

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

институт

Геологии месторождений и методики разведки

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ В.А. Макаров

подпись      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

21.05.02 «Прикладная геология»

код и наименование специальности

21.05.02.02 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические  
изыскания»

код и наименование специализации

Гидрогеологические условия Центрально-Тайшетского участка и проект на  
проведение разведочных работ с целью увеличения производительности во-  
дозабора

(тема)

Развитие депрессионной воронки на конечный срок эксплуатации водозабора  
(специальная часть)

Пояснительная записка

Руководитель

\_\_\_\_\_

подпись, дата

доцент, к.г.-м.н.

должность, ученая степень

М.П. Кропанина

инициалы, фамилия

Выпускник

\_\_\_\_\_

подпись, дата

В.С. Беляев

инициалы, фамилия

Красноярск 2021

Продолжение титульного листа ДП по теме: «Гидрогеологические условия Центрально-Тайшетского участка и проект на проведение разведочных работ с целью увеличения производительности водозабора» со специальной частью «Развитие депрессионной воронки на конечный срок эксплуатации водозабора».

Консультанты по  
разделам:

Геологическая часть  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

М.П. Кропанина  
инициалы, фамилия

Специальная часть  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

М.П. Кропанина  
инициалы, фамилия

Методическая часть  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

М.П. Кропанина  
инициалы, фамилия

Буровые работы  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

М.С. Попова  
инициалы, фамилия

Экономическая часть  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Л.Н. Кузина  
инициалы, фамилия

Охрана труда и  
окружающей среды  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

А.В. Галайко  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Д.А. Внуков  
инициалы, фамилия

Студенту: Беляеву Владиславу Сергеевичу

Группа: ГГ16-04ГиГ

Специальность: 21.05.02.02 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Тема выпускной квалификационной работы: «Разведочные работы на центрально-тайшетском участке пресных подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и технологического обеспечения водой объектов промышленности г. Тайшета Иркутской области».

Утверждена приказом по университету.

Руководитель ВКР: М.П.Кропанина.

Исходные данные для ВКР: Проект на выполнение работ по объекту: «разведочные работы на Центрально-Тайшетском участке пресных подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и технологического обеспечения водой объектов промышленности г. Тайшета Иркутской области» – 2020 г.

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР): геологическая часть, специальная часть, методическая часть, охрана труда и окружающей среды, экономическая часть.

Перечень графического или иллюстративного материала с указанием основных чертежей, плакатов: геологическая карта Тайшетского месторождения подземных вод, масштаб 1 : 100 000; гидрогеологическая карта Тайшетского месторождения подземных вод, масштаб 1 : 100 000; гидродинамическая схема проектируемого водозабора, масштаб 1 : 25 000; стратиграфическая колонка и графики геофизических исследований скважины №5, вертикальный масштаб 1:500, геолого-технический наряд на бурение скважины глубиной 250 м.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК**  
выполнения ВКР

Наименование и содержание этапа (раз-дела)	Срок выполнения
Геологическая часть	16.04.2021 – 30.04.2021
Специальная часть	30.04.2021 – 10.05.2021
Методическая часть	10.05.2021 – 15.05.2021
Охрана труда и окружающей среды	16.05.2021 – 21.05.2021
Экономическая часть	23.04.2021 – 06.06.2021

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_  
(подпись)

М.П. Кропанина

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись, инициалы и фамилия студента))

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме: «Разведочные работы на Центрально-Тайшетском участке пресных подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и технологического обеспечения водой объектов промышленности г. Тайшета Иркутской области» содержит 101 страницу текстового документа, 28 использованных источников, 6 листов графического материала.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ, ГЕОЛОГО – ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАБОТ, ОБЗОР, АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ РАБОТ, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА, ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА, ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛУТОРНИКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, МЕТОДИКА И ОБЪЕМЫ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ, ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, СМЕТА НА ПРОИЗВОДСТВО ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ.

Объект работ – Центрально-Тайшетский участок подземных вод.

Цели работ:

– проведение разведочных работ на Центрально-Тайшетском участке пресных подземных вод, оценка запасов подземных вод участка по промышленным категориям;

– получение и уточнение данных для гидрогеологического и экологического обоснования проекта эксплуатации водозабора;

– подготовка, согласование и утверждение технического проекта разработки Центрально-Тайшетского участка.

В результате выполнения запроектированных работ ожидается получить разведанные запасы подземных вод по категории В в объеме не менее 4000 м<sup>3</sup>/сут, изученный химический состав и качество подземных вод, а также технический проект освоения Центрально-Тайшетского участка с рекомендациями по эксплуатации месторождения. Затраты на выполнение разведочных работ составят 8 115 425,48 рублей. Срок выполнения работ по проекту 17 месяцев.

*Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский федеральный университет»  
**ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА, ГЕОЛОГИИ И  
ГЕОТЕХНОЛОГИЙ***

Кафедра ГМ и МР  
Раздел плана: Разведка

"УТВЕРЖДАЮ"  
Зав. кафедрой ГМ и МР

Полезное ископаемое: Подземные воды

\_\_\_\_\_ В.А. Макаров

Наименование объекта: Централь-  
Тайшетский участок пресных подземных вод

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2021 г.

Местонахождение объекта: г. Тайшет Иркутской области

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

На выполнение дипломного проекта «Разведочные работы на Центральном-Тайшетском участке пресных подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и технологического обеспечения водой объектов промышленности г. Тайшета Иркутской области».

Основание выдачи геологического задания: учебный рабочий план специальности 21.05.02.02 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания».

1. Целевое назначение работ: проведение разведочных работ на Центральном-Тайшетском участке пресных подземных вод, оценка запасов подземных вод участка по промышленным категориям, получение и уточнение данных для гидрогеологического и экологического обоснования проекта эксплуатации водозабора. Подготовка, согласование и утверждение технического проекта разработки Центральном-Тайшетского участка. Общая потребность в воде питьевого качества составляет 4000 м<sup>3</sup>/сут.
2. Геологические задачи, последовательность и основные методы их решения
  - 2.1 Основными задачами являются:
    - уточнение гидрогеологического строения Центральном-Тайшетского участка и условий формирования запасов подземных вод;
    - опытно-эксплуатационное опробование продуктивного водоносного горизонта;
    - доизучение химического состава и оценка качества подземных вод;
    - оценка запасов подземных вод Центральном-Тайшетского участка по промышленным категориям;
    - подготовка, согласование и утверждение технического проекта разработки участка.
  - 2.2. Методы решения геологических задач:
    - разработка и экспертиза Проекта разведочных работ на Центральном-Тайшетском участке;
    - специальное гидрогеологическое обследование и оценка санитарного состояния территории
    - бурение разведочно-эксплуатационных и наблюдательных скважин
    - чистка и подготовка действующих эксплуатационных скважин для наблюдений и производства необходимого комплекса работ;
    - топографо-геодезические работы привязка скважин;
    - опытные и опытно-эксплуатационная откачки;

- режимные наблюдения;
- опробование подземных и поверхностных вод;
- лабораторные химико-аналитические исследования;
- камеральные работы: приобретение и анализ гидрометеорологических данных, моделирование гидрогеологических условий месторождения, подготовка проекта организации зоны (в составе трех поясов) санитарной охраны водозабора (проект ЗСО), составление отчетных материалов с подсчетом запасов подземных вод по промышленным категориям и представление их на государственную экспертизу;
- подготовка, согласование и утверждение технического проекта разработки Центрально-Тайшетского участка.

3. Ожидаемые результаты и сроки выполнения работ:

- разведанные запасы подземных вод Центрально-Тайшетского участка по категории В, в объеме не менее 4000 м<sup>3</sup>/сут;
- изученный химический состав и качество подземных вод;
- технический проект освоения Центрально-Тайшетского участка с рекомендациями по эксплуатации месторождения.

Срок выполнения работ: январь 2021 г. – май 2022 г.

Руководитель проекта

В.С. Беляев

## СОДЕРЖАНИЕ

Список графических приложений .....	9
Список текстовых приложений .....	10
Список иллюстраций .....	11
Список таблиц в тексте.....	12
ВВЕДЕНИЕ.....	13
1 Общая часть .....	14
1.1 Экономический очерк .....	14
1.2 Климатические условия .....	16
1.3 Физико-географические условия .....	16
1.4 Геологическая, гидрогеологическая и гидрогеохимическая изученность района.....	17
1.5 Геологическая характеристика района работ .....	19
1.5.1 Стратиграфия .....	19
1.5.2 Тектоника .....	23
1.5.3 Гидрогеологическая характеристика района работ .....	24
2 Специальная часть «Развитие депрессионной воронки на конечный срок эксплуатации водозабора с водоотбором 4000 м <sup>3</sup> /сут».....	31
2.1 Физико-географическая характеристика участка .....	31
2.2 Краткая геологическая характеристика участка работ .....	31
2.3 Гидрогеологическая характеристика участка работ.....	32
2.4 Развитие депрессионной воронки на конечный срок эксплуатации водозабора с водоотбором 4000 м <sup>3</sup> /сут .....	34
2.4.1 Расчет радиуса формирования запасов для МПВ и Участков МПВ с утвержденными запасами.....	35
2.4.2 Вычисление расчетного понижения воды в скважинах водозабора на конечный срок эксплуатации .....	39
2.4.3 Вычисление расчетного понижения воды для участков МПВ на конечный срок эксплуатации .....	43
3 Проектная часть.....	45
3.1 Целевое назначение и задачи проектируемых работ.....	45
3.2 Обоснование видов, объемов и методика проведения проектируемых работ .....	45
3.2.1 Подготовительный период .....	46
3.2.2 Специальное гидрогеологическое обследование территории .....	46
3.2.3 Буровые работы .....	46
3.2.4 Вспомогательные работы, сопутствующие бурению .....	51
3.2.5 Геофизические исследования в скважинах.....	53
3.2.6 Опытно-фильтрационные работы.....	54
3.2.7 Режимные наблюдения .....	56
3.2.8 Лабораторные работы .....	57
3.2.9 Камеральные работы.....	57
3.3 Мероприятия по охране окружающей среды .....	59
3.3.1 Охрана окружающей среды.....	59
3.3.2 Воздействие на атмосферу.....	59



3.3.3	Воздействие объекта на территорию, условия землепользования и геологическую среду.....	60
3.3.4	Воздействие на растительный и животный мир .....	60
3.3.5	Воздействие объекта на социальные условия и здоровье населения .	60
3.4	Техника безопасности и охрана труда.....	61
3.4.1	Обеспечение безопасных условий работы.....	61
3.4.2	Организация санитарно-гигиенических мероприятий .....	61
3.4.3	Обеспечение безопасных перевозок людей и грузов .....	61
3.4.4	Мероприятия по созданию безопасных условий труда.....	62
4	Производственно-техническая часть.....	63
4.1	Подготовительный период гидрогеологических исследований.....	63
4.2	Полевые работы .....	63
4.2.1	Специальное гидрогеологическое обследование территории.....	63
4.2.2	Буровые работы .....	64
4.2.3	Геофизические исследования скважин .....	69
4.2.4	Опытно-фильтрационные работы.....	70
4.2.5	Режимные наблюдения в скважинах .....	75
4.2.6	Камеральные работы.....	75
4.2.7	Организация и ликвидация полевых работ.....	78
4.2.8	Подрядные работы .....	78
4.2.9	Транспортировка грузов и персонала .....	78
4.2.10	Календарный план выполнения геологического задания .....	78
4.3	Расчет сметной стоимости на производство гидрогеологических исследований .....	80
4.4	Экономическая эффективность гидрогеологических исследований ..	81
4.4.1	Расчет экономической эффективности .....	81
4.4.2	Технико-экономические показатели гидрогеологических исследований (ТЭП).....	82
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	83
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	95
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	96

### Список графических приложений

Лист	Наименование приложения	Масштаб	Кол-во листов
1	Приложение А. Геологическая карта Тайшетского месторождения подземных вод	1:100 000	1
2	Приложение Б. Гидрогеологическая карта района работ	1:100 000	1
3	Приложение В. Гидрогеологический разрез района работ	1:50 000	1
4	Приложение Г. Стратиграфическая колонка скважины №5	1:500	1
5	Приложение Д. Геолого-технический наряд на бурение скважин глубиной 250 м	1:2 000	1
6	Приложение Е Техничко-экономические показатели	–	1

### Список текстовых приложений

№ п/п	Наименование приложения	Кол-во страниц
1	Приложение 1. Общая сметная стоимость гидрогеологических исследований	2
2	Приложение 2. Лист опытной откачки скважины №5	5

## Список иллюстраций

№ п/п	Наименование рисунка	Стр.
1	Рисунок 2.1 - Геологическая карта участка работ	32
2	Рисунок 2.2 – Гидрогеологическая карта участка работ	35
3	Рисунок 2.3 – Расстояние между скважинами водозабора на Центрально-Тайшетском УППВ	36
4	Рисунок 2.4 – Расстояние от скважин водозабора до центра тяжести	38
5	Рисунок 2.5 – Расстояние между водозаборами и радиусы их влияния	40

## Список таблиц в тексте

№ п/п	Наименование таблицы	Стр.
1	Таблица 2.1 – Расчет центра тяжести площадного водозабора на Центрально-Тайшетском участке	37
2	Таблица 2.2 – Расчет срезки уровня от работы соседних водозаборов на Центрально-Тайшетском участке	43
3	Таблица 2.3 – Понижение уровня на конечный срок эксплуатации в соседних водозаборах с учетом дополнительного понижения от работы водозабора на Центрально-Тайшетском участке	45
4	Таблица 3.1 – Усредненный проектный разрез по скважинам	50
5	Таблица 3.2 – Характеристика погружного насоса ЭЦВ-8-65-160	50
6	Таблица 3.3 – Характеристика самоходной буровой установки 1БА-15В	51
7	Таблица 3.4 – Технические характеристики насоса НБ-50	51
8	Таблица 3.5 – Принятые параметры режима бурения	53
9	Таблица 3.6 – Сводный перечень проектируемых работ	60
10	Таблица 3.7 – Перечень снаряжения и инвентаря для безопасного ведения работ	65
11	Таблица 4.1 – Расчеты затрат времени и труда на специальное гидрогеологическое обследование	68
12	Таблица 4.2 – Расчеты затрат времени и труда на буровые работы	69
13	Таблица 4.3 – Объем каротажных работ	72
14	Таблица 4.5 – Расчеты затрат времени и труда на проведение опытно-фильтрационных работ	77
15	Таблица 4.6 – Расчеты затрат времени и труда на проведение режимных наблюдений	80
16	Таблица 4.7 – План-график выполнения проектируемых работ	84
17	Таблица 4.8 – Индексы изменения сметной стоимости гидрогеологических исследований	86
18	Таблица 4.9 – Техничко-экономические показатели	87

## ВВЕДЕНИЕ

Для выпускной квалификационной работы была выбрана тема «Разведочные работы на Центрально-Тайшетском участке пресных подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и технологического обеспечения водой объектов промышленности г. Тайшета Иркутской области».

Участок работ расположен в Сибирском федеральном округе, Иркутской области, Тайшетского района, на северо-восточной окраине г. Тайшет, на правом берегу р. Бирюса.

Потребность в воде для хозяйственно-питьевого и технологического обеспечения объектов промышленности г. Тайшета растет с каждым годом. Центрально-Тайшетский участок пресных подземных вод на данный момент включает в себя водозабор с 4-мя скважинами, из которых одна резервная, суммарный дебит водозабора – около 2400 м<sup>3</sup>/сутки. Для снабжения предприятий г. Тайшета заявлена потребность в 4000 м<sup>3</sup>/сутки по категории В. Для реализации проекта на данный объем воды ставится задача провести разведочные работы на Центрально-Тайшетском участке Тайшетского МПВ и обосновать проект его разработки с последующей эксплуатацией с заданным объемом.

Источником материалов является ООО «Экосупервайзер». Материалы для написания дипломного проекта были получены в результате прохождения преддипломной практики.

Общее руководство по составлению проекта осуществлялось доцентом, кандидатом геолого-минералогических наук Кропаниной М.П.

## **1 Общая часть**

### **1.1 Экономический очерк**

Административно район работ расположен в Тайшетском районе Иркутской области, в пределах номенклатурных листов О-47-XXXII, XXXIII, N-47-II, III масштаба 1:200 000. Участок работ расположен в пределах листа N-47-III масштаба 1:200 000.

Город Тайшет является административным центром двух муниципальных образований Иркутской области – муниципального образования «Тайшетское городское поселение» и муниципального образования «Тайшетский район». Площадь города Тайшет составляет 7572 га. На 2019 год численность населения города составляла 35,481 тысяч человек.

Центральная часть территории расположена в зоне интенсивного освоения и заселения, связана с ближайшими крупными городами (расстояние по железной дороге до областного центра Иркутска – 668 км, до Абакана – 647 км, до Красноярска – 418 км, до Братска – 315 км). Обзорная карта района работ представлена на рис. 1.1.

Через территорию района проходит железная дорога Решеты – Карабула, федеральная магистральная автодорога М53 Новосибирск – Иркутск (Московский тракт) и автодорога Тайшет – Чуна – Братск.

Город Тайшет является узловой станцией Восточно-Сибирской железнодорожной магистрали. Промышленность Тайшета ориентирована на обслуживание железнодорожного транспорта и представлена в основном предприятиями филиала ВСЖД ОАО «Российские железные дороги».

В 7 км северо-восточнее от границы г. Тайшет планируется строительство анодной фабрики.

На территории Тайшетского района имеются организации по приему и утилизации отработанных шпал и отходов нефтепродуктов. Другие специализированные отходоперерабатывающие предприятия в районе отсутствуют.

Через Тайшет проходит магистральный нефтепровод из Западной Сибири до Ангарска. Здесь расположена нефтеперекачивающая станция и начинается самый протяженный на востоке страны нефтепровод «Восточная Сибирь-Тихий океан».



Район работ

Рис.1.1 – Обзорная карта района работ



## 1.2 Климатические условия

Климат района резко континентальный. Характеризуется продолжительной зимой и коротким, относительно жарким, влажным летом. Район г. Тайшета расположен в области господства зимнего сибирского антициклона, обуславливающего преобладание ясной морозной, почти безветренной погоды, при незначительном снежном покрове. Летом развита циклоническая деятельность, с которой связано выпадение осадков. Смена погоды в переходные сезоны происходит бурно, особенно весной.

Время ледостава на водоёмах города — ноябрь, декабрь. Время вскрытия льда — начало апреля. Средняя температура наиболее холодного месяца (январь)  $-18,8^{\circ}\text{C}$ . Средняя температура наиболее жаркого месяца (июль)  $+24,9^{\circ}\text{C}$ . Абсолютная минимальная температура воздуха составляет  $-50^{\circ}\text{C}$ , среднегодовая  $+0,70^{\circ}\text{C}$ . Абсолютная максимальная температура  $+36^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность безморозного периода 100-150 дней. Глубина промерзания — 2,8 м. Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца (января) 75%. Увлажнение территории умеренное: 1-0,8.

## 1.3 Физико-географические условия

По геоморфологическому районированию территория города относится к району Ангаро-Чунского плато с невысоко поднимающимися над ним трапповыми сопками. Сопки расположены к югу от города за пределами городской черты. Сама территория города является плоским междуречьем рек Тайшетки и Акульшетки, притоков Бирюсы, и приурочена к правому террасированному склону долины р. Бирюсы.

Рельеф города в его непосредственных границах относится к категории рельефа долин равнинных рек с комплексом аккумулятивных террас. На поверхности террас встречаются участки с бугристо-западинным микрорельефом. Высота бугров изменяется от 1 до 3 м, диаметр их 10-25 м. Территория города слабо наклонена с юга на север, к долине реки Бирюсы, расчленена долинами впадающих в реки Тайшетка и Акульшетка ручьев. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 360-365 м в южной части до 300-305 м в северной части.

Гидрографическая сеть района представлена р. Бирюсой с ее правыми притоками, рр. Тайшеткой, Акульшеткой, Байроновкой, протекающими с юга на север.

В Тайшетском районе река Бирюса имеет ширину 140 метров в межень и 200 метров в паводок, глубина от 2 метров в межень до 8 метров в паводок, средний уклон — 0,53%. Средняя скорость течения зимой — 0,2-0,8 м/с, летом — 0,5-2 м/с, в паводок — 2,24 м/с.

Правые притоки р. Бирюсы, рр. Акульшетка и Тайшетка имеют граничащие бассейны, гидрологический режим во многом сходен с р. Бирюсой. Расходы рек небольшие, в межень они сильно мелеют, зимой промерзают, водохозяйственное использование рек затруднено.

Территорию города пересекают мелкие водотоки: ручьи Зуевский Ключик, Крутенький, Каминка, Ключик, впадающие в реки Тайшетка и Акульшетка. Максимальные расходы дождевых паводков ручьев Зуевский ключик и Крутенький, определенные математически, составляют, соответственно, 39,2 м<sup>3</sup>/с и 34,5 м<sup>3</sup>/с.

Почвы района подзолистые, серые лесные, болотные, пойменные, лугово-черноземные. На долю сельскохозяйственных угодий приходится 4,3% площади, из которых 56% приходится на пашню с многолетними насаждениями.

Дикий животный мир разнообразен, в тайге водятся лоси, олени, косули, кабарга, соболь, белка, волк, горностаи, заяц, колонок, россомаха, рысь, лисица, медведь, барсук, норка, выдра, ондатра. Птицы: глухарь, рябчик, куропатка, тетерев, клест, оляпка, кедровка и т.д.

#### **1.4 Геологическая, гидрогеологическая и гидрогеохимическая изученность района**

Площадь, на которой расположены водозаборы с утвержденными запасами подземных вод охватывает территорию листов О-47-XXXII, XXXIII, N-47-II, III масштаба 1:200 000 государственной разграфки. Территория участка работ расположена в пределах листа N-47-III.

На площади листов выполнены Государственные геологические и гидрогеологические съемки масштаба 1:200 000.

В целом, геологическая и гидрогеологическая изученность территории, в пределах которой будут выполняться поиски на участках с утвержденными запасами подземных вод, – детальная.

В 1962-1963 гг. изданы кондиционные Государственные геологические карты масштаба 1:200 000 листа N-47-III (Калиновский А.Л.), листа О-47-XXXIII (Каницкий В.Л.).

В 70–80-х годах на большей части территории проводились геологосъемочные работы масштаба 1:50 000: полистная, геологическое доизучение, групповая геологическая съемка (Андрющенко С.В., Замультидинов С.Х., Брынцев В.В., Ершов В.И., Галимова Т.Ф., Макеев Ю.Л.) были оценены перспективы территории на различные полезные ископаемые, составлены геологические карты масштаба 1:50 000.

В 1998 г. завершена оценка прогнозных ресурсов полезных ископаемых Иркутской области по состоянию на 1.01.98 г. (Перфильев В.В., Емельянов Е.Л., Другов Г.М., Галкин Г. А., Машович Я.Г., Никулин В.И.).

В 2000 г. составлена Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:1 000 000 (новая серия) листа N-46 (47) Абакан. Работа выполнена Всесоюзным научно-исследовательским геологическим институтом (ВСЕ-ГЕИ) совместно с Красноярским геологическим управлением, представляет собой комплект из восьми карт (дочерних образований, четвертичных отложений, тектоническая, полезных ископаемых, аномального магнитного поля,

гравиметрическая, геоморфологическая и гидрогеологическая. В 2002 г. изданы объяснительные записки к данным картам. Карты комплекта составлены в основном по материалам геологических, гидрогеологических, геофизических съемок масштаба 1:200 000, реже (по рудным районам) – 1:50 000.

В 2015 г. ВСЕГЕИ издана Государственная геологическая карта листа N-47-II масштаба 1:200 000 с объяснительной запиской к ней (серия Восточно-Саянская) (второе издание).

Первые сведения о водообильности рыхлых отложений и коренных пород на рассматриваемой территории были получены в 1934 г. М.М. Одинцовым в процессе геологического изучения Тайшетского района.

В 1938 г. И.А. Лившицем и Н.К. Компанейцем на отдельных объектах производились гидрогеологические и инженерно-геологические исследования, сопровождаемые бурением разведочно-эксплуатационных скважин.

В 1952 г. И.А. Лившиц обобщил имеющиеся сведения о подземных водах района г. Тайшета. Им выделяется аллювиальный водоносный горизонт и указывается на наличие подземных вод в юрских, каменноугольных и ордовикских отложениях.

В 1960-64 гг. Комплексной экспедицией гидрогеологии и стройматериалов ИГУ проведена комплексная геологическая, гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемки масштаба 1:50 000 на территории листов N-47-4-Б; N-47-5-А; O-47-137-В. В отчете по результатам съемки приводится характеристика водоносных горизонтов четвертичного, юрского, каменноугольного и ордовикского возраста. Выделены перспективные для водоснабжения г. Тайшета и Тайшетского района водоносные комплексы в ордовикских отложениях. Дана оценка запасов подземных вод современных, каменноугольных и ордовикских отложений в количестве 376,7 тыс. м<sup>3</sup>/сут. (категории В+С1 и С1) (Журавель Н.А., Каршина М.Ф., Орлов В.Е. и др., 1965).

В 1963-67 гг. выполнена разведка пресных подземных вод Тайшетского месторождения для водоснабжения г. Тайшет (Н.А. Журавель, 1966). Оценены запасы грунтовых вод в современных отложениях, гидравлически связанных с водами р. Бирюсы в количестве 61,2 тыс. м<sup>3</sup>/сут. (категория С1) и разведано Тайшетское месторождение питьевых подземных вод в нижнеордовикских отложениях, запасы которого утверждены ГКЗ СССР в количестве 32,8 тыс. м<sup>3</sup>/сут, в том числе по категориям А и В – 23,4 тыс. м<sup>3</sup>. (Протокол № 5119 от 22.03.1967 г.).

В 1974 г. проведена перспективная оценка эксплуатационных запасов подземных вод Иркутского артезианского бассейна (З.А. Другова, Б.М. Шенькман).

В 1998-2001 гг. сотрудниками ИТЦГМГС выполнена оценка прогнозных эксплуатационных ресурсов Иркутской области в целом. В 2002 г. работа была апробирована в НППФ ГИДЭК (г. Москва, Протокол от 13.06.2001 г.), в 2004 г., были уточнены цифры и откорректированы электронные таблицы расчета прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод с учетом замечаний экспертов.

В 2004 г. ИТЦГМГС ФГУГП «Иркутскгеология» выполнялись работы по переоценке эксплуатационных запасов Тайшетского МППВ. В результате выполненных исследований предварительно оценены естественные ресурсы территории исследований, прогнозные эксплуатационные ресурсы и запасы подземных вод (по категориям С1 и С2) двух перспективных участков и разработана гидрогеодинамическая модель месторождения. По предварительным данным запасы подземных вод в отложениях бадарановской свиты ордовика на перспективном участке в долине р. Байроновка составляют 16 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

В 2013 г. произведена переоценка запасов питьевых подземных вод Тайшетского месторождения и оценка запасов питьевых подземных вод по результатам эксплуатации действующего группового водозабора «Староаккульшетский» (в составе Тайшетского месторождения подземных вод). Запасы утверждены в объеме 14,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут, в том числе по категории В – 14,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

По участку Тайшетский балансовые запасы составили 18,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут (по кат. А – 9,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут, по кат. С1 - 9,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут. (Сидякова Г.А., Протокол ТКЗ №1043 от 27.06.2013 г., Доп. ГКЗ к Протоколу ТКЗ).

На всех эксплуатируемых участках продуктивным водоносным комплексом является ниже-среднеордовикский (бадарановская свита).

Гидрогеологическая изученность района работ и оцениваемого участка недр является достаточно детальной и достаточной для выполнения работ по подсчету запасов на проектируемом участке и составлении гидрогеологической модели Тайшетского МППВ в целом.

## **1.5 Геологическая характеристика района работ**

Данные о геологическом строении территории взяты из фондовых материалов [2].

В геологическом строении района работ принимают участие: осадочные отложения ордовикской, силурийской, девонской, каменноугольной, юрской и четвертичной систем (Прил. А).

