

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность): 21.05.02 Прикладная геология
 Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания
 Отделение геологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Гидрогеологические условия центральной части г. Томска и проект исследований для подсчета запасов подземных вод водозабора ОАО «Манотомь»

УДК 556.3.048:628.112(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Иванов Виталий Вадимович		01.06.18

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Кузеванов К.И.	к.г.-м.н.		01.06.18

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Пожарницкая О.В.	к. э. н.		24.05.18

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Вторушина А.Н.	к. х. н.		20.05.18

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Бракоренко Н.Н.	к.г.-м.н.		06.06.2018

Томск – 2018 г.

*Планируемые результаты освоения ООП
21.05.02 «Прикладная геология»*

Код	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по специальности подготовки (универсальные)		
P1	Применять базовые и специальные математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения комплексных инженерных проблем в области прикладной геологии.	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 3, 4, 6, 8, ОПК-5, 7, 8, ПК-1, 12, 14), СУОС ТПУ (УК 1,5), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ- 3 а, с, h, j)
P2	Использовать базовые и специальные знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления комплексной инженерной деятельностью.	Требования ФГОС ВО (ОК-2, 5, 8, ОПК -3, 4, 5, 6, 9, ПК- 2, 5-11, 16-20, ПСК-1.1, 1.2., 1.4., 1.6, 2.5., 2.6., 3.5., 3.8., 3.9), СУОС ТПУ (УК- 2, 5) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3е,k)
P3	Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности в области прикладной геологии.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, 8, ОПК-1, 2, 3, 4, 8, ПК-13, 16, ПСК-1.2.), СУОС ТПУ (УК-3, 4, 6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3g)
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных проблем.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОПК-3, 5, 6, 7, ПК-2, 13, 14, 16, ПСК-1.2, 2.2., 3.6), СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3d)
P5	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения комплексной инженерной деятельности в области прикладной геологии.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОПК-3, 5, 6, ПК-2, 13, 14, 16, ПСК-1.2, 2.2., 3.6.), СУОС ТПУ (УК- 5) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3d)
P6	Вести комплексную инженерную деятельность с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать необходимость обеспечения устойчивого развития.	Требования ФГОС ВО (ОК-2, 4, 5, 9, 10; ОПК-3, 5, 9, ПК-7, 8; 18, 20) СУОС ТПУ (УК-5, 8) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3с,h,j)

P7	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению</i> и непрерывному <i>профессиональному совершенствованию</i> .	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 4, 7, 9, ОПК-5), СУОС ТПУ (УК-6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3i)
Профили (профессиональные компетенции)		
P8	Ставить и решать задачи <i>комплексного инженерного анализа</i> в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей.	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 2, 4, 5; ОПК-1, 4, 5, 6, 7, 8, ПК-1, 3, 4, 8, 12, 13, 14, 15, 16, ПСК-1.1-1.6, ПСК-2.1-2.8, ПСК 3.1-3.9.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3b) требования профессиональных стандартов: 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P9	Выполнять <i>комплексные инженерные проекты</i> технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом <i>экономических, экологических, социальных и других ограничений</i> .	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 6, ОПК-1, 2, 4, 8, ПК-1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 19,20, ПСК-1.1-1.6.; 2.1- 2.8., 3.1-3.9) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3с) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики(гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P10	Проводить исследования при решении <i>комплексных инженерных проблем</i> в области <i>прикладной геологии</i> , включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, ОПК-6,8, ПК-1, 2, 3, 4, 12-16, ПСК-1.3., 1.5., 2.3., 2.4., 2.6., 3.2., 3.3., 3.4.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3b,c) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и

		специалисты родственных им занятий
P11	<p><i>Создавать, выбирать и применять</i> необходимые ресурсы и методы, современные технические и <i>IT</i> средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом <i>возможных</i> ограничений.</p>	<p>Требования ФГОС ВО (ОПК-8, ПК-2-11,16-20, ПСК-1.1-1.6., 2.1- 2.8., 3.1.-3.9) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, Критерий АВЕТ-3е, h)</p> <p>требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий</p>
P12	<p>Демонстрировать компетенции, связанные с <i>особенностью</i> проблем, объектов и видов <i>комплексной инженерной деятельности</i>, не менее чем по одной из специализаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых,</i> • <i>Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания,</i> • <i>Геология нефти и газа</i> 	<p>Требования ФГОС ВО (ОК-3, 8, ОПК-4, 5, 6, ПК-1, 17-20, ПСК-1.1-1,6, 2.1-2,8; 3.1- 3.9.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, Критерий АВЕТ-3 а, с, h, j)</p> <p>Требования ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий</p> <p>требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов»</p>

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки (специальность): 21.05.02 Прикладная геология
Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
Н.Н. Бракоренко 06.06.18 Бракоренко Н.Н.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

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

Студенту:

Группа	ФИО
213Б	Иванову Виталию Вадимовичу

Тема работы:

Гидрогеологические условия центральной части г. Томска и проект исследований для подсчета запасов подземных вод водозабора ОАО «Манотомь»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

11.12.2017 N 9663/К

Срок сдачи студентом выполненной работы:

20.05.2018


ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	В основу проекта положить материалы гидрогеологических исследований по подсчету запасов подземных вод в районе ОАО «Манотомь» г. Томска. Использовать в работе данные полученные в рамках преддипломной практики.
---------------------------------	---


Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	В общей части охарактеризовать геологическое строение и гидрогеологические условия. В специальной части дать схематизацию гидрогеологических условий для подсчета запасов подземных вод гидродинамическим методом. Проанализировать результаты подсчета запасов. Определить границы зон санитарной охраны аналитическим методом и методом моделирования. Рассмотреть вопросы социальной ответственности и финансового менеджмента.
Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схематическая геологическая карта г. Томска с разрезом по линии I-I (по Б.А. Егорову); 2. Фрагмент гидрогеологической карты мезозойско-кайнозойских отложений Томь-Яйского междуречья (Плевако Г.Л.), масштаб 1:100000; 3. Геолого-гидрогеологический разрез по линии А-А, масштаб 1:100000; 4. Гидрогеологическая карта района работ и геолого-гидрогеологический разрез по линии I-I (АО «Томскгеомониторинг»); 5. Границы зон санитарной охраны
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Вторушина А.Н.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Пожарницкая О.В.

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Кузеванов К.И.	к.г.-м.н.		22.03.18 _г

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Иванов В.В.		22.03.18

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
213Б	Иванову Виталию Вадимовичу

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологин
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология/Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<i>Характеристика объекта исследования и области его применения</i>	<i>Опытно-фильтрационные работы и проект исследований по подсчету запасов подземных вод на территории ОАО «Манотомь», г. Томск</i>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Производственная безопасность</i>	<i>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при проведении работ по подсчету запасов подземных вод 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при проведении работ по подсчету запасов подземных вод</i>
<i>2. Экологическая безопасность:</i>	<i>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы)</i>
<i>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</i>	<i>– Анализ типичных и выделение наиболее вероятных чрезвычайных ситуаций при проведении работ. – Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</i>
<i>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i>	<i>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к. х. н.	<i>ВВтор</i>	24.05.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Иванов В.В.	<i>ИВ</i>	24.05.18

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

Студенту:

Группа	ФИО
213Б	Иванов Виталий Вадимович

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология/поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

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

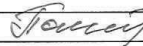
1. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Справочник базовых цен на инженерно-геологические работы</i>
2. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:


1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Свод видов и объемов работ на инженерно-геологические изыскания</i>
2. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Расчет сметной стоимости проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Пожарницкая О.В.	к.э.н.		22.05.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Иванов В.В.		22.05.18

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 105 страниц, 30 рисунков, 20 таблиц, 35 источников, 5 листов графических приложений.

Ключевые слова: подсчет запасов, ОАО «Манотомь», водоносный комплекс трещиноватых палеозойских образований, лагерносадская свита, водопроницаемость, понижение, зона санитарной охраны.

Объектом исследования является водозаборный участок ОАО «Манотомь» (г. Томск, пр. Комсомольский, 62).

Цель работы – разработка проекта гидрогеологических исследований для подсчета запасов подземных вод на водозаборном участке ОАО «Манотомь». В настоящее время добыча подземных вод, используемых для технологического обеспечения водой объектов промышленности, осуществляется из скважин №№ Т-0493, 4П-02, эксплуатирующие подземные воды, заключенные в нижнекаменноугольных отложения лагерносадской свиты (С_{1lg}). Заявленная потребность в воде, составляет 219,18 м³/сут.

В ходе исследования обобщены материалы по эксплуатации подземных вод водозаборного участка ОАО «Манотомь», изучены и схематизированы гидрогеологические условия исследуемой территории.

По скважинам проведены опытно-фильтрационные работы с целью установления гидрогеологических параметров, необходимых для подсчета запасов подземных вод. Подземные воды напорные, условно статический уровень до начала откачки зафиксирован на отметках 7,52-7,76 м. По степени защищенности от поверхностного загрязнения подземные воды относятся к защищенным. Подземные воды пресные гидрокарбонатные с минерализацией 0,6-0,9 г/л.

Подсчет запасов подземных вод выполнен гидродинамическим и гидравлическим методом. Прогнозное понижение на срок эксплуатации водозаборного сооружения составило 12,13 м при допустимой величине

понижения 52,2 м. Границы зоны санитарной охраны определены расчетами и методом моделирования в ПК GMS.

Область применения: результаты работы могут быть использованы для переоценки запасов подземных вод на действующем водозаборном участке ОАО «Манотомь».

Дипломная работа выполнена в текстовом редакторе MS Word 2016, рисунки и графические приложения выполнены в программах ArcGIS 9.3, CorelDRAW X7, таблицы построены с помощью MS Excel 2016.

Содержание

Реферат	1
Введение	5
1 Общая часть	6
1.1 Обобщения сведения о районе работ и участке «Манотомь».....	6
1.1.1 Особенности экономики и инфраструктуры района.....	6
1.1.2 Краткие сведения о природно-климатических условиях района.....	7
1.1.2.1 Географическое положение и рельеф района	7
1.1.2.2 Климат района	8
1.1.2.3 Гидрологические условия района	9
1.2 Изученность участка	11
1.3 Геологическое строение и гидрогеологические условия района.....	13
1.3.2 Гидрогеологические условия района.....	21
2 Специальная часть.....	31
2.1 Характеристика гидрогеологических условий участка работ.....	31
2.2 Характеристика водозаборного участка ОАО «Манотомь»	38
2.3 Характеристика качества подземных вод на водозаборном участке ОАО «Манотомь»	45
2.4 Подсчет запасов подземных вод на водозаборном участке ОАО «Манотомь»	51
2.5 Определение границ ЗСО аналитическим методом.....	58
2.6 Определение границ ЗСО с помощью моделирования.....	68
3 Проектная часть	76
3.1 Сбор и анализ геолого-гидрогеологических материалов по району и участку работ	77
3.2 Рекогносцировочное обследование водозаборного участка	77
3.3 Проведение опытно-фильтрационных работ.....	77
3.4 Отбор проб подземных вод	79
3.5 Лабораторные исследования подземных вод	80
3.6 Камеральная обработка материалов, составление отчета	81
4. Социальная ответственность при проведении работ по подсчету запасов водозабора ОАО «Манотомь»	82
4.1 Производственная безопасность	82
4.2 Экологическая безопасность	90

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	90
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	93
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	95
Заключение.....	101
Список литературы.....	102
Графические приложения	
Лист 1. Схематическая геологическая карта г. Томска с разрезом по линии I-I (по Б.А. Егорову)	
Лист 2. Фрагмент гидрогеологической карты мезозойско-кайнозойских отложений Томь-Яйского междуречья (Плевако Г.Л.), масштаб 1:100000	
Лист 3. Геолого-гидрогеологический разрез по линии А-А, масштаб 1:100000	
Лист 4. Гидрогеологическая карта района работ и геолого-гидрогеологический разрез по линии I-I (АО «Томскгеомониторинг»)	
Лист 5. Границы зон санитарной охраны	

Введение

На сегодняшний день подземные источники широко используются с целью централизованного и децентрализованного водоснабжения. В связи с этим возникает проблема истощения подземных вод, то есть недопустимое сокращение их запасов на ограниченной территории. Данная проблема может приводить к неблагоприятным экологическим последствиям в системе «человек-биосфера».

В значительном количестве крупных городов мира, в результате эксплуатации подземных вод возникали существенные депрессионные воронки с радиусами более 20 км и еще большими глубинами. Примером такого города является Москва, где глубина депрессионной воронки в отдельных районах города составила 110 м. В городе Томске подобная проблема может сопровождать работу водозабора на Обь-Томском междуречье.

На территории города перед тем, как начать эксплуатацию подземных вод необходимо выполнить подсчет их запасов. Существует несколько методов, позволяющих оценить запасы подземных вод (балансовый, гидродинамический, гидравлический, математического моделирования и др.). Для цели подсчета запасов подземных вод на практике обычно используют несколько методов, для более достоверного результата.

В основу работы были положены материалы гидрогеологических исследований по подсчету запасов подземных вод в районе ОАО «Манотомь» г. Томска, также в работе использованы данные полученные в рамках преддипломной практики.

1 Общая часть

1.1 Обобщения сведения о районе работ и участке «Манотомь»

1.1.1 Особенности экономики и инфраструктуры района

Район работ расположен в юго-восточной части Томской области в пределах номенклатурного листа 0-45-XXXI и 0-45-XXXII. По административному делению участок работ расположен в областном центре Томской области Российской Федерации – г. Томске, в его центральной части.

Согласно официальному portalу МО «Город Томск» территория города Томска, как муниципального образования составляет 295,1 км². Численность населения (по состоянию на конец 2017 года) достигает 595201 человек [34].

Город Томск является одним из крупнейших промышленных центров Западной Сибири. Основными отраслями промышленности выступают: топливная, машиностроение, металлообработка, электроэнергетика, лесная и деревообрабатывающая отрасль, химическая и нефтехимическая промышленность.

Основной объем электрической и тепловой энергии вырабатывают ГРЭС-2 (281 МВт, 755 Гкал/час) и ТЭЦ (140 МВт, 670 Гкал/час) [35].

Автодорожная инфраструктура города Томска развита широко. Протяженность улично-дорожной сети с твердым покрытием на 2017 год составляет 891,4 км. В городе имеется два моста через реку Томь: Коммунальный, расположенный в южной части города и Северный, находящийся на севере территории города. Также имеется больше 20 мостов через реки Ушайку, Басандайку, Б. и М. Киргизки, Кисловку и озеро Керепеть. Внешнюю автодорожную инфраструктуру составляют множество автомобильных дорог, которые на подходе к городу смыкаются, разделяются и образуют множество выходов из города. Томск является железнодорожным узлом на однопутной ветви Тайга-Белый Яр, соединяющей Томск с

Транссибирской магистралью. Речной транспорт в основном представлен «Томской судоходной компанией», рейсы отправляются от речного вокзала. Основной действующий аэропорт федерального значения города Томска расположен в пригородной зоне, в 4,5 км от железнодорожной станции Богашево [34].

1.1.2 Краткие сведения о природно-климатических условиях района района

1.1.2.1 Географическое положение и рельеф района

Территориально город Томск расположен в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины, которая с запада очерчена долиной реки Томи, а на востоке повышается и постепенно переходит в Томь-Чулымский водораздел. В направлении с запада на север идет понижение равнины. Исследуемый район приурочен к Томь-Яйскому междуречью. Наиболее высокие отметки водоразделов в южной части достигают 190-230 м, снижаясь до 120-150 м абсолютных отметок в северной части.

Рельеф городской территории имеет общую западно-северо-западную экспозицию, осложнен террасами долин реки Томи и ее притоков – реки Ушайки, Басандайки и Киргизки. По урезу воды в реке Томи устанавливаются минимальные отметки рельефа 68-70 м абсолютной высоты (рис. 1.1.2.1.1).

Вблизи речных долин рельеф становится холмисто-увалистым с глубоким эрозионным расчленением. Отмечается большое количество оврагов, интенсивно развивающихся с крутыми, часто обрушенными склонами. Профиль долин рек сложен асимметрично: правая сторона крутая, левая – пологая.

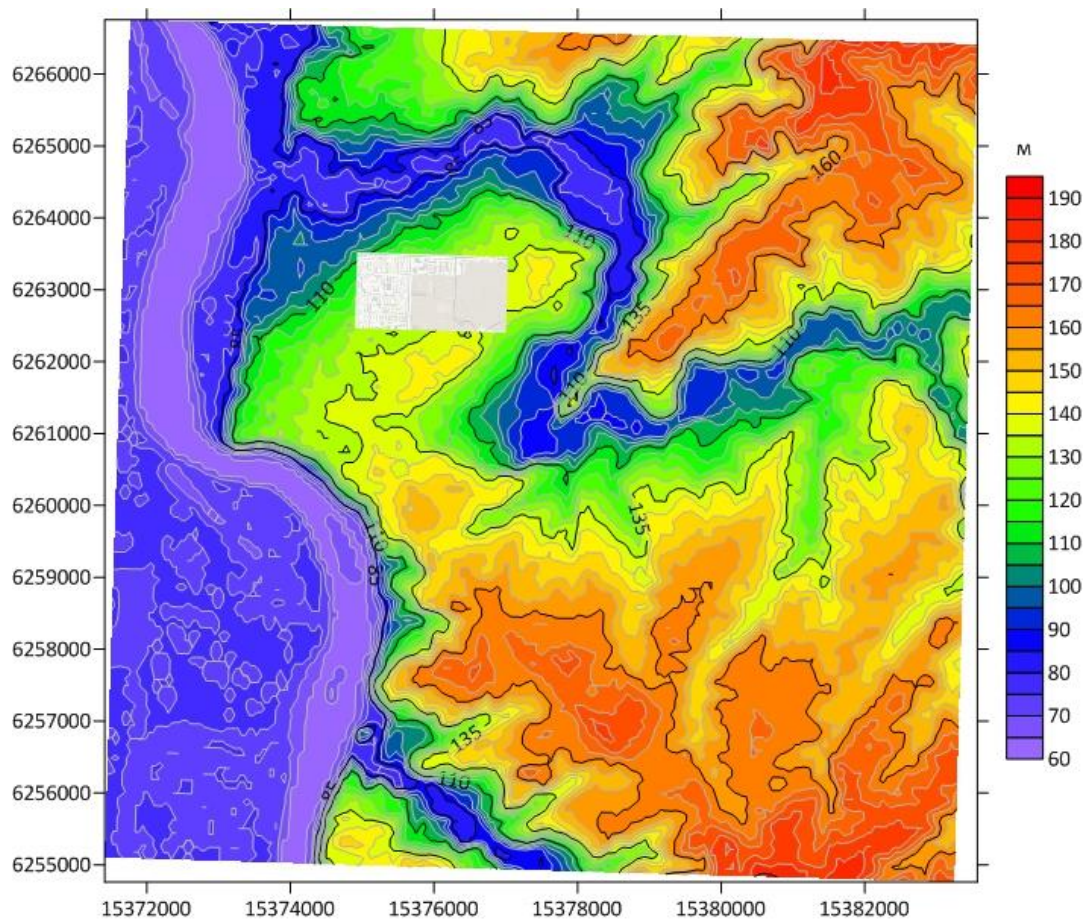


Рисунок 1.1.2.1.1 – Схематическая карта рельефа с изображением фрагмента территории проведения работ (ПК Surfer)

1.1.2.2 Климат района

Климат исследуемого района континентальный с ясно выраженными сезонами года, теплым летом и холодной зимой. По данным гидрометеостанции № 29430 за многолетний период наблюдений (1881-2005 гг.) среднегодовая температура воздуха в г. Томске составляет минус 0 °С. Среднегодовое количество осадков за тот же период имеет значение 520,9 мм. Территория относится к зоне избыточного увлажнения.

Таблица 1.1 – Значения среднемесячных температур воздуха и величина атмосферных осадков

Месяцы Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, °С	-17,8	-16,9	-8,2	0,7	9,0	15,8	18,7	15,2	9,2	0,7	-8,8	-15,6
Количество осадков, мм	32	20	23	28	46	57	72	70	43	52	52	40

Абсолютный максимум температуры приходится на июль (36-38 °С), абсолютный минимум отмечается в феврале (минус 55 °С). Глубина промерзания почвы изменяется от 75-120 см на залесенных участках до 150-200 см – на открытых участках. Устойчивый снежный покров фиксируется в конце октября-начале ноября, а разрушается весной в апреле. Снежный покров сохраняется около 180 дней [1].

Максимальная скорость ветра наблюдается в декабре и марте (до 9,5 м/с), минимальная – в июле и августе (до 4,5 м/с). В течение года отмечается до 20 дней с сильным ветром (до 15 м/с) обычно южного или юго-западного направлений [1].

1.1.2.3 Гидрологические условия района

Основная часть рассматриваемой территории дренируется рекой Томью и ее притоками. Основной водной артерией является река Томь, протекающая в северо-западном направлении. Длина реки составляет 839 км, площадь водосбора – 59490 км². Притоками реки Томи, в пределах рассматриваемой территории являются реки: Ушайка, Басандайка, Киргизка (рис. 1.1.2.3.1). Река Томь является типично равнинной рекой в пределах города. Характерной особенностью реки Томи являются крутой, часто скалистый правый берег, меандрирование и большое количество стариц. На весенний паводок наблюдается наибольший расход воды (17800 м³/с), начинающийся с ледоходом в апреле. В зимнюю и летнюю межень расход воды уменьшается

до 53 и 173 м³/с соответственно. Среднегодовой расход реки Томи составляет 1092 м³/с. В пределах пойменной террасы ширина долины реки Томи варьирует от 3 до 11 км при ширине русла 250-350 м и глубине в межень до 1,5 м [1].

