

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 Природообустройство и водопользование  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
<b>Организация водоснабжения города Семей (Республика Казахстан)</b>

УДК 504:550.4(282.256.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ82	Шалимова Кристина Игоревна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Наливайко Нина Григорьевна	К.Г.-М.Н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Маланина Вероника Анатольевна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Пасечник Елена Юрьевна	К.Г.-М.Н.		

## Планируемые результаты освоения по ООП

Код	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки		
P1	Демонстрировать глубокое знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах безопасности жизнедеятельности, быть компетентным в вопросах устойчивого развития	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»; 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
P2	Самостоятельно приобретать с помощью новых информационных технологий знания и умения и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»; 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
P3	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, включая разработку документации и презентацию результатов проектной и инновационной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»; 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
P4	Использовать педагогически обоснованные формы, методы и приемы организации деятельности обучающихся, применять современные технические средства обучения и образовательные технологии образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология»	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессионального стандарта: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»
P5	Проводить учебные занятия по учебным предметам, курсам, дисциплинам образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология»	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессионального стандарта: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»
P6	Использовать знания в области водного хозяйства и природообустройства (мелиорации, рекультивации, инженерной защиты территорий) для надлежащей эксплуатации сооружений и систем природообустройства и водопользования, охраны водных объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
P7	Разрабатывать документацию по эксплуатации мелиоративных систем, рекультивации нарушенных земель и водных объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»

Код	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
P8	Проводить эксплуатацию и мониторинг сооружений и систем природообустройства и водопользования, обеспечивать выполнение требований по безопасности гидротехнических сооружений, охраны природы	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
<b>Профессиональные по программе «Чистая вода»</b>		
P9	Использовать знания в области гидрогеохимии для оценки химического состава и качества природных вод, состояния систем и сооружений природообустройства и водопользования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 16.015 «Специалист по эксплуатации водозаборных сооружений»; 16.007 «Специалист по эксплуатации станций водоподготовки»; 16.063 «Специалист по химическому анализу воды в системах водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения»; 15.009 «Гидрохимик»
P10	Разрабатывать документацию по эксплуатации систем и сооружений водоснабжения и водоподготовки	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 16.015 «Специалист по эксплуатации водозаборных сооружений»; 16.007 «Специалист по эксплуатации станций водоподготовки»; 16.063 «Специалист по химическому анализу воды в системах водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения»; 15.009 «Гидрохимик»
P11	Проводить эксплуатацию систем водоснабжения и водоподготовки, исследовать состояния водных объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 16.015 «Специалист по эксплуатации водозаборных сооружений»; 16.007 «Специалист по эксплуатации станций водоподготовки»; 16.063 «Специалист по химическому анализу воды в системах водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения»; 15.009 «Гидрохимик»

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 (специальность) Природообустройство и водопользование  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Пасечник Е.Ю.  
 (Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ82	Шалимовой Кристине Игоревны

Тема работы:

Организация водоснабжения города Семей (Республика Казахстан)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	19.05.2020, № 140-29/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2020
--	------------

**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>Объектом исследования являются подземные и поверхностные воды реки Иртыш и предприятие «Семей Водоканал». В работе использовались данные химического состава подземных и поверхностных вод реки Иртыш; материалы, полученные в период прохождения производственной практики; специальная литература, периодическая литература, нормативная литература, интернет-ресурсы.</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>Физико-географические условия территории нахождения предприятия, геологическое строение и гидрогеологические условия, система водоснабжения и водоотведения предприятия «Семей Водоканал», баланс водопотребления на предприятии, сбросы сточных вод в реку Иртыш, мероприятия по уменьшению сброса загрязняющих веществ в реку Иртыш. Также был составлены разделы: финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, социальная ответственность и раздел на иностранном языке.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Приложение А – Раздел на иностранном языке</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент, кандидат экономических наук Маланина Вероника Анатольевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Старший преподаватель ООД ШБИП Скачкова Лариса Александровна</p>
<p>Иностранный язык</p>	<p>Кандидат филологических наук Диденко Анастасия Владимировна</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p><b>На русском языке:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физико-географические условия территории нахождения предприятия;</li> <li>2. Геологическая характеристика;</li> <li>3. Подземные воды;</li> <li>4. Гидрографическая характеристика территории;</li> <li>5. Сточные воды и их характеристика;</li> <li>6. Характеристика предприятия как источника загрязнения окружающей среды;</li> <li>7. Система водоснабжения предприятия;</li> <li>8. Система водоотведения предприятия;</li> <li>9. Баланс водопотребления и водоотведения;</li> <li>10. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>11. Социальная ответственность</li> </ol> <p>Заключение</p> <p><b>На английском языке:</b></p> <p>Integrated and Probabilistic Risk Analysis of Drinking Water Systems</p>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	04.02.2019 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Наливайко Нина Григорьевна	К.Г.-М.Н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ82	Шалимова Кристина Игоревна		

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 (специальность) Природообустройство и водопользование  
 Уровень образования высшее профессиональное образование  
 Отделение геологии  
 Период выполнения осенний / весенний семестр 2019 /2020 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:

06.06.2020

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.10.2019	Изучение литературных источников	10
7.11.2019	Физико-географическая характеристика района исследования	15
15.04.2020	Изучение химического состава подземных и поверхностных вод реки Иртыш	25
1.05.2020	Изучение структуры водоснабжения и водоотведения города Семей	25
4.06.2020	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
30.05.2020	Социальная ответственность	10
4.06.2020	Часть на иностранном языке	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Наливайко Нина Григорьевна	к.г.-м.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Пасечник Елена Юрьевна	к.г.-м.н.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 172 страницы, 3 рисунка, 38 таблиц, 42 источника, 1 приложение.

Ключевые слова: водопотребление, водоснабжение, водоотведение, водоподготовка, химический состав, сточные воды.

Объектом исследования являются подземные и поверхностные вода реки Иртыш, предприятие «Семей Водоканал».

Цель работы – изучение структуры водоснабжения и водоотведения города Семей.

В процессе исследования проводилось изучение водоснабжения предприятия «Семей Водоканал» для оценки эффективности функционирования систем водоснабжения, изучение водоотведения предприятия «Семей Водоканал» для оценки эффективности работы очистных сооружений, изучение химического состава воды реки Иртыш для оценки степени загрязнения воды;

В результате исследования дала оценку эффективности функционирования систем водоснабжения и работы очистных сооружений на предприятии «Семей Водоканал», оценила степень загрязнения реки Иртыш.

Экономическая эффективность/значимость работы – выявление проблемы функционирования систем водоснабжения и очистки сточных вод предприятия «Семей Водоканал».

В основу исследований были положены материалы отчета производственной практики, нормативная литература, а также изучение специальной литературы.



## Определения, обозначения и сокращения

Водопотребление - потребление воды из систем водоснабжения [17].

Водоснабжение - деятельность по обеспечению потребителей водой, связанная с выбором источника водоснабжения, размещением, проектированием, строительством, реконструкцией и эксплуатацией систем водоснабжения, забором, подготовкой, хранением и подачей воды водопотребителям [17].

Водоотведение – совокупность мероприятий, обеспечивающих сбор, транспортировку, очистку и отведение сточных вод через системы водоотведения в водные объекты и (или) на рельефы местности [16].

Централизованная система водоснабжения - комплекс инженерных сооружений и устройств для забора воды, подготовки воды или без нее, хранения, транспортировки и подачи воды водопотребителям и открытых для общего пользования в установленном порядке [17].

Источник водоснабжения - водный объект, который используется или предназначен для забора воды в систему водоснабжения с подготовкой воды или без нее [17].

Водоподготовка - обработка воды, обеспечивающая ее использование в качестве питьевой или технической воды [17].

Водозаборное сооружение - гидротехническое сооружение для забора воды в водовод из поверхностного водного объекта (водоема или водотока) или из подземного водного объекта [17].

Водопроводная сеть - система трубопроводов и сооружений на них, предназначенных для водоснабжения [17].

Качество воды - состояние воды в источнике водоснабжения и в системе водоснабжения, соответствующее установленным нормативам и требованиям, предъявляемым потребителями [13].

ПДК – предельно-допустимая концентрация.

ГОСТ – Государственный стандарт.

СанПиН – Санитарные правила и нормы.

## Оглавление

Введение.....	13
1 Физико-географические условия территории нахождения предприятия.....	15
1.1 Климатические условия района.....	15
1.2 Метеорологические условия.....	17
1.3 Геоморфологическая характеристика.....	17
2 Геологическая характеристика.....	19
3 Подземные воды.....	20
4 Гидрографическая характеристика территории.....	21
4.1 Гидрологическая характеристика реки Иртыш.....	22
4.2 Гидрохимическая характеристика реки Иртыш.....	23
5 Сточные воды и их характеристика.....	24
5.1 Санитарно-химические показатели загрязнения сточных вод.....	26
5.2 Виды очистки сточной воды.....	32
6 Характеристика предприятия как источника загрязнения окружающей среды...35	
6.1 Сведения о месторасположении предприятия	
ГКП «Семей Водоканал».....	35
6.2 Характеристика современного состояния водного объекта.....	36
6.3 Качественные и количественные показатели состояния приемника сточных вод.....	37
7 Система водоснабжения предприятия.....	40
8 Система водоотведения предприятия.....	41
8.1 Характеристика существующих очистных сооружений.....	44
8.2 Сведения о конструкции водовыпускного устройства.....	53
9. Баланс водопотребления и водоотведения.....	53
9.1 Обработка, складирование и использование осадка сточных вод.....	64
9.2 Мероприятия по предупреждению аварийного сброса сточных вод в водоем.....	64
9.3 Методы учета потребляемой воды и отведения сточных вод.....	66
9.4 Методы контроля за качеством сточных вод, отводимых в водоем.....	67
9.5 Предлагаемые мероприятия по уменьшению сброса загрязняющих веществ – металлов со сточными водами в реку Иртыш.....	77
10 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	93
10.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	94
10.2 Анализ конкурентных решений.....	94
10.3 SWOT-анализ.....	97
10.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	100
10.5 Инициация проекта.....	102
10.6 Планирование управления научно-техническим проектом.....	104
10.7 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	116
11 Социальная ответственность.....	126
11.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	127
11.2 Производственная безопасность.....	128

11. 2.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснования мероприятия по их устранению.....	129
11. 2.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятия по их устранению.....	136
11. 3 Экологическая безопасность.....	137
11. 4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	142
Заключение.....	146
Список используемых источников.....	148
Приложение А.....	153

## Введение

Вода - это самый важный компонент всего живого на земле. Все жизненные процессы в организме человека происходят в водной среде благодаря свойствам воды.

