

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование  
 Отделение геологии

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
<i>Мониторинг качества питьевой воды Томского водозабора из подземных источников</i>

УДК628.112-047.36(571.16-25)

#### Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Гончарова Вера Сергеевна		

#### Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОТ	Пасечник Е.Ю.	К.Г.-м.н		

#### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	К.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.А.	К.т.н.		

#### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование  
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Пасечник Е.Ю.

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

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ02	Гончарова Вера Сергеевна

Тема работы:

*Мониторинг качества питьевой воды Томского водозабора из подземных источников*

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№17-18/С от 17.01.2022г.
---	--------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2022
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования - Томский водозабор из подземных источников, режим работы – непрерывный, вид сырья – природная вода из артезианских скважин, требования к продукту - соответствие качества воды СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><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>	<p>Природный условия, геологическая и гидрологическая характеристика изучаемой территории;</p> <p>Анализ результатов мониторинга качества питьевой воды Томского водозабора из подземных источников;</p> <p>Анализ результатов лабораторного контроля проб добытой воды, воды, отпущенной в сеть со станции водоподготовки и воды в распределительной сети;</p> <p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</p> <p>Социальная ответственность;</p> <p>Раздел на иностранном языке.</p>
--	--

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Рыжакина Татьяна Гавриловна Кандидат э.н. доцент
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович Кандидат т.н. доцент
Иностранный язык	Кемерова Наталья Сергеевна

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Раздел на иностранном языке выполнен в виде описания района исследования и исследования по теме ВКР.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	17.01.2022
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ ИШПР	Дутова Е.М.	Д.г.-м.н., профессор		17.01.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Гончарова Вера Сергеевна		17.01.2022

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование  
 Уровень образования магистратура  
 Отделение геологии  
 Период выполнения \_\_\_\_\_ (весенний семестр 2021 /2022 учебного года)

Форма представления работы:

**Магистерская диссертация**

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10-12.2020-01.02.2022	<i>Сбор и обработка исходных материалов</i>	
01-03.2022	<i>Общие сведения о районе расположения объекта исследования</i>	
03-06.2022	<i>Сравнительный анализ качества воды</i>	
05.2021	<i>Социальная ответственность</i>	
05.2021	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	
05.2021	<i>Раздел на иностранном языке</i>	

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

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

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

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

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ВМ02	Гончарова Вера Сергеевна

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение</b>	<b>Отделение геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	20.04.02 Природообустройство и водопользование Чистая вода

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

Мониторинг качества питьевой воды Томского водозабора из подземных источников	Работа с научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях, результаты лабораторных исследований
---	---

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

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

### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет проекта
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки

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

### Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		15.02.2022

### Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ВМ02	Гончарова Вера Сергеевна		15.02.2022

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
2ВМ02		Гончарова Вера Сергеевна	
Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	ОГ
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	<b>20.04.02 <i>Природообустройство и водопользование</i></b>

Тема ВКР:

*Мониторинг качества питьевой воды Томского водозабора из подземных источников*

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

<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p>Объект исследования: <u>рабочее место инженера-технолога</u></p> <p>Рабочая зона: офисное помещение в здании, расположенном по адресу: ул. Елизаровых, 79/1</p> <p>Размеры помещения: 30×20</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: ПЭВМ, принтер, телефон.</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: <u>Работа с ПЭВМ, канцелярией</u></p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Трудовой кодекс;</li> <li>- Федеральный закон № 52-ФЗ</li> <li>- Федеральный закон №116-ФЗ</li> <li>- СанПиН 2.2.4.548-96</li> <li>- СанПиН 2.2.4.3359-16</li> <li>- ГОСТ Р 12.0.007-2009</li> <li>- ГОСТ 12.0.230-2007</li> <li>- ГОСТ 12.0.004-15</li> <li>- СНиН 12-03-2001</li> <li>- ГОСТ 30494-2011</li> <li>- Постановление Правительства РФ «О нормативных проавовых актах, содержащих государственные нормативные требования охраны труда»</li> <li>- Приказ Минздравсоцразвития от 28.01.2021 №29Н</li> <li>- Коллективный договор ООО «Томскводоканал»</li> </ul>
<p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> <li>– Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора</li> </ul>	<p>Проведен анализ следующих вредных и опасных производственных факторов:</p> <p>Шума;</p> <p>Микроклимата;</p> <p>Освещенности;</p> <p>Превышение уровня электромагнитного излучения;</p> <p>Опасность поражения электрическим током;</p> <p>Расчет уровня опасности и вредности будет производиться для фактора: освещенность.</p>
<p><b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b></p>	<p>Объект, расположенный по адресу: г. Томск, ул. Елизаровых, 79/1</p> <p>Воздействие на селитебную зон не оказывается</p> <p>Воздействие на литосферу: запечатывание почвы асфальтом, эрозия.</p> <p>Воздействие на гидросферу не оказывается</p> <p>Воздействие на атмосферу не оказывается</p>

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	Возможные ЧС: пожар
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.02.2022

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	к.т.н		15.02.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Гончарова Вера Сергеевна		15.02.2022

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Мониторинг качества питьевой воды Томского водозабора из подземных источников» содержит 107 страниц, 8 рисунков, 30 таблиц, 42 источника, 1 приложение.

Ключевые слова: мониторинг качества, питьевая вода, качество воды, подземный водозабор, лабораторный контроль.

Объектом исследования является исходная вода из скважин Томского водозабора из подземных источников, ретроспективные данные о величинах концентраций химического состава воды, прошедшей водоподготовку, и ретроспективные данные концентраций химического состава воды в распределительной сети и тупиковых точках.

Актуальность данного исследования заключается в необходимости обеспечения населения питьевой водой надлежащего качества, соответствующего требованиям Главного Государственного врача Российской Федерации. Данная задача является приоритетной для организации водопроводно-коммунального хозяйства.

В работе представлены характеристика геологического строения района исследования, гидрогеологические условия, приводится описание метода водоподготовки питьевой воды Томского водозабора из подземных источников, сравнительный анализ величин концентраций исходной воды Томского водозабора, воды, прошедшей водоподготовку, воды поданной в распределительную сеть и концентрации химических веществ в питьевой воде в тупиковых точках.



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	12
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	13
1.1 Административное и географическое положение.....	13
1.2 Физико-географические условия.....	14
1.2.1 Рельеф.....	14
1.2.2 Климат.....	14
1.2.3 Почвенный и растительный покров.....	16
1.2.4 Гидрография.....	16
2 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТОМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	19
2.1 Общая характеристика Томского месторождения подземных вод.....	19
2.2 Характеристика водоносных комплексов.....	20
2.2.1 Водоносный комплекс неоген-четвертичных отложений.....	21
2.2.2 Палеогеновый водоносный комплекс.....	24
2.2.3 Водоносный комплекс меловых отложений.....	27
2.2.4 Водоносный комплекс палеозойских образований.....	29
3 КРАТКАЯ ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г. ТОМСКА.....	32
4 ТЕХНОЛОГИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ И СООРУЖЕНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ.....	34
4.1 Характеристика исходной воды.....	34
4.2 Характеристика технологического процесса водоподготовки.....	34
4.3 Процесс транспортировки.....	42
5 МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОД ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА И СЕТЕЙ.....	45
5.1 Контроль качества воды.....	45
5.2 Оценка качества в распределительной сети.....	46
5.3 Контроль по жалобам.....	49
5.4 Система менеджмента качества.....	49

5.5 Экологическая безопасность.....	50
5.6 Выводы по разделу.....	52
<b>6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....</b>	<b>54</b>
6.1 Предпроектный анализ.....	54
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	54
6.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	55
6.1.3 SWOT-анализ.....	56
6.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	58
6.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	60
6.2 Инициация проекта.....	61
6.3 Планирование управления научно-техническим проектом.....	63
6.3.1 Иерархическая структура работ проекта.....	63
6.3.2 План проект.....	64
6.4 Бюджет научного исследования.....	66
6.4.1 Организационная структура проекта.....	73
6.4.2 План управления коммуникациями проекта.....	74
6.4.3 Реестр рисков проекта.....	74
6.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности.....	74
6.5.1 Оценка абсолютной эффективности исследования.....	74
6.5.2 Оценка сравнительной эффективности исследования.....	80
6.6 Выводы по разделу.....	83
<b>7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....</b>	<b>84</b>
7.1 Введение.....	84
7.2 Правовые и организационные вопросы обеспечение безопасности.....	84
7.3 Производственная безопасность.....	86
7.4 Анализ вредных и производственных факторов.....	87

7.4.1 Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума.....	87
7.4.2 Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на рабочем месте.....	87
7.4.3 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.....	90
7.4.4 Превышение уровня электромагнитного излучения.....	92
7.4.5 Опасность поражения электрическим током.....	93
7.5 Экологическая безопасность.....	94
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	94
7.6.1 Техногенные чрезвычайные ситуации.....	95
7.6.2 Природные чрезвычайные ситуации.....	95
7.6.2.1 Опасные метеорологические явления.....	95
7.6.2.2 Опасные гидрологические явления.....	97
7.6.2.3 Природные пожары.....	97
7.6.3 Крупные террористические акты.....	97
7.6.4 Опасности военного характера.....	98
7.6.5 Опасности вызванные бактериологическим (биологическим) оружием.....	98
7.7 Основные способы защиты работников от опасностей, возникающих при чрезвычайных ситуациях и военных конфликтах.....	100
7.7.1 Защита при угрозе радиоактивного заражения.....	100
7.7.2 Защита при угрозе химического заражения.....	101
7.7.3 Мероприятия по защите от биологического оружия.....	101
7.8 Выводы по разделу.....	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	103
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	104
Приложение А.....	108

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность данного исследования заключается в необходимости обеспечения населения питьевой водой надлежащего качества, соответствующего требованиям Главного Государственного врача Российской Федерации. Данная задача является приоритетной для организации водопроводно-коммунального хозяйства.

Целью выпускной квалификационной работы являлся анализ результатов мониторинга качества питьевой воды Томского водозабора из подземных источников.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

Изучить метод водоподготовки питьевой воды Томского водозабора из подземных источников.

Провести камеральный анализ величин среднесезонных значений концентраций исходной воды и воды, подаваемой потребителям.

Провести камеральный анализ значений концентраций воды, подаваемой со станции водоподготовки, и воды в тупиковых точках.

Исходными данными для исследования послужили результаты анализов исходной из скважин Томского водозабора из подземных источников, ретроспективные данные о величинах концентраций химического состава воды, прошедшей водоподготовку, и ретроспективные данные концентраций химического состава воды в распределительной сети и тупиковых точках.

# 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЙ

## 1.1 Административное и географическое положение

Территория, на которой располагаются артезианские скважины Томского водозабора из подземных источников, находится в пределах Обь-Томского междуречья. Административно это Томский, Шегарский и Кожевниковский районы Томской области (рисунок). Самые крупные города – Томск (областной центр) и Северск. Общее количество жителей, включая малые населенные пункты порядка 650 тыс. человек.



Рис.1 Административное районирование территории

На территории Томска и Томского района осуществляют свою деятельность значительное число больших и средних нефтехимических, машиностроительных, электротехнических, фармацевтических, сельскохозяйственных и аграрных

предприятий. Кроме того, недалеко от Томска функционирует Сибирский химический комбинат.

Также вблизи города расположены полигоны токсичных промышленных отходов.

Помимо Томского водозабора из подземных источников на территории правого берега р. Томи эксплуатируется водозабор, осуществляющий водоснабжение г. Северска. Кроме того, в малых населенных пунктах и на территории города существует множество небольших водозаборов и одиночных эксплуатационных скважин.

## 1.2 Физико-географические условия территории Томского водозабора из подземных источников.

### 1.2.1 Рельеф.

Территория Томского водозабора из подземных источников, в соответствии с физико-географическим районированием, приурочена к лесостепной зоне бассейна р. Томи. Левобережная северная часть бассейна Томи, где располагаются водозаборные скважины, заметно отличается по рельефу и представляет собой ниже- и среднечетвертичную, плиоцен-нижнечетвертичную плоскую озерно-аккумулятивную равнину, размытую ложбинами стока с относительно неглубоким залеганием пород фундамента на юге и резким погружением их в северном направлении. Поверхность водораздела имеет общий уклон с юга на север.

Характерной особенностью района является наличие дюнно-грядовых и пологоволнистых форм микрорельефа.

### 1.2.2 Климат.

Климат на территории Томского водозабора из подземных источников континентальный, с холодной зимой и теплым летом. Увлажненность равномерная. Погода зависит от перемещения воздушных масс и отличается резкими изменениями в относительно короткие периоды времени.

Ретроспективная средняя температура воздуха в указанном районе отрицательная и составляет – 0.7°С. В городе Томске ярко выражены все четыре времени года (зима, весна, лето, осень).

Значения среднемесячных температур приведены в таблице.

Таблица 1.1 Средняя температура воздуха г. Томска

Показатель	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
Средний максимум, °С	-13	-9,6	-1,1	7	17,5	22,3	24,8	21,7	14,4	6	-4,8	-11,1	6,2
Средняя температура, °С	-17,7	-14,7	-7	1,3	10,4	15,8	18,7	15,7	9	1,7	-8,3	-15,1	0,9
Средний минимум, °С	-20,9	-18,9	-11,9	-3,3	4,7	10,5	13,7	11,1	5,1	-1,3	-11,1	-18,9	-3,5

Ярко прослеживается сопоставимость изменений значений среднемесячных температур и значений абсолютной влажности исследуемой местности. Распределение осадков по сезонам представлено в таблице.

Таблица 1.2 Средне многолетние значения количества осадков.

Станция	Месяцы									Год
	XI - III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	V - VIII	
Томск	215	34	51	68	81	76	52	60	276	647

Сравнивая значения среднемесячных температур и значения абсолютной влажности, прослеживается четкая зависимость влажности от температуры. То есть, чем теплее и суше сезон, тем влажность меньше, чем дождливее, тем больше.

Среднегодовое количество осадков 50% обеспеченности равно 647 мм, из них 215 мм выпадает в холодный период (твердые осадки), и 437 мм в теплый период. Летом наблюдается большое количество ливней с грозами, но как правило они кратковременны.

Средне многолетнее значение среднегодового суммарного испарения составляет 520 мм. Причем, в зимний период – 46 мм., а в весенне-летний – 352 мм. Устойчивое промерзание грунтов продолжается 5,5 месяцев, с ноября по май. Глубина промерзания зависит от состава грунтов, степени увлажнения, высоты и

плотности снежного покрова. Период наибольшего промерзания – март-апрель. Промерзание распространяется на глубину от 100 до 110 см на покрытых снегом участках и на глубину до 240 см на открытых.

Направление ветров на исследуемой территории преимущественно южного и юго-западное. Скорости ветра обычно не велики. Средняя скорость – 4,1 м/с.

Максимальная скорость может достигать 25-27 м/с, однако повторяемость их крайне редка. Повторяемость слабых ветров менее 3 м/с – 50%.

### 1.2.3 Почвенный и растительный покров.

Территория Обь-Томского междуречья, в пределах которого расположен Томский водозабор из подземных источников очень разнообразна в ландшафтном и почвенном отношении. Для междуречья характерны развитые высокопродуктивные почвы, пригодные для ведения аграрного хозяйства, что объясняет относительно высокую плотность заселения указанной территории.

По биоклиматическим показателям территорию Обь-Томского междуречья можно отнести к подтаежной зоне с господством лиственных лесов и зональными серыми почвами. Но вместе с тем, сложное происхождение, многообразные условия увлажнения и большая разновидность почвенного покрова обусловили его контрастность и неоднородность.

Почвы междуречья часто используются для выращивания овощей и кормовых культур. Леса тут сосново-березовые крупнотравные.

### 1.2.4 Гидрография

Исследуемая территория располагается в пределах верхнего и среднего течения р. Оби, в границах водосборов р. Оби и р. Томи. Протяженность р. Томи составляет 827 км. В районе исследования порядка 90 км. По левобережью самыми крупными притоками являются реки Ум, Черная, Кисловка и Порос, которые совместно со своими притоками формируют гидрографическую сеть Обь-Томского междуречья. Притоки правого берега р. Оби – реки Кумлова, Тага, Оспа, Киреева, Аддрава и Чичаг – образуют незначительные водосборы.

Озер в границах Обь-Томского междуречья достаточно большое количество и расположены они на пойменных участках рек Томи и Оби. Питание их



осуществляется за счет как атмосферных осадков, так и грунтовых и болотных вод.

Кроме того, указанная территория значительно заболочена. По условиям питания болота данной территории в основном переходного типа, когда питание происходит за счет атмосферных осадков и грунтовых вод в равной степени. Наиболее крупные болота располагаются вдоль реки Черной.

**Река Ум** - левый приток р. Томи. Протекает вблизи д. Барабинка. Ширина реки в межень – 2-3 м на перекатах и 4-6 м на плесах. В период половодья – 10-15 м. Глубина реки в межень на перекатах около 0,15-0,3 м, на плесах 0,7-1,2 м. Русло реки извилистое, дно песчано-илистое. На реке Ум в 1989 году с целью мелиорации построено водохранилище. Полный объем водохранилища составляет порядка 8,2 млн.м<sup>3</sup>.