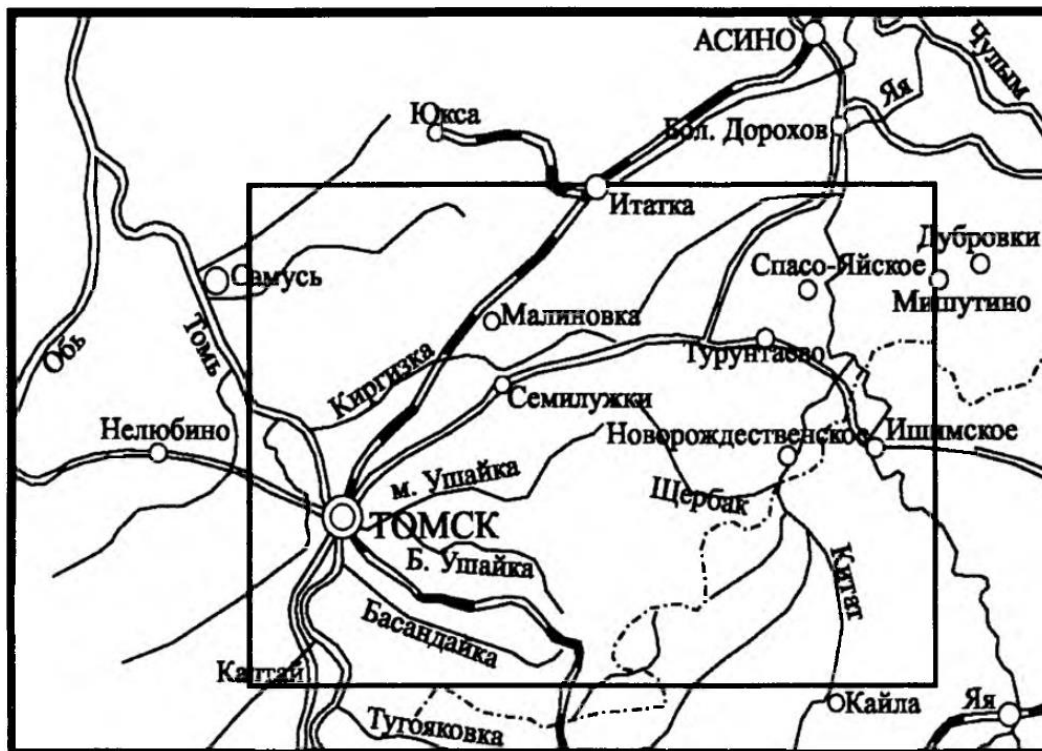


Рисунок 1.1.2.3.1 – Гидрографическая сеть окрестностей г. Томска [3]

На притоках реки Томи на правобережье (речки Ушайка, Басандайка, Киргизка) наблюдаются врезанные меандры, пороги, редкие скальные выходы по берегам и на склонах долин и убыстренные течения. Они имеют западное, северо-западное направление. Долины рек хорошо разработаны. Продольный профиль рек обладает ступенчатым характером. В межень расходы рек варьируют в диапазоне 1,2-1,8 м³/с, при скорости течения соответственно 0,1-0,6 м/с. Реки имеют ширину русла до 30 м, глубина не превышает 2 м. Режим рек взаимосвязан с режимом грунтовых вод и наибольшим образом от атмосферных осадков [1].

Поверхностные воды, в пределах рассматриваемого участка, считаются гидрокарбонатно-кальциевыми с минерализацией до 0,1 г/л весной, до 0,2 г/л в зимний период.

1.2 Изученность участка

Район работ расположен в юго-восточной части Томской области, приурочен к городской агломерации, наиболее освоенной в хозяйственно-экономическом отношении, и характеризуется довольно высокой степенью геолого-гидрогеологической изученности территории, что позволяет в полной мере характеризовать геологическое строение и гидрогеологические условия района работ.

Согласно Международной геодезической разграфке район работ расположен в пределах листа О-45-XXXI масштаба 1:200 000. Изучение данных территорий осуществлялось в рамках геологического и гидрогеологического изучения Томь-Яйского междуречья в разные годы.

Наиболее ранние исследования района Томь-Яйского междуречья, включая городскую территорию, были проведены в 20-40-х гг. XX века Усовым М.А., Коровиным М.К., Хахловым В.А., Радугиным К.В., Ильиным Р.С., Поповым В.С., Нагорским М.П. и др. Объектом исследований указанных авторов являлись, в основном нижнекаменноугольные отложения Колывань-Томской складчатой зоны, доступные для изучения в естественных обнажениях по р. Томи и по ее правым притокам.

Планомерные исследования Томь-Яйского междуречья были начаты съемкой 1:1000000 масштаба листа О-45 (Хахлов В.А. и Рагозин Л.А., 1944-45 гг.). В результате в 1949 г. была составлена геологическая карта и объяснительная записка к ней.

В 1947-1948 гг. Томской комплексной экспедицией под руководством М.П. Нагорского выполнена геологическая съемка масштаба 1:200 000 листа О-45-XXXI.

С 1961-1963 гг. в районе северной окраины г. Томска производила поиски подземных вод для целей водоснабжения п. Черемошники Северная партия Томской экспедиции (Гусельникова О.А., Тельцова М.М., 1964). Был выполнен следующий комплекс работ: гидрогеологическая съемка масштаба

1:10000, разведочное бурение гидрогеологических скважин, откачки из скважин и режимные гидрогеологические наблюдения.

В 1987 году составлен отчет по условиям водоснабжения населенных пунктов Томской области в особый период (Плевако Г.Л., 1987), сопровождавшийся гидрогеологическими картами масштаба 1:25 000, в том числе и картой гидрогеологических условий г. Томска.

В 1996-97 гг. ТГРЭ (Егоров Б.А., 1997) обобщен и проанализирован геологический и инженерно-геологический материал по территории г. Томска с целью обоснования проведения картографирования города в масштабе 1:25000, изучена динамика экзогенных процессов. В 2001 г. выполнены работы по ГЭИК с гидрогеологическим и инженерно-геологическим доизучением листа О-45-XXXI масштаба 1:200 000 (Альшанский А.М., 2001). В том же году Ахмадшиным Н.Ю. и др. были проведены работы по ГДП соседнего листа О-45- XXXII масштаба 1:200 000. В работе изложены геологические данные и сведения об экологической обстановке Томь-Яйского междуречья, описание месторождений и проявлений полезных ископаемых [5].

В начале 2000-х годов, ТЦ «Томскгеомониторинг» (ныне АО «Томскгеомониторинг») были проведены работы по прогнозной оценке ресурсов подземных вод в пределах Томь-Яйского междуречья (Плевако Г.Л., 2002). В 2002 г. составлен окончательный отчет «Прогнозная оценка ресурсов подземных вод и перспектив расширения и организации хозяйственно-питьевого водоснабжения Томского района в пределах Томь-Колыванской складчатой зоны». Проведено районирование территории междуречья по гидрогеологическим условиям, с выделением гидрогеологических подразделений по фильтрационным свойствам пород и по условиям защищенности подземных вод от загрязнения. Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод оценены с использованием методов математического моделирования.

В 2007 г. в рамках работ по ГДП-200 Татьяниным Г.М., Котельниковым А.Д., Максиковым С.В. и Никоновым Ю.Н. было выполнено доизучение

территории листа О-45-XXXI, составлен комплект Государственной геологической карты второго издания [5].

Геолого-гидрогеологическая изученность территории достаточно высокая.

1.3 Геологическое строение и гидрогеологические условия района

1.3.2 Гидрогеологические условия района

Район работ приурочен к северо-западной окраине Алтае-Томского гидрогеологического массива (гидрогеологическая структура II порядка), являющегося частью Саяно-Алтайской складчатой области (гидрогеологическая структура I порядка).

Гидрогеологический разрез представлен двумя водоносными этажами.

Верхний водоносный этаж представлен следующими гидрогеологическими подразделениями (приложение 2):

- водоупорный четвертичный горизонт;
- слабоводоносный локально-водоносный четвертичный комплекс;
- водоносный палеогеновый комплекс;
- слабоводоносный меловой комплекс;
- водоупорный локально-водоносный юрский комплекс;
- водоупорный горизонт коры выветривания пород палеозойского фундамента;

Нижний водоносный этаж включает в себя следующие гидрогеологические подразделения:

- водоносный комплекс трещиноватой зоны палеозойских образований

Водоносные зоны имеют широкое площадное распространение в пределах изучаемого района, водоносные блоки – ограниченные в плане структуры субмеридионального простираения [6].

Для верхнего водоносного этажа характерно преобладание в геологическом разрезе слабоводоносных и водоупорных пород. Водоносные отложения имеют локальное распространение в виде маломощных прослоев и линз, представлены песками, слабосцементированными песчаниками, песчано-алевритистыми породами.

Водоупорный четвертичный горизонт ($lQ_{III-IV} el + lQ_{I-II} tg$) распространен на рассматриваемой площади практически повсеместно, за

исключением речных долин, и представлен лессовидными суглинками еловской свиты и глинами, суглинками с прослоями супесей и песков тайгинской свиты. Мощность горизонта изменяется от 0 до 30,0 м, достигая при максимальных отметках водоразделов 50 и более метров [6].

На водоразделах, в зоне аэрации, широко развита верховодка, приуроченная к маломощным линзам и прослоям песков и супесей в глинах тайгинской и кочковской свит. Водообильность этих отложений очень низкая, дебиты водопунктов составляют десятые доли литров в секунду [6].

Слабоводоносный локально-водоносный четвертичный комплекс ($aQ + laQ_{II-III} + Q_{ЕК\check{C}}$) распространен повсеместно на изучаемой территории и представлен сложным переслаиванием суглинков, глин, песков и супесей пойменных и надпойменных террас, древних речных долин, осадков кочковской свиты. В разрезе комплекса преобладают суглинки и глины. В его кровле, за исключением отдельных участков в речных долинах, распространен водоупорный четвертичный горизонт. Подземные воды приурочены к отложениям пойм, террас и древних речных долин ($aQ_{IV} + a^1Q_{III} + a^2Q_{III} + laQ_{II-III} + a^4Q_{II}$), образуют единый водоносный горизонт, имеющий незначительное распространение и не выдержанный по площади и разрезу. В местах высокого поднятия палеозойского фундамента мощность горизонта сокращается или он полностью отсутствует. Часто поймы и террасы сложены глинами и суглинками и практически безводны [6].

В подошве горизонта лежат более древние осадки четвертичного, палеогенового, мелового возраста или глинистые породы коры выветривания палеозойского фундамента. Верхний водоносный горизонт гидравлически связан с нижележащими на тех участках долин рек, где разрез опесчанен.

В кровле водовмещающих отложений практически повсеместно лежат одновозрастные суглинки мощностью 2-3 и более метров. Глубина залегания кровли горизонта изменяется от нескольких метров до 10-12, иногда 18 м [6].

Статические уровни подземных вод устанавливаются на глубинах от 0 до 13 м, иногда наблюдается самоизлив. Воды горизонта безнапорные или слабонапорные, величины напоров изменяются в пределах от 1,9 до 10,0 м [6].

Водовмещающие породы представлены песками разномелкозернистыми от мелко- до крупнозернистыми и песчано-гравийными отложениями. Мощность отложений изменяется от 2 до 22 м [6].

Водообильность отложений незначительна. Удельные дебиты скважин изменяются от 0,0024 л/с (пойма р. М. Киргизка) до 0,23 л/с (третья терраса р. Томи). В западной части Томь-Яйского междуречья, по данным Ключевской партии, наибольшей водопроницаемостью обладают пойменные отложения р. Томи (19,0-37,6 м²/сут), в долинах ее правых притоков она незначительна [6].

Питание водоносный горизонт получает за счет инфильтрации атмосферных осадков, выпадающих на площади его распространения, притока воды из нижележащих горизонтов, а также за счет транзитного потока со стороны водоразделов.

По химическому составу воды гидрокарбонатные преимущественно кальциевые, ультрапресные и пресные с минерализацией от 0,18 до 0,42 г/л, от мягких до жестких. В водах отмечается повышенное содержание железа общего (до 15 мг/л) и марганца (до 1,5 мг/л), а также низкое содержание фтора (от 0 до 0,7 мг/л) [6].

В составе характеризуемого комплекса наиболее широко распространены *отложения кочковской свиты* ($Q_E k\check{c}$), занимающие большие площади на водоразделах и представленные, в основном, водоупорными породами (верхнекочковская подсвита - $Q_E k\check{c}_2$), но на западном склоне Томь-Яйского междуречья в основании свиты встречаются водоносные пески и галечники мощностью от 1,0 до 21,0 м (нижнекочковская подсвита - $Q_E k\check{c}_1$). Глубина их залегания изменяется от 9,5 м на склонах водоразделов до 57,0 м на водоразделах.

Воды кочковской свиты напорно-безнапорные. Напоры над кровлей водоносных отложений изменяются от 1,0 до 25,0 м. Пьезометрическая поверхность подземных вод в сглаженном виде повторяет поверхность рельефа и фиксируется на глубинах от 1-5 м на участках, прилегающим к долинам рек, до 33-35 м на водоразделах [6].

Обводненность песков и песчано-гравийных отложений нижнекочковской подсвиты пестрая и зависит от мощности водовмещающих пород и степени их глинистости. Кроме того, водоносный горизонт хорошо дренирован глубоковрезанными логами, долинами ручьев, что также влияет на его обводненность.

Дебиты скважин изменяются в широких пределах от 0,002 до 3,92 л/с при понижениях на 12,5 и 2,1 м соответственно [6].

Водопроницаемость песчано-галечниковых отложения кочковской свиты изменяется в широких пределах от 24,5 до 561 м²/сут [6].

В кровле горизонта лежат глинистые осадки кочковской и тайгинской свит, в подошве – пески и глины палеогеновых и меловых отложений, глинистые продукты коры выветривания.

Питание водоносный горизонт отложений нижнекочковской подсвиты получает на всей площади распространения за счет инфильтрации атмосферных осадков и подтока вод из нижележащих водоносных горизонтов на тех участках, где имеется гидравлическая связь. Разгрузка его осуществляется в долины рек.

По химическому составу воды кочковской свиты гидрокарбонатные кальциевые, кальциево-магниевого, магниево-кальциевые, пресные с минерализацией от 0,21 до 0,51 г/л, от умеренно жестких до жестких. Характерно повешенное содержание железа общего и марганца, низкое – фтора (от 0 до 1,0 мг/л) [6].

Подземные воды кочковской свиты широко используются для водоснабжения сельхозобъектов.

Водоносный палеогеновый комплекс ($P_{3nt} + P_3 lt + P_2 ks + P_2 ll$)

распространен в западной, северной и северо-восточной частях Томь-Яйского междуречья и представлен, преимущественно, нерасчлененными водоносными породами лагернотомской и новомихайловской свит. На северо-западе в состав комплекса входят песчаные отложения кусковской и глинистые отложения люлинворской свит.

Наиболее развит палеогеновый комплекс в пределах междуречий правых притоков р. Томи – р. Киргизка, Ушайка, Басандайка, Тугояковка. В кровле его залегают одновозрастные глины, песчано-глинистые отложения кочковской свиты, пески и гравийно-галечниковые отложения долин рек, в подошве – верхнемеловые отложения или глины коры выветривания палеозойских образований. Глубина залегания кровли изменяется от 9-10 м в долинах рек до 52-63 м на высоких водоразделах [6].

Водовмещающие породы залегают в виде прослоев и линз среди глин, распространенных значительно шире. Пески лагернотомской и новомихайловской свит мелко- среднезернистые, часто каолинизированные, иногда со значительной примесью растительного детрита. Пески кусковской свиты более тонкозернистые, менее проницаемые. Мощность водовмещающих отложений изменяется от 0,5 -1,0 м до 45,0 м и более [6].

Воды палеогенового комплекса чаще всего напорные, величины напоров изменяются от первых метров до 47,3 м. Безнапорным горизонт становится на участках, где водоупорные породы в кровле частично или полностью размыты. Статические уровни устанавливаются на глубинах от 3,8 м в речных долинах до 40,8 м на водоразделах.

Водообильность палеогенового комплекса не выдержана по площади и зависит от их гранулометрического состава и степени каолинизации. Удельные дебиты скважин изменяются от 0,07 л/с до 1,3 л/с при понижениях уровня 5,0-6,7 м [6].

Величины коэффициентов водопроницаемости находятся в прямой зависимости от мощности водоносных отложений и их фильтрационных свойств, изменяются от 36 до 460 м²/сут.

Основное питание палеогеновый комплекс получает за счет инфильтрации атмосферных осадков на площадях, где отсутствуют перекрывающие водоупорные отложения, а также за счет перетекания вод из нижележащих водоносных горизонтов.

По химическому составу воды палеогеновых отложений чаще всего гидрокарбонатные кальциевые, кальциево-магниевые, магниевые-кальциевые, натриево-магниевые, ультрапресные и пресные с минерализацией от 0,1 до 0,5 г/л, от умеренно жестких до жестких. Характерно повышенное содержание железа общего и марганца, пониженное содержание фтора (до 1,05 мг/л) [6].

Слабоводоносный меловой комплекс ($K_2 sm_1 + K_2 sm_2 + K_{1-2} ks$) распространен в восточной части изучаемой территории. Представлен чередованием глин и алевроитов симоновской и кийской свит и слабоводоносных отложений сымской и симоновской свит. Глубина залегания кровли водоносного комплекса изменяется от 5-20 до 43 м на восточном склоне Томь-Яйского междуречья и от 59,5 до 184 в его северо-западной части, где она увеличивается по мере погружения палеозойского фундамента. Выше по разрезу залегают водоносные комплексы палеогеновых и четвертичных отложений – на востоке изучаемой территории. На участках, где осадки кочковской и новомихайловской свит выклиниваются или размываются, водоносный комплекс является первым от поверхности. Залегает он на одновозрастных глинах либо на глинистых продуктах выветривания палеозойского фундамента [6].

Водовмещающие породы представлены преимущественно мелкозернистыми каолинизированными песками. Суммарная мощность песков колеблется от 0 до 63 м.

Воды повсеместно напорные. Величины напоров изменяются от первых метров в долинах рек и до 45 м на водоразделах. Водообильность отложений незначительная [6].

Питание подземных вод осуществляется, главным образом, в пределах площади распространения водоносного горизонта за счет инфильтрации атмосферных осадков и перетекания вод из палеозойских отложений, а разгрузка – в речные долины и другие эрозионные понижения.

Воды меловых отложений по химическому составу гидрокарбонатные кальциевые, магниевые-кальциевые, натриево-кальциевые, пресные с минерализацией от 0,21 до 0,41 г/л, от умеренно жестких до жестких. Характерно повышенное содержание железа общего и марганца.

В настоящее время воды меловых отложений используются для водоснабжения объектов животноводства только в юго-восточной части изучаемого района.

Нижний водоносный этаж отделяется от верхнего корой выветривания палеозойского фундамента.

Водоупорный горизонт коры выветривания пород палеозойского фундамента распространен практически повсеместно в пределах Томь-Яйского междуречья, за исключением отдельных участков в долинах рек или на водоразделах. Каолиновые глины или глинистый структурный элювий, часто с примесью щебня материнских пород, являются относительным региональным водоупором, отделяющим водоносный комплекс рыхлой толщи осадочного чехла от трещинно-карстовых вод палеозойского возраста и затрудняющим инфильтрацию атмосферных осадков. Через участки с размытой корой выветривания идет питание подземных вод или, наоборот, их разгрузка.

Мощность глинистой коры выветривания варьирует в очень широких пределах от первых метров до 58 м, составляя в среднем 15-25 м [6].

Нижний водоносный этаж сложен палеозойскими и протерозойскими отложениями, интенсивно дислоцированными, метаморфизованными,

прорезанными системой даек. В нем развиты подземные воды, среди которых можно выделить трещинно-карстовые, связанные с разрушенной кровлей пород фундамента, и трещинно-жильные воды зон разрывных нарушений.

Водоносный комплекс трещиноватой зоны палеозойских образований (C_{1-2bs} + C_{1lg}). В западной части Колывань-Томской складчатой зоны распространены глинистые сланцы с редкими прослоями алевролитов и песчаников лагерносадской толщи и песчаники и алевролиты с подчиненными прослоями глинистых сланцев басандайской свиты.

Подземные воды приурочены, главным образом, к верхней трещиноватой зоне палеозойского фундамента. Мощность ее, определенная по керну, изменяется от первых метров до 111 м. Средняя величина ее по результатам скважинной резистивиметрии составляет 50,0 м по скважинам Наумовской партии [6].

Пьезометрическая поверхность подземных вод залегает на глубинах от первых метров до 40,55 м в пределах высоких водоразделов правых притоков реки Томи. Общее направление потока подземных вод направлено к долине реки Томи. Притоки реки Томи дренируют воды палеозойских отложений, что обуславливает местное направление движения потока от водоразделов к долинам рек и снижает пьезометрическую поверхность в них. Характер пьезометрической поверхности вод в общих чертах в сглаженном виде повторяет рельеф дневной поверхности, что свидетельствует о местном инфильтрационном питании подземных вод.

Обводненными являются практически все литологические разности пород, но в разной степени. Характерной особенностью для трещинных типов коллекторов является значительно большая обводненность пород в долинах рек и депрессиях рельефа по сравнению с водоразделами.

На водоразделах интенсивность трещиноватости и, следовательно, степень раскрытия трещин с глубиной уменьшаются.

Значения коэффициента водопроницаемости изменяются в широких пределах от 0,6 до 363 м²/сут на водоразделах и от 5,3 до 518 м²/сут в долинах рек [6].

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные, кальциевые, магниевые-кальциевые, кальциевые-магниевые, натриево-кальциевые, ультрапресные и пресные, с минерализацией 0,09-0,74 г/л, от мягких до очень жестких. Повсеместно в них отмечается повышенное содержание железа – до 36 мг/л, магния – до 7 мг/л, низкое содержание фтора [6].

2 Специальная часть

2.1 Характеристика гидрогеологических условий участка работ

Район работ приурочен к северо-западной окраине Алтае-Томского гидрогеологического массива (гидрогеологическая структура II порядка), являющегося частью Саяно-Алтайской складчатой области (гидрогеологическая структура I порядка).

Гидрогеологический разрез представлен системой водоносных комплексов различного возраста, от четвертичного до палеозойского.

В районе работ важное значение для целей добычи подземных вод, используемых в хозяйственно-бытовых и производственно-технических целях, имеет водоносный комплекс трещиноватой зоны палеозойских пород, представленный отложениями нижнекаменноугольного возраста (басандайская и лагерносадская свиты).