Обеспечение населения чистой питьевой водой во всем мире является актуальной и приоритетной задачей. Система водоснабжения должна обеспечивать получение воды из природных источников, ее очистку, если это требуется потребителям, и подачу к месту потребления.

Источником водоснабжения города Семей являются подземные и поверхностные воды реки Иртыш.

Водоснабжение населения города Семей осуществляется предприятием ГКП «Семей Водоканал».

ГКП «Семей-Водоканал» - это государственное коммунальное предприятие, основной деятельностью которого является обеспечение питьевой водой, прием и очистка сточных вод города Семей и пригородных сельских населенных пунктов, а также эксплуатационное обслуживание объектов водоснабжения и водоотведения. Распределением воды по водопроводным сетям и по пользователям осуществляется государственным коммунальным предприятием «Семей-Водоканал».

Целью данной магистерской диссертации является изучение структуры водоснабжения и водоотведения города Семей.

Задачи:

- изучение водоснабжения предприятия «Семей Водоканал» для оценки эффективности функционирования систем водоснабжения;
- изучение водоотведения предприятия «Семей Водоканал» для оценки эффективности работы очистных сооружений;
- изучение химического состава воды реки Иртыш для оценки степени загрязнения воды;

Исследование проводились на основе материалов отчета по производственной практики, нормативной литературы, а также изучения специальной литературы.

## 1 Физико-географические условия территории нахождения предприятия

Город Семей расположен по обоим берегам протекающей через город реки Иртыш в западной части Восточно-Казахстанской области, где он является вторым по величине городом. Левобережье города называют Жана-Семей (в переводе с казахского «Новый Семипалатинск»). Площадь города вместе с сельскими округами составляет 27 500 км<sup>2</sup>, из которых непосредственно город занимает 210 км<sup>2</sup>. Расстояние до областного центра Усть-Каменогорска составляет 200 км, в 40 км к западу от гор [1].

Согласно классификации территорий, подвергшихся воздействию радиоактивных осадков при проведении ядерных испытаний на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне, Семипалатинск относится к зоне повышенного радиационного риска (доза воздействия на население от 7 до 35 бэр за весь период испытания). Территории, окружающие Семипалатинск, были отнесены к категории максимального риска [1].



Рисунок 1 – Расположение города Семей на карте[2]

### 1.1 Климатические условия района

Восточно-Казахстанская область расположена в центре Азиатского континента на большом протяжении с севера на юг и с большим разнообразием

природных условий, что определяет особенности ее климата. Климат региона резко континентальный с холодной относительно бесснежной зимой и жарким сухим летом [3].

Зимой преобладает ясная погода, хотя и наблюдается большая неустойчивость температуры воздуха. Самый холодный месяц – январь, среднеминимальная температура воздуха – минус 21,3 °[3].

Снежный покров образуется в первой половине ноября. Высота снежного покрова не превышает 15 см, но может достигать 80 см. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом колеблется в пределах 105-180 дней. Средние запасы воды в снеге изменяются от 35-45 до 130-140 мм. Низкие температуры воздуха в сочетании с недостаточно мощным снежным покровом в отдельные зимы обуславливают сравнительно глубокое промерзание почвы [3].

В зимний период на большей части территории области преобладают ветры юго-восточных и южных направлений силой 2-3,1 м/сек, в южной части – восточные и северо-восточные. В среднем за осенне-зимний период (октябрь-март) здесь наблюдаются от 70 до 105 дней с сильным ветром. Продолжительность холодного периода (с температурой воздуха ниже 0°) на большей части территории области составляет 160-170 дней [3].

Среднемаксимальная температура наиболее жаркого месяца – июля – составляет плюс 29,2°. Продолжительность теплого периода года колеблется от 195 до 205 дней. Весна характерна быстрым нарастанием тепла. В весенний период наблюдается неустойчивая погода с частыми возвратами холодов и с поздними весенними заморозками. Переход от отрицательной температуры к положительной приходится на апрель месяц. Продолжительность безморозного периода очень колеблется и составляет 90-150 дней в воздухе и 80-135 дней на почве [3].

В течение года осадки распределяются неравномерно. Две трети осадков приходится на теплый период года (апрель-октябрь) [3].

## 1.2 Метеорологические условия

Согласно климатического районирования территории (СНиП РК 2.04-01-2001\*) объект находится в *IV* климатическом районе, климат резкоконтинентальный. Метеорологические характеристики представлены в таблице 1 [3].

Таблица 1 - Метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере города Семей [3]

Наименование характеристик	Величина
Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы, А	200
Коэффициент рельефа местности в городе	1.00
Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, град.С	28.9
Средняя температура наружного воздуха наиболее холодного месяца (для котельных, работающих по отопительному графику), град С	-21.1
Среднегодовая роза ветров, %	
С	13.0
СВ	7.0
В	18.0
ЮВ	16.0
Ю	10.0
ЮЗ	11.0
З	16.0
СЗ	9.0
Среднегодовая скорость ветра, м/с	2.2
Скорость ветра (по средним многолетним данным), повторяемость превышения которой составляет 5 %, м/с	7.0

## 1.3 Геоморфологическая характеристика

Город Семей расположен на правобережной и левобережной части долины реки Иртыш. По морфологическим условиям здесь выделяются следующие типы рельефа:

- ✓ полого-увалистая денудационная равнина;



- ✓ эоловая равнина;
- ✓ Комплекс террас р. Иртыш (эрозионно-аккумулятивный тип рельефа) [6].

Полого-увалистая денудационная равнина занимает юго-западную часть территории и залегает на глинах коры выветривания. Морфологически этот рельеф представлен сочетанием пологих уплощенных гряд и увалов, ориентированных согласно простиранию палеозойских структур и широких межгрядовых понижений. Абсолютные отметки поверхности равнин 210-231 м. Относительные превышения рельефа 15-21 м при крутизне склонов 1-2° [6].

Эоловая равнина развита в северной части территории. Для нее характерны эоловые формы рельефа – барханы, гряды, гривы из перевеянных и закрепленных сосновым бором песков. Песчаные барханы вытянуты в широтном направлении. К отрицательным формам рельефа относятся различные межгрядовые положения и котловины выдувания. Абсолютные отметки поверхности 216-240. Относительные превышения – первые метры, крутизна склонов 5-8°. Эоловый рельеф образовался за счет перевевания отложений касмалинской свиты [6].

В долине реки Иртыш в полосе шириной от нескольких десятков метров до 5-6 км и более отчетливо устанавливаются надпойменные террасы двух уровней высотой 3-7 м (первая терраса) и 12-25 м (вторая терраса), а также высокая (3-4 м) и низкая (0-3 м) пойма. Третья надпойменная терраса выражена в рельефе крайне слабо и плавно переходит в водораздельную равнину [6].

Рельеф района в целом пологий, с уклоном в северо-западном направлении. Максимальные абсолютные отметки достигают 220-250 м и располагаются в степной северо-восточной части района [6].

Северо-восточная незастроенная часть территории правобережья имеет неровную, бугристую поверхность, осложненную эоловыми формами рельефа с относительными перепадами высот в основном 5-6 м, иногда до 10 м. Здесь распространены барханно-грядовые пески, слабо закрепленные кустарниковой и травянистой растительностью [6].

Пески подвержены активной ветровой эрозии, встречаются участки перевариваемых незакрепленных песков [6].

## **2 Геологическая характеристика**

С региональных геотектонических позиций территории города Семей приурочена к складчатой системе палеозоида Большого Алтая [4].

Район тяготеет к зоне сопряжения Казахского нагорья и западно-сибирской платформы. На этом участке отложения палеозоя сложены метаморфизированными осадочными и осадочно-вулканическими породами такырской свиты верхнего девона – нижнего карбона [4].

Породы смяты в узкие изоклинальные складки преимущественно северо-западного простирания. В разрезе преобладают суглисто-глинистые и глинистые сланцы от серого до черного цвета, кварц-полевошпатовые и полимиктовые песчаники, алевролиты [4].

Породы в той или иной степени пиритизированы и рассланцованы, прорваны интрузиями и жильными образованиями [4].

Отложения коры выветривания имеют ограниченное распространение. Отмыкаются в основном, в понижениях рельефа палеозойских пород, реже – на приподнятых участках палеозойского фундамента. Эти отложения вскрыты на глубинах 0,3-13,7 на I и II надпойменных террасах, эоловой и полого-увалистой равнине. Вскрытая мощность отложения – 1,2-22,9 м [4].

Отложения неогенового возраста имеют почти повсеместное распространение. Неогеновые отложения представлены глинами, суглинками, супесями с гравием и щебнем, редко галечниками с прослоями песков. На участках блоковых поднятий, где отложения неогена эродированы, четвертичные отложения залегают на породах палеозоя [4].

В пределах Семейского Прииртышья четвертичные отложения имеют повсеместное распространение и залегают с размывом на толщах неогеновых глин и местами палеозойских образованиях [4].

Четвертичные отложения представлены разнообразными по составу и разновозрастными образованиями. Они покрывают маломощным чехлом более древние мезо-кайнозойские палеозойские отложения и слагают долину р. Иртыш [4].

Долина реки Иртыш имеет широкий корытообразный профиль и по своему происхождению является эрозионно-аккумулятивной. В современной долине Иртыша прослеживаются пойма и четыре надпойменные террасы. Неогеновые отложения принимают участие в строении четвертой надпойменной террасы р. Иртыша, возвышающейся над современным урезом реки до 30 м. Сложена терраса гравелистыми песками и гравийно-галечниковыми отложениями [4].

По положению, занимаемому в разрезе речной долины, вторая терраса иногда не отличается от третьей, что сильно затрудняет решение вопроса о стратиграфических границах и возрасте аллювиальных отложений. В связи с этим возраст отложений, слагающих обе террасы, так же как и в предыдущий отрезок геологической истории, происходило переваривание тонкозернистого материала и накопление песков эолового происхождения, из которых в дальнейшем сформировались песчаные гряды, бугры и барханы [4].

### **3 Подземные воды**

Подземные воды являются наиболее активной частью зоны гипергенеза, они определяют физические, химические и биологические процессы, происходящие в пределах этой зоны, и вызывают разрушение, миграцию, повторное отложение и новое образование веществ, развитие ландшафта и другие процессы, а также формирование биосферы как одной из важнейших оболочек земной коры [5].

