

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

---

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование  
Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Исследование гидравлической взаимосвязи водоносных комплексов, эксплуатируемых Томским подземным водозабором, на основе гидрогеохимических данных (Томский район)</b>

УДК 628.112.556.114 (571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ61	Смышляева Ольга Николаевна		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент Отделения геологии	Пасечник Е. Ю.	К.Г.-М.Н., ДОЦЕНТ		

Научный консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор Отделения геологии	Попов В. К.	Д.Г.-М.Н., профессор		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН ШБИП	Макашева Ю.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООДШБИП	Немцова О. А.			

По разделу «Иностранный язык»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ ШБИП	Матвеев И. А.	д-р филол.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор Отделения геологии	Савичев О.Г.	Д.Г.Н., профессор		

Томск – 2018 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ОПП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Использовать <i>фундаментальные</i> математические, естественно-научные, социально-экономические и профессиональные <i>знания в области специализации</i> при осуществлении изысканий и <i>инновационных</i> проектов сооружения и реконструкции объектов природообустройства и водопользования
P2	Ставить и решать научно-исследовательские и <i>инновационные</i> задачи инженерных изысканий для проектирования объектов природообустройства и водопользования <i>в условиях неопределенности</i> с использованием <i>глубоких фундаментальных и специальных</i> знаний
P3	Выполнять <i>инновационные</i> проекты, эксплуатировать объекты природообустройства и водопользования с применением <i>фундаментальных</i> знаний и <i>оригинальных</i> методов для достижения <i>новых</i> результатов, обеспечивающих <i>конкурентные преимущества</i> в условиях <i>жестких</i> экономических, экологических, социальных и других ограничений
P4	<i>Разрабатывать</i> на основе <i>глубоких и принципиальных</i> знаний программы мониторинга объектов природообустройства и водопользования, мероприятия по снижению негативных последствий антропогенной деятельности в условиях <i>жестких</i> экономических, экологических, социальных и других ограничений
P5	Планировать, организовывать и выполнять <i>исследования</i> антропогенного воздействия на компоненты природной среды, включая <i>критический анализ данных из мировых информационных ре-</i>

	<i>сурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности с помощью глубоких и принципиальных знаний и оригинальных методов</i>
P6	Профессионально выбирать и использовать <i>инновационные</i> методы исследований, современное научное и техническое оборудование, программные средства для решения научно-исследовательских задач с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать <i>глубокие</i> знания в области проектного <i>менеджмента</i> , находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области природообустройства, водопользования и охраны природной среды
P8	<i>Активно владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, включая разработку документации и презентацию результатов проектной и <i>инновационной</i> деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве <i>руководителя группы</i> , в том числе и <i>международной</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать <i>ответственность за работу коллектива</i> , готовность следовать профессиональной этике и нормам, <i>корпоративной культуре</i> организации
P10	Демонстрировать <i>глубокое знание</i> правовых, социальных, экологических и культурных аспектов <i>инновационной</i> инженерной деятельности, <i>осведомленность</i> в вопросах безопасности жизнеде-

	тельности, быть компетентным в вопросах устойчивого развития
P11	Самостоятельно приобретать с помощью новых информационных технологий знания и умения и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

---

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование  
Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ Савичев О.Г.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ61	Смышляевой Ольге Николаевне

Тема работы:

Выявление гидравлической взаимосвязи водных объектов района Томского водозабора на основе гидрогеохимических данных (Томский район)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	23.01.2017, №135/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	7.05.2018 г.
--	--------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Анализ литературных источников;</li><li>2. Результаты исследований химического состава подземной воды Томского подземного водозабора;</li><li>3. Материалы производственной практики в ООО «Томскводоканал» (2017 г.);</li><li>4. Материалы АО «Томскгеомониторинг»</li><li>5. Результаты научных исследований.</li></ol>
--	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ распределения концентраций хлорид-иона в пробах воды из отдельных эксплуатационных скважин Томского подземного водозабора;</li> <li>2. Моделирование смешения вод из различных водоносных горизонтов;</li> <li>3. Моделирование гидродинамических изменений в эксплуатируемом палеогеновом водоносном комплексе;</li> <li>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>5. Социальная ответственность.</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзорная схема расположения Томского водозабора;</li> <li>2. Гидрогеологический профиль по скважинам Томского водозабора;</li> <li>3. Распределение минерализации, расход по эксплуатационным скважинам;</li> <li>4. Изменение содержания хлорид-иона за разные периоды эксплуатации;</li> <li>5. Моделирование смешения природных подземных вод;</li> <li>6. Моделирование водопритока из мелового водоносного комплекса в палеогеновый.</li> </ol>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>  <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Ассистент ОСГН ШБИП Макашева Юлия Сергеевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Ассистент ООД ШБИП Немцова Ольга Александровна</p>
<p>Иностранный язык</p>	<p>Доцент ОИЯ ШБИП, д-р филол. Матвеевко Ирина Алексеевна</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p>Глава 1. История изучения подземных вод Обь-Томского междуречья</p>	
<p>Глава 2. Физико-географические условия</p>	
<p>Глава 3. Климат</p>	

Глава 4. Почвы
Глава 5. Растительность и животный мир
Глава 6. Гидрологический режим малых рек Обь-Томского междуречья
Глава 7. Гидрогеологические условия Обь-Томского междуречья
Глава 8. Исследование гидравлической взаимосвязи водоносных комплексов, эксплуатируемых Томским подземным водозабором, на основе гидрогеохимических данных
Приложение А. Research of hydraulic interrelation of the water bearing complexes operated by the Tomsk underground water intake on the basis of hydrogeochemical data (Tomsk district)

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	23.01.2017 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент Отделения геологии	Пасечник Е. Ю.	К.Г.-М.Н.,		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ61	Смышляева Ольга Николаевна		

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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
 Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель  
 ООП  
 \_\_\_\_\_ Савичев О.Г.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

Форма представления работы:

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

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	18.05.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
1.11. 17 – 7.11. 17	Глава 1. История изучения подземных вод Обь-Томского междуречья	
20. 11. 17 – 25. 11. 17	Глава 2. Физико-географические условия	
1. 02. 18 – 6. 02. 18	Глава 3. Климат	
11.02. 18 – 20. 02. 18	Глава 4. Почвы	
1.03.18 – 7.03.18	Глава 5. Растительность и животный мир	
10.03.18-12.03.18	Глава 6. Гидрологический режим малых рек Обь-Томского междуречья	
16.03.18-18.03.18	Глава 7. Гидрогеологические условия Обь-Томского междуречья	
20.03.18-20.04.18	Глава 8. Исследование гидравлической взаимосвязи водоносных комплексов, эксплуатируемых Томским подземным водозабором, на основе гидрогеохимических данных	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент Отделения геологии	Пасечник Е. Ю.	К.Г.-М.Н.,		

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор Отделения геологии	Савичев О.Г.	Д.Г.Н., профессор		



## Оглавление

1. История изучения подземных вод Обь-Томского междуречья.....	15
2. Физико-географические условия.....	18
2.1. Административное положение .....	18
2.2. Структурно-тектоническое и геологическое строение территории .....	19
3. Климат .....	25
4. Почвы.....	32
5. Растительность и животный мир.....	32
6. Гидрологический режим малых рек Обь-Томского междуречья .....	33
7. Гидрогеологические условия Обь-Томского междуречья.....	36
8. Исследование гидравлической взаимосвязи водоносных комплексов, эксплуатируемых Томским подземным водозабором, на основе гидрогеохимических данных. ....	48
8.1. Распределение хлорид-иона в эксплуатационных скважинах палеогенового водоносного комплекса. ....	48
8.2. Моделирование смешения вод палеогенового и мелового водоносных комплексов.....	50
8.3. Моделирование гидродинамических процессов между палеогеновым, четвертичным и меловым водоносными комплексами.....	53
Заключение .....	58
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ».....	59
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ».....	75
Приложение А .....	90

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 100 с., 19 рисунков, 25 таблиц, 74 источника, 6 л. графического материала.

Ключевые слова: Обь-Томское междуречье, гидравлическая взаимосвязь, гидрогеохимия подземных вод, Томский подземный водозабор, смешение природных подземных вод, гидродинамические процессы.

Данные к работе: геологические, гидрогеологические, гидрогеохимические условия района исследования, данные по химическому составу воды скважин Томского водозабора.

В процессе работы проводились: - анализ распределения концентраций хлорид-иона в пробах воды из отдельных эксплуатационных скважин Томского подземного водозабора; - моделирование смешения вод из различных водоносных горизонтов; - моделирование гидродинамических изменений в эксплуатируемом палеогеновом водоносном комплексе;

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word, а также использованы возможности пакетов Microsoft office, ArcGis, HydroGeo.

## **Сокращения**

В данной работе применены следующие сокращения:

ТПВ – Томский подземный водозабор

ОТМ – Обь-Томское междуречье

## Введение

Интенсивное промышленное и сельскохозяйственное освоение территории Томского района требует детального изучения подземных вод, в первую очередь, как источника хозяйственно-питьевого водоснабжения и одного из элементов природной среды, наиболее подверженному к техногенному воздействию. Поэтому большое научное и практическое значение имеют изучение палеогеновых подземных вод, включая формирование режима химического состава, оценки ресурсов и охраны подземных вод.

В 1604 г. вместе слияния рек Ушайки и Томи была основана крепость. Все первые укрепленные пункты в Сибири, в том числе и Томске, имели характер временных поселений и водообеспечение их осуществлялось из ближайших источников, при этом качеству воды не придавалось большого значения. С развитием города и увеличением населения поверхностные воды стали постепенно претерпевать бактериологическое загрязнение, а в годы СССР с развитием промышленности в агломерациях Кемеровской области р. Томь испытывала техногенную нагрузку. В 60-е годы XX века учёными ТПИ были даны рекомендации по использованию в качестве альтернативного источника водоснабжения артезианские воды междуречья Томи и Оби.

*Актуальность.* Сохранение качественной питьевой воды – одна из приоритетных проблем нашего времени, так как вода напрямую влияет на здоровье человека. Основным источником водопотребления г. Томска является подземное месторождение палеогеновых вод, поскольку связано это с загрязнением поверхностных водотоков. Поэтому вопрос сохранения кондиционных вод региона в условиях их постоянно возрастающего загрязнения приобретает особое значение.

*Объектом исследования* являются артезианские воды палеогенового водоносного комплекса, пригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения, месторождения «Томское», расположенного в северной части Обь-Томского меж-

дуречья (ОТМ). *А предметом научного исследования* является изучение гидрогеохимического состава воды с целью выявления гидравлической взаимосвязи водоносных комплексов.

В 1973 г. Томский подземный водозабор запустил в эксплуатацию первые скважины на территории ОТМ, эксплуатирующие воды палеогенового водоносного комплекса. В настоящее время водозабор включает 198 скважин, в режиме обычной нагрузки находятся 95 скважин. Томский водозабор представляет собой три линейных ряда эксплуатационных скважин. Первая линия водозабора (скв. 1-69), вторая линия (скв. 70-127), третья линия (скв. 128-198).

Поочередность ввода в эксплуатацию больших групп скважин и ступенчатое наращивание производительности определило различную продолжительность воздействия водозабора на гидросферу. Нарастающая эксплуатация подземных питьевых вод привела к образованию депрессионной воронки, а вследствие к существенному изменению химического состава воды.

*Цель работы.* Изучение гидрогеохимического состава подземных вод, выявление признаков перетекания вод из мелового водоносного комплекса в палеогеновый водоносный комплекс, выявление повышения концентрации компонента хлорид-ион в скважинах палеогенового водоносного комплекса.

*Основные задачи.* 1) Изучить распределение хлорид-иона в эксплуатационных скважинах палеогенового водоносного комплекса; 2) Произвести моделирование смешения вод различных водоносных комплексов; 3) Произвести моделирование гидродинамических процессов между палеогеновым и четвертичным водоносными комплексами.

*Исходные материалы.* Для написания диссертационной работы были использованы научные материалы, изученные автором в процессе работы. Кроме того, для выполнения данной работы были использованы данные многочисленных отчетов, накопленные в результате съемочных работ, режимно-мониторинговых наблюдений, данные режимных гидрогеохимических и гидродинамических наблюдений предоставленные автору АО «Томскгеомониторинг», данные

ООО «Томскводоканал», а также непосредственное участие автора в отборе единичных опробований, выполненных в период 2016-2017 гг.

### **Апробация работы**

Основные результаты диссертационной работы докладывались на всероссийских и международных конференциях различного уровня:

1. XX, XXI, XXII Международный научный симпозиум студентов, аспирантов и молодых ученых им. академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск, 2016, 2017 и 2018 г.);
2. XVIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. «ГЕОНАУКИ 2018: Актуальные проблемы изучения недр» посвященной памяти профессора В. Д. Маца. (Иркутск, 2018);
3. Международный конкурс научно-исследовательских проектов молодых ученых и студентов «Eurasia Green» (Екатеринбург, 2017 г.);
4. Международный конкурс научно-исследовательских проектов молодых ученых и студентов «Экология воды» (Екатеринбург, 2017 г.);

Автор выражает глубочайшую благодарность научным руководителям к.г.-м.н. Е.Ю. Пасечник и д.г.-м.н. В.К. Попову, а также к.г.-м.н. К. И. Кузеванову, к.г.-м.н. А. Н. Никитенкову.

## **1. История изучения подземных вод Обь-Томского междуречья.**

С первых лет открытия кафедры гидрогеологии и инженерной геологии ТПИ (1930 г.) её создателем – профессором М. И. Кучиным и первым выпускником П. А. Удодовым (впоследствии известным профессором) были начаты исследования в связи с использованием подземных вод для водоснабжения г. Томска.

В первой половине двадцатого столетия в областном центре сложилась ситуация со снабжением жителей Томска питьевой водой, которая продолжалась до конца 60-х годов. Дело в том, что основной питьевой источник – р. Томь оказался загрязненным стоками городских промышленных агломераций Кемеровской области, а необходимые для этой цели запасы подземных вод в районе г. Томска не были выявлены. Более того, по результатам геологической комплексной съемки, проведенной в конце 50-х начале 60-х годов на этой территории, включая Обь-Томское междуречье, их ресурсы оценивались в количестве лишь 5 тыс. м<sup>3</sup> в сутки. Ссылаясь на такие данные, специализированная организация «Водокоммунканалтрест» (г. Новосибирск) представила в Томский облисполком в 1965 году проект водоснабжения г. Томска за счет использования поверхностных вод отвергая воды как имеющие в этом регионе малые запасы. Однако этот процесс сталкивался с проблемой низкого качества поверхностных вод.

Выход был предложен преподавателем кафедры гидрогеологии и инженерной геологии ТПИ Н. М. Расскозовым, который по имеющимся у него фактическим материалам, полученными при изучении результатов гидрогеологических работ в регионе, оценил прогнозные запасы палеогенового водоносного горизонта на Обь-Томское междуречье в количестве 300 тыс. м<sup>3</sup> в сутки. Таких запасов хватало для водоснабжения всего населения г. Томска питьевой водой. Выполненные расчеты проверили и одобрили зав. кафедрой гидрогеологии и инженерной геологии ТПИ Г. М. Рогов и доцент этой же кафедры П. А. Удодов.

Согласившись с представленными доводами Н. М. Рассказова, Томской гидрогеологической партией было начато составление проекта поисково-разве-

дочных работ. В разработке проекта участвовали сотрудники гидрогеологической партии И. Б. Сандалов, В. М. Рябенко, В. Г. Ширинкина и преподаватели кафедры Н. М. Рассказов и П. А. Удодов. Проект был обсужден и одобрен техническим советом Томской комплексной геологоразведочной экспедиции в 1966 году, после чего Н. М. Рассказов представил его в Новосибирское геологическое управление, где он был подписан на заседании гидрогеологической секции Министерства под председательством О. И. Покрышевского проект предварительной разведки запасов подземных вод палеогенового горизонта на Обь-Томское междуречье был одобрен. Последующая предварительная разведка (1966-67 гг.) подтвердила расчеты Н. М. Рассказова и запасы этих вод были оценены в количестве 300 тыс. м<sup>3</sup> в сутки.

Томск в течении 45 лет полностью обеспечивает потребности в питьевой воде жителей областного центра (220 тыс. м<sup>3</sup>/сут) и имеет надежные перспективы для дальнейшей эксплуатации в течение многих лет. Этот вывод подтверждается также в статье С. Л. Шварцева и А. А. Лукина [56], где, кроме того, дается отрицательная оценка заключений об угрозе качеству воды Томского водозабора со стороны Сибирского химического комбината, опубликованных в некоторых печатных работах.

Начиная с 1978 года на территории Томского подземного водозабора сотрудниками кафедры, прежде всего Н. М. Шварцевой, ведутся исследования, связанные с обобщениями и анализом результатов мониторинговых работ, направленных на выяснение изменений химического состава воды. Выделенные при этом особенности характеризуют некоторое снижение в ряде водозаборных скважин концентраций железа и величины общей минерализации; в отдельных эксплуатационных скважинах фиксируется слабый рост содержания хлора, что не отражается на качестве воды. Результаты этих наблюдений опубликованы в работах [28,29,51], где охарактеризовано качество вод водозабора и дан прогноз его изменения.



В 1993-94 гг. С. Л. Щварцевым, В. А. Зуевым и другими сотрудниками кафедры при финансовой поддержке Томскобкома природы выполнен анализ материалов, связанных с изучением изменений в составе питьевой воды [23,50]. При этом в отдельных водопунктах отмечен рост токсичных компонентов, однако, он невелик и опасений в настоящее время не вызывает. Результаты этих работ обобщены в статье В. А. Зуева с соавторами [9]. Кроме того, анализ состояния гидродинамического и гидрогеохимического режимов Томского водозабора детально рассмотрен в публикации В. А. Льготина с соавторами [13]. В ней, в частности, показано, что воронка депрессии, обусловленная откачкой воды из скважин, к настоящему времени стабилизировалась, что свидетельствует о наступлении этапа практически полной компенсации водоотбора естественными ресурсами.

Выполняя под руководством С. Л. Шварцева кандидатскую работу по Томскому водозабору, сотрудница кафедры О. В. Колоколова детально осветила условия формирования химического состава вод данной территории. Её работа была основана на изучении особенностей протекания геохимических процессов в системе вода – порода, что позволило ей обосновать поступление в питьевые воды основного природного загрязнителя – железа в основном за счет гидролиза первичных алюмосиликатов, содержащихся в песчаных отложениях водоносных горизонтов [10,11,12].