Характеристика гидрогеологических условий района приводится по результатам отчета по прогнозной оценке ресурсов подземных вод и перспектив расширения и организации хозяйственно-питьевого водоснабжения Томского района в пределах Томь-Колыванской складчатой зоны (Плевако 2002 г). Кроме этого, учитываются данные, полученные при строительных откачках эксплуатационных скважин, расположенных в пределах района работ.

- водоносный локально-водоупорный четвертичный комплекс ($aQ_{IV} + a^2Q_{III} + Q_E k\check{c}$);
- водоносный локально водоупорный палеогеновый комплекс ($P_{3nm-lt} + P_{2ks}$);
- водоупорный горизонт коры выветривания пород палеозойского фундамента ($K-P$);
- водоносный комплекс трещиноватой зоны палеозойских образований ($C_{1-2bs} + C_{1lg}$).

Ниже приводится гидрогеологическая характеристика водоносных комплексов перечисленных выше (приложение 4).

Водоносный локально-водоносный четвертичный комплекс ($aQ_{IV} + a^2Q_{III} + Q_E k\check{c}$) распространен повсеместно на изучаемой территории и представлен сложным переслаиванием суглинков, глин, песков и супесей пойменных и надпойменных террас, древних речных долин, осадков кочковской свиты. В разрезе комплекса преобладают суглинки и глины. В его кровле, за исключением отдельных участков в речных долинах, распространен водоупорный четвертичный горизонт. Подземные воды приурочены к отложениям пойм, террас ($aQ_{IV} + a^2Q_{III}$), образуют единый водоносный горизонт, имеющий незначительное распространение на северо-западе и юго-востоке района и не выдержанный по площади и разрезу. В местах высокого поднятия палеозойского фундамента мощность горизонта сокращается или он полностью отсутствует. Часто поймы и террасы сложены глинами и суглинками и практически безводны.

В составе характеризуемого комплекса наиболее широко распространены *отложения кочковской свиты* ($Q_E k\check{c}$), занимающие большие площади на водоразделах и представленные, в основном, водоупорными породами (верхнекочковская подсвита - $lQ_E k\check{c}_2$), но на западном склоне Томь-Яйского междуречья в основании свиты встречаются водоносные пески и галечники мощностью от 1,0 до 21,0 м (нижнекочковская подсвита - $aQ_E k\check{c}_1$). Воды кочковской свиты напорно-безнапорные. Напоры над кровлей водоносных отложений изменяются от 1,0 до 15,0 м.

Обводненность песков и песчано-гравийных отложений нижнекочковской подсвиты пестрая и зависит от мощности водовмещающих пород и степени их глинистости. Кроме того, водоносный горизонт хорошо дренирован глубоковрезанными логами, долинами ручьев, что также влияет на его обводненность.

Питание водоносный горизонт отложений нижнекочковской подсвиты получает на всей площади распространения за счет инфильтрации

атмосферных осадков и подтока вод из нижележащих водоносных горизонтов на тех участках, где имеется гидравлическая связь. Разгрузка его осуществляется в долины рек.

По химическому составу воды кочковской свиты гидрокарбонатные кальциевые, кальциево-магниевые, магниевые-кальциевые, пресные с минерализацией от 0,21 до 0,51 г/л, от умеренно жестких до жестких. Характерно повышенное содержание железа общего и марганца, низкое – фтора (от 0 до 1,0 мг/л).

Подземные воды кочковской свиты широко используются для водоснабжения сельхозобъектов.

Водоносный палеогеновый комплекс ($P_{3nt}+It + P_{2ks}$) распространен в западной, северной и северо-восточной частях Томь-Яйского междуречья и представлен, преимущественно, нерасчлененными водоносными породами лагернотомской и новомихайловской свит. На востоке и северо-западе в состав комплекса входят песчаные отложения кусковской свиты.

Водовмещающие породы залегают в виде прослоев и линз среди глин, распространенных значительно шире. Пески лагернотомской и новомихайловской свит мелко- среднезернистые, часто каолинизированные, иногда со значительной примесью растительного детрита. Пески кусковской свиты более тонкозернистые, менее проницаемые. Мощность водовмещающих отложений изменяется от 0,5 -1,0 м до 20,0 м и более.

Воды палеогенового комплекса чаще всего напорные, безнапорным горизонт становится на участках, где водоупорные породы в кровле частично или полностью размыты.

Водообильность палеогенового комплекса не выдержана по площади и зависит от их гранулометрического состава и степени каолинизации. Удельные дебиты скважин изменяются от 0,07 л/с до 1,3 л/с при понижениях уровня 5,0-6,7 м.

Основное питание палеогеновый комплекс получает за счет инфильтрации атмосферных осадков на площадях, где отсутствуют

перекрывающие водоупорные отложения, а также за счет перетекания вод из нижележащих водоносных горизонтов.

По химическому составу воды палеогеновых отложений чаще всего гидрокарбонатные кальциевые, кальциево-магниевые, магниевые-кальциевые, натриево-магниевые, ультрапресные и пресные с минерализацией от 0,1 до 0,5 г/л, от умеренно жестких до жестких. Характерно повышенное содержание железа общего и марганца, пониженное содержание фтора (до 1,05 мг/л).

Водоупорный горизонт коры выветривания пород палеозойского фундамента (К-Р) распространен практически повсеместно в пределах Томь-Яйского междуречья, за исключением отдельных участков в долинах рек или на водоразделах. Каолиновые глины или глинистый структурный элювий, часто с примесью щебня материнских пород, являются относительным региональным водоупором, отделяющим водоносный комплекс рыхлой толщи осадочного чехла от трещинно-карстовых вод палеозойского возраста и затрудняющим инфильтрацию атмосферных осадков. Через участки с размытой корой выветривания идет питание подземных вод или, наоборот, их разгрузка.

Мощность глинистой коры выветривания зависит от литологического состава коренных пород, в разной степени поддающихся выветриванию, а также проявившихся в пределах Томского блока тектонических процессов. В исследуемом районе мощность коры выветривания составляет 10-15 м.

Водоносный комплекс трещиноватой зоны палеозойских образований (C_{1-2bs} + C_{1lg}) является продуктивным в рамках данной работы и используется для технологического водоснабжения объектов промышленности, а также для хозяйственно-питьевого водоснабжения в рассматриваемом районе.

В силу неоднородной трещиноватости и степени кольматации трещин, водовмещающие породы трещиноватой зоны палеозойских образований имеют неравномерную изменчивость фильтрационных свойств. Этими же причинами объясняется различная степень обводненности водовмещающих

пород. Результаты буровых и геофизических исследований скважин свидетельствуют о том, что в разрезе палеозойских образований наиболее водообильна их верхняя, более трещиноватая часть, мощность которой не превышает 100 м. С увеличением глубины, как правило, трещиноватость уменьшается.

В районе работ широко распространены отложения лагерносадской свиты, занимая почти всю площадь района.

Выходы отложений басандайской свиты на поверхность отмечаются в долине реки Ушайки.

Водовмещающие породы нижнекаменноугольного возраста представлены глинистыми сланцами (аргиллитами), песчаниками, алевролитами. Глубина до кровли палеозойских пород изменяется в широком диапазоне: от 15,0 до 73,0 м. Вскрытая мощность пород варьирует от 15 м до 95 м. В кровле водоносной зоны на всей территории залегают глины коры выветривания.

Широкий диапазон данных опытно-фильтрационных работ обуславливает неоднородность трещиноватости пород. Так в районе работ из водоносных образований лагерносадской свиты получены дебиты от 2,8 л/с при понижении уровня на 45,5 м (скв. № Т-1652) до 25,0 л/с при понижении на 9,0 м (скв. № Т-1677). Наименьшее значение удельного дебита отмечено по скважине № Т-1652 (0,06 л/с), наибольшее – по скважине № Т-1639 (2,78 л/с).

Таблица 2.1.1 – Результаты строительных откачек скважин в районе работ

№ скв.	Водоносный горизонт	Уровень подземных вод	Дебит, л/с	Понижение, м	Удельный дебит, л/с
0512	C _{1lg}	15,5	15	31,5	0,48
8/99		н.с.	21,6	12,1	1,79
T-1652		9,5	2,8	45,5	0,06
T-1639		25,0	8,3	3	2,77
T-01755		24,0	6,1	8	0,76
T-0547		26,0	5,7	15	0,36
T-01911		33,0	4,7	13	0,36
T-1683		32,0	8,3	7,5	1,11
T-1672		11,5	4,1	42,5	0,1
11-85		32,1	5	28	0,18
T-01668		29,0	3,3	30	0,11
T-1601		33,0	6,6	7	0,95
T-1677		26,0	25	9	2,78
13/97		18,8	10	36,9	0,27
TM-16		11,0	6,9	25	0,28
0495		13,0	12	62	0,19
11-82		C _{1-2bs}	н.с.	12,5	10
0496	11,0		4,4	17	0,26

По скважинам, эксплуатируемым отложения басандайской свиты, дебиты составляют 4,4 и 12,5 л/с при понижениях уровня подземных вод на 17,0 и 10,0 м соответственно, удельные дебиты при этом равны 0,26 и 1,25 л/с (табл. 2.1.1).

Значения коэффициента водопроницаемости в районе работ изменяются в пределах от 2 до 20 м²/сут. Пьезометрическая поверхность подземных вод залегает на глубинах от 9,5 до 33,0 м.

На большей площади распространения породы палеозойского фундамента перекрываются глинами коры выветривания. Породы коры выветривания вместе с вышележащими глинистыми отложениями палеоген-четвертичного возраста, с одной стороны, защищают подземные воды трещиноватой зоны палеозойского фундамента от поверхностного загрязнения, с другой стороны – затрудняют процесс инфильтрации

атмосферных осадков и, как следствие, осложняют питание водоносных образований.

Общее направление потока подземных вод направлено к р. Томи. Притоки р. Томи дренируют воды палеозойских отложений, что обуславливает местное направление движения потока от водоразделов к долинам рек и снижает пьезометрическую поверхность в них.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные кальциевые, пресные. Величина минерализации составляет 0,2-0,9 г/л, рН изменяется от 6,5 до 7,9 ед. рН.

2.2 Характеристика водозаборного участка ОАО «Манотомь»

Водозабор расположен на территории завода ОАО «Манотомь».

На участке недр расположены цеха по производству приборов, котельная, административный корпус, столовая, а также часть территории сдается в аренду. По периметру территория завода, вход на которую осуществляется через контрольно-пропускной пункт по специальным пропускам, огорожена железобетонными плитами. В целом, санитарную обстановку на территории завода можно оценить, как удовлетворительную: территория спланирована, озеленена, внутренние проезды заасфальтированы, для сбора бытового мусора установлены контейнеры. При визуальном осмотре территории водозаборного участка значимых техногенных источников, загрязнение от которых может поступать в подземные воды, не отмечено.

В настоящий момент водозаборный участок представлен двумя скважинами № № Т-0493 (эксплуатационная) и № 4П-02 (резервная), эксплуатирующими пресные подземные воды водоносного комплекса трещиноватой зоны палеозойских образований (лагерносадская свита). Заявленная потребность составляет 80 тыс. м³/год (219,18 м³/сут) для технологического обеспечения водой объектов промышленности завода.

Конструкция скважин, приведена по паспортным данным (Табл. 2.2.1).

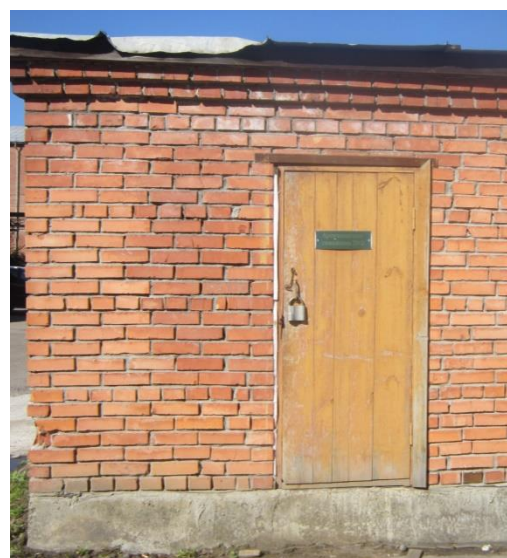
Таблица 2.2.1 – Каталог эксплуатационных скважин водозаборного участка ОАО «Манотомь»

№№ скважин	Глубина скважины, м год бурения	Глубина до кровли палеозойских образований, м	Конструкция скважин диаметр обсадных труб, интервал установки, м	Данные пробной откачки		
				Q, л/с	S, м	q, л/с
Т-0493(1)	114 1966 г.	66	325 0 - 36,6 219 -7 - 72,0 178 72 - 114- (открытый ствол)	11,1	12,5	0,88
4П-02(2)	120 2002	62	168 0,5 - 65,0 140 65 - 120 (открытый ствол)	5,97	10,5	0,56

Скважина Т-0493 располагается рядом с главным административным зданием, скважина 4П-02 в 90 м от нее. Скважины находятся в кирпичных павильонах, запирающихся на замок (Рис. 2.2.1).



скважина Т-0493



скважина 4П-02

Рисунок 2.2.1 – Павильоны водозаборных скважин № Т-0493, № 4П-02

Устье скважины Т-0493 находится в подземном колодце глубиной 3 метра (рис. 2.2.2). Устьевая часть скважин закрыта герметизирующими оголовками. На фланцах имеются отверстия для замера уровня подземных вод (рис. 2.2.2, 2.2.3). Доступ к скважинам разрешен только лицам, отвечающим за обслуживание скважины.

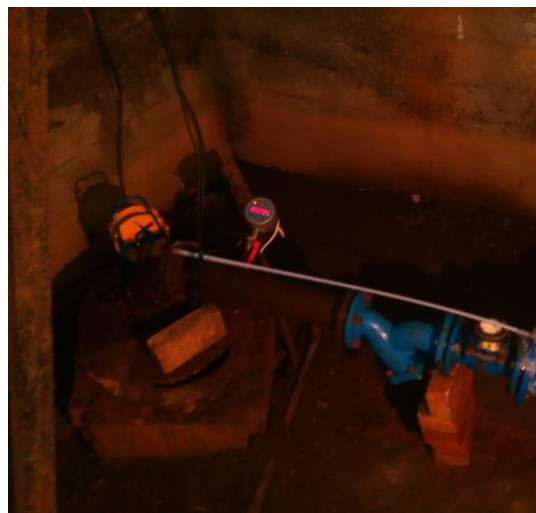


Рисунок 2.2.2 – Обустройство устьевой части скважины № Т-0493: слева – спуск к устью скважины № Т-0493, справа – устьевая часть скважины № Т- 0493



Рисунок 2.2.3 – Обустройство устьевой части скважины № 4П-02

В скважинах № Т-0493 и № 4П-02 смонтированы насосы ЭЦВ 8-40-90 и ЭЦВ 8-16-110. По данным, предоставленным недропользователем, насосы установлены на глубине 40 м (Т-0493) и 60 м (4П-02).

В холодный период года павильоны скважин обогреваются электрическими тэнами, есть освещение.

Весь объем добываемых подземных вод приходится на скважину № Т- 0493. Добыча подземных вод для организации технологического процесса завода осуществляется ежедневно. Скважины закольцованы, количество извлекаемых подземных вод фиксируется по водосчетчикам ВСХН 50, установленными на скважинах (Рис. 2.2.4). Водоснабжение завода осуществляется напрямую из скважин.



Рисунок 2.2.4 – Водосчетчик ВСХН50

Данные о суммарном водоотборе по годам за период с 2014 г. по 2017 г. показаны на рисунке 3.5. В 2012-2017 гг. учет извлекаемых подземных вод осуществлялся стабильно и изменялся от 48,5 до 101,16 тыс. м³/год. Ежегодный водоотбор не превышает лимитов, установленных лицензией на право пользования недрами – 393,47 тыс. м³/год до 18.11.2017 г. (ТОМ 00395 ВЭ), и 80 тыс. м³/год с 01.12.2017 г. (ТОМ 02171ВЭ).

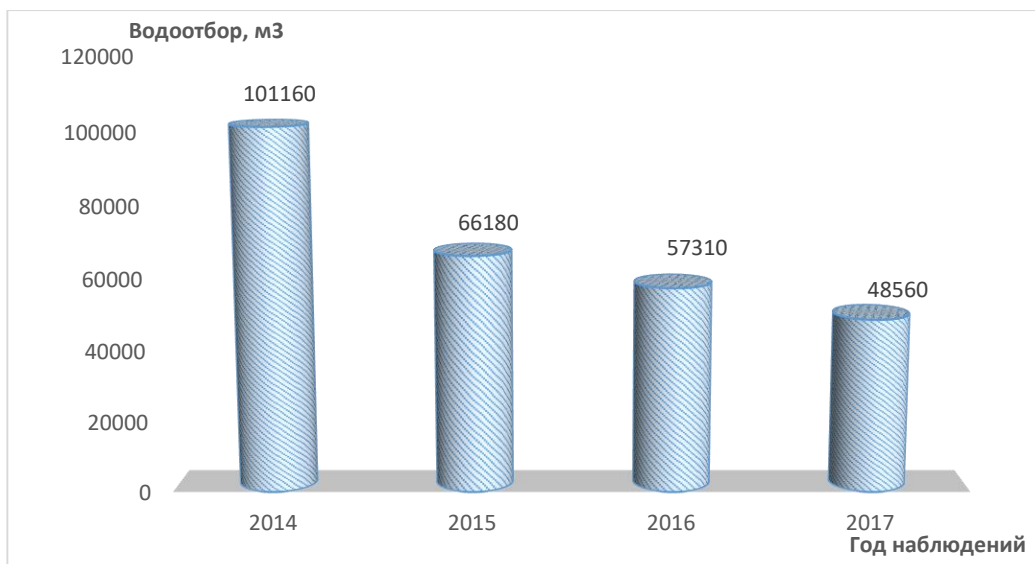


Рисунок 2.2.5 – Объем добычи подземных вод водозаборной скважиной в 2014-2017 гг.

В таблице 2.2.2 отражены данные добычи за месяц, о среднесуточных месячных и среднесуточных годовых объемах добычи подземных вод, а также уплотнений дебит за период работы скважины.

Как видно из таблицы, среднегодовой объем добычи подземных вод за указанный период, постепенно уменьшаясь, изменяется от 133,0 м³/сут до 276,8 м³/сут. Среднесуточный уплотнённый дебит изменяется от 196,8 м³/сут до 409,9 м³/сут. Минимальное среднесуточное месячное потребление приходится на январь 2017 г. (70,0 м³/сут), максимальное – на июль 2014 г. (467,7 м³/сут).

Также, из таблиц 2.2.2 и рисунка 2.2.5 следует, что ранее подземные воды добывались в большем объеме, а в последние годы количество извлекаемых подземных вод уменьшилось. Это связано с тем, что на текущий момент уменьшились объемы производства завода.

Таблица 2.2.2 – Суточные объемы добычи подземных вод

Год	Месяц	Объем добычи за месяц, м ³ /сут	Количество рабочих дней	Уплотненный дебит за месяц, м ³ /сут	Среднесуточный уплотненный дебит за год, м ³ /сут	Среднесуточный объем добычи за месяц, м ³ /сут	Среднесуточный объем добычи за год, м ³ /сут	Объем добычи, м ³ /год
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2014	январь	8700	17	511,8	409,9	280,6	276,8	101 160
	февраль	7320	20	366,0		261,4		
	март	7270	20	363,5		234,5		
	апрель	6970	22	316,8		232,3		
	май	6370	19	335,3		205,5		
	июнь	6900	19	363,2		230,0		
	июль	14500	23	630,4		467,7		
	август	11120	21	529,5		358,7		
	сентябрь	8940	22	406,4		298,0		
	октябрь	8640	23	375,7		278,7		
	ноябрь	7670	18	426,1		255,7		
	декабрь	6760	23	293,9		218,1		
2015	январь	7320	15	488,0	277,8	236,1	181,3	66 180
	февраль	4810	19	253,2		171,8		
	март	5000	21	238,1		161,3		
	апрель	5080	22	230,9		169,3		
	май	4790	16	299,4		154,5		
	июнь	6740	21	321,0		224,7		
	июль	5850	23	254,3		188,7		
	август	5170	21	246,2		166,8		
	сентябрь	5340	22	242,7		178,0		
	октябрь	5200	23	226,1		167,7		
	ноябрь	5020	18	278,9		167,3		
	декабрь	5860	23	254,8		189,0		
2016	январь	4800	15	320,0	235,6	154,8	157,2	57 310
	февраль	7640	20	382,0		263,4		
	март	4620	21	220,0		149,0		
	апрель	3670	21	174,8		122,3		
	май	3010	16	188,1		97,1		
	июнь	5810	21	276,7		193,7		
	июль	5600	21	266,7		180,6		
	август	5860	23	254,8		189,0		
	сентябрь	6190	23	269,1		206,3		
	октябрь	4020	21	191,4		129,7		
	ноябрь	3080	21	146,7		102,7		
	декабрь	3010	22	136,8		97,1		

Окончание таблицы 2.2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2017	январь	2170	17	127,6	196,8	70,0	133,0	48 560
	февраль	4220	18	234,4		150,7		
	март	3400	22	154,5		109,7		
	апрель	3310	20	165,5		110,3		
	май	5310	20	265,5		171,3		
	июнь	4380	21	208,6		146,0		
	июль	5720	20	286,0		184,5		
	август	6340	23	275,7		204,5		
	сентябрь	3600	21	171,4		120,0		
	октябрь	4020	22	182,7		129,7		
	ноябрь	3080	21	146,7		102,7		
	декабрь	3010	21	143,3		97,1		

Наблюдения за гидродинамическим режимом подземных вод осуществлялись в течении 2017 г. Мониторинг подземных вод был организован на период проведения работ по подсчету запасов подземных вод. Замеры уровня в эксплуатационных скважинах проводились с периодичностью 2 раза в месяц. Результаты выполненных работ приведены в таблице 2.2.3.