Подземные воды Семейского Прииртышья представлены следующими укрупненными гидрогеологическими регионами: горные сооружения, включающие хр. Западный Тарбагатай, склоны Калбы и Барлыка; мелкосопочные равнины восточной части Центрального Казахстана; равнины Алакольской впадины; плоские низменные равнины Прииртышья [5].

В соответствии с геологическими образованиями получили развитие водоносные горизонты и комплексы [5].

Подземные воды вскрываются в аллювиальных отложениях реки Иртыш, краснодубровской, касмалинской, кочковской, павлодарской свитах, эоловых песках, деллювиально-пролювиальных образованиях склонов и комплексах палеозойских образований. Обводненность водовмещающих отложений неодинакова и в основном зависит от литологического состава пород и условий залегания [5].

В пределах характеризуемого района, основные процессы физико-геологической деятельности связаны с рекой Иртыш, которая обладает большой энергией водного потока, что, приводит к переработке ложа долины и берегов [5].

Эксплуатационные запасы формируются в аллювиальном водоносном горизонте. Наибольшей водообильностью характеризуется пойменно-русловый аллювий, сложенный преимущественно галечниковыми и гравийно-галечниковыми отложениями [5].

Питание водоносного горизонта террасированного аллювиального комплекса, в основном, осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и подтока из смежных водоносных горизонтов, разгрузка происходит в русло реки Иртыш [5].

Подземные воды не защищены от техногенного загрязнения с поверхности, для них характерна природная геоморфологическая зональность распределения элементов в подземных водах [5].

#### **4 Гидрографическая характеристика территории**

Более 40% всех водных запасов Казахстана сосредоточены в Восточно-Казахстанской области. На территории ВКО протекают около 885 рек длиной более 10 км [4].

В числе наиболее крупных — Чёрный Иртыш, Бухтарма, Курчум, Калжыр, Нарым, Уба, Ульба. Главной водной артерией области является Иртыш, на котором расположены 3 ГЭС — Бухтарминская, Шульбинская и Усть-Каменогорская [4].

В ВКО имеется около тысячи озёр размером более 1 гектара. Расположены они по территории неравномерно — наибольшее количество озёр сосредоточено в северной и северо-восточной части области. Самыми крупными озёрами ВКО являются Зайсан, Маркаколь, Бухтарминское, Ульмес, Караколь, Турангаколь, Дубыгалинское, Кемирколь, а также расположенные на границе Восточно-Казахстанской и Алматинской областей Алаколь и Сасыкколь [4].

В Восточно-Казахстанской области густая речная сеть. Питание рек снеговое и ледниково-снеговое. Паводки весной и летом. Главная река — Иртыш; наиболее крупные его притоки: Курчум, Нарым, Бухтарма, Ульба, Уба. Реки, бурные и порожистые, важные источники гидроэнергии, используются для сплава леса с гор. Крупное озеро Маркаколь. Озеро Зайсан в связи со строительством ГЭС на Иртыше превращено в крупное водохранилище [4].

#### **4.1 Гидрологическая характеристика реки Иртыш**

Основной водной артерией района является река Иртыш. Река Иртыш — крупнейший левый приток — 15,2 млн. т в год (Лисицына, 1974) [7].

Верховье реки расположено в горном Алтае. Река Иртыш до г.Семей протекает по области развития мелкосопочника, отрогам Калбинского хребта и Казахского нагорья, с рельефом типичным при переходе от гор к равнине [7].

В районе города Семей река Иртыш течет почти в западном направлении. Она постепенно от характера предгорной переходит к типу равнинной реки со значительным уклоном. Река на территории города имеет несколько проток и островов. Ширина основного русла реки не превышает 800 м, средняя глубина русла в межень составляет 3,0 м, в половодье 5-7 м. Уклон водной поверхности около 0,0003. Скорость течения в половодье 3,5 м/сек. Подъем уровня воды в реке начинается в конце марта — начале апреля. Второе повышение фиксируется в мае с максимумом в мае-июне, а низкие — в октябре [7].

Большая часть водосбора реки Иртыш и ее правых притоков подвержена значительному антропогенному воздействию [7].



Рисунок 2 – Река Иртыш [8]

#### 4.2 Гидрохимическая характеристика реки Иртыш

Вода реки пресная, мягкая. Минерализация воды колеблется в зависимости от времени года от 136–253 мг/дм<sup>3</sup> в половодье до 300-324 мг/дм<sup>3</sup> в зимний период. Минерализация постепенно увеличивается по длине Иртыша с юга на север до с. Усть-Ишима, за пределами Омской области несколько снижается до впадения в р. Обь, что связано с поступлением воды из притоков с различной минерализацией [12].

Солевой состав Иртыша: гидрокарбонатный кальциевый, реже натриевый. Все притоки Иртыша также имеют гидрокарбонатный кальциевый, реже магниевый или натриевый состав воды, но несколько отличаются по величине минерализации. Воды северных правых притоков весьма пресные с минерализацией 0,2- 0,5 г/ дм<sup>3</sup>. Воды левых притоков пресные, с минерализацией 0,5 - 0,9 г/дм<sup>3</sup> [12].

В целом вода р. Иртыша в пределах области оценивается как «загрязненная» или «очень загрязненная» и не может использоваться для питья без

предварительной очистки (приведена оценка качества воды по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ), который является относительным комплексным показателем степени загрязненности поверхностных вод и условно оценивает в виде безразмерного числа долю загрязняющего эффекта, вносимого в общую степень загрязненности воды, обусловленную одновременным присутствием ряда загрязняющих веществ) [12].

Характерными загрязняющими веществами являются трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>), соединения железа, меди, цинка, марганца, фенолы, нефтепродукты [12].

## **5 Сточные воды и их характеристика**

Сточные воды - это пресные воды, которые изменили свои физико-химические свойства после использования в бытовой и производственной деятельности, и нуждаются в отводе [23].

По происхождению сточные воды можно разделить на следующие категории: бытовые, промышленные и атмосферные [23].

Бытовые сточные воды образуются в жилых, административных и коммунальных зданиях (бани, прачечные и т. д), а также в бытовых помещениях промышленных предприятий. Это сточные воды, поступающие в дренажную сеть из санитарно-технических приборов (умывальники, раковины или мойки; ванны, унитазы и трапы - напольные приборы с решетками). Особенности образования этих сточных вод хорошо известны [23].

Промышленные сточные воды образуются при производстве различных товаров, изделий, продуктов, материалов и т.д. К ним относятся промышленные технологические растворы, суперконцентраты, кубовые остатки, технологическая и промывная вода, вода барометрических конденсаторов, вакуумных насосов и систем охлаждения; Шахтная и карьерная вода; вода химической очистки воды, вода от моечного оборудования и производственных помещений, а также от очистки и охлаждения газообразных отходов, обработки и транспортировки твердых отходов [23].

Атмосферные сточные воды образуются в процессе выпадения осадков и таяния снега, как на жилой территории населенных пунктов, так и на территории промышленных предприятий, автозаправочных станций и др. Часто эти воды называют дождевыми или ливневыми, в связи с тем, что в большинстве случаев максимальные (расчетные) расходы образуются в результате выпадения ливней (дождей) [23].

В городах потребление бытовой воды с 1 га блочной площади обычно составляет 0,3-2 л/с (удельный расход) или 10000-60000 м<sup>3</sup>/год. В дренажную сеть они поступают относительно неравномерно и по часам суток, и по суткам в году. В дневное время расход больше, чем в ночное, а расходы по часам суток может варьироваться от 2 до 5 раз [23].

В течение года в отдельные сутки расходы бытовых вод изменяются незначительно, лишь в 1,1 - 1,2 раза [23].

Промышленные сточные воды различных отраслей промышленности содержат различные загрязняющие вещества. Концентрация их загрязнения также различна [23].

Дождевая вода содержит значительное количество растворенных минеральных примесей, а также органических загрязнений [23].

Широко используется понятие "городские сточные воды". Он относится к смеси бытовых и промышленных сточных вод. В реальных условиях в чистом виде бытовых вод не бывает. Городские сточные воды всегда содержат компоненты загрязнения, характерные для промышленных сточных вод (нефтепродукты, кислоты, щелочи, соли и др.). Это необходимо учитывать при решении проблем водоотведения и очистки городских сточных вод [23].

Все вышеперечисленные сточные воды требуют обязательной очистки при их сбросе в открытые водоемы, так как содержат различные загрязняющие вещества в концентрациях, значительно превышающих предельно допустимые [23].

Различная степень загрязнения сточных вод и характер их образования выдвигают при проектировании важную задачу совместного или отдельного



отведения отдельных видов сточных вод, совместной или раздельной их очистки [23].

Неоднородность состава загрязнения сточных вод и существующие явления рассеивания при изменении энергетического состояния системы способствуют тому, что стопроцентная очистка сточных вод невозможна, и поэтому она регулируется значениями предельно допустимых концентраций (ПДК) [23].

### **5.1 Санитарно-химические показатели загрязнения сточных вод**

Состав сточных вод и их свойства оценивают по результатам санитарно-химического анализа, включающего наряду со стандартными химическими тестами целый ряд физических, физико-химических и санитарно-бактериологических определений [19].

Сложность состава сточных вод и невозможность определения каждого из загрязняющих веществ приводит к необходимости выбора таких показателей, которые характеризовали бы определенные свойства воды без идентификации отдельных веществ. Такие показатели называются групповыми или суммарными. Например, определение органолептических показателей (запах, окраска) позволяет избежать количественного определения в воде каждого из веществ, обладающих запахом или придающих воде окраску [19].

Полный санитарно-химический анализ предполагает определение следующих показателей: температура, окраска, запах, прозрачность, величина рН, сухой остаток, плотный остаток и потери при прокаливании, взвешенные вещества, оседающие вещества по объему и по массе, перманганатная окисляемость, химическая потребность в кислороде (ХПК), биохимическая потребность в кислороде (БПК), азот (общий, аммонийный, нитритный, нитратный), фосфаты, хлориды, сульфаты, тяжелые металлы и другие токсичные элементы, поверхностно-активные вещества, нефтепродукты, растворенный кислород, микробное число, бактерии группы кишечной палочки (БГКП), яйца гельминтов. Кроме перечисленных показателей, в число обязательных тестов полного санитарно-химического анализа на городских очистных станциях может быть

включено определение специфических примесей, поступающих в водоотводящую сеть населенных пунктов от промышленных предприятий [19].