Моими наставниками В. К. Поповым и Е. Ю. Пасечник был также внесен вклад в изучение месторождения подземных питьевых вод. В. К. Попов с соавторами рассматривал в своих монографиях: в первой книге геологическое строение, гидрогеологические и инженерно-геологические условия территории ОТМ, на которой расположен крупный водозабор из подземных источников, исследований по оптимизации водопотребления во второй книге анализируются состояние и эффективность работы систем водоснабжения и рассматриваются эколого-экономические аспекты водопотребления [45,46,17,18,19,20,47]. Е. Ю. Пасечник совместно со своими студентами изучает проблемы, связанные с Томским водозабором [37,44,46].

Одной из пока ещё не решенных задач, относящихся к работе Томского подземного водозабора, следует считать появление относительно повышенных концентраций хлора в воде ряда скважин. Её решение необходимо для разработки прогноза дальнейшей его эксплуатации и сохранения на этой основе надлежащего качества питьевой воды. На это направлена данная диссертационная работа.

## 2. Физико-географические условия.

### 2.1. Административное положение

Исследуемая территория располагается в пределах Обь-Томского междуречья



и в административном отношении входит в состав Томского, Шегарского и Кожевниковского районов Томской области (рисунок 1).

В границах района исследований расположены гг. Томск, Северск и ряд малых населенных пунктов с общим количеством жителей более 650 тыс. человек. Основными транспортными магистралями являются автомобильные дороги с асфальтовым покрытием Томск – Победа – Колпашево, Томск – Моряковка, Томск – Юрга.

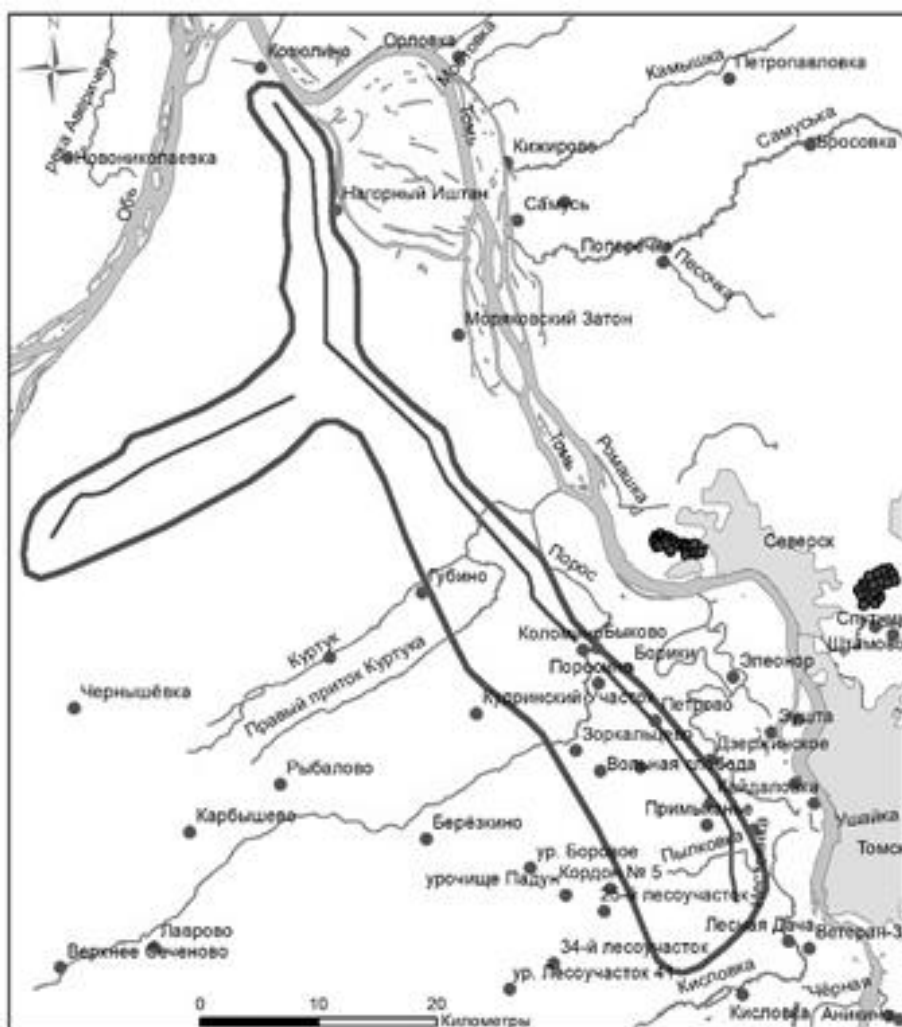
На территории Обь–Томского междуречья находится много различных садово–огороднических товариществ, а также один из

Рисунок 1. Административное районирование территории

крупнейших в России подземный водозабор, снабжающий питьевой водой г. Томск.

## 2.2. Структурно-тектоническое и геологическое строение территории

Территория г. Томска и Томского района находится в юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна и расположена на Обь-Томском междуречье и правобережном склоне р. Томи, в лесотаежной ландшафтной зоне с нормальной увлажненностью и теплообеспеченностью, с благоприятными физико-географическими условиями питания подземных вод. Схематично Томский водозабор показан на рисунке 2 [19].



### Условные обозначения

- Линия Томского водозабора
- Скважины Северского водозабора
- 3 пояс зоны санитарной охраны
- Город
- Населённые пункты

Рисунок 2. Схема расположения скважин Томского водозабора

Важной особенностью района является то, что он находится во внешней области Западно-Сибирского артезианского бассейна, где все водоносные комплексы находятся в обстановке интенсивного водообмена и содержат инфильтрационные воды, имеющие сходный гидрогеохимический облик. Только в северной части междуречья воды верхнемеловых и палеозойских отложений находятся в зоне замедленного водообмена [19].

На территории ОТМ сложилось своеобразное структурно-тектоническое строение палеозойского фундамента, которое и явилось доминирующим фактором формирования платформенного чехла, ландшафта, фильтрационных свойств пород, гидродинамики, граничных условий.

На севере ОТМ склон фундамента осложнен системой дизъюнктивных нарушений. Под долиной р. Томи проходит глубинный разлом, в контакте с которым развиты породы нижнего палеозоя Шегарского мегаантиклинария. Серии разломов северо-восточного простирания отразились в платформенном чехле в виде узких, линейно-вытянутых грабенообразных понижений, выполненных аллювиальными средне-верхнечетвертичными осадками древних ложбин стока. Геоморфогенетические предпосылки развития тектонических нарушений в палеозойском фундаменте были подтверждены результатами аэромагнитных исследований масштаба 1:50000, проведенными ГГП «Березовскгеология» в 1992 году [2]. Вдоль северной древней ложбины стока отчетливо прослеживается система разрывных нарушений, в которую попадают третья очередь Томского водозабора из подземных источников и район захоронения радиоактивных веществ Сибирского химического комбината (рисунок 3) [19].

По данным Ю.К. Смоленцева [22], в северной части междуречья находится фронт встречи потоков подземных вод мезозойской водообменной подсистемы внутренней и внешней областей бассейна. По фронту встречи этих потоков происходит разгрузка глубинных подземных вод в эксплуатируемый палеогеновый водоносный комплекс. Такая разгрузка может происходить при наличии разрывных нарушений сквозного характера, либо при интенсивно развитой трещинова-

тости тектонического происхождения. Об этом же свидетельствуют фильтрационные свойства отложений чехла: в зонах тектонических нарушений они улучшаются (так, коэффициенты фильтрации песков палеогенового водоносного комплекса достигают 67 м/сут) [19].

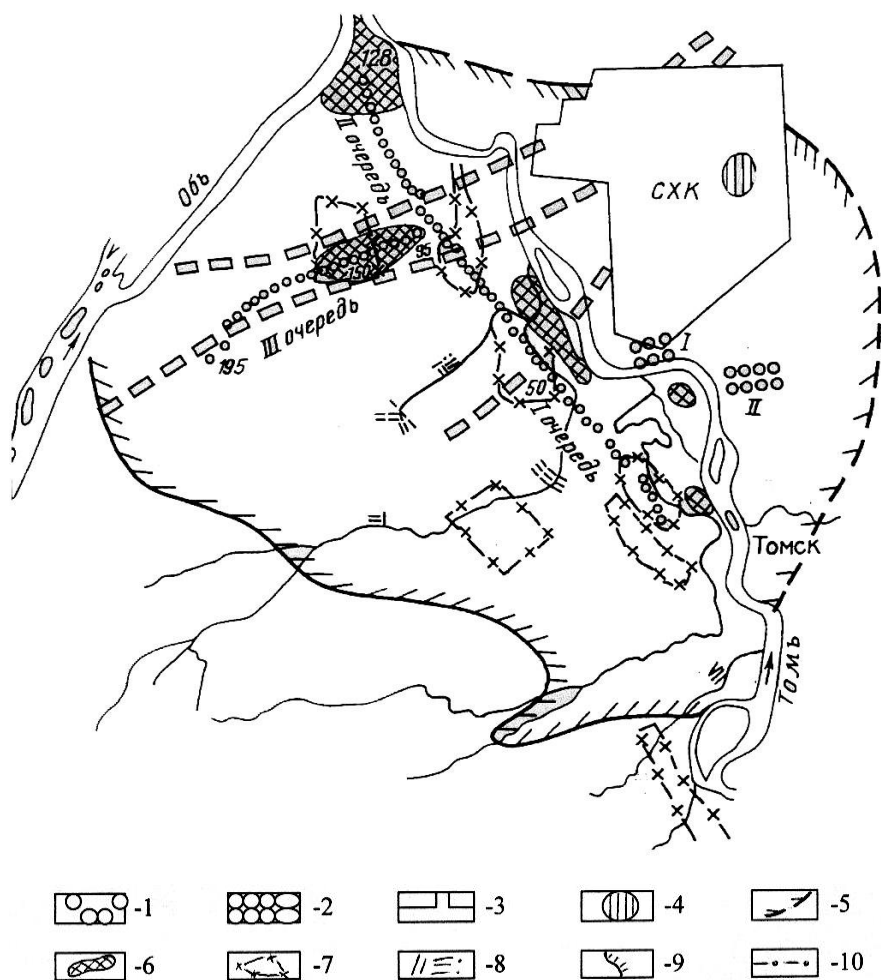


Рисунок 3. Схематическая карта геолого-тектонической и гидрогеохимической обстановки в районе Томского водозабора: 1 – Томский водозабор из подземных источников; 2 – водозаборы из подземных источников г. Северска; 3 – крупные тектонические нарушения, предполагаемые по аэромагнитным данным; 4 – участок захоронения жидких радиоактивных веществ; 5 – предполагаемая граница развития воронки депрессии; 6 - гидрогеохимические аномалии; 7 – область перетекания подземных вод меловых отложений в водоносный горизонт палеогеновых отложений;  
8 – населенные пункты; 9 – внешняя граница развития воронки депрессии;  
10 – юго-западное направление развития водозабора

В пределах Томской и Новосибирской областей Колывань-Томская зона получила название Томского прогиба или Томского синклинория. Томский прогиб выполнен терригенными флишевыми отложениями девона-карбона. Его строение усложняется наличием крупной складчатости в виде узких антиклинальных и синклинальных складок, разделенных системой продольных надвигов, сбросов и взбросов ранне-позднескладчатого заложения [2].

Кроме продольных разломов северо-восточного простирания, связанных со складчатостью, в Колывань-Томской зоне широко представлены поперечные и диагональные системы нарушений. Первые включают пояса и пучки даек и являются структурами раздвига (отрыва). Вторые проявляются в виде двух ортогональных систем: восток северо-восточной и северо-западной. В связи с плохой обнаженностью они выявляются геофизическими методами, по результатам морфоструктурного анализа, или фиксируются по наблюдаемым перемещениям геологических границ [31].

С северной, западной и юго-западной сторон Томский прогиб закрыт рыхлыми отложениями чехла. На востоке и юго-востоке он ограничен Томским шарьяжем. Северо-западной границей Томского прогиба является Обь-Чулымский шарьяж, во фронтальной части которого развита система надвигов, состоящая из Коларовского, Наумовского и Самуськинского [26]. Блоковый характер фундамента четко прослеживается и под рыхлыми отложениями чехла.

Становление данной структуры сопровождалось перемещением блоков палеозойских пород по зонам разрывных нарушений. В результате подвижек крупных блоков сформировались горстообразные впадины, скульптурные террасы. Часть структур Колывань-Томской складчатой зоны в предверхнеюрское время была вовлечена в подвижки отрицательного знака, охватившие всю территорию Западно-Сибирской плиты.

На Обь-Томском междуречье (ОТМ) К.В. Ивановым [8] была выделена обширная, так называемая Жуковская, скульптурная терраса шириной более 40 км в южной части междуречья и до 10 км в северной (г. Северск). Вдоль уступа террасы сформировалась флексурная зона, выполненная меловыми, палеогеновыми

и песчано-глинистыми четвертичными отложениями с характерными унаследованными формами залегания слоев и значительной невыдержанностью по мощности и фациальному составу. Поверхность террасы слабо наклонена к северо-западу от Томского выступа, и глубина залегания палеозойских пород в этом направлении изменяется от первых метров до 130 - 160 м вблизи бровки террасы. Затем идет резкое их погружение – глубина залегания фундамента увеличивается до 320 м в полосе шириной до 10 км, образующей вторую ступень погружения фундамента. Уступ этой ступени образован очередным резким погружением фундамента до 450 м на расстоянии до 4 км. Очевидно, что смещение блоков фундамента происходило по зонам разрывных нарушений, имеющих северо-восточное направление.

В северной части междуречья палеозойский фундамент Западно-Сибирской плиты представлен более древними структурами Колывань-Томской складчатой зоны с глубинными разломами почти широтного простирания и залегает уже на глубинах 500 метров. Данная система разрывных нарушений была подтверждена результатами аэромагнитных исследований, проведенных ГГП "Березовгеология" в 1992 г. [3]. На этой территории находятся третья и вторая (северная часть) очереди Томского подземного водозабора (ПВЗ).

По северо-западной и западной границе Обь-Томского междуречья опускание структур Колывань-Томской складчатой зоны происходило вдоль Приобского глубинного разлома [16].

В послеюрский период продолжалось активное тектоническое развитие фундамента Западно-Сибирской плиты. По мнению ряда исследователей, [21], в мезокайнозойское время в Западно-Сибирском бассейне были широко развиты вулканогенные процессы. Об этом свидетельствуют примеси вулканогенного материала в отложениях на многих стратиграфических уровнях, прослой пирокластических пород, туфов, туффитов, туфоизвестняков, туфосидеритов и т.д. По мнению А.В. Вана [1], в Западно-Сибирском бассейне было не менее 6 излияний основной магмы: в раннеюрское, позднеюрское, неокамское, сеноман-туронское, дат-палеоценовое и, возможно, в эоценовое время. Очевидно, что в зоне

сопряжения Западно-Сибирской плиты и Томь-Колыванской складчатой зоны, где сосредоточены взаимопротивоположные тенденции их развития (опускание и подъем), эти процессы проявились наиболее активно. Об этом свидетельствует и неотектонический этап их развития.

За последние 35 - 40 лет Колывань-Томский складчатый выступ испытал несколько неожиданных землетрясений силой до 3 - 4 баллов, зафиксированных сейсмическими станциями. Это дало основание для включения его в список территорий возможных природных землетрясений силой до 5 баллов и выше. Наиболее активно они происходили за период с 1898 по 1905 г. Последнее землетрясение было отмечено в 1990 г [25].

С другой стороны, Колывань-Томский выступ находится в зоне воздействия ударного эффекта от подземных ядерных взрывов Семипалатинского полигона, который в эпицентре достигает 10-12 баллов. Южные территории Западной Сибири попадают в область распространения ударной волны силой 1-3 балла. Систематические ядерные взрывы приводят к подновлению радиальных от эпицентра взрыва разломов земной коры, по которым происходит прорыв глубинных хлоридных и сульфатных вод к поверхности земли. Вследствие этого ухудшается качество пресных питьевых вод, происходит засоление почв и водоемов [25]. Аномально высокое содержание хлорид-иона выявлено и в воде скважин Томского ПВЗ северного участка, находящихся вблизи зоны тектонических нарушений [17].

Таким образом, активные тектонические процессы в мезокайнозойское время и в современный период подвергли значительным деформациям водопорные породы платформенного чехла, увеличивая их проницаемость по вертикальному вектору.



### 3. Климат

Климат района переходный, от европейского умеренно континентального к сибирскому резко континентальному (континентально–циклонический) с продолжительной холодной зимой и коротким жарким летом. В циркуляционных процессах участвуют арктические и умеренные воздушные массы, а летом – и тропические. Годовой ход температуры почвы (рисунок 4).

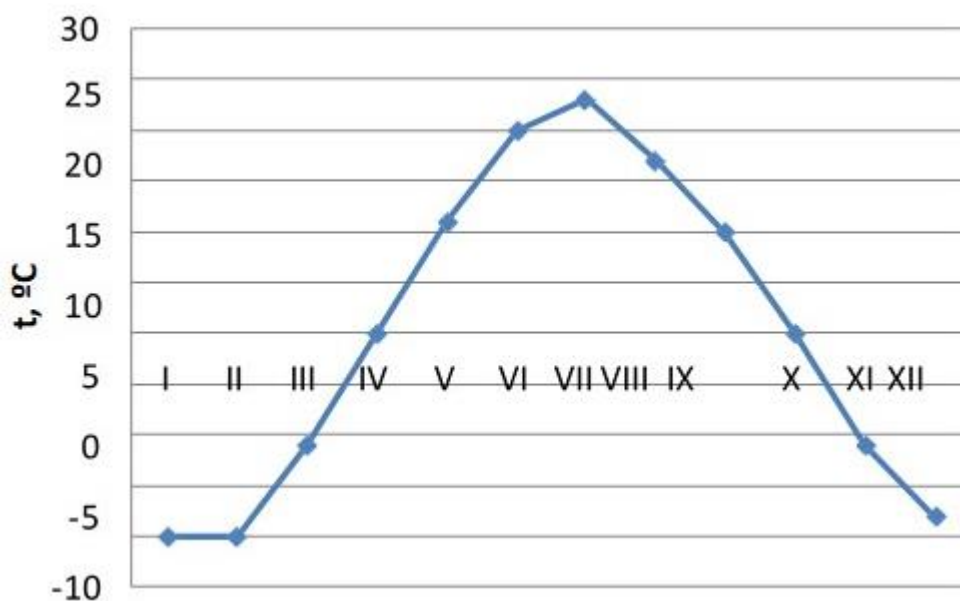


Рисунок 4. Годовой ход температуры поверхности почвы ст. Томск [5].