Река Черная – левый приток Томи. Исток реки – верховье Таганского болота. В верхнем течении Черная протекает по болоту, берега низкие болотистые, русло илистое. Ниже по течению дно реки песчаное, ширина русла достигает 3-5 м и глубину -0,3 -0,5 м на перекатах. На плесах ширина реки около 10 м, и глубина около 1 м и более. В бассейне реки Черной Таганское болото частично осушено в связи с добычей там торфа.

Река Кисловка появляется в результате слияния рек Жуковка и Еловка. Русло реки извилистое, шириной около 5 м, глубиной в межень составляет 0,3 - 0,6 м на перекатах и до 1,5 м на плесах. Дно в основном песчаное. Река Кисловка впадает в протоку реки Томь – Бурундук. На правобережье реки располагается озеро Калмацкое, берега которого укреплены дамбой, с целью использования его для подпитки водохранилища или орошения земель.

Река Жуковка – правый приток р. Кисловка, исток которой находится на залесенной равнине Обь-Томского водораздела. Ширина реки в межень порядка 3-4 м, а глубина на перекатах – до 0,6 м, на плесах до 1-3 м. Дно реки песчаное.

Река Еловка левая составляющая реки Кисловка. Ширина в устье – 0,8-1,5 м. Дно реки песчаное. Глубина на перекатах – до 15 см. На плесах 0,3-0,5 м.

Река Порос – левый приток реки Томи. Ширина реки в местах постоянного водотока достигает 2-4 м на перекатах и 6-8 м на плесах. Глубина реки - 0,1-0,7 м. Дно в верховьях реки - илистое, в низовьях – песчаное. Русло извилистое. У реки Порос есть притоки - это ручьи с временным водотоком и река Куртук. Русла притоков в основном запружены с целью использования воды из них для мелиорации.

### 3. КРАТКАЯ ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г. ТОМСКА

31 марта 1905 года (по старому стилю), впервые, жители города Томска получили чистую воду посредством водопровода, который построила фирма «Братья Бромлей». Строительство растянулось на три года, поэтому водопровод в эксплуатацию принимали поочередно. Водопровод состоял из водозаборных сооружений, системы очистки воды, насосной станции и трубопровода.

К 1917 году протяженность трубопровода составила 34 версты (36,3 км), было организовано 15 водоразборных будок и обеспечивалось водой порядка 600 домовых хозяйств.

В конце 30-х годов была проведена первая реконструкция. Схема водоподготовки осталась неизменна, но сеть трубопроводов возросла в 2 раза. Далее, вплоть до 50-х годов, томское водопроводное хозяйство переживает период стагнации.

В 60-80-е годы происходит активная разработка и освоение нефтяных месторождений Томской области. В связи с этим, Томск переживает технический рывок в строительстве, возрастает количество жителей города. Система водоснабжения также реконструируется. Однако состояние воды в реке Томь, вследствие бурного роста городов и промышленности Кузбасса, расположенных выше по течению, пришло в такое удручающее состояние, что для того, чтобы она стала приемлемого качества для питья, требовались очень значительные затраты. В итоге было принято решение строительства водозабора из подземных источников. Производится разведка запасов Обь-Томского междуречья и к 1973 году объект вводится в эксплуатацию. Вместе с тем, речной водозабор продолжает эксплуатироваться.

К 1985 году протяженность водопровода составила 200 км. Это позволило охватить 80% жилого фонда Томска. Проектная мощность водозабора составила 210 тыс.м<sup>3</sup>/сутки. В настоящее время водоснабжение города осуществляет ООО «Томскводоканал» как гарантирующая компания. Основной целью предприятия водопроводно-канализационного хозяйства является обеспечение потребителей,

проживающих на территории города услугой по водоснабжению надлежащего качества, соответствующего требованиям СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Кроме того, водоснабжение должно быть бесперебойным и предоставляться в необходимом для потребителя объеме. Также предприятие осуществляет водоотведение на территории муниципального образования «Город Томск».

Не менее важными задачами предприятия являются:

- добыча, очистка, транспортировка и реализация питьевой воды потребителям;
- прием от абонентов сточных вод и их транспортировка на очистные сооружения;
- эксплуатация, техническое обслуживание, строительство и реконструкция инженерных сооружений водоснабжения, водоотведения;
- контроль качества воды, подаваемой потребителям.

ООО «Томскводоканал» обладает лицензией на добычу подземных вод Томского месторождения для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и технологического обеспечения водой объектов промышленности сроком до 01 декабря 2032 года.

До 2019 года вода из речного водозабора использовалась предприятиями как техническая и для нужд горячего водоснабжения некоторых микрорайонов города. Однако в 2019 году речной водозабор выведен из эксплуатации.

По состоянию на начало 2022 года водоснабжение города Томска, включая присоединённые территории, осуществляется из подземных источников. Система водоподготовки включает в себя 198 артезианских скважин водозабора из подземных источников, станцию обезжелезивания, состоящую из аэрационной блока скорых фильтров, хлорного хозяйства, систему повторного использования промывных

вод.

## 4 ТЕХНОЛОГИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ И СООРУЖЕНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

### 4.1 Характеристика исходной воды

Воды Томского месторождения подземных вод залегают в песчано-гравийных отложениях с прослоями глин, суглинков и лингинитов. Гидрогеохимические свойства качества воды определяются условиями водообмена, составом водовмещающих пород и гидравлической связанностью отдельных водоносных горизонтов. Кроме того, большое значение имеет влияние гумидного климата.

Подземные воды Томского месторождения характеризуются как пресные, гидрокарбонатные-кальциевые, преимущественно умеренно жесткие. Воды особенно сильно обогащены железом и марганцем. Концентрации остальных компонентов химического состава исходной воды не превышают допустимые значения.

По бактериологическим свойствам подземная вода отличается очень высоким качеством, что объясняется надежной защищенностью водоносного горизонта и пониженной температурой воды (7°C).

Таким образом, анализируя ретроспективные результаты исследований химического состава исходной воды, учитывая практически неизменные величины показателей делаем вывод, что химический состав воды постоянный и стабильный. Кроме того, можно сделать вывод, что состояние водоносного комплекса Томского месторождения подземных вод достаточно благополучное и стабильное. Эксплуатация месторождения в течении почти 49 лет не оказала существенного влияния на качество подземной воды.

### 4.2 Характеристика технологического процесса водоподготовки

Во время разведки месторождения подземных вод Томской гидрогеологической экспедицией проводилось пробное обезжелезивание артезианской воды. В результате для обезжелезивания исходной воды был установлен метод водоподготовки - упрощенная аэрация и дальнейшее фильтрование на скорых фильтрах.

Схема очистки воды заключается в следующем:

Артезианская вода палеогенового комплекса Обь-Томского междуречья откачивается артезианскими скважинами и по водоводам I-го подъема поступает на станцию обезжелезивания, где поступает в аэрационную, в которой методом упрощенной аэрации (излива), частично обезжелезивается и дегазируется. Далее вода поступает на блок скорых фильтров. Блок скорых фильтров состоит из 24 однопоточных скорых фильтров с центрально расположенным каналом. Движение воды осуществляется в направлении снизу вверх. В качестве фильтрующей загрузки используются горелые породы и гранодиорит. После фильтрации вода поступает в резервуары чистой воды. На Томском водозаборе их два, объемом по 10 000 м<sup>3</sup> каждый. На выходе из резервуаров вода проходит процесс обеззараживания и насосными агрегатами подается потребителям в город. Обеззараживание очищенной воды происходит гипохлоритом натрия техническим марки «А».

Рассматривая значения концентраций химического состава очищенной воды, делаем вывод, что метод водоподготовки эффективен и оптимален.

Кроме того, изменения концентрации в процессе очистки ярко выражено только у Fe, Mn, Si некондиционное значение которых в свою очередь и является характерными для Томского месторождения подземных вод. Изменение остальных параметров химический веществ незначительны и отражает только то, что процесс водоподготовки проходит успешно.

Требования, предъявляемые к качеству питьевой воды регламентированы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Сравнивая величины среднесуточных значений концентраций исходной воды и подаваемой потребителям, можно сделать вывод, что в процессе очистки, применяемом в ООО «Томскводоканал», удастся довести качество воды до требований, предъявляемых законодательством не только по химическому составу, но и по органолептическим свойствам.

Таблица 4.1 Среднеголетние значения показателей состава исходной воды Томского водозабора из подземных источников.

Показатель	Ед. изм.	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Среднеголетние значения концентраций в исходной воде	Нормативные значения приняты в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21
Мутность	ЕМФ	2,53	2,35	2,25	2,42	4,1	5,7	8,6	3,99	2,6
Цветность	°Цветности	12,6	13,4	13,4	10,8	10,4	11	12,6	12,03	20
Запах	балл	1-2 с/в	1-2 с/в	1-2 с/в	1-2 с/в	1-2 с/в	1-2 с/в	1-2 с/в	1-2 с/в	2 - 2
Жесткость	°Ж	5,36	5,19	5,34	5,24	5,19	6,04	5,71	5,44	7
Железо общее	мг/дм <sup>3</sup>	2,23	2,18	2,17	2,09	1,94	1,67	2,39	2,1	0,3
Водородный показатель	ед. Ph	7,3	7,27	7,25	7,26	7,29	7,24	7,25	7,27	6 - 9
Температура	°С	7,1	7	7	7	7	7	7	7,01	Не уст.
Перманганатная окисляемость	мг/дм <sup>3</sup>	1,56	1,59	1,71	1,6	1,5	1,4	1,5	1,55	5
Азот	мг/дм <sup>3</sup>	1	0,78	0,91	0,75	0,69	0,79	0,79	0,82	Не уст.
Нитраты	мг/дм <sup>3</sup>	0,258	0,429	< 0,50	< 0,50	0,52	< 0,50	0,52	0,43	45
Нитриты	мг/дм <sup>3</sup>	0,0048	0,004	0,0038	< 0,003	0,0033	0,0033	< 0,003	0,004	3
Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	306	301	313	307	303	324	320	310,57	1000
Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	< 10,0	< 10,0	< 2,0	< 25	< 10	< 10	< 10	< 10	500
Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	6,2	5,2	< 10,0	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	350
Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	0,0156	0,0188	0,0171	0,0167	0,017	0,017	0,013	0,02	0,1
Кремний	мг/дм <sup>3</sup>	10,85	10,93	10,7	10,6	10,7	10,7	11	10,78	20
Фенол	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,002	< 0,002	0,0015	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014	0,0015	0,25
Медь	мг/дм <sup>3</sup>	0,0015	0,0024	0,0022	0,0025	0,0021	0,0025	0,0027	0,0023	1
Марганец	мг/дм <sup>3</sup>	0,193	0,208	0,19	0,19	0,21	0,21	0,2	0,2	0,1
Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	0,003	0,0035	0,0037	0,0036	0,0037	0,0023	0,0026	0,0032	5
Кадмий	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,001
Свинец	мг/дм <sup>3</sup>	0,0005	0,0005	< 0,0005	0,0006	0,0006	< 0,0005	0,0008	0,0006	0,01
аПАВ	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	0,5
Гидрокарбонаты	мг/дм <sup>3</sup>	348	337	361	331	321	385	347	347,14	Не уст.
Фториды	мг/дм <sup>3</sup>	0,356	0,371	0,321	0,344	0,41	0,342	0,341	0,36	1,5
Молибден	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,01	< 0,01	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,07

Мышьяк	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,002	< 0,002	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	0,05
Алюминий	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,2
Кальций	мг/дм <sup>3</sup>	84,2	82,2	88,1	77,8	72,9	94	86,8	83,71	Не уст.
Магний	мг/дм <sup>3</sup>	14	15	15	14	18	16	15	15,29	50
Бор	мг/дм <sup>3</sup>	0,076	0,079	0,076	0,068	0,076	0,078	0,075	0,08	0,5
Селен	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,003	< 0,003	< 0,0030	< 0,0030	0,0007	0,0018	0,0014	0,0013	0,01
Никель	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,02
Хром	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,02	< 0,01	< 0,020	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,05

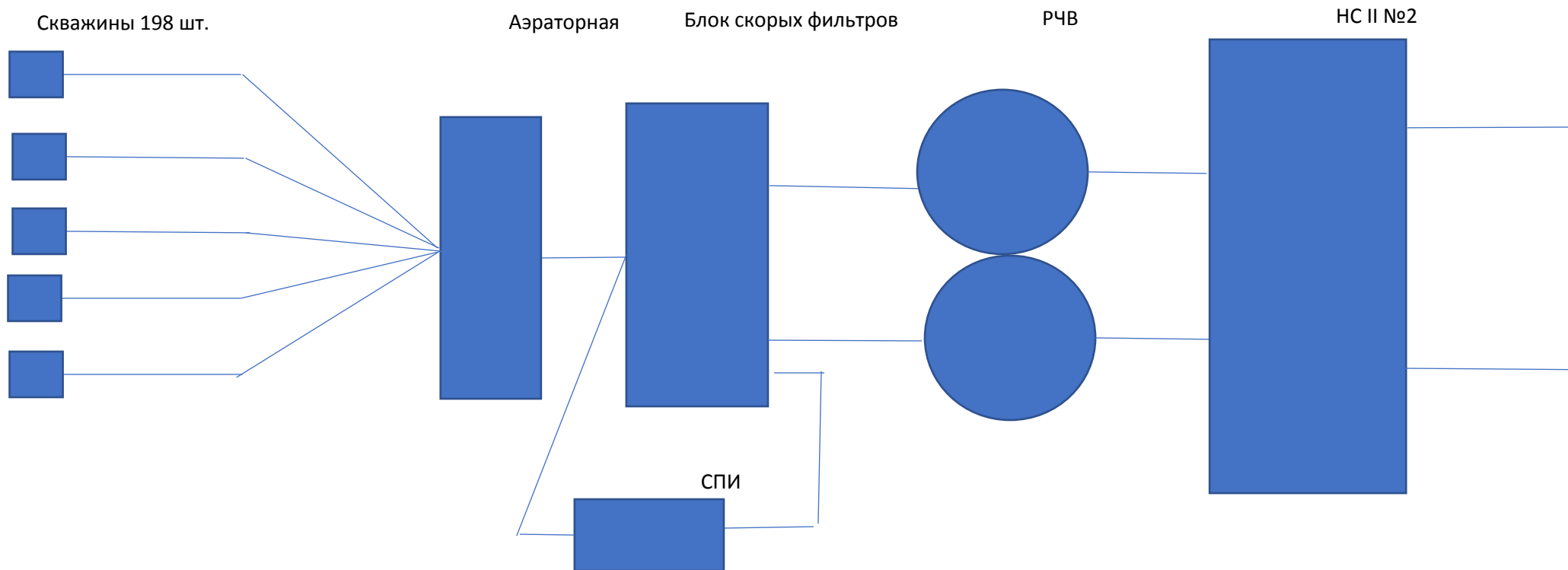


Рис. 3 Схематическое изображение схемы водоподготовки ПВЗ.



Таблица 4.2 Среднегодуемые значения показателей состава воды в распределительной сети.