Температура — один из важных технологических показателей. Функцией температуры является вязкость жидкости и, следовательно, сила сопротивления оседающим частицам. Поэтому температура — один из определяющих факторов процесса седиментации. Важнейшее значение имеет температура для биологических процессов очистки, так как от нее зависят скорости биохимических реакций и растворимость кислорода в воде [19].

Окраска - один из органолептических показателей качества сточных вод. Хозяйственно-фекальные сточные воды обычно слабо окрашены и имеют желтовато-буроватые или серые оттенки. Наличие интенсивной окраски различных оттенков — свидетельство присутствия производственных сточных вод. Для окрашенных сточных вод определяют интенсивность окраски по разведению до бесцветной, например 1:400; 1:250 и т.д. [19].

Запах - органолептический показатель, характеризующий наличие в воде пахнущих летучих веществ. Обычно запах определяют качественно при температуре пробы 20°C и описывают как фекальный, гнилостный, керосиновый, фенольный и т.д. При неявно выраженном запахе определение повторяют, подогревая пробу до 65°C. Иногда необходимо знать пороговое число — наименьшее разбавление, при котором запах исчезает [19].

Концентрация ионов водорода выражается величиной рН. Этот показатель чрезвычайно важен для биохимических процессов, скорость которых может существенно снижаться при резком изменении реакции среды. Установлено, что сточные воды, подаваемые на сооружения биологической очистки, должны иметь значение рН в пределах 6,5 - 8,5. Производственные сточные воды (кислые или щелочные) должны быть нейтрализованы перед сбросом в водоотводящую сеть, чтобы предотвратить ее разрушение. Городские сточные воды обычно имеют слабощелочную реакцию среды (рН = 7,2-7,8) [19].

Прозрачность характеризует общую загрязненность сточной воды нерастворенными и коллоидными примесями, не идентифицируя вид загрязнений.

Прозрачность городских сточных вод обычно составляет 1-3 см, а после очистки увеличивается до 15 см [19].

Сухой остаток характеризует общую загрязненность сточных вод органическими и минеральными примесями в различных агрегативных состояниях (в мг/л). Определяется этот показатель после выпаривания и дальнейшего высушивания при  $t = 105\text{ }^{\circ}\text{C}$  пробы сточной воды. После прокаливания (при  $t = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) определяется зольность сухого остатка. По этим двум показателям можно судить о соотношении органической и минеральной частей загрязнений в сухом остатке [19].

Плотный остаток - это суммарное количество органических и минеральных веществ в профильтрованной пробе сточных вод (в мг/л). Определяется при таких же условиях, что и сухой остаток. После прокаливания плотного остатка при  $t = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$  можно ориентировочно оценить соотношение органической и минеральной частей растворимых загрязнений сточных вод. При сравнении прокаленных сухого и плотного остатков городских сточных вод определено, что большая часть органических загрязнений находится в нерастворенном состоянии. При этом минеральные примеси в большей степени находятся в растворенном виде [19].

Взвешенные вещества - показатель, характеризующий количество примесей, которое задерживается на бумажном фильтре при фильтровании пробы. Это один из важнейших технологических показателей качества воды, позволяющий оценить количество осадков, образующихся в процессе очистки сточных вод. Кроме того, этот показатель используется в качестве расчетного параметра при проектировании первичных отстойников. Количество взвешенных веществ - один из основных нормативов при расчете необходимой степени очистки сточных вод. Потери при прокаливании взвешенных веществ определяются так же, как для сухого и плотного остатков, но выражаются обычно не в мг/л, а в виде процентного отношения минеральной части взвешенных веществ к их общему количеству по сухому веществу. Этот показатель называется зольностью. Концентрация взвешенных веществ в городских сточных водах обычно составляет 100 - 500 мг/л [19].

Оседающие вещества — часть взвешенных веществ, оседающих на дно отстойного цилиндра за 2 ч отстаивания в покое. Этот показатель характеризует способность взвешенных частиц к оседанию, позволяет оценить максимальный эффект отстаивания и максимально возможный объем осадка, который может быть получен в условиях покоя. В городских сточных водах оседающие вещества в среднем составляют 50-75% общей концентрации взвешенных веществ [19].

Под окисляемостью понимают общее содержание в воде восстановителей органической и неорганической природы. В городских сточных водах подавляющую часть восстановителей составляют органические вещества, поэтому считается, что величина окисляемости полностью относится к органическим примесям. Окисляемость - групповой показатель. В зависимости от природы используемого окислителя различают химическую окисляемость, если при определении используют химический окислитель, и биохимическую, когда роль окислительного агента выполняют аэробные бактерии - этот показатель — биохимическая потребность в кислороде -БПК. В свою очередь, химическая окисляемость может быть перманганатной (окислитель  $\text{KMnO}_4$ ), бихроматной (окислитель  $\text{K}_2\text{CrO}_7$ ) и иодатной (окислитель  $\text{KIO}_3$ ). Результаты определения окисляемости независимо от вида окислителя выражают в мг/л  $\text{O}_2$ . Бихроматную и иодатную окисляемость называют химической потребностью в кислороде или ХПК [19].

Перманганатная окисляемость - кислородный эквивалент легко-окисляемых примесей. Основная ценность этого показателя - быстрота и простота определения. Перманганатная окисляемость используется с целью получения сравнительных данных. Тем не менее, есть такие вещества, которые не окисляются  $\text{KMnO}_4$ . Определяя ХПК, можно достаточно полно оценить степень загрязненности воды органическими веществами. БПК — кислородный эквивалент степени загрязненности сточных вод биохимически окисляемыми органическими веществами. БПК определяет количество кислорода, необходимое для жизнедеятельности микроорганизмов, участвующих в окислении органических соединений. БПК характеризует биохимически окисляемую часть органических

загрязнений сточной воды, находящихся в первую очередь в растворенном и коллоидном состояниях, а также в виде взвеси [19].

Для математического описания процесса биохимического потребления кислорода наиболее часто используют кинетическое уравнение первого порядка. Для вывода уравнения введем ряд обозначений:  $L_a$  - количество кислорода, необходимое для окисления всего органического вещества, т.е. БПК<sub>полн</sub> мг/л;  $L_t$  - то же, потребленное к моменту времени  $t$ , т.е. БПК, мг/л;  $L_a - L_t$  - то же, остающееся в растворе к моменту времени  $t$ , мг/л. В рассматриваемом случае уравнение первого порядка имеет вид:

$$dL_t / dt = K(L_a - L_t)$$

или после преобразования, интегрирования и введения десятичных логарифмов уравнение будет иметь вид ( $k = K \cdot 2,301$ ):

$$t = 1/k \lg(\text{БПК}_{\text{полн}} / \text{БПК}_{\text{полн}} - \text{БПК}_t)$$

где  $k$  - константа скорости потребления кислорода, для городских сточных вод в зависимости от их состава  $k$  — 0,15- 0,25.

Для *определения* БПК<sub>полн</sub> вводят ограничение, по которому процесс биохимического потребления кислорода считается законченным, когда:

$$\text{БПК} = 0,99 \text{ БПК}_{\text{полн}},$$

Следовательно, получим уравнение:

$$t = 1/k \lg(\text{БПК}_{\text{полн}} / \text{БПК}_{\text{полн}} - 0,99 \text{ БПК}_{\text{полн}}).$$

Величина БПК<sub>полн</sub> определяет расход кислорода в процессе биохимического окисления и является важнейшей технологической характеристикой для любого аэробного биоокислителя [19].

Азот находится в сточных водах в виде органических и неорганических соединений. В городских сточных водах основную часть органических азотистых соединений составляют вещества белковой природы - фекалии, пищевые отходы. Неорганические соединения азота представлены восстановленными -  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NH}_3$  окисленными формами  $\text{NO}_2^-$  и  $\text{NO}_3^-$ . Аммонийный азот в большом количестве образуется при гидролизе мочевины - продукта жизнедеятельности человека.

Кроме того, процесс аммонификации белковых соединений также приводит к образованию соединений аммония [19].

В городских сточных водах до их очистки азот в окисленных формах (в виде нитритов и нитратов), как правило, отсутствует. Нитриты и нитраты восстанавливаются группой денитрифицирующих бактерий до молекулярного азота. Окисленные формы азота могут появиться в сточной воде лишь после биологической очистки. Источником соединений фосфора в сточных водах являются физиологические выделения людей, отходы хозяйственной деятельности человека и некоторые виды производственных сточных вод [19].

Концентрации азота и фосфора в сточных водах - важнейшие показатели санитарно-химического анализа, имеющие значение для биологической очистки. Азот и фосфор - необходимые компоненты состава бактериальных клеток. Их называют биогенными элементами. При отсутствии азота и фосфора процесс биологической очистки невозможен [19].

Хлориды и сульфаты - показатели, концентрация которых влияет на общее солесодержание [19].

В группу тяжелых металлов и других токсичных элементов входит большое число элементов, которое по мере накопления знаний о процессах очистки все более возрастает. К токсичным тяжелым металлам относят железо, никель, медь, свинец, цинк, кобальт, кадмий, хром, ртуть; к токсичным элементам, не являющимся тяжелыми металлами, - мышьяк, сурьма, бор, алюминий и т.д. [19].

Источник тяжелых металлов - производственные сточные воды машиностроительных заводов, предприятий электронной, приборостроительной и других отраслей промышленности. В сточных водах тяжелые металлы содержатся в виде ионов и комплексов с неорганическими и органическими веществами [19].

Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) - органические соединения, состоящие из гидрофобной и гидрофильной частей, обуславливающих растворение этих веществ в маслах и в воде. Примерно 75% общего количества производимых СПАВ приходится на долю анионо-активных веществ, второе место

по выпуску и использованию занимают неионогенные соединения. В городских сточных водах определяют СПАВ этих двух типов [19].

Нефтепродукты - неполярные и малополярные соединения, экстрагируемые гексаном. Концентрация нефтепродуктов в водоемах строго нормируется, и поскольку на городских очистных сооружениях степень их задержания не превышает 85%, в поступающей на станцию сточной воде также ограничивается содержание нефтепродуктов [19].

Растворенный кислород в поступающих на очистные сооружения сточных водах отсутствует. В аэробных процессах концентрация кислорода должна быть не менее 2 мг/л [19].

Санитарно-бактериологические показатели включают: определение общего числа аэробных сапрофитов (микробное число), бактерий группы кишечной палочки и анализ на яйца гельминтов [19].

Микробное число оценивает общую обсемененность сточных вод микроорганизмами и косвенно характеризует степень загрязненности воды органическими веществами - источниками питания аэробных сапрофитов. Этот показатель для городских сточных вод колеблется в пределах  $10^6$  —  $10^8$  [19].