Кривая годового хода температуры поверхности почвы имеет вид с двумя минимумами и одним максимумом. С января по февраль температура поверхности почвы не изменяется. Резкое возрастание температуры наблюдается с февраля по июль от -20 °С до 23 °С, с июля по декабрь резко уменьшается с 23 °С до -18 °С.

Годовой ход температуры воздуха (рисунок 5).

Таблица 1 - Абсолютный минимум температуры воздуха, °С [5].

Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Год
Тем - ра	-55	-51	-42	-31	-18	-4	2	-2	-8	-29	-48	-50	-55

Таблица 2 - Абсолютный максимум температуры воздуха, °С [5].

Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Год
Тем - ра	4	7	14	27	32	35	35	34	30	85	11	7	35

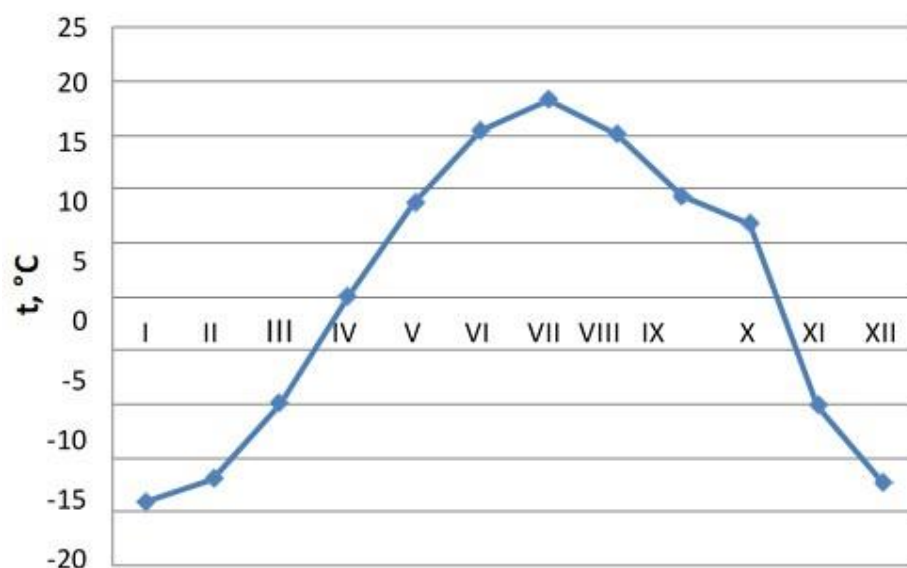


Рисунок 5 – Годовой ход температуры воздуха на ст. Томск [5].

В периоды с февраля по июль и с августа по декабрь наблюдаются наиболее интенсивные изменения температуры воздуха в годовом ходе. Минимум составляет  $-19,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , который наблюдается в январе и максимум в июле  $18,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный минимум равен  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  (в январе), а абсолютный максимум составляет  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  (в июле). Влажность воздуха характеризуется упругостью водяного пара (или парциальное давление водяного пара), относительной влажностью воздуха, а также дефицитом влажности (недостатком насыщения воздуха водяным паром). Содержание водяного пара в атмосфере сильно меняется из-за времени года и циркуляционных условий, физико-географических условий местности, состояния поверхности почвы [32].

Основной характеристикой влажности является упругость водяного пара, которая представляет собой парциальное давление водяного пара, содержащегося в воздухе.

Степень насыщения воздуха водяным паром характеризуется относительной влажностью воздуха. В свою очередь относительная влажность воздуха – это отношение фактической упругости водяного пара к упругости насыщенного воздуха при той же температуре, выраженное в процентах.

Недостаток насыщения, или дефицит влажности – разность между насыщающей и фактической упругостью водяного пара [32].

Таблица 3 - Средняя месячное и годовое парциальное давление водяного пара, гПа [5].

Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Год
Парциальное давление	1,4	1,5	2,4	4,4	6,2	11,8	15,4	13,3	9,0	5,2	2,8	1,7	3,6

Таблица 4 - Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха, % [5].

Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Год
Влажность	78	76	72	65	60	67	73	78	77	78	81	80	74

Таблица 5 - Средняя месячный и годовой дефицит насыщения, гПа [5].

Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Год
Дефицит насыщения	0,3	0,5	1,0	2,7	5,7	7,1	6,9	4,5	3,4	1,8	0,6	0,4	2,9

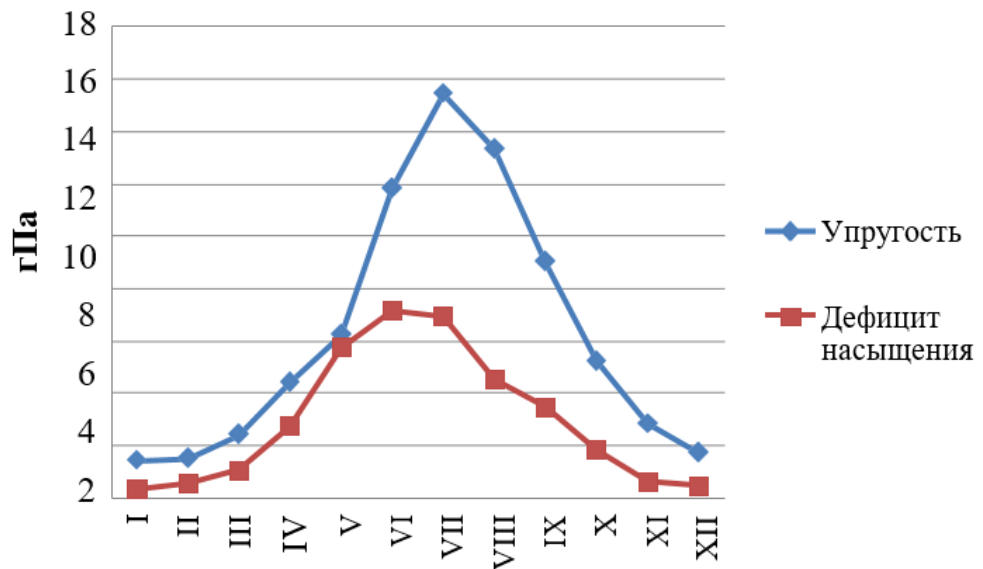


Рисунок 6. Годовой ход упругости водяного пара и дефицита Насыщения

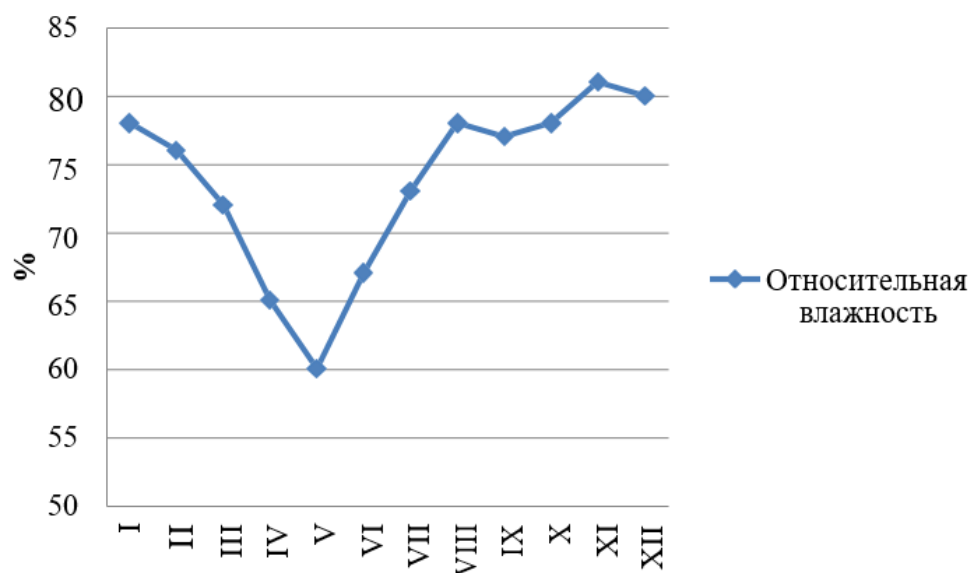


Рисунок 7. Годовой ход относительной влажности воздуха.

Годовой ход упругости водяного пара имеет простой вид, один максимум в июле (15,4 гПа) и один минимум в январе (1,4 гПа). 14 гПа - амплитуда. Годовой ход дефицита насыщения имеет вид где один максимум в июне (7,1 гПа) и один минимум в январе (0,3 гПа) с амплитудой 6,8 гПа.

Кривая годового хода относительной влажности воздуха для ст. Томск имеет простой вид. С максимумом в ноябре (80%) и минимумом в мае (60%). Амплитуда годового хода равна 20%. Годовое количество осадков Количество

осадков определяется толщиной (в миллиметрах) слоя воды, который образуется на горизонтальной поверхности от выпавшего дождя, града, обильных рос, мороси, растаявшего снега, тумана, крупы при отсутствии стока, просачивания и испарения. При измерении осадков возникают несколько видов систематических ошибок которые представлены в виде испарения осадков из ведра за время между окончанием дождя и сроком измерения, потерь собранных осадков на смачивание осадкомерного ведра, а также ошибки прибора, связанные с влиянием ветра [32].

Таблица 6 - Месячное и годовое количество осадков (мм) с поправками на смачивание [5].

<i>Месяц</i>	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Год
<i>Осадки</i>	34	23	28	31	51	67	77	76	49	55	53	42	591

Таблица 7 - Месячное и годовое количество жидких (ж), твердых (т) и смешанных (с) осадков (мм) [5].

<i>Вид осадков</i>	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Год
<i>ж</i>			1	14	37	67	77	76	45	17	1		335
<i>т</i>	34	22	26	12	2				2	22	51	40	211
<i>с</i>		1	1	2	12				2	16	6	2	4

Годовое количество осадков на ст. Томск равно 591 мм. Осадки выпадают неравномерно в течении года. В летний период их выпадает больше. В феврале наблюдается минимум осадков - 23 мм, а максимум в июле и равен 77 мм.

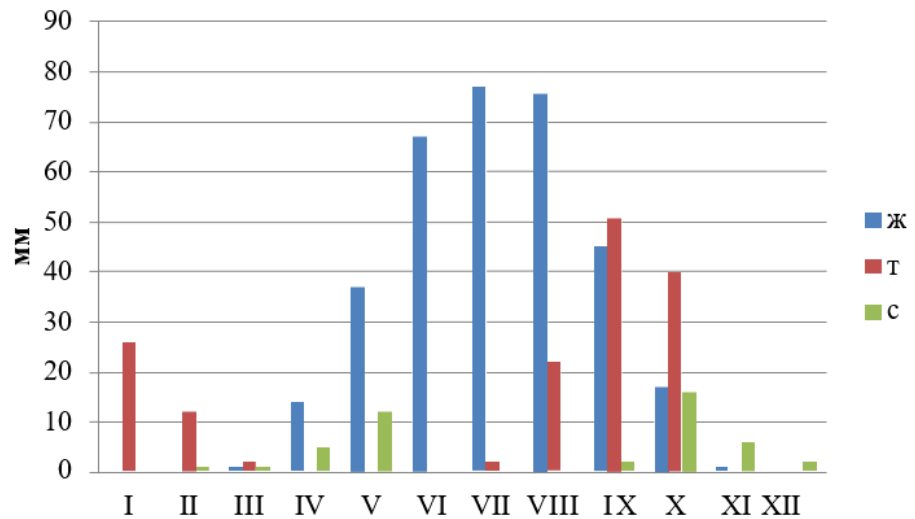


Рисунок 8. Годовой ход осадков, мм

Ветровой режим. Ветер представляет собой движение воздуха относительно земной поверхности и характеризуется скоростью и направлением перемещения. За направление ветра принимается то направление, откуда перемещается воздух [32].

Таблица 8 - Повторяемость направлений ветра и штилей, % [5].

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
I	4	8	1	7	4	1	3	2	7
II	6	11	1	7	4	1	3	3	10
III	8	10	8	9	4	1	4	5	8
IV	11	10	1	8	2	1	9	9	6
V	18	9	8	6	2	1	11	1	8
VI	12	11	1	1	2	1	9	8	12
VII	14	17	1	12	1	7	5	8	17
VIII	12	14	1	14	1	1	9	8	16
IX	11	9	1	17	2	1	8	6	17
X	5	7	8	13	3	1	7	5	13
XI	4	4	6	11	4	2	7	3	12
XII	6	8	1	9	4	1	3	2	11
год	9	10	11	11	33	15	7	4	11

Таблица 9 - Средняя месячная и годовая скорость ветра, м/с [5].

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Скорость ветра	4,2	4,1	4,1	3,6	3,5	2,9	2,5	2,5	3	3,9	4,2	4,2	3,6

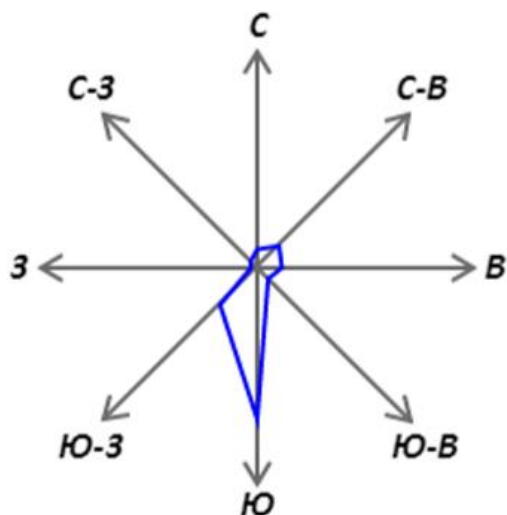


Рисунок 9. Роза ветров для января [33].

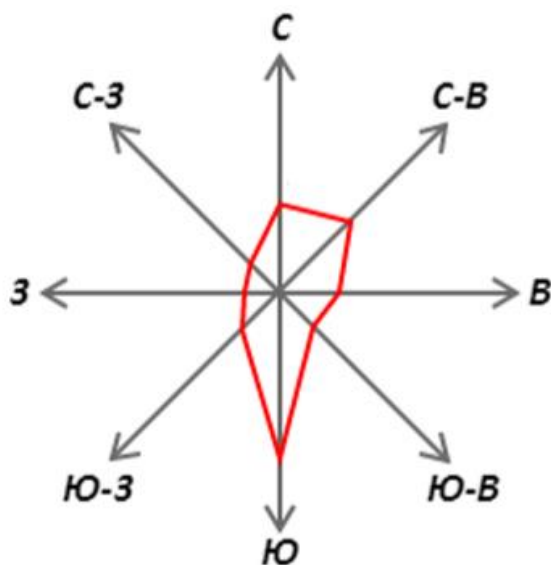


Рисунок 10. Роза ветров для июля [33].

Среднегодовая скорость ветра составляет 3,6 м/с. В Томске преобладающими ветрами являются юго-западные и южные ветра.

#### **4. Почвы**

По комплексу природных факторов изучаемая территория относится к Обь-Томскому району. Здесь выделяются следующие типы почв: торфяные, пойменные, подзолистые, серые лесные и на отдельных участках - черноземы. Все типы почв формируются на соответствующих почвообразующих породах, характеризуются определенным растительным сообществом и приурочены к определенным формам рельефа. По генезису все почвы района работ относятся к автоморфному, полугидроморфному и гидроморфному классам.

Террасовый комплекс Оби и Томи представлен фрагментами первой и второй надпойменных террас, сложенных разнообразными, но преимущественно тяжелого гранулометрического состава породами. К первой надпойменной террасе приурочены наиболее крупные массивы болот. Местами болотные системы выходят за пределы первой террасы и перекрывают часть второй. Мощность торфяной залежи достигает 7–8 м, возраст которой составляет более 5,5 тыс. лет. Высокая заболоченность связана с подтоплением террасы паводковыми водами, затоплением поверхностными в период весеннего снеготаяния и выклиниванием грунтовых вод из подошвы второй террасы. В почвенном покрове дренированных местообитаний первой террасы преобладают дерново-глеевые, реже светло-серые глееватые почвы. Вторые террасы сложены породами более легкого гранулометрического состава, более дренированы.

#### **5. Растительность и животный мир**

По геоботаническому районированию территория Обь-Томского междуречья относится к Евроазиатской хвойно-лесной области Европейско-Сибирской подобласти темно хвойных лесов. Растительный покров здесь разнообразен и находится в тесной связи с рельефом, характером почвенного покрова, водным режимом, деятельностью человека и др. факторами.

На подзолистых и дерново-подзолистых почвах легкого механического состава произрастают лишайниковые сосновые боры, чередующиеся с вторичными осиново-березовыми высокотравными лесами. Из травянистых на подзолистых почвах растут черничник, ягель, брусничник, белые мхи, реже вейник и кипрей.



Представители темнохвойных (ель, пихта, кедр) с примесью лиственных встречаются по берегам малых рек на торфяно-болотных почвах. Для пойм рек Оби и Томи характерно обилие кустарниковых (тальника, смородины, черемухи). Обширные площади заняты разнотравными лугами. На правобережье р. Томи и левобережье р. Оби развиты березняки паркового типа и суходольные луга.

На серых лесных почвах преобладают лиственные осиново-березовые леса, с богатой травяной растительностью из вейника, клевера, пырея и др. На поверхности болот произрастают карликовая багульник, береза, вереск, гипновые мхи и сфагновые, тростник, осока и др. Имеются кедровники в районе поселков: Губино, Большие Ключи, Зоркальцево, Лаврово. Такая флора позволяет не только сохранять, но и поддерживать высокую численность различным видам животных, а именно млекопитающих, амфибий, рептилий, насекомых, птиц и т. д.