### **1.5.1 Стратиграфия**

#### *Ордовикская система*

Осадочная толща ордовикских отложений на территории работ представлена ийской, бадарановской и братской свитами.

Ийская свита (O<sub>1is</sub>) выходит на дневную поверхность на правобережном склоне р. Бирюса в ЮЗ части района работ. Отложения свиты представлены переслаиванием песчаников разномерных до гравелистых с алевролитами, редко, аргиллитами. Мощность свиты от 161 до 335 м.

Бадарановская свита (O<sub>1-2bd</sub>). Согласно залегает на ийской, на большей части перекрыта более молодыми отложениями. Сложена песчаниками желтыми, желтовато-, реже зеленовато- и буровато-серыми от мелкозернистых до

гравелитистых, иногда с включением мелкой редкой гальки песчаников, алевролитов, аргиллитов, кремнисто-кварцевых пород с прослоями алевролитов вишнево-коричневых, реже зеленовато-серых, с редкими маломощными прослоями аргиллитов вишнево-коричневых, светло-зеленых и конгломератов крупно- и мелкогалечных. Песчаники и алевролиты сложены угловатыми и полуокатанными обломками кварца (30-50 %), полевых шпатов (10-40 %), кремнистых пород (15-40 %). Цемент карбонатно-глинистый, реже глинистый (10-20 %), поровый или базальный. Мощность свиты от 137,6 м до 250 м на правом берегу Бирюсы.

Братская свита ( $O_{2-3br}$ ) залегает со стратиграфическим несогласием на бадарановских отложениях и выходит на дневную поверхность склонах долины р. Бирюса в ЮЗ части района.

Контакт между свитами проводится по смене окраски пород и присутствию в основании братской свиты разнотельных песчаников с мелкой галькой и конгломератов мелкогалечных.

Отложения представлены однородной толщей песчаников вишнево-коричневых, с зеленовато-серыми «глазками» округлой формы размером от 1 до 50 мм, серых, часто косослоистых, иногда гравелитистых, с редкими маломощными прослоями конгломератов, алевролитов и аргиллитов вишнево-коричневых, зеленовато-серых. Песчаники кварцевые (32-68%), кремнистые (25%), цемент пленочно-поровый, базальный, слюдисто-глинистый, известково-глинистый, известковый.

Общая мощность братской свиты 255 м.

#### *Силурийская система*

Нижний отдел представлен балтуриной свитой (аналог кежемской) ( $S_{1bl}$ ). Сложена песчаниками с редкими прослоями алевролитов, аргиллитов, в основании – местами конгломераты; со стратиграфическим перерывом залегает на братской свите. Граница между ними проводится по резкой смене окраски пород и появлению в основании балтуриной свиты маломощных прослоев ожелезненных песчаников и горчично-серых аргиллитов.

Мощность свиты 84 м.

#### *Девонская система*

Девонские образования представлены отделами средним (павловская свита) и верхним (кунгусская свита), ранее выделявшимися как саранчетская свита.

Павловская свита ( $D_{2pv}$ ) залегает субгоризонтально на расчлененной, размытой поверхности досреднедевонских образований со стратиграфическим и угловым несогласием.

Отложения представлены песчаниками, алевролитами, конгломератами, известняками. В целом мощность свиты изменяется в пределах 100-160 м.

Кунгусская свита ( $D_{3kn}$ ) представлена главным образом алевролитами и песчаниками с прослоями известняков, седиментационных брекчий, реже мергелей. Контакт кунгусской свиты с нижележащими отложениями согласный. Мощность свиты по разрезу 125 м.

#### *Каменноугольная система*

Каменноугольная система представлена нижним отделом (чаргинская и баероновская свиты).

Чаргинская свита ( $C_1\check{c}r$ ) представлена известняками, известковистыми песчаниками, аргиллитами, мергелями. Отложения распространены на правом берегу р. Бирюса в северной части района.

Баероновская свита ( $C_1br$ ). Отложения распространены в центральной (в виде небольших по площади участков) и восточной, юго-восточной части территории. В более ранних исследованиях баероновская свита относилась к девонской системе. Со стратиграфическим несогласием перекрывают отложения нижнего-среднего ордовика и нижнего силура. В основании свиты залегают слабосцементированные конгломераты на песчано-гравийном заполнителе. Выше разрез сложен песчаниками кварцевыми слабосцементированными, иногда известковистыми, ожелезненными серыми, зеленовато-серыми, желтовато-зеленоватыми, желтовато-бурыми средне- и мелкозернистыми с редкими маломощными (до 40 см) прослоями песчаных известняков зеленовато-серых и красно-бурых. Цемент карбонатный, реже железистый, глинисто-карбонатный. Вскрытая мощность свиты 50 м.

#### *Юрская система*

Континентальные песчано-глинистые отложения юры перекрывают с резким несогласием интенсивно эродированные породы ордовика и силура и представлены в районе работ переясловской свитой.

Переясловская свита ( $J_1pr$ ) залегает несогласно на подстилающих породах, отложения представлены переслаиванием алевролитов, песчаников, аргиллитов, с прослоями углистых пород и бурого угля. В основании свиты отмечаются слабосцементированные песчано-конгломератовые отложения. Мощность свиты достигает 100 м.

#### *Четвертичная система*

Четвертичные образования на площади района работ представлены отложениями эоплейстоцена, неоплейстоцена и голоцена.

#### Нижнее звено эоплейстоцена

К нижнему звену отнесены аллювиальные образования восьмой надпойменной террасы ( $a^8Q_E^1$ ), залегающей на абсолютных отметках 360-390 м и имеющей относительное превышение 115-135 м над урезом р. Бирюса. В основании терраса сложена гравием, галькой и валунами (до 20 см) кварца, кварцитов, песчаников на песчаном и песчано-глинистом заполнителе темно-бурого цвета, мощностью 2-4 м. Выше они сменяются суглинками мощностью до 6 м красновато-бурыми, серовато-желтыми с редкой галькой кварца. Верхняя часть террасы мощностью до 7,7 м сложена бурыми суглинками с прослоями глин буровато-серых. Общая мощность отложений составляет 15-18 м.

#### Верхнее звено эоплейстоцена-нижнее звено неоплейстоцена

К этому уровню отнесен аллювий седьмой надпойменной террасы ( $a^7Q_{EII}-Q_I$ ) высотой 92-115 м, наблюдаемой на право- и левобережье Туманшета. Отложения представлены крупнозернистым песком с галькой и валунами кварца, песчаников, кремнистых пород мощностью от 4 до 9 м, которые выше последовательно сменяются буровато-ржавым песком (до 1,2 м), затем

супесью и суглинками буровато- и желтовато-коричневыми с прослоями глин темно- и коричневатого-серых, местами с включениями гальки кварца. Мощность аллювия седьмой террасы до 27 м.

Неоплейстоцен представлен отложениями нижнего, среднего и верхнего звеньев.

Нижнее звено состоит из аллювиальных образований талагайкинских и лебедских горизонтов.

Талагайкинский горизонт включает аллювиальные отложения шестой надпойменной террасы ( $a^6Q_1^{1?}$ ) р. Туманшет высотой 55-92 м. В основании она сложена валунно-гравийно-галечниковым материалом полимиктового состава с глинисто-песчаным заполнителем, с изменчивой мощностью от 1,5 до 15 м. Средняя часть разреза террасы представлена переслаиванием глин охристо- и желтовато-коричневых и суглинков желтовато-коричневых. Завершают разрез суглинки желтовато-коричневые с включениями гидроокислов марганца; их мощность от 5 до 9 м. Общая мощность отложений 12-24 м.

Лебедский горизонт представлен аллювием пятой надпойменной террасы ( $a^5Q_1^2$ ) высотой 35-55 м р. Бирюсы. Нижние 1,8-9,0 м разреза сложены галькой и валунами полимиктового состава с песчаным или глинисто-песчаным заполнителем, сменяющимися вверх по разрезу суглинками мощностью 11-15 м. Общая мощность отложений 14-20 м.

К среднему звену отнесены аллювиальные отложения тобольского-самаровского и ширтинского-тазовского горизонтов нерасчлененных.

Тобольский-самаровский горизонты нерасчлененные представлены аллювием четвертой надпойменной террасы Бирюсы ( $a^4Q_{II}^{1-2}$ ) высотой 25-35 м. Мощность аллювия от 9 до 23 м. В основании он представлен галечниками с гравием, валунами и песками русловой фации мощностью от 3 до 6 м. Выше залегают пойменные супеси, суглинки, местами с линзами глин и старичных илов.

Ширтинский-тазовский горизонты нерасчлененные представлены аллювием третьей надпойменной террасы р. Бирюсы ( $a^3Q_{II}^{3-4}$ ) высотой 15-25 м. Нижняя часть террасы образована полимиктовыми валунно-галечниковыми отложениями мощностью до 9 м. В верхней залегают суглинки, иногда с прослоями глинистых песков. Общая мощность отложений третьей террасы 13-16 м.

Верхнее звено. К верхнему звену отнесены аллювиальные и палюстринные отложения казанцевского-муруктинского и каргинского-сартанского горизонтов, представленные аллювием второй надпойменной террасы ( $a^2Q_{III}^{1-2}$ ) высотой 10-15 м, занимающей значительную площадь левобережья Бирюсы ниже устья Туманшета. Нижняя часть разреза мощностью до 7 м сложена русловыми галечниками с валунами и гравием полимиктового состава. Верхняя представлена пойменным аллювием – суглинками с супесями. На отдельных участках суглинки перекрываются палюстринными илами. Общая мощность отложений 10-15 м.

К каргинскому и сартанскому горизонтам отнесены лессовидные суглинки и эоловые пески на поверхности первой, местами третьей и четвертой террас.

### Голоцен

Образования голоцена представлены аллювием пойменных террас и русел ( $aQ_H$ ), палюстринными отложениями ( $pl Q_H$ ), а также пролювиальными, элювиальными, делювиальными и коллювиальными.

Пойменные отложения ( $aQ_H$ ) слагают высокую (2-5 м) и низкую (до 2 м) пойменные террасы, в разрезе которых выделяются образования двух фаций - русловой, сложенной полимиктовыми галечниками, гравием, валунами и разнотернистым песком, мощностью 5-12 м, и перекрывающей ее пойменной, представленной песчаноглинистыми, суглинистыми, илистыми осадками, мощностью до 7,5 м. Мощность отложений от 5-15 до 20 м.

Русловые отложения ( $aQ_H$ ) крупнейших водотоков района образованы валунно-песчано-гравийно-галечниковым материалом полимиктового состава мощностью до 17 м. Русловый аллювий мелких водотоков в основном состоит из илесто-песчано-глинистых отложений со щебнем.

Элювиальные образования приурочены к плоским или слабосхолмленным водоразделам, представлены глинисто-песчаным материалом с обломками и глыбами материнских пород. Мощность элювия от 0,15 до 3 м.

Делювиальные отложения покрывают склоны водоразделов, состоят из супесей, суглинков с примесью дресвы, глыб местных пород различного размера. Мощность их от 0,5 до 8 м у подножий склонов.

Коллювиальные отложения распространены у подножий крутых склонов и скальных выходов пород, обрывов, где образуют отдельные конусы осыпания и шлейфы, сложенные щебнем и разной величины глыбами местных пород с песчано-суглинистым материалом. Мощность отложений 1-5 м.

## **1.5.2 Тектоника**

В тектоническом отношении рассматриваемая территория расположена в Ангаро-Тасеевской синеклизе – западном крыле крупной внутриплатформенной структуры, занимающей всю юго-западную часть Сибирской платформы. По особенностям тектонической эволюции в составе структурного яруса выделяются два подъяруса.

Среднепалеозойский (девон-раннекарбонный) структурный ярус отражает качественно новый этап формирования чехла Сибирской платформы на территории. Этот этап характеризуется резким сокращением площадей осадконакопления, локализацией его в изолированных впадинах и отвечает этапу среднепалеозойской тектоно-магматической активизации. В строении структурного яруса участвуют: красноцветная карбонатно-терригенная формация средне- и позднедевонского возраста (павловская и кунгусская свиты), пестроцветная, терригенная формация раннекарбонного возраста (чаргинская, баероновская, топорокская свиты).



Наиболее крупной структурой, сложенной этими ФК, на территории является Канско-Тасеевская впадина.

Канско-Тасеевская впадина на территории представлена юго-восточной частью этой крупной структуры. Положение её границы резко дискордантно основному северо-западному направлению структурных элементов фундамента впадины, и образования базальной павловской свиты перекрывают все досреднедевонские ФК чехла платформы и её фундамента с резко выраженным несогласием.

Восточную часть впадины, сложенную более грубообломочными фациями, выделяют также под названием Туманшетской впадины. Слоистые толщи, слагающие впадину, под очень пологими углами (2–3°) погружаются в северо-западном направлении – к её центру.

### 1.5.3 Гидрогеологическая характеристика района работ

Район работ находится в пределах Канского артезианского бассейна 3-го порядка, входящего в состав Ангаро-Ленского артезианского бассейна 2-го порядка.

На площади исследований выделяются следующие гидрогеологические подразделения: водоносные горизонты современных, верхнечетвертичных, среднечетвертичных и нижнечетвертичных образований, водоносные комплексы отложений юры, карбона, ордовика (Прил. Б, рис. 1.2).

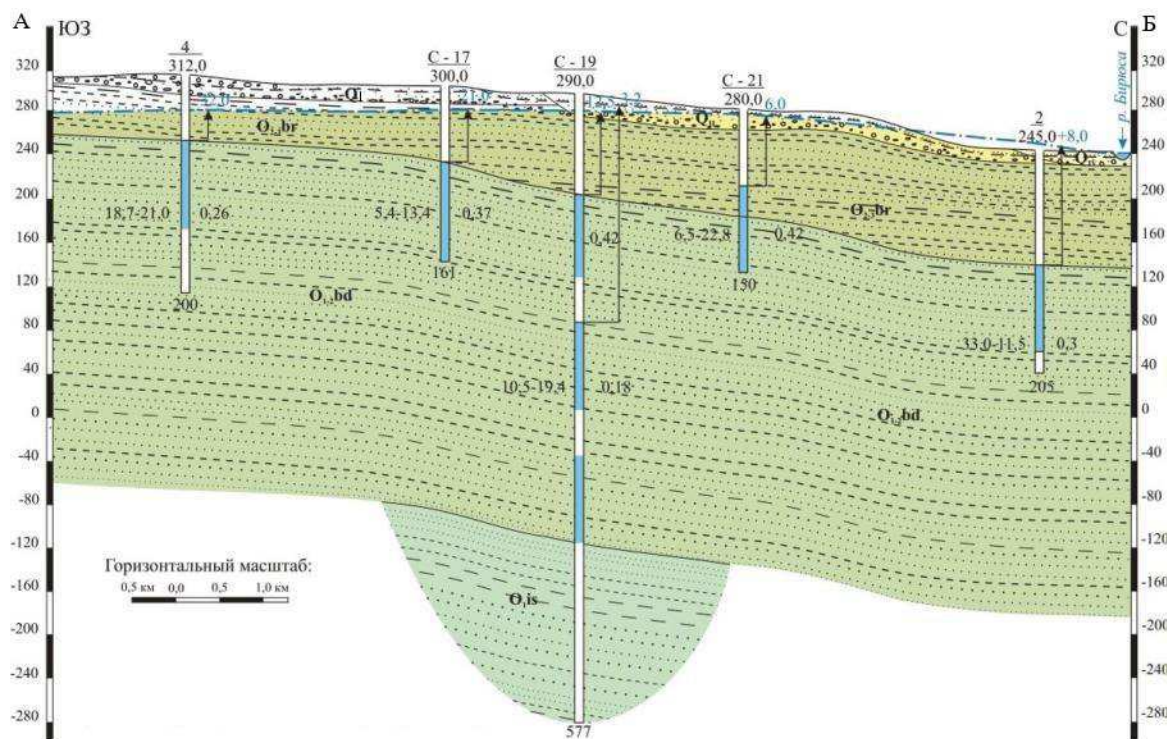


Рисунок 1.2 – Гидрогеологический разрез района работ

Стратификация распространенных водоносных горизонтов и комплексов на территории района и участка работ принята в соответствии с легендой

Ангарской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000, разработанной в 1999 г. (под редакцией Н.С. Малича), которая применялась предшественниками при изучении Тайшетского месторождения подземных вод и участков месторождения.

Описание гидрогеологических подразделений приводится по материалам объяснительных записок к гидрогеологическим картам масштаба 1:200 000 и результатам разведочных работ на Тайшетском МПВ.

*Водоносный современный аллювиальный горизонт ( $aQ_{IV}$ )* распространен в долинах рек и ручьев и представлен аллювиальными образованиями, сложенными гравийно-галечниковым материалом с песчаным заполнителем, мощностью от 3-5 до 12-13 м. Горизонт образует единую водоносную толщу, гидравлически связанную с реками Бирюсой, Тайшеткой, Акульшеткой. Фильтрационные свойства современного аллювия довольно изменчивы: дебиты колодцев составили 0,2 – 0,3 л/с при понижении 0,1 – 0,2 м, коэффициенты фильтрации в долинах небольших рек - 55-66 м/сут, в долине р. Бирюсы достигают 689-1116 м/сут (удельные дебиты скважин 5,0-48,9 л/с).

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные кальциево-магниевые с минерализацией 0,3-0,8 г/дм<sup>3</sup>.

В современных аллювиальных отложениях долины р. Бирюсы в 1970-1972 гг. разведано Бирюсинское месторождение питьевых подземных вод. Запасы утверждены в количестве 219,9 тыс. м<sup>3</sup>/сут (Протокол ГКЗ № 6777 от 20.12.1972 г.). Месторождение не освоено.

Подземные воды не защищены от загрязнения. Используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения колодцами.

*Водоносный верхнечетвертичный горизонт ( $aQ_{III}$ )* представлен аллювиальными отложениями II и III надпойменных террас рр. Туманшет и Бирюса. Обводнены, в основном, валунно-галечниковые образования и пески. Коэффициенты фильтрации составляют 1,9-17 м/сут. Глубина залегания уровня грунтовых вод от 2 до 5-15 м. Мощность горизонта до 5 м.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные магниевые-кальциевые с минерализацией 0,1-0,5 г/дм<sup>3</sup>. Питание горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Используются населением для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

*Водоносный среднечетвертичный горизонт ( $aQ_{II}$ )* распространен на рассматриваемой территории в долинах рр. Бирюса и Туманшет и представлен аллювиальными образованиями IV – VI надпойменных террас, сложенных валунами, галечниками с песчаным материалом с прослоями супесей в нижней части разреза и супесями и суглинками – в верхней. Обводнены отложения в основании разреза.

Подземные воды горизонта безнапорные, участками напорные, вскрываются на глубинах от 0,5 до 18,0 м. Величина напора не превышает 0,5-5,0 м. Удельные дебиты скважин и колодцев 0,03-0,7 л/с. Коэффициент фильтрации колеблется 1,0-12,8 м/сут. Разгрузка подземных вод осуществляется родни-

ками с дебитом от 0,1 до 7 л/с. Подземные воды среднечетвертичных отложений гидравлически связаны с ниже залегающими водоносными горизонтами ордовикской толщи.

Питание водоносного горизонта осуществляется за счет атмосферных осадков и подтока подземных вод с нижезалегающих гидрогеологических подразделений.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные кальциево-магниевого с минерализацией 0,2-0,7 г/дм<sup>3</sup>. В населенных пунктах они загрязнены.

*Водоносный нижнечетвертичный горизонт (aQ<sub>1</sub>)* широко распространен на правобережье р. Бирюсы и приурочен к отложениям высоких террас. Он занимает значительные площади склонов долин рек Тайшетка и Акульшетка и водораздельные пространства.

Обводнены валунно-галечниковые отложения, перекрытые сверху глинами и суглинками. Средняя мощность горизонта составляет 5,1 м. Водобильность и фильтрационные свойства неоген-четвертичных отложений характеризуются удельными дебитами скважин от 0,07 до 2,0 л/с и коэффициентами фильтрации от 0,15 до 45 м/сут. Разгрузка подземных вод осуществляется субэральными выходами с дебитами 0,01 – 4,0 л/с.

Подземные воды вскрываются скважинами на глубинах 5,0–23 м и имеют напорно-безнапорный характер. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные кальциево-магниевого с минерализацией 0,2-0,9 г/дм<sup>3</sup>, общей жесткостью 3,9-11,0 ммоль/дм<sup>3</sup>. В населенных пунктах они загрязнены.

*Водоносный нижне-среднеюрский (J<sub>1+2</sub>) комплекс. Отложения переяславской свиты* распространены в долине р. Бирюса и залегают на разновозрастных гидрогеологических подразделениях, представлены песчаниками разнотернистыми с прослоями аргиллитов и алевролитов, в основании конгломератами. В силу неоднородности литологического состава и невыдержанности по простираанию комплекс содержит от одного до двух-трех водоносных горизонтов. Обводнены, в основном, трещиноватые песчаники. Мощность их изменяется от 5,0 до 11,5 м.

Удельные дебиты скважин изменяются от 0,1 до 0,5 л/с, коэффициенты водопроницаемости от 13 до 79 м<sup>2</sup>/сут. Разгрузка грунтовых вод комплекса осуществляется в виде немногочисленных родников с дебитами до 1,5 л/с. Безнапорно-напорные воды вскрываются скважинами на глубинах от 5,0 до 21,5 м.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, с минерализацией 0,2 – 0,6 г/дм<sup>3</sup>.

В рассматриваемом районе подземные воды переясловских отложений практически не используются для водоснабжения населения.

*Водоносный нижнекаменноугольный баероновский комплекс (C<sub>1br</sub>)* распространен на междуречье рр. Тайшетка и Акульшетка, на правобережье р. Байроновки. Представлен песчаниками с маломощными прослоями алевролитов и аргиллитов. В силу фациальной изменчивости водовмещающие по-

роды характеризуются различными фильтрационными свойствами и водообильностью. Удельные дебиты скважин в среднем 0,3 л/с, коэффициенты водопроницаемости и фильтрации от 2-4 до 23 м<sup>2</sup>/сут и 0,1 до 0,7 м/сут.

Подземные воды безнапорные. Глубина залегания их от 18–20 до 25–35 м. Мощность горизонта достигает 25–30 м. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные кальциево-магниевые с минерализацией 0,14–0,5 г/дм<sup>3</sup>. Подземные воды баероновских отложений редко используются для водоснабжения населения.

*Водоносный средне-верхнеордовикский братский комплекс (O<sub>2-3br</sub>)*. Отложения братской свиты залегают под молодыми породами (каменноугольные и четвертичные образования) и на дневную поверхность выходят в центральной части месторождения.

В братских образованиях выделяется два водоносных горизонта. На исследуемой площади прослеживается первый водоносный горизонт. Водовмещающие породы представлены трещиноватыми алевролитами с прослоями песчаников. Водообильность низкая и характеризуется удельными дебитами 0,05–0,1 л/с, коэффициентами водопроницаемости и фильтрации 1-14 м<sup>2</sup>/сут и 0,02-0,5 м/сут.

Подземные воды безнапорные, местами приобретают небольшой напор и имеют тесную гидравлическую связь с р. Бирюсой, ее притоками и водами аллювия. Такая же закономерность свойственна и верхней части второго водоносного горизонта – уровень воды в скважинах соответствует урезу воды в р. Бирюсе. Начиная с глубины 40 м, пьезометрический уровень закономерно повышается, достигая высоты 13 м над урезом воды в реке, что указывает на восходящую фильтрацию напорных вод.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные кальциево-натриевые, кальциево-магниевые с минерализацией 0,2-0,4 г/дм<sup>3</sup>.

*Водоносный нижне-среднеордовикский бадарановский комплекс (O<sub>1-2bd</sub>)* в пределах района на дневную поверхность выходит небольшими участками на склонах долины р. Бирюса в южной части месторождения. На остальной части территории перекрыт более молодыми образованиями и представлен преимущественно песчаниками с прослоями алевролитов и аргиллитов.

Водообильность изменяется в широком диапазоне, но в основном, довольно высокая. Удельные дебиты скважин изменяются от 0,23 до 1,81 л/с, коэффициенты водопроницаемости - от 34 до 284 м<sup>2</sup>/сут.

По данным разведочных работ на Тайшетском месторождении [1] в комплексе условно выделяются три водоносных горизонта. Первый водоносный горизонт характеризуется удельными дебитами и коэффициентами водопроницаемости: 0,23–1,81 л/с и 34–284 м<sup>2</sup>/сут, второй – 0,27–1,59 л/с и 49–24 м<sup>2</sup>/сут и третий – 0,16–0,86 л/с и 30–124 м<sup>2</sup>/сут.

Движение подземных вод направлено на север и северо-восток, к р. Бирюсе. Пьезометрическая поверхность в долинах рек уже на небольшом удалении от области питания находится выше поверхности земли. Уровень над поверхностью земли в долине р. Бирюса достигает 29,5 м (первый горизонт) –

46 м (третий горизонт). Высота напора над кровлей водоносных горизонтов изменяется от 100 до более 300 м.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные магниевые-кальциевые с минерализацией 0,3–0,5 г/дм<sup>3</sup> и общей жесткостью 1,6–5,0 ммоль/дм<sup>3</sup>. По качеству соответствуют нормативным требованиям для питьевого водоснабжения. В некоторых случаях отмечается несколько повышенная концентрация общего железа до 0,32–0,41 мг/дм<sup>3</sup> и выше допустимого уровня показатель удельной суммарной альфа – активности.

Подземные воды бадарановских отложений широко используются хозяйственно-питьевого и технологического водоснабжения в гг. Тайшет, Бирюсинск, на железнодорожных станциях. Подземные воды напорные, защищены от загрязнения, кроме участков выхода на поверхность, где они являются незащищенными.