Таблица 2.2.3 Положение пьезометрической поверхности подземных вод на водозаборном участке ОАО «Манотомь»

Дата замера уровня подземных вод	№№ Скважин	
	Т-0493	4П-02
12.01.2017 г.	10,4	9,5
26.01.2017 г.	10,3	9,4
13.02.2017 г.	10,4	9,5
27.02.2017 г.	10,5	9,7
10.03.2017 г.	10,2	9,3
27.03.2017 г.	10,5	9,6
10.04.2017 г.	10,7	9,8
24.04.2017 г.	11,0	10,2
11.05.2017 г.	11,4	10,5
26.05.2017 г.	10,9	10,1
09.06.2017 г.	10,5	9,6
26.06.2017 г.	11,2	10,4
10.07.2017 г.	12,0	11,1
25.07.2017 г.	11,9	11,0
10.08.2017 г.	11,8	11,0
25.08.2017 г.	11,2	10,4
11.09.2017 г.	10,6	9,8
25.09.2017 г.	10,4	9,5

10.10.2017 г	10,2	9,3
26.10.2017 г	10,8	9,9
10.11.2017 г.	11,4	10,5
27.11.2017 г.	11,1	10,2
11.12.2017 г	10,8	9,9
25.12.2017 г.	10,5	9,6

Проведённые наблюдения за уровнем режимом подземных вод на водозаборном участке показывают, что положение уровня в неработающей скважине изменялось от 9,3 до 11,1 м, эксплуатируемой – от 10,2 до 12,0 м.

Отбор проб для исследования качественного состава подземных вод осуществляется ежегодно. Лабораторные исследования выполняются в аккредитованных гидрохимических лабораториях.

2.3 Характеристика качества подземных вод на водозаборном участке ОАО «Манотомь»

При характеристике качественного состава подземных вод использованы материалы аналитических исследований проб воды, отобранных при гидродинамических исследованиях подземных вод в рамках данной работы и данные, предоставленные пользователем недр за период 2015-2017 годов.

Согласно аналитическим исследованиям, используемые подземные воды относятся к гидрокарбонатному типу. Содержание гидрокарбонат-ионов составляет 469,9 и 665,1 мг/л (72,77 %-экв) (табл. 2.3.1). Содержание хлор-иона встречается в количестве 76,2-86,9 мг/л. В катионном составе преобладают ионы кальция и магния, содержание которых составляют 158,7-198 мг/л и 31,4-42,8 мг/л, соответственно (табл. 2.3.1).

Подземные воды пресные величина минерализации составляет 664,0-952,5 мг/л. Среда вод нейтральная, рН равен 7,0-7,4 ед. рН. По показателю жесткости подземные воды относятся к жестким и очень жестким, величина жесткости изменяется в интервале 9,6-12,7 °Ж, составляя в среднем 11,4 °Ж.

Анионный состав, по результатам опробования, характеризуется следующими показателями: сульфат-ионов – до 51,7 мг/л, фосфат-ионов – менее 0,05 мг/л. азотистые соединения (нитраты, нитриты, аммоний) присутствуют в подземных водах в количестве, не превышающем нормативные значения (табл. 2.3.1).

Во всех пробах выявлены повышенные концентрации железа (2,6-6,92 мг/л при ПДК 0,3 мг/л) и марганца (0,26-0,35 мг/л при ПДК 0,1 мг/л), что является характерной особенностью для подземных вод региона в целом.

Присутствие в подземных водах железа, марганца, кремния в количестве, превышающем нормативные значения, ухудшает такой органолептический показатель, как мутность, увеличивая его значение относительно допустимой величины. Показатели запаха, привкуса подземных вод при температуре 20 °С и 60°С и цветности соответствуют требованиям санитарных норм (табл. 2.3.1).

Таблица 2.3.1 – Результаты химического анализа воды по расширенному перечню

№ скважины	Дата отбора пробы	Запах, баллы	Вкус, баллы	Цветность, °	Мутность, ЕМФ	рН, ед.рН	Сухой остаток, мг/л	Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /л	Жесткость, мг-экв./л	Фенолы (летучие), мг/л	Содержание, мг/л			
											Fe	Mn	NO ₃	NO ₂
ПДК Сан ПиН 2.1.4.1074-01 [7], ГН 2.1.5.1315-03 [8]		2	-	20	2,6	6-9	1000	5,0	7,0	0,1	0,3	0,1	45,0	3,0
Т-0493	17.12.2015 г.	1	-	-	>4.6*	7.21	710	1.44	12.5	не опр.	2.84	0.27	< 0.2	< 0.2
4П-02		1	не опр.	не опр.	>4.6*	7.4	840	2.08	12.5	не опр.	< 0.1	0.28	< 0.2	< 0.2
Т-0493	13.12.2016 г.	1	не опр.	не опр.	>4.6*	7.21	683.5	1.15	9.6	не опр.	6.92	0.32	< 0.44	< 0.003
4П-02		4	не опр.	не опр.	>4.6*	7	886	2.43	12.7	не опр.	11.1	0.31	< 0.44	< 0.003
Т-0493	16.08.2017 г.	1	2	18	59	7.2	664	0.95	10.5	< 0.002	2.6	0.26	< 0.10	< 0.01
4П-02		1	2	16	70	7.2	792	1.8	13.4	< 0.002	3.8	0.3	0.19	< 0.01
Т-0493	24.10.2017 г.	4	не опр.	не опр.	>4.6*	7.1	733.5	1.55	10.2	не опр.	3.93	0.30	< 0.2	< 0.2
4П-02		3	не опр.	не опр.	>4.6*	7.1	952.5	2.7	11.1	не опр.	6.07	0.35	< 0.2	< 0.2

Окончание таблицы 2.3.1

№ скважины	Дата отбора пробы	Содержание, мг/л												Наименование лаборатории, выполнившей анализ	
		NH ₄	SO ₄	Cl	PO ₄	HCO ₃	Ca	Mg	Na	K	Si	АПАВ, мг/л	Нефтепродукты, мг/л		
ПДК Сан ПиН 2.1.4.1074-01 [7], ГН 2.1.5.1315-03 [8]		1.5	500	350	3,5	не норм.	не норм.	50,0	200	не норм.	10,0	0,5	0,1	ФБУЗ ЦГиЭ в ТО	
Т-0493	17.12.2015 г.	не опр.	24	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	< 0,05	0,055		
4П-02		не опр.	57.5	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	8,70	< 0,05		0,049
Т-0493	13.12.2016 г.	не опр.	64.4	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	11,8	< 0,05		0,044
4П-02		не опр.	81.0	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	10,9	< 0,05		0,049
Т-0493	16.08.2017 г.	2.55	29.7	86.9	< 0.05	469.9	158.7	31.4	13	1.5	12,2	< 0,01	0,107		АО ГХЛ ТГМ
4П-02		1.76	51.7	76.2	< 0.05	665.1	198	42.8	19.4	2	10	< 0,01	0,023		
Т-0493	24.10.2017 г.	не опр.	37.0	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	10,6	< 0,015	0,041	ФБУЗ ЦГиЭ в ТО
4П-02		не опр.	73	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	10,6	< 0,015	0,039	

Присутствие органических веществ в водах определялось по величине фенолов, содержанию нефтепродуктов, перманганатной окисляемости, анионно-поверхностных активных веществ. Концентрация органических соединений в подземных водах не превышает нормируемых значений (табл. 2.3.1).

Микрокомпонентный состав подземных вод определен по довольно широкому перечню показателей (табл. 2.3.2). В подземных водах были определены концентрации элементов 1, 2 и 3 класса опасности (по СанПиН 2.1.4.1074-01 [7]): кремния, меди, кадмия, мышьяка, свинца, алюминия, цинка, ртути, хрома, никеля, селена, бора и т. д. Полученные значения определяемых показателей не превышают, и чаще всего много меньше, установленных нормативов.

В эпидемиологическом отношении подземные воды чистые, здоровые. Микробиологические показатели соответствуют действующим нормативным документам (табл. 2.3.3).

Радиационные показатели воды определялись по содержанию суммарной активности альфа- и бета-излучающих нуклидов. Радиологические исследования показали, что эти показатели не превышают гигиенические нормативы (табл. 2.3.4).

Многолетний период эксплуатации водозаборного участка показывает, что качественный состав подземных вод стабильный. Значения нормируемых компонентов и показателей изменяются в допустимых пределах, что позволяет прогнозировать сохранение химического типа и качественного состава подземных вод на расчетный период эксплуатации водозабора.

Таблица 2.3.2 – Микрокомпонентный состав подземных вод

№ скважины	Дата отбора пробы	Микроэлементы, мг/л											
		F	Li	Sr	Al	Be	Cu	Mo	As	Cd	Ni	Hg	Pb
ПДК Сан ПиН 2.1.4.1074-01 [7], ГН 2.1.5.1315-03 [8]		1,5	0,03	7,0	0,2	0,0002	1,0	0,25	0,01	0,001	0,02	0,005	0,01
T-0493	17.12.2015 г.	-	-	-	< 0,44	-	< 0,00006	-	-	< 0,0002	0,0088	< 0,00004	< 0,0002
4П-02		-	-	-	< 0,4	-	< 0,00006	-	-	< 0,0002	0,0088	< 0,00004	< 0,0002
T-0493	13.12.2016 г.	0,2	-	-	-	-	< 0,00006	-	-	< 0,0002	0,00056	< 0,00004	< 0,0002
4П-02		0,16	-	-	-	-	< 0,00006	-	-	< 0,0002	0,0024	< 0,00004	< 0,0002
T-0493	16.08.2017 г.	-	0,0043	0,73	< 0,04	< 0,0002	0,0062	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,01	< 0,0001	< 0,003
4П-02		-	0,007	1,14	< 0,04	< 0,0002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,01	< 0,0001	< 0,003
T-0493	24.10.2017 г.	-	-	-	< 0,04	-	< 0,00006	-	-	< 0,0002	-	< 0,00004	< 0,0002
4П-02		-	-	-	< 0,04	-	< 0,00006	-	-	< 0,0002	0,0072	< 0,00004	< 0,0002

Окончание таблицы 2.3.2

№ скважины	Дата отбора пробы	Микроэлементы, мг/л								Наименование лаборатории, выполнившей анализ
		Se	Cr	Zn	Ba	B	Br	I	Co	
ПДК Сан ПиН 2.1.4.1074-01 [7], ГН 2.1.5.1315-03 [8]		0,01	<0,02	0,012	1,5	0,5	0,2	0,125	0,1	
T-0493	17.12.2015 г.	-	-	< 0,0005	-	-	-	-	< 0,001	ФБУЗ ЦГиЭ в ТО
4П-02		-	-	< 0,0005	-	-	-	-	< 0,001	
T-0493	13.12.2016 г.	-	-	0,0044	-	-	-	-	< 0,001	
4П-02		-	-	0,0012	-	-	-	-	< 0,001	
T-0493	16.08.2017 г.	< 0,001	< 0,02	0,012	< 0,05	< 0,10	1,1	< 0,10	-	АО ГХЛ ТГМ
4П-02		< 0,001	< 0,02	< 0,004	< 0,05	< 0,10	1,5	< 0,10	-	АО ГХЛ ТГМ
T-0493	24.10.2017 г.	-	-	< 0,0005	-	-	-	-	< 0,001	ФБУЗ ЦГиЭ в ТО
4П-02		-	-	< 0,0005	-	-	-	-	< 0,001	

Таблица 2.3.3 – Результаты анализа воды по микробиологическим показателям

№№ скважин	Дата отбора пробы	Общее микробное число (ОМЧ)	Общие колиформные бактерии (ОКБ)	Термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ)	Наименование лаборатории, выполнившей анализ
ПДК (СанПиН 2.1.4.1074-01 [7])		не более 50	не допускается	не допускается	ФБУЗ ЦГиЭ в ТО
единицы измерения		КОЕ/мл	КОЕ/100мл	КОЕ/100мл	
Т-0493	17.12.2015 г.	0	не обн.	не обн.	
4П-02		1	не обн.	не обн.	
Т-0493	13.12.2016 г.	0	не обн.	не обн.	
4П-02		1	не обн.	не обн.	
Т-0493	24.10.2017 г.	0	не обн.	не обн.	
4П-02		0	не обн.	не обн.	

Таблица 2.3.4 – Результаты анализа воды по радиологическим показателям

№№ скважин	Дата отбора	Значения, Бк/л		Лаборатория, выполнившая анализ
		суммарная альфа-активность	суммарная бета-активность	
ПДК (СанПиН 2.1.4.2580-10 [9])		0.2	1	ФБУЗ ЦГиЭ в ТО
Т-0493	17.12.2015 г.	<0,01	0,1219	
4П-02		<0,01	0,2386	
Т-0493	13.12.2016 г.	<0,01	0,4041	
4П-02		0,0491	0,038	
Т-0494	24.10.2017 г.	0,1335	0,3142	
4П-02		0,0327	0,2415	

2.4 Подсчет запасов подземных вод на водозаборном участке ОАО «Манотомь»

Аналитический метод на основании опытно-фильтрационных работ

Опытно-фильтрационные работы проводятся с целью определения основных гидрогеологических параметров эксплуатируемых водоносных отложений палеозойского фундамента: определение дебита эксплуатационных скважин, определение пьезометрической поверхности подземных вод, подсчет коэффициентов водопроницаемости и пьезопроводности.

В связи с тем, что работы проводились на действующем водозаборе, продолжительность опыта была ограничена возможностью вывода скважин из системы водоснабжения завода. Производительность эксплуатационных скважин соответствовала текущей потребности пользователя в воде.

До начала проведения опытно-фильтрационных работ скважина Т-0493 в течении пяти суток находилась в постоянной работе со средним расходом 257 м³/сут. Скважина 4П-02 является резервной, и была выбрана для опытов в качестве наблюдательной.

Динамический уровень подземных вод перед проведением опытно-фильтрационных работ зафиксировался в скважине Т-0493 на глубине 10,28 м, в скважине 4П-02 – на глубине 10,53 м. Расстояние между скважинами составляет 90 м.

Так как скважина Т-0493 находится в постоянной работе, опыт начался с восстановления уровня подземных вод. После одновременного выключения скважины из работы, выполнялись наблюдения за уровнем подземных вод в обеих скважинах. После отключения насоса восстановление составило 1-3 см в минуту. За час восстановление уровня поднялось на 0,3 м. Восстановление уровня подземных вод происходит медленно, что обуславливается

неоднородными фильтрационными свойствами и водообильностью палеозойских отложений. Уровень подземных вод восстановился в скважине Т-0493 на 2,85 м, в скважине 4П-02 – на 2,77 м. Условный статический уровень, на конец восстановления, установился на глубине 7,52 м в скважине Т-0493 и 7,76 м в скважине 4П-02.

Ввиду того, что при откачке было нарушено условие постоянства расхода то, график прослеживания уровня становится не надежным. При быстрой смене расхода нет никакой уверенности утверждать, что при дальнейшем ходе графика достигается квазистационарный режим водопритока. С учетом этого для определения фильтрационных параметров, на графиках выбирается прямолинейный участок, обладающий наибольшим наклоном.

Гидрогеологические параметры, подсчитанные по восстановлению уровня подземных вод.

Гидрогеологические параметры были рассчитаны по методу Хорнера (метод обработки фильтрационного потока по данным восстановления уровня после откачки):

$$S^* = \frac{Q}{4\pi Km} \ln \frac{T+t}{t}$$

где T – длительность предшествующей откачки (сут), принимаем как 5 суток; t – время восстановления (сут); Q – средний дебит скважины при постоянной работе ($\text{м}^3/\text{сут}$) – $257 \text{ м}^3/\text{сут}$; Km – коэффициент водопроницаемости ($\text{м}^2/\text{сут}$).

Коэффициент водопроницаемости (Km) определяется по зависимости:

$$Km = \frac{Q}{4\pi C}$$

где C – угловой коэффициент.

Полученные результаты показаны на рисунках 2.4.1, 2.4.2. Графики построены по фактическим данным восстановления уровня, отсчитанного от

окончания откачки. Для определения параметров использован способ прямой линии.

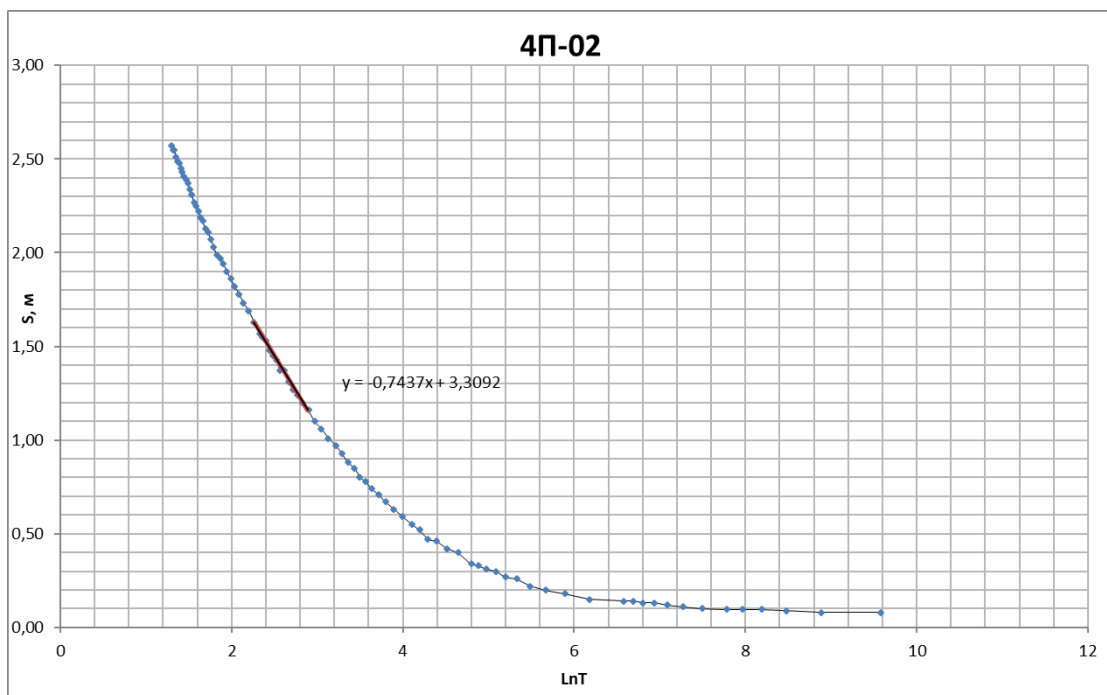


Рисунок 2.4.1 – График восстановления уровня скв. Т-0493, с выделением прямолинейного участка

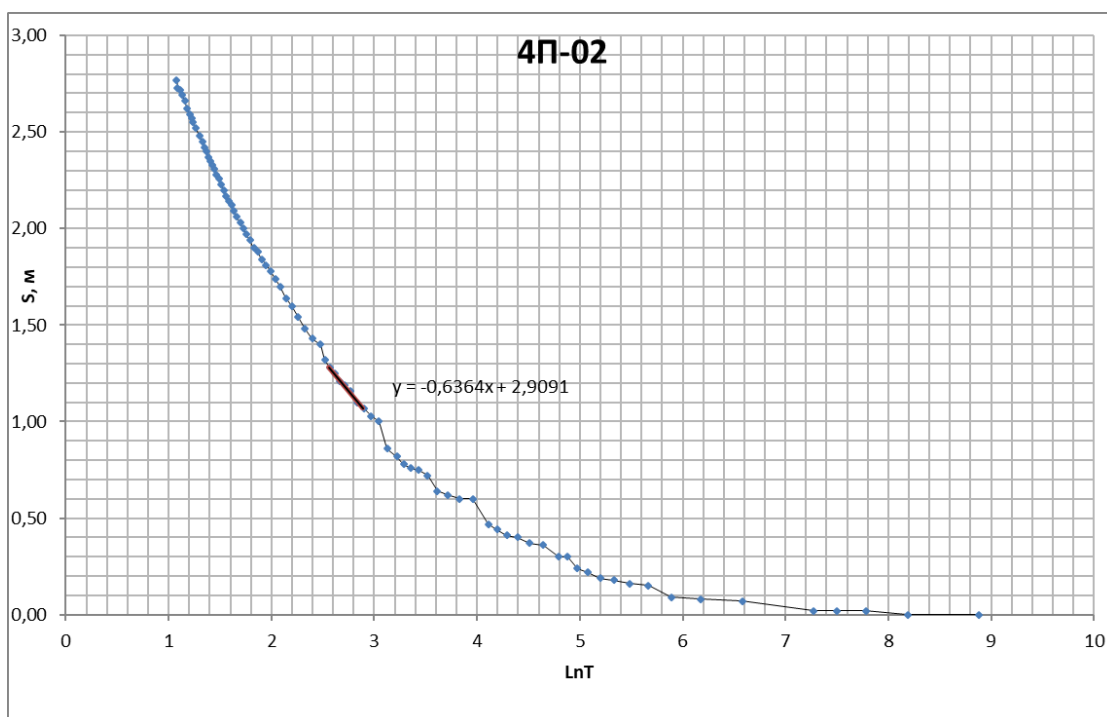


Рисунок 2.4.2 – График восстановления уровня скв. 4П-02, с выделением прямолинейного участка

Таблица 2.4.1 – Значения фильтрационных параметров, полученных в ходе обработки результатов восстановления

№ скв.	$Km, м^2/сут$	$a, м^2/сут$
Т-0493	55,86	-
4П-02	56,25	-

Гидрогеологические параметры, подсчитанные при понижении уровня подземных вод.

Гидрогеологические параметры были рассчитаны методом временного прослеживания уровня.

$$S - lgt$$

Гидрогеологические параметры определены по методу временного прослеживания уровня:

$$S = \frac{Q}{4\pi Km} \ln \frac{2,25at}{r^2}$$

где t – время откачки (сут); Q – средний дебит скважины при постоянной работе ($м^3/сут$) – 257 $м^3/сут$; Km – коэффициент водопродимости ($м^2/сут$); a – коэффициент пьезопроводности ($м^2/сут$); r – радиус скважины (м).

Коэффициент водопродимости (Km) определяется по зависимости:

$$Km = \frac{Q}{4\pi C}$$

где C – угловой коэффициент, соответствующий прямолинейному участку на графике.