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Среднегодуемые значения концентраций в очищенной воде	Нормативные значения приняты в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21
1	Мутность	ЕМФ	0,22	0,29	0,226	0,197	< 1,0	< 1,0	< 1,0	0,233	2,6
2	Цветность	°Цветности	4,96	5	4,8	4,7	4,8	5,3	4,5	4,865	20
3	Запах	балл	1	1—2	1—2	1—2	0-1 н/о	0;1	0;1	1	2 - 2
4	Вкус	°Ж	1	1	1	1	1	1	1	1	2
5	Жесткость	мг/дм <sup>3</sup>	5,71	5,53	5,72	5,63	5,64	5,87	5,72	5,688	7
7	Железо общее	ед. Ph	0,11	0,128	0,109	0,106	0,107	0,104	0,118	0,111	0,3
9	Водородный показатель	°С	7,48	7,45	7,48	7,43	7,47	7,38	7,39	7,44	6 - 9
10	Перманганатная окисляемость	мг/дм <sup>3</sup>	1,07	1,03	0,98	0,98	0,92	1,1	1,1	1,025	5
11	Азот	мг/дм <sup>3</sup>	0,07	0,064	0,117	< 0,039	< 0,039	0,07	< 0,039	0,08	Не уст.
12	Нитраты	мг/дм <sup>3</sup>	2,63	2,55	2,91	2,93	2,93	2,02	2,84	2,687	45
13	Нитриты	мг/дм <sup>3</sup>	0,014	0,0049	0,0037	0,003	0,0036	0,0043	0,0048	0,005	3

14	Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	337	329	336	336	335	304	318	327,86	1000
15	Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	<2,0	< 2,0	< 2,0	< 25	< 10	< 10	< 10	< 10	500
16	Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	9,88	8,9	9,1	< 10	10,4	< 10	< 10	< 10	350
17	Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	<0,05	< 0,05	0,011	0,0109	0,0114	0,011	0,01	0,011	0,1
18	Кремний	мг/дм <sup>3</sup>	11,02	10,95	11,2	10,9	10,7	10,6	11	10,91	20
19	Фенол	мг/дм <sup>3</sup>	<0,002	< 0,002	0,0014	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,25
21	Медь	мг/дм <sup>3</sup>	0,0019	0,002	0,0023	0,0023	0,0024	0,04	0,042	0,002	1
22	Марганец	мг/дм <sup>3</sup>	0,032	0,025	0,027	0,03	0,02	0,004	0,0028	0,02	0,1
23	Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	0,0027	0,003	0,0032	0,0031	0,0034	< 0,0005	< 0,0005	0,003	5
24	Кадмий	мг/дм <sup>3</sup>	<0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,001
25	Свинец	мг/дм <sup>3</sup>	<0,0005	0,0005	< 0,0005	0,0005	0	< 0,015	< 0,015	0,0003	0,01
26	аПАВ	мг/дм <sup>3</sup>	<0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	0,328	0,331	0,329	0,5
27	Гидрокарбонаты	мг/дм <sup>3</sup>	357	356	352	345	< 0,0002	< 0,010	< 0,010	352,5	Не уст.
28	Фториды	мг/дм <sup>3</sup>	0,34	0,37	0,35	0,35	0,33	< 0,0020	< 0,0020	0,348	1,5
29	Молибден	мг/дм <sup>3</sup>	<0,01	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,04	< 0,04	< 0,010	0,07
30	Мышьяк	мг/дм <sup>3</sup>	<0,002	< 0,002	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	0,05
31	Алюминий	мг/дм <sup>3</sup>	<0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,2
32	Кальций	мг/дм <sup>3</sup>	87,4	89,9	88,8	85,4	83,5	81,2	86,2	86,057	Не уст.
33	Магний	мг/дм <sup>3</sup>	15	17	18	15	21	22	17	17,857	50
34	Бор	мг/дм <sup>3</sup>	0,079	0,062	0,086	0,058	0,062	0,073	0,063	0,069	0,5
35	Селен	мг/дм <sup>3</sup>	<0,003	< 0,003	< 0,0030	< 0,0030	0,0007	0,0012	0,0015	0,0011	0,01
36	Никель	мг/дм <sup>3</sup>	<0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,02
37	Хром	мг/дм <sup>3</sup>	<0,020	< 0,010	< 0,020	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,05

Таблица 4.3 Значения среднесуточных концентраций

Показатель	Единицы измерения	Нормативные значения приняты в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21	Среднесуточные концентрации в исходной воде	Среднесуточные концентрации в очищенной воде, подаваемой со станции водоподготовки
Мутность	ЕМФ	2,6	3,99	<1,0
Цветность	°Цветности	20	12,03	4,72
Запах	балл	2 - 2	1-2 с/в	1 - 2
Жесткость	°Ж	7	5,44	5,69
Железо общее	мг/дм <sup>3</sup>	0,3	2,10	0,10
Кремний	мг/дм <sup>3</sup>	20	11,000	10,90
Марганец	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,200	0,03

#### 4.3 Процесс транспортировки

Транспортировка воды – это технологический процесс перемещения воды, осуществляемый с использованием водопроводных сетей. Водопроводные сети города Томска построены в соответствии с проектом ГУПИ «Сибгипрокоммунводоканал» «Водопровод г. Томска. Расширение» в 1972 году.

Система транспортировки включает Насосную Станцию II подъема, три Насосных станции III подъема и 73 водопроводных насосных станций. Проектная производительность насосной станции второго подъема составляет 220 тысяч м<sup>3</sup> воды в сутки. Протяженность сетей водопровода составляет более чем 878,6 км.

Транспортировка и распределение воды в город осуществляется по двум магистральным водоводам 2-ого подъема, и далее по распределительным и внутриквартальным сетям. По магистральному водоводу (№9) питьевая вода подается на насосную станцию II подъема «Брамлей», где распределяется по 4 городским водоводам (№4,5,6,7) в распределительные и внутриквартальные сети преимущественно Кировского и Советского районов города Томска.

По магистральному водоводу (№10) вода питьевого качества подается на насосную станцию III подъема №1, и далее также по 4 водоводам (Каштак, Иркутский, Приборный, Ивановского и №8) в распределительные и внутриквартальные сети Ленинского и Октябрьского районов города Томска.

Также на распределительных и внутриквартальных сетях, для создания необходимого давления в сети водоснабжения для обеспечения высотных домов построены водопроводные насосные станции (ВНС). Всего таких станций в городе по состоянию на 31.12.2021 года 73 шт. Все они оборудованы насосными агрегатами и работают в автоматическом режиме.

Питьевая вода должна быть безопасной в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредной по химическому составу и должна иметь благоприятные органолептические свойства. Кроме требований, предъявляемых к качеству воды, определенных СанПин, гарантирующая организация, осуществляющая водоснабжение потребителей, должна соблюдать требования, предъявляемые к процессу предоставления услуги по водоснабжению.

В соответствии с требованиями Правил предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 06.05.2011 №354, холодное водоснабжение должно быть бесперебойное, круглосуточное и в количестве, достаточном для удовлетворения физиологических и бытовых потребностей.

Для обеспечения всех требований по предоставлению услуг ООО «Томскводоканал» постоянно осуществляет соответствующие мероприятия. К таким мероприятиям можно отнести мониторинг свободных напоров в сети водоснабжения города, перекладка ветхих участков сетей, установка на насосных станциях преобразователей частоты вращения электродвигателе насосных агрегатов, а на сетях регуляторы давления и воздушные клапаны.

На протяжении последних лет активно проводится капитальный ремонт и реконструкция существующих насосных станций, замена устаревшего оборудования более энергоэффективным, перекладка ветхих участков сетей. Эта

работа привела к снижению энергопотребления, а аварийность сетей сократилась почти вдвое. Также это привело к снижению потерь воды. Кроме того, осуществляется замена запорно-регулирующей арматуры на водопроводных сетях и насосных станциях. В районах города, где благодаря рельефу возникают повышенные напоры устанавливаются регуляторы давления. Значительно обновлен парк специальной и строительно-дорожной техники. Весь транспорт оснащен системой навигации.

## 5 МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОД ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА И СЕТЕЙ

### 5.1 Контроль качества воды

Процесс водоснабжения включает в себя очень важный этап – лабораторный контроль качества воды. В ООО «Томскводоканал» контроль качества воды осуществляется Базовой лабораторией, аккредитованной в порядке, установленном требованиями законодательства РФ. При этом контроль качества осуществляется непрерывно как для исходной воды, так и для подаваемой в городскую систему водоснабжения.

Периодичность проб исходной воды в рамках производственного контроля и виды показателей, обязательных для контроля регламентированы СанПин 2.1.3684-21, утвержденными Постановлением Главного государственного врача РФ от 28.01.2021 №3.

В рамках производственного контроля ООО «Томскводоканал» исходная вода контролируется по 7-ми санитарно-микробиологическим и паразитологическим показателям (1 раз в месяц) и по 39-и химическим показателям (от 1 раза в квартал до 1 раза в год).

Производственный контроль качества питьевой воды перед ее поступлением в распределительную сеть проводится в постоянных точках водоснабжения из подземных источников, обеспечивающей водой более 100 тысяч человек, контроль микробиологических и органолептических показателей производится ежедневно. Контроль обобщенных показателей осуществляется ежемесячно, а неорганические, органические и радиологические показатели контролируются один раз в год. Показатели, связанные с технологией водоподготовки, т.е. для обеззараживания - в нашем случае остаточный хлор – не реже одного раза в час. Однако, учитывая специфику исходной воды Томского месторождения подземных вод, обогащенную железом, показатель железо контролируется каждые четыре часа.



Рис. 4 Приблизительная схема расположения водоводов

## 5.2 Оценка качества воды в распределительной сети

Также СанПиН 2.1.3684-21 регламентирован контроль качества питьевой воды в распределительной сети. Такой контроль проводится по микробиологическим и органолептическим показателям на Станции «Брамлей» и Насосной станции III подъема №1 ежедневно. На станции III подъема №2 один раз в неделю, в дальних и тупиковых точках также 1 раз в неделю. Кроме того, посредством централизованной системы водоснабжения города Томска, осуществляется водоснабжение присоединенных территорий, где также определены точки контроля, с периодичностью контроля 1 раз в месяц.

Общая протяженность сетей по состоянию на 31.12.2021 года составляет порядка 878,6 км (в том числе 65,3 км бесхозных). При этом в 2021 году протяженность сетей составляла 851,1 км (в том числе 64,6 км бесхозных). Износ сетей водопровода на период 2021 года составил порядка 67,8%. На предприятии разработаны и выполняются программы капитального и текущего





ремонт. В рамках данных программ предусмотрены такие мероприятия как перекладка сетей, устранение повреждений, ремонт колодцев, ремонт или замена водоразборных колонок, пожарных гидрантов и запорной арматуры. Данные мероприятия необходимы не только для обеспечения качества питьевой воды на всей протяженности сети, но и для минимизации потерь. Так, ежегодно силами предприятия производится перекладка более 10 км.

Таблица 3.4 Значения среднесезонных концентраций

Показатель	Единицы измерения	Нормативные значения приняты в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21	Среднесезонные концентрации в очищенной воде, подаваемой со станции водоподготовки	Среднесезонные концентрации в распределительной сети	Среднесезонное значение концентраций в тупиковых точках
Мутность	ЕМФ	2,6	1,00	0,23	< 1,0
Цветность	°Цветности	20	4,72	4,87	4,76
Запах	балл	2 - 2	1 - 2	1,00	1;1
Жесткость	°Ж	7	5,69	5,69	5,71
Железо общее	мг/дм <sup>3</sup>	0,3	0,10	0,11	0,12
Кремний	мг/дм <sup>3</sup>	20	10,90	10,91	10,86
Марганец	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,03	0,02	0,03

По состоянию на 01.01.2022 года в городе определено порядка 389 точек отбора проб питьевой воды. Количество проб в месяц, отбираемых в распределительной сети в рамках производственного контроля, не менее 200.

За 2021 год количество проб воды на выходе со станции водоподготовки составило порядка 18 000. В распределительной сети отобрано более 2 900 проб воды.

Сравнивая значения концентраций воды, подаваемой со станции водоподготовки, и воды в тупиковых точках можно отметить незначительное изменение величины концентрации марганца и железа. Это объясняется снижением скорости движения воды в трубопроводе и объема водопотребления. Часто в таких местах наблюдается застой воды, что приводит к образованию осадка и увеличению концентрации указанных веществ.

### 5.3 Контроль по жалобам

Кроме того, базовой лабораторией также проводится внеплановый контроль по жалобам потребителей. Таких проб отбиралось за 2021 год порядка 145 шт. Самые частые жалобы, возникающие у потребителей связаны с повышенной жесткостью, выпадением осадка при кипячении, образование известковых отложений. Жесткость воды является одним из основных показателей, характеризующих применение воды в разных отраслях. В зависимости от кислотности, жесткость воды больше десяти градусов может вызывать образование шлаков, при жесткости меньше пяти градусов вода может терять свои вкусовые свойства. При регулярном употреблении слишком мягкой воды из организма человека начинают вымываться кальций и магний. Это оказывает угнетающее воздействие на здоровье человека, так как кальций - это основа костей и помощник в крови, мышцах и сосудах. К примеру, в дистиллированной воде солей жесткости нет вообще, и употреблять ее в качестве питьевой нельзя.

Кроме жалоб на качество воды, от потребителей поступают обращения, связанные с отсутствием холодной воды или с недостаточным ее напором. Для этого на предприятии существуют соответствующие службы, которые устраняют причины отсутствия воды и слабого давления.

### 5.4 Система менеджмента качества

В 2012 году на предприятии успешно внедрена система менеджмента качества. В соответствии с ISO 9001:2008 пройден сертификационный аудит системы менеджмента качества.

Система менеджмента качества предусматривает внедрение системных механизмов, которые обеспечивают эффективную работу предприятия, в том числе в сфере регулирования качества предоставляемых услуг по водоснабжению и водоотведению. С июля 2017 года предприятие реализовывает мероприятия по управлению рисками. Данная программа

являлась переходом на новый международный стандарт ISO 9001:2015, на соответствие которому предприятие в 2018 получило сертификат.

Соответствие данному сертификату подтверждается непрерывной оптимизацией процессов водоснабжения и водоотведения, повышением уровня эффективности работы персонала и увеличение уровня качества предоставляемых услуг. В настоящее время система менеджмента качества поддерживается и развивается по принципам постоянного улучшения. Ежегодно проводятся внутренние и внешние аудиты, обучение персонала, пересмотр действующей документации, регламентов и инструкций.

### 5.5 Экологическая безопасность

ООО «Томскводоканал» соблюдает требования к организации обеспечения экологической безопасности в подразделениях, оказывающих в процессе своей деятельности влияние на окружающую среду. Структура экологической безопасности предприятия соответствует специфике его деятельности и негативному воздействию, оказываемому на окружающую среду. Работа предприятия в области экологической безопасности направлена на решение следующих задач:

- постановка на государственный учет и инвентаризация объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду;
- обоснование и внесение платы за негативное воздействие на окружающую среду;
- регулирование процесса образования, сбора, накопления и передачи отходов сторонним организациям с передачей права собственности (отходы I-V класса опасности);
- регулирование процесса выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- регулирование процесса сбросов сточных вод;
- управление экологической безопасностью в процессе природопользования;

- ведение производственного экологического контроля.

Предприятием непрерывно обеспечивается экологическая безопасность. Проводится постоянная работа по совершенствованию технологических процессов и организации производства, направленная на снижение негативного воздействия на экологическую среду. Кроме того, соблюдается режим хозяйственной деятельности при эксплуатации зон санитарной охраны водозаборов, водоохраных зон водных объектов. Выполняются требования санитарного и водного законодательства Российской Федерации. В наличие имеется вся необходимая разрешительная документация: лицензия на пользование недрами, договоры аренды лесных участков, проект освоения лесов, проекты зон санитарной охраны водозаборов, решения на пользование водными объектами.

Также содержатся в исправном состоянии эксплуатируемые водозаборные сооружения, проводится мониторинг состояния территории первого пояса зон санитарной охраны одиночных городских скважин и скважин водозабора из подземных источников на предмет наличия свалок бытового мусора, отсутствия повреждений ограждения первого пояса ЗСО, отсутствия ворот, сухостойных и поврежденных деревьев, организованного проезда через территорию, утечек из скважин и водоводов первого подъема. При выявлении нарушений в границах ЗСО и водоохранной зоне несоответствия незамедлительно устраняются своими силами или с привлечением подрядных организаций.

В рамках выполнения условий решений на пользование водными объектами ведутся регулярные лабораторные наблюдения за качеством поверхностных вод на участке водопользования (выпуска).

Также с установленной периодичностью осуществляются замеры уровней подземных вод и дебита скважин и проверка технического состояния скважин.

Производственный контроль в области охраны окружающей среды осуществляется в целях выполнения в процессе хозяйственной деятельности

мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию природных ресурсов, а также соблюдения требований в области охраны окружающей среды, установленных законодательством и разрешительной документацией.

## 5.6 Выводы по разделу

В соответствии с целями и задачами выпускной квалификационной работы, изучены гидрологические условия территории исследования, геологические особенности, природные и климатические характеристики.

Проведен сравнительный анализ ретроспективных данных по качеству исходной воды, воды, прошедшей водоподготовку, воды, подаваемой потребителям в распределительную сеть города и воды в тупиковых точках на распределительной сети с целью выявления и оценки изменений в величинах концентраций химических веществ в составе питьевой воды.

В процессе проведения исследования использовались ретроспективные сведения, предоставленные лабораторией ООО «Томскводоканал», аккредитованной в соответствии с требованиями законодательства.

Кроме того, изучен метод водоподготовки, применяемый в ООО «Томскводоканал» для доведения качества питьевой воды, подаваемой населению, до требований предъявляемых к питьевой воде из централизованных систем водоснабжения законодательством.

Также изучена система транспортировки питьевой воды города, осуществляемой ООО «Томскводоканал» как гарантирующей организации. В соответствии с требованиями законодательства, подача питьевой воды должна быть бесперебойной и в объемах, необходимых для потребителей. Для этого гарантирующей организацией в рамках программы по проведению капитального ремонта непрерывно осуществляются мероприятия по замене ветхих участков сетей и ремонту камер и колодцев, ремонту и замене запорной арматуры, установке регуляторов давления и воздушных клапанов.

Более того, на предприятия внедрена система менеджмента качества, которая успешно функционирует. Постоянно осуществляется оптимизацией процессов водоснабжения и водоотведения, повышается уровень эффективности работы персонала и уровня качества предоставляемых услуг. В настоящее время система менеджмента качества поддерживается и развивается по принципам постоянного улучшения. Ежегодно проводятся внутренние и внешние аудиты, обучение персонала, пересмотр действующей документации, регламентов и инструкций.

Также на предприятия выполняются требования экологического законодательства. Кроме того, данному вопросу уделяется повышенной внимание. Все требования предприятием выполняются.