## **5.2 Виды очистки сточной воды**

Методы очистки сточных вод можно разделить на механические, физико-химические и биохимические. В процессе очистки сточных вод образуются осадки, которые подвергаются обезвреживанию, обеззараживанию, обезвоживанию, сушке, возможно последующая утилизация осадков. Если по условиям сброса сточных вод в водоеме, требуется более высокая степень очистки, то после сооружений полной биологической очистки сточных вод устраивают сооружения глубокой очистки. В соответствии с «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» сточные воды после очистки перед сбросом в водоем подвергают обеззараживанию с целью уничтожения патогенных микроорганизмов [18].

**Сооружения механической очистки** сточных вод предназначены для задержания нерастворенных примесей. К ним относятся решетки, сита, песколовки, отстойники и фильтры различных конструкций [18].

**Решетки и сита** предназначены для задержания крупных загрязнений органического и минерального происхождения [18].

**Песколовки** служат для выделения примесей минерального состава, главным образом, песка [18].

**Отстойники** задерживают оседающие и плавающие загрязнения сточных вод [18].

Для очистки производственных сточных вод, содержащих специфические загрязнения, применяют сооружения, называемые жироловками, нефтеловушками, масло- и смолоуловителями и др. [18].

Сооружения механической очистки сточных вод являются, предварительной стадией перед биологической очисткой. При механической очистке городских сточных вод удается задержать до 60% нерастворенных загрязнений [18].

**Физико-химические методы** очистки городских сточных вод, с учетом технико-экономических показателей, используют весьма редко. Эти методы, в основном, применяют для очистки производственных сточных вод [18].

К методам физико-химической очистки производственных сточных вод относятся: реагентная очистка, сорбция, экстракция, эвапорация, дегазация, ионный обмен, озонирование, электрофлотация, хлорирование, электродиализ и др. [18].

**Биологические методы** очистки сточных вод основаны на жизнедеятельности микроорганизмов, которые минерализуют растворенные органические соединения, являющиеся для микроорганизмов источниками питания. Сооружения биологической очистки условно могут быть разделены на два вида. К первому виду относятся сооружения, в которых процесс биологической очистки протекает в условиях, близких к естественным (поля фильтрации и биологические пруды). В сооружениях второго вида аналогичная очистка осуществляется в искусственно созданных условиях - в аэротенках и биофильтрах [18].



**Глубокая очистка** сточных вод может потребоваться, если в сточной воде после полной биологической очистки перед сбросом в водоем необходимо снизить концентрацию взвешенных веществ, величину показателей БПК, ХПК и др. [18].

При глубокой очистке сточных вод, главным образом, от взвешенных веществ используются фильтры различных конструкций. Для глубокой очистки от растворенных органических веществ применяют сорбционные, биосорбционные, озонаторные и другие установки. Глубокая очистка сточных вод от соединений азота и фосфора может осуществляться физико-химическими и биологическими методами [18].

**Дезинфекция** сточных вод является заключительным этапом их обработки перед сбросом в водоем. Цель дезинфекции - уничтожение патогенных микроорганизмов, содержащихся в сточной воде. Наибольшее распространение получил способ дезинфекции путем введения в воду газообразного хлора. Возможно обеззараживание сточных вод озоном, используются бактерицидные ультрафиолетовые лампы [18].

**Обработка осадков** сточных вод, образующихся в процессах очистки, заключается в снижении их влажности и уменьшении объема, в процессе обработки осадки обеззараживаются [18].

Загрязнения, задерживаемые решетками, вывозят с территорий станций очистки, либо дробятся и обрабатываются совместно с осадками из отстойников. Песок из песколовок обезвоживается на Песковых площадках и также вывозится или отмывается от органических загрязнений, подсушивается и используется в планировочных работах [18].

Осадок из первичных отстойников и уплотненный осадок из вторичных отстойников (активный ил) направляются в метантенки - герметичные резервуары, в которых под действием анаэробных микроорганизмов минерализуются органические вещества. Вместо метантенков применяется метод анаэробной стабилизации [18].

Дальнейшее снижение влажности осадков может достигаться в аппаратах механического действия - на вакуум-фильтрах, фильтр-прессах, центрифугах [18].

Иловые площадки устраиваются для обезвоживания в естественных условиях сброженного в метантенках осадка [18].

## **6 Характеристика предприятия как источника загрязнения окружающей среды**

### **6.1 Сведения о месторасположении предприятия ГКП «Семей Водоканал»**

В состав предприятия входят 7 промышленных площадок:

#### **Промплощадка №1**

**Управление «Семей Водоканал»** Площадка расположена на окраине северной части города. С востока площадка граничит с территорией спецавтобазы, с юга в 10 м находится школа милиции и комбайно-ремонтный завод. С юго-запада расположено предприятие "Сельхозналадка". С запада – предприятия АТП, ПМК. С севера коммерческое предприятие «Луч» [24].

#### **Промплощадка №2**

Левый берег, остров Большой Расположена на восточной окраине левобережной части г. Семипалатинска. С востока располагается пустырь, а далее за ним кладбище. С юга от площадки расположена ул. Георгиевская, за которой находится пустырь. С запада по ул. Лениногорской в 30 м от забора начинается жилая зона, а с севера жилая зона располагается сразу за забором. Севернее – р. Иртыш, в 3 км от промплощадки [24].

#### **Промплощадка №3**

Канализационные очистные сооружения Промплощадка расположена на западе в 3-х км за левобережной окраиной города, севернее п. Степного. Ближайшая жилая зона - с юга п. Степной, с северо-запада – п. Турксиб, с севера – в 3 км от промплощадки р. Иртыш [24].

#### **Промплощадка №4**

Второй подъём о.Свобода. Левый берег. Промплощадка расположена в жилом массиве по ул. Щорса. Наибольшее удаление жилых домов от промплощадки с юга – 15м. Наименьшее с севера и запада – 6 м. С севера в 2,5 км.- р.Иртыш, в 1 км. – учреждение СЕ 165/12. В радиусе 1 км. рельеф ровный без перепадов высот [24].

### **Промплощадка №5**

Насосная станция №3, остров Свобода. Располагается на левом берегу реки Иртыш с западной стороны железнодорожного моста на углу пересечения улиц Народная и Лесопильная. С севера от промплощадки до реки Иртыш - 250 м. С запада располагается жилая зона [24].

### **Промплощадка №6**

Насосная о.Смычка. Правый берег. Промплощадка расположена на правом берегу в городской черте. С севера граничит с ул. Абая, с востока – ул. 9 января, с юга – берег протоки Семпалатинка, с запада – ул. Дзержинского. Рельеф площадки ровный, плавно снижающийся к протоке [24].

### **Промплощадка №7**

Ключевой водозабор «Затон». Промплощадка расположена на окраине северной части города, в мелкосопочном районе. С запада, севера и востока на расстоянии 1 км. жилых домов нет. С южной стороны жилая зона располагается в 250 м. от условного квадрата по ул. Огородная и Амбулаторная. Перепад высот не превышает 6 м. в радиусе 1 км [24].

## **6.2 Характеристика современного состояния водного объекта**

Приемником хозяйственно-бытовых сточных вод ГКП «Семей-Водоканал» является река Иртыш на участке города Семипалатинска.

Участок реки Иртыш находится на равнинной местности. Русло реки разветвленное с поймой и многорукавностью. Ложе основного русла реки на участке сложено из гравелистых и галечных грунтов. Местами имеются выходы скальных пород. Ширина основного русла в межень колеблется от 200 до 500 метров, глубины в плесовых лощинах изменяются в пределах 2,0-5,0 м., на перекатах 1,2-1,5 м [6].

Рассматриваемый участок относится к Прииртышской впадине в которой подземные воды приурочены к пескам, залегающим в виде отдельных прослоев и линз в толще глин. Мощность водоносных прослоев разнообразная и составляет 5-7 м. Глубина залегания зеркала грунтовых вод колеблется от 1 до 20 м. Водовмещающие породы обладают сравнительно высокой водообильностью - по

данным откачек удельные дебиты колеблются от 0,006 л/с до 7,5 л/с. Коэффициенты фильтрации водовмещающих пород колеблются от 0,36 м/сутки до 38,6 м/сутки [6].

По водохозяйственному назначению река Иртыш относится к водоемам рыбохозяйственного назначения первой категории. Река Иртыш впадает в р. Обь и относится к бассейну Карского моря [6].

Река Иртыш является водотоком рыбохозяйственного водопользования и по гидрологическому режиму относится к первому разряду [6].

Сток реки Иртыш зарегулирован водохранилищами: Бухтарминским, Усть-Каменогорским, Шульбинским. Ширина русла реки в районе города Семипалатинска в обычное время года не превышает 250 м, дно валунистое. Высота берегов от 1,5 – 2,0 м до 5 – 10 м (на участках с подмывом делювиально-пролювиальных суглинков надпойменной террасы). Максимальные расходы реки имеют место в паводковые периоды и достигают 1573 м<sup>3</sup>/с, минимальные расходы в меженные периоды достигают 215 м<sup>3</sup>/с. Годовая амплитуда колебания уровня в районе нового моста в городе Семипалатинске 0,7 – 1,5 м. Длина реки 1162 км [6].

### **6.3 Качественные и количественные показатели состояния приемника сточных вод**

Качество реки Иртыш, как и рек всего данного водного бассейна формируется под влиянием геологических, почвенно-ландшафтных и климатических факторов [10].

Химический состав колеблется во времени, и в связи с изменением водного режима в годовом цикле, а также в многолетнем периоде из-за различной водности отдельных лет [10].

Питание р. Иртыш происходит за счёт поверхностных вод, атмосферных осадков и подземных вод [10].

Расходный режим р. Иртыш колеблется в широком диапазоне в зависимости от периода года. Среднемесячные расходы воды р. Иртыш колеблются в пределах 255 – 1573 м<sup>3</sup>/с. Расчетная водность по наименьшему среднемесячному расходу года – 95 % обеспеченности 215 м<sup>3</sup>/с [10].

Данные о гидрологическом режиме и фоновые показатели получены в ВКО ЦГМ. Фоновые показатели рассчитаны на соответствие с «Рекомендациями по прогнозированию поверхностных вод с учетом изменений антропогенной нагрузки и режима водопользования» по данным лаборатории ГКП «Семей-Водоканал» и приведены в таблицах фоновых концентраций химических веществ [24].