Коэффициент пьезопроводности (a) определяется следующей зависимостью:

$$\ln a = \frac{A}{C} - \ln 2,25 + 2 \ln r$$

где A – величина, которую отсекает прямая линия на оси координат; r – расстояние между опытной и наблюдательной скважинами – 90 м.

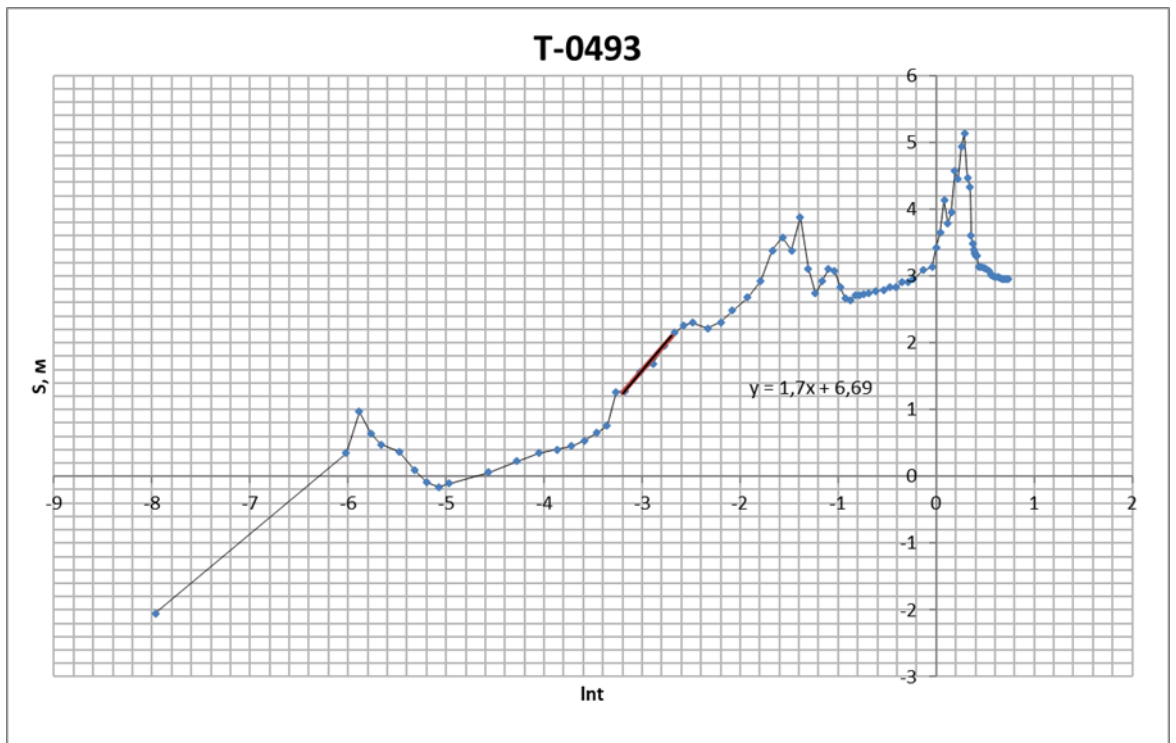


Рисунок 2.4.3 – График временного отслеживания уровня скв. Т-0493, с выделением прямолинейного участка

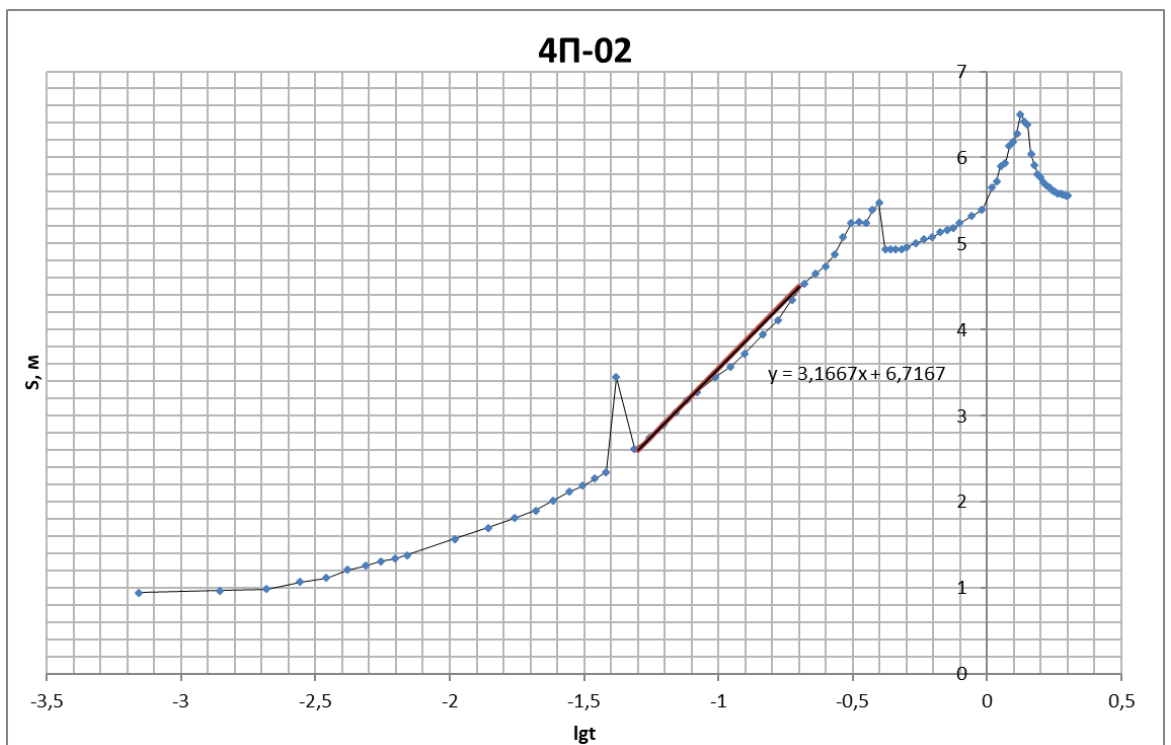


Рисунок 2.4.4 – График временного отслеживания уровня скв. 4П-02 с выделением прямолинейного участка

Таблица 2.4.2 – Значения фильтрационных параметров, полученных в ходе обработки результатов откачки

№ скв.	K_m , м ² /сут	a , м ² /сут
Т-0493	20,08	-
4П-02	10,78	30023,68

Подсчет запасов подземных вод гидродинамическим методом.

Для решения поставленной задачи необходимо воспользоваться уравнением Тейса-Джейкоба для квазистационарного режима водопритока:

$$S = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot K_m} \cdot \ln \frac{2.25 \cdot a \cdot t}{r^2}$$

где Q - расход скважины, м³/сут; K_m – коэффициент водопроницаемости водоносного горизонта, м²/сут; a – коэффициент пьезопроводности водоносного горизонта, м²/сут; t – расчетное время работы скважины, сут; r – радиус-вектор, на конце которого определяется понижение пьезометрической поверхности (S), м.

Заявленная водопотребность Q составляет 219,18 м³/сут; коэффициент водопроницаемости (K_m) принимается как средний, и равен 35,7 м²/сут; коэффициент пьезопроводности (a) равен 30023,7 м²/сут; t принимаем как время эксплуатации водозабора 10000 сут; r – радиус скважины 0,1 м.

$$S = \frac{219,18}{4 \cdot \pi \cdot 35,7} \cdot \ln \frac{2.25 \cdot 30023,7 \cdot 10000}{0,1^2} = 12,13 \text{ м}$$

Напор над кровлей отложений лагерносадской свиты на участке работ составляет 52,2-57,5 м. Допустимое понижение ($S_{\text{доп}}$) при подсчете запасов подземных вод принято по наименьшей величине напора, равной 52,2 м.

Если выполняется неравенство $S_{\text{расч}} < S_{\text{доп}}$, то запасы подземных вод можно считать обеспеченными.

$$12,13 \text{ м} < 52,2 \text{ м}$$

Запасы подземных вод в 218,19 м³/сут обеспечены.

Подсчет запасов подземных вод гидравлическим методом.

Гидравлический метод оценки эксплуатационных запасов обычно применяется в таких гидрогеологических условиях, когда вследствие фильтрационной неоднородности пласта очень трудно применить известные аналитические решения.

Для месторождений трещинно-карстовых вод, где водоносные породы обладают большой гидрогеологической неоднородностью как в плане, так и в разрезе, учесть которую строгими гидродинамическими решениями практически невозможно.

Такие же неоднородные гидрогеологические условия имеются на месторождениях трещинно-жильных вод зон тектонических нарушений.

Гидравлический метод можно применить для промышленной переоценки эксплуатационных запасов подземных вод на участке действующих водозаборных сооружений.

Основным достоинством гидравлического метода является то, что применение его для оценки эксплуатационных запасов не требует определения расчетных гидрогеологических параметров пласта. Однако этот метод имеет существенные недостатки. Он не учитывает фактора времени, то есть изменение во времени уровня (или дебита) скважин. Поэтому расчеты по гидравлическому методу не позволяют оценить обеспеченность эксплуатационных запасов. Исходя из этого, целесообразно для оценки эксплуатационных запасов гидравлический метод применять совместно с гидродинамическим [2].

Проанализировав таблицу 2.2.2 пункта 2.2, можно утверждать, что заявленная потребность в подземных водах в 219,18 м³/сут будет удовлетворена. Откачка производилась со средним дебитом 257 м³/сут, что также покрывает водопотребность ОАО «Манотомь».

Однако этот метод не учитывает понижение уровня подземных вод, а значит неизвестно будут ли обеспечены запасы подземных вод для нужд завода в течении эксплуатации водозабора.

2.5 Определение границ ЗСО аналитическим методом

Для обеспечения санитарно-эпидемиологической надёжности работы водозаборной скважины необходимо создание вокруг нее зоны санитарной охраны (ЗСО) в составе трёх поясов. Первый пояс ЗСО - это пояс строгого режима, второй и третий пояса – пояса ограничений.

Первый пояс зоны санитарной охраны предназначен для устранения возможности случайного или умышленного загрязнения воды источника в месте расположения водозаборных и водопроводных сооружений. По материалам гидрогеологической характеристики участка п. 2.1, подземные воды, приуроченные к палеозойским отложениям лагерносадской свиты (C_{1lg}) относятся к категории защищённых от проникновения поверхностных загрязнений, так как в кровле залегают водоупорные отложения общей мощностью более 50,0 м. В этой связи, согласно СанПиН 2.1.4.1110-02 [10] (пункт 2.2.1), границы первого пояса зоны санитарной охраны скважины №Т-0493, принимаются в радиусе 30 метров от центра скважины. Общий вид зоны санитарной охраны скважинного водозабора приведен на рис. 2.5.1.

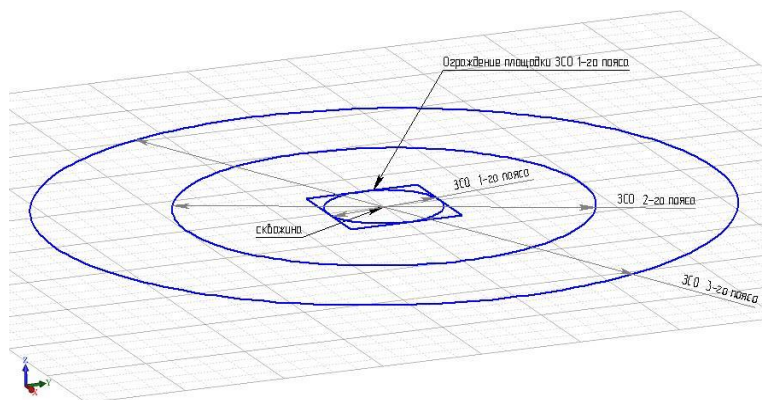


Рисунок 2.5.1 – Схема зоны санитарной охраны скважинного водозабора

Принципиальная схема движения подземных вод к водозабору при наличии естественного потока отображена на рис. 2.5.2.

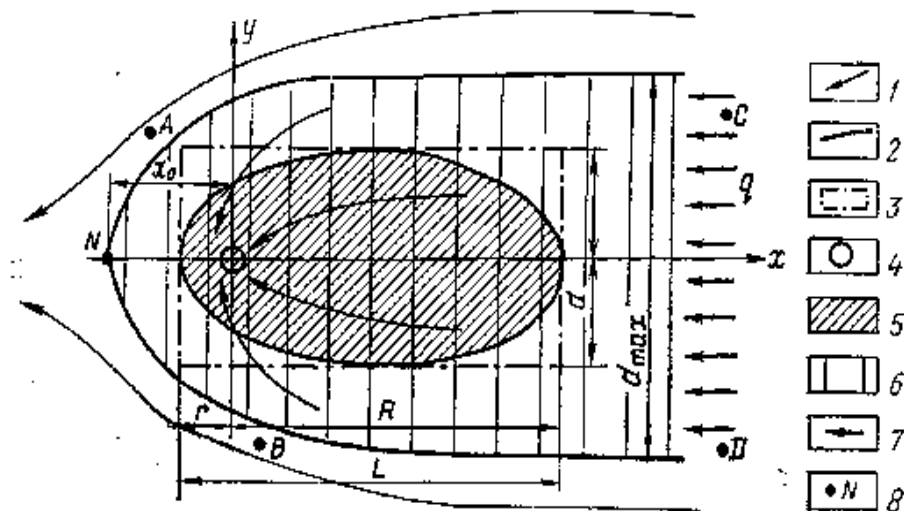


Рисунок 2.5.2 – Схема фильтрации подземных вод к водозабору [3]:

1 — линии тока; 2 — нейтральная линия тока; 3 — граница ЗСО; 4 — водозабор; 5 — область захвата; 6 — область питания; 7 — направление естественного потока подземных вод; N — раздельная точка, q — естественный поток подземных вод; R и r — максимальные расстояния по оси x от водозабора до верхней и нижней границ области захвата на время T ; L — длина ЗСО; $2d$ — ширина ЗСО.

На схеме выделяются следующие характерные участки:

- Область питания водозабора, ограниченная раздельной (нейтральной) линией тока. В пределах области питания все линии тока заканчиваются на водозаборе. За пределами области питания линии тока огибают водозабор и, следовательно, располагающиеся здесь частицы воды или загрязнения, попадающие на поверхность подземных вод на данном участке, никогда не достигнут водозабора;

- Область захвата водозабора, образовавшаяся за время работы водозабора (T), составляет часть области питания. Частицы воды, располагающиеся внутри области захвата, к концу расчётного времени (T) обязательно поступят к водозабору. Область захвата схематично может быть изображена в виде эллипса, вытянутого вдоль потока подземных вод. Вверх

по потоку подземных вод размер ЗСО будет большим, т.к. здесь складываются градиент естественного потока и градиент депрессионной воронки. Площадь области захвата увеличивается в процессе эксплуатации водозабора, её предельное положение устанавливается по отдельной линии тока.

Второй пояс ЗСО предназначен для защиты водоносного горизонта от микробных загрязнений. Основным параметром, определяющим расстояние от границы II пояса ЗСО до водозаборной скважины, является расчётное время (T_m) продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору, которое должно быть достаточным для утраты жизнеспособности патогенных микроорганизмов, т.е. для эффективного самоочищения. Расчётное время T_m , согласно таблице 1 [4] принимается равным 200 суток (II - III климатический район, подземные воды находятся в условиях отсутствия прямой гидравлической связи с открытым водоёмом).

Третий пояс ЗСО предназначен для защиты водоносного горизонта от химических загрязнений. Параметром, определяющим расстояние от границы III пояса ЗСО до водозаборной скважины №Т-0493, является расчётное время (T_x) продвижения химического загрязнения с потоком подземных вод к водозабору, равное принимаемому сроку эксплуатации водозабора (10000 суток). Практически граница третьего пояса ЗСО – это отдельная линия тока.

Задача гидрогеологического обоснования границ II и III поясов ЗСО в конечном итоге сводится к определению параметров: R – протяжённость границ вверх по потоку подземных вод; r – протяжённость границ вниз по потоку подземных вод; d – половина общей ширины площади захвата потока подземных вод. Для практических расчётов ЗСО область захвата целесообразно схематизировать в виде прямоугольника шириной $2d$ и общей протяжённостью L , причём $L = r + R$.

Расчёт границ третьего пояса зоны санитарной охраны

По формуле (4.1) определим расстояние (X_p) от центра тяжести водозабора до водораздельной точки N:

$$X_p = Q/2\pi q;$$

где Q – проектный дебит водозабора 219,18 м³/сут; q – единичный расход потока подземных вод на участке расположения водозабора в естественных условиях, м²/сут.

$$q = Km \cdot I;$$

где Km – коэффициент водопроницаемости водоносного комплекса, 35,7 м²/сут; I – гидравлический уклон потока подземных вод, д.ед. = 0,0007.

$$q = 35,7 \cdot 0,0007 = 0,025 \text{ м}^2/\text{сут}$$

Подставив численные значения в формулу (4.1), получим:

$$X_p = 219,18 / (2 \cdot 3,14 \cdot 0,025) = 488,8 \text{ м}$$

Для оценки параметров R , r , d , характеризующих геометрические размеры 3-го пояса ЗСО, определим по следующей формуле параметр безразмерного времени (\check{T}):

$$\check{T} = q \cdot T / m \cdot n \cdot X_p;$$

где T – расчётный срок эксплуатации водозабора, сут = 10000; m – мощность продуктивного водоносного горизонта, 40 м; n – активная пористость водовмещающих отложений, 0,02 д.ед.

$$\check{T} = 0,025 \cdot 10000 / (40 \cdot 0,02 \cdot 488,8) = 1,83$$

По графику (рис. 2.5.3) [4] для значения безразмерного времени \check{T} , равного 2,09, определим приведенные характеристики \check{R} и \check{r} , соответственно: $\check{R} = 3,4$; $\check{r} = 0,93$. Отсюда, используя зависимости $R = X_p \cdot \check{R}$, $r = X_p \cdot \check{r}$, получим:

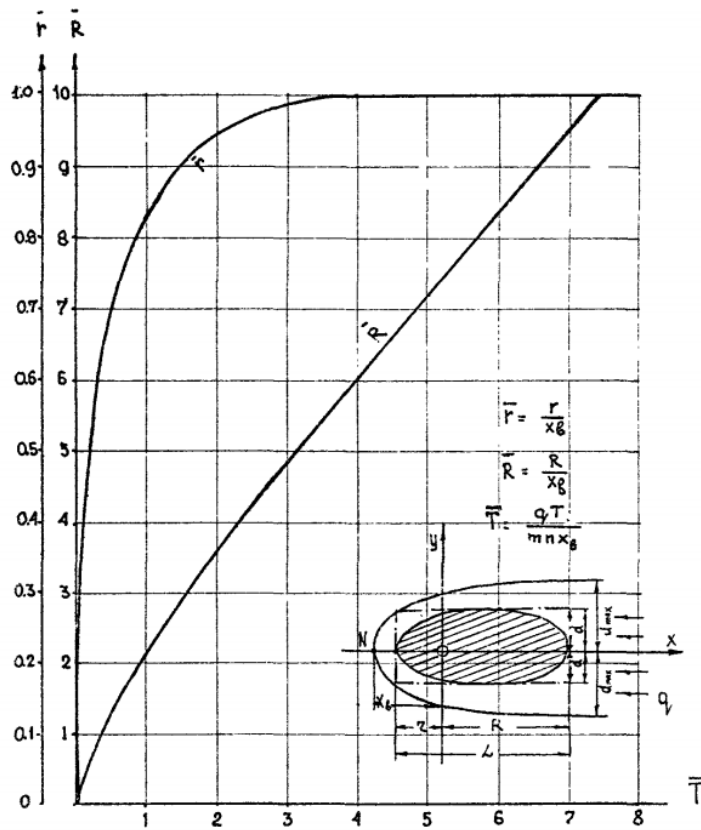


Рисунок 2.5.3 – График для определения протяженности ЗСО (r и R)

[4]

$$R = X_p \cdot \bar{R} = 488,8 \cdot 3,4 = 1661 \text{ м}$$

$$r = X_p \cdot \bar{r} = 488,8 \cdot 0,93 = 455 \text{ м}$$

Полуширина третьего пояса зоны санитарной охраны определяется по зависимости:

$$d = 2 \cdot T \cdot Q / \pi \cdot m \cdot n \cdot L$$

где $L = R + r$, м.

Отсюда:

$$d = 2 \cdot 10000 \cdot 219,18 / 3,14 \cdot 40 \cdot 0,02 \cdot (1661 + 455) \approx 825 \text{ м.}$$

Воспользовавшись приложением «яндекс карты», рисуем схему границ ЗСО III пояса (рис. 2.5.4)





-  - Граница III пояса ЗСО
-  - Территории ГРЭС-2

Рисунок 2.5.4 – Схематическое изображение границ ЗСО III пояса

Исходя из рисунка 2.5.4 можно сделать вывод, что тепловая электростанция ГРЭС-2 попадает в границу III пояса ЗСО. В связи с этим на этапе эксплуатации водозабора рекомендуется выполнить геомиграционное моделирование, чтобы спрогнозировать влияние ГРЭС-2 на химический состав подземных вод.