## **6. Гидрологический режим малых рек Обь-Томского междуречья**

На левобережье р. Томи в пределах Обь-Томского междуречья расположены водосборы трёх малых рек: р. Черная, р. Кисловка с притоками и р. Порос с притоками. Бассейны двух последних расположены в зоне влияния подземного водозабора, обеспечивающего питьевой водой областной центр. Изменение естественных условий питания и разгрузки подземных вод в этих условиях может приводить к нарушениям режима речного стока.

Характерной особенностью левобережных притоков р. Томи является прямолинейная вытянутость их с юга-запада на северо-восток и приуроченность долин (кроме р. Порос) к древним ложбинам стока. Поймы их заболочены и залесены. По своим гидрографическим характеристикам они отличаются не сильно, однако залесенность (74%) и заболоченность (10-14%) водосборов рек Кисловки и Черной существенно выше, чем у Поросы (37% и 3% соответственно) [6].

Река Черная берёт начало на Тагансом болоте, длина ее 51 км, площадь водосбора 270 км<sup>2</sup>. В устье р. Черной на р. Томи производилась выборка гравия, вследствие чего дно р. Томи понизилось, и на устьевом участке р. Черной длиной в 50 м падение уровня составляет 2 м. Река Кисловка образуется от слияния рек

Жуковки и Еловки в 2 км ниже села Головнино. Длина реки 49 км, площадь водосбора 583 км<sup>2</sup>. В р. Томь сток р. Кисловки попадает через протоку Бурундук. Река Порос начинается на водоразделе Обь-Томского междуречья у д. Покровка. Длина реки 57 км, площадь водосбора 544 км<sup>2</sup>. Верхний участок реки до устья р. Упталы является временным водотоком. Русло протекает в широкой долине с плоским заболоченным дном. Русло извилистое, шириной 0,5-3,0 м в верхнем течении и 3-6 м в среднем. Река Порос впадает в старицу р. Томи, ширина ее здесь 30-50 м.

Притоки р. Порос являются в основном временными водотоками, на которых в хозяйственных целях устроены пруды, аккумулирующие сток с их водосборов.

Норма стока для рек Черная – с. Тахтамышево и Кисловка – п. Тимирязевский определялась в условиях малой выборки с 95% доверительной вероятностью. По имеющимся шести среднегодовым значениям стока за период 1981-1990 гг. она составила соответственно  $0,88 \pm 0,46$  и  $1,01 \pm 0,37$  м<sup>3</sup>/с. Для реки Порос – с. Зоркольцево норма стока может быть определено более надежно, так как ряд среднегодовых расходов воды (1974-1998 гг.) репрезентативен и однороден. Норма стока равна  $0,45$  м<sup>3</sup>/с относительной средней квадратичной ошибкой среднего 8% [6].

На формирование стока малых рек, в отличие от средних и крупных. Сильнее сказывается влияние локальных физико-географических условий (редкий почвенно-растительный покров, литологический состав водовмещающих пород и т.д.).

Находясь в единых климатических и близких физико-географических (в узком смысле слова) условиях, рассматриваемые водотоки, тем не менее, достаточно сильно отличаются по водности. Значительные модули стока реки Черной (таблица) объясняется тем, что она протекает по древней ложбине, аллювиальные отложения которой, обладают высокими фильтрационными свойствами, ак-

кумулируют в себе значительную часть снеготалых дождевых вод, со всей водосборной площади. Подземные воды этих отложений практически полностью разгружаются в реки в значительной мере формируя ее расход.

Река Кисловка и ее правая составляющая река Жуковка так же протекает в древней ложбине. Условия формирования ее стока аналогичны реки Черной, но площадь водосбора значительно больше, что объединяет снижение значения модуля стока [6].

Река Порос большей своей частью протекает в пределах водораздельной равнины, сложенной преимущественно суглинисто-глинистыми породами четвертичного и неогенового возраста мощностью до 50 м (Федосовска и кочковская свиты). Река имеет глубокий врез (до 50 м), но, несмотря на это, на всем своем протяжении в пределах водораздела не вскрывает водоносный горизонт отложений кочковской свиты. Кровля горизонта залегает на 20-30 м ниже дна долины, а напорный характер обеспечивает самоизлив вод при их вскрытии скважинами. Среди суглинков четвертичного возраста довольно часто встречаются обводнённые прослои и линзы супесей и песков, представляющих собой верховодку (воды зоны аэрации). Питаясь атмосферными осадками, главным образом снеготалыми водами, они зачастую разгружаются по бортам долины р. Порос в виде родников и тем самым участвуют в формировании руслового стока. Однако, незначительные ресурсы верховодки и неравномерность ее пространственно-временного распределения являются причиной того, что доля этих вод в общем речном стоке в целом невелика.

Наметившаяся после 1990 г тенденция снижения стока р. Порос, возможно связана с увеличением расходования верховодки на питания водоносного расходования кочковской свиты, уровень которого в близи долины р. Томи существенно снизился за счет работы Томского водозабора. Подтверждением этому может служить исчезновение родников по бортам долины р. Порос в районе с. Зоркальцево [6].

## 7. Гидрогеологические условия Обь-Томского междуречья

С 1970 г. Томской комплексной экспедицией ТТГУ были проведены работы на территории, примыкающей к участку с утвержденными в ГКЗ СССР запасами подземных вод, с целью значительного увеличения промышленных запасов подземных вод хозяйственно-питьевого назначения.

Ниже приводится характеристика водоносных горизонтов и комплекс междуречья.

Обь-Томское междуречье приурочено к юго-восточной окраине Западно-Сибирского артезианского бассейна платформенного типа и окаймлено с юга-востока герцинидами Колывань-Томской складчатой зоны. На северо-запад складчатые структуры резко погружаются под мезозойско-кайназойские образования. Такое положение Обь-Томского междуречья, расположенного на стыке двух структур, определяет и особенности его гидрогеологических условий. По условиям питания циркуляции и разгрузки в междуречье выделяются четыре водоносных комплекса:

- 1 – водоносный комплекс четвертично-неогеновых отложений из верхнеолигоценых отложений киреевской свиты;
- 2 – водоносный комплекс палеогеновых отложений;
- 3 – водоносный комплекс меловых отложений;
- 4 – водоносный комплекс палеозойских отложений.

Следует считать, что деление водовмещающих толщ Обь-Томского междуречья на указанные водоносные комплексы является несколько условным, так как на отдельных участках в определенных условиях два или несколько водоносных комплексов взаимосвязаны и подчинены общим гидродинамическим закономерностям [4].

*1. Водоносный комплекс четвертично-неогеновых отложений из верхнеолигоценых отложений киреевской свиты* включает в себя воды озерно-болотных отложений, пойменных и надпойменных террас рр. Оби и Томи, воды

средне-, верхнечетвертичных отложений древних ложин стока, воды нижнечетвертичных верхнеэоценовых отложений кочковской свиты и воды верхнеэоценовых отложений киреевской свиты.

#### *Воды современных озерно-болотных отложений*

Болота в Обь-Томском междуречье развиты на поймах рек, террасах, ложинах стока и водоразделе. Сложены они торфом и илами мощностью до 6 м и характеризуются низкой водоотдачей. Болотные воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевого состава с минерализацией 0,08-0,68 г/л. Воды обогащены гумусом и окислами железа. Содержание двухвалентного железа 1,8-25,0 мг/л.

Источником питания болотных вод являются в основном атмосферные осадки, а для некоторых болот – напорные воды палеоэоценового и палеозойского комплексов отложений.

#### *Водоносный горизонт пойменных отложений р. Оби и ее первой надпойменной террасы*

Пойменные отложения правобережья р. Оби в пределах Обь-Томского междуречья развиты незначительно, осадки же правой надпойменной террасы пользуются широким распространением, протягиваясь вдоль берега реки полосой шириной до 4,5 км. Водовмещающие породы ее сложены песками и гравийно-галечниковыми отложениями в основании. Пески водоносного горизонта выходят на дневную поверхность. Мощность водовмещающих пород от 9 до 29 м. Зеркало вод горизонта зависит от гипсометрических отметок местности и удаленности от береговой линии. Водообильность горизонта в целом не велика, удельные дебиты изменяются от 0,14 до 1,1 л/сек.

Воды гидрокарбонатные кальциевого или магниево-кальциевого состава с минерализацией 0,24-0,49 г/л.

Воды горизонта имеют прямую гидравлическую связь с водами р. Оби и на различных участках с водами горизонтов средне-верхне-четвертичных отложений древних ложин стока, кочковской и киреевской свит.

*Водоносный горизонт пойменных отложений р. Томи, первой и второй надпойменных террас*

Пойменные осадки на левобережье р. Томи распространены на значительной площади в виде полосы шириной от 1,2 до 7,4 км. Водовмещающие породы сложены песками и гравийно-галечниковыми отложениями мощностью от 5 до 23 м. Правая надпойменная терраса имеет органическое распространение в виде небольших по площади останцев. Водовмещающими породами являются пески и гравийно-галечниковые отложения, залегающие и подошве слоя. Верхняя часть разреза террасы представлена преимущественно суглинками и глинами, которые в виде отдельных прослоев и линз встречены и в водоносном слое. Мощность водовмещающих пород колеблется от 5 до 20 м.

Отложения второй надпойменной террасы р. Томи широко распространены в Обь-Томском междуречье. Водовмещающие породы – песок верхней части разреза и гравийно-галечниковые отложения подошвы слоя мощность до 28 м.

Песчано-гравийно-галечниковая толща представляет единый водоносный горизонт. Воды безнапорные, зеркало грунтовых вод находится на глубинах от 0 до 25 м на возвышенных участках надпойменных террас.

Водообильность зависит от мощности водовмещающих пород, их проницаемости и гранулометрического состава. Удельные дебиты скважин изменяются от 0,009 до 3,3 л/сек.

Коэффициент водопроницаемости изменяется в пределах – от 127 до 3370 м<sup>2</sup>/сутки.

Воды гидрокарбонатные, кальциевого, кальциево-магниевого, реже кальциево-натриевого и магниево-кальциевого состава с минерализацией от 0,14 до 0,31 г/л. Содержание железа от 0 до 9,1 мг/л.

Питание водоносного горизонта в паводковый период осуществляется в основном поверхностными водами р. Томи и снеготалыми водами, а также за счёт инфильтрации осадков и на отдельных участках напорными водами палеогенового комплекса и трещинными водами палеозойских отложений.

Амплитуда колебаний уровней грунтовых вод пойменных отложений составляет от 2,2 до 8,6 м, террасовых от 0,3 до 2,8 м. Для режима вод пойменных отложений характерно совпадение во времени начала подъёма и спада уровня в р. Томи. Величина отставания изменения уровня воды в скважинах прямо пропорциональна удалению скважин от уреза воды в реке.

Влияние подпора речными водами грунтовых вод террасовых отложений оказывается только на участках с низкими гипсометрическими отметками. В скважинах, находящихся на высоких участках второй надпойменной террасы р. Томи, влияние подпора паводковыми водами не отмечается.

*Водоносный горизонт средне-верхнечетвертичных отложений древних лощин стока*

В пределах Обь-Томского междуречья выявлено несколько древних лощин стока: Кисловская, Тахтамышевская, Чернореченская на границе Томской и Кемеровской областей и Самуськинская на западном водораздельном склоне Обь-Томского междуречья.

Их поверхности отчетливо вырисовываются в рельефе по своеобразно вытянутым в одном направлении формам болот, песчаных грив и межгривных понижений. Лощины стока ориентированы в юго-западном направлении параллельно друг другу.

Наиболее изучен водоносный горизонт Кисловской лощины стока, воды которого могут быть использованы для водоснабжения г. Томска.

Водовмещающие породы лощины сложены песчано-валунно-галичниковыми отложениями мощностью от 12 до 20 м и перекрыты темно-серыми глинами, илами, торфяниками и суглинками, а на отдельных участках эоловыми песками дюнных гряд. Глубина залегания кровли водовмещающих пород в юго-западном направлении с 10 до 35 м.

Водовмещающие породы залегают на неровной поверхности глинистых (реже песчаных) осадков киреевской или новомихайловской свит олигоцена.

Горизонт значительно обводнен, удельные дебиты по скважинам изменяются от 0,3 до 5-8 л/с.

Воды напорные, величина напора достигает 20м, пьезометрическая поверхность отмечена на глубинах от 15,4 до + 0,4 м.

Коэффициент водопроницаемости пласта изменяется от 119,8 до 2437 м<sup>2</sup>/сутки.

Воды гидрокарбонатные смешанного катионного состава с минерализацией 0,2-0,3 г/л.

*Водоносный горизонт нижнечетвертичных – верхне-неогеновых отложений кочковской свиты.*

Отложения кочковской свиты на Обь-Томском водоразделе распространены практически повсеместно. Глубина залегания кровли свиты колеблется от 3 до 34 м. Мощность осадков её от 12 до 65 м. Верхняя часть обычно сложена глинами мощностью от нескольких метров до 41м. На отдельных участках глины отсутствуют, и вся толща представлена водовмещающими породами. Водовмещающие породы представлены песками в верхней части мощностью от 5 до 16 м и песчано-галечниковыми отложениями нижней части разреза мощностью от 4 до 15 м. Суммарная мощность водовмещающих пород от 9 до 31 м.

Контакт с нижележащими осадками четкий, так как в основании свиты залегает гравийно-галечниковый горизонт. Подошва горизонта сложена песками, супесями, глинами и лигнитами киреевской свиты олигоцена.

Отложения кочковской свиты, перекрыты глинами тайгинской свиты, покровными суглинками или изоловыми песками верхнечетвертичных образований.

Воды кочковской свиты напорные. Величина напора изменяется от 4,9 м до 28,2 м. Пьезометрическая поверхность устанавливается на глубине от 3,8 м до 31,8 м. Водообильность скважин в южной части Обь-Томского междуречья значительна. Удельные дебиты скважин изменяются от 1,72 до 7,35 л/сек. при понижении уровня от 1,22 до 5,22 м.



В северной части Обь-Томского междуречья водообильность скважин значительна. Удельный дебит скважины составил 0,18 л/сек. Воды гидрокарбонатные кальциевого, магниевое-кальциевого, натриево-кальциевого состава с минерализацией от 0,12 до 0,4 г/л.

Воды отложений кочковской свиты используются для местного водоснабжения. Режим подземных вод кочковской свиты стабилен. Питание горизонта осуществляется в основном за счет нижележащих напорных палеогеновых вод. Движение вод горизонта направлено в сторону р.р. Томи и Оби с разгрузкой их в водовмещающие отложения террасового комплекса и поймы рек.

#### *Водоносный горизонт киреевской свиты*

Отложения киреевской свиты, развиты на большей части междуречья. Представлены они в основном мелкозернистыми песками мощностью от 5 до 18 м, а также глинами и алевролитами. Отложения киреевской свиты подстилаются верхней пачкой глин новомихайловской свиты мощностью 5-15 м и более метров.

Воды обладают небольшим напором от 6,5 до 11,5 м. Статические уровни зависят от гипсометрических отметок местности, изменяясь от 2,8 до 3,5 м.

Водообильность горизонта низка. Дебиты скважин от 0,25 до 3,7 л/сек. при понижении уровня на 6,5-14 м. Удельный дебит скважин 0,02-0,5 л/сек. Воды гидрокарбонатные кальциевого, иногда магниевое-кальциевого состава с минерализацией от 0,28 до 0,36 г/л [14].

#### **2. Водоносный комплекс палеогеновых отложений**

Палеогеновый водоносный комплекс приурочен к отложениям новомихайловской, юрковской и кусковской свит олигоцена и верхов эоцена, сложенных песками, алевролитами, глинами с прослоями бурых углей и лигнитов.

Распространены они в Обь-Томском междуречье повсеместно, выклиниваясь в его юго-восточной части, где палеогеновые осадки представлены новомихайловской свитой, залегающей на коре выветривания глинистых сланцев палеозойского фундамента и сложенной в основном, алевролитами, с прослоями серозелёных глин и бурых углей.

Воды новомихайловской, юрковской и кусковской свит находятся в тесной гидравлической связи и образуют единый гидродинамический комплекс, изолированный на большей части глинами и лигнитами киреевской и новомихайловской свит.

На отдельных участках, преимущественно на поверхности поймы р. Томи и ее надпойменных террас, воды палеогенового комплекса имеют гидравлическую связь с водами горизонтов первого от поверхности водоносного комплекса. Как показала практика эксплуатации первой очереди Томского водозабора, через эти «окна» происходит перетекание грунтовых вод в эксплуатируемый комплекс.

Отложения палеогенового водоносного комплекса в подошве изолированы аргиллитоподобными глинами эоцена, выклинивающимися в юго-восточной части междуречья. Водовмещающие породы комплекса пески на юге междуречья мелко- среднезернистые, глинистые, полевошпатово-кварцевые пески от тонкого – до грубозернистых и гравелистых.

Глубина залегания палеогеновых отложений колеблется от 20 до 50 м в пойме рек Томи и Оби, достигая 100 м на водоразделе. Суммарная мощность водовмещающих палеогеновых песков изменчива, увеличиваясь в северном и западном направлениях. В юго-восточной части междуречья она составляет 2-23 м, на севере междуречья достигает 100 и более метров.

Воды палеогенового комплекса напорные. В долине р. Оби пьезометрическая поверхность устанавливается до 20 м и выше уреза воды в реке. В пойме р. Томи пьезометрическая поверхность вод палеогенового комплекса отложений близка к урезу реки, но в северо-восточной части междуречья (район д. Моряковский затон) уровни самоизлива достигают 4-8 м над поверхностью земли. В направлении к водоразделу статические уровни находятся ниже дневной поверхности, достигая на водоразделе глубины 70,5 м. Величина напора изменяется от 28 до 140 м.

Водообильность песков палеогенового комплекса неравномерно как по площади, так и в разрезе. Наиболее обводнены в разрезе пески юрковской свиты.

