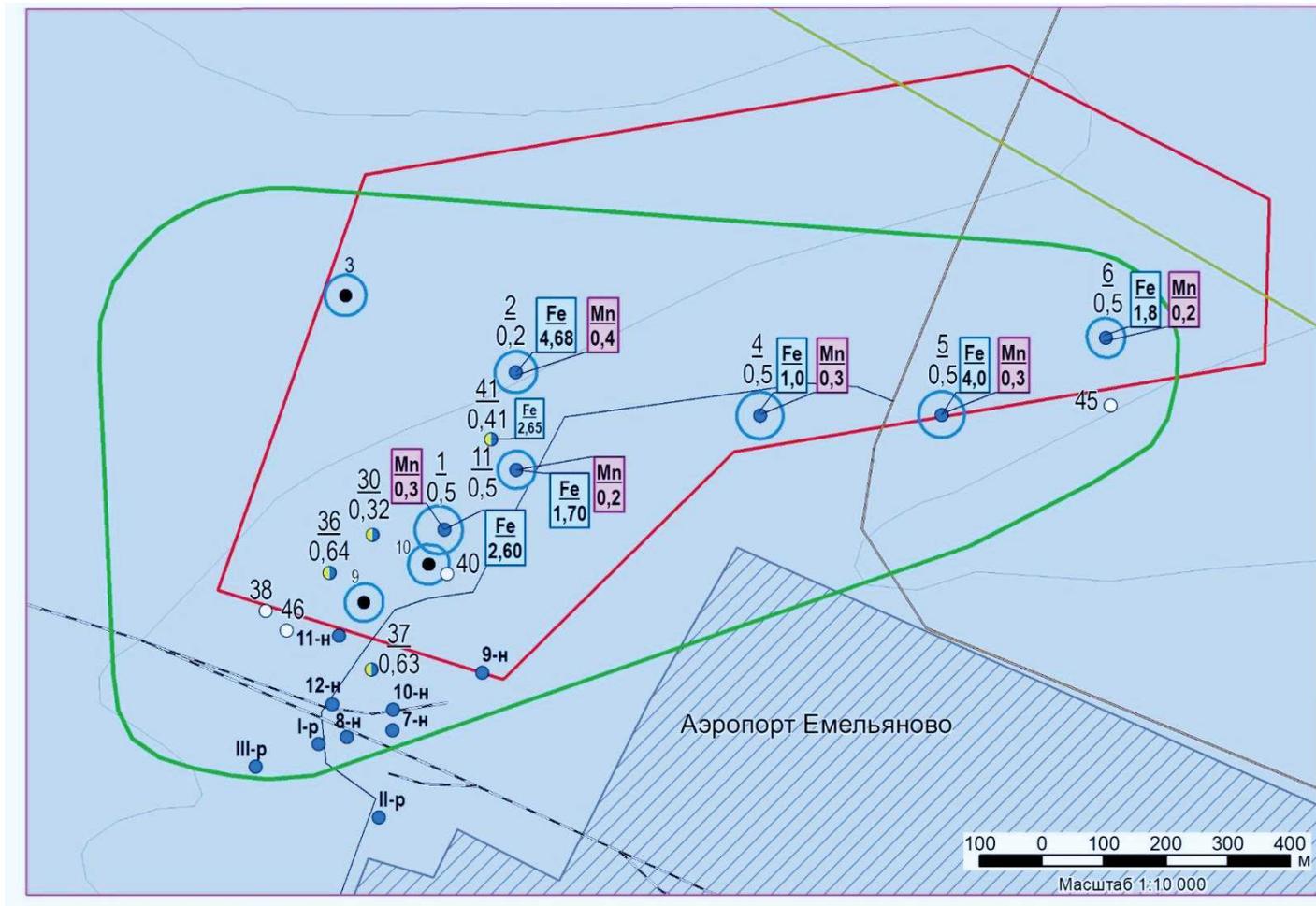
ПРИЛОЖЕНИЕ А КАРТА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛИЗАЦИИ И АНИОННО-КАТИОННОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЕМЕЛЬЯНОВСКОГО МПВ С КАРТОЙ ВРЕЗКОЙ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ И СТРУКТУРНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИМ РАЗРЕЗОМ