Таким образом, можно сделать вывод что ООО «Томскводоканал» предоставляет услуги по водоснабжению надлежащего качества на всей протяженности сетей. Осуществляется постоянный лабораторный контроль качества питьевой воды, контроль режимов транспортировки для предоставления услуги по водоснабжению надлежащего качества.

## 6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В современном мире экономическая оценка исследований является обязательным условием для анализа его перспективности, эффективного выбора источника финансирования и дальнейшей монетизации результатов.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является оценка коммерческого эффекта, анализ рисков и затрат при осуществлении мероприятий исследования.

Для выполнения поставленных задач необходимо осуществить следующие шаги:

- организовать работы по научному исследованию;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;
- произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования.

Исследования проводились в Базовой лаборатории ООО «Томскводоканал» г. Томска, Томской области, аккредитованной в соответствии с требованиями законодательства. Лабораторные исследования проводилось с целью проведения сравнительного анализа качества питьевой воды, подаваемой населению города, на разных этапах технологии водоподготовки, вплоть до тупиковых точек распределительной сети. В качестве исходных данных для проведения исследования в данной работе использовались результаты лабораторного контроля проб добытой воды, воды, отпущенной в сеть со станции водоподготовки и воды в распределительной сети.

### 6.1 Предпроектный анализ

#### 6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

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

В данном проекте сегментами рынка являются:

- Население города Томска.
- Коммерческие организации, осуществляющие свою деятельность на территории г. Томск.
- Бюджетные организации муниципального образования ГОРОД ТОМСК.

6.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

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

В данном научном исследовании анализируется качественный состав добытой воды, воды, отпущенной в сеть со станции водоподготовки и воды в распределительной сети.

В таблице 6.1 приведена оценка конкурентов, где Ф – разрабатываемый проект, к1 – исследование, проведенное собственной лабораторией ООО «Томскводоканал», к2 – исследование, проведенное сторонней лабораторией.

Таблица 6.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Трудоемкость	0,14	5	3	4	0,7	0,42	0,56
2. Точность	0,18	4	4	4	0,72	0,72	0,72
3. Скорость	0,15	5	4	3	0,75	0,6	0,45
4. Технологичность	0,15	4	4	4	0,6	0,6	0,6
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48



2. Цена	0,14	5	3	2	0,7	0,42	0,28
3. Время	0,12	4	5	3	0,48	0,6	0,36
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	<b>27</b>	<b>24</b>	<b>4,55</b>	<b>3,84</b>	<b>3,45</b>

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

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

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл i-го показателя.

Основываясь на проведенном анализе конкурентов, можно сказать, что исследования, проводимые собственной лабораторией, превосходят конкурентные лабораторные исследования, что связано с ценой, трудоемкостью, а также временными затратами на проведение исследования проб воды. Однако уязвимость разрабатываемого проекта в том, что требуется много времени на его выполнение.

### 6.1.3 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта (таблица 6.2). Применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в 3 этапа.

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

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

Таблица 6.2 – Матрица SWOT-анализа

<p><b>Сильные стороны</b>  С1. Низкая цена проекта  С2. Высокая точность результатов  С3. Распространённость и доступность объектов исследования  С4. Высокая точность результатов исследований</p>	<p><b>Слабые стороны</b>  Сл1. Ограниченность территории объекта исследования  Сл2. Погрешность методов анализа  Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации</p>
<p><b>Возможности</b>  В1. Расширение сферы исследования относительно увеличения числа показателей.  В2. Расширение сферы исследования относительно увеличения количества мест отбора проб.</p>	<p><b>Угрозы</b>  У1. Изменения качества воды вследствие смены метода водоподготовки  У2. Изменения качества воды вследствие нарушения целостности трубы</p>

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 6.3. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 6.3 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта			
		С1.	С2.	С3.	С4.
Возможности проекта	В1.	+	+	+	+
	В2.	+	+	+	+

		Слабые стороны проекта		
		Сл1.	Сл2.	Сл3.
Возможности проекта	В1.	+	-	0
	В2.	-	-	0

		Сильные стороны проекта			
		С1.	С2.	С3.	С4.
Угрозы	У1.	+	+	+	+
	У2.	+	-	-	-

		Слабые стороны проекта		
		Сл1.	Сл2.	Сл3.
Угрозы	У1.	-	-	-

	У2.	+	0	+
--	-----	---	---	---

В рамках *третьего этапа* должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 6.4).

Таблица 6.4 –SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
	С1. Низкая цена проекта С2. Высокая точность результатов С3. Распространённость и доступность объектов исследования С4. Высокая точность результатов исследований.	Сл1. Ограниченность территории объекта исследования Сл2. Погрешность методов анализа Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации
<b>Возможности</b> В1. Расширение сферы исследования относительно увеличения числа показателей. В2. Расширение сферы исследования относительно увеличения количества мест отбора проб.	В1С1С2С3С4 – возможность расширения исследований для большего числа показателей дает платформу для продвижения дальнейших исследований. Быстрое продвижение исследования в связи с преимуществами данного исследования;	В1В2Сл1Сл2Сл3 Проверка результатов, отправлять пробы на анализ в сторонние лаборатории.
<b>Угрозы</b> У1. Изменения качества воды вследствие смены метода водоподготовки У2. Изменения качества воды вследствие нарушения целостности трубы	У1У2С1С2С3С4 Проведение дополнительного исследования	У1У2 Сл1Сл2Сл3 Выявление несоответствия качества воды.

#### 6.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого заполнена специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта (таблица 6.5).

При проведении анализа по таблице, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Таблица 6.5 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

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

	выхода на зарубежный рынок		
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	5	5
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	5	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	5
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	56	56

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i$$

где:  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Значение  $B_{\text{сум}}$  позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. В итоге получилось, что исследование является перспективным, а уровень имеющихся знаний у исследователя выше среднего.

По результатам оценки выделяются слабые стороны исследования: определение перспективных направлений коммерциализации научно-технического задела, разработка бизнес-плана коммерциализации научной разработки и проработка вопросов международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

#### 6.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

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

Передача интеллектуальной собственности будет производиться в уставной капитал предприятия. Данные исследования, проводимые собственной лабораторией ООО «Томскводоканал», выполнялись за счет собственных средств предприятия, вырученных за предоставление услуг по водоснабжению, стоимость которых определена тарифом на услугу «Холодная вода». Данные методы коммерциализации будут наиболее продуктивными в отношении данного проекта.

## 6.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта (таблица 6.6).

Таблица 6.6 – Заинтересованные стороны проекта

<b>Заинтересованные стороны проекта</b>	<b>Ожидания заинтересованных сторон</b>
НИ ТПУ	Выпуск высококвалифицированных специалистов
ООО «Томскводоканал»	Повышение квалификации работника. Доступ к результатам исследования

В таблице 6.7 представлена иерархия целей проекта и критерии достижения целей.

Таблица 6.7 – Цели и результат проекта

<b>Цели проекта:</b>	Мониторинг качества питьевой воды Томского водозабора из подземных источников.
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	Соответствие качества питьевой воды требованиям законодательства
<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	Соответствия нормативным значениям по всем показателям

<b>Требования к результату проекта:</b>	<b>Требование:</b>
	Отобрать пробы исходной воды, воды, прошедшей водоподготовку, воды из распределительной сети и воды в тупиковых точках водопроводной линии.
	Подготовить пробы для анализа в лаборатории, отдать пробы на анализ;
	Провести обработку полученных данных;
	Провести камеральный анализ результатов проб вод на соответствие нормативным значениям

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

Таблица 6.8 – Рабочая группа проекта

п/п	ФИО основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо- затрат ы, час.
.	Дутова Е.М. НИ ТПУ, профессор 0,5 ставки ОГ ИШПР	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	600
.	Гончарова В.С. магистрант ОГ ИШПР	Исполнитель по проекту	Анализ литературных источников, отбор проб, пробоподготовка, анализ лабораторных данных, написание работы	1600
<b>ИТОГО:</b>				2200

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (таблица 6.9).

Таблица 6.9 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	1190947
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	01.09.2020-31.05.2022
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	15.09.2020
3.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2022

### 6.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

#### 6.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рисунок 6).



Рис. 6 Иерархическая структура работ





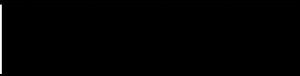
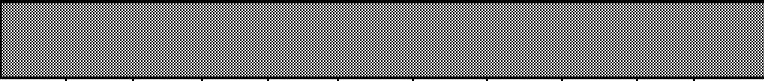
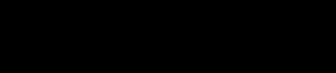
### 6.3.2 План проект

В рамках планирования научного проекта построены календарный графика проекта (таблица 6.10, 6.11).

Таблица 6.10– Календарный план проекта

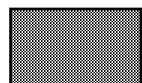
Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	7	01.09.2020	07.09.2020	Дутова Е.М. Гончарова В.С.
Согласование плана работ	7	08.09.2020	15.09.2020	Дутова Е.М. Гончарова В.С.
Литературный обзор	138	16.09.2020	31.01.2021	Гончарова В.С.
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	292	01.02.2021	20.12.2021	Дутова Е.М. Гончарова В.С.
Написание отчета	162	21.12.2021	31.05.2022	Гончарова В.С.
<b>Итого:</b>	<b>606</b>			

Таблица 6.11 – Календарный план график проведения НИОКР по теме

Наименование этапа	Т, дней	2020				2021												2022					
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	
Утверждение темы магистерской диссертации	7																						
Согласование плана работ	7																						
Литературный обзор	138																						
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	292																						
Написание отчета	162																						



- Гончарова В.С.



- Дутова Е.М. Гончарова В.С.

#### 6.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие статьи:

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
2. Специальное оборудование для научных работ;
3. Заработная плата;
4. Отчисления на социальные нужды;
5. Научные и производственные командировки;
6. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями;
7. Накладные расходы.

*Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов).* В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме (таблица 6.12).

Таблица 6.12 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт.	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Блокнот	2	50	100
Ручка шариковая	3	70	210
Бумага	1	1200	1200
Печать	300	2	600
Брошюрование	1	60	60
Энергия	300	3,15	945
Всего за материалы			3115
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)			155,75
<b>Итого по статье</b>			<b>3270,75</b>

*Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.* В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР (таблица 6.13).

Таблица 6.13 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Компьютер (НР)	1	70000	70000
2	Программное обеспечение MicrosoftOffice	1	12000	12000
<b>Итого, руб.:</b>				82000

*Расчет основной заработной платы.* В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 6.14.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

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

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

где:  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта проводили с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 6.14.

Таблица 6.14 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	99	99

- выходные дни	14	14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	24	24
- отпуск	14	14
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	214	214

Месячный должностной оклад работника:

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

$З_б$  – базовый оклад, руб.;

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

$k_д$  – коэффициент доплат и надбавок;

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

При расчете заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта учитывались месячные должностные оклады работников, которые рассчитывались по формуле:

$$З_m = З_б * K_p, \text{ где}$$

$З_б$  – базовый оклад, руб.;

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

Согласно информации сайта Томского политехнического университета, должностной оклад (ППС) доцента кандидата наук в 2021 году без учета РК составил 51 062 руб., поскольку руководитель работает на 0,5 ставки, то оклад равен 25 531. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 6.15.

Таблица 6.15 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_б$ , руб.	$k_{пр}$	$k_д$	$k_p$	$З_m$ , руб.	$З_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$З_{осн}$ , руб.
Руководитель	25531	1	0,02	1,3	33854,11	1740,16	212,00	368914,84

Магистрант	8060	-	-	1,3	10478,00	538,59	212,00	114180,82
------------	------	---	---	-----	----------	--------	--------	-----------

*Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала.* В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

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

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

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

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты;

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

В таблице 6.16 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 6.16 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	368 914,84	114 180,82
Дополнительная зарплата	44 269,78	13 701,70
Итого по статье С <sub>зп</sub>	413 184,62	127 882,52

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

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

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

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и

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

Отчисления на социальные нужды составляют:  $C_{\text{внсоб}}=0,3 \cdot (368\,914,84 + 44\,269,78) = 123\,955,39$  рублей

*Научные и производственные командировки.* В эту статью включаются расходы по командировкам научного и производственного персонала, связанного с непосредственным выполнением конкретного проекта, величина которых принимается в размере 10% от основной и дополнительной заработной платы всего персонала, занятого на выполнении данной темы.

В ходе данного исследования в виду того, что исследователь является работником ООО «Томскводоканал», командировка не осуществлялась. Затраты на научные и производственные командировки составляют 0,00 руб.

*Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями.*

К этой статье расходов в настоящем проекте относится только использование Internet. Величина этих расходов определялась по договорным условиям и составляет 7800 руб.

Итого на оплату работ выходит 7800 руб.

*Накладные расходы.* Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,8 \cdot (413\,184,62 + 127\,882,52) = 432\,853,711$$

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

Таким образом, затраты проекта составляет 1 190 946,99, которые приведены в таблице 6.17.



Таблица 6.17 – Затраты научно-исследовательской работы

**Ошибка! Ошибка связи.**

Исходя из этого, амортизация составит: 119 094,699 руб.

Операционные расходы: 458 514, 59 руб.

### 6.4.1 Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры.

Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 7.

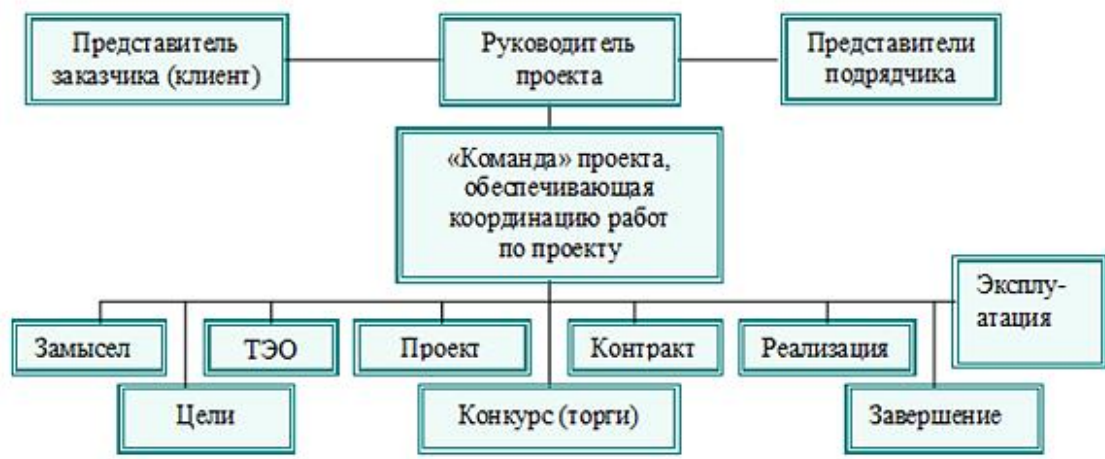


Рис. 7 Проектная структура проекта

### 6.4.2 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 6.18).

Таблица 6.19 – План управления коммуникациями

п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно (понедельник)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Ежемесячно (конец месяца)
3.	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю	Не позже сроков графиков и к. точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

### 6.4.3 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Информация по возможным рискам сведена в таблицу 6.19.

Таблица 6.19 – Реестр рисков

	Риск	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
	Неточность метода анализа	2	5	Низкий	Внешний и внутренние анализы	Низкая точность метода анализа
	Погрешность расчетов	3	5	Средний	Пересчет, проверка	Невнимательность
	Отсутствие интереса к результатам исследования	2	5	Низкий	Публикация результатов	Отсутствие результатов исследования

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

#### 6.5.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

*Чистая текущая стоимость (NPV)* – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём

дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

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

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

$I_0$  – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

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

$n$  – горизонт расчета;

$i$  – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если  $NPV > 0$ , то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 6.20. При расчете рентабельность проекта составляла **25 %**, норма амортизации - 10 %.

Таблица 6.20 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0,00	1,00	2,00	3,00	4,00
1	Выручка от реализации, руб.	0,00	<b>1488683,73</b>	<b>1488683,73</b>	<b>1488683,73</b>	<b>1488683,73</b>
2	Итого приток,руб.	0,00	1488683,73	1488683,73	1488683,73	1488683,73
3	Инвестиционные издержки, руб.	-1190946,99	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Операционные затраты, руб. (35%от бюджета)	0,00	458514,59	458514,59	458514,59	458514,59

5	Налогооблагаемая прибыль(1-4)	0,00	1030169,14	1030169,14	1030169,14	1030169,14
6	Налоги 20 %, руб.(5*20%)	0,00	206033,83	206033,83	206033,83	206033,83
8	Чистая прибыль, руб.(5-6)	0,00	824135,31	824135,31	824135,31	824135,31
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.(чистая прибыль+амортизация)	-1190946,99	943230,01	943230,01	943230,01	943230,01
10	Коэффициент дисконтирования при $i=20\%$ (КД)	1,00	<u>0,83</u>	<u>0,69</u>	<u>0,58</u>	<u>0,48</u>
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.(9*10)	-1190946,99	<b>785710,60</b>	<b>654601,63</b>	<b>545186,95</b>	<b>454636,87</b>
12	<b><math>\Sigma</math> ЧДД</b>		<b>2440136,04</b>			
12	Итого NPV, руб.		<b>1249189,06</b>			

$NPV = 2\,440\,136,04 \text{ руб.} - 1\,190\,946,99 = 1\,249\,189,06 \text{ руб.} > 0$

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1+i)^t}$$

где:  $i$  – ставка дисконтирования, 20 %; (10%)

$t$  – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 736216 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

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

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0 > 1$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

$I_0$  – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{2\,440\,136,04}{1\,190\,946,99} = 2,05$$

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

*Внутренняя ставка доходности (IRR)*. Значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или =0. По разности между IRR и ставкой дисконтирования  $i$  можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования  $i$ , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования ( $i$ ) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 6.21 и на рисунке 8.