По площади наименее перспективны для целей водоснабжения участок водораздельного плато и участки юго-восточной части междуречья, у границы выклинивания отложений палеогена. Водообильность палеогенового комплекса отложений резко возрастает в долинах р.р. Оби и Томи. Так, удельные дебиты скважин, пройденных на водораздельном плато, колеблются от 0,057 до 0,14 л/сек, в юго-восточной части междуречья – от 0,08 до 0,21 л/сек. На остальной территории водообильность значительно выше. В эксплуатационных скважинах 1 очереди Томского водозабора величина удельного дебита в среднем равна 4 л/сек, достигая на отдельных участках 9,6 л/сек. Коэффициент водопроницаемости изменяется от 109-213 м<sup>2</sup>/сутки на водораздельном пространстве до 1000-4000 м<sup>2</sup>/сутки в долинах р.р. Томи и Оби, и древних ложин стока. На участке действующего Томского водозабора средняя величина коэффициента водопроницаемости также варьируется в широких пределах – от  $5,9 \cdot 10^4$  м<sup>2</sup>/сутки, указанные значения характерны для палеогенового комплекса в условиях ненарушенного режима. При интенсивной эксплуатации комплекса возникают процессы перетекания из водоносных горизонтов первого от поверхности комплекса, и коэффициенты пьезопроницаемости уменьшаются, отражая уже напорно-безнапорный характер всей четвертично-палеогеновой толщи.

Подземные воды палеогенового комплекса пресные, умеренно жесткие, гидрокарбонатные смешанного, с преобладанием кальциевого катионного состава с минерализацией от 0,1 до 0,8 мг/л. В бактериологическом отношении воды чистые, здоровые.

Режим подземных вод палеогенового комплекса изучен как в условиях водораздела, так и в долинах рек Оби и Томи.

Характер изменения уровня подземных вод палеогеновых отложений, общее направление движения вод комплекса в направлении р.р. Оби и Томи, наличие литологических «окон», идентичный, химический состав вод всех рассмотренных горизонтов говорит о единой гидрологической системе водоносных горизонтов четвертично-палеогеновых отложений [14].

### ***3. Водоносный комплекс меловых отложений***

В составе комплекса меловых отложений выделяются: водоносный горизонт сымской свиты верхнего мела, горизонт симоновской свиты верхнего мела и горизонт нерасчлененных ниже, -верхнемеловых отложений покурской свиты.

Водоносный горизонт сымской свиты, распространен в северо-западной части Обь-Томского междуречья. В кровле он перекрыт повсеместно эоценовыми глинами люлинворской свиты. Представлен горизонт мелкозернистыми песками с небольшими линзами песчаников и глин. Вскрытая мощность осадков сымской свиты в д. И. Кулманы составила 25 м.

Гидрогеологические условия водоносного горизонта не изучены. Водоносный горизонт симоновской свиты, распространен на большей части Обь-Томского междуречья, выклиниваясь в юго-восточной окраине. Глубина залегания кровли от 99 до 301,7 м. Водовмещающие породы горизонта мелко-, -среднезернистые каолинизированные пески, обладающие слабой водоотдачей, мощностью от 5 до 48 м. В кровле горизонт изолирован люлинворской свиты эоцена или глинами симоновской свиты. Залегает он на песчано-глинистых осадках покурской свиты. Водоносный горизонт высоконапорный, величина напора составляет 91,4-272,7 м. Пьезометрическая поверхность устанавливается на глубине от 8,6 до 59,1 м.

Глубина залегания осадков симоновской свиты, их мощность, величина напора водоносного горизонта увеличивается в северо-западном направлении. В этом же направлении воды от гидрокарбонатных переходят в гидрокарбонатно-хлоридные и хлоридные, катионный состав из магниевое-кальциевого и магниевое-натриевого переходит в натриевый, минерализация увеличивается от 0,35 до 4,5 г/л.

Водообильность горизонта симоновской свиты невелика. Величина удельного дебита изменяется от 0,007 до 0,72 л/сек.

Водоносный горизонт покурской свиты. Песчано-глинистые осадки покурской свиты, распространены в северо-западной части междуречья. Залегают они

на пестроцветных глинах киялинской свиты нижнего мела. Водовмещающие пески обладают большим напором. Водообильность линз невелика. Дебит скважины составил 0,99 л/сек. при понижении уровня на 10,1 м. Воды хлоридные кальциево-натриевого состава с минерализацией 1 г/л [14].

#### ***4. Водоносный комплекс палеозойских отложений***

Палеозойские отложения в Обь-Томском междуречье распространены повсеместно, выходя на дневную поверхность на правом берегу р. Томи и резко погружаясь в северном и западном направлениях. В междуречье они перекрыты рыхлыми осадками мезозойско-кайнозойского чехла различной мощности и возраста. Отложения палеозоя представлены глинистыми сланцами и песчаниками. Верхняя зона мощностью от 20-80 м трещиновата и обводнена. Водообильность ее по площади неравномерна и очень велика. Удельные дебиты изменяются от 0,0007 до 0,193 л/сек. Пьезометрическая поверхность устанавливается на глубинах от 4,6 до 78,0 м. Напоры при этом выдержаны величинами от нескольких метров до 407,8 м. В зоне активного водообмена воды гидрокарбонатные, по мере погружения пород палеозойского фундамента трансформируются в хлоридно-гидрокарбонатные и хлоридные. Катионный состав от кальциево-магниевого, или кальциево-натриевого переходит в натриевый. Минерализация вод соответственно изменяется от 0,2 г/л до 1,85 г/л. Средняя величина минерализации подземных вод комплекса 0,4-0,6 г/л.

Воды пригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Практическое использование их для этих целей целесообразно лишь в юго-восточной части междуречья, где другие источники качественных подземных вод отсутствуют. Подземные воды палеозойских образований, вскрытые в пойме р. Томи, подвержены значительным сезонным колебаниям уровней.

Таким образом, на основании изучения гидрогеологических условий Обь-Томского междуречья следует считать, что основным источником крупного централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения является водоносный комплекс палеогеновых отложений [14].

## Заключение

В диссертационной работе изучен химический состав природных подземных вод и минералогический состав водовмещающих пород Томского водозабора. На основе полученных данных спрогнозировали как будет изменяться минерализация и концентрация хлорид-иона в скважине при подтягивании более минерализованных меловых вод в палеогеновый водоносный горизонт. А также оценили изменение гидродинамических условий на примере скважины 151э, при изменении параметров коэффициента фильтрации и мощности отдельного полупроницаемого слоя.

Изучен гидрогеохимический режим вод района от начала эксплуатации водозабора 1973г по 2017 гг. Выявлено, что их состав изменялся неравномерно на разных участках водозабора. В районе третьей очереди наблюдается значимый рост общей минерализации, в то время как на северо-западе (конец второй очереди) либо уменьшилась, либо не подвергалась серьезным изменениям, это связано с уменьшением нагрузки на вторую очередь и восстановлением уровня подземных вод.

Итак, резюмируя всё вышесказанное, можно однозначно утверждать, что под воздействием такой крупной водозаборной системы, как “Томскводоканал”, произошли значительные изменения гидрогеохимических и гидродинамических условий эксплуатируемого водоносного комплекса палеогеновых отложений и подстилающего водоносного комплекса меловых отложений. За счет интенсивного водоотбора усилились вертикальные перетоки из смежных водоносных горизонтов, изменились условия растворимости горных пород и минералов, в контакте с которыми находится подземная вода.

В связи с этим возникает необходимость выработать оптимальные режимы эксплуатации водозабора, чтобы уменьшить его негативное воздействие на подземную гидросферу.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ61	Смышляевой О. Н.

Институт	Инженерная школа природных ресурсов	Кафедра	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Природообустройство и водопользование

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

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Объектом исследования является Томский водозабор, изучение химического состава подземных вод на основе гидрогеохимических данных.</i>
--	--

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

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты).</li> </ul>	<p><i>Технологический процесс характеризуется наличием следующих вредных производственных факторов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– недостаточная освещенность;</li> <li>– повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> <li>– отклонение показателей микроклимата в помещении;</li> <li>– повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны;</li> </ul> <p><i>При ведении технологического процесса, могут возникнуть опасные ситуации для обслуживающего персонала, к ним относятся:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– поражение электрическим током;</li> <li>– пожароопасность</li> </ul>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> </ul>	<p><i>Основной вид потенциального воздействия на окружающую среду при нормальной эксплуатации станции – воздействие на водные ресурсы. Рассматриваемый объект не оказывает существенного воздействия на почву и грунты, атмосферный воздух, растительный и животный</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p><i>мир. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от лаборатории отсутствуют. Сырье и вспомогательные материалы, обращающиеся в технологическом процессе и хранящиеся на участке хранения сырья, а также тара являются не взрывопожароопасными</i></p>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Пожары</li> <li>- Взрывы</li> <li>- Прорыв трубы</li> <li>- Загрязнение водных ресурсов</li> </ul>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p><i>Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда, согласно ст. 212 ТК РФ, возлагаются на работодателя. Последний, руководствуясь указанной статьей, обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов сырья и материалов.</i></p>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	19.03.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООДШБИП	Немцова О. А.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ61	Смышляева Ольга Николаевна		



## **1. Социальная ответственность**

Исследуемая территория располагается в южной части Томской области. Томское месторождение подземных вод находится в пределах Обь-Томского междуречья (ОТМ). Томский водозабор. Водораздельная поверхность правобережья имеет абсолютные отметки до 200 метров. Левобережье окрестностей г. Томска (Обь-Томское междуречье) заметно ниже – его абсолютные отметки на широте города не превышают 150 м.

Располагается в зоне с резко континентальным климатом, с продолжительной суровой зимой и коротким, но теплым летом. В течение года наблюдаются значительные колебания температуры воздуха. Наиболее тёплым месяцем является июль, наиболее холодным – январь.

### **1.1. Профессиональная социальная безопасность**

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ в этом помещении описаны в таблице 1 в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 [3].

До начала полевых работ весь персонал партии будет ознакомлен с условиями производства полевых работ и правилами техники безопасности (ТБ). Вводный инструктаж будет производиться заместителем главного инженера по ТБ на базе отряда. Знание правил ТБ личным составом отряда будет проверяться специальной комиссией.

Приказом в отряде перед началом полевых работ назначается ответственный за состояние ТБ, пожарной безопасности и использования транспортных средств. С личным составом проводится инструктаж по пожарной безопасности в лесу.

Перед выездом в поле готовность отряда должна быть проверена комиссией и оформлена специальным актом. Все участники полевых работ будут зарегистрированы в партии. В полевых условиях каждый работник должен иметь нож, индивидуальный пакет первой помощи и запасную коробку спичек в непромокаемом чехле.

Таблица 1 - Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при построении бассейновой модели (согласно с ГОСТ 12.0.003-2015)

Этапы работ	Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
Полевой этап	1.Отбор проб	1. Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов 2. Пожарная опасность	1.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе 2. Повреждения в результате контакта с насекомыми	ГОСТ 12.2.003-91[62] ГОСТ 12.4.125-83[70] ГОСТ 12.4.011-89[69] ГОСТ 12.1.019-79[72] ГОСТ 12.1.030-81[71] ГОСТ 12.1.004-91[65] ГОСТ 12.1.010-76[67] СН 2.2.4/2.1.8.556-96 [66]
Лабораторный и камеральный этапы	1.Лабораторные исследования проб	1.Электрический ток 2.Пожарная опасность	1.Отклонение показателей микроклимата в помещении 2.Недостаточная освещенность рабочей зоны	ГОСТ 12.1.007-76[68] ГОСТ 12.1.019-79[72] ГОСТ 12.4.125-83[70] ГОСТ 12.4.011-89[69] ГОСТ 12.1.005-88[63] ГОСТ 12.1.004-91[65]

				СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03[60]
				СанПиН 2.2.4548-96[61]
				СНиП 2.04.05-91[64]
				ПУЭ

## 1.2. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению

### *Полевой этап*

#### *1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.*

При проведении работ на открытых площадках сохраняется нормальное функционирование организма. Работы будут проводиться в летний период. Для предотвращения перегрева предусматривается сооружение навеса, использование легкой и свободной одежды, головных уборов. Зафиксированный максимум температуры летом в Томске составляет  $+37,7\text{ C}^0$ . Также для профилактики неблагоприятного влияния высокой температуры воздуха будут соблюдаться рациональное питание и правильный питьевой режим.

#### *2. Повреждения в результате контакта с насекомыми.*

Данный фактор имеет особое значение, так как в районе много кровососущих насекомых комаров, мошки, мокреца, иксодовых клещей, отмечается присутствие медведей. Имеются случаи заболевания клещевым энцефалитом, в результате которого происходит тяжелое поражение центральной нервной системы. Заболевание начинается через две недели после укуса клеща, сопровождается высокой температурой. Клещи располагаются на ветвях деревьев, кустарниках и травах и цепляются за одежду проходящего человека. Клещи наиболее активны в конце мая – середине июня в любое время суток и в любую погоду, кроме сильных дождей. Голодные клещи обычно забираются на траву или ветки

кустарников в ожидании жертвы, здесь их жертвой часто является человек. Попав на тело человека, клещ передвигается очень осторожно, прокалывает кожу безболезненно, поэтому он может быть долго не обнаружен.

Следующие контакты опасны в плане заражения:

1. Укус (присасывание) клеща. Со слюной клеща в кровь пострадавшего попадают возбудитель или возбудители вышеперечисленных заболеваний. Важно знать, что длительное присасывание характерно для половозрелых самок. Однако, неполовозрелые особи клещей (нимфы) и самцы присасываются на короткий период времени (минуты, десятки минут). Поэтому, снятие ползающего клеща равнозначно снятию присосавшегося клеща.

2. Снятие клеща с других людей или с животных незащищенными руками. Опасность такого контакта заключается в возможности попадания инфицированного материала при раздавливании клеща и проникновения через порезы, микротрещины кожи, либо слизистую

Для предотвращения укусов клещей все работники партии будут обеспечены энцефалитными костюмами, индивидуальными медицинскими пакетами и средствами защиты (специальные мази, кремы, лосьоны, репелленты, спреи). (ГОСТ 12.1.008-78) [70].

### ***Лабораторный и камеральный этапы***

#### ***1. Отклонение показателей микроклимата в помещении.***

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных микроклиматических условий (температуру, влажность, скорость движения воздуха) в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность.

В рабочей зоне производственного камерального помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические параметры, отраженные в табл. 4.

Таблица 4 - Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96) [61].

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура воздуха °С, не более	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	легкая 1а	22-24	40-60	0,1
	легкая 1б	21 -23	40-60	0,1
Теплый	легкая 1а	23-25	40-60	0,1
	легкая 1б	22-24	40-60	0,1

Примечание:

1а – работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

1б – работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

Оптимальные параметры микроклимата обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые - обычными системами вентиляции и отопления.

Согласно СанПин 2.2.4.548-96 [61], интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования и осветительных приборов на рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м<sup>2</sup> при облучении 50 % и более поверхности человека.

В камеральном помещении необходимо обеспечить приток свежего воздуха, количество которого определяется технико-экономическим расчетом и выбором схемы системы вентиляции. Минимальный расход воздуха определяется из расчета 50-60 м<sup>3</sup>/час на одного человека. При небольшой загрязненности воздуха кондиционирование помещений осуществляется с переменными расходами наружного и циркуляционного воздуха. При значительном загрязнении в зависимости от эксплуатационных затрат на очистку воздуха расходы наружного и циркуляционного воздуха должны определяться технико-экономическим расчетом. Системы охлаждения и кондиционирования устройств ЭВМ должны проектироваться, исходя из 90 % циркуляции. СНиП 2.04.05-91 [64].

## ***2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.***

К современному производственному освещению предъявляются требования как гигиенического, так и технико-экономического характера. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда.

При работе на 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 светлое время суток. Для искусственного освещения помещений хорошо подходят светильники с люминесцентными лампами общего освещения. Диффузный ОД-2-80 светильник имеет следующие технические характеристики: 2 лампы по 80 Вт; длина лампы 1531 мм, ширина 266 мм, высота 198 мм, Коэффициент полезного действия равен 75 %, светораспределение прямое. Для исключения засветки экранов дисплеев прямыми световыми потоками светильники общего освещения располагают сбоку от рабочего места, параллельно линии стены с окнами и зрения оператора.

Согласно действующим Строительным нормам и правилам (СНиП 23-05-95) [73] для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещенность рабочих мест (300-500 лк), а для естественного и совмещенного - коэффициент естественной освещенности (КЕО). 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 (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03) [73], которые устанавливают минимальный (нормативный)

показатель освещенности. Нормируемые параметры искусственного освещения представлены в табл. 5.

Таблица 5 - Нормируемые параметры искусственного освещения (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03) [73].

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В-вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Искусственное освещение		
		Освещенность, лк		
		при комбинированном освещении		при общем освещении
		всего	от общего	
<i>конструкторские и проектные организации, научно-исследовательские учреждения</i>				
1. Кабинеты, рабочие комнаты, офисы	Г-0,8	400	200	300
2. Помещения для работы с дисплеями, залы ЭВМ	Г-0,8	500	300	400
	Экран монитора: В-1,2	-	-	200
3. Аналитические лаборатории	Г-0,8	600	400	500

### 1.3. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

#### Полевой этап

**1) Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов.** 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 документации. Ручной инструмент (кувалды, молотки, ключи, лопаты и т.п.) должен содержаться в исправности. Инструменты с режущими кромками и лезвиями следует переносить и перевозить в защитных чехлах и сумках, согласно ГОСТ 12.2.003-91.

#### **2) Меры пожарной безопасности.**

Причинами возникновения пожара в полевых условиях являются:

1) курить и пользоваться открытым огнем в огнеопасных местах (вблизи сухой травы, в кузовах машин и пр.);

2) применять для разжигания костра легковоспламеняющиеся жидкости (бензин, спирт и т.п., кроме специально предусмотренных для этих целей);

3) разводить костры на расстоянии ближе 10 м от палаток и на расстоянии ближе 100 м от мест нахождения больших зарослей сухой травы, разводить костры и дымокуры в хвойных молодняках, на торфяниках, в подсохших камышах, под кронами деревьев и в других пожароопасных местах;

В случае возникновения пожара нужно принять меры в первую очередь для спасения людей, а потом по тушению пожара и спасению материальных ценностей.

### *Камеральный и лабораторный этапы*

#### *1) Электробезопасность.*

Источником электрического тока в помещении может выступать неисправность электропроводки, любые неисправные электроприборы. Все токоведущие части электроприборов должны быть изолированы или закрыты кожухом.

Основная причина смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током – нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ 12.1.019-79. Реакция человека на электрический ток возникает лишь при прохождении его через тело. Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10 с - 2мА, при 10 с и менее - 6мА.