Расчёт границ второго пояса зоны санитарной охраны

Определим по следующей формуле численное значение безразмерного параметра \check{T} , соответственно:

$$\check{T} = q \cdot T / m \cdot n \cdot X_p;$$

$$\check{T} = 0,0714 \cdot 200 / 40 \cdot 0,02 \cdot 488,8 = 0,04$$

По таблице 2.5.1 [3] определим приведенные характеристики \check{R} и \check{r} с помощью интерполяции:

Таблица 2.5.1 – Величины R , r и d в зависимости от расчетного времени m [3]

m	R	r	d	T	R	r	d
0,01	0,149	0,135	0,142	5	7,091	0,998	2,415
0,02	0,213	0,187	0,200	6	8,222	0,999	2,522
0,05	0,351	0,284	0,315	7	9,336		2,605
0,1	0,517	0,384	0,445	8	10,437		2,670
0,2	0,773	0,507	0,626	9	11,528		2,722
0,3	0,987	0,589	0,762	10	12,611		2,765
0,5	1,358	0,699	0,973	15	17,942		2,895
1	2,147	0,842	1,338	20	23,186		2,961
2	3,506	0,948	1,789	30	33,543		3,025
3	4,750	0,982	2,074	50	54,008		3,074
4	5,937	0,994	2,271	100	104,661	1	3,109

$\check{R} = 0,305$; $\check{r} = 0,25$. Отсюда:

$$R = X_p * \check{R} = 488,8 * 0,305 = 149 \text{ м};$$

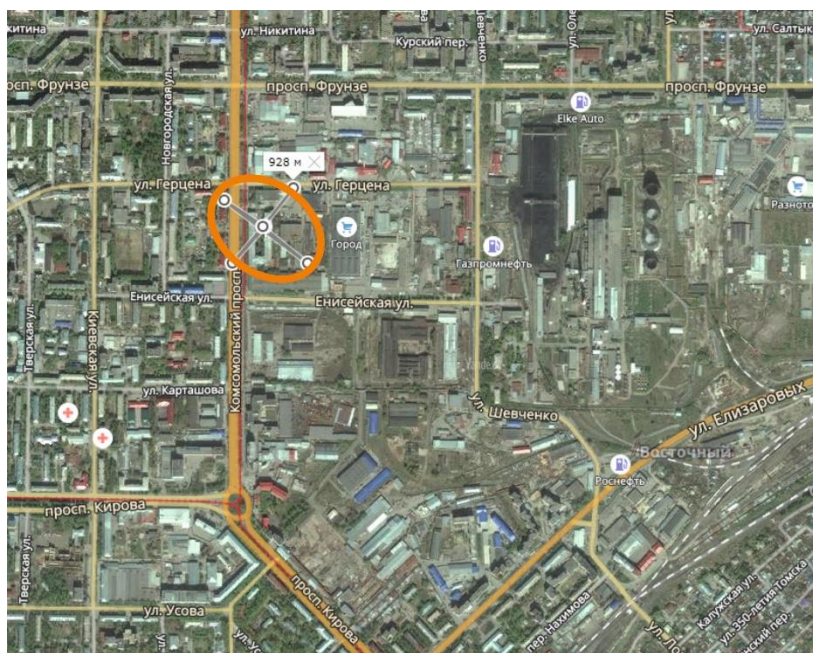
$$r = X_p * \check{r} = 488,8 * 0,25 = 122 \text{ м}$$

Ширину второго пояса ЗСО рассчитываем по формуле:

$$d = 2 * T * Q / \pi * m * n * L$$

$$d = 2 * 200 * 219,18 / 3,14 * 40 * 0,02 * (149 + 122) = 129 \text{ м}$$

С помощью приложения «яндекс карты», рисуем схему границ ЗСО II пояса (рис. 2.5.5)



○ - Граница II пояса ЗСО

Рисунок 2.5.5 – Схематическое изображение границ ЗСО II пояса

Рисунок 2.5.5 показывает, что тепловая электростанция границы II пояса ЗСО, находятся в пределах территории ОАО «Манотомь», которая покрыта асфальтированным покрытием, и где палеозойские образования хорошо защищены водоупорными отложениями коры выветривания мощностью более 50 м.

Согласно СанПиН 2.1.4.1110-02 [10], состав основных мероприятий по ограничению использования земельных участком на территории ЗСО включает в себя:

Первый пояс ЗСО

- территория первого пояса ЗСО должна быть спланирована для отвода поверхностного стока за ее пределы, озеленена, ограждена и обеспечена охраной. Дорожки к сооружениям должны иметь твердое покрытие;

- не допускается посадка высокоствольных деревьев, все виды строительства, не имеющие непосредственного отношения к эксплуатации, реконструкции и расширению водопроводных сооружений, в том числе прокладка трубопроводов различного назначения, размещение жилых и хозяйственно - бытовых зданий, проживание людей, применение ядохимикатов и удобрений.

- здания должны быть оборудованы канализацией с отведением сточных вод в ближайшую систему бытовой или производственной канализации, или на местные станции очистных сооружений, расположенные за пределами первого пояса ЗСО с учетом санитарного режима на территории второго пояса. В исключительных случаях при отсутствии канализации должны устраиваться водонепроницаемые приемники нечистот и бытовых отходов, расположенные в местах, исключающих загрязнение территории первого пояса ЗСО при их вывозе;

- водопроводные сооружения должны быть оборудованы с учетом предотвращения возможности загрязнения питьевой воды через оголовки и устья скважин, люки и переливные трубы резервуаров и устройства заливки насосов;

- все водозаборы должны быть оборудованы аппаратурой для систематического контроля соответствия фактического дебита при эксплуатации водопровода проектной производительности, предусмотренной при его проектировании и обосновании границ ЗСО.

Мероприятия по второму и третьему поясам ЗСО

- выявление, тампонирование или восстановление всех старых, бездействующих, дефектных или неправильно эксплуатируемых скважин, представляющих опасность в части возможности загрязнения водоносных горизонтов;

- бурение новых скважин и новое строительство, связанное с нарушением почвенного покрова, производится при обязательном согласовании с органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора;

- запрещение закачки отработанных вод в подземные горизонты, подземного складирования твердых отходов и разработки недр земли;

- запрещение размещения складов горюче - смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей промстоков, шламохранилищ и других объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения подземных вод.

Размещение таких объектов допускается в пределах третьего пояса ЗСО только при использовании защищенных подземных вод, при условии выполнения специальных мероприятий по защите водоносного горизонта от загрязнения при наличии санитарно-эпидемиологического заключения органов государственного санитарно-эпидемиологического надзора, выданного с учетом заключения органов геологического контроля.

Дополнительные (специальные) мероприятия по второму поясу ЗСО:

- не допускается размещение кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации, полей фильтрации, навозохранилищ, силосных траншей,

животноводческих и птицеводческих предприятий и других объектов, обуславливающих опасность микробного загрязнения [10].

2.6 Определение границ ЗСО с помощью моделирования

Методика решения задач геофильтрации

Общее дифференциальное уравнение нестационарной фильтрации с наличием внутренних и внешних источников-стоков имеет вид:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial H}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial H}{\partial z} \right) + w = \mu \frac{\partial H}{\partial t},$$

где x, y, z – координаты в пространстве;

$H = H(x, y, z, t)$ – напор подземных вод в пласте, м;

K_x, K_y, K_z – коэффициент фильтрации по соответствующим осям, м/сут;

$w = w(x, y, z, t, H)$ – интенсивность источников-стоков;

t – время, сут;

μ – водоотдача.

Данное уравнение может быть решено методом конечных разностей (МКР) реализованного в программе MODFLOW [McDonald M.G., 1988], суть которого заключается в составлении балансовых уравнений потока для отдельных его фрагментов (блоков), составляющих расчетную фильтрационную сетку. При пространственной дискретизации потока область фильтрации разбивается на расчетные блоки с узлами в центре блоков (Рис. 2.6.1).

Составив такое уравнение для каждого блока, получим систему линейных конечно-разностных уравнений, которая решается методом сопряженных градиентов.

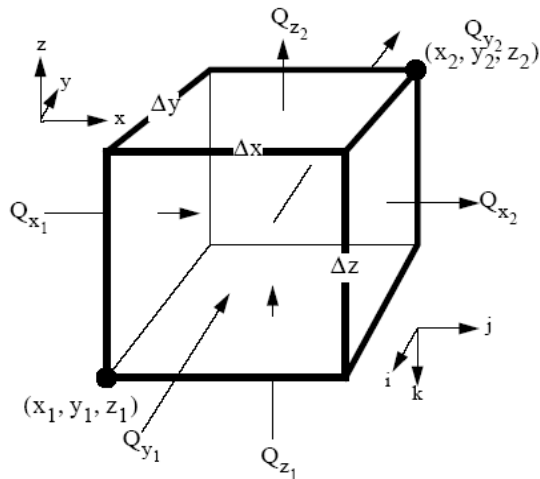


Рисунок 2.6.1 – Конечно-разностная ячейка и компоненты баланса расхода

Порядок создания численной модели одиночного водозабора

С помощью программы Surfer 15 извлекаем картографическую основу верхней поверхности территории г. Томска с помощью сервера SRTM Global 90m (рис. 2.6.1).

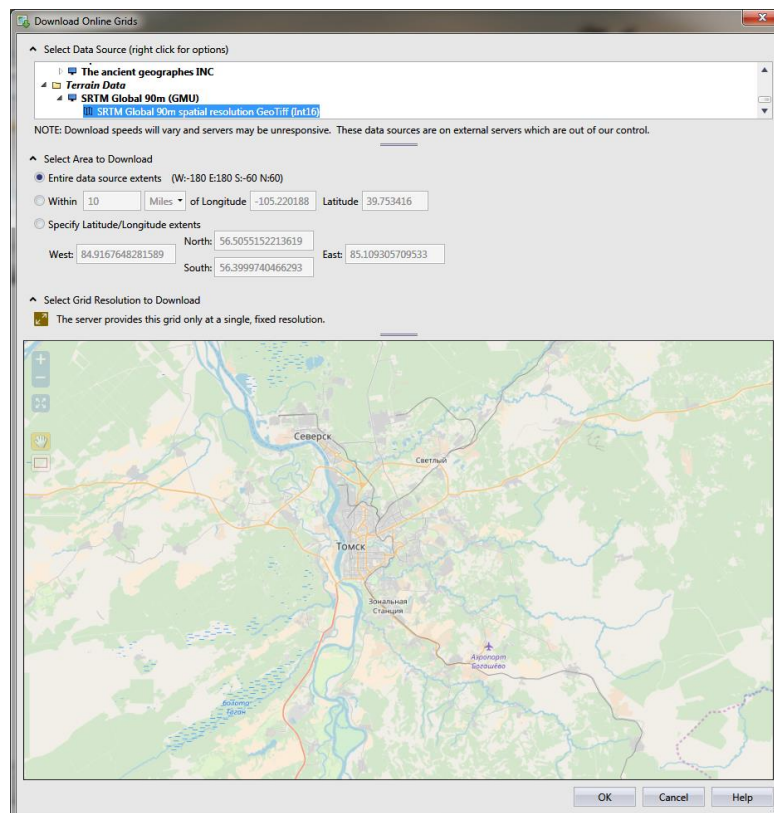


Рисунок 2.6.2 – Диалоговое окно ПК Surfer в режиме запроса фрагмента цифровой модели г. Томска

Представляем картографическую основу верхней поверхности территории г. Томска в проекции Гаусса-Крюгера зона 15 (рис. 2.6.3).

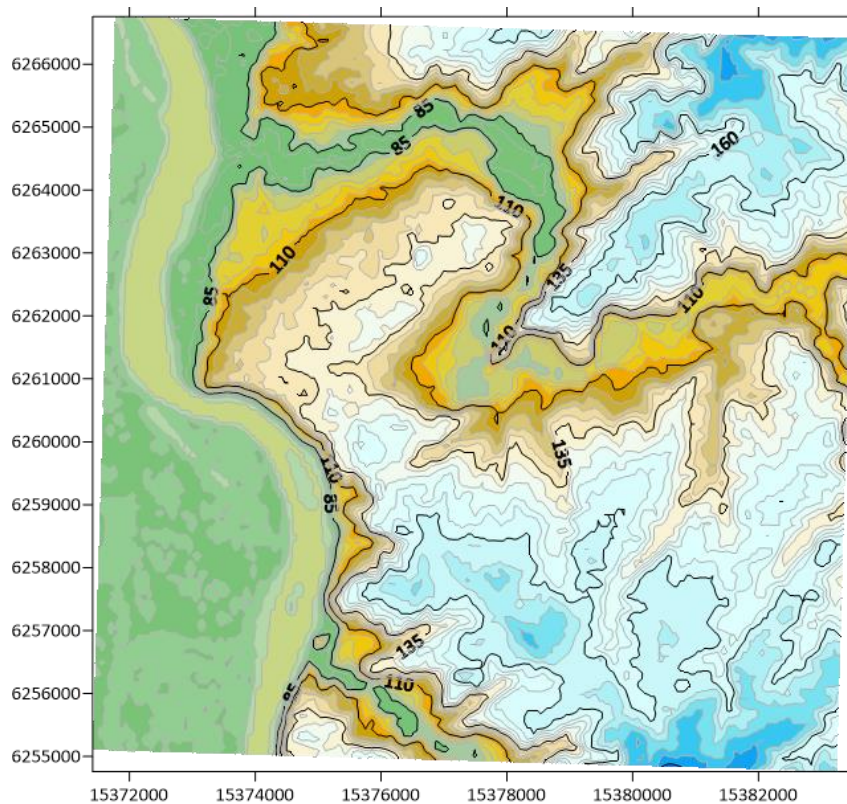


Рисунок 2.6.3 – Картографическая основа верхней поверхности численной модели территории г. Томска в проекции Гаусса-Крюгера зона 15

Полученную проекцию загружаем в ПК GMS, также подгружаем фрагмент космоснимка участка работ (рис. 2.6.4 и 2.6.5).

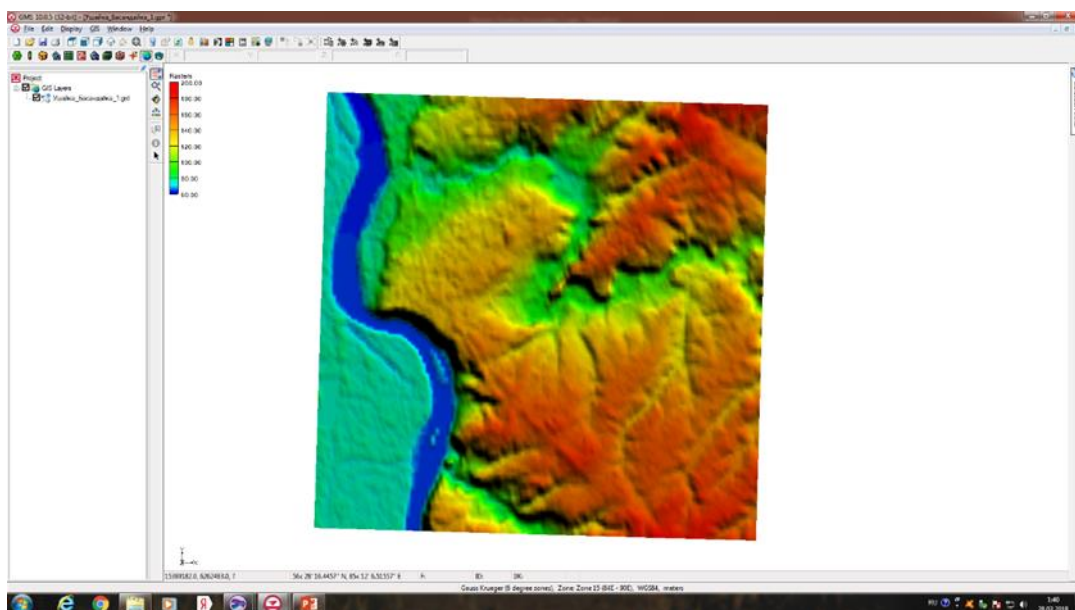


Рисунок 2.6.3 – Картографическая основа в ПК GMS

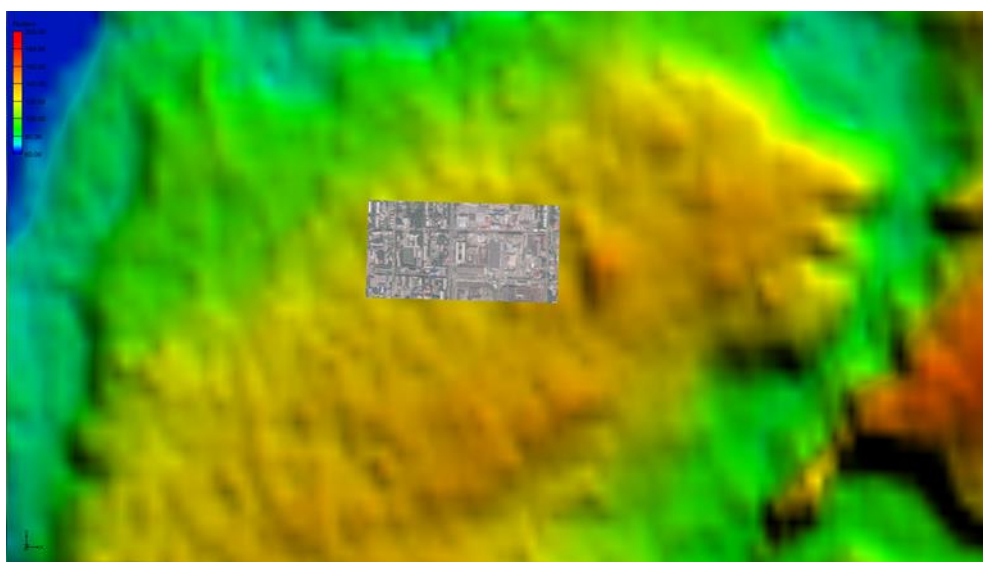


Рисунок 2.6.4 – Космоснимок на фоне цифровой модели рельефа
(ПК GMS)

Создаем координатную сетку 150x150 ячеек, размер ячейки 10x10 м, и задаем на ней реки с помощью картографической основы (рис.2.6.5).

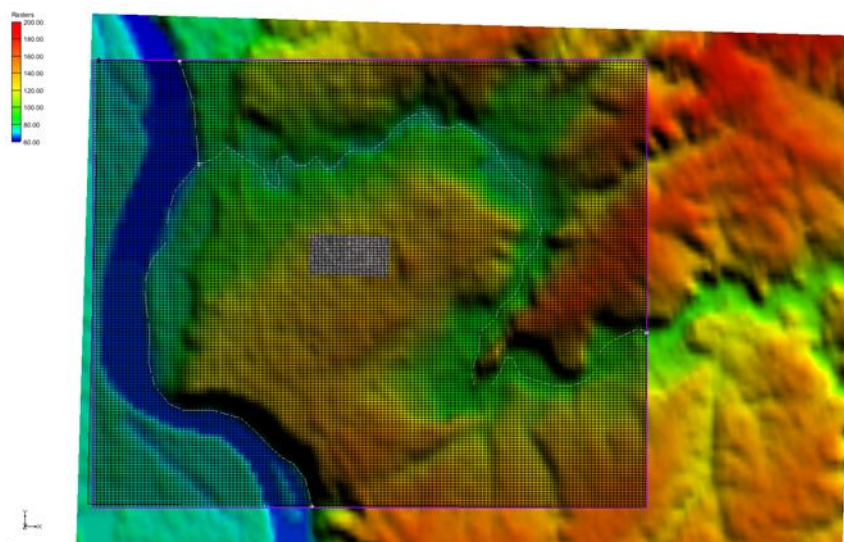


Рисунок 2.6.5 – Конечно-разностная координатная сетка численной модели (ПК GMS)

С помощью космоснимка задаем скважину с расходом $220 \text{ м}^3/\text{сут}$ в ячейку координатной сетки (рис. 2.6.6).

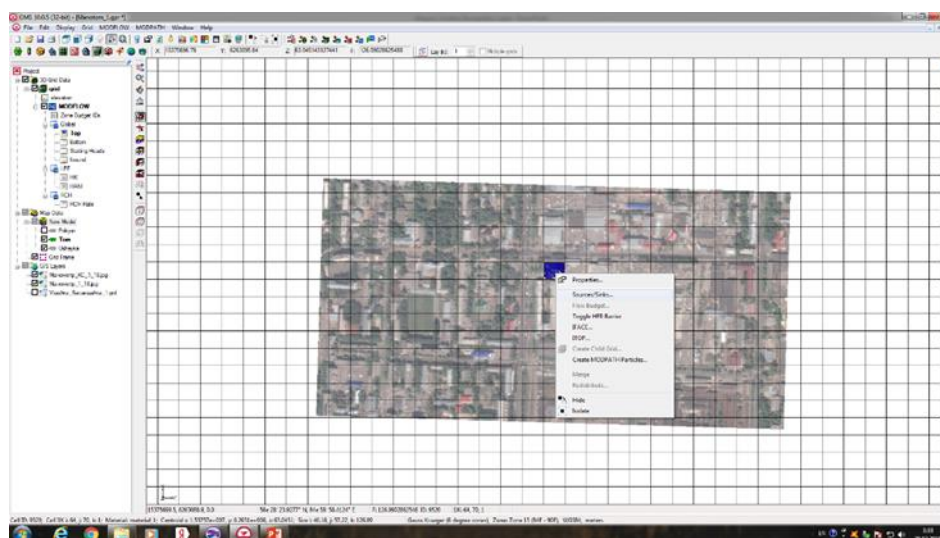


Рисунок 2.6.6 – Расчетный блок, содержащий скважину (ПК GMS)

Получаем решение стационарной задачи геофильтрации в естественных и нарушенных условиях (рис. 2.6.7 и 2.6.8).