По химическому составу вода р. Иртыш гидрокарбонатно-кальциевая на протяжении всего года, мягкая, а в период половодья очень мягкая, цветность в период половодья 40, а в остальные периоды 80 – 100 градусов [10].

Почти по всей длине реки водосбор ее располагается на незасоленных и слабозасоленных почвах. Минерализация р. Иртыш в верховьях в течении года колеблется в пределах 38,9-132,1 мг/л. Увеличение минерализации вызвано тем, что все притоки, впадающие в реку Иртыш, имеют значительно большую минерализацию, чем сам Иртыш. На естественный гидрохимический режим р. Иртыш оказывают влияние сбросы сточных вод предприятий, загрязненных более чем 25 элементами [10].

В р. Иртыш сточные воды поступают с водами рек Глубочанки, Красноярки, Ульбы, Бухтармы, а также непосредственно со сбросами промышленных предприятий и городских очистных сооружений г. Усть-Каменогорска и п.г.т. Шульбинск [10].

В результате значительного разбавления сточных вод водами р. Иртыш и процессов самоочищения, концентрации основных загрязнителей, по мере удаления от основных источников загрязнения постепенно уменьшается [10].

Данные по степени загрязненности (превышений ПДК) реки Иртыш различными химическими веществами в створе 0,5 км выше сброса ГКП «Семей-Водоканал» приведены в таблице 2 [20].

Концентрации химических веществ р. Иртыш - г. Семей по створам 0,5 км выше и 0,5 км ниже сброса ГКП «Семей Водоканал» приведены в таблице 3 за период 2015- 2 кв. 2019 г.г. [20].

Таблица 2 - Степень загрязненности (превышений ПДК) реки Иртыш различными химическими веществами в створе 0,5 км выше сброса ГКП «Семей Водоканал» [20]

Загрязняющее вещество	Показатели качества воды, мг/л			
	створ 0,5 км выше сброса		створ 0,5 км ниже сброса	
	максим	средняя	максим	средняя
1	2	3	4	5
БПК полное	5,16	1,51	8,26	1,9
Взвешенные вещества	13,6	1,7	13,1	2,4
Сульфаты	27,2	15,53	42,81	20,2
Хлориды	26,3	7,75	36,45	12,6
Аммоний солевой	3,02	0,08	1,5	0,2
Нитриты	0,08	0,01	0,22	0,04
Нитраты	3,5	1,07	13	1,41
Фенолы	0,01	0,0008	0,015	0,001
СПАВ	0,22	0,02	0,22	0,040
Нефтепродукты	0,08	0,015	0,03	0,015
Хром (+6)	0,03	0,018	0,03	0,018
Фосфаты	0,2	0,047	0,37	0,14
Минерализация	483	147,8	306	168,6
Кальций	40,2	20,8	45,09	24,1
Магний	20,1	5,4	13	5,6
Железо общ.	0,3	0,09	0,3	0,09
Медь	0,06	0,005	0,12	0,007
Никель	0,02	0,007	0,014	0,006

Таблица 3 - Качественные и количественные показатели состояния воды р. Иртыш выше сброса хозяйственно - бытовых сточных вод ГКП «Семей Водоканал» [20]

Участок реки, створ	Год	Расход воды, м3/с	Загрязняющее вещество	Степень загрязненности (в долях ПДК)	Источник загрязнения
1	2	3	4	5	6
Река Иртыш, створ 0,5 км выше выпуска сточных вод ГКП «Семей Водоканал»	2015-2019 гг.	215	БПК полное	0,50	Сточные воды предприятий г. Семей
			Взвешенные	0,12	
			Сульфаты	0,16	
			Хлориды	0,03	
			Аммоний	0,18	
			Нитриты	0,18	
			Нитраты	0,03	
			Фенолы	0,77	
			СПАВ	0,05	
			Нефтепродукты	0,30	
Хром (+6)	0,88				

Участок реки, створ	Год	Расход воды, м <sup>3</sup> /с	Загрязняющее вещество	Степень загрязненности (в долях ПДК)	Источник загрязнения
1	2	3	4	5	6
			Фосфаты	0,19	
			Минерализация	0,15	
			Кальций	0,12	
			Магний	0,11	
			Железо общ.	0,92	
			Медь	0,08	
			Никель	0,69	

## 7 Система водоснабжения предприятия

Источником хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения города Семей являются подземные и поверхностные воды реки Иртыш [24].

Подземные водозаборы (скважины) расположены на острове Свобода, Смычка и Большой. Кроме этого, водозабор «Затон» представляет собой каптаж родников, а также скважины в районе поселков Коммунальник, Восход, Энергетик. Поверхностные воды забираются и подаются в город насосной станцией № 3 и береговым насосом на протоке реки Иртыш [24].

Все водозаборы оборудованы расходомерами УЗРВ смонтированные на насосных станциях II подъема [24].

Поверхностный водозабор оборудован расходомером УЗРВ смонтированным на насосной станций № 3 [24].

Отпуск воды осуществляется от распределительного узла по водоводам, подающим воду на очистные сооружения хозяйственно-питьевого назначения. Система очистки включает в себя резервуары чистой воды, фильтрационную станцию, хлораторную и безнапорную систему коллекторов для подачи хозяйственно-питьевой воды потребителям [24].

- Водозабор о.Смычка – производительностью 100 тыс.м<sup>3</sup>/сут, запасы утверждены, протокол ГКЗ № 8852 от 21.10.81г. – 117,4 тыс.м<sup>3</sup>/сут. В настоящее время водозабор состоит из 10 точечных скважин и 12-ти горизонтальных дрен со скважинами, оборудованные погружными насосами марки ЭЦВ 12-210-25. Вода из скважин по трем дюкерным переходам через протоку Семей подается в три

резервуара на 3000 м каждый, откуда насосной станции 2-го подъема, после обеззараживания, подается в сеть города. Обеззараживание производится жидким хлором через хлораторы ЛОНИИ – 100 [24].

- Водозабор «Затон» - производительность водозабора 8,0 тыс.м<sup>3</sup>/сут. Водозабор представляет собой каптаж родников. Вода через фильтр подается в резервуары чистой (2 шт. по 1000 м<sup>3</sup>), затем насосной станцией 2-го подъема оборудованной насосами 6 ндв (4 шт.) после обеззараживания жидким хлором подается в сеть города. Для обеззараживания установлены хлораторы ЛОНИИ – 100 [24].

- Водозабор о.Свобода - проектная производительность водозабора 43,3 т.м<sup>3</sup>/сут. Фактическая 20-23 тыс.м<sup>3</sup>/сутки. Состоит из 16-ти точечных скважин оборудованных насосами типа ЭЦВ -10-160-35. Запасы не утверждены. Вода из скважин по трем дюкерным переходам через протоку Западная подается в два резервуара чистой воды на площадке 2-го подъема. Из резервуаров вода насосной станцией второго подъема после обеззараживания жидким хлором подается в сеть города. хлораторная оборудована хлоратором ЛОНИИ-100 [24].

- Водозабор о.Большой – проектная производительность водозабора 32,5 м<sup>3</sup>/сут. Состоит из 14 скважин с погружными насосами типа ЭЦВ -10-120-60. вода из скважин подается по двум дюкерным переходам в резервуары чистой воды (2 шт. по 300 м<sup>3</sup>), затем насосной станцией второго подъема оборудованной насосами 300Д-70 – 3 шт. После обеззараживания жидким хлором. Через хлоратор «Экометрикс» подается в сеть города, а так же канализационные очистные сооружения естественной биологической очистки (мощностью 94,4 м<sup>3</sup>/сут), водопроводные сети протяженностью 332,2 км, канализационные сети 222,0 км, насосные станции, здания и сооружения [24].

## **8 Система водоотведения предприятия**

Хозяйственно-бытовые сточные воды от жилых и промышленных районов города Семей собираются системой безнапорной и напорной канализации в главный коллектор и поступают на очистные сооружения полной биологической



очистки. После отстаивания и очистки на полях фильтрации хозяйственно-бытовые сточные воды сбрасываются в протоку реки Иртыш [25].

Сточные воды города Семей формируются по следующим категориям:

- хозяйственно-бытовые сточные воды жилой застройки города;
- сточные воды промышленных предприятий города (хозяйственно-бытового и промышленного характера);
- дренажные воды с путепроводных развязок (насосной станцией № 101);
- хозяйственно-бытовые сточные воды от предприятий, имеющих собственные водозаборы [25].

Образовавшиеся после использования, сточные воды системой самотечных, напорных трубопроводов и 20-ти насосных станций перекачек подаются в загородный коллектор и затем в главную насосную станцию очистных сооружений [25].

Существующая централизованная система городской канализации, построенная по проектам Горстройпроекта и ГПИ «Казводоканалпроект», эксплуатируется с 1962 года. Существующее положение характеризуется следующими расходами (таблица 4):

Таблица 4 - Расход воды на предприятии ГКП «Семей Водоканал» [25]

Расход сточных вод	Ед. изм.	Факт 2016 г.	План		По проекту ОС
			2017 г.	2015 –2019 г.г.	
годовой	м <sup>3</sup> /год	18560300	18926760	31036799	54750000
среднесуточный	м <sup>3</sup> /сут	50850	51854	85032	150000
максимальный суточный	м <sup>3</sup> /сут	61020	62225	102039	180000
максимальный часовой	м <sup>3</sup> /час	2542,507	2592,707	4251,616	7500,000
среднечасовой	м <sup>3</sup> /час	2118,756	2160,589	3543,014	6250,000

Очистные сооружения ГКП «Семей Водоканал» расположены на левом берегу реки Иртыш и включают в себя две площадки: площадка очистных сооружений (механическая очистка) и поля фильтрации площадью 250 га (биологическая очистка в естественных условиях). С полей фильтрации в реку Иртыш имеется один выпуск очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод [25].

Комплекс очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод предусматривает следующие этапы очистки:

- механическую;
- биологическую на полях фильтрации [25].

Дезинфекция очищенной воды не производится.

Сточные воды из городского коллектора поступают по коллектору в приемную камеру № 1 и главной насосной станцией подаются на очистные сооружения. В главной насосной станции сточная вода проходит механизированную решетку РМУ-5. Сточная вода прошедшая грубую механическую очистку подается на песколовки для задержания минеральных примесей [25].

После песколовок сточная вода поступает в распределительную чашу и направляется в радиальные отстойники для осветления. Осветленная сточная вода собирается в сборные лотки отстойников и поступает в камеру № 4, а затем в камеру № 6. Из камеры № 6 осветленная вода поступает в резервуар очищенных стоков, откуда насосной станцией № 2 подается на поля фильтрации для полной биологической очистки в естественных условиях. Сточная вода после полей фильтрации по подземному аварийно-сбросному коллектору сбрасывается в протоку реки Иртыш по заглубленному рассеивающему водовыпуску [25].