Помещение лаборатории и компьютерного класса по опасности поражения людей электрическим током, согласно ПУЭ, относится к помещению без повышенной опасности поражения людей электрическим током, которые характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность (влажность не превышает 75%, температура-20-23°C, отсутствуют токопроводящая пыль, полы деревянные).



Мероприятия по обеспечению электробезопасности: организация регулярной проверки изоляции токоведущих частей оборудования лаборатории и компьютерного класса; 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. Нормативные документы: ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.038-82.

## ***2) Пожарная и взрывная безопасность.***

Помещение лаборатории и камеральное помещение по пожарной и взрывной опасности согласно «Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности" по степени пожарной опасности здания и сооружения водоснабжения надлежит относить к производству категории Д, отделения углевания и аммиачных – к производству категории В.

При проведении лабораторных и камеральных работ в помещениях предусмотрена эффективная система пожаротушения. В начальной стадии пожаротушения эффективно использование внутренних пожарных кранов, огнетушителей, кошм, песка. Внутренние пожарные краны являются элементами противопожарного водоснабжения и предусмотрены на видных местах (у входов, в коридорах). Пожарные краны устанавливаются в специальных ящиках и к ним подсоединяют пожарные шланги длиной до 20 м с пожарными стволами.

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

Таблица 6. Перечень противопожарного оборудования

Огнетушитель марки ОПС-10	1 шт.
Ведро пожарное	1 шт.
Багоры	1 шт.
Топоры	1 шт.
Ломы	1 шт.
Ящик с песком 0,2 м <sup>3</sup>	1 шт.

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 либо полной ликвидации огня. В качестве первичных средств пожаротушения наибольшее распространение получили различные огнетушители: химические пенные ОХП-10, газовые углекислотные ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8, порошковые ОПС-10 и специальные огнетушители типа ОУБ.

Успех ликвидации пожара на производстве зависит, прежде всего, от быстроты оповещения и его начале. Поэтому все производственные помещения оборудуют пожарной сигнализацией. Она может быть автоматическая и электрическая

Ответственность за соблюдение пожарной безопасности в организации, за своевременное выполнение противопожарных мероприятий и исправное содержание 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. По окончании инструктажей проводится проверка знаний и навыков. Результаты проверки оформляются записью в «Журнал регистрации обучения видов инструктажа по технике безопасности» ГОСТ 12.1.004-91.

Ответственные за пожарную безопасность обязаны: не допускать к работе лиц, не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности; обучать подчиненный персонал правилам пожарной безопасности и разъяснять порядок действий в случае возгорания или пожара; осуществлять постоянный контроль за соблюдением всеми рабочими противопожарного режима, а также своевременным выполнением противопожарных мероприятий; обеспечить исправное содержание и постоянную готовность к действию средств пожаротушения; при возникновении пожара применять меры по его ликвидации.

#### 1.4. Экологическая безопасность

Экологическая ситуация на Обь-Томском междуречье складывается из целого комплекса трансформирующих факторов: вырубки лесов, распашки земель, мелиорации болот, происходящих на фоне климатической изменчивости. Однако наиболее существенным по степени влияния факторов следует признать эксплуатацию месторождения подземных вод.

Таблица 7 - Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия, при существующих характеристиках состояния окружающей среды

Природные компоненты и ресурсы окружающей среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	Уничтожение и повреждение почвенного слоя, сельхозугодий и других земель	Рациональное планирование мест и сроков проведения работ. Соблюдение нормативов отвода земель. Рекультивация земель
	Засорение почвы производственными отходами и мусором	Вывоз и захоронение производственных отходов и мусора
	Создание выемок и неровностей, усиление эрозионной опасности	Засыпка выемок и горных выработок
Лес и лесные ресурсы	Лесные пожары	Оборудование пожароопасных объектов, создание минерализованных полос, использование вырубленной древесины
Вода и водные ресурсы	Снижение уровня подземных вод	Уменьшение нагрузки на скважину

	Изменение химического состава подземных вод (превышение ПДК)	Выявление источника загрязнения. Произвести мероприятия по устранению загрязнения.
Животный мир	Нарушение мест обитания животных и других представителей животного мира, случайное уничтожение	Проведение комплекса природоохранных мероприятий, планирование работ с учетом охраны животных
Воздушная среда	Загрязнение воздушной среды.	Очистные сооружения, проведение комплекса мероприятий по мониторингу состояния воздушной среды

### 1.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Во время производственного процесса на водозаборе могут возникнуть различные чрезвычайные ситуации

- Техногенного характера (пожары, взрывы, порыв трубы).
- Экологического характера (резкая нехватка питьевой воды вследствие истощения вод или их загрязнения, истощение водных ресурсов, необходимых для организации хозяйственно-бытового водоснабжения и обеспечение технологических процессов)

Чрезвычайные ситуации могут возникнуть в результате стихийных бедствий, а также при нарушении различных мер безопасности. На случай стихийных бедствий и аварий предусматривается план по ликвидации их последствий.

При проведении проектируемых работ наиболее вероятным и разрушительным является аварийные утечки воды. Аварии в основном происходят из-за износа и коррозии трубопроводов.

Выполнение мероприятий при угрозе и возникновении крупных производственных аварий (прорыв воды):

- 1) На водоводах следует предусматривать устройства для сигнализации аварий;

- 2) Также на станции водозабора должен быть установлен аварийный насос – дренажный, который используется в случае затопления здания водозабора;
- 3) Отменить подачу воды по водопроводу;
- 4) Произвести откачку воды из водопровода;
- 5) Эвакуировать рабочих;
- 6) Отключить подачу электроэнергии, во избежание дополнительных чрезвычайных ситуаций.

### **1.6. Правовые вопросы обеспечения безопасности**

Охрана труда и техника безопасности в России это – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия (статья № 1 Федерального закона «Об основах охраны труда в Российской Федерации», 17.07.1999 г. №181-ФЗ), образующие механизм реализации конституционного права граждан на труд (ст. 37 Конституции РФ) в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. (Это право закреплено также в ст. 7 международного пакта об экономических, социальных и культурных правах).

37 статья Конституции РФ: обеспечивает свободу труда, и дает право на труд, в тех условиях, которые отвечают специальным требованиям гигиены и безопасности. Пятый пункт выше указанной статьи гласит: «каждый имеет право на отдых». В конечном итоге, своим первоисточником, охраны труда имеет Конституцию РФ.

Федеральный орган исполнительной власти, осуществляет специализированные функции, по надзору и контролю в сфере труда, этот орган называется: «Федеральная служба по труду и занятости Министерства здравоохранения и социального развития Правительства РФ».

Данная служба руководствуется в своей деятельности федеральными законами, Конституцией РФ, указами Президента РФ и актами Правительства РФ, нормативными и правовыми актами Министерства здравоохранения и социального

развития Российской Федерации, международными договорами РФ и Трудовым кодексом РФ.

Главные задачи трудового законодательства: создание необходимых правовых условий для достижения согласования интересов сторон трудовых отношений, интересов государства, а также правовое регулирование трудовых отношений и иных непосредственно связанных с ними отношений.

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда, согласно ст. 212 ТК РФ, возлагаются на работодателя. Последний, руководствуясь указанной 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, соответствующие 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 рабочих местах, о возможном риске для здоровья, о средствах индивидуальной защиты и компенсациях.

Кроме того, обеспечение безопасного условия труда гражданина, законодательство налагает ответственность на каждого за состояние природной и окружающей среды. Таким образом, статья 58 Конституция РФ, гласит, что: «сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам».

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕ-  
СУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b> 2ВМ61	<b>ФИО</b> Смышляева Ольга Николаевна
------------------------	--

<b>Институт</b>	Инженерная школа природных ресурсов	<b>Кафедра</b>	Отделение геологии
<b>Уровень образования</b>	магистратура	<b>Направление/специальность</b>	Природообустройство и водопользование

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>СНОР 93, вып. 1, ч. 3 ССН 92, вып. 7 ССН 93, вып. 1, ч. 3</i>
2. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Налоговый кодекс РФ</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>Анализ затрат времени на производство полевых и лабораторных работ для мониторинга качества подземных вод Томского водозабора</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Расчет стоимости проведения полевых и лабораторных работ для мониторинга качества подземных вод Томского водозабора</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет общей сметы проведения полевых и лабораторных работ для мониторинга качества подземных вод Томского водозабора</i>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	19.03.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент ОСГН ШБИП	Макашева Ю.С.			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b> 2ВМ61	<b>ФИО</b> Смышляева Ольга Николаевна	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
------------------------	--	----------------	-------------

В экономическую часть входят расчеты по затратам на организацию мониторинга подземных вод Томского водозабора (г. Томск).

Основные задачи работ:

- Анализ химического состав природных вод исследуемой зоны.
- Оценка эколого-геохимического состояния природных вод района.

### 1. Виды и объемы проектируемых работ

Таблица 1 - Виды и объемы проектируемых работ

№ п/п	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед.изм.	Кол-во		
1	<i>Гидрогеохимическое работы по отдельным водопунктам (с отбором проб воды для анализа в стационарной лаборатории):</i>				
1.2	Подземные воды	шт.	50	Отбор проб воды из скважин	Стерилизованные стеклянные бутылки
2	<i>Лабораторные исследования</i>				
2.1	Химический анализ воды	шт.	50	Анализ в лаборатории	Лабораторное оборудование
3	<i>Камеральная обработка</i>				
3.1	Полевая камеральная обработка	%	100	Ручная работа	Бумага, ручка, карандаш
3.2	Камеральная обработка материалов с использованием ЭВМ	%	100	Компьютерная обработка материала	Компьютер

### 2. Затраты времени и цены на проведение многокомпонентного анализа состава вод

Набор компонентов и показателей, характеризующих качество вод, определяется исходя из опыта ранее выполненных работ, а также общих геохимических предпосылок, учитывающих гидрогеохимическую и металлогеническую специфику района исследований.

В стационарных условиях выполняются общий химический и санитарный анализы, анализ микрокомпонентного состава. Перечень определяемых показателей сформирован на основе СанПиН 2.1.4.1175-02 и СанПиН 2.1.4.1074-01.



Таблица 2 - Затраты времени и цены на проведение  
МНОГОКОМПОНЕНТНОГО анализа состава вод

№ п/п	Виды анализа	Ед-ца измерения	Стоимость работ,руб	НДС (18%)	Итого,руб
1	Плотность	проба	182	32,76	214,76
2	Водородный показатель (рН)	проба	211	37,98	248,98
3	Хлор-ион (Cl <sup>-</sup> )	проба	366	65,88	339
4	Гидрокарбонат-ион (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	проба	324	58,32	382,32
5	Сульфаты SO <sub>4</sub>	проба	322	57,96	379,96
6	Карбонат-ион (СО <sub>3</sub> )	проба	117	21,06	138,06
7	Кальций	проба	234	42,12	276,12
8	Магний (Mg)	проба	234	42,12	276,12
9	Калий (K)	проба	380	68,4	448,4
10	Натрий (Na)	проба	352	63,36	252
11	Минерализация	проба	100	18	118
12	Аммоний NH <sub>4</sub>	проба	168	30,24	198,24
13	Нитраты NO <sub>3</sub>	проба	320	57,6	377,6
14	Нитриты NO <sub>2</sub>	проба	174	31,32	205,32
15	Железо Fe	проба	445	80,1	525,1
16	Марганец Mn	проба	280	50,4	330,4
17	Кремний Si	проба	254	45,72	299,72
18	Бор	проба	322	57,96	379,96
19	Йод	проба	306	55,08	361,08
20	Бром	проба	420	75,6	594,6
21	Фтор	проба	296	53,28	349,28
22	Стронций	проба	422	75,96	497,96
23	Литий	проба	436	78,48	514,48
24	Рубидий	проба	450	81	531
25	Цезий	проба	450	81	531
26	Оформление результатов	Проба	375	67,5	442,5
27	Подготовка хим.посуды	Проба	292	52,56	344,56

№ п/п	Виды анализа	Ед-ца измерения	Стоимость работ,руб	НДС (18%)	Итого,руб
28	Фильтрация проб	Проба	238	42,84	280,84
29	Заключение по результатам анализа	проба	1000	180	1180
30	Итого		9470	1704,6	11017,36

### 3. Затраты времени на производство работ

Расчет затрат времени производится по формуле (1):

$$N = Q * N_{ВР} * K, \quad (1)$$

где N - затраты времени, (чел\см);

Q - объем работ, (проба);

$N_{ВР}$  – норма выработки (час);

K - коэффициент за ненормализованные условия (0,83).

Затраты времени на производство работ представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Расчет затрат времени на производство работ

№ п/п	Виды работ	Объем работ		Норма длительности	Коэф.	Нормативный документ ССН 92	Итого Нчел./смена
		Ед. изм	Кол-во				
1	Гидрогеохимические работы по отдельным водопунктам (с отбором проб воды для анализа в стационарной лаборатории)						
1.1	подземные воды	шт.	50	0,062	0,83	вып.1, часть 3, табл. 22	2,53
2.	Лабораторные исследования						
2.1	химический анализ воды	шт.	50	7,2	1	вып. 7А, табл. 2	187,2
3	Камеральная обработка						
3.1	полевая камеральная обработка материалов	шт.	50	0,0026	0,83	вып.1, часть 3, табл. 41	0,056
3.2	камеральная обработка материалов с использованием ЭВМ	шт.	50	0,0221	1	вып.1, часть 3, табл. 56	1,11
Итого:							363,79

#### 4. Расчет затрат труда по лаборатории

Затраты труда по лаборатории химического анализа вод представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Затрат труда по лаборатории химического анализа вод

№ п/п	Наименование должностей и профессий	Количество человек на лабораторию (6 бригад)	Значение нормы, человеко- месяц
1	Начальник лаборатории	1	0,03
2	Инженер-гидрохимик I категории	4	0,10
3	Инженер-гидрохимик II категории	3	0,10
	<b>Итого</b>	8	1,0

#### 5. Расчет расходов материалов на проведение полевых геохимических работ

В соответствии со справочником сметных норм на геологоразведочные работы ССН выпуск 1 часть 3 перечисляем наименование материалов необходимых для проведения работ. Данные заносим в таблицу 5.

Таблица 5 - Расчет расходов материалов на проведение полевых геохимических работ

Наименование материала	Ед-ца измерения	Норма расходов материала	Цена руб.	Стоимость	
				По нормам руб.	С Ктзр=1,3
Папка для бумаг	шт.	0,04	110,5	2,89	3,76
Термометр ртутный		1	57,76	57,76	75,09
Сумка полевая		1	500	500	130
Бутылка стеклянная 0,5 л		8	1,5	39,2	50,96
Пробки		8	1	24,5	31,85
Карандаш простой		0,18	3,5	0,54	0,71
Книжка записная		0,09	15,0	1,35	1,76
Журнал регистрационный		1	21,0	21,0	27,3
Калька		0,66	93,1	61,45	79,88
Линейка чертежная		0,3	13,5	13,05	13,37
Резинка		0,5	3,75	1,88	2,44
Ручка шариковая		0,5	5,13	2,57	111
Скоросшиватель		1	200	200	32,5
Тетрадь общая		1	11,30	22,6	29,38
Дырокол		1	120	120	140
Рулетка		1	280	280	295
<b>Итого:</b>	<b>2196,22 руб</b>				

Таблица 6 - Расчет затрат на ГСМ

№ п/п	Наименование автотранспортного средства	Количество (л)	Стоимость за 1л (руб.)
1	Бензин	40	35,95
<b>Итого:</b>			<b>1598</b>

## 6. Расчет стоимости лабораторных работ

Калькуляция стоимости приведена по производственным документам. Стоимость лабораторных работ заносим в таблицу 7.

Таблицу 7 - Расчёт стоимости подрядных работ

Вида работ	Объем		Стоимость, руб.	Итого руб.
	Ед. измерения	Кол-во		
Полный анализ воды с определением микрокомпонентов с минерализацией менее 5 г/л	проба	50	3 514,05	175702,5

## 6. Расчет оплаты труда административно-управленческого персонала

Таблица 8 - Сметно-финансовый расчет на выполнение проектно-сметных работ

№	Статьи основных расходов	Кэф-т загрузки	Оклад за месяц	Районный коэффициент	Итого руб./месяц
1	Начальник лаборатории	1,2	35 000	1,3	54 600
2	Гидрогеолог	1	25 000	1,3	32 500
3	Инженер-гидрохимик I категории	0,7	15 000	1,3	13 650
4	Инженер-гидрохимик II категории	0,7	13 000	1,3	11 830
<b>5</b>	<b>Итого в месяц</b>				<b>112 580</b>
6	ДЗП (7,9%)				8 893,82
7	Итого: ФЗП				121 473,82
8	Страховые взносы (30% от ФЗП)				36 442,15
9	ФОТ				157 915,97
10	Материалы (5% от ЗП)				7 895,80
11	Амортизация (2% от ЗП)				3 158,32
12	Резерв (3% от ЗП)				4 737,48
<b>Итого за месяц:</b>					<b>173 707,56</b>

Таблица 9 - Общий расчет сметной стоимости работ

№ п/п	Статьи затрат	Объем		Сумма основных расходов	Полная сметная стоимость, руб.
		Ед. изм.	Кол-во		
1	2	3	4	5	6
I. Основные расходы на работы					
<b>Группа А. Собственно работы</b>					
1.	Проектно — сметные работы	% от ПР	100		<b>173 707,56</b>
2.	Полевые работы:	руб.			
2.1	Гидрогеохимическое опробование подземных вод	проб	50	11 017,36	550 868
Итого полевых работ					<b>724575,56</b>
3.	Организация полевых работ	% от ПР	1,5		21209,04945
4.	Ликвидация полевых работ	% от ПР	0,8		11311,49304
5.	Камеральные работы	% от ПР	70%		989755,641
<b>Группа Б. Сопутствующие работы</b>					
1.	Транспортировка грузов и персонала	руб.			175702,5
<b>Итого основных расходов:</b>					<b>1 589 639,13</b>
II. Накладные расходы		% от ОР	15		3 181,36
III. Плановые накопления		% от ОР+НР	15		10 121 035,02
V. Подрядные работы (лабораторные работы)					175702,5
VI. Резерв		%(от ОР)	3		636,27
Всего по объекту:					<b>11 890 194,28</b>
НДС		%	18		
<b>Всего по объекту с учетом НДС:</b>					<b>2 140 234,97</b>

Таким образом, составили экономическое обоснование проведенных работ по организации мониторинга подземных вод ОТМ, включающее в себя расчет затрат времени и труда, а также сметы по всем видам проведенных работ, суммирование которых дало представление об общей стоимости исследований. Для производства данных работ требуется 2 140 234,97 рублей.