Утвержденные запасы подземных вод в Тайшетском районе приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1 – Утвержденные запасы подземных вод по МО Тайшетский район

№ п/п	Наименование МПВ	Наименование УМПВ	Местоположение	Индекс водоносного подразделения	Запасы подземных вод, тыс. м3/сут					Дата экспертизы, № протокола	Добыча на 01.01.2019г., тыс. м3/сут	Тип вод по целевому назначению
					Всего	А	В	С1	С2			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Тайшетское	Бирюсинский участок	Бирюсинск	О1-2bd	1,600	-	-	0,600	1,000	25.05.2001, ТКЗ №489	1,262	ХПВ
2	Тайшетское	Тайшетский	-	О1-2bd	18,400	9,000	-	9,400	-	ГКЗ СССР от 22.03.1967 г. №5119, дополнение ГКЗ к Протоколу 27.06.2013, ТКЗ №1043	не экспл.	ХПВ
3	Тайшетское	Староаккульшетский	с. Старый Аккульшет	О1-2bd	14,400	-	14,400	-	-	27.06.2013, ТКЗ 1043, дополнение ГКЗ к Протоколу	3,862	ХПВ
4	УТПВ Тайшетский 1			О1-2bd	0,501	-	0,501	-	-	ГКЗ, №4151-М от 01.04.15	-	ТВ
5	Тайшетское	Шипичный	Бирюсинск	О1-2bd	1,500	-	1,500	-	-	05.12.2019, ТКЗ №1790	1,262	ХПВ
6	НПС-Тайшетское	-	-	О1-2bd	0,114	-	0,114	-	-	21.10.2011, ТКЗ №947	0,008	ХПВ
7	ГНПС-1-Тайшетское	-	5,8 км Ю-В г.Тайшет	О1-2bd	0,240	-	0,240	-	-	24.05.2012, ТКЗ №975	0,014	ХПВ

Продолжение таблицы 1.1

8	Ново-Акульшетское	-	д. Новый Акульшет	O1-2bd	0,279	-	0,279	-	-	24.08.2012, ТКЗ №988	0,006	ПТВ
9	Бирюсинское	Бирюсинский-1	г. Бирюсинск	Q	99,600	-	-	-	99,600	07.10.2014, ТКЗ №1062	не экспл.	ХПВ
10	Бирюсинское	Бирюсинский-2	г. Бирюсинск	Q	99,200	-	-	-	99,200	07.10.2014, ТКЗ №1062	не экспл.	ХПВ
11	Бирюсинское	Бирюсинский-3	г. Бирюсинск	Q	16,500	-	-	-	16,500	07.10.2014, ТКЗ №1062	не экспл.	ХПВ
12	Тайшетское-2018	-	Вагоноремонтное депо ст.Тайшет, скв.497/1	O1	0,195	-	0,195	-	-	17.09.2015, ЭКЗ №59	0,093	ХПВ
13	Запанский участок	-	п ж/д. ст Запань	O1-2bd	0,007	-	0,007	-	-	17.07.2014, ТКЗ №1024	0,001	ХПВ
14	Облепихинский участок	-	п ж/д. ст Облепиха	O1-2bd	0,002	-	0,002	-	-	12.04.2012, ТКЗ №967	0,001	ПТВ
15	Саранчетский участок	-	п ж/д. ст Саранчет 2-й	C1	0,015	-	0,015	--	-	17.07.2014, ТКЗ №1024	0,010	ХПВ
16	Тамтачетский участок	-	п ж/д. ст Тамтачет	O1-2bd	0,001	-	0,001	-	-	17.07.2014, ТКЗ №1022	-	ХПВ
17	Тамтачетское	-	п ж/д. ст Тамтачет	O1-2bd	0,213	-	-	-	0,213	27.06.2013, ТКЗ №1042	0,008	ХПВ
	Черманчетский участок	-	п ж/д. ст Черманчет	O2-3br	0,005	-	0,005	-	-	17.07.2014, ТКЗ №1022	0,000	ХПВ
	Итого				252,772	9,000	17,259	10,000	216,613		6,526	
	Итого				252,772	9,00	17,259	10,00	216,613			
	В т.ч.:											
	aQ <sub>IV</sub>				215,3							
	C <sub>1</sub>				0,015							
	O <sub>2-3br</sub>				0,005							
	O <sub>1-2bd</sub>				37,452							

## 2 Специальная часть «Развитие депрессионной воронки на конечный срок эксплуатации водозабора с водоотбором 4000 м<sup>3</sup>/сут»

### 2.1 Физико-географическая характеристика участка

Участок работ расположен в северо-восточной части г. Тайшет, на правом берегу р. Бирюса, приурочен к Центрально-Тайшетскому участку. Расстояние от участка до насосной станции 3-го подъема 0,1 км.

Административно участок работ расположен в Тайшетском районе Иркутской области на окраине г. Тайшет на его юго-восточной оконечности. Подведены дорога и линия электропередач. Средняя температура наиболее холодного месяца (январь) – 18,8° С. Средняя температура наиболее жаркого месяца (июль) + 24,9° С.

### 2.2 Краткая геологическая характеристика участка работ

Участок работ расположен в пределах листа N-47-III. Геологическое строение района приведено по результатам геологической съемки листов масштаба 1:200 000 (Рис. 2.1).

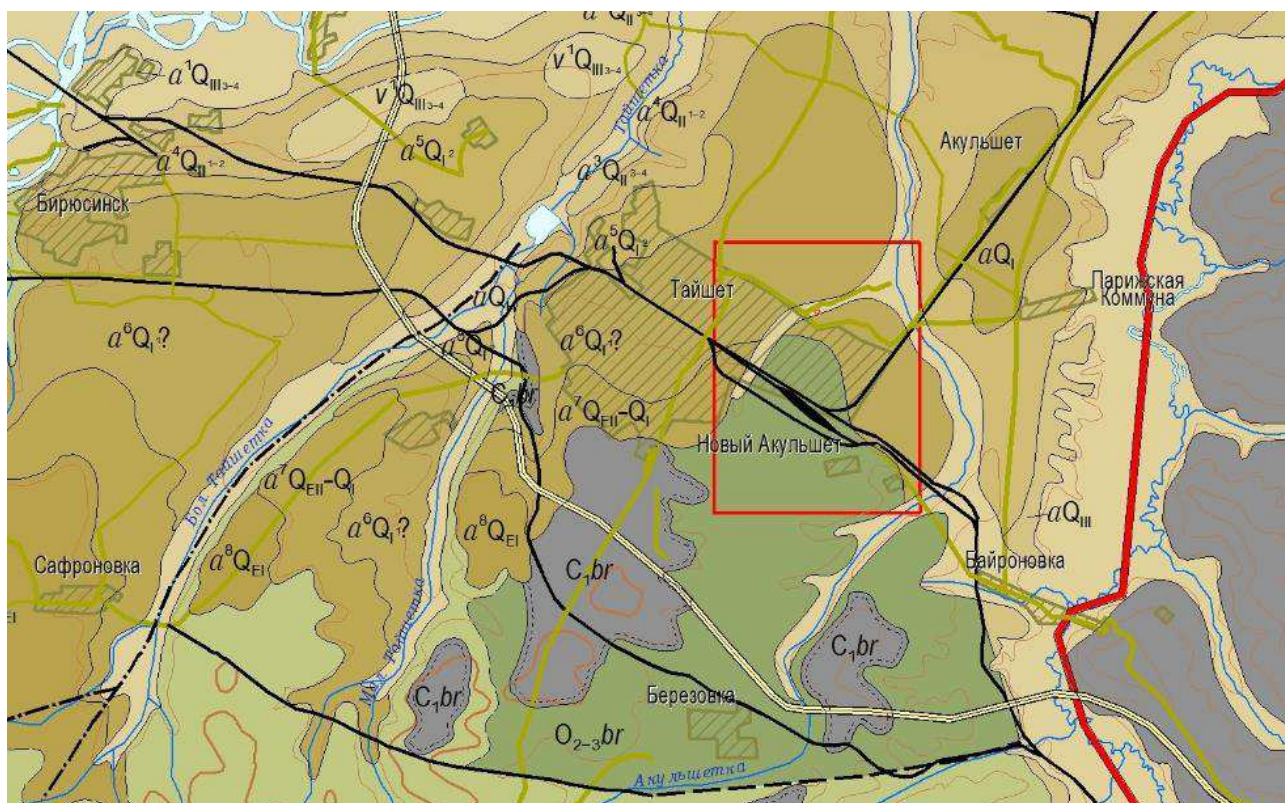


Рис 2.1 – Геологическая карта участка работ

#### *Ордовикская система*

Осадочная толща ордовикских отложений на территории работ представлена ийской, бадарановской и братской свитами.



Бадарановская свита ( $O_{1-2}bd$ ). Согласно залегает на ийской, на большей части перекрыта более молодыми отложениями. Сложена песчаниками желтыми, желтовато-, реже зеленовато- и буровато-серыми от мелкозернистых до гравелитистых, иногда с включением мелкой редкой гальки песчаников, алевролитов, аргиллитов, кремнисто-кварцевых пород с прослоями алевролитов вишнево-коричневых, реже зеленовато-серых, с редкими маломощными прослоями аргиллитов вишнево-коричневых, светло-зеленых и конгломератов крупно- и мелкогалечных.

Мощность свиты от 137,6 м до 250 м на правом берегу Бирюсы.

Братская свита ( $O_{2-3}br$ ) залегает со стратиграфическим несогласием на бадарановских отложениях и выходит на дневную поверхность склонах долины р. Бирюса в ЮЗ части района.

Отложения представлены однородной толщей песчаников вишнево-коричневых, с зеленовато-серыми «глазками» округлой формы размером от 1 до 50 мм, серых, с редкими маломощными прослоями конгломератов, алевролитов и аргиллитов вишнево-коричневых, зеленовато-серых. Песчаники кварцевые (32-68%), кремнистые (25%), цемент пленочно-поровый, базальный, слюдисто-глинистый, известково-глинистый, известковый.

Общая мощность братской свиты 255 м.

*Каменноугольная система*

Каменноугольная система представлена нижним отделом (чаргинская и баероновская свиты).

Баероновская свита ( $C_1br$ ). Отложения распространены в центральной (в виде небольших по площади участков) и восточной, юго-восточной части территории. Со стратиграфическим несогласием перекрывают отложения нижнего-среднего ордовика. В основании свиты залегают слабосцементированные конгломераты на песчано-гравийном заполнителе. Выше разрез сложен песчаниками кварцевыми слабосцементированными, иногда известковистыми, железненными серыми, зеленовато-серыми, желтовато-зеленоватыми, желтовато-бурными средне- и мелкозернистыми с редкими маломощными (до 40 см) прослоями песчанистых известняков зеленовато-серых и красно-бурых. Цемент карбонатный, реже железистый, глинисто-карбонатный. Вскрытая мощность свиты 50 м.

*Четвертичная система*

Четвертичные образования на площади района работ представлены отложениями эоплейстоцена, неоплейстоцена и голоцена, описанными в разделе «Стратиграфия» ранее.

### **2.3 Гидрогеологическая характеристика участка работ**

Участок работ по существующей схеме гидрогеологического районирования (2011 г.) расположен в пределах Канского артезианского бассейна - гидрогеологической структуры III порядка.

Гидрогеодинамическая модель района работ рассматривается как часть объемной водонапорной системы, включающей бассейны рек Тайшетки и

Акульшетки и частично Байроновки и определяется наличием мощной (до 300 м) зоны пресных вод, приуроченной к бадарановским отложениям нижне-среднего ордовика. На сопредельных территориях, даже обладающих более высокими естественными ресурсами подземных вод, зона пресных вод значительно меньше, поэтому здесь нет возможности получать значительные объемы питьевых подземных вод, сопоставимых с Тайшетским месторождением [2].

Подземные воды ниже-среднеордовикского комплекса эксплуатируются групповыми и одиночными водозаборами с утвержденными запасами, а также десятками одиночных скважин, работающих на неутвержденных запасах. В геоструктурном отношении площадь приурочена к юго-западному крылу Присяянского прогиба.

Продуктивный водоносный горизонт вскрыт на глубинах от 80–100 до 300 м и более.

Подземные воды имеют гидрокарбонатный кальциево-магниевый и магниевый-кальциевый состав с минерализацией 0,29–0,38 г/дм<sup>3</sup>. По результатам опытно-фильтрационных работ содержание общего железа в воде в начале откачек достигало 0,4–0,78 мг/дм<sup>3</sup> (1,33–2,63 ПДК), в середине и при окончании опытных откачек оно не превышало 0,13–0,20 мг/дм<sup>3</sup>. Микрокомпонентные показатели в подземных водах не превышают допустимых концентраций, определенных СанПиН. В процессе анализа материалов по объекту установлен факт повышенной суммарной альфа-радиоактивности питьевой воды на Староаккульшетском водозаборе, однако дальнейшие исследования показали, что содержание основных радионуклидов находится ниже их уровня вмешательства и при использовании воды дополнительные мероприятия по водоподготовке не предусматриваются. Гидрогеологическая карта участка работ представлена на рис. 2.2.

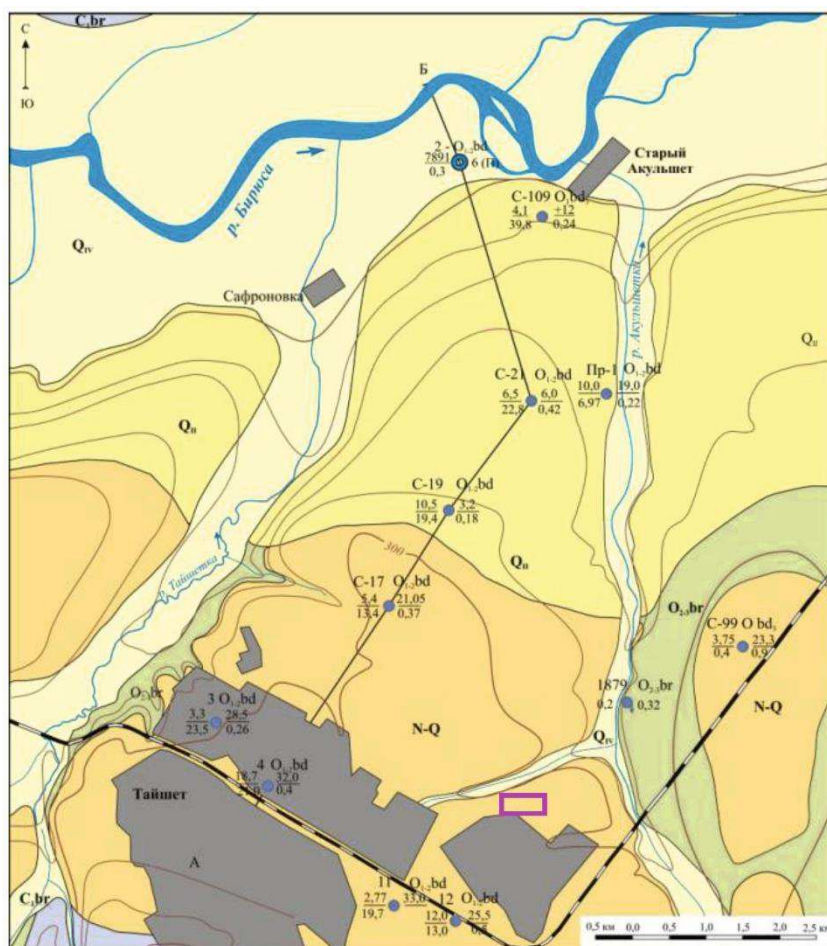


Рисунок 2.2 – Гидрогеологическая карта участка работ

## 2.4 Развитие депрессионной воронки на конечный срок эксплуатации водозабора с водоотбором 4000 м<sup>3</sup>/сут

Эксплуатационный отбор подземных вод является одним из наиболее распространенных и значимых видов техногенного воздействия на гидросферу. В обязанность гидрогеолога входит оценка возможного ущерба окружающей среде. Говоря о подземных водах, такая оценка вытекает из самого понятия «эксплуатационные запасы подземных вод» – к ним могут быть отнесены только те количества воды, эксплуатационный отбор которых не приводит к недопустимому ущербу окружающей среде.

В нашем случае задача состоит в определении масштабов воздействия работы проектируемого водозабора на подземные воды территории. Здесь мы учтем также работу уже введенных в эксплуатацию водозаборов.

Гидрогеодинамическая модель района работ рассматривается как часть объемной водонапорной системы, включающей бассейны рек Тайшетки и Акульшетки, и определяется наличием мощной (до 300 м) зоны пресных вод, приуроченной к бадарановским отложениям ордовика.

Водозабор проектируется для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и технологического обеспечения водой объектов промышленности г. Тайшета Иркутской области. На Центрально-Тайшетском участке пресных подземных вод (Тайшетское месторождение подземных вод) сооружено пять

скважин. Планируемый водоотбор – 4000 м<sup>3</sup>/сут. Расчетный период эксплуатации водозабора составляет 25 лет (~10000 суток). Необходимо произвести оценку обеспеченности эксплуатационных запасов подземных вод их прогнозными ресурсами для обоснования возможности отбора заданного объема воды, а также определить влияние данного объема водоотбора на подземные воды территории, что в первую очередь будет выражаться в образовании депрессионной воронки – пониженной части поверхности подземных вод, обусловленной их откачкой.

#### 2.4.1 Расчет радиуса формирования запасов для МПВ и Участков МПВ с утвержденными запасами

Утвержденные запасы – 4000 м<sup>3</sup>/сут (46,3 л/с)

Коэффициент водопроницаемости,  $k_m$ , 70 м<sup>2</sup>/сут

Коэффициент пьезопроводности,  $a$ , 200000 м<sup>2</sup>/сут.

Схема расположения скважин водозабора с их удаленностью друг от друга (в метрах) представлена на рис. 2.3.

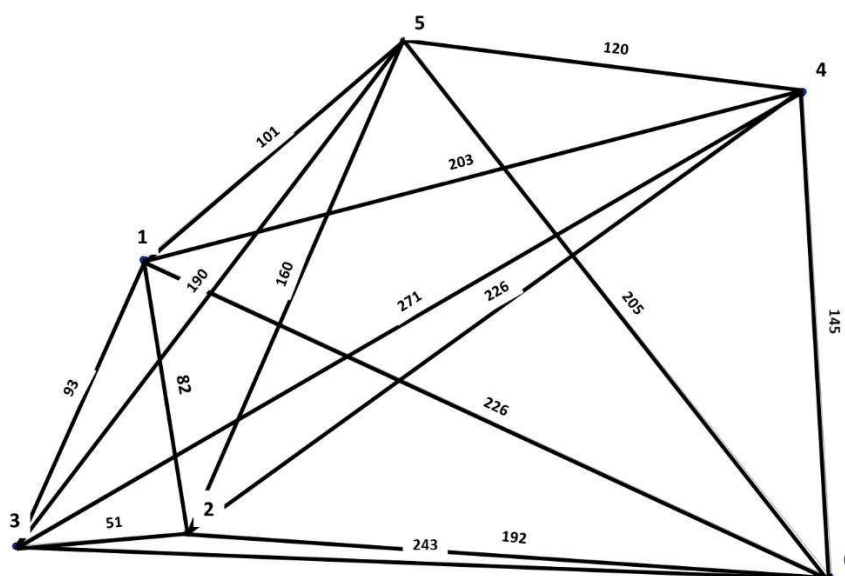


Рисунок 2.3 – Расстояние между скважинами водозабора на Центральном-Тайшетском УППВ

Для определения развития депрессионной воронки с заявленным водоотбором на конечный срок эксплуатации необходимо в первую очередь рассчитать радиусы формирования запасов рассматриваемого водозабора и водозаборов, прилегающих к нему.

Радиус формирования запасов рассчитывается по формуле:

$$R_{\phi} = \sqrt{\frac{Q}{\pi M_{\Pi}}}, \quad (2.1)$$

где  $Q$  – дебит водозабора или утвержденные запасы (л/с);

$M_{\Pi}$  – модуль прогнозных ресурсов для участков размещения водозаборов, 1,3.

Для Центрально-Тайшетского участка радиус формирования запасов составит:

$$R_{\phi} = \sqrt{\frac{Q}{\pi M_{\Pi}}} = \sqrt{\frac{46,3}{3,14 * 1,3}} = 3368 \text{ м.}$$

Далее для группового водозабора необходимо определить координаты его центр тяжести, от которого будут рассчитаны расстояния до ближайших водозаборов.

Расчет центра тяжести площадного группового водозабора на Центрально-Тайшетском участке выполняется по формулам:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i X_i}{Q_{\text{сум}}}, \quad Y = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i Y_i}{Q_{\text{сум}}}, \quad (2.2)$$

где  $Q_i$  – дебит скважины, м<sup>3</sup>/сут;

$Q_{\text{сум}}$  – суммарный дебит водозабора;

$X_i$ ;  $Y_i$  – координаты скважин;

$X$ ;  $Y$  – координаты наблюдательной точки (центра тяжести водоотбора);

Результаты расчета центра тяжести представлены в табл. 2.1. Схематически расположение центра тяжести относительно скважин представлено на рис. 2.3.

Таблица 2.1 – Расчет центра тяжести площадного водозабора на Центрально-Тайшетском участке

№ скв	$Q_{\text{сумм}}$	$Q_1 = \dots = Q_5$	$X_i$	$Y_i$	$X$	$Y$
1	4000	800	55,937735	98,049574		
2	4000	800	55,937006	98,049804		
4	4000	800	55,938209	98,052709		
5	4000	800	55,938331	98,050801		
6	4000	800	55,936908	98,052876		
					55,937637	98,051152

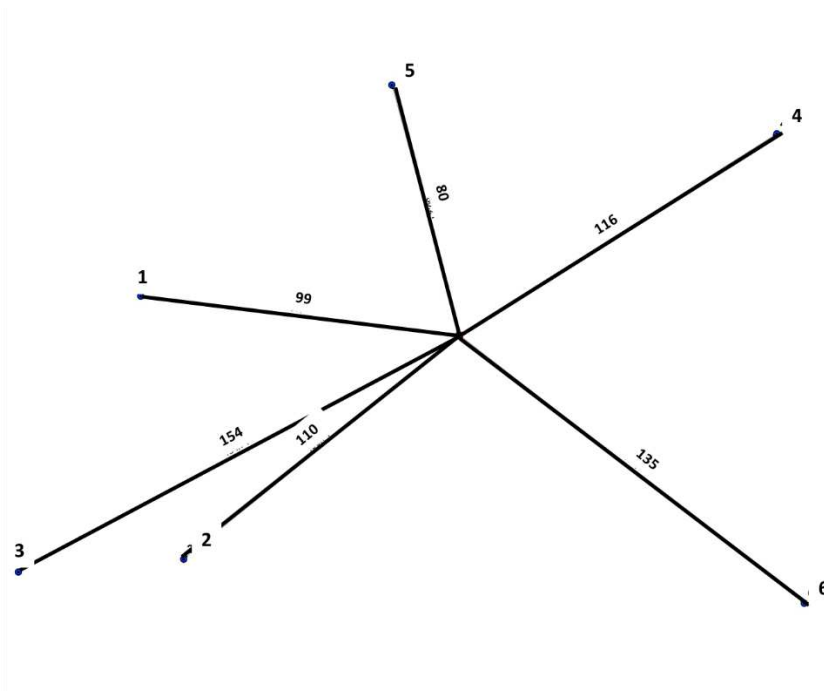


Рисунок 2.3 – Расстояние от скважин водозабора до центра тяжести

В пределах радиуса формирования запасов Центрально-Тайшетского участка находятся водозаборы с утвержденными запасами на участках «Тайшетское 2018 (скв. 497/1)», «Новоакульшетское МТПВ», «НПС Тайшетское», «Тайшетское 1 (скв. 1М, 1Н, 23К, 2/156)».

На площади Тайшетского месторождения выделен Тайшетский участок с запасами 18,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут, который в настоящее время находится в нераспределенном фонде недр и не эксплуатируется.

При условии эксплуатации Тайшетского участка с водоотбором, равным величине утвержденных запасов 18,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут (213 л/с), радиус формирования запасов составит:

$$R_{\phi} = \sqrt{\frac{213}{3,14 \times 1,95}} = 5898 \text{ м.}$$

Формирование естественных ресурсов, обеспечивающих подсчитанные запасы подземных вод Тайшетского участка происходит в радиусе 5,9 км на площади 109,3 км<sup>2</sup>.

Ввиду отсутствия эксплуатации Тайшетского участка, расчет взаимодействия не производится. В последующем при вводе в эксплуатацию Тайшетского участка необходимо скорректировать его водоотбор с учетом взаимодействия с существующими водозаборами.

На участке «Тайшетское 1» скважины 1М, 1Н, 23К, 2(156) имеют запасы, соответственно, 10,5 м<sup>3</sup>/сут; 240 м<sup>3</sup>/сут; 240 м<sup>3</sup>/сут; 10,5 м<sup>3</sup>/сут (0,122 л/с, 2,78 л/с, 2,78 л/с, 0,122 л/с), расстояние до центра Центрально-Тайшетского участка, соответственно, 3,593 км; 3,730 км; 1,818 км; 3,247 км. Радиусы формирования:

$$R_{\phi} = \sqrt{\frac{0,122}{3,14 \times 1,3}} = 0,173 \text{ км.}$$

$$R_{\phi} = \sqrt{\frac{2,78}{3,14 \times 1,3}} = 0,825 \text{ км.}$$

Участки «Тайшетское 2018 (скв493/1)», «Новоакульшетское МТПВ», «НПС Тайшетское», «ГНПС-1 Тайшетское» имеют утвержденные запасы соответственно 195м<sup>3</sup>/сут, 279м<sup>3</sup>/сут, 114 м<sup>3</sup>/сут; 240 м<sup>3</sup>/сут (2,257 л/с, 3,229 л/с, 1,319 л/с, 2,778 л/с) и удалены от центра тяжести Центрально-Тайшетского участка, соответственно, на 2,398 км, 3,444 км, 4,118 км, 6,435 км. Радиусы формирования запасов на данных участках:

Тайшетское 2018:

$$R_{\phi} = \sqrt{\frac{2,257}{3,14 \times 1,3}} = 0,744 \text{ км.}$$

Новоакульшетское МТПВ:

$$R_{\phi} = \sqrt{\frac{3,229}{3,14 \times 1,3}} = 0,889 \text{ км.}$$

НПС Тайшетское:

$$R_{\phi} = \sqrt{\frac{1,319}{3,14 \times 1,3}} = 0,569 \text{ км.}$$

ГНПС-1 Тайшетское:

$$R_{\phi} = \sqrt{\frac{2,778}{3,14 \times 1,3}} = 0,825 \text{ км.}$$

Схема расположения водозаборов с их радиусами влияния представлена на рис. 2.4.

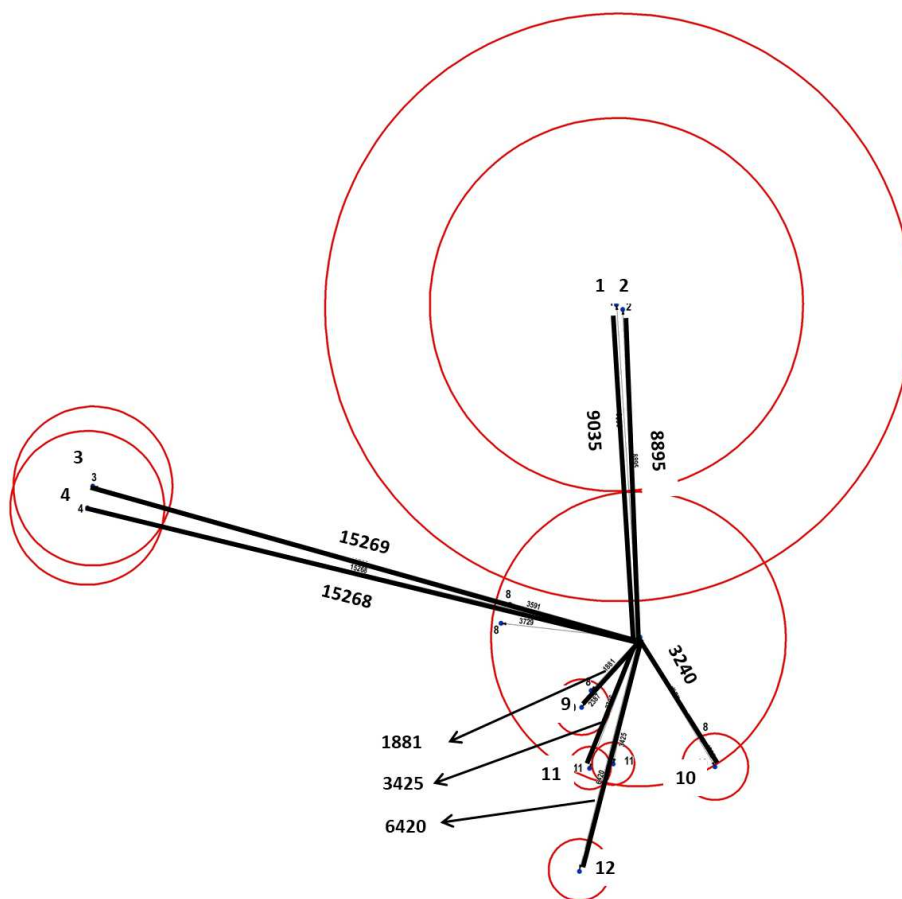


Рисунок 2.4 – Расстояние между водозаборами и радиусы их влияния

## 2.4.2 Вычисление расчетного понижения воды в скважинах водозабора на конечный срок эксплуатации

Необходимо выяснить, сможет ли месторождение подземных вод удовлетворить заявленную потребность в 4000 м<sup>3</sup>/сут. Для этого вычислим допустимое понижение, ниже уровня которого водоотбор будет невозможен.

Расчетный период эксплуатации водозабора составляет 25 лет (приблизительно 10000 суток). Суммарный водоотбор 4000 м<sup>3</sup>/сут. Проектный водозабор включает в себя 5 скважин (1,2,4,5,6 – рабочие, №3 – резервная).  $Q_1=Q_2=\dots=Q_5=800$  м<sup>3</sup>/сут.