Опорожнение песколовок осуществляется гидроэлеваторами на песковые площадки. Опорожнение радиальных отстойников от задержанного осадка осуществляется в иловую насосную станцию, и затем осадок перекачивается на иловые площадки для подсушивания [25].

В процессе очистки сточных вод не дробящиеся отбросы собираются на решетках, удаляются граблями, собираются в контейнеры и вывозятся на площадку компостирования. Отбросы, прошедшие решётку-дробилку, измельчаются и направляются со сточной водой на механическую очистку в песколовки и первичные отстойники [25].

Осадок из песколовок откачивается элеваторами на песковые площадки для обезвоживания и подсушивания. Сырой осадок из первичных отстойников

насосами, установленными в насосной станции осадка первичных отстойников подаётся на иловые площадки для обезвоживания и подсушивания [25].

Дренажная вода с иловых площадок отводится в насосную станцию дренажных вод и далее насосами перекачиваются в голову сооружений [25].

### **8.1 Характеристика существующих очистных сооружений**

Комплекс очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод включает:

- Приемную камеру №1 (прием сточных вод из городского коллектора).
- Главную насосную станцию, оборудованную механизированной решеткой РМУ-5 (подача сточной воды на очистные сооружения).
- Распределительную камеру № 2 (прием сточной воды от главной насосной станции и распределение ее между горизонтальными песколовками).
- 3 отделения горизонтальных песколовок (задержание песка и минеральных примесей).
- Приемную камеру № 3 (прием сточной воды после горизонтальных песколовок и направления ее в распределительную чашу радиальных отстойников).
  - Радиальные отстойники (4 штуки).
- Приемную камеру № 4 (прием осветленной сточной воды после радиальных отстойников).
- Камера № 6 объемом 3000 м<sup>3</sup> (прием сточной воды после механической очистки для подачи ее в резервуар очищенных стоков).
- Насосную станцию № 2 (подача сточной воды на поля фильтрации).
- Поля фильтрации площадью 250 га.
- Дренажный коллектор (сбор сточной воды прошедшей поля фильтрации).

- Аварийно-сбросной коллектор в реку Иртыш диаметром 1200 мм, протяженностью 5300 м.
- Иловую насосную станцию (прием и подача осадка из радиальных отстойников на иловые площадки) [25].

Биологически очищенные сточные воды с полей фильтрации по сбросному коллектору сбрасываются в реку Иртыш [25].

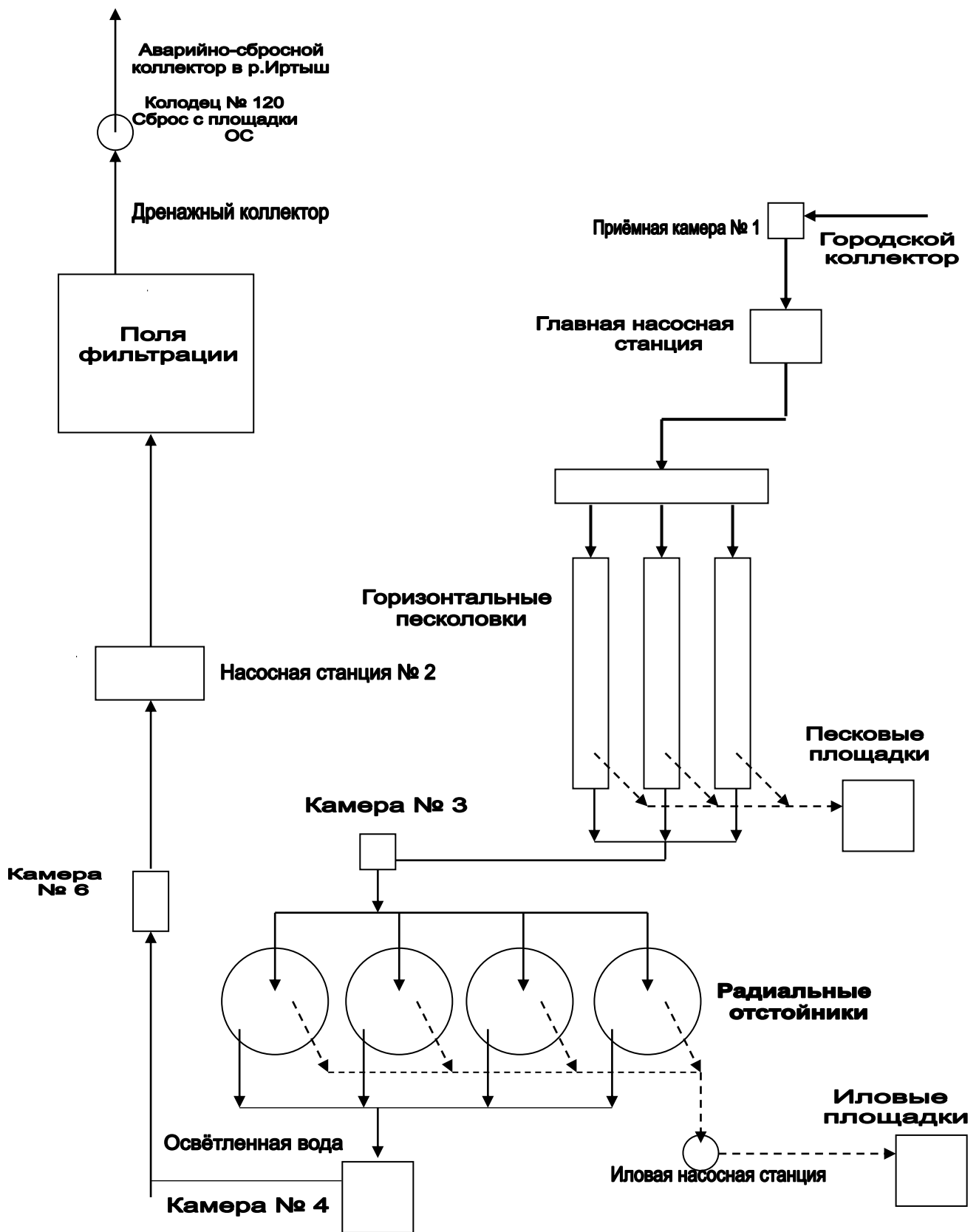


Рисунок 3 - Технологическая схема очистных сооружений [25]

## **Сооружения механической очистки сточных вод:**

### *1. Решётки.*

*Назначение.* Задержание крупных плавающих примесей (тряпки, палки, каньга и т.п.), попадание которых в очистные сооружения может вызвать засорение, закупорку отверстий, трубопроводов, каналов, а также может помешать работе движущихся частей (цепей, колёс и др.) и вызвать их поломку. Применяются сорозадерживающие решётки с шириной прозоров 20 мм. Отбросы, снятые с решёток, складированы в контейнеры, обеззараживаются и вывозятся на городскую свалку. Отбросы, прошедшие сорозадерживающие решётки, поступают на решётку-дробилку КРД-40 [25].

*Описание технологического процесса.* Сточная вода по подводящему каналу поступает на вращательный барабан. Мелкие фракции отбросов вместе со сточной водой сквозь щелевые отверстия проходят внутрь барабана и далее на выход из решёток. Крупные фракции отбросов задерживаются на перемычках между щелевыми отверстиями барабана, которые составляют цилиндрическую решётку. Задержание на решётке отбросы перемещаются при вращении барабана с трепальным гребнем, закрепленным на неподвижном корпусе. При взаимодействии режущих пластин и резцов, закрепленных на барабане с режущими кромками трепальных гребней, отбросы измельчаются и поступают непосредственно в поток сточной воды за решётку [25].

Техническая характеристика:

- Марка решётки: КРД-40М, диаметр барабана – 600,0 мм.
- Электродвигатель: 4А 112 МВ 843.
- Ширина канала перед решётками: 820,0 мм.
- Высота проточной части канала: 800,0 мм.
- Ширина прозоров круглой решётки – 16 мм.
- Рабочая высота уровня сточной воды перед решёткой - не более 600,0 мм.

- Пропускная способность: 40 000 тыс. м<sup>3</sup>/сутки.
- Количество решёток: 2 штуки (1 – рабочая, 1 – резервная) [25].

## 2. Песколовки.

Назначение. Выделять из сточной жидкости в основном минеральные вещества: песок, шлак и т.п. [25].

Описание технологического процесса. При переходе из канала в песколовку живое сечение потока резко увеличивается, что вызывает уменьшение скорости движения воды. 85-90 % плавающих и передвигающихся по дну минеральных частиц за время прохождения воды через песколовку выпадают в осадок. Крупность задерживающихся в песколовке частиц – 0,25 мм и более [25].

Выпавший на дно песколовок осадок периодически удаляется гидроэлеватором на песковые площадки. Время накопления осадка- 48 часов. При частой перекачке малых количеств осадка песок плохо отмывается от органических примесей, более редкая перекачка осадка ведет к слёживанию и уплотнению песка. Оптимальная работа песколовков достигается при скорости движения сточной воды от 0,15 до 0,3 м/с для горизонтальных песколовков. Продолжительность пребывания воды в песколовках при максимальном притоке – не менее 30 секунд [25].

Технологическая характеристика:

- Тип песколовки – горизонтальная.
- Размеры в плане – 9,0 x1,0 м.
- Глубина – 0,65 м.
- Сечение проточной части – 0,6 м<sup>2</sup>.
- Наличие и тип регулирующего водослива: пропорциональный.
- Принцип удаления осадка: гидроэлеватором.
- Количество песколовков – 2 штуки.
- Диаметр горловины гидроэлеватора Дг – 65,0 мм.

- Диаметр сопла гидроэлеватора  $D_c$  – 35,0 мм.
- Рабочее давление технической воды перед гидроэлеватором – 42,0 м [25].

### *3. Первичные радиальные отстойники.*

*Назначение.* Удаление из сточных вод взвешенных веществ, способных под действием силы тяжести оседать или всплывать [25].

*Описание технологического процесса.* В нерастворимых веществах бытовых сточных вод содержится до 80 % органических и около 20 % минеральных веществ. На оседание частиц влияет сила трения частиц о жидкость, зависящая от их размеров и формы, скорости осаждения и вязкости среды. Эффект выпадения частиц взвеси в осадок в основном определяется исходной концентрацией взвешенных веществ в сточных водах и высотой сооружения для отстаивания. На процесс оседания влияют и другие факторы: реакция среды (рН), колебание температуры поступающей массы воды, неравномерность притока, наличие струйных явлений и завихрений при движении сточной воды в отстойниках [25].