## Список литературы

1. Ван А.А. Мезозойско-палеогеновый вулканизм на территории Западно-Сибирской низменности // Докл. АН СССР. – Т. 210. - №5. - С.1156-1159.
2. Врублевский В.А. и др. Геологическое строение области сопряжения Кузнецкого Алатау и Колывань-Томской складчатой зоны. – Томск: Изд-во ТГУ, 1987. - 90 с.
3. Галанский В.М., Лященко Н.Г. Результаты аэрогеофизической съемки масштаба 1:50000 на Томской площади: Отчет центральной экспедиции № 56/ ГПП «Березовгеология». – Томск, 1991. – 30 с.
4. Гидрогеология СССР. Том XIV. М. 1973
5. Гудымович С.С. Геологическое строение окрестностей г.Томска (территории прохождения геологической практики): учебное пособие / С.С. Гудымович, И.В. Рычкова, Э.Д. Рябчикова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 84 с.
6. Дубровская Л. И., Томский государственный университет; Н. А. Ермашова, Томский политехнический университет. Труды томских ученых по системам водоснабжения / Томскводоканал; отв. ред. В. И. Черкашин. — Томск: Цхай и К°, 2005. — 605 с.: ил.. — Библиография в конце статей.
7. Зуев В. А., Картавых О. В., Шварцев С. Л. Химический состав подземных вод Томского водозабора // Обской вестник, 1999. - № 3-4.- С. 69-77.
8. Иванов К.В., Казанский Ю.П. Материалы по изучению коры выветривания Томского района. //Вестник Западно-Сибирского и Новосибирского геологического управления, 1995. – № 3. – 87 с.
9. Картавых О. В., Шварцев Н. М. Изменчивость микрокомпонентного состава подземных вод района Томского водозабора// Материалы региональной конференции геологов Сибири, ДВ и С-В России. – Том 1, 3 века горно-геологической службы России. – томск, 2000. –С.378-381.
10. Колоколова В. О. Геохимия подземных вод района Томского водозабора (Томская область): канд. геол-минер. наук. – Томск, 2003. – 197 с.
11. Колоколова О. В. Связь гидродинамических и геохимических параметров на примере длительно эксплуатируемого Томского месторождения подземных вод// Материалы годичной сессии научного Совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии «Сергеевские чтения». -М., 2003.- Вып.5.- С. 318-323. В. Д. Мокренко, В. Я Герасимов.
12. Колоколова О. В. Этапы формирования химического состава подземных вод Обь-Томского междуречья// Проблемы поисковой и экологической геохимии Сибири. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – С. 75-78.
13. Лыготин В. А., Макушин Ю. В., Картавых О. В., Шварцев С. Л. О некоторых проблемах формирования гидродинамического и гидрогеохимического режимов Томского водозабора// Материалы международной научной конференции «Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов». -Томск: Изд-во научно-технической литературы, 2000. - С.473-477.
14. Мокренко В. Д., Герасимов В. Я. Гидрогеологические условия Обь-Томского междуречья. Труды томских ученых по системам водоснабжения /



- Томскводоканал; отв. ред. В. И. Черкашин. — Томск: Цхай и К°, 2005. — 605 с.: ил.. — Библиография в конце статей.
15. Норватов А. М. Минимальный сток малых рек в связи с подземным питанием // Труды ГГИ Л.: Гидрометеоздат, 195. Вып. 27
  16. Питьева К.Е. Гидрогеохимические аспекты охраны геологической среды. — М.: Наука, 1984. — 220 с.
  17. Попов В.К., Лукашевич О.Д., Максимова Н.М. Оценка защищенности пластовых вод Обь-Томского междуречья от загрязнения и разработка рекомендаций по безопасному водопользованию // Геоэкология. — 1997. - №6. — С. 38-42.
  18. Попов В.К. Проведение работ по созданию мониторинга природных вод Обь-Томского междуречья - как основа оптимизации режима эксплуатации подземных источников Томским водозабором. Попов В.К., Коробкин В.А. Отчет о НИР (заключ.)/ ИПЖКХ. Томск, 1992. - 345 с.
  19. Попов В. К. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья / В.К. Попов, В.А. Коробкин, Г.М. Рогов, О.Д. Лукашевич, Ю.Ю. Галямов, Б.И. Юргин, В.В. Золотарева. Томск: Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2002. — 138 с.
  20. Попов В. К. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья / В.К. Попов, О.Д. Лукашевич, В.А. Коробкин, В.В. Золотарева, Ю.Ю. Галямов. Томск: Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2003. — 174 с.
  21. Розин А.А. Подземные воды Западно-Сибирского бассейна и их формирование. — Новосибирск: Наука, 1977. — 101 с.
  22. Смоленцев Ю.К., Нелюбин В.В. О новой области разгрузки подземных вод Западно-Сибирского артезианского бассейна // Советская геология. — 1996. — №7. — С. 87-101.
  23. Шварцев С. Л. Гидрогеохимия зоны гипергинеза. М.:Недра, 1998.- 367с.
  24. Смоленцев Ю. К. Подземные воды юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна и его палеозойского обрамления как источник водоснабжения населенных пунктов, в кн. «Формирование подземных вод Западной Сибири и их использование». Новосибирск. 1965.
  25. Черкасов Г.Н. Последствия подземных ядерных взрывов на Семипалатинском полигоне для экосистем юга Западной Сибири // Материалы науч. конф. Актуальные вопросы геологии и географии Сибири. — Томск: Изд-во ТГУ, 1998. — Т.3. - С. 290-292.
  26. Черняев Е.В. Геологические предпосылки золотоносности Томского района // Материалы науч. конф. Актуальные вопросы геологии и географии Сибири. — Томск: Изд-во ТГУ, 1998. — Т.3. - С. 168-172.
  27. Шварцев С. Л., Лукин А. А. О некоторых спорных проблемах Томского подземного водозабора//Обской вестник. 1999.-№ 3-4. — С.126-131.
  28. Шварцева Н. М. Гидрогеохимические режимные наблюдения для охраны подземных вод. //Сб.: «Проблемы теоретической и региональной гидрогеохимии». —Изд-во МГУ, 1979 г. — С. 216-219.

29. Шварцева Н. М. Прогноз изменения химического состава подземных вод Томского водозабора//Материалы II Всесоюзной гидрогеол. конференции. -М.: Наука, 1982. -С.329-331.
30. Шипачев В. П. Гидрогеология Томской области и условия водоснабжения. Вестник Зап. Сиб. и Новосибирского геол. управления. №2. 1962.
31. Шопель А.Б. Структурные закономерности размещения метаморфических комплексов Алтае-Саянской складчатой области. // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири: Материалы науч. конф. – Томск: Изд-во ТГУ, 1998. – Т.3. - С . 235-236.
32. Электронный ресурс удаленного доступа (Internet) – Режим доступа: <http://aisori.meteo.ru>
33. Электронный ресурс удаленного доступа (Internet) – Режим доступа: <http://stroydocs.com>
34. Condition of the geological environment (subsoil) of the territory of the Siberian federal district in 2008. Newsletter. JSC Tomskgeomonitoring. Tomsk; 2009; 5 [in Russian].
35. Condition of the geological environment (subsoil) of the territory of the Siberian federal district in 2010. Newsletter. JSC Tomsk geomonitoring. Tomsk, 2011: 7 [in Russian].
36. Dutova E., et al Hydrogenous mineral neoformations in Tomsk water intake facility from underground sources. I Vologdina, D Pokrovsky, N Nalivaiko, K Kuzevanov and V Pokrovsky. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 33 (2016) 012017.
37. Levina O., Pasechnik E.Y., Baranova A.V., Changes in Chemical Composition of Natural Waters in Response to Technogenic Load. 10. 137–144, (2014).
38. Lgotin V., Makushin Y., Groundwater monitoring to assess the influence of injection of liquid radioactive waste on the Tomsk public groundwater supply, Western Siberia, Russia. Geological Society Special Publication. 128. 255–264, (1998).
39. Mathess G., *The Properties of Groundwater* (Wiley, New York, 1982).
40. Naymushina OS, Shvartsev SL, Zdvizhkov MA, El-Shinawi A. Chemical characteristics of swamp waters: A case study in the Tom River basin, Russia. In:

- Brikle P, Torres-Alvarado IS, editors: Proceedings of the 13th international conference on waterrock interaction WRI-13, Guanajuato, Mexico: Publ. by CRC Press.// Balkema book; 2010, p.955-958.
41. Naymushina O.S., Hydrodynamic Transformations of the Natural Hydrogeological System of the Ob-Tom' Watershed. Proceedings of the Fourteenth International Symposium on Water-Rock Interaction, WRI 14. *Procedia Earth and Planetary Science* 7 (2013) 611 – 614.
  42. Ovchinnikov A. M., *Hydrogeochemistry* (Nedra, Moscow, 1970) [in Russian].
  43. Perel'man A. I., *Geochemistry of Natural Waters* (Nauka, Moscow, 1982) [in Russian].
  44. Pasechnik E.Y., Ecological and geochemical conditions of natural waters on the territory of Tomsk (the right-bank Tom): extended abstract of a dissertation for PhD in Geology and Mineralogy. 22 (2010).
  45. Popov V.K., Lushevich O.D., Korobkin V.A. et al., Environmental and economic aspects of ground water exploitation in the Ob-Tom interstream area. 174, (2003).
  46. Popov V. K. Recycling of iron-containing deposits - the main way to increase the efficiency of water-protective measures on the territory of the Tom lower course / V. K. Popov, E. Yu. Pasechnik, A. Karmanova // *MATEC Web of Conferences*. 2016. Vol. 85 : Chemistry and Chemical Technology in XXI Century (CCT 2016) : Conference, May 17-20, 2016, Tomsk, Russia : [proceedings]. [01013, 6 p.].
  47. Popov VK, Seryakov SV. Natural-technogenic conditions of an ekologization of land use of the urbanized territories. *Vestnik of Siberian science* 2012; 1: 10-16 [in Russian].
  48. Posokhov E. V., *General Hydrogeochemistry* (Nedra, Leningrad, 1975) [in Russian].
  49. Serikov L. V., et al. Iron oxidation in different types of groundwater of Western Siberia. *Journal of Soils and Sediments*, 2009

50. Shvartsev Stepan, Kartavykh Olga V., Shvartseva Nina M. and Ermashova Nadezda A/ Monitoring of Underground Water Chemical composition of the Tomsk Potable Water Supply. // Hydrogeology and Land Use Management 6-10 September, 1999 (XXIX congress, Bratislava, Slovak Republik). P.509-614.
51. Shvartseva N. M., Kartavykh O. V. Evidence of Underground Water Pollution within the Tomsk Ground Water Intake Region (West Siberia). // Hydrogeology and the Environment 17-21 October 2000. Wuhan, P. R. China (Китай, Юхань, 2000 г.). –P.106-109.
52. Shvartsev S. L., *Hydrogeochemistry of the Supergene Zone* (Nedra, Moscow, 1978) [in Russian].
53. Shvartsev S. L., Pinneker E. V., Perel'man A. I., et al., *Principles of Hydrogeology. Hydrogeochemistry* (Nauka, Novosibirsk, 1982) [in Russian].
54. Shvartsev S. L.. Geochemistry of fresh groundwater in the main landscape zones of the Earth. Geochemistry International, 2009.
55. Shvartsev SL , Serebrennikova OV, Zdvizhkov MA, Savichev OG , Naymushina OS. Geochemistry of wetland waters from the lower Tom basin, Southern Tomsk oblast. Geochemistry International 2012; 50 (4): 367-380.
56. Shvartsev SL, Lukin AA. About some controversial problems of the Tomsk water intake. Obskoy vestnik: scientific and practical journal 1999; 3-4: 126-131 [in Russian].
57. Stumm W. and J. J. Morgan, *Aquatic Chemistry*, 2nd ed. (Wiley, New York, 1981).
58. Vernadsky V. I., *History of Natural Waters* (Nauka, Moscow, 2003) [in Russian].

Нормативная литература:

59. 17) ГОСТ Р 22.0.02-94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях»
60. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»

61. СанПиН 2.2.4548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
62. ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»
63. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
64. СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»
65. ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования»
66. СН 2.2.4/2.1.8.556-96 «Производственная вибрация. Вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»
67. ГОСТ 12.1.010-76 «Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования»
68. ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»
69. ГОСТ 12.4.011-89 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификации»
70. ГОСТ 12.4.125-83 «Система стандартов безопасности труда. Средства коллективной защиты работающих от воздействий механических факторов. Классификация»
71. ГОСТ 12.1.030-81 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление»
72. ГОСТ 12.1.019-79 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»
73. СНиП 23-05-95 «Строительные нормы и правила Российской Федерации естественное и искусственное освещение»
74. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"

## Приложение А

### **Research of hydraulic interrelation of the water bearing complexes operated by the Tomsk underground water intake on the basis of hydrogeochemical data (Tomsk district)**

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ61	Смышляева О. Н		

Руководитель ВКР Отделения геологии ИШПР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент Отделения геологии	Пасечник Е. Ю.	к. Г-М. Н.		

Консультант-лингвист Отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ ШБИП	Матвеев И. А.	д. фил. н.		

The eminent Russian scientist V.I. Vernadsky wrote: “The geochemistry of waters is among vital geologic problems because it deals with water and water controls the main structural features of the biosphere, the environment with which all living systems are intimately connected in a regular way” [58, p. 665].

This problem is especially important nowadays, with the demand for clean fresh water ever increasing as its resources rapidly decrease due to continuous pollution. This gave rise to the formidable challenge of clean water supply, which is closely related to the problems of human health and the ecological state of the environment.

The clean water problem has become one of the most important global issues and is already more significant than such main concerns of humankind as climate change, destruction of the ozone layer, soil salinization and erosion, protection of the atmosphere and ocean from pollution, etc. This is related to the special role of water in geologic processes, the origin of the biosphere, the evolution of life, and the formation of the environment.

Fresh groundwater occurs mainly in the supergene zone and is significant not only as a source of drinking water for the population. It controls the chemistry of all supergene processes, the genesis of the majority of minerals and many mineral deposits, the formation of weathering zones, soil genesis, mechanisms of dissemination and concentration of chemical elements, the development of relief and the landscape in general, the environment of life, the types of ecosystems, etc.

A special problem is the study of the interaction of water with rocks, gases, and organic matter. It is important not only to describe the character of this interaction but also to unravel its nature and search, following G.W.F. Hegel, for the general source of process movement and development. This can be done only if the interaction itself is considered as part of a more complex system involving mass and energy exchange with the external environment in time.

The geochemistry of fresh groundwater is actively developing both in Russia and in other countries. The main theoretical and practical aspects of this relatively young discipline were discussed in [39, 42, 43, 48, 52, 53, 57]. There are still many

unsolved problems. One of the most important among them is the problem of the formation of the chemical composition of groundwater because it is controlled by many factors and processes. As to the upper zone, the most widely recognized factors are climate, relief, rock type, organic matter, and their derivatives (precipitation, evaporation, temperature, permeability, water exchange, etc.) and the main processes are dissolution, leaching, exchange reaction, evaporative concentration, sorption, mixing, hydrolysis, etc. However, it is evident that the essence of the problem of the formation of groundwater chemistry cannot be determined by investigating only factors and processes because the time of activity of particular factors or processes remains unconstrained in such a case.

Consequently, the problem is to determine whether water can interact with rocks over the whole time period of contact or only during a part of this time. In other words, is the interaction time equivalent to the time of water–rock contact? What factors control this interaction, what is the direction of its development, and how does it affect the composition of groundwater? Of course, the solution of all these problems is possible only through establishment of the character of water–rock equilibrium and the direction of rock alteration. If such equilibrium is possible, what are the time scales and conditions of its attainment? If not, what are the reasons? Therefore, the elucidation of the nature of equilibrium with rocks is one of the most fundamental problems.

In addition to rocks, groundwater interacts with organic matter and various gases during their migration. Therefore, all of the aforementioned problems are also related to the water–organic matter–gas system. It is important to identify the stage of water formation during which it interacts with these important constituents of the upper part of the Earth's crust, determine the consequences of this interaction, and estimate its influence on the evolution of water composition during its movement from sources to discharge areas.

Thus, in addition to determining main factors and processes affecting the composition of groundwaters, it is essential to track the effect of each of them during the whole period of interaction. This requires the analysis of water–rock–organic matter interaction mechanisms and coupled effects of factors and processes. The diversity of



water interaction with rocks and organic matter should also be kept in mind: rocks may dissolve either congruently or incongruently; interaction may be accompanied by dissolution, leaching, oxidation, or reduction; and organic matter may be remineralized, humified, or transformed into various new organic compounds of complex structures and compositions. Of course, each of these processes does not occur separately but is coupled with other processes, which further complicates diverse natural reactions.

New fundamental data have been obtained in recent years on the character of the geologic evolution and self-organization of the water–rock system, and the essential role of this system in the structure and evolution of the environment in general was demonstrated. These results and the urgency of environmental problems, which concern mostly the upper layers of the Earth’s crust, emphasize the special role of this global shell and pose a number of fundamental problems. Some of these are (1) calculation of the average abundances of chemical elements in groundwaters from various landscape and climatic zones, especially under conditions of limited anthropogenic activity; (2) determination of particular sources of chemical elements in groundwaters; (3) investigation of the mechanisms of water–rock interaction; (4) assessment of the degree of water–rock equilibration; (5) determination of mechanisms, factors, directions, and sequences of secondary mineral formation under the influence of groundwater; (6) analysis of geologic self-organization in the water–rock system; (7) unraveling of the mechanisms of oreforming processes in the water–rock system; (8) analysis of the relations between the compositions of water and rocks, including weathering products; (9) investigation of the stages and mechanisms of development of groundwater composition; and (10) estimation of the ecological and geochemical state of the aquatic environment.