Прежде, чем мы приступим к расчету непосредственно депрессионной воронки, определим для начала допустимый уровень понижения для одной из скважин водозабора.

Для скважины №5 водоносный интервал вскрыт на интервале от 48 до 210 м, соответственно, мощность интервала – 162,0 м. Напор над кровлей М при статическом уровне при вскрытии (32,57 м) составляет:

$$M = 48 - 32,57 = 15,43 \text{ м.}$$

Допустимое понижение принято равным половине мощности (162/2=81 м). Учитываем сработку напора (15,43 м), и, таким образом:



$$S_{\text{доп}} = 81 + 15,43 = 96,43 \text{ м.}$$

Допустимый динамический уровень при этом составит

$$S_{\text{дин.доп}} = 32,57 + 96,43 = 129 \text{ м.}$$

С учетом конструкции скважины №5 (первый фильтр установлен на интервале 90-150 м) допустимое понижение следует принять до середины фильтра, то есть до 120 м.

Таким образом, для участка водозабора допустимый динамический уровень принимаем (по скважине №5) до 120 м, при этом конструкция скважины позволяет выполнить установку фильтра вне обсаженного колоннами интервала 151-162 м.

Исходя из проведенных выше расчетов, расчетное допустимое понижение принимаем следующее:

$$S_{\text{доп}} = 120 - 32,57 = 87 \text{ м.}$$

Водозабор площадного типа из 5-и скважин схематизируем в виде обобщенной системы «большой колодец».

Радиус «большого колодца» равен

$$R_k = 0,1 * P \quad (2.3)$$

где P - периметр площади расположения скважин, 640 м.

$$R_k = 0,1 * 640 = 64 \text{ м.}$$

Расчетное понижение в центре большого колодца складывается из понижения уровня в скважине, вызванного воздействием системы ( $S_{\text{об}}$ ) и величины понижения уровня в скважине от работы ее с дебитом  $Q_{\text{СКВ}}$  ( $S_{\text{СКВ}}$ ):

$$S_{\text{расч}} = S_{\text{об}} + S_{\text{СКВ}} \quad (2.4)$$

$$S_{\text{об}} = \frac{\Sigma Q}{4\pi km} R_{\text{об}}, \quad (2.5)$$

где  $R_{\text{об}}$  - внешнее фильтрационное сопротивление, вызываемое действием обобщенной системы, определяется по формуле:

$$R_{\text{об}} = \ln \frac{2.25at}{R_k^2} \quad (2.6)$$

$$R_{\text{об}} = \ln \frac{2.25 * 200000 * 10000}{64^2} = 13,9$$

$$S_{об} = \frac{4000}{4*3,14*85} 13,9 = 52,12 \text{ м},$$

Понижение в самой скважине определяем по формуле:

$$S_{скв} = \frac{Q_c}{4\pi km} \Delta R_c, \quad (2.7)$$

где  $\Delta R_c$  - дополнительное сопротивление, определено по формуле:

$$\Delta R_c = 2(\ln(r_{пр}/r_{скв})) \quad (2.8)$$

Приведенный радиус для площадной системы скважин:

$$r_{пр} = 0,47*\sqrt{(F_i/\pi)}, \quad (2.9)$$

где  $F_i=(P/n)^2$  - площадь круга, равная площади области вокруг скважины, ограниченной линиями, проходящими между соседними скважинами. Для проектного водозабора площадь равна  $\sim 16384 \text{ м}^2$ .

$$r_{пр} = 33,95 \text{ м}.$$

$r_{скв}$  - радиус скважины, в которой рассчитывается расчетное понижение уровня, 0,11 м.

$$\Delta R_c = 2(\ln(33,95/0,11)) = 11,46.$$

$$S_{скв} = \frac{800}{4*3,14*85} * 11,47 = 8,6 \text{ м}.$$

$$S_{расч} = S_{об} + S_{скв} = 65,1 + 13,03 = 78,13 \text{ м}.$$

Расчёт дополнительного понижения от работы других водозабора с водоотбором, равном утвержденным запасам, производим по формуле:

$$\Delta S_B = \frac{Q}{4\pi km} * \frac{\lg 2,25at}{\rho^2} \quad (2.10)$$

Вместо радиуса скважины подставляется расстояние от оцениваемого водозабора до взаимодействующего, расположенного на расстоянии  $\rho_i$ , м, водоотбор принимается равным величине утвержденных запасов, расчетные параметры по водозаборам берутся из Протоколов Территориальной комиссии по запасам полезных ископаемых (ТКЗ) для каждого участка.

Таблица 2.2 – Расчет срезки уровня от работы соседних водозаборов на Центрально-Тайшетском участке

Месторождение, участок месторождения	Утвержденные запасы, м <sup>3</sup> /сут	Расстояния от цт вздо участков с утвержденными запасами, рi, м	Срезка уровня от работы соседних водозаборов на Центрально-Тайшетском участке, ΔS, м
Ново-Акульшетское МТПВ	279	4022	1,198
Тайшетское НПС	114	3425	0,378
Тайшетское 2018 (497/1-ВРД)	195	2387	2,184
Тайшетское-1 1н	240	3591	2,869
Тайшетское-1 1м	10,5	3729	0,124
Тайшетское-1 23к	240	1881	3,502
Тайшетское-1 2 (165)	10,5	3240	0,13
Сумма Σ			10,38

Суммарное расчетное понижение составит:

$$S_{\text{расч}} = S_{\text{об}} + S_{\text{скв}} + \Delta S_{\text{в}} = 65,1 + 13,03 + 10,38 = 84 \text{ м.}$$

Расчетное понижение уровня при эксплуатации не превысит допустимого (87 м). Водоотбор в пределах утвержденных запасов является обеспеченным естественными ресурсами и запасами.

Помимо определения масштабов влияния работы рассматриваемого водозабора на другие водозаборы в радиусе формирования его запасов, представляется возможным также рассчитать понижение пласта подземных вод на любом удалении от водозабора. Таким образом, можно определить радиус депрессионной воронки.

Используем формулу для расчета понижения в случае работы скважины с постоянным дебитом [2]:

$$S = (0,366Q/km) * (\lg(1,12B/r)), \quad (2.11)$$

где  $B$  – величина перетекания через пласт,  $B = 2815 \text{ м}$ .

Необходимо вычислить значение  $r$ , которое и является радиусом депрессионной воронки, при понижении  $S = 0 \text{ м}$ .

В результате расчетов  $r$  принимает значение 3150 м. Данное значение меньше радиуса формирования запасов для данного водозабора, что удовлетворяет требованиям эксплуатации.

### 2.4.3 Вычисление расчетного понижения воды для участков МПВ на конечный срок эксплуатации

Для участков с утвержденными запасами были рассчитаны понижения на конец эксплуатации с работой водозаборов с производительностью, равной величине утвержденных запасов.

Понижение в водозаборных скважинах на участках с утвержденными запасами от работы водозабора с водоотбором 4000м<sup>3</sup>/сут на конечный срок эксплуатации рассчитаем по формуле:

$$\Delta S_B = \frac{Q}{4\pi km} * \frac{\lg 2,25at}{r^2} \quad (2.11)$$

где  $r$  – расстояние от центра тяжести водозабора до водозабора с утвержденными запасами, м;

$km$ ,  $a$  – расчетные параметры проектного водозабора.

$t$  – период эксплуатации 25 лет (10000 сут).

При расчетах получены срезки в других водозаборах при работе водозабора с  $Q=4000$  м<sup>3</sup>/сут.

Результаты расчетов представлены в табл. 2.3. Исходя из них делается вывод о том, что понижение уровня на конечный срок эксплуатации в данных водозаборах с учетом дополнительного понижения от работы водозабора на Центральном-Тайшетском участке не превысит допустимого.

Таблица 2.3 – Понижение уровня на конечный срок эксплуатации в соседних водозаборах с учетом дополнительного понижения от работы водозабора на Центрально-Тайшетском участке

Месторождение	Расстояние от центра Центрально-Тайшетского участка до участков с утв. запасами, $\rho_i$ , м	Утвержденные запасы, $\text{м}^3/\text{сут}$	Радиус формирования запасов, $R_{\phi}$ , м	Коэффициент водопроницаемости, $k$ , $\text{м}^2/\text{сут}$	Коэффициент пьезопроводности, $a$ , $\text{м}^2/\text{сут}$	Срезка уровня в соседних водозаборах от работы водозабора с водоотбором $5000 \text{ м}^3/\text{сут}$ на Центрально-Тайшетском участке, $\Delta S_i$ , м	Расчетное понижение на конец эксплуатации при работе с водоотбором, равном величине утвержденных запасов, $S_{\text{расч}}$ , м (по Протоколам ТКЗ, ГКЗ, ЭКЗ)	Суммарное понижение с учетом срезки от работы водозабора на Центрально-Тайшетском участке, $S_{\text{сум}}$ , м	Допустимое понижение, $S_{\text{доп}}$ , м
1	2	3	6	7	8	9	10	11	12
МТПВ Ново-Акульшетское	3497	279	889	116	375000	37,05	5,22	42,27	185
МПВ Тайшетское НПС	4118	114	569	143	200000	38,98	4,01	66	80
МПВ Тайшетское 2018 (497/1-ВРД)	2398	195	744	52	380000	43,56	28,03	71,59	203
МПВ Тайшетское-1 1Н	3593	240	825	39	345000	38,50	6,99	45,43	65,85
МПВ Тайшетское-1 1М	3730	10,5	173	39	345000	38,03	1,45	39,48	63,0
МПВ Тайшетское-1 23к	1818	240	825	39	345000	46,52	7,10	53,56	73,2
МПВ Тайшетское-1 2 (165)	3247	10,5	173	39	345000	39,76	1,05	10,81	93,9

### **3 Проектная часть**

#### **3.1 Целевое назначение и задачи проектируемых работ**

Потребность в воде для хозяйственно-питьевого и технологического обеспечения водой объектов промышленности г. Тайшета растет с каждым годом. Центрально-Тайшетский участок пресных подземных вод на данный момент включает в себя водозабор с 4-мя скважинами, из которых одна резервная, суммарный дебит водозабора – около 2400 м<sup>3</sup>/сутки. Для снабжения предприятий г. Тайшета заявлена потребность в 4000 м<sup>3</sup>/сутки по категории В. Для реализации проекта на данный объем воды ставится задача провести разведочные работы на Центрально-Тайшетском участке Тайшетского МПВ и обосновать проект его разработки с последующей эксплуатацией с заданным объемом.

Целевым назначением является проведение разведочных работ на участке проектируемого водозабора из 2-х скважин на Центрально-Тайшетском участке, оценка запасов подземных вод участка по промышленным категориям, получение и уточнение данных для гидрогеологического и экологического обоснования проекта эксплуатации водозабора.

При разведке нового месторождения решаются следующие задачи:

- а) уточнение гидрогеологического строения Центрально-Тайшетского участка и условий формирования запасов подземных вод;
- б) опытно-эксплуатационное опробование продуктивного водоносного горизонта;
- в) доизучение химического состава и оценка качества подземных вод;
- г) оценка запасов подземных вод Центрально-Тайшетского участка по промышленным категориям;
- д) обоснование системы мониторинга месторождения при эксплуатации [7,8].

#### **3.2 Обоснование видов, объемов и методика проведения проектируемых работ**

Решение поставленных задач подразумевает выполнение следующего комплекса работ:

- подготовительные работы;
- специальное гидрогеологическое обследование и оценка санитарного состояния территории;
- бурение разведочно-эксплуатационных скважин;
- геофизические исследования в скважинах;
- опытно-фильтрационные работы (ОФР);
- режимные наблюдения;
- подрядные лабораторные работы;

– камеральные работы.

Технология проведения намеченного комплекса работ приведена ниже.

### **3.2.1 Подготовительный период**

Во время подготовительных предполевых работ инженерно-технический персонал должен изучить имеющуюся фондовую и изданную геологическую литературу, архивные материалы, а также данные предварительной геофизической, геохимической съёмок, геологические, гидрогеологические, геоморфологические карты участка работ.

### **3.2.2 Специальное гидрогеологическое обследование территории**

Выбор участка проектируемых работ обоснован гидрогеологическими условиями района с учетом требований заказчика по удаленности от объекта. Участок свободен от застройки, не используется под посевами сельскохозяйственных культур.

Специальное обследование территории участка работ предусматривается с целью уточнения мест заложения бурения скважин, гидрогеологических и экологических условий площади участка и месторождения, условий восполнения запасов подземных вод месторождения, обследования действующих водозаборов, состояния территории в пределах зон санитарной охраны действующего и проектируемого водозабора. На участке работ находятся водозаборные скважины, работающие как на утвержденных, так и на неутвержденных запасах. Информация по водозаборах с утвержденными запасами имеется в отчетах с подсчетом запасов. По водозаборах, работающим на неутвержденных запасах, производится сбор информации при их обследовании.

Всего планируется обследовать 5 водозаборов.

### **3.2.3 Буровые работы**

Потребность в воде для водоснабжения предприятий г. Тайшет составляет 4000 м<sup>3</sup>/сут. В настоящее время водозабор площадного типа состоит из четырех скважин глубиной 210 и 150 м, однако скважина №3 глубиной 150 м не эксплуатируется и считается резервной. Для получения заявленной потребности в воде необходимо дополнительно пробурить 2 скважины, удаленные от других скважин водозабора и от друг друга на 100 м. Дебит в действующих и проектных скважинах в таком случае принимается по 800 м<sup>3</sup>/сут (33,3 м<sup>3</sup>/час) на скважину.

Глубина скважины обосновывается следующим образом:

Глубина появления воды по опыту предыдущих работ составляет 40 м. Водоносный интервал наблюдается на глубине от 40 до 250 м. От 40 до 150 м породы относительно монолитны и слабо обводнены, на интервале 150-250 м появляется трещиноватость, обводненность отложений возрастает, что определяет данный интервал, как благоприятный для установки фильтровой части.

Допустимое понижение принимается как половина мощности водоносной толщи:  $(250-40)/2=105$  м. Допустимый динамический уровень тогда составит:  $105+40=145$  м. Также нужно иметь ввиду, что при эксплуатации насоса типа ЭЦВ минимальный столб воды над насосом должен быть не менее 3 м. Таким образом, глубина установки насоса должна быть не менее 148 м.

Фильтровая часть располагается ниже насоса и глухих труб, начиная со 160 м.

Тип фильтра и его параметры принимаются в соответствии с рекомендациями по выбору водоприемной части скважины [6].

Для неустойчивых скальных трещиноватых пород сложного литологического состава (среднего- и мелкозернистых песчаников и алевролитов) с включениями гальки принимаются трубчатые фильтры с круглой или щелевой перфорацией.

Следуя рекомендациям, изложенным в книге, при диаметре фильтровой колонны 219 мм принимаются следующие параметры отверстий:

- диаметр отверстий – 20 мм;
- расстояние между отверстиями по горизонтали – 34 мм;
- расстояние между отверстиями по вертикали – 31 мм;
- число отверстий в горизонтальном ряду – 20;
- число отверстий на 1 м трубы – 640;
- скважность – 29,2%.

Также при большой мощности водоносного горизонта фильтр целесообразно устанавливать в его нижней части, так как при этом обеспечивается лучший приток воды к фильтру [6]. Следует учесть, что водоносная толща представлена многочисленным переслаиванием грунтов различной степени водоотдачи и различным гранулометрическим составом, что подразумевает различную величину водопритока с увеличением глубины.

В связи с этим представляется целесообразным соорудить фильтр в нижней части водоносного горизонта и принять длину фильтра с запасом, то есть от 160 до 240 м.

Предусматривается сооружение отстойника в нижней части скважины для осаждения в нем частиц грунта. Так как скважина эксплуатационная и рассчитана на длительный срок эксплуатации, длину отстойника принимаем 10 м.

Заявленный дебит ( $33,3$  м<sup>3</sup>/час) может быть получен с помощью насоса ЭЦВ 8-65-160. Минимальный внутренний диаметр трубы для данного насоса – 203 мм. Ближайший типоразмер обсадной трубы с внутренним диаметром больше минимального – 219 мм, что и определяет конечный диаметр скважины. Диаметр бурения под обсадную колонну 219 мм с учетом зазора между колонной и стенками скважины 50 мм составит 269 мм.

Обсадка скважины будет осуществляться после комплекса геофизических исследований.

Предварительного сооружения пилотных скважин с отбором керна не требуется, так как геологический разрез на участке работ изучен с достаточной детальностью.



Глубина бурения и установки насоса, а также интервалы установки фильтров могут корректироваться в зависимости от глубины появления подземных вод и литологического состава пород. Усредненный геологический разрез по скважине представлен в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Усредненный проектный разрез по скважинам

№ п/п	Литологическое описание пород	Возраст отложений	Интервал бурения, м	Мощность слоя, м	Категория пород по буримости
1	2	3	4	5	6
1	Суглинки	N-Q	0,0-20,0	20,0	III
2	Пески с галькой	N-Q	20,0-40,0	20,0	IV
3	Переслаивание песчаников полевошпатовых, алевролитов	O <sub>1-2</sub> bd	40,0-250,0	210,0	VI

Конструкция скважин должна быть оптимизирована для использования их в дальнейшем в качестве эксплуатационных. При обосновании конструктивных особенностей скважин используются рекомендации по схеме размещения водозаборных сооружений, их конструкциям и режиму эксплуатации подземных вод.

Для обеспечения заявленного дебита для скважин выбирается насос с подачей воды 65 м<sup>3</sup>/час. Насос устанавливается на глубину 150 м. Технические характеристики насоса представлены в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Характеристика погружного насоса ЭЦВ-8-65-160

Номинальные параметры электронасоса					Габаритные размеры		Масса, кг, не более	Диаметр трубы, мм
Подача, м <sup>3</sup> /час	Напор Н, м	Ток, I, А	КПД эл. двиг, %	Мощность эл. двиг, кВт	Диаметр, мм, не более	Длина, мм, не более		
65	160	104	85	45	186	2310	199	200

Конструкция скважины следующая:

Интервал 0-40 м проходится шарошечным долотом диаметром 393,7 мм с промывкой глинистым раствором для предупреждения вывала неустойчивых пород, после чего устанавливается кондуктор диаметром 340 мм. Данные значения приняты из необходимости поместить в кондуктор долото диаметра 269,9 мм для дальнейшего бурения скважины. С учетом необходимого зазора в 50 мм минимальный внутренний диаметр кондуктора составляет: 269,9+50=319,9 мм. Данному диаметру соответствует труба типоразмера 340 мм. Диаметр бурения при таком диаметре кондуктора с учетом зазора 50 мм: 340+50=390 мм. Ближайший диаметр долота – 393,7 мм.

Затрубное пространство цементируется, цемент выталкивает из затрубного пространства глинистый раствор через щель под приподнятым кондуктором с образованием цементной пробки. Глинистый раствор вымывается промывкой, цементная пробка разбуривается для дальнейшей проходки скважины.

Интервал 40-250 м проходится шарошечным долотом диаметром 269,9 мм и обсаживается на всю глубину скважины трубами диаметром 219 мм следующим образом:

- эксплуатационные колонны устанавливаются на интервале +0,5-160 м;
- фильтровые колонны устанавливаются на интервале 160-240 м;
- отстойник сооружается на интервале 240-250 м.

Бурение будет осуществляться механическим способом самоходной буровой установкой типа 1БА-15В с вращателем роторного типа. Характеристики установки представлены в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Характеристика самоходной буровой установки 1БА-15В

Параметры	Ед. измерения	Значение
Макс. транспортировочные габариты	мм	2500x3750x10860
Макс. масса	т	31,85
Грузоподъемность	кН	200
Глубина бурения	м	500
Диаметр скважин (рекомендуемый)	мм	190,5-394
Длина мачтового устройства	м	18,4
Длина бура	м	12
Тип привода		дизельный
Модель двигателя		ЯМЗ-236
Размер отверстия ротора	мм	410
Крутящий момент роторной системы	Нм	7850
Частота вращения роторного устройства	об/мин	65, 130, 245
Тип подачи		с лебедки и гидравлическая
Усиление подачи	кН	35
Ход подачи	м	6

Во время бурения будет использоваться буровой насос НБ-50. Он входит состав насосно-силового блока буровой установки 1БА-15В. Насос горизонтальный, двухцилиндровый, двойного действия, производительность которого изменяется сменой цилиндрических втулок разного диаметра. Характеристики насосного оборудования представлены в табл. 3.4.

Таблица 3.4 – Технические характеристики насоса НБ-50

Параметр	Значение
Мощность кВт	50
Ход поршня, мм	160
Число двойных ходов в мин	105
Диаметр цилиндра, мм	90; 100; 110; 120
Производительность, л/мин	348; 438; 540; 660
Наибольшее давление, МПа	6,3; 5,0; 4,1; 3,4

Определяем режимы бурения. Параметрами режима бурения являются: осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент, частота вращения долота и расход промывочной жидкости.

Для бурения используем шарошечные долота: для III-IV категории пород по буримости – тип М, для VI категории – тип С.

Осевая нагрузка на долото при трехшарошечном бурении,  $H$ , определяется по формуле:

$$P = q_{\text{см}} \cdot D, \quad (3.1)$$

где  $D$  – диаметр долота, см;  $q_{\text{см}}$  – удельная нагрузка на 1 см диаметра долота, кН/см.

Частота вращения долота  $\omega$ , об/мин, определяется в зависимости от характеристик выбранной буровой установки и рекомендуемой частоты вращения.

Расход промывочной жидкости  $Q$ , л/мин, рассчитывается по формуле:

$$Q = q_{\text{ж}} \cdot D, \quad (3.2)$$

где  $D$  – диаметр долота, см;  $q_{\text{см}}$  – удельный расход промывочной жидкости на 1 см диаметра долота, (л/мин)/см.

Рассчитанные параметры режимов бурения приведены в таблице 3.5.

Параметры бурения для интервала 0-40 м следующие:

Осевая нагрузка на долото:

$$P = 3,0 \cdot 39,4 = 118,2 \text{ кН.}$$

Рекомендуемая частота вращения долот типа М – 300-600 об/мин. Для буровой установки 1БА-15В принимается частота вращения 245 об/мин.

Расход промывочной жидкости:

$$Q = 15 \cdot 39,4 = 591 \text{ л/мин.}$$

Приводим данное значение к доступному режиму для насоса НБ-50: 660 л/мин.

Параметры бурения для интервала 40-250 м:

Осевая нагрузка на долото:

$$P = 6,0 \cdot 26,99 = 161,94 \text{ кН.}$$

Рекомендуемая частота вращения долот типа С – 180-420 об/мин. Для буровой установки 1БА-15В принимается частота вращения 245 об/мин.

Расход промывочной жидкости:

$$Q = 10 \cdot 26,99 = 269,9 \text{ л/мин.}$$

Приводим данное значение к доступному режиму для насоса НБ-50: 348 л/мин.

Таблица 3.5 – Принятые параметры режима бурения

Долото	Исходные данные			Осевая нагрузка на долото Р, кН	Частота вращения долота n, об/мин	Расход пром. жидкости Q, л/мин
	Д <sub>д</sub> , мм	q <sub>см</sub> , кН/см	q <sub>ж</sub> , (л/мин)/см			
393,7 М-ЦВ	393,7	3	15	118	245	660
269,9 С-ЦГВ	269,9	5	10	162	245	348

Для передачи крутящего момента и осевой нагрузки на забой в рассматриваемом случае будут использоваться трубы УБТС диаметра 129 мм длиной 6 м.

Геологотехнический наряд на бурение представлен в Приложении Д.

### 3.2.4 Вспомогательные работы, сопутствующие бурению

Вспомогательные работы выполняются силами буровой бригады с использованием технических средств, применяемых для бурения. Кроме работ, связанных непосредственно с проходкой скважин и предотвращением осложнений при этом (крепление скважин обсадными трубами), будут выполнены промывка скважин перед ОФР, необходимая для подготовки ствола скважины к исследованиям, гидрогеологические наблюдения за уровнем промывочной жидкости. Для предотвращения попадания в скважину с поверхности загрязненных вод, приустьевая часть вокруг скважин цементируется.

#### *Замеры уровня воды в скважинах*

Замеры необходимы для характеристики вскрываемых скважиной в процессе проходки водоносных интервалов. Замеры выполняются после каждого подъема снаряда, ориентировочно через 5 м.

При общем метраже бурения 500 п.м. всего будет произведено  $500/5 = 100$  замеров уровня электроуровнемером.

#### *Крепление скважин обсадными трубами*

На рассматриваемой территории отложения сильно трещиноваты и неустойчивы, поэтому необходимо крепить стенки скважин обсадными трубами с целью предотвращения их обвала. Схема обсадки скважин представлена в предыдущем разделе и в прил. Д.

#### *Промывка скважин*

Промывка осуществляется перед цементированием обсадных колонн (2 промывки в 2 скважинах) для удаления наработанного естественного глинистого раствора и после сооружения скважин для очистки рабочей части.

Промывка и бурение производится только технически чистой водой с целью недопущения кольматации и загрязнения водоносной зоны.

#### *Цементирование колонны обсадных труб*

Конструкция разведочно-эксплуатационных скважин обусловлена необходимостью крепления стенок скважин до глубины распространения рыхлых неоген-четвертичных отложений с целью предотвращения обвала стенок.

Обсадная колонна диаметром 324 мм выводится на +0,3 м выше поверхности земли и затрубное пространство цементируется в интервале от 0 до 40 м.

Цементирование колонн обсадных труб выполняется с помощью насосно-силового агрегата. В каждой скважине в соответствии с технологической картой бурения предусматривается 1 цементирование: затрубного пространства верхней колонны обсадных труб d324 мм. Время, принятое на ожидание затвердевания цемента, составляет 24 часа при каждой цементации.

Объем цементирования составит:  $d325\text{мм}: 40*2=80$  м.

Цементирование выполняется в интервале 0-40 м с обязательным ожиданием затвердевания, после которого цементная пробка разбуривается, и бурение продолжается в соответствии с ГТН.

Объем цементного раствора, необходимого для цементирования, определим по формуле:

$$V=0,785*k*[(D_0^2-D_1^2)*h+D_2^2*h_0],$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий дополнительный расход цементного раствора на заполнение расширений скважины, 1,2–1,3;

$D_0$  – диаметр скважины, м;

$D_1, D_2$  – диаметры обсадных труб наружный и внутренний, м;

$h, h_0$  – высота цементного кольца и цементного столба, м;

Используя данные технологической карты бурения, определим:

$$V=0,785*1,20*[(0,394^2-0,324^2)*40+0,3049^2*40]= 5,37 \text{ куб. м раствора.}$$

Количество сухого цемента для приготовления цементного раствора (кг) получим по формуле:

$$Q=(k_1*V*p_1*p_2) / (p_2+m*p_1),$$

где  $k_1$ -коэффициент, учитывающий потери цемента при приготовлении раствора, 1,1-1,15.

$m$  – водоцементное число, 0,5.

$p_1, p_2$  – плотность цемента и воды, кг/куб.м, соответственно 3050-3200 и 1000.

Количество сухого цемента ( $Q$ ) на скважину:

$$Q=(1,12*5,37*3100*1000)/(1000+0,5*3100)=7311,62 \text{ кг.}$$

На 2 скважины потребуется  $7,31 \cdot 2 = 14,62$  т.

*Установка фильтров и их изготовление*

Водоприемный интервал представлен сильно трещиноватыми породами, способствующими их вывалу. Во избежание этого водоприемный интервал скважины обсаживается фильтровыми колоннами.

Согласно геологическому разрезу следует ориентироваться на установку фильтров диаметром 219 мм на колонне d219 мм

Всего предусматривается установка 160 м фильтров (по 80 м в каждой скважине).

Затраты времени на изготовление 1 фильтра длиной 5 м принимаются по ранее проводимым работам, согласно которым они составляют 0,5 бр-смен. В скважинах будет установлено  $160/5 = 32$  фильтра. Расход материалов на изготовление фильтров: труба диаметра 219 мм – 160 м.