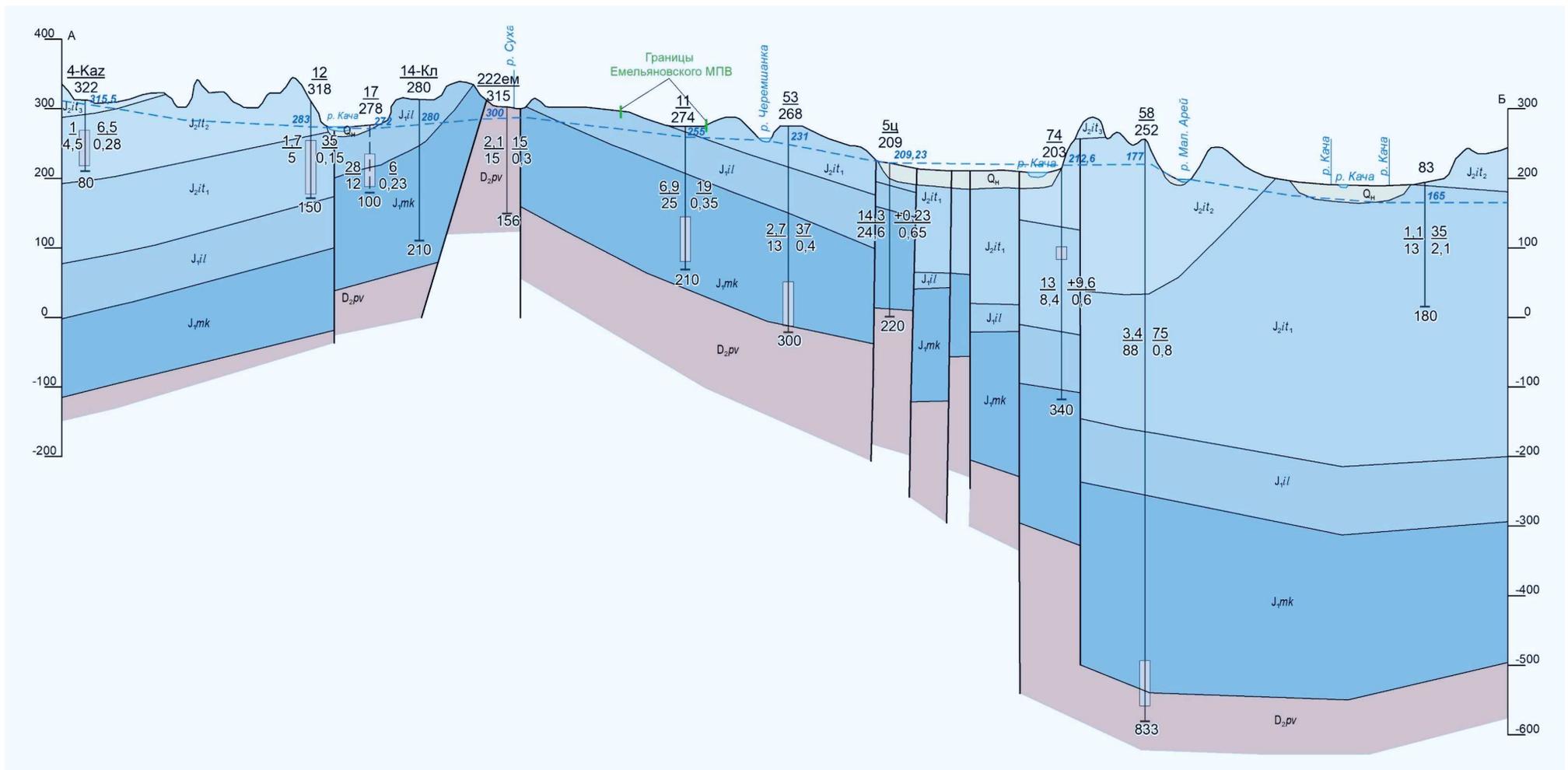
Пространственное распределение минерализации и анионно-катионного состава подземных вод юрских отложений Емельяновского МПВ