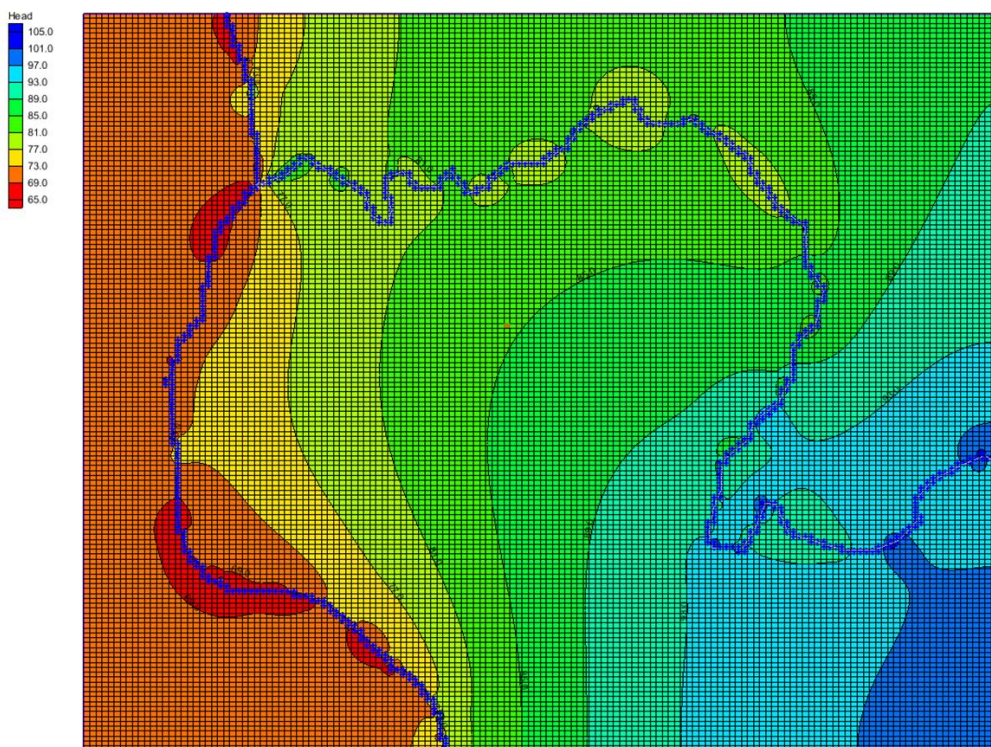


Рисунок 2.6.7 – Результат решения стационарной задачи в естественных условиях в функции напора (ПК GMS)

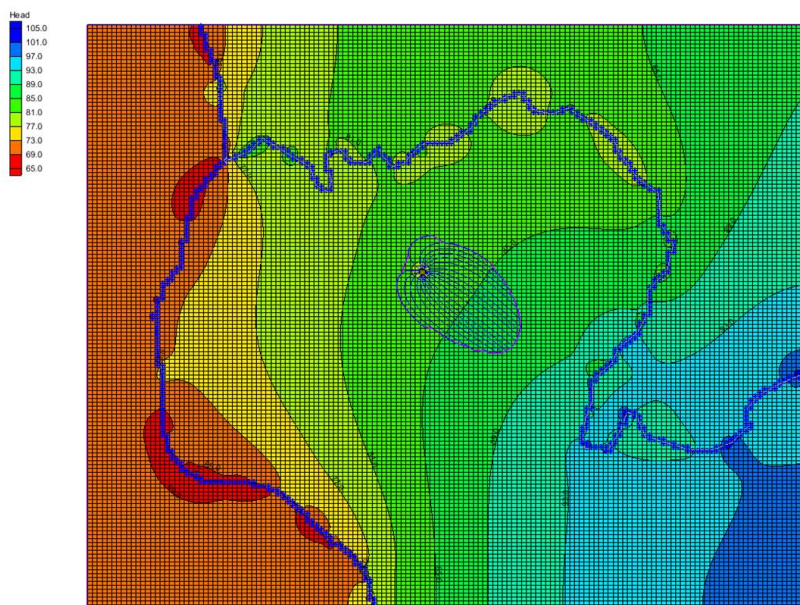


Рисунок 2.6.7 – Результат решения стационарной задачи в нарушенных условиях (водозахватная область скважины с расходом $220 \text{ м}^3/\text{сут}$) (ПК GMS)

Определяем максимальную водозахватную область скважины (за 177876 суток) по наибольшей линии тока, длина которой составляет 1364,66 м (рис. 2.6.8).

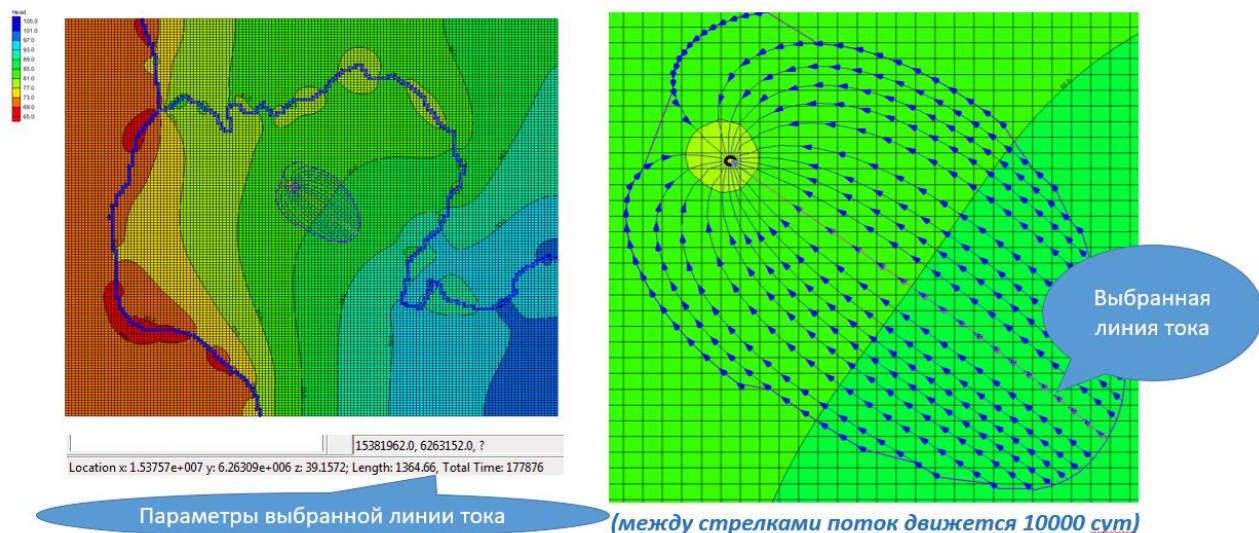


Рисунок 2.6.8 – Максимальная водозахватная область скважины с расходом $220 \text{ м}^3/\text{сут}$ по выбранной линии тока (ПК GMS)

Определяем границы III пояса ЗСО, то есть размеры водозахватной области на расчетный период продолжительностью 10000 сут (рис 2.6.9).

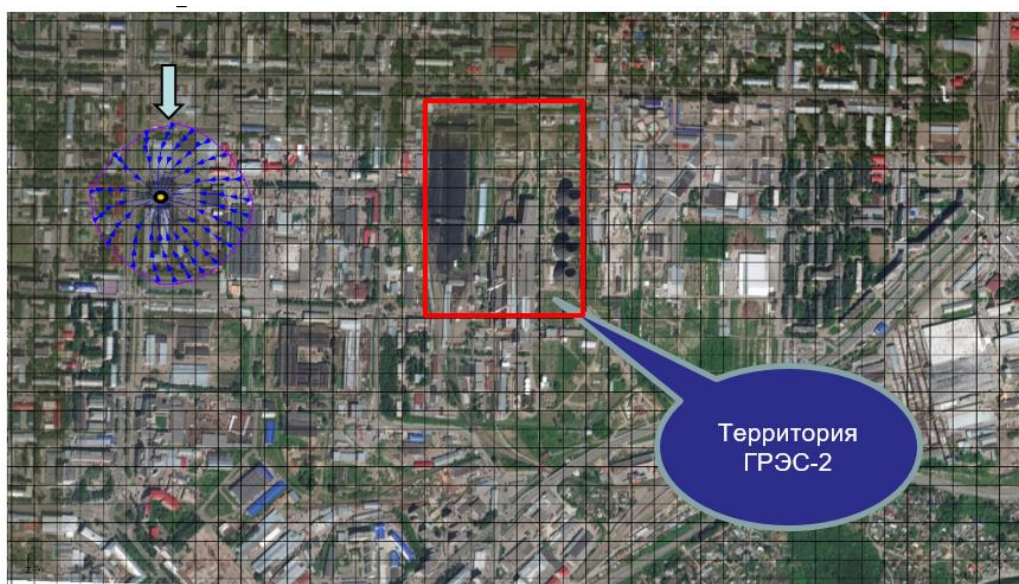


Рисунок 2.6.9 – Границы ЗСО III пояса (ПК GMS)

Задача была выяснить, попадает ли территория ГРЭС-2 в границу 3 пояса ЗСО, на рисунке 2.6.9 наглядно показано что тепловая электростанция ГРЭС-2 находится вне 3 пояса ЗСО.

Определяем границы II пояса ЗСО, размеры водозахватной области на расчетный период продолжительностью 200 сут (рис 2.6.10).



Рисунок 2.6.10 – Границы ЗСО II пояса (ПК GMS)

Границы II пояса ЗСО (размеры водозахватной области на расчетный период продолжительностью 200 сут) не выходят за пределы ячейки координатной сетки.

3 Проектная часть

При выполнении работ по подсчету запасов подземных вод на водозаборе ОАО «Манотомь», были запроектированы следующие виды работ:

- сбор и анализ геолого-гидрогеологических материалов по району и участку работ;
- рекогносцировочное обследование водозаборного участка;
- опытно-фильтрационные работы;
- опробование подземных вод (отбор проб);
- лабораторные работы по изучению химического состава подземных вод;
- камеральная обработка материалов.

Таблица 3.1 – Общая сметная стоимость работ

№	Наименование работ и затрат	Единица измерения работ	Объем работ	Стоимость единицы работ, руб.	Сметная стоимость работ в текущих ценах, руб.
1	2	3	4	5	6
1	Предполевые работы и проектирование	руб.			31 399
2	Полевые работы	руб.			36 451
2.1	Обследование водозаборных скважин	обследование	1	11 910	11 910
2.2	Опытно-фильтрационные работы	опыт	1	22 173	22 173
2.3	Замеры уровня подземных вод по водозаборным скважинам	замер	10	67	670
2.4	Отбор проб подземных вод	проба	8	212	1 698
3	Организация и ликвидация полевых работ	руб.			984
4	Лабораторные работы	руб.			26 180
4.1	Анализ природной подземной воды по СанПиН	анализ	2	13 090	26 180
5	Камеральные работы	руб.			298 668

3.1 Сбор и анализ геолого-гидрогеологических материалов по району и участку работ

В ходе выполнения работ были собраны, изучены и проанализированы материалы отчетов поисково-съёмочных партий и информация, содержащаяся в паспортах разведочно-эксплуатационных скважинах данного водозаборного участка.

3.2 Рекогносцировочное обследование водозаборного участка

Рекогносцировочное обследование проводилось с целью ознакомления с условиями территории водозаборного участка, на которой расположены эксплуатационные скважины Т-0493, 4П-02.

В ходе обследования водозабора подземных вод оценивалось его настоящее состояние, выполнен осмотр наземной части скважин, выяснялись и фотографировались конструкции оголовков (рис. 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3), определялся режим работы скважин, возможность отбора пробы воды подземных вод и проведения опытно-фильтрационных работ. Была выполнена привязка эксплуатационных скважин по GPS-навигатору. С целью оценки санитарно-экологического состояния территории водозабора проводилось обследование территории завода ОАО «Манотомь» и прилегающих к нему территорий.

3.3 Проведение опытно-фильтрационных работ

Для определения основных гидрогеологических параметров эксплуатируемых водоносных отложений палеозойского возраста проводятся опытно-фильтрационные работы.

Продолжительность опыта определяется возможностью вывода скважин из системы водоснабжения завода. Производительность эксплуатационных скважин соответствует текущей потребности в воде.

В период с 11.08.17 г по 15.08.17 г выполняются опытно-фильтрационные работы по двум скважинам: возмущающая скважина Т-0493, наблюдательная – скважина 4П-02. В скважинах № Т-0493 и № 4П-02 смонтированы насосы ЭЦВ 8-40-90 и ЭЦВ 8-16-110. По данным, предоставленным недропользователем, насосы установлены на глубине 40 м (Т-0493) и 60 м (4П-02). Расход при проведении опытно-фильтрационных работ контролируется с помощью водосчетчика ВСХН50 (рис. 2.2.4).

Уровень подземных вод в ходе опыта фиксируется контактным электронным уровнемером с точностью 0,01 м (рис. 3.3.1). Частота замеров дифференцируется в зависимости от интенсивности величины приращения уровня подземных вод. В первые часы замеры проводятся через 1-5-10-15-20-30 минут, далее один замер в час. Точность замеров – 0,01 м.



Рисунок 3.3.1 – Электронный уровнемер УСП-Э-150

3.4 Отбор проб подземных вод

Пробы подземных вод из водозаборных скважин Т-0493 и 4П-02 отобраны при выполнении опытно-фильтрационных работ. Всего было отобрано 2 пробы воды. Перечень определяемых показателей и компонентов соответствовал действующим санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам (СанПиН 2.1.4-1074-01 [7], ГН 2.1.5.1315-03 [8], с дополнениями и изменениями к ним). Количество и объем проб, перечень показателей и компонентов приведены в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1 – Перечень показателей и компонентов, определенных в пробах воды

№ п/п	Вид анализа	Количество проб	Объем пробы, л
Общий химический анализ			
1	Органолептические показатели (цвет, запах, вкус, мутность), Na, K, Ca, Mg, NH ₄ , Cl, SO ₄ , NO ₃ , NO ₂ , HCO ₃ , pH, Fe _{общ.} , общая жесткость, перманганатная окисляемость, кремний, минерализация, фосфаты	2	1,5
Микрокомпоненты			
2	Li, Al, Ba, B, Cd, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Hg, Pb, Se, Sr, Zn, Cr, Ag, I, Br	2	0,5
Специфические компоненты			
3	Нефтепродукты	2	1,0
	Фенольный индекс	2	определяется из объема воды на общий химический анализ
	АПАВ	2	0,5
Микробиологический анализ			
4	Общее микробное число (ОМЧ)	1	0,5
	Общие колиформные бактерии (ОКБ)	1	
	Термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ)	1	
Радиологический анализ			
5	Суммарная альфа-активность	1	1
	Суммарная бета-активность	1	1

Отбор проб на микробиологический анализ осуществляется в соответствии с ГОСТ 31942-2012 [11].

Для отбора проб применяют чистые стерильные емкости, изготовленные из стекла или полимерных материалов, не оказывающих влияние на жизнедеятельность микроорганизмов. Для многократного применения предпочтительны емкости из стекла; емкости из полимерных материалов используют как одноразовые [11].

3.5 Лабораторные исследования подземных вод

Ежегодно аналитические исследования подземных вод по сокращённому перечню показателей, а также по определению радиологических и микробиологических показателей пользователем недр выполнялись в аккредитованном испытательном лабораторном центре ФГУЗ «ЦГиЭ» по Томской области (аттестат аккредитации РОСС.RU.001. 510118 от 02.09.2013 г.).

Анализ проб подземных вод по расширенному комплексу микро-, макропоказателей, отобранных исполнителями работ, проведён в гидрохимической лаборатории АО «ТГМ» (аттестат аккредитации № РОСС RU. 0001.511266 от 06.04.2015 г.).

Анализ качества подземных вод на участке недр ОАО «Манотомь» выполняется в соответствии с требованиями действующих нормативов (СанПиН 2.1.4.1074-01 [7], ГН 2.1.5.1315-03[8] и ГН 2.1.5.2280-07 [12]) и дополнений к ним.

При оценке качества ожидается повышенные концентрации железа и марганца, что является характерной особенностью для подземных вод региона в целом.

Подземная вода требует дополнительной водоподготовки ее водопотребителю.

3.6 Камеральная обработка материалов, составление отчета

В период камеральных работ будет проводиться обработка данных, полученных при проведении полевых работ на водозаборном участке ОАО «Манотомь». Определяются гидрогеологические параметры обводненной зоны палеозойских пород (коэффициенты водопроницаемости и пьезопроводности), сводятся в табличную форму результаты аналитических исследований, проведенных в различных лабораториях, также анализируются и представляются в табличном и графическом виде результаты режимных наблюдений за изменением уровня подземных вод при эксплуатации водозабора. Выполняется подсчет запасов подземных вод гидродинамическим методом. Рассчитываются границы зон санитарной охраны с помощью аналитических методов и уточняются с использованием численного моделирования.

4. Социальная ответственность при проведении работ по подсчету запасов водозабора ОАО «Манотомь»

Объектом исследования в рамках данной работы является водозаборный участок, расположенный в г. Томске проспект Комсомольский 62 на территории предприятия ОАО «Манотомь».

Производственная безопасность является актуальна при данных работах, так как производственные факторы могут оказывать отрицательное воздействие на человека и результаты производственных работ.

4.1 Производственная безопасность

Первая причина всех травм и заболеваний, связанных с процессом труда, является неблагоприятное воздействие на организм занятого трудом человека тех или иных факторов производственной среды и трудового процесса. Это воздействие, приводящее в различных обстоятельствах к различным результирующим последствиям, зависит от наличия в условиях труда того или иного фактора, его потенциально неблагоприятных для организма человека свойств, возможности его прямого или опосредованного действия на организм, характера реагирования организма в зависимости от интенсивности и длительности воздействия (экспозиции) данного фактора.

Производственные факторы являются частным случаем факторов окружающей человека среды обитания и человеческой деятельности, связанных и (или) порождаемых производственной и трудовой деятельностью.

Характер и результаты воздействия производственного фактора на жизнь и здоровье занятого трудом человека в каждом случае конкретны и многовариантны, а в ряде случаев и уникальны, и зависят от взаимодействия множества условий и обстоятельств.

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [13] п.5 выделяются следующие группы опасных и вредных производственных факторов, обладающих свойствами физического воздействия на организм человека (табл. 4.1):

Таблица 4.1 – Возможные вредные и возможные опасные факторы при проведении полевых, лабораторных и камеральных работ.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015 [13])		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1) проведение опытно-фильтрационных работ;	1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 2. Превышение уровней шума;	1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов 3. Электрический ток.	ГОСТ 12.1.003-2014 [15] ГОСТ 12.1.012-2004 [16] ГОСТ 12.2.003-91 [17] ГОСТ 12.4.125 -83 [18] ГОСТ 12.4.011-89 [19] ГОСТ 12.1.019-2009 [20] ГОСТ 12.1.030-81 [21] СН 2.2.4/2.1.8.556-96 [22] СанПиН 2.2.4.548-96 [23]
Лабораторные и камеральные работы: 1. Проведение численного моделирования для подсчета запасов подземных вод с использованием ЭВМ 2. Написание отчета с использованием ЭВМ	1. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 2. Отклонение показателей микроклимата в помещении 3. Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений	1. Электрический ток	ГОСТ 12.1.007-76 [24] ГОСТ 12.1.019-2009 [20] ГОСТ 12.4.125 -83[18] ГОСТ 12.4.011-89[19] ГОСТ 12.1.005-88 [25] ГОСТ 12.1.004-91 [26] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [27] СП 52.13330.2010 [28] СанПиН 2.2.4.548-96 [23] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [29] СНиП 2.04.05-91 [30] ПУЭ [31]

Анализ выявленных вредных факторов и мероприятия по их устранению

Полевые работы

Отклонение параметров микроклимата на открытом воздухе

Полевые работы должны быть проведены летом, поэтому для предотвращения перегрева человека на открытом воздухе на площадке, где проводятся работы, предусматривается сооружение навеса. Одежда рабочих должна быть легкой и свободной, из тканей светлых тонов.

Превышение уровней шума

Шум может создаваться преобразователями напряжения. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются по ГОСТ 12.1.003-2014 [15].

Основные мероприятия по борьбе с шумом следующие: виброизоляция оборудования с использованием пружинных, резиновых и полимерных материалов, экранирование шума преградами, использование средств индивидуальной защиты против шума (ушные вкладыши, наушники и т.д).

Лабораторные и камеральные работы

Недостаточная освещенность рабочей зоны

По источнику излучения светового потока различают естественное, искусственное и совместное освещение.

Рабочее место инженера при камеральных работах должно освещаться естественным и искусственным.

При работе с ЭВМ, как правило, применяют одностороннее боковое естественное освещение. Причем светопроемы с целью уменьшения солнечной инсоляции устраивают с северной, северо-восточной или северо-западной ориентацией. Если экран дисплея обращен к оконному проему, необходимы специальные экранирующие устройства, снабженные светорассеивающими шторами, жалюзи или солнцезащитной пленкой.

В тех случаях, когда одного естественного освещения недостаточно, устраивают совмещенное освещение. При этом дополнительное

искусственное освещение применяют не только в темное, но и в светлое время суток.

Искусственное освещение обеспечивается электрическими источниками света. Искусственное освещение применяется при работе в темное время суток и днем при недостаточном освещении. Коэффициент пульсации в помещении при работе с ЭВМ не должен превышать 10 %, освещенность должна быть не меньше 300 лк.

При выполнении работ высокой зрительной точности величина коэффициента естественной освещенности должна быть больше или равна 1,5 %. Нормирование освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами, которые устанавливают минимальный (нормированный) показатель освещенности – это СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [27] и СП 52.13330.2010 [28].

Нормы освещенности зависят от принятой системы освещения. Так, при комбинированном искусственном освещении, как более экономичном, нормы выше, чем при общем.

Согласно специализированной оценке условий труда показатели освещенности соответствуют допустимым нормам.

Микроклимат в помещении

Комфортный микроклимат в помещении создают при помощи отопления и вентиляции. Оптимальные и допустимые нормы микроклимата для работ разной категории тяжести указаны в ГОСТ 12.1.005-88 [25], СанПиН 2.2.4.548-96 [23]. Отопление и вентиляция помещений проектируется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91 [30].

Интенсивность теплового излучения работающих на ЭВМ нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м² при облучении 50 % поверхности человека и более согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [23].

В теплый период года температура рабочих мест должна быть в пределах 18-24 °С.

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия, соответствующие СанПиН 2.2.4.548-96 [23]. Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами вентиляции воздуха, а допустимые параметры – обычными системами вентиляции и отопления.

В камеральных помещениях необходимо предусматривать систему отопления. Она должна обеспечить достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха в помещениях в холодный период времени года, а также безопасность в отношении пожара и взрыва. При этом колебания температуры в течение суток не должны превышать 2-3 °С.

В камеральном помещении необходимо обеспечить приток свежего воздуха, количество которого определяется технико-экономическим расчетом и выбором схемы системы вентиляции.

Согласно специализированной оценке условий труда показатели микроклимата в помещении при работе с ЭВМ соответствуют допустимым нормам.

Электромагнитное излучение

Уровни допустимого облучения определены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [29]. Нормативными параметрами в диапазоне частот 60 кГц – 300 МГц являются напряженности электрического E и магнитного H поля.

Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ представлены в таблице

Таблица 4.2 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ [29]

Наименование параметров	Диапазон частот	ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	5 Гц – 2 кГц	250 нТл

Продолжение таблицы 4.2

	2 кГц – 400 кГц	25 нГл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

К мероприятиям по обеспечению безопасности условий труда при работе на ЭВМ относят защиту расстоянием, временем, средствами индивидуальной защиты.