В связи с тем, что фильтры устанавливаются на колонне обсадных труб, дополнительно затраты на их установку не предусматриваются.

*Монтаж, демонтаж, перемещение буровой установки*

Монтаж, демонтаж и перемещение буровых установок осуществляется силами рабочих бригад. Проектом предусмотрено 2 монтажа, демонтажа и перемещения буровой установки.

### **3.2.5 Геофизические исследования в скважинах**

Скважинные геофизические исследования проводятся для выявления и оценки водообильных интервалов. Основной целью геофизических исследований скважин (ГИС) является получение достоверной информации о состоянии и параметрах геологической среды и, в первую очередь, о физических свойствах. В процессе выполнения ГИС будут решены следующие задачи:

- оценка гидрогеологических параметров;
- литологическое расчленение разреза;
- выявление мест водопритоков (поглощений).

Геофизические исследования в скважинах (ГИС) включают гамма-каротаж (ГК), каротаж методом сопротивлений (КС), кавернометрию (ДС), расходомерию (СР), резистивемерию (СТ).

Гамма-каротаж основан на измерении естественного гамма-излучения горных пород. Каротаж сопротивления основан на изучении удельных сопротивлений пород под воздействием искусственных электрических полей. Исследования проводятся для литологического расчленения и корреляции разрезов пород [12].

Кавернометрия проводится для изучения геометрии ствола скважин путем измерения их диаметров. Является обязательным исследованием [12].

Расходометрия предусматривает определение расхода жидкости, поступающей в скважину. С помощью данного метода уточняются характеристики водоносных горизонтов пород: дебиты, коэффициенты фильтрации, водопр-

водимость и т.д. Расходомерия проводится в статическом и динамическом режимах [12]. Для метода в динамическом режиме проводится откачка из скважин. Используется погружной электронасос ЭЦВ-8-65-110 с электроснабжением от передвижной электростанции. Технические характеристики насоса представлены выше в подразделе 3.2.5.

Метод резистивиметрии скважин основан на определении удельных сопротивлений растворов солей (зонда), которые подаются в скважину. Перемещения зонда с течением времени регистрируются по динамике сопротивлений. И при обработке эти данные используются для изучения скоростей фильтрации потока подземных вод.

Каротаж методами ГК КС и ПС будет реализован для уточнения разреза с использованием облегченных комплектов мобильной аппаратуры. Шаг наблюдений – 1 м. При этом будет освещен весь объем бурения ниже кондуктора, то есть  $(250-40)*2 = 420$  м.

Расходомерия будет выполняться в статическом и динамическом режиме. Учитывая глубину залегания кровли ВК 150 м, объем работ составит:  $(250-150)*2=200$  м.

### **3.2.6 Опытнo-фильтрационные работы**

Назначение опытнo-фильтрационных работ (ОФР):

- Оценка изменчивости фильтрационных свойств водоносных подразделений и параметров взаимосвязи подземных и поверхностных вод;
- Определение расчетных гидродинамических параметров водоносных подразделений;
- Определение возможной производительности водозаборных скважин;
- Отбор проб воды для проведения химических анализов.

#### *Прокачки скважин*

Все скважины после завершения бурения и очистки от шлама будут прокачаны эрлифтом в течение 1 бр. см (водоподъёмные трубы  $\varnothing 127$  мм, воздухоподающие трубы  $\varnothing 25$  мм, пьезометрические  $\varnothing 25$  мм) с восстановлением уровня воды в течение 1 бр-смены. В скважинах будет использован эрлифт с загрузкой его на глубину до 85 м.

#### *Опытные откачки*

Для определения возможной производительности скважины после прокачек будут выполнены опытные откачки в течение 5 суток на скважину ( $5*2=10$  бр. смен на скважину).

Всего будет выполнено 2 опытные откачки с отбором проб из 2 скважин на СанПиН и микробиологический анализ.

Опытные откачки производятся на одно максимально возможное понижение при максимальной глубине загрузки насоса ЭЦВ8.

Замеры уровня выполняются при помощи электроуровнемера с частотой через 1 минуту в течение первых 10 минут после запуска, далее через 5 минут до окончания 1 часа после запуска, через 30 минут до окончания 2-го часа после запуска, затем через 1 час до остановки откачки.

Отвод откачиваемой воды осуществляется на рельеф на расстояние не менее 15 м, чтобы предотвратить попадание воды в скважину.

После окончания откачки проводится полное восстановление уровня в течение 1 суток (1\*2=2 бр. смены на скважину). Замеры уровня производятся с той же частотой, что и при пуске откачек.

Все опытные работы выполняются буровой бригадой после проходки скважин при участии 2-х гидрогеологов для выполнения опытных работ.

Затем осуществляется *прокачка скважин насосами до светлой воды.*

*Групповая опытно-эксплуатационная откачка*

Групповая опытная откачка из разведочно-эксплуатационных скважин выполняется в период летней межени. Продолжительность откачки 30 суток с последующими наблюдениями за уровнем в течение 3 суток. Откачка проводится насосами ЭЦВ 8 установленными в скважинах для проведения опытных откачек на глубину до 150 м.

Обязательным условием качественного проведения ОФР является установка замерной колонны труб (пьезометров) в возмущающих скважинах для надёжного определения изменения уровня подземных вод.

Для предотвращения инфильтрации откачиваемой воды сооружается временный водовод, длина водовода определяется расстоянием скважин до места сброса на рельеф. Диаметр труб 108 мм. Расстояние от скважины до понижения в рельефе не менее 50 м. Всего будет проложено 150 м водоводов.

Работы выполняются специализированной бригадой. В состав работ включается подготовка и ликвидация откачки, прокладка и разборка водовода, проведение опытно-эксплуатационной откачки, отбор проб, наблюдения за восстановлением уровня.

Частота замеров уровня и дебита при откачке аналогична замерам при опытных откачках.

Наблюдения при групповой опытно-эксплуатационной откачке будут проводиться специализированной бригадой из 6 человек: 3 рабочих и 3 гидрогеолога (при посменной работе).

Замеры уровня воды в скважинах будут производиться электроуровнемерами марки УСК-ТЭ-100. Температура воды на изливе измеряется термометрами ТМ-14.

Замеры дебита будут выполняться водосчетчиками, установленными на водоводе на каждой скважине.

Для изучения качества воды во время опытной откачки проводится опробование подземных вод на соответствие их качества требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 в начале (через 5 суток после запуска), середине (через 15 суток после запуска) и конце откачки (перед остановкой откачки). Всего при опытно-эксплуатационной откачке будет отобрано из 3 скв: 3\*2=6 проб воды на СанПиН и 6 проб на микробиологический анализ.



### 3.2.7 Режимные наблюдения

Режимные наблюдения за уровнем и температурой подземных вод после завершения опытных работ проводятся по 2 скважинам с частотой 5 раз в месяц. Скважины включаются в режимные наблюдения по мере завершения опытно-фильтрационных работ. Предусматривается начало наблюдений с августа 2021 г. по апрель 2022 г. для того, чтобы оценить восполнение запасов подземных вод в период весеннего паводка.

Общее количество замеров уровня и температуры до глубины 50 м –  $(5*2*9)=90$  замеров. Из них в зимний период при среднесуточной температуре воздуха минус 10 – минус 20 градусов будет выполнено  $5*2*5=50$  замеров, в летний период –  $5*2*4=40$  замеров.

Наблюдения будут производиться наблюдателями из числа местных жителей, проживающих в г. Тайшет. В качестве измерительной аппаратуры будет применяться электроуровнемер УСК-ТЭ-100 и мерная линейка.

Замеры уровней заносятся в соответствующие Журналы режимных наблюдений, заверенные подписью наблюдателя. Наблюдатель в конце каждого месяца отправляет данные замеров в организацию, выполняющую работы.

Передвижение до участка размещения скважин и гидроствора туда и обратно в среднем принимается равным 3,0 км. За весь цикл наблюдений протяженность передвижения составит:  $3 \text{ км} * 5 \text{ раз} * 9 \text{ мес} = 135 \text{ км}$

Из них:

- в летний период:  $3 \text{ км} * 5 * 4 = 60 \text{ км}$

- в зимний период:  $3 \text{ км} * 5 * 5 = 75 \text{ км}$  (в т.ч. 2 мес. с  $K=1,17 - 30 \text{ км}$ ).

Посезонное опробование скважин с отбором проб на СанПиН производится с прокачкой скважин насосом ЭЦВ. Всего при посезонном опробовании (осень, зима, весна) будет выполнено  $2 \text{ скв.} * 3 = 6$  прокачек.

Прокачки выполняются при отборе не менее 3-х кратного объема столба воды в скважине и до полного ее осветления. Перед началом прокачки и после ее окончания производится замер статического уровня воды в скважине, так же фиксируется дебит скважины при прокачке. Данные прокачек оформляются соответствующим Актом на выполненные работы.

При проведении посезонного опробования выполняется инспекция наблюдательной сети, заключающаяся в проверке ведения Журнала наблюдений наблюдателем и проверке измерительной аппаратуры. Данные инспектирования оформляются соответствующим Актом инспектирования, подписываются лицом, выполнившим инспекцию и наблюдателем.

Затраты на инспектирование не рассчитываются, т.к. работы совмещены с проведением посезонного опробования.

### 3.2.8 Лабораторные работы

Лабораторные анализы проб воды выполняются аккредитованными лабораториями в г. Красноярске. По результатам анализов Роспотребнадзором дается заключение о соответствии качества воды СанПиН.

### 3.2.9 Камеральные работы

Камеральная обработка заключается в обработке материалов полевых работ, составлении графических материалов (карт, разрезов, схем, гидрогеологической характеристики скважин), также написании окончательного геологического отчета с подсчетом эксплуатационных запасов.

Сводный перечень проектируемых работ представлен в табл. 3.6.

Таблица 3.6 – Сводный перечень проектируемых работ

Виды, методы, способы, масштабы работ, условия производства	Номер нормы времени (выработки) по ССН-92	Единица работ	Объем
1	2	3	4
Сбор и систематизация сведений по району работ и объекту, составление проектно-сметной документации	вып. 6, табл. 2	месяц	1
<b>Гидрологические работы</b>			
Специальное гидрогеологическое обследование территории	вып. 2, табл. 71	обследование	5
Переезд производственных групп по дорогам на легковом автомобиле «УАЗ»	вып. 1.1, табл. 40	100 км	0,35
<b>Буровые работы</b>			
Вращательное бурение скважин самоходной буровой установкой 1БА-15В всего, в т.ч.:	вып. 5, табл. 11	п.м.	500
–диаметр 393,7 мм, III кат.			40
–диаметр 393,7 мм, IV кат.			40
–диаметр 269,9 мм, VI кат.			420
<b>Вспомогательные работы при бурении разведочных скважин</b>			
Наблюдение за изменением уровня воды в процессе бурения	вып. 1, ч.4, табл. 11	замер	50
Крепление скважин обсадными трубами	вып. 5, табл. 72	100 п.м.	5
Цементирование затрубного пространства	вып. 5, табл. 67	цементация	2
Выстойка скважины для затвердевания цементного раствора	вып. 5, табл. 67	скважина	2
Промывка скважин	вып. 5, табл. 64	промывка	4
Изготовление и установка фильтров	вып. 5, табл. 79	1 фильтр	32

Продолжение таблицы 3.6

Монтаж, демонтаж буровой установки	вып. 5, табл. 102	Монтаж-демонтаж	2
Геофизические исследования в скважинах			
Гамма-каротаж (ГК)	вып. 3, ч. 5, табл. 8	1000 м	0,42
Каротаж методом кажущегося сопротивления (КС)	вып. 3, ч. 5, табл. 8		0,42
Каротаж методом потенциала собственной поляризации (ПС)	вып. 3, ч. 5, табл. 8		0,42
Расходомерия при ест. режиме фильтрации	вып. 3, ч. 5, табл. 9		0,2
Резистивиметрия с засолкой (7 кривых)	вып. 3, ч. 5, табл. 10		0,2
Опытно-фильтрационные работы			
Подготовка и ликвидация прокачек эрлифтом	вып. 1, ч. 4, табл. 3	1 п/л	2
Проведение прокачек эрлифтом	проект	1 прокачка	2
Восстановление уровня после прокачки	проект	1 восстановление	2
Подготовка и ликвидация откачек погружным насосом	вып. 1, ч. 4, табл. 5	1 п/л	2
Проведение опытных откачек	проект	1 опыт	2
Восстановление уровня после откачки	проект	1 восстановление	2
Проведение групповой откачки	проект	1 откачка	1
Восстановление уровня после групповой откачки	проект	1 восстановление	1
Прокладка и разборка водовода	вып. 1, ч. 4, табл. 55	100 м	1
Оборудование оголовка буровой скважины	вып. 1, ч. 4, табл. 59	оголовок	2
Режимные наблюдения			
Измерение уровня и температуры воды в скважине	вып. 1, ч. 4, табл. 24	измерение	90
Пешие переходы при режимных наблюдениях	вып. 1, ч. 1, табл. 38	10 км	13,5
Подготовка-ликвидация прокачки для отбора проб воды насосом ЭЦВ-8	вып. 1, ч. 4, табл. 5	1 п/л	6
Проведение прокачки для отбора проб воды насосом ЭЦВ-8	проект	опыт	6
Отбор проб воды	вып. 1, ч. 4, табл. 48	10 проб	0,6
Подрядные работы			
Лабораторные работы	СанПиН	проба	9
	Бактериологический анализ	проба	9

### **3.3 Мероприятия по охране окружающей среды**

#### **3.3.1 Охрана окружающей среды**

Участок работ расположен в Тайшетском районе Иркутской области. Особенными природными и историческими особенностями участок проведения работ на общем фоне не выделяется, к особо охраняемым объектам не относится.

Опытно-фильтрационные работы на участке будут осуществляться в летний период. В процессе выполнения работ ущерб лесному хозяйству будет нанесен минимальный, т.к. существующие площадки скважин приурочены к участкам, свободным от леса, подъездные пути к ним имеются.

Учитывая незначительный объём и кратковременность работ, а также их локальный характер с незначительными по площади параметрами, уровень техногенного воздействия не окажет необратимого воздействия на окружающую среду и на её отдельные компоненты, рассмотренные ниже.

#### **3.3.2 Воздействие на атмосферу**

Полевые работы, связанные с отрицательным воздействием на атмосферный воздух, включают опытно-фильтрационные работы.

Производство геологоразведочных работ включает следующие виды работ, связанные с выделением вредных веществ в атмосферный воздух:

- работа двигателей автотранспорта;
- работа дизельной электростанции АДС-75, компрессоры (продукты сгорания дизельного топлива);

Выбросы пыли в атмосферный воздух при производстве ОФ работ отсутствуют, загрязнение атмосферного воздуха возможно только продуктами сгорания дизельного топлива.

Количество расходуемого всеми двигателями (буровая установка, бульдозер, автомобиль) ГСМ составляет 20,05 т. Они будут завезены из г. Красноярске на подбазу в г. Тайшет. На буровой ГСМ хранятся в бочках. Фактическое испарение будет значительно ниже норм, принятых для расчётов загрязнения атмосферы, поскольку все ГСМ хранятся в закрытом виде.

Проведение геологоразведочных работ сопровождается воздействием на поверхностные и подземные воды. Загрязнение талых вод и почв возможно за счет смыва с механизмов небольших порций топлива и смазочных материалов. Но в связи с тем, что геологоразведочные работы имеют сезонный, непродолжительный характер, это воздействие будет незначительным.

Основными источниками воздействия на поверхностные и подземные воды являются:

- производственные сточные воды, образующиеся при производстве работ;
- опытно-фильтрационные работы.

С целью предотвращения загрязнения возможных водоносных горизонтов приустьевое пространство скважин должно быть зацементировано, отвод воды при прокачках и опытных откачках будет осуществляться на рельеф на расстояние не менее 15 м от скважин, при групповой опытно-эксплуатационной откачке на расстояние не менее 50 м от скважин

Фильтрация случайно пролитых ГСМ и хозяйственных стоков в водоносные горизонты исключена.

### **3.3.3 Воздействие объекта на территорию, условия землепользования и геологическую среду**

Характер воздействия на территорию выразится в очень локальном нарушении ландшафтных доминант (площадки расположения скважин), а также незначительное загрязнение территории загрязняющими веществами из атмосферы при работе технологического оборудования.

В процессе работ добычные работы, кроме отбора проб воды, не предусмотрены, поэтому расчёт за пользование недрами не производится.

При производстве ОФР работ не будет происходить снятие почвенно-плодородного слоя.

### **3.3.4 Воздействие на растительный и животный мир**

Поскольку загрязнение окружающей растительности в результате выбросов в атмосферу будет крайне незначительным, то ущерб растительности, практически нанесено не будет.

Ввиду временного, незначительного по продолжительности на одном месте, характера работ, сколько-нибудь значимого ущерба животному миру, за исключением фактора беспокойства, создаваемого работой технических средств, причинено не будет.

Поэтому влияние опытно-фильтрационных работ на животный мир выразится в основном в шумовом воздействии (распугивании мелких грызунов и птиц).

### **3.3.5 Воздействие объекта на социальные условия и здоровье населения**

Реализация проектируемой деятельности на здоровье не отразится, а на социальные условия, безусловно, окажет благоприятное влияние.

### **3.4 Техника безопасности и охрана труда**

#### **3.4.1 Обеспечение безопасных условий работы**

Все предусмотренные проектом виды работ будут осуществляться в соответствии с Едиными правилами безопасности на геологоразведочных работах (1993 г.) и Правилами пожарной безопасности для геологоразведочных организаций и предприятий.

Перед выездом на участок составляется "Акт проверки готовности партии к выезду на полевые работы". Акт утверждается руководителем предприятия за месяц до выезда в поле. В акте указываются условия проведения работ, состав отряда, прохождение инструктажа и обучение персонала безопасным методам ведения работ, обеспеченность отряда снаряжением, средствами ТБ и радиосвязью, наличие медикаментов. Здесь же освещаются вопросы по охране труда, технике безопасности и противопожарной безопасности, утверждается график выезда на полевые работы, приводятся предложения и заключения комиссии о готовности персонала к выполнению работ. Выезд работников отряда на камеральные работы на базу партии производится по плану с оформлением приказа о ликвидации или временной приостановке работ на участке. Приказом назначается ответственный за соблюдение правил ТБ на участке.

#### **3.4.2 Организация санитарно-гигиенических мероприятий**

Перед выездом на участок все работники проходят медицинский осмотр и инструктаж по технике безопасности. Со всеми работниками проводится инструктаж по санитарии и гигиене, обучение приемам и методам оказания первой помощи. Маршрутная группа обеспечиваются аптечками, защитной спецодеждой и спасательными средствами. При проведении геологоразведочных работ будут приняты все меры, чтобы отряд постоянно снабжался продуктами питания и питьевой водой.

#### **3.4.3 Обеспечение безопасных перевозок людей и грузов**

Транспортировка людей и грузов будет осуществляться автомобильным и воздушным транспортом.

К обслуживанию механизмов допускаются лица, прошедшие специальное обучение и инструктаж по технике безопасности.

Эксплуатация автотранспорта производится в соответствии с "Правилами дорожного движения". Перевозка людей на автомобильном транспорте осуществляется с обязательным назначением 2-х ответственных за безопасную перевозку людей. Их фамилии заносятся в путевой лист. Все замечания о нарушениях техники безопасности заносятся в журнал замечаний со сроком устранения.

Автомобиль должен быть оборудован огнетушителем, аптечкой. Перевозка осуществляется в соответствии с "Инструкцией по безопасной перевозке вахтовым транспортом".

Доставка персонала и грузов должна проводиться под руководством ответственного работника, назначаемого приказом по организации.

Транспортировка грузов (оборудования, снаряжения и т.д.) с базы партии осуществляется по мере необходимости по заявкам начальника партии.

### 3.4.4 Мероприятия по созданию безопасных условий труда

В целях безопасного ведения работ и предупреждения несчастных случаев полевые работы проводятся с соблюдением требований следующих нормативных документов: "Правил безопасности при геологоразведочных работах". Перед началом работ все рабочие и ИТР проходят медосмотр, инструктаж и сдают экзамены по безопасному ведению работ. Вновь принятые рабочие пройдут курсы обучения профессии, изучат правила оказания первой помощи, санитарии и гигиене. Общий контроль за правильным и безопасным ведением работ осуществляется начальником партии. Перечень снаряжения, инвентаря, имущества, необходимого для безопасного ведения работ, проводится в табл. 3.7.

Таблица 3.7 – Перечень снаряжения и инвентаря для безопасного ведения работ

Наименование	Един. измер.	Количество
Защитные средства		
Очки светозащитные	шт.	индивид.
Накомарники	шт.	индивид.
Полога	шт.	индивид.
Аптечка	шт.	транспортные средства, лагерь, произ. группа
Дэта и репудин	фл.	индивид.
Индивидуальные пакеты	шт.	индивид.
Дезинфицирующие средства для воды	пакет	индивид.
Охранные и спасательные средства		
Веревки капроновые (разной длины)	шт.	
Сигнальные средства		
Ракетница	шт.	3
Сигнальные ракеты	комплект	3
Фонари электрические	комплект	3
Средства связи		
Спутниковый телефон	шт.	1
Маршрутное снаряжение		
Спальные мешки	шт.	индивид.
Вкладыши к спальным мешкам	шт.	индивид.
Компас	шт.	индивид.
Сапоги резиновые	пар.	индивид.
Костюм противоэнцефалитный	шт.	индивид.

## **4 Производственно-техническая часть**

### **4.1 Подготовительный период гидрогеологических исследований**

Во время подготовительных предполевых работ инженерно-технический персонал должен изучить имеющуюся фондовую и изданную геологическую литературу, архивные материалы, а также данные предварительной геофизической, геохимической съёмок, геологические, гидрогеологические, геоморфологические карты участка работ.

Материалы, по ранее выполненным исследованиям и работам на изучаемом участке берутся в геологических фондах, ведомственных архивах организаций, выполнявших работы на данной территории. Данные и необходимые справки по климатическим, экологическим и гидрологическим характеристикам участка работ запрашиваются в Среднесибирском УГМС.

При проектировании учитываются затраты времени на составление, рассмотрение и утверждение проекта и сметы. Продолжительность подготовительного периода составляет 1 месяц.

Стоимость работ и состав исполнителей представлены в СМ-6.

### **4.2 Полевые работы**

Согласно геологическому заданию, сроки разведочных полевых работ январь 2021 г. – май 2021 г.

В данный промежуток времени планируется провести следующий ряд работ: специальное гидрогеологическое обследование территории, бурение, геофизические исследования в скважинах, опытно-фильтрационные работы, гидрохимическое опробование, режимные наблюдения.

#### **4.2.1 Специальное гидрогеологическое обследование территории**

Выбор участка проектируемых работ обоснован гидрогеологическими условиями района с учетом требований заказчика по удаленности от объекта. Участок свободен от застройки, не используется под посевы сельскохозяйственных культур.

Специальное обследование территории участка работ предусматривается с целью уточнения мест заложения бурения скважин, гидрогеологических и экологических условий площади участка и месторождения, условий восполнения запасов подземных вод месторождения, обследовании действующих водозаборов.

На участке работ находятся водозаборные скважины, работающие как на утвержденных, так и на неутвержденных запасах. Информация по водозаборам с утвержденными запасами имеется в отчетах с подсчетом запасов. По водозаборам, работающим на неутвержденных запасах, производится сбор информации при их обследовании.



Всего планируется обследовать 5 водозаборов с 2-3-мя скважинами в каждом. Привязка пунктов обследования выполняется при помощи GPS.

Согласно ССН в.1.2, т.11, категория сложности гидрогеологических условий – 3.

Расстояние переезда 35 км.

Работы выполняются группой в составе 3-х основных исполнителей: гидрогеолог, техник-гидрогеолог и водитель из г. Красноярск с базы предприятия.

Продолжительность работ – 0,5 месяца.

Расчеты затрат времени и труда на обследование водозаборов представлены в табл. 4.1.

#### **4.2.2 Буровые работы**

Для получения заявленной потребности в воде необходимо дополнительно пробурить 2 скважины глубиной 250 м. Рабочий диаметр эксплуатационной колонны до 250 м должен быть 219 мм. Диаметр бурения под обсадную колонну 219 мм с учетом зазора между колонной и стенками скважины 50 мм составит 269 мм.

Предварительного сооружения пилотных скважин с отбором керна не требуется, так как геологический разрез на участке работ изучен с достаточной детальностью.

Бурение будет производиться в породах III, IV и VI категорий по буримости самоходной буровой установки 1БА-15В роторного типа. Бурение бескерновое, на интервале 0-40 м диаметр – 393,7 мм, на интервале 40-250 – 269,9 мм.

Режим работы непрерывный в 2 смены по 12 часов. Продолжительность работ 2 месяца. Годовой фонд рабочего времени при этом составляет 1224 станко-смены, месячный – 102 станко-смены. Расчеты затрат времени и труда на буровые работы представлены в табл. 4.2

Уровень воды в скважинах замеряется электроуровнемером без установки треноги. Направляющие цементируются с применением цементировочного агрегата. Выстойка скважины для затвердения цемента занимает 24 часа.

Монтаж, демонтаж и перемещение буровых установок осуществляется силами рабочих бригад. Проектом предусмотрено 2 монтажа, демонтажа и перемещение буровой установки на расстояние менее 1 км.

Таблица 4.1 – Расчеты затрат времени и труда на гидрогеологическое обследование территории

Вид работ по условиям проведения	Единица измерения	Объём			Затраты времени, смен (месяцев)				Затраты труда, чел.-смен		
		Всего	В том числе		Номер табл. ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу времени	Коэффициент отклонения от нормальных условий	На весь объём	Номер табл. ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу времени	На весь объём
			В нормализованных условиях	С отклонением от нормальных							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Обследование эксплуатационных водозаборов подземных вод	Обследование	5	5		Выпуск 2, табл. 71, стр. 2	1,32		6,6 (0,26)	Выпуск 2, п. 182	3,2	21,12
Переезд производственных групп по дорогам на легковом автомобиле типа «УАЗ»	100 км	0,35	0,35		Выпуск 1, часть 1, табл. 40	0,62		0,217 (0,0085)	Выпуск 1, часть 1, п. 97	3,05	0,662
Итого								6,817 (0,27)			21,782

Таблица 4.2 – Расчеты затрат времени и труда на буровые работы

Вид работ по условиям проведения	Единица измерения	Объём			Затраты времени, станко-смен				Затраты труда, чел-дней		
		Всего	В том числе		Номер табл. ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу времени	Коэффициент отклонения от нормальных условий	На весь объём	Номер табл. ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу времени	На весь объём
			В нормализованных условиях	С отклонением от нормальных							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вращательное бурение самоходной установкой:	п.м.				Выпуск 5, табл.11				Выпуск 5, табл.14 и 16		
Диаметр 394 мм, породы III категории		40	40			0,08		3,2		3,51	11,232
Диаметр 394 мм, породы IV категории		40	40			0,09		3,6		3,51	12,636
Диаметр 270 мм, породы VI категории		420	420			0,15		63		3,51	221,13
Итого		500	500					69,8			244,998

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Работы, сопутствующие бурению											
Наблюдение за изменением уровня воды в процессе бурения	замер	50	50		Выпуск 1, часть 4, табл.22, стр. 2	0,024		1,2	Выпуск 1, часть 4, п. 130	0,024	1,2
Крепление скважин обсадными трубами	100 п.м.	5,8	5,8		Выпуск 5, табл.72, стр. 3	1,61		9,338	Выпуск 5, табл.14 и 16	3,51	32,776
Цементирование затрубного пространства	цементация	2	2		Выпуск 5, табл.67, стр. 1	0,28		0,56		3,51	1,966
Промывка скважин до 40 м	промывка	4	4		Выпуск 5, табл.64, стр. 1	0,12		0,48		3,51	1,685
Монтаж, демонтаж буровой установки при среднем диаметре скважин	Монтаж-демонтаж	2	2		Выпуск 5, табл.102, стр.5	4,36		8,72	Выпуск 5, табл.103	19,66	39,32
Итого								20,3			76,95
Всего на буровые и сопутствующие работы								90			321,945

Количество буровых установок рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{Z_{вр}}{T_{реж} \cdot K_M}, \quad (4.1)$$

где  $n$  - количество буровых установок;  $Z_{вр}$  - расчётные затраты времени на проведение данного вида работ, станко-смены;  $T_{реж}$  - срок проведения работ по проекту в рабочих днях по установленному режиму работы;  $K_M$  - коэффициент машинного времени,  $K_M < 1$ .

$$n = \frac{90}{25,4 \cdot 2 \cdot 0,9} = 1 \text{ буровая установка.}$$

Планируемая скорость бурения в месяц определяется исходя из расчетного времени их проведения и режима производства работ по формуле:

$$C_{пл} = \frac{Q \cdot T_M}{Z_{вр}}, \quad (4.2)$$

где  $C_{пл}$  – скорость проходки, м/мес.;  $Q$  – проектируемый объем работ;  $T_M$  – месячный фонд рабочего времени в днях по установленному режиму работы, дн.