Содержание железа и марганца в подземных водах водозаборов Емельяновского МПВ



Структурно-гидрогеологический схематический разрез по линии А-Б



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Раздел (номер раздела)

Geochemical features of Yemelyanovskoye underground water deposits

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Мешкова Анастасия Викторовна		25.05.2022

Консультант школы отделения (НОЦ) _____ (аббревиатура школы, отделения (НОЦ)) _____ :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Консультант – лингвист отделения (НОЦ) школы _____ (аббревиатура отделения (НОЦ) школы) _____ :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОИЯ ШБИП	Кемерова Наталья Сергеевна			

GEOCHEMICAL FEATURES OF YEMELYANOVSKY UNDERGROUND WATER DEPOSITS

One of the global problems of our time is the problem of clean drinking water. It is no coincidence that every year on March 22, many countries around the world celebrate the World Day of Water Resources or the World Day of Water (World Day of Water). This day was established on December 22, 1992 by the decision of the General Assembly of the United Nations. In Russia, this day was first celebrated in 1995 under the motto "Water is life". And the period from 2018 to 2028 has been declared the International Decade for Action "Water for Sustainable Development".

Currently, about 50% of the population consume substandard water and are prone to diseases due to various environmental causes.

According to the data of the Central State Sanitary and Epidemiological Service of the Krasnoyarsk Territory, groundwater most often removes elevated levels of iron, nitrogen, manganese, strontium, and fluorine compounds from the standard category.

The need to study and evaluate the relationship between the resource and hydrogeochemical potentials of drinking groundwater deserves more and more attention all over the world due to the growing use of groundwater.

Within the framework of this section, foreign scientific articles similar in their problems to this work were considered.

This paper evaluates environmental conditions responsible for the high concentrations of trace metals in Indonesian coastal groundwater. Indramayu, which has significant potential groundwater resources, but with limited information available regarding its vulnerability, is selected as our study area. Results show that Fe^{2+} and Mn^{2+} are natural contaminants in the groundwater of

the study site. The paper draws conclusions about the natural and anthropogenic factors of the increased content of iron and manganese in groundwater in various areas of Indramayu [3].

The next work is called *Geochemical Markers as a Tool for the Characterization of a Multi-Layer Urban Aquifer* [1]. The authors of this article consider geochemical markers as a tool for the study of groundwater. The chemical analyses of water allow to observe a remarkable difference between the shallow and deep aquifers of the study area, highlighting different recharge areas as well as a different permanence time in the aquifers. Studies have established a noticeable difference in the geochemistry of shallow and deep water horizons, in addition, elevated concentrations of arsenic have been identified, which indicates the need for a more detailed analysis in order to understand the origin of this element in water.

The study considered in the following work / *Statistical study of Khibiny Alkaline Massif (Kola Peninsula) groundwater quality with respect to elevated aluminum concentrations* Popugaeva, D., Kreyman, K., Ray, A.K. 2021, *Environmental Technology (United Kingdom)*/ is aimed at solving the problem of elevated aluminum concentrations that worsen the quality of groundwater in the Khibiny alkaline massif. The authors consider the application of chemometric methods to the field data set of 1999–2018, which allow quantitatively describing the quality of groundwater, identifying patterns of variability and potential sources of elevated levels of aluminum in groundwater [2].

This work is devoted to the study of the geochemistry of the groundwater of the Jurassic deposits of the Yemelyanovskoye field of the Krasnoyarsk Territory. The relevance of this work is beyond doubt, since providing the population with high-quality drinking water is the most important and priority

problem. The quality of drinking water determines people's health, comfort of living and environmental safety, the level of sanitary and epidemiological well-being. Quality issues are especially relevant for areas where natural waters are already in their natural state and are often substandard in a number of different components. It is to such territories that the Yemelyanovsky district, the Krasnoyarsk Territory, belongs, where the water supply of the vast majority of settlements is completely based on groundwater.