Таблица 6.21 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб.
1	Чистые денежные потоки, руб.	-1190946,99	943230,01	943230,01	943230,01	943230,01	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,10	1,00	<b>0,91</b>	0,83	0,75	0,68	
	0,20	1,00	0,83	0,69	0,58	0,48	
	0,30	1,00	0,77	0,59	0,46	0,35	
	0,40	1,00	0,71	0,51	0,36	0,26	
	0,50	1,00	0,67	0,44	0,30	0,20	
	0,60	1,00	0,63	0,39	0,24	0,15	

	0,70	1,00	0,59	0,34	0,20	0,11	
	0,80	1,00	0,56	0,31	0,17	0,10	
	0,90	1,00	0,53	0,28	0,15	0,08	
	1,00	1,00	0,50	0,25	0,13	0,06	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,10	-1190946,99	857396,08	779107,99	708365,74	644226,10	1798148,92
	0,20	-1190946,99	785710,60	654601,63	545186,95	454636,87	1249189,06
	0,30	-1190946,99	725343,88	558392,17	429169,66	330130,50	852089,22
	0,40	-1190946,99	673466,23	481047,31	343335,72	245239,80	552142,08
	<b>0,50</b>	-1190946,99	629134,42	418794,13	278252,85	186759,54	321993,95
	<b>0,60</b>	-1190946,99	589518,76	367859,70	230148,12	144314,19	140893,79
	0,70	-1190946,99	554619,25	315982,05	191475,69	105641,76	-23228,23
	0,80	-1190946,99	524435,89	291458,07	161292,33	89606,85	-124153,84
	0,90	-1190946,99	496138,99	261274,71	137711,58	72628,71	-223192,99
	1,00	-1190946,99	471615,01	235807,50	117903,75	58480,26	-307140,46

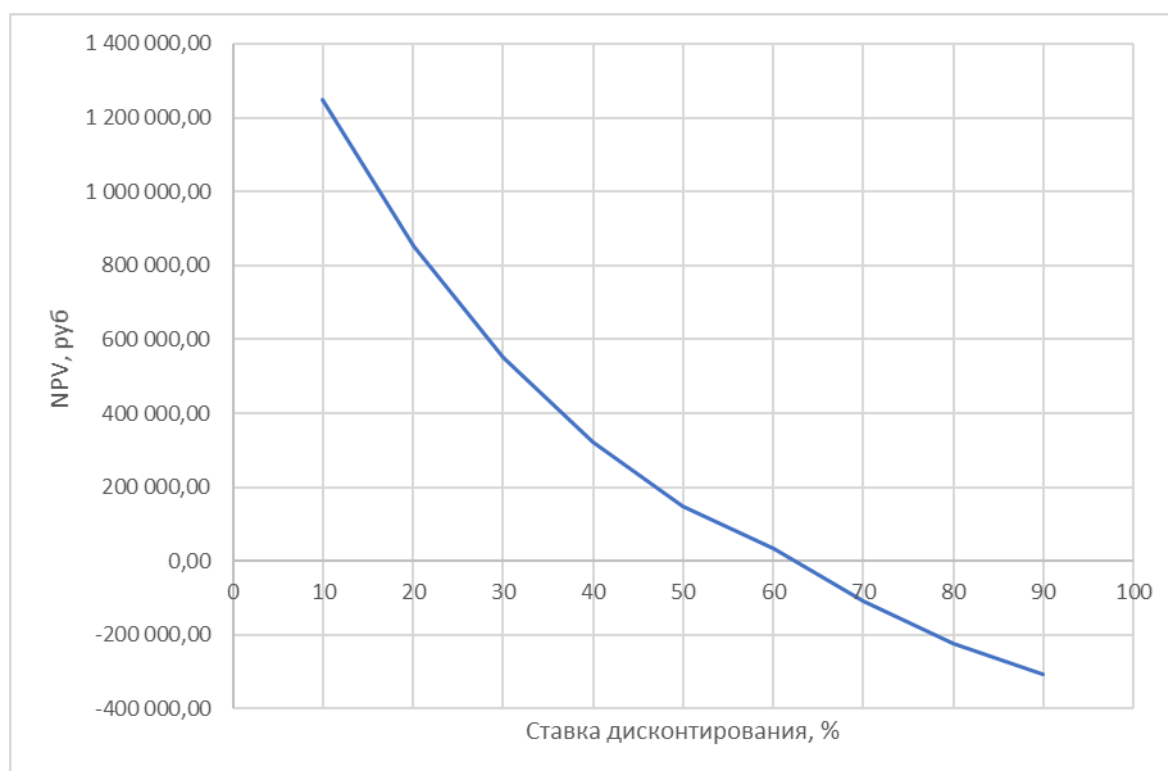


Рис. 8 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки

доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,62.

$IRR > i$ , проект эффективен.

Запас экономической прочности проекта:  $62\% - 20\% = 42\%$

*Дисконтированный срок окупаемости.* Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 6.22).

Таблица 6.22 – Дисконтированный срок окупаемости

	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
	Дисконтированный чистый денежный поток ( $i = 0,2$ ), руб.	-1 190 946,99	785 710,60	654 601,63	545 186,95	454 636,87
	То же нарастающим итогом, руб.	-1 190 946,99	-405 236,39	249 365,24	794 552,19	1 249 189,06
	Дисконтированный срок окупаемости	$DPP_{диск} = 1 + (405236,39/654601,63) = 1,62$				

Таким образом, дисконтируемый срок окупаемости составляет 1,6 года.

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных



секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 6.23).

Таблица 6.23 – Критерии социальной эффективности

<b>ДО</b>	<b>ПОСЛЕ</b>
Отсутствие публикации о результатах исследования	Публикация результатов исследований
Отсутствие ретроспективного анализа результатов	Проведен ретроспективный анализ результатов

### 6.5.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

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

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-

исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где:  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го

варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки,

устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (таблице 6.24).

Таблица 6.24 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО\Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Выход продукта	0,2	5	4	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	3	3
3. Надежность	0,15	4	4	4
4. Безопасность	0,15	4	3	4
5. Простота эксплуатации	0,15	5	3	4
6. Возможность автоматизации данных	0,2	4	4	4
Итого	1	27	21	23

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

$$I_1^A = 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 = 3,55$$

$$I_2^A = 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 = 3,85$$

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

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

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

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a}$$

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

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

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

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 6.25.

Таблица 6.25 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
	Интегральный финансовый показатель разработки	0,16	0,14	0,16
	Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,3	3,55	3,95

	разработки			
	Интегральный показатель эффективности	23,12	22,83	23,03
	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,02	1,01	1,0

## 6.6 Выводы по разделу

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что разработанный вариант проведения проекта является наиболее эффективным при решении поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 1 249 189,06 руб.; индекс доходности  $PI=2,05$ , внутренняя ставка доходности  $IRR=62\%$ , срок окупаемости  $PP_{дск}=1,6$  года.

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

## 7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### 7.1 Введение

Целью выпускной квалификационной работы является изучение качества питьевой воды, подаваемой жителям города Томска.

Объект исследования – Томская область, город Томск, Организация водопроводно-канализационного хозяйства города Томска - ООО «Томскводоканал».

Мониторинг процессов водоподготовки и транспортировки питьевой воды, а также качества воды, подаваемой в водопроводную сеть, предполагают постоянную камеральную работу с использованием компьютеров. Реализация данных работ позволяет анализировать результаты лабораторных исследований качества питьевой воды, искать решения по усовершенствованию и оптимизации работы водопроводных сетей и оборудования.

Постоянная работа с компьютером негативно сказывается на здоровье и благополучие работника, так как в процессе работы возникает осязаемое умственное напряжение и увеличение нервно-эмоциональной нагрузки, а также высокая напряженность зрительного органа.

Рабочее место инженера, осуществляющего в своей служебной деятельности перечисленные функции, располагается в офисном помещении типа open space. Оснащение рабочей зоны включает стол, стул, тумбочка, компьютер, телефон, принтер, лампу настольную.

### 7.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Социальная ответственность предприятия — это деятельность, направленная на развитие социальной, экономической и экологической сфер жизни общества. Одним из показателей социальной ответственности предприятия является соблюдение требований охраны труда и техники безопасности.

Охрана труда и техника безопасности – 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.

Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 (СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы») [44] длительность работы для инженеров должна быть не более 6 часов. Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей должны устанавливаться регламентированные перерывы в течение рабочего дня. После каждого часа работы за компьютером следует делать, перерыв на 5-10 минут. Необходимы упражнения для глаз и для всего тела.

На должность инженера-технолога назначается лицо, имеющее высшее профессиональное (техническое) образование, без предъявления требований к опыту работы, прошедшее медицинский осмотр, вводный инструктаж по охране труда и пожарной безопасности. Кроме того, после прохождения стажировки проводится первичный инструктаж на рабочем месте.

Инженер-технолог должен обладать навыками работы на персональном компьютере; осуществлять сбор, обработку и анализ актуальной справочной и нормативной документации, используемой при выполнении должностных обязанностей; читать чертежи и схемы; оформлять результаты трудовых действий; определять объемы и сроки проведения работ по сбору и анализу данных; анализировать и прогнозировать результаты принимаемых решений; применять безопасные приемы и методы при выполнении должностных обязанностей.

Отработанное время инженера-технолога фиксируется структурным подразделением. График рабочего времени регламентируется договором в соответствии с Трудовым кодексом. В случае возникновения необходимости внеурочной работы или выхода на работу в выходной или праздничный день, формируется надлежащий пакет документов (график, согласие работника) в соответствии с требованиями Трудового кодекса. Оплата производится соответственно.

В своей работе инженер-технолог кроме требуемых специальных норм и правил, кодексов и законов, приказов и положений обязательно руководствуется должностной инструкцией, Коллективным договором, правилами внутреннего

трудового распорядка и правилами охраны труда, промышленной и пожарной безопасности.

Также на предприятии успешно внедрена и развивается в соответствии с принципами постоянного улучшения система менеджмента качества, в рамках которой разработаны и применяются все требующиеся регламенты, положения и инструкции.

Также, в соответствии с требованиями законодательства РФ определен порядок работы с персональными данными работников, а также гарантии конфиденциальности сведений, предоставленных работником работодателю.

### 7.3 Производственная безопасность.

Производственная безопасность - это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности. Производственные факторы являются частным случаем факторов окружающей человека среды обитания и человеческой деятельности, связанных и (или) порождаемых производственной и трудовой деятельностью.

В соответствии ГОСТ 12.0.003.2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.», перечень опасных и вредных факторов, характерных для работы инженера-технолога, представлены в виде таблицы.

Таблица 7.1 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте инженера-технолога.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда ШУМ Общие требования безопасности
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на рабочем месте	ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по

	гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	ГОСТ Р 55710-2013 и СанПиН 2.2.12.1.1.1278-03
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электромагнитными полями	ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
Опасность поражения электрическим током	ГОСТ Р 58698-2019 (МЭК 61140:2016) Защита от поражения электрическим током.

#### 7.4 Анализ вредных и производственных факторов

##### 7.4.1 Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. (3)

Особенно актуален данный аспект в условиях в офисном помещении типа open space. Часто с термином "шум" связывают только нежелательные звуковые воздействия. Однако в целях оценки вредного воздействия шума на работника учитывают также звуки в форме речевых сообщений, музыки, звуковых сигналов и т.п. (3). Данный фактор является существенным недостатком open space офисов. У работников наблюдается повышенная утомляемость, раздражительность, умственное перенапряжение, снижение продуктивности. Достичь полной тишины не представляется возможным. Поэтому необходимо предусматривать переговорные комнаты, в которых сотрудники смогут осуществлять телефонные переговоры, в том числе личные, или собираться на минисовещания.

Также стоит предусмотреть и применить конструкции, позволяющие повысить звукопроницаемость (перегородки, экраны). Также улучшить звукоизоляцию позволяют ковровые покрытия и подвесные потолки.

##### 7.4.2 Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на рабочем месте



Микроклимат производственных помещений — это климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей. Микроклимат оказывает значительное влияние на теплообмен человека и как следствие на его самочувствие, работоспособность и эффективность.

Основные показатели микроклимата:

- температура воздуха;
- скорость движения воздуха;
- мощность теплового излучения.

Локальная асимметрия результирующей температуры должна быть не более  $2,5^{\circ}\text{C}$  для оптимальных и не более  $3,5^{\circ}\text{C}$  для допустимых показателей.

При обеспечении показателей микроклимата в различных точках обслуживаемой зоны допускается:

- перепад температуры воздуха не более  $2^{\circ}\text{C}$  для оптимальных показателей и  $3^{\circ}\text{C}$  - для допустимых;
- перепад результирующей температуры помещения по высоте обслуживаемой зоны - не более  $2^{\circ}\text{C}$ ;
- изменение скорости движения воздуха - не более  $0,07$  м/с для оптимальных показателей и  $0,1$  м/с - для допустимых;
- изменение относительной влажности воздуха - не более  $7\%$  для оптимальных показателей и  $15\%$  - для допустимых.

Немаловажным фактором является качество воздуха в помещениях общественных зданий, которое обеспечивается согласно действующим нормативно-техническим документам необходимым уровнем вентиляции (величиной воздухообмена в помещениях), обеспечивающим допустимые значения содержания углекислого газа в помещении. При сокращении воздухообмена обеспечивается снижение энергозатрат системой вентиляции, а также повышение энергоэффективности систем вентиляции.

Таблица 7.2 - Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне общественных и административных зданий

Период года	Наименование помещения или категория	Температура воздуха, °С		Результующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
Холодный	1	20-22	18-24	19-20	17-23	45-30	60	0,2	0,3
	2	19-21	18-23	18-20	17-22	45-30	60	0,2	0,3
	3а	20-21	19-23	19-20	19-22	45-30	60	0,2	0,3
	3б	14-16	12-17	13-15	13-16	45-30	60	0,3	0,5
	3в	18-20	16-22	17-20	15-21	45-30	60	0,2	0,3
	4	17-19	15-21	16-18	14-20	45-30	60	0,2	0,3
	5	20-22	20-24	19-21	19-23	45-30	60	0,15	0,2
	6	16-18	14-20	15-17	13-19	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
	Ванные, душевые	24-26	18-28	23-25	17-27	Не нормируется	Не нормируется	0,15	0,2
Теплый	Помещения с постоянным пребыванием людей	23-25	18-28	22-24	19-27	60-30	65	0,15	0,25

Необходимый воздухообмен в помещении может быть определен двумя способами:

- на основе удельных норм воздухообмена;
- на основе расчета воздухообмена, необходимого для обеспечения допустимых концентраций загрязняющих веществ.

Расходы воздуха систем вентиляции, принимаемые для обеспечения качества воздуха, зависят от количества людей в помещении, их деятельности, технологических процессов (выделений загрязняющих веществ от бытовой и оргтехники, из строительных материалов, мебели и др.), а также от систем отопления и вентиляции.

Применение второго способа, основанного на балансе вредностей в помещении, позволяет определить воздухообмен с учетом загрязнений наружного воздуха и заданного уровня качества воздуха (комфорта) в помещении.

При этом определяющим вредным веществом является углекислый газ, выдыхаемый людьми. Эквивалентом вредных веществ, выделяемых ограждениями, мебелью, коврами и др., принимается также углекислый газ.

Количество наружного воздуха, подаваемого в помещение системой вентиляции в расчете на одного человека для обеспечения заданного качества воздуха, зависит от концентрации углекислого газа в наружном воздухе и эффективности воздухораспределения в помещении.

#### 7.4.3 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

Свет оказывает огромное биологическое воздействие на человека. Освещение влияет на циркадную нервную систему человека. Освещенность помещения сказывается на моральном и физическом состоянии человека. Такое влияние может быть как благоприятным, так и пагубным. Для сохранения работоспособности и эффективности работника в течении всего рабочего дня необходимо достаточное обеспечение естественным и искусственным освещением помещения согласно СНиП 23.05-095.

Кроме того, освещение должно быть равномерным, не вызывать слепящего действия, не образовывать резких теней, быть экономичным.

Естественное освещение – освещение помещений светом, исходящим от неба (прямым или отраженным), проникающим через проемы в наружных ограждающих конструкциях. Искусственное освещение – освещение помещений и других мест, где недостаточно естественного освещения.