Скорость бурения скважин:

$$C_{пл} = \frac{500 \cdot 102}{90} = 567 \text{ м/мес.}$$

Списочный состав исполнителей определяется расчетом по формуле:

$$Ч = \frac{Z_{тр}}{T_{эф} \cdot 0,91}, \quad (4.3)$$

где  $Ч$  – среднесписочный состав работающих;  $Z_{тр}$  – затраты труда по нормативам ССН на производство заданного объема основных и сопутствующих работ, чел-дней;  $T_{эф}$  – эффективный фонд рабочего времени работающего, дн.; 0,91 – коэффициент, учитывающий неявки по причинам, которые предусмотрены кодексом законов о труде.

Эффект фонд раб. времени рассчитывается по формуле:

$$T_{эф} = 25,4 \cdot t_M, \quad (4.4)$$

где 25,4 – среднее нормативное (по ССН) количество рабочих дней в месяц;  $t_M$  – срок исполнения проектируемого объема работ по заданию, мес.

$$T_{\text{эф}}=25,4 \cdot 2=50,8 \text{ смен.}$$

Списочный состав:

$$Ч=321,945/(50,8 \cdot 0,91)=6,96 \approx 7 \text{ человек.}$$

Состав бригады: водитель, машинист буровой установки, помощник машиниста 1-й категории, буровой мастер (один на две бригады).

Всего 2 бригады.

### 4.2.3 Геофизические исследования скважин

С учетом необходимости детализации разреза, вскрытого скважинами, и определения положения интервалов водопритоков, предусмотрено выполнение каротажных работ, включающих следующие виды:

- ГК – гамма каротаж;
- КС – метод кажущегося сопротивления, 2 зонда;
- ПС – метод поляризационного сопротивления;
- расходометрия;
- резистивиметрия.

Каротаж методами ГК КС и ПС будет реализован для уточнения разреза с использованием облегченных комплектов мобильной аппаратуры. Шаг наблюдений – 1 м. При этом будет освещен весь объем бурения ниже кондуктора, то есть  $(250-40) \cdot 2 = 420$  м.

Расходометрия будет выполняться в статическом и динамическом режиме. Учитывая глубину залегания кровли ВК 150 м, объем работ составит:  $(250-150) \cdot 2=200$  м.

Таким образом, запланированы следующие объемы каротажных работ (табл. 4.3):

Таблица 4.3 – Объем каротажных работ

Метод	Объем (скв./м)
Гамма-каротаж (ГК)	2/420
Каротаж методом кажущегося сопротивления (КС)	2/420
Каротаж методом поляризационного сопротивления (ПС)	2/420
Расходометрия	2/200
Резистивиметрия (7 кривых)	2/200

Выезд на проведение геофизических исследований осуществляется из г. Красноярска. Заезд предполагается автомобильным транспортом (затраты учтены в разделе транспортировка). На период проведения работ отряд будет проживать в г. Тайшет.

Коэффициент производительной загрузки составляет 32%.

Продолжительность работ составляет 0,5 месяца.

Расчеты затрат времени и труда на проведение комплекса геофизических исследований в скважинах представлены в табл. 4.4.

Списочный состав исполнителей рассчитывается по формуле 4.3:

$$Ч=13,65/(25,4\cdot 0,5\cdot 0,91) \approx 1 \text{ отряд.}$$

В отряд входят 7 человек: начальник отряда, 2 техника 1-й категории, геофизик 1 категории, техник 2-й категории, машинист подъемника 5-го разряда, рабочий 3-го разряда.

#### **4.2.4 Опытно-фильтрационные работы**

##### *Прокачки скважин*

Все скважины после завершения бурения и очистки от шлама будут прокачаны эрлифтом в течение 1 бригадо-смены (водоподъемные трубы  $\varnothing 127$  мм, воздухоподающие трубы  $\varnothing 25$  мм, пьезометрические  $\varnothing 25$  мм) с восстановлением уровня воды в течение 1 бригадо-смены. В скважинах будет использован эрлифт с загрузкой его на глубину до 85 м.

##### *Опытные откачки*

Для определения возможной производительности скважины после прокачек будут выполнены опытные откачки в течение 5 суток на скважину ( $5\cdot 2=10$  бр. смен на скважину).

Всего будет выполнено 2 опытные откачки с отбором проб из 2 скважин на СанПиН и микробиологический анализ.

Опытные откачки производятся на одно максимально возможное понижение насосом ЭЦВ8.

Замеры уровня выполняются при помощи электроуровнемера с частотой через 1 минуту в течение первых 10 минут после запуска, далее через 5 минут до окончания 1 часа после запуска, через 30 минут до окончания 2-го часа после запуска, затем через 1 час до остановки откачки.

Отвод откачиваемой воды осуществляется на рельеф на расстояние не менее 15 м, чтобы предотвратить попадание воды в скважину.

После окончания откачки проводится полное восстановление уровня в течение 1 суток ( $1\cdot 2=2$  бр. смены на скважину). Замеры уровня производятся с той же частотой, что и при пуске откачек.

Все опытные работы выполняются буровой бригадой после проходки скважин при участии 2-х гидрогеологов для выполнения опытных работ.

Таблица 4.4 – Расчеты затрат времени и труда на геофизические исследования в скважинах

Вид работ по условиям проведения	Единица измерения	Объём			Затраты времени, отрядо-смен (отрядо-мес)				Затраты труда, отрядо-дней		
		Всего	В том числе		Номер табл. ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу времени (ср. арифм. по глубинам 200-300 м)	Коэффициент отклонения от нормальных условий	На весь объём	Номер табл. ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу времени	На весь объём
			В нормализованных условиях	С отклонением от нормальных							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Гамма-каротаж (ГК)	1000 м	0,42	0,42		Выпуск 3, часть 5 табл. 8, стр. 2	0,45		0,189	Выпуск 3, часть 5 табл. 20 и 21 (гидрогеологические скважины, загрузка 30-40%, до 1000 м)	5,75	1,09
Каротаж методом кажущегося сопротивления (КС)		0,42	0,42		Выпуск 3, часть 5 табл. 8, стр. 2	0,24		0,101			0,58
Каротаж методом поляризационного сопротивления (ПС)		0,2	0,2		Выпуск 3, часть 5 табл. 8, стр.2	0,24		0,048			0,276
Расходометрия		0,2	0,2		Выпуск 3, часть 5 табл. 9, стр. 3	4,28		0,856			4,922
Резистивиметрия с засолкой (7 кривых)		0,2	0,2		Выпуск 3, часть 5 табл. 10, стр. 3	5,9		1,18			6,785
Итого		1,44	1,44					2,374 (0,09)			13,653



### *Групповая опытно-эксплуатационная откачка*

Продолжительность откачки 30 суток с последующими наблюдениями за уровнем в течение 3 суток. Откачка проводится насосами ЭЦВ 8, установленными в скважинах для проведения опытных откачек на глубину до 150 м.

Для предотвращения инфильтрации откачиваемой воды сооружается временный водовод, длина водовода определяется расстоянием скважин до места сброса на рельеф. Диаметр труб 108 мм. Расстояние от скважины до понижения в рельефе не менее 50 м. Всего будет проложено 150 м водоводов.

Наблюдения при групповой опытно-эксплуатационной откачке будут проводиться специализированной бригадой из 6 человек: 3 рабочих и 3 гидрогеолога (при посменной работе).

При ОФР будет отобрано 6 проб воды на СанПиН и 6 проб на микробиологический анализ.

Затраты на замеры расхода (дебита откачки), температуры воды, отбор проб в процессе откачки учтены составом работ на проведение опыта и дополнительно не учитываются.

Расчеты затрат времени и труда на ОФР представлены в табл. 4.5.

Списочный состав исполнителей рассчитывается по формуле 4.3:

$$Ч=199,4/(25,4 \cdot 2 \cdot 0,91)=4,3 \approx 5 \text{ человек.}$$

Из них: техник-гидрогеолог 2-й категории, машинист буровой установки, 2 помощника машиниста, машинист 5-го разряда.

Продолжительность работ составляет 2 месяца.

Таблица 4.5 – Расчеты затрат времени и труда на проведение опытно-фильтрационных работ

Вид работ по условиям проведения	Единица измерения	Объём			Затраты времени, смен (месяцев)				Затраты труда, чел-смен			
		Всего	В том числе		Номер табл. ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу времени	Коэффициент отклонения от нормальных условий	На весь объём	Номер табл. ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу времени	На весь объём	
			В нормализованных условиях	С отклонением от нормальных								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Подготовка и ликвидация прокачек эр-лифтом	1 п/л	2	2		Выпуск 1, часть 4, табл. 3, стр. 9	1		2 (0,08)	Выпуск 1, часть 4, табл. 8	стр. 1	3,07	6,14
Проведение прокачек эр-лифтом	1 прокачка	2	2		В соответствии с нормами предприятия	1		2 (0,08)		стр. 2	2,02	4,04
Наблюдение за восстановлением уровня после прокачки	1 наблюдение	2	2		В соответствии с нормами предприятия	1		2 (0,08)		стр. 31	1,02	2,04
Подготовка и ликвидация опытных откачек	1 п/л	2	2		Выпуск 1, часть 4, табл. 5, стр. 12	1,34		2,68 (0,106)		стр. 19	5,52	14,8

Продолжение таблицы 4.5

Проведение опытных откачек	1 опыт	2	2		В соответствии с нормами предприятия	10		20 (0,79)	Выпуск 1, часть 4, табл. 8	стр. 20	2,02	40,4
Наблюдение за восстановлением уровня после одиночной откачки	1 наблюдение	2	2		В соответствии с нормами предприятия	2		4 (0,16)		стр. 31	1,02	4,08
Проведение групповой откачки	1 опыт	1	1		В соответствии с нормами предприятия	60		60 (2,36)		стр. 20	2,02	121,2
Наблюдение за восстановлением уровня после групповой откачки	1 восстановление	1	1		В соответствии с нормами предприятия	6		6 (0,24)		стр. 31	1,02	6,12
Прокладка и разборка водовода	100 м	1	1		Выпуск 1, часть 4, табл. 55	1,58		1,58 (0,06)	Выпуск 1, часть 4, п. 274		2,051	3,24
Всего								100,26 (3,95)				199,4

#### 4.2.5 Режимные наблюдения в скважинах

Режимные наблюдения за уровнем и температурой подземных вод после завершения опытных работ проводятся по 2 скважинам с частотой 5 раз в месяц. Скважины включаются в режимные наблюдения по мере завершения опытно-фильтрационных работ. Предусматривается начало наблюдений с августа 2021 г. по апрель 2022 г. (9 месяцев) для того, чтобы оценить восполнение запасов подземных вод в период весеннего паводка.

Общее количество замеров уровня и температуры до глубины 50 м –  $5*2*9=90$  замеров. Из них в зимний период при среднесуточной температуре воздуха минус 10 – минус 20 градусов будет выполнено  $5*2*5=50$  замеров, в летний период –  $5*2*4=40$  замеров.

Передвижение до участка размещения скважин и гидроствора туда и обратно в среднем принимается равным 3,0 км. За весь цикл наблюдений протяженность передвижения составит:  $3 \text{ км} * 5 \text{ раз} * 9 \text{ мес} = 135 \text{ км}$ .

Из них:

- в летний период:  $3 \text{ км} * 5 * 4 = 60 \text{ км}$ .

- в зимний период:  $3 \text{ км} * 5 * 5 = 75 \text{ км}$ .

Посезонное опробование скважин с отбором проб на СанПиН производится с прокачкой скважин насосом ЭЦВ8, установленном на глубине 110 м с питанием от госсети. Всего при посезонном опробовании (осень, зима, весна) будет выполнено  $2 \text{ скв.} * 3 = 6$  прокачек.

Прокачки выполняются при отборе не менее 3-х кратного объема столба воды в скважине и до полного ее осветления, что по опыту предыдущих работ на участке составляет около 1,5 часа.

Отбор проб будет осуществляться из крана, приваренного к патрубку скважины (нормы времени и труда приняты как для самоизливающейся скважины).

Расчеты затрат времени и труда на режимные наблюдения представлены в табл. 4.6.

Состав производственного отряда: техник-гидрогеолог II категории, гидрогеолог и рабочий 3 разряда.

#### 4.2.6 Камеральные работы

Проектом предусматривается проведение камеральной обработки данных во время полевого сезона и в течение месяца после окончания полевых работ, что подразумевает составление отчета по проведенным работам и его утверждение, а также составление проекта зон санитарной охраны (ЗСО). Составление Проекта ЗСО выполняется после проведения обследования территории с целью оценки экологического состояния, получения достоверных фильтрационных параметров продуктивного водоносного комплекса, выполнения лабораторных исследований.

Таблица 4.6 – Расчеты затрат времени и труда на проведение режимных наблюдений

Вид работ по условиям проведения	Единица измерения	Объём			Затраты времени, смен				Затраты труда, чел-смен		
		Всего	В том числе		Номер табл. ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу времени	Коэффициент отклонения от нормальных условий	На весь объём	Номер табл. ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу времени	На весь объём
			В нормализованных условиях	С отклонением от нормальных							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Измерение уровня и температуры воды в скважине в летний период	измерение	50	50		Выпуск 1, часть 4, табл. 24, стр. 1	0,062		3,1 (0,12)	Выпуск 1, часть 4, п. 138	1	3,10
то же, в зимний период	измерение	40		40		0,062	1,17	2,90 (0,11)		1	2,90
Пешие переходы при режимных наблюдениях в летний период	10 км	6	6		Выпуск 1, часть 1, табл. 38	0,64		3,84 (0,15)	Выпуск 1, часть 1, п. 97	1	3,84
то же, в зимний период	10 км	7,5		7,5		0,64	1,17	5,62 (0,22)		1	5,62

Продолжение таблицы 4.6

Подготовка и ликвидация прокачки погружным насосом	1 п/л	6	6		Выпуск 1, часть 4, табл. 5, стр. 11	1,17		7,02 (0,28)	Выпуск 1, часть 4 табл. 8, стр. 19-20	4,84	33,98
Проведение прокачки погружным насосом	опыт	6	6		В соответствии с нормами предприятия	0,125		0,75 (0,03)		2,02	1,52
Отбор проб воды из скважин на соответствие СанПиН 2.1.4.1074-01	10 проб	0,6	0,6		Выпуск 1, часть 4, табл. 48	0,37		0,22 (0,01)	Выпуск 1, часть, п. 254	2	0,44
Отбор проб воды из скважин на определение микробиологических показателей		0,6	0,6			0,37		0,22 (0,01)		2	0,44
Всего								23,67 (0,93)			51,84

При составлении текстовой части Проекта используются нормы на камеральную обработку материалов и составления отчета для торфоразведочных работ (СН вып.8, глава 7, табл.14, стр.125). Площадь участка составляет 4 кв. км. Затраты времени (табл.14, стр.125) для оценочной стадии равны 5,13 бригадо-дням.

На камеральные работы отводится 2 месяца.

Состав исполнителей и сметная стоимость на камеральные работы приведены в СМ-6.

#### **4.2.7 Организация и ликвидация полевых работ**

К организации полевых работ относятся: комплектование партий работниками необходимой квалификации; получение со складов материалов, полевого снаряжения, оборудования, аппаратуры и инструментов; получение необходимых транспортных средств.

К ликвидации полевых работ относятся: подготовка оборудования и снаряжения к отправке на базу; разборка, демонтаж машин, оборудования; ожидание обратной транспортировки персонала; сдача на склады товарно-материальных ценностей.

Продолжительность организации и ликвидации полевых работ по 0,5 месяцев.

#### **4.2.8 Подрядные работы**

Подрядными организациями производятся лабораторные исследования. На них отводится 10% от сметной стоимости основных расходов.

#### **4.2.9 Транспортировка грузов и персонала**

Основной необходимый технологический груз, оборудование и исполнители (персонал полевого отряда) из г. Красноярск будут доставлены автомобильным транспортом. Для доставки используется автомобиль типа УАЗ-469. Доставка персонала туда и обратно при выполнении работ будет производиться 2 раза. Перегон буровой установки туда и обратно 1 раз, в пределах участка работ при бурении 1 раз.

#### **4.2.10 Календарный план выполнения геологического задания**

На основании продолжительности производства проектируемых работ составляется календарный план выполнения геологического задания, представленный в табл. 4.7.





### 4.3 Расчет сметной стоимости на производство гидрогеологических исследований

Сметная стоимость гидрогеологических исследований рассчитана с применением следующих коэффициентов в сметно-финансовых расчетах:

- районный коэффициент – 1,3 (для Тайшетского МО);
- северный
- на оплату труда – 30%;
- к материальным затратам – 1,092;
- к амортизации – 1,062;

В общую сметную стоимость включаются следующие затраты, величина которых рассчитывается от сметной стоимости полевых работ:

- накладные расходы – 20 %;
- плановые накопления – 5 %;
- транспортировка грузов и персонала – 10 %;
- полевое довольствие – 7,2 %;
- доплаты – 30 %;
- подрядные работы – 15%;
- резерв на непредусмотренные работы и затраты – 6 %;
- норма на организацию полевых работ – 3 %;
- норма на ликвидацию полевых работ – 2,4 %.

Сводные индексы по видам работ представлены в табл. 4.8.

Таблица 4.8 – Индексы изменения сметной стоимости гидрогеологических исследований

Виды работ	Сводный индекс
Проектирование гидрогеологических исследований	2,286
Камеральные работы	2,302
Геологические маршруты	2,030
Гидрогеологические работы (опытные работы)	1,852
Гидрогеологические работы (кроме опытов)	2,176
Геофизические исследования в скважинах	1,162
Разведочное бурение скважин	1,572
Пользование собственным автомобильным транспортом	1,343

## **4.4 Экономическая эффективность гидрогеологических исследований**

### **4.4.1 Расчет экономической эффективности**

Показателем эффективности проектируемых гидрогеологических исследований являются удельные затраты на прирост посчитанных прогнозных ресурсов полезного ископаемого (подземных вод) по проекту:

$$Y = \frac{З}{Q_{\text{пи}}}, \quad (4.5)$$

где  $Y$  – удельные затраты на прирост прогнозных запасов подземных вод, руб/т;

$З$  – сметная стоимость проектируемого объема работ, руб;

$Q_{\text{пи}}$  – прирост прогнозных запасов подземных вод по категориям, м<sup>3</sup>/сут.

В результате разведки Тайшетского УППВ планируется его отработка с дебитом 4000 м<sup>3</sup>/сут. Эффективность проектируемых гидрогеологических исследований составляет:

$$Y = 8115425,48 / 4000 = 2028,856 \text{ руб}/(\text{м}^3/\text{сут}).$$

#### 4.4.2 Техничко-экономические показатели гидрогеологических исследований (ТЭП)

Основные технико-экономические показатели проектируемых гидрогеологических исследований представлены в табл. 4.9 Таблица.

Таблица 4.9 – Техничко-экономические показатели

Наименование показателей	Величина показателя
1. Сметная стоимость геологического задания, руб.	8 115 425,48
2. Проектируемые работы по видам:	
Специальное гидрогеологическое обследование территории, обследование	5
буровые работы, п.м.	500
геофизические работы, 1000 м	1,440
опытно-фильтрационные работы, в т.ч.:	
опыты эрлифтом, опыт	2
опыты погружным насосом, опыт	9
восстановление уровня, восстановление	5
режимные наблюдения, измерение	90
опробование, 10 проб	1,8
3. Сметная стоимость единицы работ по видам:	
Специальное гидрогеологическое обследование территории, руб/обследование	11 114,86
буровые работы, руб/п.м.	4 091,84
геофизические работы, руб/1000 м	23424,93
опытно-фильтрационные работы, в т.ч.:	
опыты эрлифтом, руб/опыт	15 141,90
опыты погружным насосом, руб/опыт	99 081,77
восстановление уровня, руб/восстановление	3 933,56
режимные наблюдения, руб/измерение	11 114,86
опробование, руб/10 проб	547,42
4. Число работников, чел	36
5. Среднегодовая выработка на 1 работающего, руб./чел	225428,5
6. Плановая скорость бурения разведочных скважин, м/мес.	567
7. Количество использованного оборудования и т/с, ед.	1

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Министерство природных ресурсов и экологии РФ

Предприятие ООО «Экосупервайзер»

Разведочные работы на подземные воды

Наименование работ и полезное ископаемое

**Смету утверждаю:**

в сумме 8 115,4 тыс.руб.

\_\_\_\_\_

(подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021г

### СМЕТА

На проведение разведочных работ

К проекту, утвержденному «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021г

По объекту: Центрально-Тайшетский УППВ

Начало работ – 1.01.2021, окончание работ – 1.05.2022

Смету составил \_\_\_\_\_ (подпись, инициалы, фамилия)

Смету проверил \_\_\_\_\_ (подпись, инициалы, фамилия)

## Общая сметная стоимость гидрогеологических исследований

Наименование работ и затрат	Единица измерения	Объем работ	Единичная сметная расценка	Полная стоимость, руб.
1	2	3	4	5
I. Основные расходы				4 293 782,44
А. Собственно геологоразведочные работы				4 025 077,04
1. Предполевые работы и проектирование гидрогеологических исследований				459 931,01
2. Полевые работы – всего				2 687 054,00
в том числе по видам:				
2.1 Работы геологического содержания				607 404,30
Специальное гидрогеологическое обследование участка работ	Обследование	5	11 114,86	55 574,30
Опытно-фильтрационные работы, в т.ч.:				351 517,70
Опыты эрлифтом	опыт	2	15 141,90	30 283,80
Опыты погружным насосом	опыт	3	99 081,77	297 245,30
Восстановление уровня	восстановление	5	3 933,56	19 667,80
Прокладка и разборка водотова	прокладка/разборка	2	2 160,40	4 320,80
Режимные наблюдения	измерение	90	1 544,45	139 000,90
Отбор геохимических проб воды	10 проб	112	547,42	61 311,40
2.2 Геофизические работы				33 731,90
Скважная геофизика	1000м	1,44	23 424,93	33 731,90
2.3 Буровые работы, суммарно		500	4 091,84	2 045 917,80
2.3.1 Бурение скважин	п.м.	500	3 279,80	1 639 898,70
2.3.2 Вспомогательные работы				272 063,40
2.3.3 Монтаж, демонтаж буровой установки	монтаж/ демонтаж	2	66 977,85	133 955,70
3. Организация и ликвидация полевых работ				96 733,94
3.1 Организация				53 741,08
3.2 Ликвидация				42 992,86
4. Камеральные работы				781 358,09

Продолжение таблицы «Общая сметная стоимость»

Б. Сопутствующие работы и затраты				268 705,40
5.Транспортировка грузов и персонала				268 705,40
II. Накладные расходы				858 756,49
III. Плановые накопления				257 626,95
IV. Компенсируемые затраты				1 816 517,65
Полевое довольствие				193 467,89
Доплаты и компенсации				1 623 049,76
V. Подрядные работы				429 378,24
VI.Резерв на непредвиденные работы и за- траты				459 363,71
Всего по объекту				8 115 425,48

**Основные расходы  
на расчетную единицу работ**

**Специальное гидрогеологическое обследование участка работ  
(вид работ)**

По СНОР-93, Выпуск 1, часть 1; Выпуск 2

Поправочные коэффициенты:

К затратам на оплату труда: районный коэффициент 1,3;

К материальным затратам: ТЗР 1,092;

К амортизации: ТЗР 1,062;

Индекс изменения сметной стоимости гидрогеологических исследований:  
проведение обследования – 2,03; переезды – 1,343.

(в рублях на 1 месяц работы отряда)

Статьи расхода	Проведение обследования		Переезды производственных групп	
	Норма СНОР-93, выпуск 2, табл. 11	С учетом коэффициента	Норма СНОР-93, выпуск 1, часть 1, табл. 10	С учетом коэффициента
1	2	3	4	5
Затраты на оплату труда	33296	43284,8	13 589,0	17665,7
Отчисления на социальные нужды	12985	16880,5	5 300,0	6890,0
Материальные затраты	39851	43517,3	21 606,0	23593,8
Амортизация	449	476,8	4 064,0	4316,0
<b>Итого основных расходов</b>	<b>86581</b>	<b>104159,4</b>	<b>44 559,0</b>	<b>52465,4</b>
Итого на весь объем		27081,5		446,0
С учетом индекса		54975,3		598,9

**Итого на гидрогеологическое обследование: 55 574,3 руб.**

Основные расходы  
на расчетную единицу работ  
Буровые работы  
(вид работ)

По СНОР-93, Выпуск 5.

Поправочные коэффициенты:

К затратам на оплату труда: районный коэффициент 1,3;

К материальным затратам: ТЗР 1,092

К амортизации: ТЗР 1,062

Индекс изменения сметной стоимости гидрогеологических исследований: 1,572

(в рублях на 1 станко-смену)

Статьи расхода	Вращательное бурение самоходной установкой		Вспомогательные работы		Монтаж, демонтаж буровой установки	
	Норма СНОР-93, выпуск 5, табл. 14, ст. 1	С учетом коэффициента	Норма СНОР-93, выпуск 5, табл. 14, ст. 1	С учетом коэффициента	Норма СНОР-93, выпуск 5, табл. 24, ст. 9	С учетом коэффициента
1	2	3	4	5	6	7
Затраты на оплату труда	2 486,0	3231,8	2 486,0	3231,8	10 410,00	13533,0
Отчисления на социальные нужды	983,0	1277,9	983,0	1277,9	4008	5210,4
Материальные затраты	7 629,0	8330,9	7 629,0	8330,9	11 300,00	12339,6
Амортизация	1 982,0	2104,9	1 982,0	2104,9	10 851,00	11523,8
Итого основных расходов	13 080,0	14945,5	13 080,0	14945,5	36569	42606,8
Итого на весь объем		1043192,5		173068,3		85213,5
С учетом индекса		1639898,7		272063,4		133955,7

Итого на бурение: 2 045 917,8 руб.



Основные расходы  
на расчетную единицу работ

Геофизические исследования в скважинах  
(вид работ)

По СНОР-93, Выпуск 3, часть 5.

Поправочные коэффициенты:

К затратам на оплату труда: районный коэффициент 1,3;

К материальным затратам: ТЗР 1,092;

К амортизации: ТЗР 1,062;

Индекс изменения сметной стоимости гидрогеологических исследований:  
1,162

(в рублях на 1 месяц работы отряда)

Статьи расхода	ГК, КС, ПС, расходомерия, резистивиметрия	
	Норма СНОР-93, выпуск 3, часть 5, табл. 2	С учетом коэффициента
1	2	3
Затраты на оплату труда	63 811,00	82954,3
Отчисления на социальные нужды	24859	32316,7
Материальные затраты	92 533,00	101046,0
Амортизация	100 028,00	106229,7
Итого основных расходов	281231	322546,8
Итого на весь объем		29029,2
С учетом индекса		33731,9

Всего на геофизические работы: 33731,9 руб.