The purpose of the work is to study the geochemistry of groundwater in the area of the Yemelyanovskoye field in spatial and temporal aspects, to identify the processes of formation of water composition, as well as geochemical features of groundwater of the Yemelyanovskoye field.

Characteristics of the deposit and its impact on the groundwater regime

The Yemelyanovskoye underground water deposit was explored in 1976 year /Fischer V.V. "Report on the detailed exploration of the Yemelyanovskoye underground water deposit of the Krasnoyarsk airport under construction/. Operational reserves of 4.4 thousand m³/day, approved by the protocol of the Territorial Commission on Mineral Reserves. Prospecting and exploration wells were passed with a small diameter, and after putting the field into operation, they were liquidated. In just 45 years of operation, about 17 wells have been drilled, some of which have already been liquidated, either due to their low productivity or poor water quality.

In 2019 year, the reserves at the Yemelyanovskoye field of fresh groundwater were reassessed. For the period of the survey, it was stated that the Yemelyanovskoye field is operated by a water intake, which includes 9 wells with a depth of 165 m. This group water intake is intended for the domestic drinking

water supply of Krasnoyarsk airport and a residential area with a population of 850 people in the Yemelyanovsky district of the Krasnoyarsk Territory.

The water intake is located on the watershed section of the slope, in the interfluvium of the Kacha – Sukhaya rivers, in the Wide log. The length of the water intake down the slope is 1500 m, the width is about 500 m. The distribution of wells is areal at a distance of 250-400 m from each other.

The wells are located in a fenced area in concrete underground pavilions, deepened to 3 m and below. It was found that during operation there was a decrease in the productivity of wells, as a possible consequence of colmatation of the filter space and overgrowth of the filter. Therefore, out of 9 wells, only 6 work alternately. Wells No. 3, No. 9, No. 10 are being prepared for liquidation (well No. 9 has been stopped, the pump has been dismantled).

The total water sampling is fixed by a water meter of the VSHNd 200 type at the station, the water sampling for each well is fixed by the pump operation time.

The available information made it possible to estimate the average monthly productivity for each well, starting from January 2010 year to the present, which made it possible to reliably and in detail characterize this period of operation.

The actual water intake ranged from 255 m³/day to 1728 m³/day, with an average value of 867 m³/day.

The collection and analysis of information for the period of work on reevaluation of reserves of the deposit – 2018-2019 year was supplemented by a more complete study of the regime during the hydrogeological work.

Considering the influence of water intake on groundwater levels, it can be concluded:

- water intake wells are subject to interaction and are characterized by a common type of regime;

- operation of water intakes is carried out in a stationary mode.

In general, the picture of changes in levels shows the stability of the water intake during this period. A slight rise in dynamic levels by 3-5 m is recorded due to a decrease in water intake at the water intake in 2018 year.

Characteristics of the chemical composition of the groundwater and its variability over time

In the course of writing the work, laboratory analyses were collected, studied and analyzed based on the materials of previously carried out works on the square, according to state monitoring data. As a result, all analyses of macro- and micro-component composition were divided into 3 samples, depending on the organization conducting the research and respectively by year.

A number of observations of the chemical composition of groundwater from 1977 year to 2020 are summarized below, its characteristics and comparative analysis of variability over time are given. The characteristics of the chemical composition are described according to the data of 2018-2019 year, which were obtained during the revaluation of groundwater reserves. The author considers them to be the most reliable, since the testing work was carried out on their own and carried out in an accredited testing laboratory.

According to the anionic composition, groundwater is mainly bicarbonate. Their content varies from 154 to 406 mg/dm³, with an average of 345 mg/dm³. According to the cationic composition, magnesium-calcium - Mg ion content in the range of 10-25 mg/dm³, Ca - 34-89 mg/dm³. An increase in the content of the bicarbonate ion leads to corresponding transformations in the cationic composition, namely, an increase in the number of calcium ions, as well as mineralization.