Искусственное освещение по назначению делят на общее, местное и комбинированное. Совмещенное освещение – освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение компенсируется искусственным.

#### **Расчет искусственного освещения**

Расчет необходимого искусственного освещения произведен для офисного помещения с размерами:

Длина А – 20м;

Ширина В – 18м;

Высота Н – 4 м.

Высота рабочей поверхности  $h_c$  – 0,8 м.

Требуется создать освещенность Е -300 лк.

Коэффициент отражения стен –  $R_c$  - 25%.

Коэффициент отражения потолка – 50%.

Коэффициент запаса  $k$  – 1,5

Коэффициент неравномерности  $Z$  - 1,1

Выбираем светильник типа ОД,  $\lambda$ -1,4.

Принимаем  $h_c$  равной 0,7 м.

Расчетная высота при этом равна:

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

Расстояние между светильниками:  $L = 1,4 * 2,5 = 3,5 \text{ м}$ .

Расстояние от крайнего ряда до стены  $L/3 = 1,17 \text{ м}$ .

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{B - \frac{2}{3}L}{L} + 1 : \Rightarrow 5,5, \text{ принимаем} - 6 \text{ рядов.}$$

$$n_{\text{ряд}} = \frac{A - \frac{2}{3}L}{L_{\text{св}} + 0,5} + 1 \Rightarrow 10,6, \text{ принимаем} - 11 \text{ шт.}$$

При этом разрывы между светильниками составят 30 см.

С учетом того, что в каждом светильнике по 2 лампы, количество ламп всего – 132 шт.

Определяем индекс помещения:

$$i = S / h(A+B)$$

$$i - 3,79.$$

При этом коэффициент использования светового потока:  $\eta = 0,64$ ;

Потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{E_n * S * K_3 * Z}{N_l * \eta}$$

Следовательно  $\Phi = 2109,36$ .

Исходя из полученной величины светового потока ламп, выбираем стандартную лампу: ЛД 30 Вт с потоком 1650 лм.

Проверяем выполнение условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \cdot 100\% \leq +20\%$$

Получаем:  $-10\% \leq 2,4 \leq +20\%$ .

Определяем электрическую мощность осветительной установки:  $P = 3960$  Вт.

Вывод: 132 лампы типа ЛД30 требуется для создания достаточной и комфортной освещенности в офисном помещении, заданного размера. Полученные результаты попадают в диапазон от -10% до +20%.

#### 7.4.4 Превышение уровня электромагнитного излучения

Рабочее место инженера-технолога оборудовано персональным компьютером, который генерирует и излучает широкий спектр небезвредных для здоровья человека электромагнитных полей. При работе на компьютере пользователь находится в непосредственной близости от экрана, поэтому воздействие электромагнитного излучения неизбежно. Однако риск нанесения вреда здоровью будет стремиться к нулю, если пользователь будет неукоснительно выполнять меры безопасности, таких как применение экранных защитных фильтров и соблюдение расстояния от монитора до пользователя, которое должно составлять не менее 50 см.

Кроме того, существуют меры обеспечения электромагнитной безопасности:

- не размещать рабочие места с ПЭВМ вблизи источников электромагнитных полей (трансформаторов, мощных электропотребителей,

распределительных щитов, кабельных подводов, радиопередающих устройств и др. источников ЭМП);

- перед установкой компьютерной техники обследовать помещение на наличие и интенсивность ЭМП промышленной частоты;

- заземлять массивные металлические элементы оборудования помещения (станки, стенды, оконные решетки и т.п.);

- размещать групповые рабочие места на нижних этажах зданий;

- заземлять все элементы оборудования ПЭВМ, если заземление оборудования ПЭВМ осуществляется через средство третьего заземляющего проводника сети питания - проверить наличие и качество заземления путем замера сопротивления контура заземления;

- размещать провода питания, по возможности, в экранирующих металлических оболочках или трубах;

- оборудовать, по возможности, места группового подключения ПЭВМ (2 и более пользователей) экранированными щитками питания с необходимым количеством розеток;

- не использовать удлинители (переноски) и сетевые фильтры, выполненные в виде переносок.

#### 7.4.5 Опасность поражения электрическим током

Воздействие электрического напряжения на человека связано с протеканием через него тока. При замыкании электрической цепи через организм человека ток оказывает термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и токов, воздействию которых человек может подвергаться в процессе работы с электрооборудованием, составляют для установок в нормативном режиме: для постоянного тока – не более 0,8 В и 1 мА соответственно, для переменного тока (частота 50 Гц) - не более 2,0 В и 0,3 мА соответственно. Установки работающие напряжения выше 42 В должны иметь заземления. Необходимо иметь возможность быстро отключить оборудования в случае попадания человека под напряжения (ГОСТ 12.1.030-81).

Для предотвращения поражения электрическим током следует проводить следующие мероприятия:

- содержать оборудование в работоспособном состоянии и эксплуатировать его в соответствии с нормативно-техническими документами;
- своевременно проводить техническое обслуживание;
- соблюдать технику безопасности при работе с оборудованием;
- проводить инструктаж для работников.

### 7.5 Экологическая безопасность

В настоящее время охрана окружающей среды один из самых актуальных вопросов всего человечества. Самым простым решением можно назвать сокращение вредных выбросов промышленных предприятий и переход к безотходным или малоотходным производствам. Способность отхода не оказывать отрицательного воздействия на окружающую среду называется экологичность отхода. В настоящее время переработка отходов, их утилизация и повторное использование – важнейшие методы решения проблем экологии.

Производственные отходы рабочего процесса инженера – технолога образуются в следствии использования бумаги и выхода из строя комплектующих персонального компьютера. Для последующего использования макулатуры на предприятии организованы места сбора использованной бумаги для передачи ее специализированным предприятиям для дальнейшей переработки и с условием отчислений части вырученных денежных средств на благотворительность. Неисправные комплектующие персональных компьютеров относятся к 4 классу опасности и подлежат специальной утилизации.

### 7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, распространения заболевания, представляющего опасность для окружающих, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Предупреждение чрезвычайных ситуаций - это комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей среде и материальных потерь в случае их возникновения.

Ликвидация чрезвычайных ситуаций - это аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращение действия характерных для них опасных факторов.

Зона чрезвычайной ситуации - это территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация.

#### 7.6.1 Техногенные чрезвычайные ситуации.

1. Пожары в зданиях(сооружениях), критерии оценки: число погибших - 2 чел. и более, число госпитализированных - 4 чел. и более; либо прямой материальный ущерб: 1500 МРОТ и более.

2. Пожары на транспортных средствах, критерии оценки: число погибших - 2 чел. и более, число госпитализированных - 4 чел. и более; либо прямой материальный ущерб: 1500 МРОТ и более;

3. Внезапное обрушение зданий, сооружений, критерии оценки: число погибших - 2 чел. и более, число госпитализированных - 4 чел. и более; либо прямой материальный ущерб: для граждан – 100 МРОТ, для организации – 500 МРОТ;

#### 7.6.2 Природные чрезвычайные ситуации.

##### 7.6.2.1 Опасные метеорологические явления.

1. Сильный ветер, в т.ч. шквал, смерч (скорость ветра (включая порывы) - 25 м/с и более; на побережье морей и в горных районах - 35 м/с и более.

Территория муниципального образования «Город Томск» относится ко второй степени опасности сильных ветров (20 – 26 м/с). В городе наблюдается



высокий риск возникновения сильных ветров: среднее многолетнее число дней с сильным ветром за год (скорость более 23 м/с и более) составляет 0,1 – 1,0.

Появление ураганного ветра на территории муниципального образования «Город Томск» может привести к падению деревьев, крупных веток (свойственно тополям), обрушению отдельно стоящих рекламных конструкций, срыву кровельного материала, обрыву воздушных линий электропередач, связи и, как следствие, к возможным различным чрезвычайным ситуациям (в результате падения тяжёлых предметов возможна гибель людей, повреждение автотранспорта, пролом крыш на деревянных обрешётках, в результате обрыва воздушных линий электропередач возможны короткие замыкания, которые могут привести к пожарам и т.п.).

2. Очень сильный дождь (мокрый снег, дождь со снегом) - количество осадков - 50 мм и более за 12 ч и менее; в селеопасных горных районах - 30 мм и более за 12 ч и менее).

3. Сильный ливень (очень сильный ливневый дождь) - количество осадков 30 мм и более за 1 час и менее.

4. Продолжительные сильные дожди - количество осадков 100 мм и более за период более 12 ч, но менее 48 ч.

5. Очень сильный снег - количество осадков не менее 20 мм за период не более 12 ч.

6. Крупный град - диаметр градин - 20 мм и более.

7. Сильная метель - общая или низовая метель при средней скорости ветра 15 м/сек. и более и видимости менее 500 м.

8. Сильное гололёдно-изморозевое отложение на проводах - диаметр отложения на проводах гололедного станка 20 мм и более для гололеда; для сложного отложения и налипания мокрого снега - 35 мм и более.

9. Сильный туман - видимость 50 м и менее.

10. Сильный мороз - температура воздуха - 45<sup>0</sup>С и ниже в течение более 5 суток.

11. Сильная жара – температура воздуха +35<sup>0</sup>С и выше в течение более 5 суток.

Общий критерий:

1. Число погибших - 2 чел. и более, число госпитализированных - 4 чел. и более.
2. Прямой материальный ущерб: для граждан – 100 МРОТ, для организации – 500 МРОТ.

#### 7.6.2.2 Опасные гидрологические явления

1. Высокие уровни воды (половодье, зажор, затор, дождевой паводок), сель.
2. Низкие уровни воды (низкая межень) - Понижение уровня воды ниже проектных отметок водозаборных сооружений и навигационных уровней на судоходных реках в течение не менее 10 дней.
3. Раннее льдообразование.

Общий критерий: 1. Число погибших - 2 чел. и более. Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб: гражданам - 100 МРОТ; организации - 500 МРОТ.

3. Гибель посевов с/х культур или природной растительности единовременно на площади 100 га и более.

#### 7.6.2.3 Природные пожары.

Лесные пожары - крупные неконтролируемые пожары на площади: для наземной охраны лесов - 25 га и более; для авиационной охраны лесов - 200 га и более.

Общий критерий: 1. Число погибших - 2 чел. и более. Число госпитализированных - 4 чел. и более.

3. Прямой материальный ущерб: гражданам - 100 МРОТ; организации - 500 МРОТ.

#### 7.6.3 Крупные террористические акты.

Общий критерий: 1. Число погибших - 5 чел. и более. Число госпитализированных - 10 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб - свыше 1 тыс. МРОТ.

Кроме того, существует перечень потенциально опасные объекты, расположенные на территории Общества и муниципального образования «Город Томск» с

возможными чрезвычайными ситуациями техногенного характера при авариях и катастрофах на них.

#### 7.6.4 Опасности военного характера

Опасности военного характера (вооружённые конфликты) - это особая группа конфликтных и экологических ЧС, возникших на определённой территории, вызванных повседневной деятельностью войск и воздействием современных средств поражения на вооруженные силы с их объектами (инфраструктурой), объекты экономики и население, приводящих к человеческим жертвам, ущербу здоровья людей и окружающей природной среде, значительным материальным потерям и нарушению условий жизнедеятельности населения.

Современные вооруженные конфликты могут привести к большим человеческим жертвам и материальным потерям, а также вызвать неисчислимы страдания выжившего населения и гуманитарные катастрофы на территориях многих государств.

К опасностям, возникающим при ведении военных конфликтов или вследствие этих конфликтов, относятся опасности, которые могут привести к массовой гибели людей, потере ими здоровья и средств к существованию, нарушению жизнеобеспечения, значительному материальному ущербу.

Вместе с тем характер и подходы к решению международных и других проблем с применением военной силы, а также способы вооруженной борьбы изменяются. Возможные войны будут носить преимущественно региональный масштаб, и отличаться высокой интенсивностью и скоротечностью. При этом в качестве объектов для поражения, как правило, будут выбираться важнейшие организации, элементы систем жизнеобеспечения гражданского населения, транспортных коммуникаций и информационных систем.

#### 7.6.5 Опасности вызванные бактериологическим (биологическим) оружием.

Бактериологическое (биологическое) оружие - вид оружия массового поражения, действие которого основано на использовании болезнетворных свойств микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности, это специальные боеприпасы и боевые приборы со средствами доставки, снаряженные биологическими средствами. Предназначено для массового поражения живой силы

противника, сельскохозяйственных животных, посевов сельскохозяйственных культур.

Особенности биологического оружия:

возможность создания новых рецептур, на которые не будут действовать имеющиеся средства профилактики и лечения;

невозможность предвидения непосредственного эффекта воздействия;

сложность предвидения вторичного эффекта распространения инфекций и возникновения эпидемий.

Если этот вид оружия когда-нибудь будет использован в крупных масштабах в войне, никто не сможет предсказать насколько продолжительным будет воздействие и каким образом его применение отразится на состоянии здоровья людей и той среды, в которой мы живем.

Основу поражающего действия биологического оружия составляют биологические средства, специально отобранные для боевого применения и способные вызвать у людей, животных, растений массовые тяжелые заболевания.

К ним относятся:

отдельные представители болезнетворных микроорганизмов - возбудителей наиболее опасных инфекционных заболеваний у человека, сельскохозяйственных животных и растений;

продукты жизнедеятельности некоторых микробов, в частности из класса бактерий, обладающие в отношении организма человека и животных крайне высокой токсичностью, вызывающие при их попадании в организм тяжелые поражения (отравления).

Возбудители инфекционных заболеваний человека и животных подразделяются на следующие классы: бактерии; вирусы; риккетсии; грибки.

**Бактерии** - одноклеточные микроорганизмы, размером от 0,5 до 10 мкм. Некоторые бактерии обладают очень высокой устойчивостью к высушиванию, недостатку питательных веществ, действию высоких и низких температур и дезинфицирующих средств. К классу бактерий относятся возбудители большинства наиболее опасных заболеваний человека, таких как чума, холера, сибирская язва, сыпь.

**Вирусы** - обширная группа микроорганизмов, размером от 0,08 до 0,35 мкм. Они способны жить и размножаться только в живых клетках, т.е. являются внутриклеточными паразитами. Обладают высокой устойчивостью к низким температурам и высушиванию. Вирусы являются причиной более чем 75 заболеваний человека, среди которых такие высоко опасные, как натуральная оспа, желтая лихорадка.

**Риккетсии** - занимают промежуточное положение между бактериями и вирусами. Размер их от 0,3 до 0,5 мкм. Устойчивы к высушиванию, замораживанию и колебаниям относительной влажности воздуха, однако достаточно чувствительны к действиям высоких температур и дезинфицирующих веществ. Риккетсиями вызываются высоко опасные заболевания - сыпной тиф, пятнистая лихорадка скалистых гор.

**Грибки** - одно- или многоклеточные микроорганизмы. Их размер от 3 до 50 мкм. Обладают высокой устойчивостью к внешним факторам. Вызывают инфекционные заболевания людей, такие как бластомиоз.

**Микробные токсины** - продукты жизнедеятельности некоторых видов бактерий, обладающие в отношении человека и животных крайне высокой токсичностью. Характерная особенность инфекционных заболеваний заключается в том, что они способны вызывать массовые заболевания людей на определенной территории в короткое время. Такое явление называется эпидемией.

7.7 Основные способы защиты работников от опасностей, возникающих при чрезвычайных ситуациях и военных конфликтах.

7.7.1 Защита при угрозе радиоактивного заражения.

Основные способы защиты личного состава - укрытие в защитных сооружениях (укрытиях), эвакуация, использование СИЗ. Дополнительные меры защиты от светового излучения:

- использование экранирующих свойств оврагов, лоцин, местных предметов;
- постановка дымовых завес для поглощения энергии светового излучения;

- повышение отражательной способности материалов (побелка мелом, покрытие красками светлых тонов);
- повышение стойкости к воздействию светового излучения (обмазка глиной, обсыпка грунтом, снегом, пропитка тканей огнестойкими составами);
- проведение противопожарных мероприятий (удаление сухой травы и других легковоспламеняющихся материалов, вырубка просек и устройство заградительных полос);
- использование в тёмное время суток средств защиты глаз от временного ослепления (очков, световых затворов).

Защитой от проникающей радиации служат различные материалы, ослабляющие гамма-излучение (свинец, сталь, бетон) и нейтроны (вода, полиэтилен). В качестве средств, ослабляющих действие ионизирующих излучений на организм человека, могут быть использованы различные противорадиационные препараты.

Защита от ЭМИ достигается экранированием линий энергоснабжения и управления, а также аппаратуры. Все наружные линии, например, должны быть двухпроводными, хорошо изолированными от земли, с малоинерционными разрядниками и плавкими вставками. Для защиты чувствительного электронного оборудования целесообразно использовать разрядники с небольшим порогом зажигания. Большое значение имеют правильная эксплуатация линий, контроль исправности средств защиты, а также организация обслуживания линий в процессе эксплуатации.