Even this cursory listing of scientific problems to be solved illustrates the importance of the investigation of the geochemistry of groundwater from the upper hydrodynamic zone under various landscape conditions differing in the character of water exchange and, consequently, the time of water–rock interaction. In this connection, the goal of this contribution is to consider new aspects of the geochemistry of groundwater

and the scales of its changes and evolution during interaction with rocks and organic matter [54].

The groundwaters of Western Siberia contain high concentrations of iron, manganese, silicon, ammonium, and, in several cases, hydrogen sulfide, carbonic acids, and dissolved organic substances. Generally, groundwaters of Western Siberia can be divided into two major types: one type is of relatively low concentration of humic substances and high hardness (water of A type) and a second type is of relatively low hardness and high concentration of hemic substances (water of B type) [49].

Tomsk water intake facility from underground sources is one of the largest intake facilities in Russia (Figure 1) and it develops Paleogene aquifers being main water supply source for the majority of West-Siberian populated areas. The chemical composition of ground waters has been studied during the entire development period of this ground water basin. According to research data, production wells are compositionally hydrocarbonate with various calcium-magnesium ratios; fresh waters with mineralization varying from 196 to 600 mg/dm<sup>3</sup> ; weak-acid to weak-alkaline (pH: 6.2 – 8.0); very soft to hard (from 0.6 to 7.0 at a mean value of 3.8 mg-equivalent/dm<sup>3</sup> ), and predominately hard. Concentrations of most analyzed components do not exceed the maximum allowable concentration (MAC). Ferrum and manganese content is higher than MAC, whereas ferrum concentration exceeds the MAC in 100% cases. Proposed water treatment scheme includes simplified aeration followed by filtering through granular loading and decontamination. In general, water treatment shows rather positive results – water through technological treatment responds to the existing regulatory documents [36].



Figure 1. Layout of Tomsk water intake facilities: 1-production well line of water intake facility; 2 – contours of decreasing groundwater level, m; 3 – Paleozoic basement protusion borderline.

### *Geology and Hydrogeology*

The considered area is situated at the joint of two major hydrogeological structures – a Kolyvan-Tomsk bow area and a West-Siberian artesian aquifer basin. It is located in a forest-taiga landscape zone with a normal humidity and heat provision, with favourable physical and geographical conditions for infiltration recharge of ground waters. Within the boundaries of Tomsk and Novosibirsk regions the Kolyvan-Tomsk bow area is called «Tomsk downfold» («Tomsky progib»). It is formed with terrigenous flysh deposits of Devonian-Carbonic periods. Its formation is complicated by the presence of a major folding in the shape of anticlinal and synclinal folds divided by the system of longitudinal thrust and upthrust faults of the early-late folded deposit. The studied region is included in the outer area of the West-Siberian artesian basin, where all the aquifer systems participate in intense water exchange and contain infiltration waters, which have similar hydrogeochemical characteristics. Only in the northern part of the interstream area the waters of chalk and Paleozoic deposits are located in the zone of delayed water exchange. Three hydrogeological complexes are distinguished within the boundaries of the ObTom interstream area and the right-bank Tom,

according to structural and geologic demarcation of the West-Siberian artesian basin: water drive systems of fault waters on the Paleozoic basement, a water drive system of chalk deposits (low and upper hydrogeological levels), water drive systems of Paleogene and Quaternary deposits (an upper hydrogeological level) [45].

#### *Chemical composition of ground waters*

The ground waters of the area are divided into four types (according to S.A. Shcherbakov, in descending order): hydrocarbonate calciferous-magnesium, hydrocarbonate sodium, hydrocarbonate-chloride sodium, and chloride sodium one. They are nitrogen-carbonate in composition, with oxygen to 1-3 mg/L [45,44,37]. Table 1 shows the chemical composition of ground waters on the territory of the Ob-Tom interstream area. Within the boundaries of a hydrogeochemical section a general zonal sequence is observed. It is caused by the change of water exchange conditions from active flushing to relatively delayed one.

Table 1 - Composition and characteristics of ground waters on the territory of the Ob-Tom interstream.

Determined indicator	Units of measurement	MAC	Water characteristics			
			Waters of Neogene Quaternary deposits	Waters of Paleogene deposits	Waters of chalk deposits	Waters of Paleozoic deposits
Ammonium	mg/L	2	0,1...2,63	0,5...2,3	0,02...1,50	0,16...1,85
Nitrates	mg/L	45	0,00...4,65	0,00...0,14	0,00...1,00	0,005...4,4
Nitrites	mg/L	3	0,00...0,10	0,00...0,05	0,00...0,04	0,001...0,075
Iron	mg/L	0,3	0,4...16,5	0,9...10	1,5...10	0,93...16,8
Manganese	mg/L	0,1	0,5...1,25	0,2...0,4	0,1...8,0	0,1...30,26
Mineralization	g/ dm <sup>3</sup>	1	0,15...0,60	0,25...0,50	0,31...5,8	0,13...4,58
Hardness	mmole q/ dm <sup>3</sup>	7	0,4...7,0	1,3...7,2	3,65...18,4	5,5...8,35
Sulphates	mg/L	500	0,0...14,0	0,00...4,0	0,0...3,5	
Fluorides	mg/L	1,5	0,15...0,50	0,20-0,60	0,45	0,10-0,30
Chlorides	mg/L	350	0,51...16,70	0,72...17,70	3,9...1874	0,47...12,50
Oxidation	mg/L	5	--	2,0...5,0	3,2...3,84	0,7...3,6

According to the data [38], the waters of the Palogene horizon used for water supply change in their chemical composition from South to North from hydrocarbonate calciferous-magnesium with the mineralization of 0.13-0.34 g/dm<sup>3</sup> to chloride sodium with the mineralization of 1.85-4.58 g/dm<sup>3</sup>, pH and Eh are within the limits of 6.8...7.6 and +90...+120 mV, respectively. Under the conditions of relatively delayed water exchange, iron is easily decomposed from the rocks, forming Fe<sup>2+</sup> ions. The waters of a Palogene water-bearing stratum are enriched with iron in the amount of 0.9-10 mg/L. The following scheme of water treatment from iron is approved at designing the underground water supply intake. The water delivered by artesian wells passes to aerators, where it is enriched with oxygen through water outpouring from the pipe located under the chamber surface. Then, water passes from aerators by gravity to rapid filters, where it is treated from iron, and it transits into the reservoir for pure water via a clarified water pipe line. There out, using the secondary pumps, it is supplied in pure water lines to the third pump stations and, finally, it is pumped into the water supply system of Tomsk. In order to decontaminate this water, its disinfection with sodium hypochlorite is provided. Several water samples were taken in the Tomsk water supply intake at different stages of water treatment (Table 2). The analyses are performed at the accredited laboratory of Scientific and Research Centre «Water» (TPU). The water is characterized by a high concentration of iron and silicon. In the process of water treatment pH increases, the concentration of chlorine, hydrocarbonate and nitrates grows, and the decrease in the majority of indicators is observed. Besides the above mentioned components (iron and silicon), the other indicators from the operating wells of the Tomsk underground water supply intake do not exceed maximum admissible values [46].

Table 2 - Chemical composition of waters at different stages of water treatment in Tomsk underground water supply intake

Indicators	Units of measurement	Norms in SanRaN 2.1.4.1074-01	Ground water	System of reuse	Water passed through filter treatment
pH	pH	6-9	6.8	6.38	7.14
CO <sup>2</sup>	mg/L		41.4	92.4	29.5
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L		<3	<3	<3
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L		329	354	369
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	500	2.29	3.73	2.07
Cl <sup>-</sup>	mg/L	350	7.98	13.45	10.4
Total hardness	mg/L	7.0	5.20	5.60	5.82
Ca <sup>2+</sup>	mg/L		80	80	87.2
Mg <sup>2+</sup>	mg/L		14.6	19.56	17.8
Na <sup>+</sup>	mg/L		13.9	16	14
K <sup>+</sup>	mg/L	200.0	0.72	1.04	0.79
Fe <sub>общ</sub>	mg/L	0.3	2.2	7.5	0.075
Mineralization	mg/L	1000	448.5	487.8	501.3
Permanganate oxygen demand	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	5.0	1.5	2.22	0.98
Electric conductivity	mS/cm		0.487	0.51	0.559
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	2.0	0.85	0.0029	0.22
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/L	3.0	<0.02	<0.02	<0.02
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	45	0.1	2.23	0.98
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L		0.57		0.121
Si	mg/L	10.0	12.06	11.94	12.2
J	mg/L		0.15	0.083	0.04

Water is supplied to the regions of Tomsk and of Seversk by the operation of three large water intakes in the Tomsk and Seversk aquifer system. The Tomsk water intake has operated in the territory of the Ob-Tom' watershed since December 1973, withdrawing water from Paleogene deposits to supply drinking water to the city of Tomsk. The water intake consists of 198 wells located on three lines. The Seversk water intake No. 1, consisting of 34 wells, is located on the right bank of the Tom' River and has withdrawn groundwater from Paleogene aquifers since December 1959. The Seversk water intake No. 2 is 4 km east of the city of Seversk and has been in

operation since 1970. It withdraws groundwater of Paleogene and Upper-Cretaceous water-bearing aquifers and consists of 26 wells [35].

Different regional aquifers were studied. The aquifer complex of Neogene-Quaternary deposits includes hydraulically interconnected lake and marsh deposits, floodplains deposits; and ancient lowlands that were active depositional areas. The complex is widespread everywhere in the Ob - Tomsk watershed and along the right bank of the Tom' River. The upper part of the aquifer is composed of loams, sand and clay. The thickness of aquitard clay deposits ranges from 3-10 m in the Tom' River flood plains, to 60-70 m in the Ob-Tom' watershed. Water-bearing strata include sand, gravel-pebble deposits, and sandy loams, whose thickness ranges from 15 to 45 m. The waters are normally pressured or perhaps weakly overpressured when confined. Hydraulic conductivities range up to 2000 m<sup>2</sup> /d. The chemical characteristics of the waters are bicarbonate, sometimes chloride-bicarbonate sodium-calcium, magnesium-calcium, with near-neutral and to slightly alkaline pH. Total dissolved solids contents range from 0.1 to 0.6 g/l [40, 55].

The aquifer complex of Paleogene deposits is the main source of the centralized water supply of Tomsk and partially of Seversk. It is composed of sand, aleurites, and clays with entrained layers of brown coals and lignites. It is isolated from the Neogene-Quaternary complex by aleurites, clays and lignites that are from 1-70 m thick. This aquitard layer is discontinuous, and water flows through sandy lithological "windows" downward from the overlying aquifer complex. The aquifer thickness ranges from 10 to 100 m, and the depth is from 40 to 125 m below the surface. The pressure head ranges from 13 to 90 m. Most wells produce at least 1 l/s, reaching 3.5-6.5 l/s. Hydraulic conductivity ranges from 100-200 m<sup>2</sup> /d on average, with conductivities up to 1000-4000 m<sup>2</sup> /d in an ancient Tom' River valley. The chemical characteristics of the groundwater are generally fresh bicarbonate, rarely including chloride, magnesium calcium and sodium, with a total dissolved content from 0.2 to 0.9 g/l.

The aquifer complex of Upper-Cretaceous deposits is widespread within the characterized area, being absent only in a southeast part of Ob – Tom' watershed. The upper part is composed of clay, wedging out in the southern part of the watershed and

on the Tom' River right bank, with a thickness from 6 to 17 m. The lower part of the aquifer is composed of almost impervious clay. The thickness of the aquifer ranges from 20 to 285 m. The pressure head ranges from 70 to 210 m. The chemical characteristics of the waters are mainly fresh, bicarbonate or bicarbonate-chloride, calcium-magnesium and calcium-sodium or sodium, with a total dissolved solids content from 0.4 to 2 g/l.

Infiltrating rainwater provides the bulk of the recharge of underground waters to all the aquifers. Hydraulic heads decrease in the direction of the Tom' River, and in places ascending groundwater discharges to the river. Near the Tom' River the dynamic of the groundwater levels is defined by seasonal fluctuations of river water levels. During times of high river-water levels the groundwater in the alluvial water-bearing horizon is recharged, whereas groundwater discharge occurs when the river is low.

Groundwater drawdown from the Tomsk and Seversk pumping operations in the Neogene-Quaternary aquifer complex led to a shift of isolines towards a watershed (away from the river) and to formation of a cone of depression. For 2008, the maximum reduction of the groundwater level was 4.1 m [55] (fig 1).



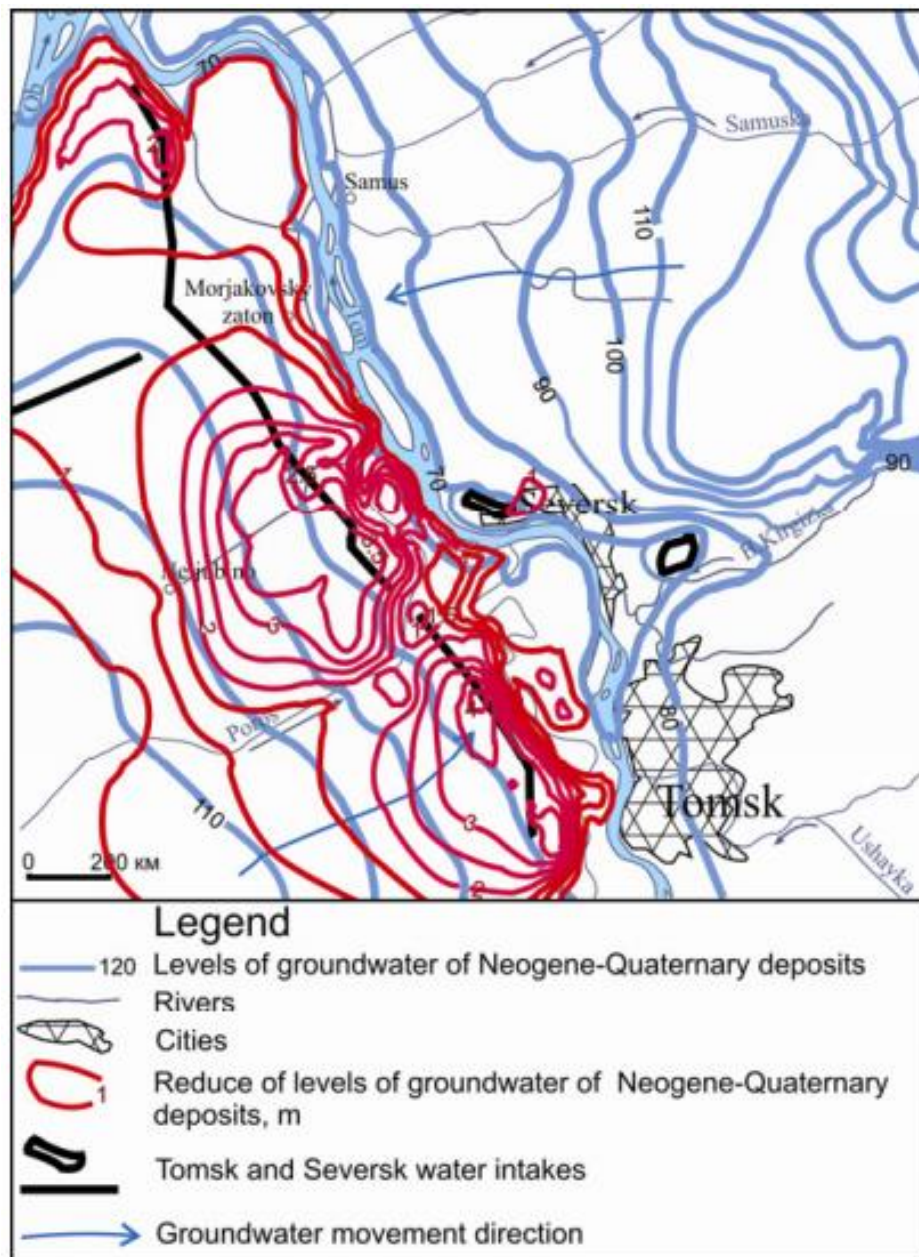


Figure 2. Drop in groundwater levels of the Neogene-Quaternary water-bearing complex in 2010.

When pumping began in 1973, the natural flow regime of the Paleogene aquifer complex was disrupted by the Tomsk water intake. The effect was greater near the pumping stations. Before 1973, the flow regime was influenced only by the Seversk water intakes, therefore local cones of depression along the Tom' River right bank were limited to local closed hydraulic contours. Operation of the Tomsk water intake caused a decrease in water levels in the aquifer that led to shift of the axis of discharge, especially in its northern part, in the watershed. The maximum drawdown in 2010 was along a line of pumping stations, with a drawdown from natural (pre-pumping) levels from 9.5 to 14 m. As a result of the drop in water levels in the aquifer horizons in the

valley of the Tom' River, a rather extensive cone of depression was formed within which levels of underground waters lie almost horizontally [34, 35, 47, 56]. Drawdown in the Paleogene aquifer complex had little effect on the recharge and discharge areas, but led to a drop in hydraulic head levels in the discharge zone. So, if in 1973 the maximum values of negative hydraulic head differences were limited to a rather narrow strip along the bed of the Tom' River, by 2010 this zone has reached the side of Ob – Tom' watershed and includes the second and third lines of the Tomsk water intake. The increase in the difference of hydraulic heads inevitably led to an increase in the rate of upward flow of more saline waters from the underlying Upper-Cretaceous aquifer and, as a result, to increase of total dissolved content of water in some of the wells, especially in the northern part of the second line of the water intake.

From the discussion above, the long-term operation of the Tomsk and Seversk water intakes has led to a decrease in levels of groundwater in the shallow Paleogene and the Neogene-Quaternary aquifer complexes, and cones of depression have formed, which in places has led to reversal of flow directions and changes in recharge and discharge conditions.

Environment is subject to changes caused by both natural and anthropogenic factors that can occasionally lead to decrease in underground water quality. To provide effective use of water resources underground water monitoring is carried out. During the process of monitoring underground water quality is estimated through analysis of chemical composition and mechanism of formation data. Assessment of eco-geochemical condition of underground water implies comparison of actual state of water medium with predefined criteria. As a predefined criteria can serve original state of monitored components (background contents) or normative values. It is important to have the entire population of studied data divided into hydrogeochemically homogenous sets. According to developing in recent decades concepts, water enrichment in certain chemical elements is a result of equilibrium-nonequilibrium interaction in a water – endogenous rock system. Geochemical water type is an integral characteristic of water.