Основные расходы  
на расчетную единицу работ  
Опытно-фильтрационные работы  
(вид работ)

По СНОР-93, Выпуск 1, часть 4.

Поправочные коэффициенты:

К затратам на оплату труда: районный коэффициент 1,3;

К материальным затратам: ТЗР 1,092;

К амортизации: ТЗР 1,062;

Индекс изменения сметной стоимости гидрогеологических исследований: 1,852

(в рублях на 1 месяц работы производственной группы)

Статьи расхода	Подготовка и ликвидация прокачек эрлифтом		Проведение откачек и прокачек эрлифтом		Подготовка и ликвидация откачек (кустовых и групповых) и прокачек погружным насосом	
	Норма СНОР-93, выпуск 1, часть 4, табл. 1, ст. 1	С учетом коэффициента	Норма СНОР-93, выпуск 1, часть 4, табл. 5, ст. 1	С учетом коэффициента	Норма СНОР-93, выпуск 1, часть 4, табл. 3, ст. 6	С учетом коэффициента
1	2	3	4	5	6	7
Затраты на оплату труда	31 492,0	40939,6	21 894,0	28462,2	41 102,00	53432,6
Отчисления на социальные нужды	12 281,0	15965,3	8 539,0	11100,7	16 030,00	20839,0
Материальные затраты	26 854,0	29324,6	20 174,0	22030,0	41 825,00	45672,9
Амортизация	48 148,0	51133,2	5 126,0	5443,8	34 369,00	36499,9
Итого основных расходов	118 775,0	137362,6	55 733,0	67036,7	133 326,00	156444,4
Итого на весь объем		10989,0		5362,9		16583,1
С учетом индекса		20351,6		9932,2		30711,9

Основные расходы  
на расчетную единицу работ  
Опытно-фильтрационные работы  
(вид работ)

По СНОР-93, Выпуск 1, часть 4.

Поправочные коэффициенты:

К затратам на оплату труда: районный коэффициент 1,3;

К материальным затратам: ТЗР 1,092;

К амортизации: ТЗР 1,062;

Индекс изменения сметной стоимости гидрогеологических исследований: опытнo-фильтрационные работы – 1,852; прокладка водоотвода – 2,167

(в рублях на 1 месяц работы производственной группы)

Статьи расхода	Проведение опытных откачек погружным насосом (кустовых и групповых)		Восстановление уровня		Прокладка и разборка временного водоотвода	
	Норма СНОР-93, выпуск 1, часть 4, табл. 5, ст. 10	С учетом коэффициента	Норма СНОР-93, выпуск 1, часть 4, табл. 11, ст. 1	с учетом коэффициента	Норма СНОР-93, выпуск 1, часть 4, табл. 14, ст. 1	с учетом коэффициента
1	2	3	4	5	6	7
Затраты на оплату труда	21 675,0	28177,5	11 973,00	15564,9	17 794,00	23132,2
Отчисления на социальные нужды	8 453,0	10988,9	4 669,00	6069,7	6 940,00	9022,0
Материальные затраты	5 475,0	5978,7	330	360,4	6 163,00	6730,0
Амортизация	511,0	542,7	122	129,6	-	-
Итого основных расходов	36 114,0	45687,8	17 094,00	22124,5	30 897,00	38884,2
Итого на весь объем		143916,5		10619,8		2333,1
С учетом индекса		266533,4		19667,8		4320,8

Всего на опытнo-фильтрационные работы: 351 517,7 руб.

Основные расходы  
на расчетную единицу работ  
Отбор проб во время опытно-фильтрационных работ  
(вид работ)

По СНОР-93, Выпуск 1, часть 4.

Поправочные коэффициенты:

К затратам на оплату труда: районный коэффициент 1,3;

К материальным затратам: ТЗР 1,092;

К амортизации: ТЗР 1,062;

Индекс изменения сметной стоимости гидрогеологических исследований: 2,172

(в рублях на 1 месяц работы производственной группы)

Статьи расхода	Отбор проб воды объемом 1,0 л	
	Норма СНОР-93, выпуск 1, часть 4, табл. 11	с учетом коэффициента
1	6	7
Затраты на оплату труда	19 654,00	25550,2
Отчисления на социальные нужды	7 665,00	9964,5
Материальные затраты	22 001,00	24025,1
Амортизация	250	265,5
Итого основных расходов	49570	59805,3
Итого на весь объем		28228,1
С учетом индекса		61311,4

Всего на отбор проб во время опытно-фильтрационных работ: 61 311,4 руб.

Основные расходы  
на расчетную единицу работ  
Режимные наблюдения  
(вид работ)

По СНОР-93, Выпуск 1 (доп.), часть 1; Выпуск 1, часть 1; Выпуск 1, часть 4.

Поправочные коэффициенты:

К затратам на оплату труда: районный коэффициент 1,3; к материальным затратам: ТЗР 1,092; к амортизации: ТЗР 1,062;

Индекс изменения сметной стоимости гидрогеологических исследований: пешие переходы – 2,030; проведение измерений и опытов в скважинах – 2,167; отбор проб – 2,172.

(в рублях на 1 человеко-месяц)

Статьи расхода	Измерение уровня и температуры воды в скважине		Пешие переходы при режимных наблюдениях (руб/мес. переходов)		Подготовка и ликвидация прокачки насосом (руб/мес. группы)		Проведение прокачки погружным насосом		Отбор проб воды объемом 1,0 л	
	Норма СНОР-93, выпуск 4, табл. 6, ст. 1	С учетом коэффициента	Норма СНОР-93, выпуск 1, часть 1, табл. 8, ст. 7	С учетом коэффициента	Норма СНОР-93, выпуск 1, часть 4, табл. 3, ст. 6	С учетом коэффициента	Норма СНОР-93, выпуск 1, часть 4, табл. 5, ст. 10	С учетом коэффициента	Норма СНОР-93, выпуск 1, часть 4, табл. 11	с учетом коэффициента
1	4	5	6	7	8	9				
Затраты на оплату труда	10 251,0	13326,3	21 138,00	27479,4	41 102,00	53432,6	21 675,0	28177,5	19 654,00	25550,2
Отчисления на социальные нужды	3 998,0	5197,4	8 244,00	10717,2	16 030,00	20839,0	8 453,0	10988,9	7 665,00	9964,5
Материальные затраты	1 078,0	1177,2	-	-	41 825,00	45672,9	5 475,0	5978,7	22 001,00	24025,1
Амортизация	-	-	-	-	34 369,00	36499,9	511,0	542,7	250	265,5
Итого основных расходов	15 327,0	19700,9	29 382,00	38196,6	133 326,00	156444,4	36 114,0	45687,8	49570	59805,3
Итого на весь объем		4531,2		14132,7		43804,4		1370,6		1196,1
С учетом индекса		9819,1		28689,5		94924,2		2970,2		2597,9

Всего на режимные наблюдения: 139 000,9 руб.

## РАСЧЕТ

Основных расходов на предполевые работы и проектирование гидрогеологических исследований  
(вид работ)

Поправочные коэффициенты:

К затратам на оплату труда: районный коэффициент 1,3

К материальным затратам: ТЗР 1,092

Индекс изменения сметной стоимости гидрогеологических исследований:  
2,286

Статьи расхода	Стоимость, руб	
	Расчетной единицы	Объема работ с учетом поправочного коэффициента
1	2	3
1.Основная заработная плата	59 300,0	77090
Начальник партии	19 800,0	25740
Геофизик 1 категории	13 700,0	17810
Гидрогеолог 1 категории	13 700,0	17810
Экономист 1 категории	12 100,0	15730
2.Дополнительная заработная плата (7,9%)	4 684,7	6090,11
3.Отчисления на социальные нужды (30%)	19195,4	24954,02
4.Материалы (5%)	3199,2	3493,5264
5.Услуги (15%)	9597,7	12477,01
Итого		201194,666
Итого с учетом индекса и объема работ		459931,007

## РАСЧЕТ

Основных расходов на камеральные работы  
(вид работ)

Поправочные коэффициенты:

К затратам на оплату труда: районный коэффициент 1,3

К материальным затратам: ТЗР 1,092

Индекс изменения сметной стоимости гидрогеологических исследований:  
2,302

Статьи расхода	Стоимость, руб	
	Расчетной единицы	Объема работ с учетом поправочного коэффициента
1	2	3
1.Основная заработная плата	49 200,0	63960
Начальник партии	19 800,0	25740
Гидрогеолог 1 категории	12 100,0	15730
Ведущий гидрогеолог	17 300,0	22490
2.Дополнительная заработная плата (7,9%)	3 886,8	5052,84
3.Отчисления на социальные нужды (30%)	15 926,0	20703,8
4.Материалы (5%)	3 768,1	4114,7652
5.Услуги (15%)	10 917,1	11921,4732
Итого		169712,878
Итого с учетом индекса и объема работ		781358,092

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью выпускной квалификационной работы выступает обоснование режима эксплуатации Центрально-Тайшетского УППВ и рациональной схемы водозабора, получение материалов для его проектирования и оценка влияния эксплуатации подземных вод на окружающую среду.

В общей части проекта представлены физико-географические, геологические и гидрогеологические условия района и участка ведения работ.

В специальной части был произведен расчет депрессионной воронки на конечный срок эксплуатации водозабора, влияние проектируемого водозабора на подземные воды и другие водозаборные сооружения в районе.

В проектной части были обоснованы методики выполнения, объемы и виды работ для решения задач, поставленных в проекте: гидрологические (гидрометрические), буровые работы, геофизические исследования в скважинах, опытно-фильтрационные работы, режимные наблюдения, гидрохимическое опробование, лабораторные и камеральные работы.

В производственно-технической части проекта рассчитаны затраты времени и труда и сметная стоимость проектируемых работ.

Срок выполнения запроектированных работ 17 месяцев. Сметная стоимость на весь объем работ 8 115 425,48 руб.

По результатам разведочных работ на Центрально-Тайшетском участке будут уточнены запасы подземных вод в объеме 4000 м<sup>3</sup>/сут и проведен полугодовой цикл режимных наблюдений за уровнем, качеством и водоотбором подземных вод, что позволит перевести месторождение в категорию В и перейти к промышленной стадии разработки месторождения.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

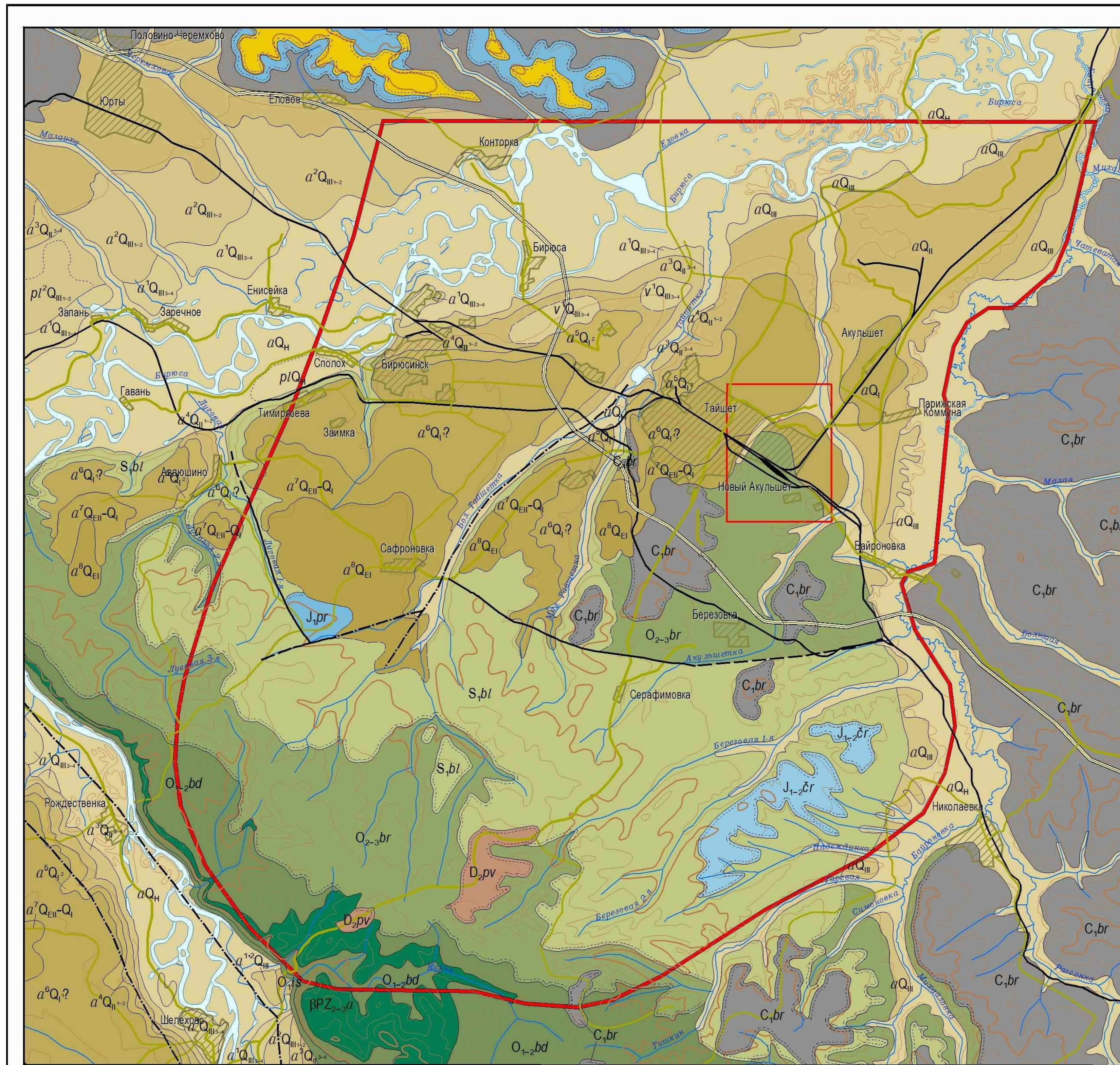
### Фондовая

1. Журавель Н.А. Отчет о результатах работ по разведке пресных подземных вод для водоснабжения г. Тайшета (Отчет Акульшетской партии за 1963-1965 гг.) г. Иркутск, 1966. Иркутский ТГФ №9146.
2. Ланкин Ю.К., Ходанович Д.С., Курдельчук В.И. Информационный отчет о результатах незавершенных работ по объекту: Тайшетское месторождение пресных подземных вод по работам 2004 г. Иркутск, 2006, Иркутский ТГФ №17133.

### Изданная

3. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству централизованного питьевого водоснабжения. Контроль качества». – Москва: 2001 г. – 24 с.
4. СанПиН 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. – Москва: 2002 г. - 10 с.
5. «Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод» (к СНиП 2.04.02-84). – Москва: Стройиздат: 1986 г, 272 с.
6. Белицкий А.С., Дубровский В.В. Проектирование разведочно-эксплуатационных скважин для водоснабжения. Изд. 3, перераб. и доп. М., «Недра», 1974. 256 с.
7. Временное положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям (подземные воды). - Москва: ГИДЕК, 1998 г. - 29 с.
8. Плотников Н.И. Поиски и разведка пресных подземных вод. – Москва: Недра, 1985 г. – 370 с.
9. Попова М.С., Леонов С.О. Сооружение, эксплуатация и ремонт водозаборных скважин: учебно-методическое пособие– Красноярск: СФУ, 2015г. – 65 с.
10. ГОСТ 632-80 Трубы обсадные и муфты к ним – Введ. 01.01.1983. – Москва: Стандартиформ 2010 г. – 43 с.
11. Технология и техника бурения геологоразведочных и геотехнологических скважин: учебное пособие / С.Я. Рябчиков, В.Г. Храменков, В.И. Брылин – Томск: ТПУ 2010 г. – 514 с.
12. РД 153-39.0-072-01 Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах. – Москва: 2002 г. – 269 с.
13. Инструкция по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ / А.Г. Прихода [и др]. – Новосибирск: СНИИГГиМС 1997 г. – 106 с.
14. Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации – Москва: ГП Союзводоканалпроект 2000 г. – 192 с.
15. ПБ08-37-2005 Правила безопасности при геологоразведочных работах – 2005 г.

16. Богдановская С. Ф. Экономика и организация геологоразведочных работ: учебно-методическое пособие для курсового и дипломного проектирования. – Красноярск: СФУ, 2015г. – 31 с.
17. Сборник сметных норм на геологоразведочных работах ССН- 92. Выпуск 1 Работы геологического содержания. Часть 1 Работы общего назначения. – Москва: ВИЭМС, 1992г. – 120 с.
18. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы ССН - 92 Выпуск 1 Работы геологического содержания. Часть 4 Гидрогеологические и связанные с ними работы. – Москва: ВИЭМС, 1992г. – 124 с.
19. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы ССН - 92 Выпуск 2 Геолого-геоэкологические работы. – Москва: ВИЭМС, 1992г. – 79 с.
20. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы ССН - 92 Выпуск 3 Часть 5 Геофизические исследования в скважинах. – Москва: ВИЭМС, 1992г. – 123 с.
21. Сборник сметных норм на геологоразведочных работах ССН - 93 Выпуск 5 Разведочное бурение. – Москва: ВИЭМС, 1993г. – 162 с.
22. Сборник сметных норм на геологоразведочных работах ССН - 93 Выпуск 9 Топографо-геодезические и маркшейдерские работы. – Москва: ВИЭМС, 1993г. – 158 с.
23. Сборник норм основных расходов на геологоразведочных работах СНОР- 93. Выпуск 1 Работы геологического содержания. Часть 1 Работы общего назначения. – Москва: ВИЭМС, 1993г. – 51 с.
24. Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы. СНОР-93. Выпуск 1 Работы геологического содержания. Часть 4 Гидрогеологические и связанные с ними работы. – Москва: ВИЭМС, 1993г. – 51 с.
25. Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы. СНОР-93. Выпуск 2 Геолого-экологические работы. – Москва: ВИЭМС, 1993г. – 67 с.
26. Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы. СНОР. Выпуск 3 Геофизические работы. – Москва: ВИЭМС, 1993г. – 33 с.
27. Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы. СНОР. Выпуск 5 Бурение скважин. – Москва: ВИЭМС, 1993г. – 45 с.
28. Сборник норм основных расходов на геологоразведочных работах ССН - 93 Выпуск 9 Топографо-геодезические и маркшейдерские работы. – Москва: ВИЭМС, 1993г. – 32 с.



Составлена по материалам гидрогеологической карты и геологических карт листов N-47-II, III, O-47-XXXII, XXXIII; разведочных работ 2004-2018 гг.

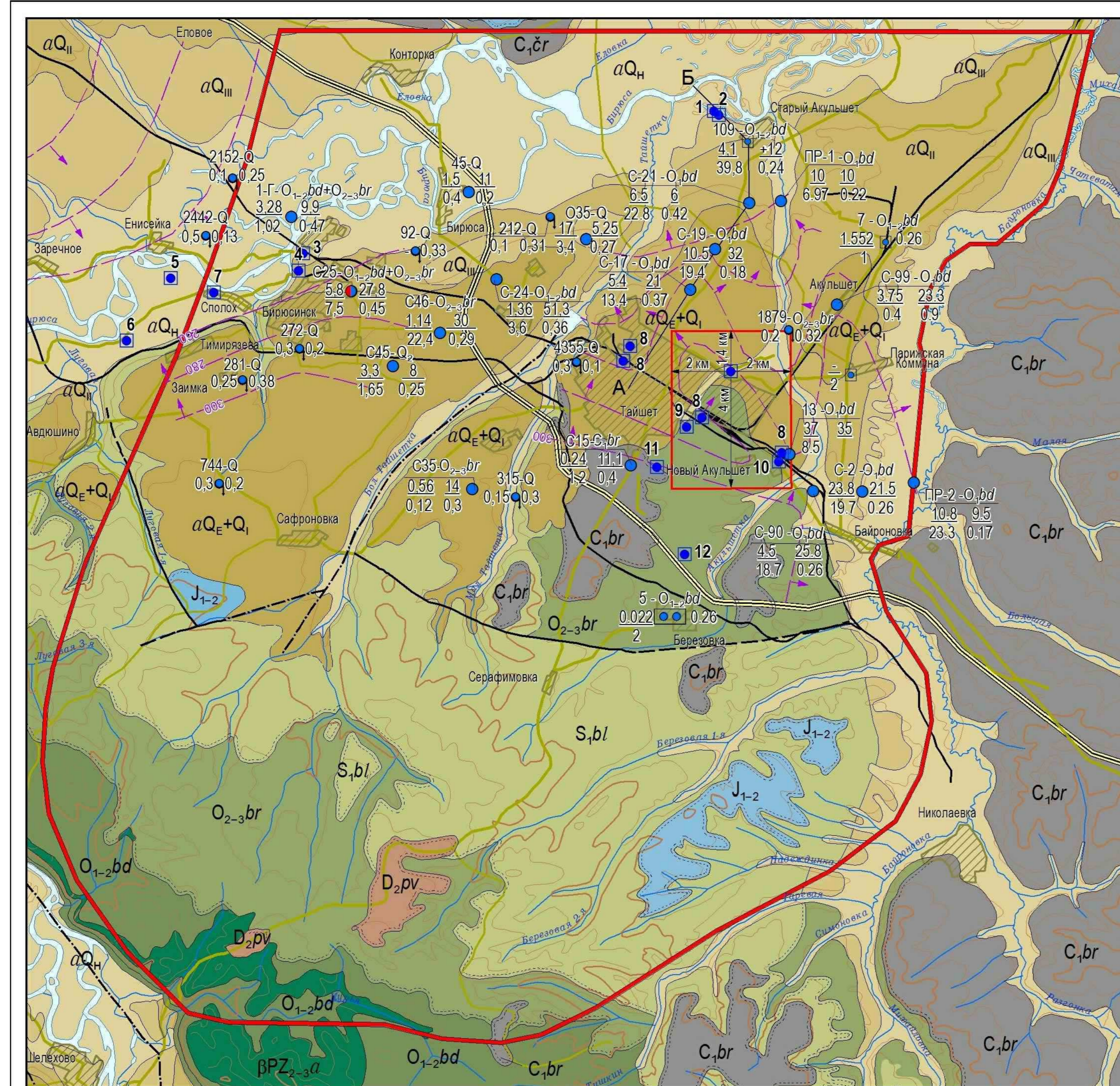
У С Л О В Н Ы Е О Б О З Н А Ч Е Н И Я

ГОЛОЦЕН		$a^1Q_{II-1}$	Аллювий русел (до 17 м), низкой (до 2 м), высокой (2-5 м) пойм. Валунно-галечные отложения, пески, глины, суглинки (5-15м). Палиостринные (pl) отложения. Илы биогенные, торф (до 7,5 м)
ПОЗДНЯЯ ПОРА	ПЛЕЙСТОЦЕН	$a^1Q_{III-2}$	Третья и четвертая ступени нерасчлененные, каргинский-сартанский горизонты. Аллювий первой надпойменной террасы высотой 5-10 м. Галечники, гравий, пески, глины, суглинки (8-12 м). Эоловые (v) пески (2,5 м)
		$a^2Q_{III-2}$	Аллювий первой и второй надпойменных террас объединенный
СРЕДНЯЯ ПОРА	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	$a^1Q_{IV-2}$	Первая и вторая ступени нерасчлененные, каргинский-сартанский горизонты. Аллювий второй надпойменной террасы высотой 10-15 м. Галечники, гравий, валунники, суглинки, супеси, глины, пески (10-15 м). Палиостринные отложения. Илы биогенные, торф (2,5 м)
		$a^2Q_{IV-2}$	Аллювий третьей и четвертой надпойменных террас объединенный
РАЙОНАЯ ПОРА	ПЛЕЙСТОЦЕН	$a^1Q_{V-2}$	Третья и четвертая части нерасчлененные, ширтинский-тазовский горизонты. Аллювий третьей надпойменной террасы высотой 15-25 м. Галечники, валунники, суглинки (13-16 м)
		$a^2Q_{V-2}$	Аллювий третьей и четвертой надпойменных террас объединенный
НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ПЛЕЙСТОЦЕН	$a^1Q_{VI-2}$	Первая и вторая части нерасчлененные, самаровский-тобольский горизонты. Аллювий четвертой надпойменной террасы высотой 25-35 м. Галечники, гравий, валунники, пески, супеси, суглинки, глины, илы (9-23 м)
		$a^2Q_{VI-2}$	Аллювий пятой надпойменной террасы высотой 35-55 м. Галечники, валунники, суглинки, глины, пески (14-20 м)
РАЙОНАЯ ПОРА	ПЛЕЙСТОЦЕН	$a^1Q_{VII-2}$	Вторая часть, лебедский горизонт. Аллювий шестой надпойменной террасы высотой 55-92 м. Галечники, гравий, валунники, глины, суглинки, пески (12-24 м)
		$a^2Q_{VII-2}$	Аллювий седьмой надпойменной террасы высотой 92-115 м. Пески, галечники, валунники, супеси, суглинки, глины (11-15 м)
РАЙОНАЯ ПОРА	ПЛЕЙСТОЦЕН	$a^1Q_{VIII-2}$	Верхнее звено зоплейстоцена-нижнее звено неоплейстоцена. Аллювий восьмой надпойменной террасы высотой 115-135 м. Гравий, галечники, валунники, пески, суглинки (15-18 м)
		$a^2Q_{VIII-2}$	Аллювий восьмой надпойменной террасы высотой 115-135 м. Гравий, галечники, валунники, пески, суглинки (15-18 м)
РАЙОНАЯ ПОРА	ПЛЕЙСТОЦЕН	$N-Q_1$	Неоген. Нижнее неоплейстоцен. Аллювиальные песчано-валунно-галечные отложения (46 м)
ЮРА	КАРБОН	$J_{2-2r}$	Ранняя-средняя юра. Черемховская свита. Аргиллиты, глины с обломками каменноугольного материала, песчаники
		$J_{pr}$	Переясловская свита. Переслаивание алевролитов, песчаников, аргиллитов; прослои бурых углей, горючих сланцев; в основании - алевролиты с плавающей галькой, иногда валунно-конгломераты (61,5 м)
		$C_{br}$	Баероновская свита. Песчаники кварцевые желто-серые, в основании - мелкогалечные конгломераты (до 50 м)
		$C_{2r}$	Чаргинская свита. Известняки, песчаники известковистые, пески, аргиллиты и алевролиты карбонатные, мергели
ДЕВОН	КАРБОН	$DPZ_{2-1}$	Ангаро-тасеевский комплекс габбро-долеритовый. Силлы дифференцированные и недифференцированные. Долериты, в том числе оливиновые, троктолитовые, гранофириновые, габбро-долериты
		$D_{kn}$	Кунгусская свита. Алевролиты, песчаники, известняки, мергели, аргиллиты зеленовато-серые, красно-буро-коричневые (до 125 м)
		$D_{pv}$	Павловская свита. Известняки, алевролиты, песчаники зеленовато-серые, красно- и буро-коричневые; прослои мергелей, в основании - валунно-галечные конгломераты и гравелиты (100-160 м)
		$S_{bl}$	Балтуринская свита. Песчаники желтовато-серые, вишнево-коричневые полимиктовые, олигомиктовые; редкие прослои алевролитов, аргиллитов; в основании местами конгломераты (55-84 м)
СИЛУР	КАРБОН	$O_{2-br}$	Братская свита. Песчаники вишнево-коричневые полимиктовые, полевешлатово-кварцевые; тонкие прослои конгломератов, гравелитов, алевролитов, аргиллитов (до 255 м)
		$O_{2-bd}$	Бадарановская свита. Песчаники желтовато-серые разнозернистые, полимиктовые, полевешлатово-кварцевые с редкой галькой кварца, песчаников, аргиллитов, кремня; прослои алевролитов, аргиллитов, конгломератов (137-250 м)
		$O_{1-s}$	Ийская свита. Песчаники зеленовато-серые, вишнево-бурые гравелистые, разнозернистые, полимиктовые, полевешлатово-кварцевые с прослоями алевролитов; в нижней части - чередование песчаников, алевролитов, аргиллитов, конгломератов (до 335 м)
		$O_{1-s}$	Ийская свита. Песчаники зеленовато-серые, вишнево-бурые гравелистые, разнозернистые, полимиктовые, полевешлатово-кварцевые с прослоями алевролитов; в нижней части - чередование песчаников, алевролитов, аргиллитов, конгломератов (до 335 м)

Границы:  
 ————— достоверные согласного залегания  
 ————— достоверные несогласного залегания  
 ————— контур работ по изучению Тайшетского МПВ, 2004г. (незавершенные работы)  
 ————— контур участка работ, насосная 3-го подъема

Тектонические разрывные нарушения:  
 ————— достоверные, выходящие на поверхность  
 - - - - - предполагаемые, выходящие на поверхность  
 - - - - - достоверные, скрытые под вышележащими образованиями

ИГДГЛ СВУ ДП - 21.05.02 - 121619835 ГК 2021		Группа	Масштаб
Дизайнер: [Имя]	Листов: [Число]	ГТ16-04ГИГ	1:100000
Руководитель: [Имя]	Консультант: [Имя]	Лист 1	Листов 6
Заявитель: [Имя]	Исполнитель: [Имя]	Кифра ГИМПР	



Составлена по материалам гидрогеологической карты и геологических карт листов N-47-III, O-47-XXXII, XXXIII; разведочных работ 2004-2018 гг.