#### 7.7.2 Защита при угрозе химического заражения.

Основные способы защиты личного состава - укрытие в защитных сооружениях (укрытиях), эвакуация, использование СИЗ.

#### 7.7.3 Мероприятия по защите от биологического оружия.

В предвидении применения биологического оружия необходима:

- иммунизация;
- санитарно-гигиенические мероприятия;
- принятие антибиотиков из индивидуальной аптечки;
- защита продовольствия и воды;

В период применения: использование средств индивидуальной и коллективной защиты;

После применения: разведка мест заражения и оповещение личного состава; изоляция больных и очагов заражения; проведение обсервации (карантина).

Защита от обычных средств поражения – укрытие в защитных сооружениях, эвакуация.

Защита от опасностей, возникающих при ЧС.

При пожарах в зданиях, сооружениях, на транспорте, обрушениях зданий (сооружений) основной способ защиты - эвакуация в безопасное место.

При сильном ветре, сильном дожде, сильном снеге, урагане, метели, крупном граде - укрытие в зданиях, сооружениях.

При низких температурах - ограничить время пребывания на улице, иметь соответствующую одежду.

#### 7.8 Выводы по разделу

В процессе работы над разделом «Социальная ответственность» были изучены требования законодательства к обеспечению безопасности, определены вредные и опасные факторы воздействия на работника – инженера - технолога в камеральных условиях. Рассмотрены вопросы экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных условиях.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Централизованная система водоснабжения города Томска, обслуживаемая ООО «Томскводоканал», функционирует эффективно и стабильно. Вода питьевого качества подается всем потребителям в необходимых объемах и требуемом количестве. Особое внимание уделяется качеству воды, которое на всем протяжении сетей от станции водоподготовки до конечного потребителя на любом участке сетей, будь то нижняя точка на сети или тупиковая, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к качеству воды Главным Государственным врачом Российской Федерации.

На предприятии постоянно осуществляются мероприятия по оптимизации системы водоподготовки, по поддержанию надежности и работоспособности централизованной системы водоснабжения города. Осуществляется непрерывный лабораторный контроль на всех этапах водоподготовки и транспортировки воды. Осуществляется программа по капитальному и текущему ремонту, инвестиционная программа. Разработана схема водоснабжения и водоотведения города. Внедрена и постоянно развивается система менеджмента качества.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологический регламент водозабора из подземных источников Цеха водоснабжения ООО «Томскводоканал». Утвержден приказом от 19.02.2013 г. №104.
2. ООО «Томскводоканал» [Электронный ресурс]: потребителю/качество воды. – Режим доступа: [http://www.vodokanal.tomsk.ru/kachestvo\\_vody.html](http://www.vodokanal.tomsk.ru/kachestvo_vody.html)
3. Макушин Ю. В. Отчет по договору № 35-нт от 10.11.2005 г. (8 книг, 1 папка) «Переоценка эксплуатационных запасов подземных вод Томского месторождения». Томск 2005. – 257 с. – Книга 1.
4. Атлас расчетных гидрологических карт и номограмм /Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик, приложение 7. Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 28 с
5. Евсеева Н.С. География Томской области. – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2001, 223 с.
6. Ермашова Н.А. Отчет гидрохимической партии по работам 1976-1982 гг. Обобщение материалов по химическому составу питьевых подземных вод в связи с повышенным содержанием в них железа, марганца и других специфических для региона компонентов в пределах юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна. Томск, ТГФ, 1982.
7. Методические рекомендации по проведению первого и второго этапов работ «Оценка обеспеченности населения Российской Федерации ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения». М., 1993, 1995.
8. Пологова Н.Н. , Дюкарев А.Г. «Почвы Обь-Томского междуречья» Вестник Томского государственного университета. Биология 2011. №3 (15)
9. Гудымович С. С. и др. Геологическое строение окрестностей г. Томска: Издательство Томского политехнического университета, 2009. – 86 с.

10. Колоколова В. О. Геохимия подземных вод района Томского водозабора (Томская область): канд. геол-минер. наук. – Томск, 2003. – 197 с
11. Карлсон В.Л., Емельянова Т.Я. и др. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия листа 0 – 45 – XXXI. ( Отчет. Нелюбинской партии по работам за 1973 – 1975 гг.). - Томск, ТГФ, 1975. – 290 с.
12. Попов В. К. и др. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья Томск: Издательство Томского архитектурно-строительного университета, Изд-во «Печатная мануфактура», 2002. – 143 с.
13. Муратов М.И., Варюгина А.Г. и др. Отчёт. Переоценка запасов Томского месторождения подземных вод по материалам наблюдений за режимом эксплуатации первой очереди Томского водозабора в 1973 – 1983 гг. – Томск, 1985. – 245 с.
14. Клячко В.А., Апельцин И.Э. Очистка природных вод.- М.: Стройиздат, 1971- 579 с.
15. Лисецкий В.Н., Брюханцев В.Н., Андрейченко А.А. Улавливание и утилизация осадков водоподготовки на водозаборах г. Томска. - Томск: Изд-во НТЛ,2003.-164с.
16. Отчет по научно – исследовательской работе на тему: «Модернизация водопроводных сооружений подземного водозабора в г. Томске». Том I. г. Новосибирск, 2000 г. – 79 с.
17. Технический проект. «Водопровод г. Томска из подземных источников» Том IV. Организация строительства. Пояснительная записка. г. Томск, 1972 г. – 61 с.
18. Технический проект. «Водопровода г. Томска из подземных источников». Том I. Книга I. Технологическая, архитектурно-строительная и сантехнические части. Пояснительная записка. г. Новосибирск 1972 г.– 112 с.
19. Технический проект, Том III, книга 1. Геологическая характеристика месторождения. Гидрокоммунводоканал. - 1973.
20. Программа работ по ведению мониторинга подземных вод на Томском водозаборе. ОГУП ТЦ «Томскгеомониторинг», Томск, 1996. – 32 с.

21. Покровский В.С., Дутова Е.М., Рогов Г.М., Вологодина И.В., Тайлашев А.С., Лычагин Д.В. Минеральные новообразования на водозаборах Томской области / Под ред. Д.С. Покровского. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002.-176 с.
22. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
23. ГОСТ Р 22.0.07-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.
24. ГОСТ Р 22.3.03-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения. Основные положения.
25. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
26. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.
27. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
28. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно-допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
29. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
30. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
31. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий.

32. СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.
33. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
34. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы.
35. СП 1.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы.
36. СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда»
37. СП 486.1311500.2020 «Требования пожарной безопасности»
38. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
39. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности № 123ФЗ от 22.07.2008 г. (с изменениями на 27.12.2018 г.).
40. Трудовой кодекс Российской Федерации.
41. Федеральный закон РФ № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
42. Федеральный закон РФ № 69-ФЗ от 21.12.1994 г. «О пожарной безопасности».

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Monitoring the quality of drinking water in the Tomsk water intake from underground sources.

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM02	Гончарова В.С.		

Консультант школы отделения (НОЦ) \_\_\_\_\_ (аббревиатура школы, отделения (НОЦ)) \_\_\_\_\_ :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кемерова Н.С.			

Консультант – лингвист отделения (НОЦ) школы (аббревиатура отделения (НОЦ) школы) \_\_\_\_\_ :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

## **Tomsk water supply**

March, 31, 1905 (according to the old style) residents of Tomsk city got water through a water pipe for the first time, which was built by the Bromley Brothers company. The construction had lasted for three years, so the water supply was taken into operation one by one. The plumbing consisted of water intake facilities, a water purification system, a pumping station and a pipeline.

The length of the pipeline had been 34 versts (36.3 km), 15 water booths were organized and about 600 households were provided with water to 1917.

In the late 1930s, the first reconstruction was carried out. The water treatment scheme has remained unchanged, but the pipeline network has increased in two times. Further, until the 1950s, the Tomsk water supply system was going through a period of stagnation.

In the 60-80s, active drafting and oil development in the Tomsk region took place. In that regard, Tomsk was experiencing a technical breakthrough in construction, the number of city residents was increasing. Of course, the water supply system was also undergoing reconstruction. However, the state of the water in the Tom River, due to the rapid growth of cities and industry of the Kuzbass located upstream, fell into such a deplorable state that very significant costs were required to make it an acceptable quality for drinking. As a result, it was decided to build a water intake from underground sources. The reserves of the Ob-Tomsk interfluvium are being explored, and by 1973 the facility was put into operation. At the same time, the river water intake continued to be exploited.

By 1985, the length of the water pipeline was 200 km. That made it possible to cover 80% of the housing stock of Tomsk.

The design capacity of water intake is 210 thousand m<sup>3</sup>/day. Nowadays, the city's water supply as a guaranteeing company is carried out by Tomskvodokanal LLC. The main goal of the water supply and sewerage enterprise is to provide consumers living in the city with a water supply service of adequate quality that meets the requirements of SanPiN 1.2.3685-21 "Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans." In addition, water supply must be uninterrupted and provided in the volume necessary for the consumer.

No less important tasks of the enterprise are:

- extraction, purification, transportation and sale of drinking water to consumers;
- acceptance of sewage from subscribers and their transportation to treatment facilities;
- operation, maintenance, construction and reconstruction of engineering structures for water supply, sanitation;
- quality control of water supplied to consumers.

LLC "Tomskvodokanal" has a license for the extraction of groundwater from the Tomsk field for household and drinking water supply of the population and technological water supply for industrial facilities for a period up to December 01, 2032.

Until 2019, water from the river water intake was used by enterprises as technical and for the needs of hot water supply in some microdistricts of the city. However, in 2019, the river water intake was decommissioned.

At the beginning of 2022, the water supply of the city of Tomsk, including the annexed territories, is carried out from underground sources. The water treatment system includes 198 artesian wells for water intake from underground sources, an iron removal station consisting of an aerator and a block of fast single-flow filters, and a chlorine facility.

### **Tomsk groundwater deposit**

The groundwater deposit of the Tomsk water intake is located in the southern part of the Tomsk region. Administratively, the deposit is located on the territory of the city of Tomsk, Tomsk, Shegarsky and Kozhevnikovsky districts of the Tomsk region.

The study area is confined to the southeastern part of the West Siberian artesian basin. From the south and southeast, the territory is bounded by the Sayano-Altai hydrogeological structure.

The underground water deposit was discovered in 1963. This field is one of the largest groundwater deposits in Russia. The total groundwater reserves of the deposit are estimated at 499 thousand m<sup>3</sup> per day. An observation network of wells has been created to study the groundwater regime. It currently consists of 132 wells.

A large number of studies aimed at studying the surrounding territories to the Tomsk water intake have been carried out. As a result, the hydrogeological structures and conditions

of the groundwater deposit were specified. In addition, the processes of formation of natural resources and operational reserves have been studied. Mostly replenishment occurs due to infiltration of precipitation.

In addition, much attention is paid to the impact of the joint exploitation of the subsoil of the study area by the Tomsk and Seversk water intakes and LRW disposal sites. Geofiltration and geomigration models of the territory have been created. With the help of these models, estimates of operational reserves and monitoring of hydrochemical conditions and groundwater quality were made. The dimensions of the second and third belts of the sanitary protection zone are determined.

A lot of work is also being done to solve the environmental problems of the Ob-Tomsk interfluvium.

### **Administrative and geographical location**

The territory where the artesian wells of the Tomsk water intake from underground sources located is within the Ob-Tomsk interfluvium. Administratively, these are Tomsk, Shegarsky and Kozhevnikovskiy districts of the Tomsk region (Figure 1). The largest cities are Tomsk (regional center) and Seversk. The total number of inhabitants, including small settlements, is about 650 thousand people.

A significant number of large and medium-sized petrochemical, machine-building, electrical, pharmaceutical and agricultural enterprises operate on the territory of Tomsk and the Tomsk region. In addition, the Siberian Chemical Combine operates not far from Tomsk.

There are also landfills for toxic industrial waste near the city.

In addition to the Tomsk water intake from underground sources in the territory on the right bank of the river. Tom is operated by a water intake that provides water supply to the city of Seversk. In addition, in small settlements and in the territory of the city there are many small water intakes and single production wells.

### **General characteristics of the natural environment of the Tomsk region**

In accordance with the hydrogeological zoning for monitoring groundwater bodies, the Tomsk region is located within two hydrogeological structures of the second order - the



Irtysch-Ob artesian basin (West Siberian complex artesian basin) and the Altai - Tomsk hydrogeological massif (Altai - Sayan complex hydrogeological folded area).

The main part of the territory of the Tomsk region is located in the Taiga zone and, in turn, is divided into three subzones: middle taiga, southern taiga and subtaiga. The climate of the region is transitional from temperate continental to sharply continental, with high variation in seasons. The average annual air temperature is 2 °C. More than 80% of the region territories belongs to the regions of the Far North or areas equated to them. The annual amount of precipitation on average varies from 400 to 570 mm, which with low evaporation values, provides excessive moisture. Geologically, most of the region is located within the boundaries of the West Siberian Plate, which has significant reserves of water resources that allow providing the population with water.

The water supply of the population of the Tomsk region is completely carried out from underground sources. More than 100 deposits of fresh and low-mineralized underground waters have been explored and evaluated on the territory. The territory of the Tomsk region is characterized by a complex geological structure and a variety of biotic and abiotic environmental factors, which determine the composition of groundwater. Almost all underground waters of the region are fresh, contain a large amount of iron, with moderate hardness and are characterized as bicarbonate-calcium-magnesium.

### **Physical and geographical conditions of the territory of the Tomsk water intake from underground sources. Relief**

The territory of the Tomsk water intake from underground sources, in accordance with the physical and geographical zoning, is confined to the forest-steppe zone of the river basin. Tom. The left-bank northern part of the Tom basin, where water intake wells are located, differs markedly in relief and it is a Lower- and Middle-Quaternary, Pliocene-Lower Quaternary flat lacustrine-accumulative plain, eroded by runoff troughs with a relatively shallow occurrence of basement rocks in the south and their sharp subsidence in a northerly direction. The surface of the watershed has a general slope from south to north.

A characteristic feature of the area is the existence of dune-ridge and gently undulating forms of microrelief.

## **Soil and vegetation cover**

The territory of the Ob-Tomsk interfluve, within which the Tomsk water intake from underground sources located, is very diverse in terms of landscape and soil. The interfluve is characterized by developed, highly productive soils suitable for agricultural activities, which explains the relatively high population density of this territory.

According to bioclimatic indicators, the territory of the Ob-Tomsk interfluve can be attributed to the subtaiga zone with dominance of deciduous forests and zonal gray soils. But at the same time, the complex origin, diverse moisture conditions and a large variety of soil cover determined its contrast and heterogeneity.

Interfluve soils are often used for growing vegetables and fodder crops. The forests here are mostly pine-birch large-grass.

## **Hydrogeological characteristics of the Tomsk water intake from underground sources**

In terms of hydrogeology, the territory of the Tomsk water intake is located in the southeast of the West Siberian artesian basin.

The water-bearing rocks of the aquifer, within which the water intake is located, are fine-coarse-grained water-abundant sands.

The aquifer and horizon are fed by infiltration of atmospheric precipitation and inflow of surface waters of the river Ob and the river Tom. The roof of the aquifer is a clay stratum of up to 40 m of the Novomikhailovskaya suite, which provides reliable protection of groundwater from surface pollution. Underground waters are pore-formation pressure everywhere.

## **Climate**

The climate in the territory of the Tomsk water intake from underground sources is continental with cold winters and warm summers. Humidity is uniform. The weather depends on the movement of air masses and it is characterized by sharp changes in relatively short periods of time.

The retrospective average air temperature in this area is negative and amounts to  $-0.7^{\circ}\text{C}$ . In the city of Tomsk, all four seasons are pronounced (winter, spring, summer, autumn).

Station	Months												Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Tomsk	-19,2	-16,7	-10,1	0,1	8,6	15,3	18,1	15,2	9,2	0,9	-10,4	-17,5	-0,6

The comparability of changes in the values of average monthly temperatures and the values of the absolute humidity of the study area is clearly marked.

Station	Months									Year
	XI - III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	V - VIII	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Tomsk	215	34	51	68	81	76	52	60	276	647

Comparing the values of average monthly temperatures and the values of absolute humidity, a clear dependence of humidity on temperature can be traced. That is, if the season is warmer and drier, the humidity is less, and if it is rainier, the humidity is more.

The average annual amount of precipitation of 50% probability is 647 mm, of which 215 mm falls during the cold period (solid precipitation), and 437 mm during the warm period. In summer there is a large number of showers with thunderstorms, but as a rule they are of short duration.

The long-term average value of the average annual total evaporation is 520 mm. Moreover, in winter - 46 mm. and in spring and summer - 352 mm. The steady freezing of soils lasts 5.5 months, from November to May. The depth of freezing depends on the composition of the soil, the degree of moisture, the height and density of the snow cover. The period of greatest freezing is March-April. Freezing extends to a depth of 100 to 110 cm in snow-covered areas and to a depth of 240 cm in open areas.