The maximum calcium content is observed in the month of February. The opposite behavior of magnesium, potassium, sodium and sulfates relative to calcium is also noticeable.

Sulfate and chlorine ions, sodium and potassium ions are characterized by a subordinate position in the composition of salts. Often these ions are not detected

at all, values at the level of tenths of mg/dm^3 are recorded at certain points. In order to trace the anionic-cationic composition of groundwater over time, two diagrams were constructed that reflect the chemical composition of groundwater at the water intake of Yemelyanovsky groundwater deposits for the periods from 1977 to 2004 and from 2008 to 2009. Comparing them with the chart for 2018-2019, in general, we can note its constancy.

Groundwater ranges from ultra-fresh to actually fresh, the total mineralization varies from 179.9 to 617.1 mg/dm^3 . But in general, the water intake is characterized by mineralization values from 0.4 to 0.7 g/dm^3 , which is confirmed by long-term data.

A distinctive feature of the hydrochemical conditions of the PMV area is the variability of the chemical composition of the underground waters of the Jurassic sediments, both in area and in section. In order to trace this zonality, data on the chemical composition of neighboring water intakes located to the west and east of the studied object were studied and analyzed. Based on the performed analysis, a map of the spatial distribution of mineralization and anionic-cationic composition of the underground waters of the Jurassic sediments was constructed. The map shows that in the southwest, in the upper reaches of the river. The mineralization of groundwater is about 0.2 - 0.3 g/dm^3 , the composition of the water is bicarbonate magnesium-calcium. As we move away from the feeding area, the main part of the groundwater, when it is close to the surface, goes to evaporation, the process of enriching the waters with mineral salts occurs, which leads to a significant increase in mineralization. The maximum content is observed in the area of the settlements of Tvorogovo, Solontsy, where waters of a bicarbonate-sulfate calcium-magnesium composition with mineralization up to 3 g/dm^3 and hardness of more than 10 mmol/dm^3 are observed in individual wells.

On the constructed section along the AB line, it can be seen that in the area of the Kachi River, the productive aquifer Ilansky and Makarovsky complexes come to the daytime surface, are diluted by atmospheric precipitation and have less mineralization. In the south-east direction along the section, the rocks of the Ilansk and Makarovskaya formations sink to a depth and are overlapped by rocks of the Itat formation and alluvial deposits. The mineralization of groundwater in the wells of this part of the section is maximum. Also, the author, according to this section, noted regularity of increasing mineralization with depth.

According to the indicator of the total hardness of water from soft to medium hard, the hardness index varies from 1.5 to 6.7 W. According to the acid-base index of water from slightly acidic to alkaline (hydrogen pH 6.6-8.5 pH units). The presence of natural organic substances in the water does not exceed the norm - permanganate oxidizability of 0.32-3.2 MgO/dm³ at a maximum concentration of 5 MgO/dm³.

As for the organoleptic parameters, the following values were observed in the water intake in individual samples from wells: odor – up to 4 points, which is 2 MPC, turbidity - up to 50.1 mg/dm³ (33.4 MPC) and chromaticity – up to 141 degrees (7 MPC).

The excess of organoleptic indicators is associated with increased concentrations of iron in groundwater up to 27.1 MPC and manganese up to 4.5 MPC, observed in almost all samples. The content of the remaining assessed inorganic, as well as organic, radiological and microbiological components normalized by SanPiN 2.1.4.1074-01 is below the maximum permissible concentrations. The iron content has the most negative effect on the quality of drinking water. Its increased content is primarily associated with the geological structure of the territory.

The Jurassic sediments are characterized by the development of mainly fine-dispersed rocks (clays, loams, destroyed fine-grained sandstones) containing iron and silicic acid. Iron and silicic acid easily enrich groundwater and, in the absence of oxygen, migrate along the stream. In the zone of active water exchange, when oxygen is available, iron precipitates. The increased iron content is present almost over the entire area and decreases only with depth. The exceedances range from 1.5 to 2.6 MPC. The maximum iron content was found in well No. 2 in July 2018 year.