У С Л О В Н Ы Е О Б О З Н А Ч Е Н И Я

Распространение водоносных горизонтов и комплексов

- aQ<sub>n</sub> Водоносный современный аллювиальный горизонт. Аллювий русел, пойм. Валунно-галечные отложения, пески, глины, суглинки. Палюстринные отложения. Илы, торф
- aQ<sub>III</sub> Водоносный верхнечетвертичный горизонт. Аллювиальные отложения I и II надпойменных террас. Галечники, гравий, валунники, суглинки, супеси, глины, пески
- aQ<sub>II</sub> Водоносный среднечетвертичный горизонт. Аллювиальные отложения III и IV надпойменных террас. Галечники, гравий, валунники, пески, супеси, суглинки, глины
- aQ<sub>E+Q<sub>I</sub></sub> Водоносный нижнечетвертичный горизонт. Аллювиальные отложения V, VI, VII, VIII надпойменных террас. Галечники, валунники, суглинки, глины, пески
- J<sub>1-2</sub> Водоносный средне-нижнеюрский комплекс. Переслаивание алевролитов, песчаников, аргиллитов; прослой бурых углей, горючих сланцев; в основании - алевролиты с плавающей галькой, иногда валунно-конгломераты
- C<sub>1br</sub> Водоносный нижнекаменноугольный баероновский комплекс. Песчаники кварцевые желто-серые, в основании - мелкогалечные конгломераты
- C<sub>1cr</sub> Водоносный нижнекаменноугольный чаргинский комплекс. Известняки, песчаники известковистые, пески, аргиллиты и алевролиты карбонатные, мергели
- BPZ<sub>2-3a</sub> Водоносная средне-верхнепалеозойская ангаро-тасеевская зона. Силлы дифференцированные и недифференцированные. Долериты, в том числе оливиновые, троктолитовые, гранофиновые, габбро-долериты
- D<sub>2pv</sub> Водоносный среднедевонский павловский комплекс. Известняки, алевролиты, песчаники зеленовато-серые, красновато- и буровато-коричневые; прослой мергелей, в основании - валунно-галечные конгломераты и гравелиты
- S,bl Водоносный нижнесилурийский балтуринский комплекс. Песчаники желтовато-серые, вишнево-коричневые полимиктовые, олигомиктовые; редкие прослой алевролитов, аргиллитов; в основании местами конгломераты
- O<sub>2-3br</sub> Водоносный средне-верхнеордовикский братский комплекс. Песчаники вишнево-коричневые полимиктовые, полевшпатово-кварцевые; тонкие прослой конгломератов, гравелитов, алевролитов, аргиллитов
- O<sub>1-2bd</sub> Водоносный нижне-среднеордовикский бадарановский комплекс. Песчаники желтовато-серые разнозернистые, полимиктовые, полевшпатово-кварцевые с редкой галькой кварца, песчаников, аргиллитов, кремня

- Границы гидрогеологических подразделений:
  - достоверные согласно залегания
  - - - достоверные несогласно залегания
- Тектонические разрывные нарушения:
  - достоверные, выходящие на поверхность
  - - - предполагаемые, выходящие на поверхность
  - - - достоверные, скрытые под вышележащими образованиями

- Гидропункты
  - Скважина гидрогеологическая, по фоновым материалам
    - Вверху номер скважины и индекс водоносных пород.
    - Слева в числителе - дебит, л/с, в знаменателе - понижение, м; справа в числителе - статический уровень, м, в знаменателе - минерализация, г/дм<sup>3</sup>.
  - Одиночная водозаборная скважина
    - Вверху номер скважины и индекс водоносных пород.
    - Слева в числителе - суммарный водоотбор, тыс.м<sup>3</sup>/сут, в знаменателе - количество скважин в водозаборе; справа - минерализация, г/дм<sup>3</sup>.
  - Групповой водозабор
    - Вверху номер скважины и индекс водоносных пород.
    - Слева - дебит, л/с, справа - минерализация, г/дм<sup>3</sup>.
  - Родник нисходящий. Вверху номер родника и индекс водоносных пород. Слева - дебит, л/с, справа - минерализация, г/дм<sup>3</sup>.
- Химический состав подземных вод
  - Гидрокарбонатный

- Участки Тайшетского МППВ с утвержденными запасами и их номер на карте
- Прочие условные обозначения
  - Реки линейные
  - Реки, озера площадные
  - Автодороги
  - Железная дорога
  - Населенные пункты
- Стрелка показывает направление потока подземных вод
- Контур работ по изучению Тайшетского МППВ, 2004 г.
- Контур участка работ, насосная 3-го подъема

Участки Тайшетского МППВ с утвержденными запасами

№ на карте	Наименование МППВ	Наименование УМПВ	Геологический индекс водоносного горизонта	Запасы подземных вод, тыс. м <sup>3</sup> /сут					Экспертиза запасов подземных вод			Тип вод по целевому назначению
				всего	A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	дата экспертизы	Инстанция	№ протокола	
1	Тайшетское	Староакульшетский	O <sub>1-2bd</sub>	14,4	0,0	14,4	0,0	0,0	27.06.2013	ТКЗ	1043	ХПВ
2		Тайшетский	O <sub>1-2bd</sub>	18,4	9,0	0,0	9,4	0,0	27.06.2013	ТКЗ	1043	ХПВ
3		Бирюсинский участок	O <sub>1-2bd</sub>	1,6	0,0	0,0	0,6	1,0	25.05.2001	ТКЗ	489	ХПВ
4		Шипичный	O <sub>1-2bd</sub>	1,5	0,0	1,5	0,0	0,0	05.12.2019	ТКЗ	1790	ХПВ
5	Бирюсинское	Бирюсинский-1	Q	99,6	0,0	0,0	0,0	99,6	07.10.2014	ТКЗ	1062	ХПВ
6		Бирюсинский-2	Q	99,2	0,0	0,0	0,0	99,2	07.10.2014	ТКЗ	1062	ХПВ
7		Бирюсинский-3	Q	16,5	0,0	0,0	0,0	16,5	07.10.2014	ТКЗ	1062	ХПВ
8	Тайшетское-1	-	O <sub>1-2bd</sub>	0,501	0,0	0,501	0,0	0,0	01.04.2015	ГКЗ	4151-М	ХПВ
9	Тайшетское-2018	-	O <sub>1</sub>	0,195	0,0	0,195	0,0	0,0	17.09.2015	ЭКЗ	59	ХПВ
10	Ново-Акульшетское	-	O <sub>1-2bd</sub>	0,279	0,0	0,279	0,0	0,0	24.08.2012	ТКЗ	988	ПТВ
11	НПС-Тайшетское	-	O <sub>1-2bd</sub>	0,114	0,0	0,114	0,0	0,0	21.10.2011	ТКЗ	947	ХПВ
12	ГНПС-1-Тайшетское	-	O <sub>1-2bd</sub>	0,24	0,0	0,24	0,0	0,0	24.05.2012	ТКЗ	975	ХПВ

ИГД/Г СФУ ДП - 21.05.02. - 121619835 ГТК. 2021		Группа	Масштаб
Дизайнер: Фамилия	Подпись/Дата	ГТ-16-04/ГИГ	1:100000
Разработчик: Балакина В.С.			
Руководитель: Козлова И.Л.			
Консультант: Козлова И.Л.		Лист 2	Листов 6
Заведующий: Макаров В.А.		Кафедра ГМИИР	
Архитектор: Виноков Д.А.			

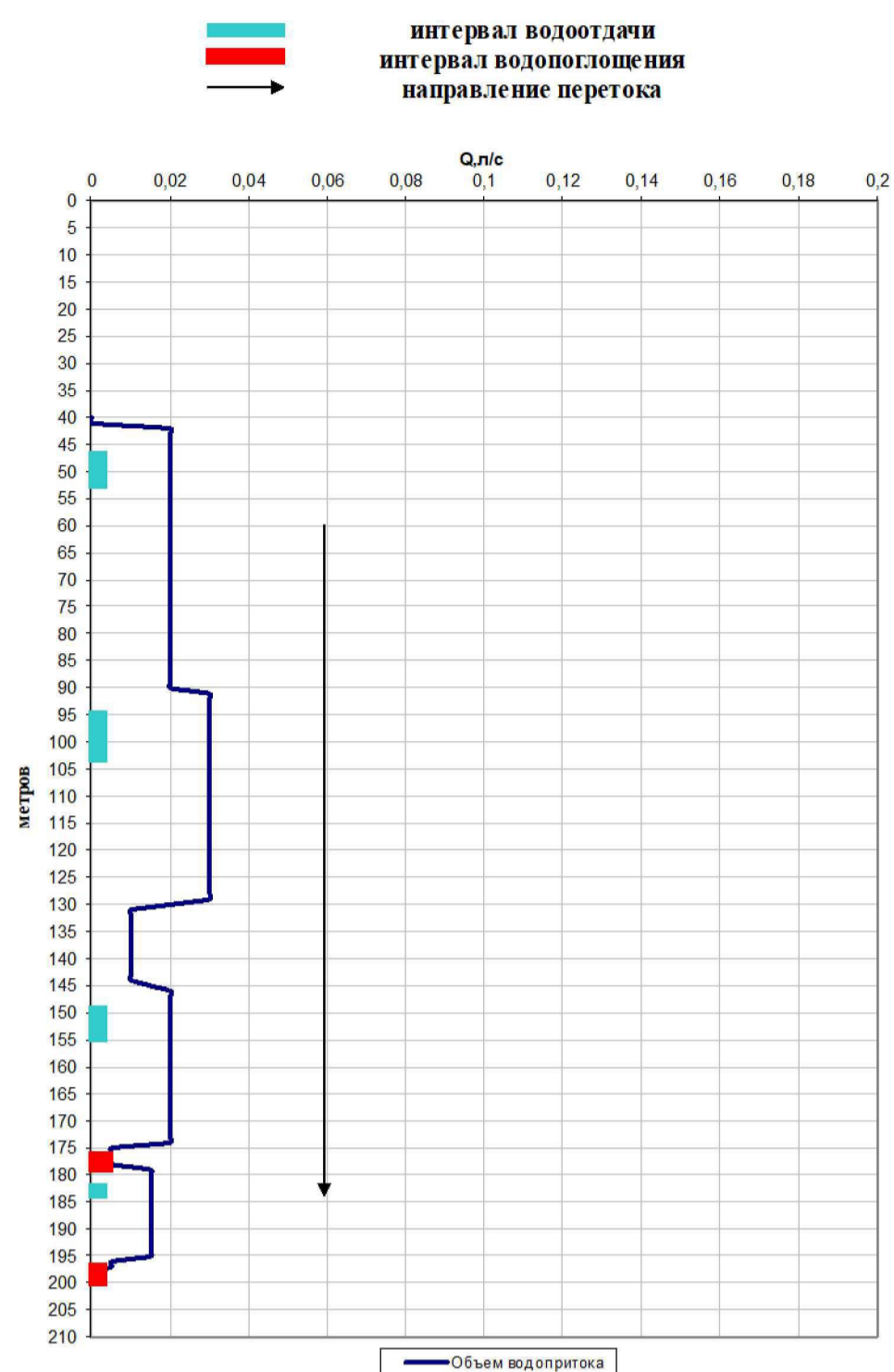


Примечание:  
Цифра за скобками - расстояние от водозабора  
Цифра в скобках - понижение поверхности  
водоносного горизонта на указанном расстоянии

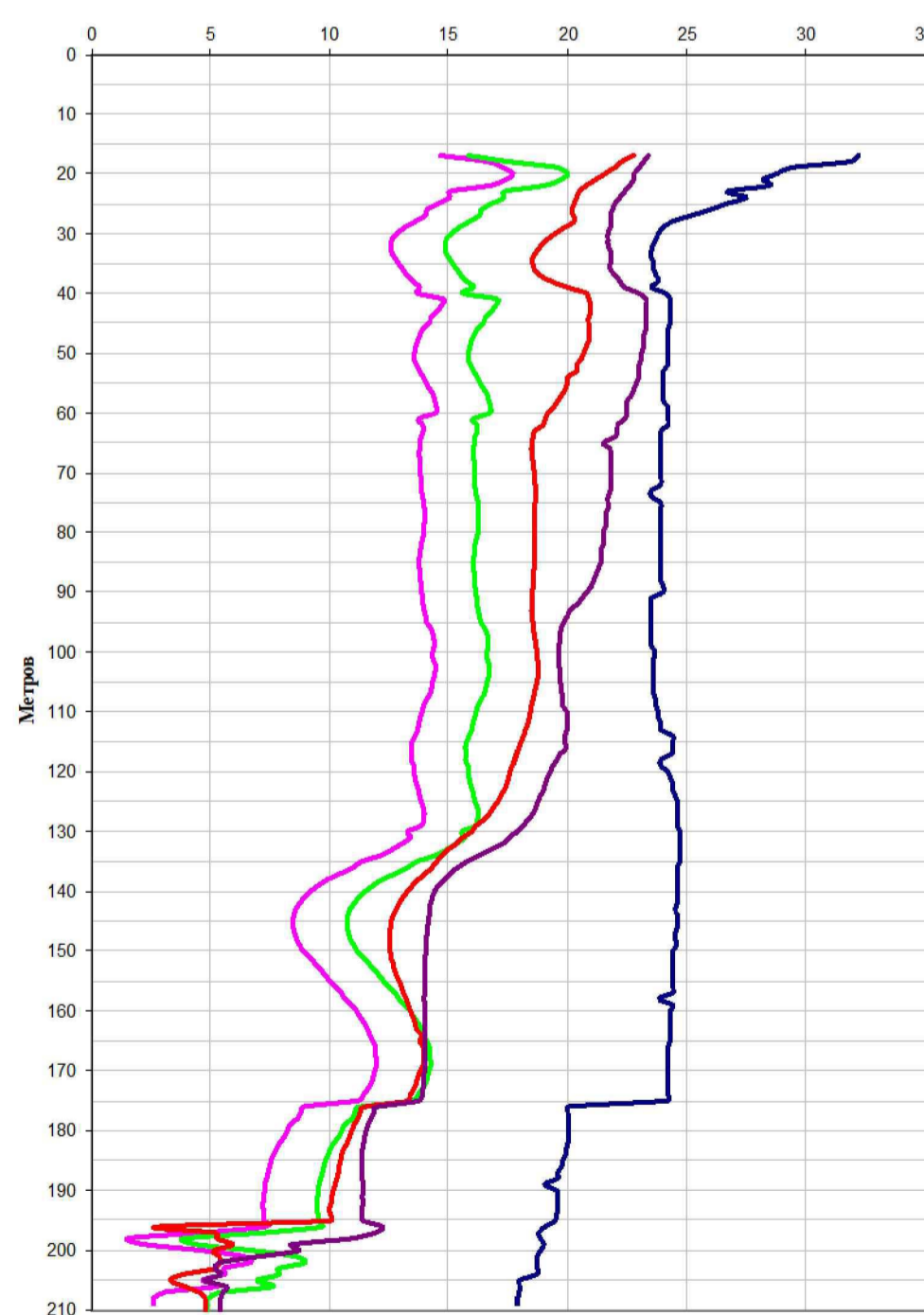
				ИГДГИГ СФУ ДП - 21.05.02 - 121619835. СЧ. 2021	
Должность	Фамилия	Подпись	Дата	Группа	Масштаб
Разработ.	Белыев В.С.			ГГ16-04ГИГ	1:25000
Руководит.	Кропанье М.П.				
Консульт.	Кропанье М.П.				
Завкафед.	Макаров В.А.				
Норминст.	Внуков Д.А.			Лист 3	Листов 6
				Кафедра ГМиМР	
				Гидрогеологические условия Центрально-Таджикского участка и проект на проведение разведочных работ с целью увеличения производительности водозабора	

Глубина выработки, м	Геологическая система	Геологический индекс	Номер слоя	Литологическое описание пород	Глубина подошвы слоя, м	Мощность слоя, м	Геологическая колонка и конструкция скважины	Появившийся уровень, м	Установившийся уровень, м
5.0	Квартер	aQIV	1	Суглинки светло-коричневые. Породы безводные	6.7	6.7	394	14.50	32.57
10.0			2	Глины коричнево-серые, тугопластичные, в основании песчаные с галькой, безводные	9.8	3.1			
15.0			3	Песок коричневый, Q-Pt, с включениями гальки кварца и кремнистых пород, водонасыщенный. В основании 0,3 м валуно-галечные отложения	14.2	4.4			
20.0	Q <sub>2-3</sub> br	Q <sub>2-3</sub> br	4	Песчаники от м/з до г/з, в кровле глинистые с прослоями алевролитов вишневых	19.0	4.8	295 219	14.50	32.57
25.0			5	Песчаники розовато-серые до белых, прослойками вишнево-бурые	22.5	3.5			
30.0			6	Песчаники вишнево-бурые от м/з до г/з, с включениями гравийных зерен и мелкой гальки, прослоями серые до белых, с глубиной м/з и с/з, пористые	35.0	12.5			
35.0			7	Песчаники светло-серые до белых, вишнево-бурые, от м/з до г/з, с прослоями вишнево-бурых алевролитов и стяжениями песчаников г/з	46.4	11.4			
40.0			8	Алевролиты вишнево-бурые с прослоями вишневых аргиллитов	48.0	1.6			
45.0			9	Песчаники серые, прослоями бело-светло-серые, м/з, в конце интервала до к/з, с прослоями алевролитов темно-серых, косослоистых, аргиллитов бурых	61.4	13.4			
50.0			10	Песчаники серые, буровато-серые и белые, м/з и с/з, не крепкие	75.4	14.0			
55.0			11	Песчаники серые, с прослоями буровато-серых и светло-серых до белых, м/з, слабые	95.6	20.2			
60.0			12	Песчаники серые, буровато-серые, м/з, глинистые, в инт. 99,4-105 м слабые	105.0	9.4			
65.0			Q <sub>1-2</sub> bd	Q <sub>1-2</sub> bd	13	Песчаники серые, прослоями темно-серые, светло-серые, с линзами бурых аргиллитов и темно-серых алевролитов, трещиноватых (45град), в инт. 109-121 м слабые			
70.0	14	Песчаники красно-бурые, буроватые, темно-серые, светло-коричневые, вишнево-бурые, слабые, м/з, Q-Pt, конгломерат гальки кварца в инт 121,8-122,2 м			140.0	19.0			
75.0	15	Песчаники буровато-серые, м/з, гидрослоистые, слабые, с прослоями голубовато-серых, м/з до к/з, с прослоями вишневых алевролитов			160.0	20.0			
80.0	16	Песчаники светло-серые, с прослоями буровато-темно-серых, вишневых, м/з до г/з, с линзами вишневых и зеленых аргиллитов, с включениями гравелитов			167.0	7.0			
85.0	17	Песчаники коричневые и буровато-серые, м/з, гидрослоистые, слабые, в инт. 172,4-173,0 м алевролиты бурые, песчаные с линзами аргиллитов			173.0	6.0			
90.0	18	Песчаники серые, голубовато-серые, вишневые до черных, буровато-серые, от м/з до г/з, с включением гравийных зерен и мелкой гальки, слабые			188.0	15.0			
95.0	19	Песчаники серые, прослоями вишневые, буровато-серые, от м/з г/з, с включениями мелкой кварцевой гальки 4-8мм, косослоистые, слабые			200.0	12.0			
100.0	20	Песчаники серые голубовато-светло-серые, с прослоями темно-вишневых, темно-буровато-серых, м/з, т/з, с линзами темно-вишневых			210.0	10.0			

Расходомерия скв.№5Э. Тайшет Иркутская область



Резистивиметрия скв.№5Э. Тайшет, Иркутская область



ИГДГиГ СФУ ДП - 21.05.02. - 121619835. СЧ. 2021			
Должность	Фамилия	Подпись	Дата
Разработ.	Беляев В.С.		
Руководит.	Кропанина М.П.		
Консульт.	Кропанина М.П.		
Зав.кафед.	Макаров В.А.		
Норм.конт.	Внуков Д.А.		
Стратиграфическая колонка и графики геофизических исследований скважины №5		Группа	Масштаб
		ГГ16-04ГИГ	1:500
		Лист 4	Листов 6
Гидрогеологические условия Центрально-Тайшетского участка и проект на проведение разведочных работ с целью увеличения производительности водозабора		Кафедра ГМиМР	

## Геолого-технический наряд на бурение скважины глубиной 250 метров

Объем бурения скважин 500 п.м.  
 Глубина скважины 250 м  
 Количество скважин 2  
 Угол бурения 90 град

Насос НБ-50  
 Буровая установка 1БА-15В

Геологическая часть								Техническая часть														
Глубина, м	Индекс	Геологическая колонка	Интервал глубины, м			Краткая характеристика пород	Категория по буримости, м	Конструкция скважин		Типы и диаметр ПРИ, мм долото	Тип бурильных труб	Параметры бурения			Тип промывочной жидкости, л/мин	Гидрогеологические исследования	Геофизические исследования	Примечание				
			От	До	Всего			Диаметр, мм глубина, м скважины	Диаметр, мм глубина, м установки обсадных колон			Осевая нагрузка, кН	Частота вращения снаряда, об/мин	Расход промывочной жидкости, л/мин								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19				
40	N-Q		0	20	20	Суглинки, песчаные отложения с галькой	III	40	Ø393,7	Ø324	393,7 М-ЦВ	118	245	660	Глинистый раствор	Опробывание воды на химсостав, опытно-фильтрационные работы	ГК, кавернометрия, расходомертия, термометрия, резистивиметрия					
			20	40	20	Пески с галькой	IV															
80	O,abd		40	250	210	Переслаивание калеволпатовых песчаников, алевролитов и аргиллитов с включением гравийных зерен и гальки	VI	145 м	Ø269,9	Ø219	269,9 С-ЦГВ	УБТС-129	162	245	348	Вода						
120																						
160																				Интервал установки насоса, 150-160 м, глухая часть	150	160
200																				Интервал установки фильтра шелевого, 160-240 м, d 219 мм	160	240
240		Отложения обводнены на всем интервале						240														
250						Отложения обводнены на всем интервале		250														

Водоносный интервал

ИГДГиГ СФУ ДП.- 21.05.02. - 121619835. ГТН. 2021					
Должность	Фамилия	Подпись	Дата	Геолого-технический наряд на бурение скважины глубиной 250 м	Группа ГГ16-04ГИГ Лист 5    Листов 6
Разработ.	Беляев В.С.				
Руководит.	Кропанина М.П.				
Консульт.	Кропанина М.П.				
Зав.кафед.	Макаров В.А.			Гидрогеологические условия Центрально-Тайшетского участка и проект на проведение разведочных работ с целью увеличения производительности водозабора	Кафедра ГМиМР
Норм.конт.	Внуков Д.А.				

Наименование показателей	Величина показателя
1. Сметная стоимость геологического задания, руб.	8 115 425,48
2. Проектируемые работы по видам:	
Специальное гидрогеологическое обследование территории, обследование	5
буровые работы, п.м.	500
геофизические работы, 1000 м	1,440
опытно-фильтрационные работы, в т.ч.:	
опыты эрлифтом, опыт	2
опыты погружным насосом, опыт	9
восстановление уровня, восстановление	5
режимные наблюдения, измерение	90
опробование, 10 проб	1,8
3. Сметная стоимость единицы работ по видам:	
Специальное гидрогеологическое обследование территории, руб/обследование	11 114,86
буровые работы, руб/п.м.	4 091,84
геофизические работы, руб/1000 м	23424,93
опытно-фильтрационные работы, в т.ч.:	
опыты эрлифтом, руб/опыт	15 141,90
опыты погружным насосом, руб/опыт	99 081,77
восстановление уровня, руб/восстановление	3 933,56
режимные наблюдения, руб/измерение	11 114,86
опробование, руб/10 проб	547,42
4. Число работников, чел	36
5. Среднегодовая выработка на 1 работающего, руб./чел	225428,5
6. Плановая скорость бурения разведочных скважин, м/мес.	567
7. Количество использованного оборудования и т/с, ед.	1

				ИГДГГ СФУ ДП - 21.05.02 - 121619835. ТЭП. 2021	
Должность	Фамилия	Подпись	Дата	Группа	Масштаб
Разработ.	Белые В.С.			Технико-экономические показатели	ГГ16-04ГИГ
Руководит.	Кроганье М.П.				
Консульт.	Кроганье М.П.				
Завкафед.	Макаров В.А.				
Нормирист.	Внуков Д.А.			Лист 6	Листов 6
				Гидрогеологические условия Центрально-Тайшетского участка и проект на проведение разведочных работ с целью увеличения производительности водозабора	
				Кафедра ГМиМР	



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий  
институт  
Геологии месторождений и методики разведки  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
В.А. Макаров  
подпись инициалы, фамилия  
«23» 06 2021 г.

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

21.05.02 «Прикладная геология»  
код и наименование специальности

21.05.02.02 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические  
изыскания»  
код и наименование специализации

Гидрогеологические условия Центрально-Тайшетского участка и проект на  
проведение разведочных работ с целью увеличения производительности  
водозабора  
(тема)

Развитие депрессионной воронки на конечный срок эксплуатации водозабора  
(специальная часть)

Пояснительная записка

Руководитель

  
подпись, дата

доцент, к.г.-м.н.  
должность, ученая степень

М.П. Кропанина  
инициалы, фамилия

Выпускник

  
подпись, дата

В.С. Беляев  
инициалы, фамилия

Красноярск 2021

Продолжение титульного листа ДП по теме: «Гидрогеологические условия Центрально-Тайшетского участка и проект на проведение разведочных работ с целью увеличения производительности водозабора» со специальной частью «Развитие депрессионной воронки на конечный срок эксплуатации водозабора».

Консультанты по  
разделам:

Геологическая часть  
наименование раздела

М.К. Р 30.04.21  
подпись, дата

М.П. Кропанина  
инициалы, фамилия

Специальная часть  
наименование раздела

М.К. Р 10.05.21  
подпись, дата

М.П. Кропанина  
инициалы, фамилия

Методическая часть  
наименование раздела

М.К. Р 15.05.21  
подпись, дата

М.П. Кропанина  
инициалы, фамилия

Буровые работы  
наименование раздела

М.С. П 03.06.21  
подпись, дата

М.С. Попова  
инициалы, фамилия

Экономическая часть  
наименование раздела

Л.Н. К 06.06.21  
подпись, дата

Л.Н. Кузина  
инициалы, фамилия

Охрана труда и  
охрана окружающей среды  
наименование раздела

А.В. Г 02.06.21  
подпись, дата

А.В. Галайко  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

Д.А. В 16.06.21  
подпись, дата

Д.А. Внуков  
инициалы, фамилия