The direction of the winds in the study area is predominantly south and south-west. Wind speeds are usually not high. The average speed is 4.1 m/s. The maximum speed can

reach 25-27 m/s, but their repetition is extremely rare. The frequency of weak winds less than 3 m/s is 50%.

### **Hydrography**

The study area is located within the upper and middle reaches of the river Ob, within the catchment areas of the river Ob and river Tom. The length of the river Tom is 827 km. In the study area is about 90 km. On the left bank, the largest tributaries are the Um, the Chernaya, the Kislovka and the Poros rivers, which together with their tributaries form the hydrographic network of the Ob-Tom interfluvium. The tributaries of the right bank of the river Ob - the rivers the Kumlova, the Taga, the Ospa, the Kireeva, the Addrava and the Chichag form insignificant catchment areas.

There are a fairly large number of lakes within the boundaries of the Ob-Tomsk interfluvium and they are located on the floodplain sections of the Tom and the Ob rivers. Their food is carried out at the expense of both atmospheric precipitation and ground and marsh waters.

In addition, this area is significantly swampy. According to the conditions of nutrition, the swamps of this territory are mainly of a transitional type, when nutrition occurs at the expense of atmospheric precipitation and groundwater to an equal extent. The largest swamps are located along the Chernaya River.

The Um river is the left tributary of the river Tom. It flows near the village of Barabinka. The width of the river in low water is 2-3 m on the riffles and 4-6 m on the reaches. In the period of high water it is about 10-15 m. The depth of the river in low water on the riffles is about 0.15-0.3 m, on reaches is 0.7-1.2 m. The riverbed is meandering, the bottom is sandy-silty. In 1989, a reservoir was built on the Um river for the purpose of land reclamation. The total volume of the reservoir is about 8.2 million m<sup>3</sup>.

The Chernaya river is the left tributary of the Tom. The source of the river is the upper reaches of the Tagansky swamp. In the upper reaches, the Chernaya flows through a swamp, the banks are low marshy, the channel is muddy. Downstream, the bottom of the river is sandy, the width of the channel reaches 3-5 m and the depth is 0.3-0.5 m at the riffles. On the reaches, the width of the river is about 10 m, and the depth is about 1 m or more. In the

basin of the Chernaya river, the Taganskoe swamp is partially drained due to peat extraction there.

The Kislovka river appears as a result of the confluence of the Zhukovka and Elovka rivers. The riverbed is winding, about 5 m wide, with a depth of 0.3 - 0.6 m in the low water at the riffles and up to 1.5 m on the reaches. The bottom is mostly sandy. The Kislovka river flows into the channel of the Tom river - Burunduk. On the right bank of the river is Lake Kalmatskoe, the banks of which are reinforced by a dam in order to use it to feed the reservoir or irrigate the land.

The Zhukovka river is the right tributary of the river. The Kislovka, the source of which is located on the forested plain of the Ob-Tomsk watershed. The width of the river at low water is about 3-4 m, and the depth at the riffles is up to 0.6 m, on the stretches up to 1-3 m. The bottom of the river is sandy.

The Elovka river is the left component of the Kislovka river. The width at the mouth is 0.8-1.5 m. The bottom of the river is sandy. Depth on the rifts - up to 15 cm, on the stretches is 0.3-0.5 m.

The Poros river is the left tributary of the Tom river. The width of the river in places of constant flow reaches 2-4 m on the riffles and 6-8 m on the reaches. The depth of the river is 0.1-0.7 m. The bottom in the upper reaches of the river is silty, in the lower reaches it is sandy. The course is winding. The Poros River has tributaries - these are streams with a temporary watercourse and the Kurtuk river. The channels of the tributaries are mainly dammed in order to use the water from them for melioration.

### **Source water**

The waters of the Tomsk groundwater deposit lie in sand and gravel deposits with interlayers of clays, loams and lignites. The hydrogeochemical properties of water quality are determined by the conditions of water exchange, the composition of water-bearing rocks, and the hydraulic connectivity of individual aquifers. In addition, the influence of the humid climate is of the great importance.

The underground waters of the Tomsk deposit are characterized as fresh, bicarbonate-calcium, mostly moderately hard. The waters are especially rich in iron and manganese. The

concentrations of other components of the chemical composition of the source water do not exceed the permissible values.

In terms of bacteriological properties, underground water is of very high quality, which is explained by the reliable protection of the aquifer and low water temperatures (7°C).

Thus, analyzing the retrospective results of studies of the chemical composition of the source water, we can conclude that the state of the aquifer complex of the Tomsk groundwater deposit is quite prosperous and stable. The exploitation of the deposit for almost 50 years has not had a significant impact on the quality of groundwater.

### **Water treatment**

During the exploration of the groundwater deposit, the Tomsk hydrogeological expedition carried out a trial deferrization of artesian water. As a result, for iron removal of the source water, a water treatment method was established - simplified aeration and further filtration on fast filters.

The water purification scheme is as follows:

Artesian water of the Paleogene complex of the Ob-Tomsk interfluvium is pumped out by artesian wells and through water lines of the 1st lift, enters the deironing station, where the aerator room, in which it is partially deironed and degassed by the method of simplified aeration (outflow). Then, the water enters the block of fast filters. The fast filter unit consists of 24 single-flow fast filters with a centrally located channel. The movement of water is carried out in the direction from the bottom up. Burnt rocks and granodiorite are used as filter media. After filtration, the water enters the clean water tanks. There are two of them at the Tomsk water intake, with a volume of 10,000 m<sup>3</sup> each. At the outlet of the reservoirs, water undergoes a disinfection process and is pumped to consumers in the city by pumping units. Purified water is disinfected with sodium hypochlorite grade "A".

Considering the concentration values of the chemical composition of purified water, we conclude that the water treatment method is effective and optimal.

In addition, changes in concentration during the purification process are pronounced only for Fe, Mn, Si, the substandard value of which, in turn, is typical for the Tomsk

groundwater deposit. The changes in the rest are insignificant and reflect only the fact that the water treatment process is successful.

The requirements for the quality of drinking water are regulated by SanPiN 1.2.3685-21 "Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans."

Index	Norm	Multi-year averages of concentration in original water	Multi-year averages of concentration in purified water
Turbidity	2,6	3,99	1
Colour	20	12,03	4,72
Smell	2 - 2	1-2 c/B	1-2
hardness	7	6	5,69
Iron	0,3	2,10	0,1
Silicon	20	11	10,9
Manganese	0,1	0,2001	0,03

Comparing the average annual values of the concentrations of the source water and that supplied to consumers, it can be concluded that in the purification process used by "Tomskvodokanal" LLC, it is possible to bring the water quality to the requirements imposed by law not only in terms of chemical composition, but also in terms of organoleptic properties.

### **Transport process**

Water transportation is a technological process of water movement carried out using water supply networks. The water supply networks of the city of Tomsk were built in accordance with the project of the GUPI "Sibgiprömmunvodokanal Water supply of the city of Tomsk. Expansion" in 1972.

The transportation system includes Station II lift, three stations III lift and about 73 stations IV lift, the so-called VNS. The design capacity of the pumping station of the second lift is 220 thousand m<sup>3</sup> of water per day. The length of water supply networks is more than 786 km of networks.

Transportation and distribution of water to the city is carried out through two main water conduits, and further through distribution and intra-quarter networks. Through the first main water conduit (No. 9), drinking water is supplied to the Bramley pumping station of the second lift, where it is distributed through 4 city water conduits (No. 4,5,6,7) to the distribution and intra-quarter networks mainly of the Kirov and Sovetsky districts of the city of Tomsk.

Through the second main conduit (No. 10), drinking-quality water is supplied to the pumping station of the III lift No. 1, and then also through 4 conduits (Kashtak, Irkutsk, Ivanovsky and No. 8) to the distribution and intra-quarter networks of the Leninsky and Oktyabrsky districts of the city of Tomsk.

Also, on distribution and intra-quarter networks, to create the necessary pressure in the water supply network to provide high-rise buildings, water pumping stations (WPS) were built. In total, there are 73 such stations in the city as of December, 31, 2021. All of them are equipped with pumping units and operate in automatic mode.

Drinking water must be safe in epidemiological and radiation terms, harmless in chemical composition and must have favorable organoleptic properties. In addition to the requirements for water quality defined by SanPin, the guaranteeing organization providing water supply to consumers must comply with the requirements for the process of providing water supply services. In accordance with the requirements of the Rules for the provision of public services to owners and users of premises in apartment buildings and residential buildings, approved by Decree of the Government of the Russian Federation dated 06.05.2011 No. 354, cold water supply must be uninterrupted, around the clock and in an amount sufficient to meet physiological and domestic needs.

To ensure all requirements for the provision of services, Tomskvodokanal LLC constantly takes appropriate measures. Such measures include monitoring of free pressures in



the city's water supply network, relocation of dilapidated sections of networks, installation of frequency converters at pumping stations, and pressure regulators and plungers on networks.

Over the past years, major repairs and reconstruction of existing pumping stations have been actively carried out, replacement of obsolete equipment with more energy efficient ones, and relocation of dilapidated sections of networks. This work has led to a reduction in energy consumption, and the breakdown rate of networks has been almost halved. It also led to a reduction in water losses. In addition, the replacement of shut-off and control valves at networks and stations is being carried out. In areas of the city where, due to the relief, increased pressures arise, pressure regulators are installed. The fleet of special and road construction equipment has been significantly updated. All vehicles are equipped with a navigation system.

### **Drinking water quality control**

The process of water supply includes a very important stage - a laboratory control of water quality. In “Tomskvodokanal” LLC, water quality control is carried out by the Base Laboratory, accredited in the manner prescribed by the requirements of the legislation of the Russian Federation. At the same time, the quality control is carried out continuously both for the source water and for the water supplied to the city water supply system.

The frequency of source water samples within the framework of production control and the types of indicators required for control are regulated by SanPin 2.1.3684-21, approved by the Decree of the Chief State Doctor of the Russian Federation dated January 28, 2021 No. 3.

As part of the production control of “Tomskvodokanal” LLC, the source water is controlled according to 7 sanitary, microbiological and parasitological indicators (1 time per month) and 39 chemical indicators (from 1 time per quarter to 1 time per year).

Production quality control of drinking water before it enters the distribution network is carried out at permanent control points for 8 sanitary-microbiological and parasitological and 46 chemical indicators and radiological safety indicators with a frequency also determined by SanPin 2.1.3684-21. So, for a water supply system from underground sources that provides water to more than 100 thousand people, microbiological and organoleptic indicators are monitored daily. Generalized indicators are monitored monthly, while inorganic, organic and

radiological indicators are monitored once a year. Indicators related to water treatment technology, i.e. for disinfection - in our case, residual chlorine - at least once an hour. However, taking into account the specificity of the source water of the Tomsk groundwater deposit, enriched with iron, this indicator is monitored every four hours.

### **Water quality in the distribution network**

SanPiN 2.1.3684-21 also regulates the quality control of drinking water in the distribution network. Such control is carried out according to microbiological and organoleptic parameters at Bramley Station and Pumping Station III lift No. 1 on a daily basis. At station III lift No. 2 once a week, at distant and dead ends also 1 time per week. In addition, through the centralized water supply system of the city of Tomsk, water is supplied to the attached territories, where control points are also defined, and the frequency of control is once a month.

The total length of networks as of December 31, 2021 is about 878.6 km (including 65.3 km of ownerless ones). At the same time, in 2021, the length of networks was 851.1 km (including 64.6 km of ownerless ones). Depreciation of water supply networks for the period of 2021 amounted to about 67.8%. The enterprise has developed and is implementing programs for major and current repairs. Within the framework of these programs, such activities as relocation of networks, elimination of damage, repair of wells, standpipes, fire hydrants and valves are provided. These measures are necessary not only to ensure the quality of drinking water throughout the network, but also to minimize losses. Thus, more than 10 km of re-laying is carried out annually by the enterprise.

Index	Units	Normative value	Multy-year average concentrations in purified water coming from the water treatment station	Multy-year average cocentrations in the distributional network	Multy-year average cocentrations in dead-end points
Turbidity	FEM	2,6	1,00	0,23	< 1,0
Colour	°C colours	20	4,72	4,87	4,76
Smell	re sco	2-2	1 - 2	1,00	1;1
hard	°F	7	5,69	5,69	5,71

ness					
Iron	mg /dm <sup>3</sup>	0,3	0,10	0,11	0,12
Silicon	mg /dm <sup>3</sup>	20	10,90	10,91	10,86
Manganese	mg /dm <sup>3</sup>	0,1	0,03	0,02	0,03

As of January 1, 2022, about 389 drinking water sampling points have been identified in the city. The number of samples per month taken in the distribution network as part of production control is at least 200.

In 2021, the number of water samples at the outlet of the water treatment plant amounted to about 18,000, which is about 29,600 determinations. More than 2,900 water samples (20,920 determinations) were taken from the distribution network.

Comparing the values of the concentrations of water supplied from the water treatment plant and water at dead ends, one can note a slight change in the concentration of manganese and iron. This is due to a decrease in the speed of water movement in the pipeline and the volume of water consumption. Often in such places there is stagnant water, which leads to the formation of sediment and an increase in the concentration of these substances.

### **Control on complaints**

In addition, the base laboratory also conducts unscheduled control based on consumer complaints. About 145 such samples were taken in 2021 (about 1335 determinations). The most common complaints, that consumers have, are related to increased hardness, precipitation during boiling, and the formation of lime deposits. Water hardness is one of the main indicators characterizing the use of water in various industries. Depending on the acidity, water hardness of more than ten degrees can cause the formation of slags, with hardness of less than five degrees, water can lose its taste properties. With regular use of too soft water, calcium and magnesium begin to be washed out of the human body. This has a depressing effect on human health, since calcium is the basis of bones and an assistant in the blood, muscles and blood vessels. For example, there are no hardness salts in distilled water at all, and it cannot be used as drinking water.

In addition to complaints about water quality, consumers receive complaints related to the lack of cold water or its insufficient pressure. To do this, the company has appropriate services that eliminate the causes of lack of water and low pressure.

### **Quality Management.**

System In 2012, the company successfully implemented a quality management system. In accordance with ISO 9001:2008, a certification audit of the quality management system was passed.

The quality management system provides for the introduction of systemic mechanisms that ensure the efficient operation of the enterprise, including in the field of regulating the quality of water supply and sanitation services provided. Since July 2017, the company has been implementing risk management measures. This program was a transition to the new international standard ISO 9001:2015, for which the company received a certificate in 2018.

Compliance with this certificate is confirmed by continuous optimization of water supply and sanitation processes, increasing the level of staff efficiency and increasing the level of quality of services provided. Nowadays, the quality management system is maintained and developed according to the principles of continuous improvement. Annually, internal and external audits, personnel training, revision of existing documentation, regulations and instructions are carried out. Thus, we can conclude that "Tomskvodokanal" LLC provides water supply services of good quality throughout the entire length of the networks.

In addition to constant laboratory monitoring of the quality of drinking water and monitoring of transportation modes for the provision of water supply services, relocation of dilapidated areas.

### **Environmental Safety.**

"Tomskvodokanal" LLC complies with the requirements for the organization of environmental safety in units that have an impact on the environment in the course of their activities. The structure of the enterprise's environmental safety corresponds to the specifics of its activities and the negative impact on the environment. The work of the enterprise in the field of environmental safety is aimed at solving the following tasks:

- State registration and inventory of facilities that have a negative impact on the environment;
- substantiation and payment for negative impact on the environment;
- regulation of the process of formation, collection, accumulation and transfer of waste to three companies with the transfer of ownership (waste I-V hazard class);
- regulation of the process of emissions of pollutants into the atmospheric air;
- regulation of waste water discharge process;
- management of environmental safety in the process of nature management;
- conducting industrial environmental control.

The enterprise carries out continuous management and ensuring environmental safety. Continuous work is carried out to improve technological processes and organization of production, aimed at reducing the negative impact on the environment. In addition, the mode of economic activity is observed during the operation of sanitary protection zones of water intakes, water protection zones of water bodies. The requirements of the sanitary and water legislation of the Russian Federation are being met. All the necessary permits are available: a license for the use of subsoil, lease agreements for forest plots, a project for the development of forests, projects for sanitary protection zones for water intakes, decisions for the using of water bodies.

The operated water intake facilities are also kept in good condition, the state of the territory of the first belt of sanitary protection zones of single city wells and wells of water intake from underground sources is monitored for the presence of household waste dumps, the lack of fencing of the first zone of the WSS, the absence of gates, dead and damaged trees, organized travel through the territory, including timber trucks, leaks from wells and water conduits of the first rise. If violations are detected within the boundaries of the WZO and the water protection zone, the discrepancies are immediately eliminated on their own or with the involvement of contractors.

As part of the implement of the conditions of decisions on the using of water bodies, regular laboratory monitoring of the quality of surface waters in the area of water use (outlet) is carried out.

Also, at regular intervals, groundwater levels and flow rates are measured at wells and the technical condition of wells is checked.

Production control in the field of environmental protection is carried out in order to carry out in the course of business activities measures for environmental protection, rational using of natural resources, as well as compliance with environmental protection requirements established by law and permit documentations.