The patterns of manganese distribution are similar to the distribution of iron, but its quantitative values are usually an order of magnitude lower than iron. In addition, over time, during operation, there is a tendency to increase the amount of iron content in groundwater from the maximum values of 0.6 mg/dm³ in 1976, 3.24 mg/dm³ in 2008 to 8.13 mg/dm³ (27.1 MPC) in 2018.

Such deterioration of water quality for iron, as well as hardness, manganese is most likely caused by aging of well equipment, poor grouting or poor-quality welding of pipes during casing, which leads to ingress (overflow) of water from the upper layers (where iron accumulates).

The beginning of the active use of groundwater for the water supply of settlements in the Yemelyanovsky district dates back to the 60s of the last century. During this time the optimal option with the location and depth of wells in which the iron content would not exceed the norm was not found in the study area, although the dependence the iron content from the filter installation interval (the deeper the filter, the lower the iron content) is still noted. In Table 1, data on various wells in the area where this dependence is traced are given. The regularity of the decrease in iron with depth is confirmed by data on the neighboring water intake of Cheremshanka Airport, which is located within the Yemelyanovskoye

field (number 53 on the map), with a depth of 300 m. The water user is Cheremshanka Aviation Enterprise. The water intake is interesting because after its commissioning in 2002, almost all problems related to providing the enterprise with water without its preliminary purification were solved using just one well.

Table 1 - Dependence of the iron content in groundwater on a high well

№ no, location	Depth, m	Int. filter settings, from-to, m	Iron content, mg/dm ³
74 Emelyanovo	340	110-138	0,15
77 Emelyanovo	356	218-301	0,12
64PTF	490	350-454	0,31
62 PTF	514	372-496	0,11
63 PTF	567	519-551	0,16
23 Arey	619	388-597	0
78 Emelyanovo	663	383-651	0
70 Shuvaevo	702	447-666	0

The mineralization is about 0.3 g/dm³, the total hardness is about 3 mmol/dm³. Iron is from 0 to 0.72 mg/dm³. When examining this water intake in 2008, it was found that the design of this well was radically different from the wells of the Krasnoyarsk Airport water intake. In addition to the great depth (300 m), which allowed the Jurassic section to be opened at full capacity, gravel sprinkling with a large drilling diameter was not used in it. From 25 m to 300 m, it was traversed with a single diameter of 269 mm and lined with pipes with slit filters with a diameter of 219 mm with their output to the surface. The filter is planted in the range of 236-296 m. As it turned out, this is a successful design that reduced the possibility of cross flows.

Chapter conclusions

The analysis of the collected material on hydrogeological conditions and geochemistry of drinking groundwater of the Yemelyanovskoye field allows us to draw the following conclusions.

The operation of the water intake takes place in a stationary mode and does not lead to a noticeable change in the hydrodynamic and hydrochemical regime of groundwater in the surrounding area.

The studied groundwater has good protection from surface pollution and can be used with preliminary water treatment for drinking water supply of the population. The sanitary situation within the field is good.

The increased content of iron and manganese, as well as organoleptic indicators, is explained by their natural content in groundwater and involves water treatment before supplying water to the consumer. Therefore, groundwater used for drinking water supply mainly belongs to the second class, that is, to waters requiring water treatment.

The existing experience of using a water treatment system at a water intake indicates the possibility of using groundwater for domestic drinking water supply.

In addition, it should be noted that the deterioration of the quality of groundwater in terms of iron and manganese content is also associated with the technical condition of wells - aging of equipment, colmatation of wells. The decrease in productivity is probably caused by oxidation and corrosion of the filter part of the casing (with perforated filters and mesh winding), since oxygen ingress into the aquifer is inevitable during operation. During oxidation and corrosion of iron pipes, hole filters "overgrow". The quality of the casing can also explain the fact that in a small area, wells that are absolutely similar in design have different filtration properties drilling of new wells (if necessary) of greater depth with the overlap of upper aquifers. Moreover, there is an example of the operation of such a well. The water intake of Cheremshanka Airport operates the same aquifer without preliminary cleaning.