Организация безопасной работы на ПЭВМ регламентирована СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [29].

К организации и оборудованию ПЭВМ предъявляют следующие требования:

- рабочее место располагается так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева;
- окна в помещении должны быть оборудованы жалюзи или занавесками;
- расстояние между рабочими столами и видеомониторами должно быть не менее 2-х метров, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов не менее 1,2 метров;
- монитор должен находиться на расстоянии 60-70 см, на 20 градусов ниже уровня глаз.

Согласно специализированной оценке условий труда уровни ЭМП в помещении при работе с ЭВМ соответствуют допустимым нормам.

**Анализ выявленных опасных факторов и мероприятия по их
устранению**

Полевые работы

Поражение электрическим током

Возможным опасным фактором в полевых условиях является использование электрооборудования в сырую погоду и особенно в грозовую погоду. Защитой от прямых ударов молний служат молниеотводы. Во время грозы запрещается производить работы, а также находиться ближе 10 м от заземляющих устройств (ГОСТ 12.1.019-2009 [20]).

Причины поражения электрическим током:

- случайное прикосновение;
- напряжение на корпусе электрооборудования;
- напряжение на отключенных токоведущих;
- напряжение шага.

Металлические части электроприборов, доступные для прикосновения человека, подлежат защитному занулению или заземлению. Согласно ПУЭ [31] все токоведущие части должны быть заизолированы, или размещены на недоступной высоте.

Во избежание электротравм предусмотрены следующие мероприятия:

– Ежедневно перед началом работы проверять наличие, исправность и комплексность диэлектрических защитных средств;

– Работа генератора и других источников электрического тока должна производиться под непосредственным наблюдением обслуживающего персонала или при надлежащих мер предосторожности (охрана, ограждения и т.д.);

– Все технологические операции, выполняемые на приемных и питающих линиях, должны проводиться по заранее установленной и утвержденной системе команд, сигнализации и связи;

– В качестве предупреждения работающих об опасности поражения электрическим током используются плакаты и знаки безопасности. В зависимости от назначения они делятся на предупреждающие, предписывающие, указательные, запрещающие.

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов

При работе в полевых условиях используются движущие механизмы, а также оборудование, которое имеет острые кромки.

Все опасные зоны оборудуются ограждениями. Вывешиваются инструкции и плакаты по технике безопасности, предупредительные надписи и знаки, а также используются сигнальные цвета. Вращающиеся части, и

механизмы оборудуются кожухами и ограждениями. Своевременно производится диагностика оборудования, техническое обслуживание и ремонт.

Механические поражения могут быть следствием неосторожного обращения с инструментами. Инструмент должен содержаться в исправности и чистоте, соответствовать техническим условиям завода изготовителя и эксплуатироваться в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документацией. Ручной инструмент должен находиться в исправности. Инструменты с режущими кромками и лезвиями следует переносить и перевозить в защитных чехлах, сумках согласно ГОСТ 12.2.003-91 [17].

Лабораторные и камеральные работы

Поражение электрическим током

Источником электрического тока в помещении при работе с ЭВМ может выступать неисправность электропроводки, любые неисправные электроприборы. Все токопроводящие части электроприборов должны быть заизолированы или закрыты кожухом.

Правила работы с электроприборами нормированы ГОСТ 12.1.019-2009 [20].

Помещение компьютерного класса по опасности поражения людей электрическим током, согласно ПУЭ [31], относится к помещению без повышенной опасности поражения людей электрическим током, которое характеризуется отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность.

Причинами поражения электрическим током могут быть:

- Случайное прикосновение;
- Появление напряжения на корпусе электрооборудования;
- Появление напряжения на отключенных токоведущих частях.

Мероприятия по обеспечению электробезопасности: организация регулярной проверки изоляции токоведущих частей оборудования

лаборатории; защитное заземление, с помощью которого уменьшается напряжение на корпусе относительно земли до безопасного значения; зануление; автоматическое отключение; обеспечение недоступности токоведущих частей при работе; регулярный инструктаж по оказанию первой помощи при поражении электрическим током. Нормативный документ ГОСТ 12.1.019-2009 [20].

4.2 Экологическая безопасность

Согласно ст. 11 «Права и обязанности граждан в области охраны окружающей среды» Федерального закона Российской Федерации от 10 января 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду; на ее защиту от негативного воздействия, вызванного хозяйственной и иной деятельностью, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера; на достоверную информацию о состоянии окружающей среды и на возмещение вреда окружающей среде.

Воздействие на гидросферу. Загрязнение поверхностных и подземных вод – это снижение их биосферных функций и экологического значения в результате поступления в них вредных веществ. Вред гидросфере, атмосфере и литосфере при проведении работ не установлен, так как извлекаемые подземные воды извлекаются в малых количествах и сбрасываются в канализацию.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Для данного объекта наиболее типичными ЧС являются пожары и взрывы.

Пожаро- и взрывоопасность

Причинами возникновения пожаров в лабораторных условиях могут быть: неосторожное обращение с огнем; неисправность и неправильная эксплуатация электрооборудования; неисправность и перегрев отопительных стационарных и временных печей; разряды статического и атмосферного электричества, чаще всего происходящие при отсутствии заземлений и молниеотводов; неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса.

Помещение лаборатории и камеральное помещение по пожарной и взрывоопасной опасности относятся к категории В (производства, связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов, согласно НПБ 105-03.

При проведении лабораторных и камеральных работ в помещениях предусмотрена эффективная система пожаротушения. В начальной стадии пожаротушения эффективно использование внутренних пожарных кранов и огнетушителей.

Для быстрой ликвидации возможного пожара на этаже здания лаборатории и камеральной группы располагается стенд с противопожарным оборудованием согласно ГОСТ 12.1.004-91 [26].

Пожарный щит необходим для неотложных мер по тушению возможного возгорания до приезда пожарной бригады.

Инструменты должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать в случае необходимости возможность частичной либо полной ликвидации огня. В рабочем помещении в качестве первичных средств пожаротушения используют ОУ-2 огнетушители.

Ответственность за соблюдение пожарной безопасности в организации, за своевременное выполнение противопожарных мероприятий и исправное состояние средств пожаротушения несет начальник экспедиции, и его заместитель по хозяйственной части.

Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, проходят специальную противопожарную подготовку, которая состоит из первичного и вторичного противопожарных инструктажей.

За нарушение правил рабочие несут ответственность, относящуюся к выполняемой ими работе или специальных инструкции в порядке, установленном правилами внутреннего трудового распорядка.

Как правило, пожары и взрывы неразделимы. Иногда взрывы являются причинами пожара и, наоборот, во время пожара возможны взрывы.

Действия в результате возникших ЧС:

1. Оповещение людей о пожаре, которое осуществляется с помощью подачи звуковых и (или) световых сигналов во все помещения здания одновременную с постоянным или временным пребыванием людей. Число пожарных оповещателей, их расстановка и мощность должны обеспечивать необходимую слышимость во всех местах постоянного или временного пребывания людей. Пожарные оповещатели не должны иметь регуляторы громкости и должны подключаться к сети без разъемных устройств.

2. На объекте с массовым пребыванием людей разрабатывают планы эвакуации людей на случай возникновения пожара. Планы эвакуации в первую очередь предназначены для обслуживающего персонала, который должен организовать движение людей из опасной зоны к безопасным выходам.

3. Каждый гражданин при обнаружении пожара или признаков горения обязан:

– Немедленно сообщить об этом по телефону 101 в единую службу спасения (сообщить адрес объекта, место возникновения пожара и свою фамилию);

– Принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей.

4. Собственники имущества; лица, уполномоченные владеть, пользоваться или распоряжаться имуществом, в том числе руководители и должностные лица, в установленном порядке назначенные ответственными за

обеспечение пожарной безопасности, прибывшие к месту пожара имеют свои обязанности.

5. По прибытию пожарного подразделения, руководитель предприятия (или лицо, его заменяющее) обязан проинформировать руководителя тушения пожара о конструктивных и технологических особенностях объекта, прилегающих строений и сооружений, количества и пожароопасных свойствах хранимых и применяемых веществ, материалов, изделий и других сведениях, необходимых для успешной ликвидации пожара, а также организовать привлечение сил и средств объекта к осуществлению необходимых мероприятий, связанных с ликвидацией пожара и предупреждения его развития.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Статья 37 Конституции РФ: обеспечивает свободу труда и дает право на труд, в тех условиях, которые отвечают специальным требованиям гигиены и безопасности. Согласно 5 пункту указанной статьи: «каждый имеет право на отдых». В конечном итоге, первоисточником охраны труда является Конституция РФ.

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда, согласно ст. 212 Трудового кодекса РФ, возлагается на работодателя. Он, руководствуясь данной статьей, обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов. Работодатель обязан обеспечить, соответствующее требованиям охраны труда, условия труда на каждом рабочем месте, режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством, и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права. Работодатель должен извещать работников, об

условиях охраны труда на рабочем месте, о возможном риске для здоровья, о средствах индивидуальной защиты и компенсациях.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Организационная структура управления и основные направления деятельности АО «Томскгеомониторинг»

Организация АО «Томскгеомониторинг» основана в 1996 году. Генеральный директор Лыготин Виктор Александрович, заслуженный геолог РФ, кандидат геолого-минералогических наук. АО «Томскгеомониторинг» сегодня - это координатор мониторинговых исследований состояния геологической среды всего Сибирского региона, надежный деловой партнер для недропользователей, предприятий и организаций, занимающихся оценкой и изучением геологической среды.

Основные направления исследований и услуг:

- организация и ведение мониторинга геологической среды и водных объектов;
- комплексные гидрогеологические исследования, с использованием методов математического моделирования;
- оценка ресурсов и запасов подземных вод для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- разработка и реализация программ локального геомониторинга, оценка фонового уровня загрязнения природной среды в соответствии с требованиями лицензионных соглашений;
- создание цифровых карт и атласов различного тематического содержания с применением ГИС-технологий, разработка прикладных информационно-аналитических систем;
- комплексные аналитические исследования состава подземных, поверхностных, сточных вод, почв в собственной аккредитованной лаборатории;
- консультационные услуги, подготовка экспертных заключений;

- поставка гидрогеологического и навигационного оборудования.

Техническое задание на выполнение работ по теме: «Подсчет запасов подземных вод на участке недр действующего водозабора ОАО «Манотомь»»

Целевое назначение работ – подсчет запасов подземных вод в соответствии с требованиями закона о Недрах от 21 февраля 1992 г. N 2395 на право пользования недрами с целью добычи подземных вод.

Заказчик – ОАО «Манотомь».

Исходные данные:

Подсчет запасов производится на участке недр действующего водозабора, расположенного по адресу пр. Комсомольский, 62 (г. Томск, Томская область). Для водоснабжения на участке недр используются подземные воды зоны трещиноватости ниже-среднекаменноугольных пород басандайской свиты (C₁₋₂bs).

Таблица 3.1 – Характеристика участка недр

Наименование участка недр	Кол-во скважин	Утвержденные запасы подземных вод, тыс. м ³ /сут. (протокола ТКЗ, категория запасов)	Целевое использование подземных вод	Перспективное водопотребление, тыс. м ³ /год м ³ /сут.
г. Томск, пр. Комсомольский, 62, ОАО «Манотомь»	2 (Т-0493, 4П-02)	Не утверждались	Производственно - техническое	<u>80</u> 219,18

Географические координаты водозаборных скважин:

- скв. Т-0493 – 56° 28' 21" с.ш. 84° 58' 58" в.д.

- скв. 4П-02 – 56° 28' 22 " с.ш. 84° 59' 13" в.д.

Расчет сметной стоимости работ: «Подсчет запасов подземных вод водозабора ОАО «Манотомь»

Стоимость инженерных изысканий была определена по Справочнику базовых цен (2016 г.) на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства (цены приведены по базисному уровню 01.01.2016 г.).

При определении сметной стоимости изысканий был введен районный коэффициент для города Томска 1,3.

Таблица 3.2 – Общая сметная стоимость работ

№	Наименование работ и затрат	Единица измерения работ	Объем работ	Стоимость единиц работ, руб.	Сметная стоимость работ в текущих ценах, руб.
1	2	3	4	5	6
I	Основные расходы	руб.			402 907
A	Собственно геологоразведочные работы	руб.			393 682
1	Предполевые работы и проектирование	руб.			31 399
1.1	Сбор, изучение, систематизация геологического и гидрогеологического материала по району и участку работ	комплект	1	19 625	19 625
1.2	Подготовка проектной документации на проведение геологоразведочных работ	проект	1	11 774	11 774
2	Полевые работы	руб.			36 451
2.1	Обследование водозаборных скважин	обследование	1	11 910	11 910
2.2	Опытно-фильтрационные работы	опыт	1	22 173	22 173
2.3	Замеры уровня подземных вод по водозаборным скважинам	замер	10	67	670
2.4	Отбор проб подземных вод	проба	8	212	1 698
3	Организация и ликвидация полевых работ	руб.			984
4	Лабораторные работы	руб.			26 180
4.1	Анализ природной подземной воды по СанПиН	анализ	2	13 090	26 180
5	Камеральные работы	руб.			298 668

Продолжение таблицы 3.2

5.1	Сбор и анализ данных мониторинга подземных вод и режима эксплуатации водозаборных скважин	комплект	1	15 700	15 700
5.2	Камеральная обработка опытных и лабораторных работ	комплект	1	59 805	59 805
5.3	Внесение в базу данных результатов опытных работ и материалов мониторинга водозаборного участка	комплект	1	5 955	5 955
5.4	Создание геофильтрационной модели для подсчета ЗПВ	модель	1	44 856	44 856
5.5	Подготовка графических приложений к отчету	комплект карт	1	37 378	37 378
5.6	Составление, оформление отчета по выполненным работам	отчет	1	134 974	134 974
Б	Сопутствующие работы и затраты	руб.			9 225
6	Транспортное обслуживание работ	100 км	2	4 612	9 225
Итого основных расходов		руб.			402 907
П	Компенсируемые затраты	руб.			7 413
7	Радиологический анализ проб подземных вод	анализ	2	3 361	6 722
8	Микробиологический анализ проб подземных вод	анализ	2	345	690
Итого по объекту:		руб.			410 319,36
НДС - 18%:		руб.			73 857,48
Всего по объекту с НДС:		руб.			484 176,84

Таблица 3.3 – Трудоемкость работ

№	Наименование работ	Должность работника	Трудоемкость, чел/дн
1	Предполевые работы и проектирование		
1.1	Сбор, изучение, систематизация геологического и гидрогеологического материала по району и участку работ	Специалист 1 категории	5
1.2	Подготовка проектной документации на проведение геологоразведочных работ	Ведущий специалист	3
2	Полевые работы		
2.2	Опытно-фильтрационные работы	Специалист 1 категории	3
		Специалист 2 категории	3
5	Камеральные работы		
5.1	Сбор и анализ данных мониторинга подземных вод и режима эксплуатации водозаборных скважин	Специалист 1 категории	4

Продолжение таблицы 3.3

№	Наименование работ	Должность работника	Трудоемкость, чел/дн
5.2	Камеральная обработка опытных и лабораторных работ	Специалист 1 категории	8
		Специалист 2 категории	8
5.3	Внесение в базу данных результатов опытных работ и материалов мониторинга водозаборного участка	Специалист 1 категории	1,5
5.4	Создание геофильтрационной модели для подсчета ЗПВ	Специалист 1 категории	6
		Специалист 2 категории	6
5.5	Подготовка графических приложений к отчету	Специалист 1 категории	5
		Специалист 2 категории	5
5.6	Составление, оформление отчета по выполненным работам	Специалист 1 категории	17

Сметная стоимость камеральных работ определялась следующим образом в соответствии с приказом №352 от 14.06.2016 г: по фактическим затратам, исходя из з/п сотрудников + дополнительная з/п (7,9 % от з/п основной) + районный коэффициент (1,3) + страховые взносы + 5% материальные затраты + косвенные затраты (10% от суммы затрат) + прибыль (5% от суммы основных + косвенные затраты).

Заработная плата сотрудников определялась по таблице 2 «Среднемесячные должностные оклады и дневные ставки руководящих и инженерно-технических работников геологических партий» инструкции по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы, с учетом индекса изменения з/п.

Стоимость лабораторных работ принимаются по прайсу ГХЛ АО «Томскгеомониторинг» на 2015 г.

Стоимость полевых работ и транспортного обслуживания работ рассчитывалась на основе нормативных документов (табл. 3.4), также

учитывались такие параметры как: индекс изменения сметной стоимости, косвенные затраты и прибыль.

Стоимость компенсируемых затрат были взяты по факту.

Таблица 3.4 – Нормативные документы

№	Наименование работ	Нормативный документ
2	Полевые работы	
2.1	Обследование водозаборных скважин	СНОР – 2, т. 11, стр. 4 [33] ССН – 2, таблица т. 71, стр.2 [35]
2.3	Замеры уровня подземных вод по водозаборным скважинам	СНОР – 1, ч.4, т. 6, стр. 1[32] ССН – 1, ч.4, т.22, стр. 2 [34]
2.4	Отбор проб подземных вод	СНОР – 1, ч.4, т. 11 стр. 2[32] ССН – 1, ч.4, т.48, стр. 2 [34]
6	Транспортное обслуживание работ	СНОР – 1, ч.1, т. 10 стр. 2[32] ССН – 1, ч.1, т.40, стр. 1 [34]

Согласно сметному расчету стоимость работ для водозаборного участка ОАО «Манотомь» составит 484177 рублей с учетом НДС.

Заключение

На водозаборе ОАО «Манотомь» для технологического обеспечения водой объектов промышленности используются подземные воды, нижнекаменноугольных отложений лагерносадской свиты, приуроченной к водоносному комплексу трещиноватой зоны палеозойского фундамента. Геологическое строение и гидрогеологические условия водозаборного участка описаны по материалам геологосъёмочных работ проведенных в пределах Томь-Яйского междуречья.

Территориально водозабор расположен в Советском районе г. Томска. Водозабор состоит из двух эксплуатационных скважин №№ Т-0493 - рабочая, 4П-02 резервная.

Качественный состав подземных вод по большинству нормируемых показателей соответствует их целевому назначению. Отклонения от нормы отмечаются по содержанию железа общего, марганца, кремния, мутности, что характерно для подземных вод региона в целом. По химическому составу эксплуатируемые воды гидрокарбонатные кальциевые, пресные с минерализацией 0,6-0,9 г/л.

Подсчет запасов подземных вод на водозаборном участке выполнен гидродинамическим и гидравлическим методом в объеме заявленной потребности, равной 219,18 м³/сут. Прогнозное понижение на срок эксплуатации водозаборного сооружения составило 12,13 м при допустимой величине понижения 52,2 м. Границы зоны санитарной охраны определены расчетами и методом моделирования в ПК GMS.

Аналитические расчеты границы III пояса ЗСО позволяют на этапе эксплуатации водозабора рекомендовать геомиграционное моделирование, с целью установления влияния ГРЭС-2 на химический состав подземных вод эксплуатируемого водозабора.

Список литературы

Опубликованная литература

1. Парначев В.П. Геология и полезные ископаемые окрестностей города Томска: Материалы к полевой геологической экскурсии: Справочное пособие/ В.П. Парначев, С.В. Парначев - Томск: Томский государственный университет, 2010. - 144 с.
2. Плотников Н.И. Поиски и разведка пресных подземных вод для целей крупного водоснабжения - Издательство Московского университета, 1968. - 370 с.
3. Орадовская А. Е. Санитарная охрана водозаборов подземных вод/ А.Е. Орадовская, Н.Н. Лапшин - М.: Недра, 1987. - 167 с.
4. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2 и 3 поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, -М., ВНИИ ВОДГЕО, 1983. -102 с.

Фондовая литература

5. Егоров Б.А. «Обобщение и анализ геологических, гидрогеологических материалов по территории г. Томска с целью обоснования проведения картографирования масштаба 1:25000»//. 1997. 80 с.
6. Плевако Г.Л. «Прогнозная оценка ресурсов подземных вод и перспектив расширения и организации хозяйственно-питьевого водоснабжения Томского района в пределах Томь-Колыванской складчатой зоны»//. 2002. № 4.58 с.

Нормативная литература

7. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. - 115 с.

8. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – 84 с.
9. СанПиН 2.1.4.2580-10. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – 8 с.
10. СанПиН 2.1.4.1110-02" (с изменениями на 25 сентября 2014 года) Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. – 10 с.
11. ГОСТ 31942-2012 (ISO 19458:2006) Вода. Отбор проб для микробиологического анализа. – 27 с.
12. ГН 2.1.5.2280-07 Предельно допустимые концентрации (пдк) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – 9 с.
13. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – 9 с.
- 14.
15. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – 24 с.
16. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования. – 16 с.
17. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – 9 с.
18. ГОСТ 12.4.125-83 Система стандартов безопасности труда. Средства коллективной защиты работающих от воздействий механических факторов. Классификация. – 2 с.
19. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – 6 с.

- 20.ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. -27 с.
- 21.ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. - 24 с.
- 22.СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы. - 11 с.
- 23.СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. -12 с.
- 24.ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. - 6 с.
- 25.ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. - 48 с.
- 26.ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. - 64 с.
- 27.СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. - 25 с.
- 28.СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. - 92 с.
- 29.СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. - 41 с.
- 30.СНиП 2.04.05-91* Отопление, вентиляция и кондиционирование. - 71 с.
- 31.Правила устройства электроустановок. - 500 с.
- 32.Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы СНОР выпуск 1, 1995.
- 33.Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы СНОР выпуск 2, 1993.
- 34.Сборник сметных норм на геолого-разведочные работы ССН выпуск 1, 1993.

35. Сборник сметных норм на геолого-разведочные работы ССН выпуск 2, 1993.

Электронные источники

36. Численность населения г. Томска [Электронный ресурс] URL: <http://www.admin.tomsk.ru/pgs/2d4/> (Дата обращения 7.05.2018).

37. Электроснабжение и теплоснабжение г. Томска [Электронный ресурс] URL: <http://imhodom.ru/node/14537> (Дата обращения 7.05.2018).