Полностью все взвешенные вещества методом седиментации изъять из сточной воды невозможно: часть взвеси имеет плотность, равную плотности воды, не оседает и не всплывает. При простом отстаивании обычно удаётся задержать только 50 % взвешенных веществ [25].

Отстаивание может осуществляться только при ламинарном (безвихревом, параллельно-струйчатом) движении сточной воды по всему сечению сооружения. Формирование потока воды в первичном отстойнике зависит от конструкции впускного и выпускного устройств [25].

Важным условием хорошей работы отстойника является своевременное удаление из него задержанных осевших и всплывших веществ. Чрезмерное накопление осадка ведёт к его загниванию и образованию при этом газов брожения (на поверхности воды появляются пузырьки газа), что обуславливает повышенный вынос взвешенных веществ из отстойника с отстоянной жидкостью. При частой откачке осадка его объем и влажность значительно выше требуемых, что ведёт к



перегрузке сооружений по отработке осадка. Обычно удаление осадка производится 1-2 раза в сутки в зависимости от конкретных условий. Влажность выгружаемого осадка должна составлять 95 % [25].

Техническая характеристика:

- Тип отстойника – радиальный;
- Диаметр – 25,0 м;
- Гидравлическая глубина – 2,5 м;
- Высота отстойной зоны – 2,0 м;
- Высота зоны осадка – 0,5 м;
- Количество отстойников – 4 шт.;
- Рабочий объем одного отстойника –  $3,2 * 28,0^2 * 3,14 / 4 = 1969,4 \text{ м}^3$ ;
- Общий объем отстойников –  $4 * 1969,4 \text{ м}^3 = 7877,6 \text{ м}^3$  [25].

### **Сооружения биологической очистки сточных вод:**

#### *1. Поля фильтрации.*

*Назначение.* Участки земли, предназначенные для полной биологической очистки осветленных сточных вод [25].

*Описание технологического процесса.* Самоочищающаяся способность почвы используется для очистки сточных вод в полях фильтрации: наиболее интенсивный процесс окисления органических загрязнителей происходит в верхних слоях почвы (0,2-0,3 м), где наблюдается благоприятный кислородный режим [25].

Техническая характеристика:

- Число карт полей фильтрации – 64;
- Размер каждой карты в плане – 100 х 400 м;
- Высота столба сточных вод в картах – 2,5 м;
- Время эксплуатации полей фильтрации – с 1989 г.;

- Общий объём карт полей фильтрации – 6 400 000 м<sup>3</sup> [25].

### **Сооружения по обработке осадка**

Выделенные в процессе очистки сточных вод осадки относятся к труднофильтруемым суспензиям коллоидного типа. Большие объемы, бактериальная загрязненность, наличие органических веществ, способных быстро загнивать с выделением неприятных запахов, а также неоднородность состава и свойств осадков осложняют их обработку [25].

#### *1. Иловые площадки.*

*Назначение.* Для естественного обезвоживания осадков на искусственном основании с дренажем [25].

*Описание технологического процесса.* Смесь из первичных отстойников поступает на карты иловых площадок. Удаление иловой воды происходит через гравийные колодцы по системе трубопроводов в голову сооружений. Далее происходит естественное подсыхание осадка в результате испарения. Осадок подсушивается до влажности не более 70-80 %. Нагрузка осадка на иловые площадки – 2,0 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> в год. Подсушенный осадок вывозится с карт на иловую площадку компостирования [25].

Техническая характеристика:

- иловая карта с искусственным основанием – 9 шт.;
- размеры - 62,0 \* 16,0 \* 1,6 м;
- общий объем иловых площадок – 14,4 тыс. м<sup>3</sup>;
- карты иловых площадок оборудованы пандусом для механизированной уборки высушенного осадка [25].

#### *2. Песковые площадки.*

*Назначение.* Для обезвоживания песковой пульпы из горизонтальных песколовок [25].

*Описание технологического процесса.* Поступающий на песковые площадки осадок имеет очень высокую влажность. Удаление воды с песковых площадок производится через гравийные колодцы, откуда вода самотеком направляется в дренажную насосную станцию и далее в голову очистным сооружениям. Влажность песка перед очисткой составляет 60 % [25].

Техническая характеристика:

- песковая карта с искусственным основанием – 2 шт.;
- размеры 20,0 \* 12,0 \* 1,6 м;
- общий объем песковых площадок – 768,0 м<sup>3</sup> [25].

### **Насосные станции**

#### *1. Насосная станция технической воды.*

*Назначение.* Подача технической воды, являющейся рабочей жидкостью, к гидроэлеваторам песколовок [25].

*Описание схемы.* Насосные агрегаты (КМ100-65-200; СМ-100-65-200), подающие техническую воду к гидроэлеваторам расположены в здании решеток. Принцип работы гидроэлеватора основан на создании вакуума в рабочей камере за счет подсоса струёй рабочей жидкости [25].

#### *2. Насосная станция перекачки сырого осадка.*

*Назначение.* Перекачка сырого осадка первичных отстойников на иловые площадки для обезвоживания и подсушивания [25].

*Описание схемы.* Выпадающий в прямки отстойника осадок удаляется из зоны отстаивания по иловой трубе под действием гидростатического давления воды в приемный резервуар насосной станции сырого осадка. Затем насосными агрегатами (СД160-45; СМ-100-60-200А/2) подается на иловые площадки [25].

#### *3. Насосная станция дренажных вод.*

*Назначение.* Отвод дренажных вод с иловых и песковых площадок в голову сооружений. Насосная станция оборудована насосными агрегатами СД 800/32 (2 шт.) [25].

Характеристика эффективности работы очистных сооружений приведена в таблице 5 [20].

## **8.2 Сведения о конструкции водовыпускного устройства**

Очищенные хозяйственно-бытовые сточные воды транспортируются к месту выпуска самотеком по подземному аварийно-сбросному коллектору диаметром 1200 мм, протяженностью 5300 метров и сбрасываются в протоку реки Иртыш. Выпуск сточных вод в реку Иртыш осуществляется по заглубленному рассеивающему водовыпуску. Два рассеивающих патрубка диаметром 600 мм расположены под углом 60 градусов. Выпускающие оголовки находятся в 20 м друг от друга и на расстоянии 30 м от берега. Сечение потока -  $0,64 \text{ м}^2$ . Скорость - 1,0 м/сек [25].

## **9. Баланс водопотребления и водоотведения**

Для обеспечения полноты и достоверности данных о расходах сточных вод, используемых для расчета ПДС, представляются данные о балансе водопотребления и водоотведения предприятия [26].

Водохозяйственный баланс предприятия составлен на основании фактических данных о расходах сточных вод за 2012 год, данных отчетов 2 ТП-водхоз за 2012 год и планов производства ГКП «Семей Водоканал» на 2013 и 2015 – 2019 годы [26].

Городские сточные воды, поступающие на очистные сооружения, формируются из сточных вод от населения, предприятий, организаций и учреждений города Семей, и сточных вод, образующихся при использовании воды на собственные нужды водозаборных и очистных сооружений [26].

Общий объем потребляемой воды на 2014 – 2019 годы согласно плановым данным составляет 54 115 тыс.  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

в том числе :

- на производственные нужды 21118 тыс. м<sup>3</sup>/год;
- на хозяйственно-бытовые нужды – 16707 тыс. м<sup>3</sup>/год [26].

Общий расход сточных вод, сбрасываемых в водоем, составляет 29880 тыс. м<sup>3</sup>/год, в том числе:

- от промпредприятий города – 15676 тыс. м<sup>3</sup>/год;
- от населения города – 14204 тыс. м<sup>3</sup>/год [26].

Безвозвратное потребление воды составляет 15767 тыс. м<sup>3</sup>/год, в том числе:

- потери воды при транспортировке потребителям – 7300 тыс. м<sup>3</sup>/год;
- потери воды на испарение с сооружений ГКП «Семей-Водоканал» - 3500 тыс. м<sup>3</sup>/год;
- безвозвратные потери воды на промпредприятиях города – 3146 тыс. м<sup>3</sup>/год;
- безвозвратные потери воды на ГКП «Семей-Водоканал» – 353 тыс. м<sup>3</sup>/год [26].

Объемы водопотребления и водоотведения предприятий, организаций и учреждений города приняты согласно данным, представленным заказчиком на основании договоров, заключенных с абонентами на потребление воды и отведение сточных вод [26].

Показатели состава сточных вод и сброс сточных вод (г/час, т/год) на существующее положение приведен в таблице 6 [26].

Таблица 5 - Характеристика эффективности работы очистных сооружений ГКП «Семей-Водоканал» [20]

Состав очистных сооружений	Наименование показателей, по которым производится очистка	Проектная мощность			Фактическая нагрузка			Эффективность работы						Примечание	
		м³/час	м³/сут	тыс.м³ год	м³/час	м³/сут	тыс.м³ год	Проектные показатели			Фактические показатели				
								Концентрация, мг/л		Степень очистки %	Концентрация, мг/л		Степень очистки, %		
								до очистки	после очистки		до очистки	после очистки			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
		7500	150000	54750	2542,5	50850	18560,3								
Очистные сооружения очистки хозяйственных сточных вод: песколовки, радиальные отстойники, поля фильтрации, обезвреживание осадка, площадка компостирования	БПК полное							220	15	93,2	49,09	10,9	77,8		
	Взвешенные вещества							400	12	97	160,9	21,4	86,7		
	Сульфаты							43,4	39	10,1	57,6	64,5	0		
	Хлориды							23,3	21	9,8	62,6	77,3	0		
	Аммоний солевой							17,7	5,8	67,01	14,4	8,3	42,5		
	Нитриты										0,4	0,5	0		
	Нитраты										0,7	11,6	0		
	Фенолы							0,02	0,001	95	0,3	0,03	86,8		
	СПАВ							3,8	0,7	80,1	1,01	0,6	43,6		
	Нефтепродукты							0,1	0,05	63,5	2,2	0,5	77,3		
	Хром (+6)										0,3	0,02	90,7		
	Фосфаты							2,3	0,2	90	3,5	0,8	77,3		
	Минерализация											426,09	495,6	0	
	Кальций											41,06	47,6	0	
	Магний											15,2	19,6	0	
	Железо общ.											1,04	0,1	89,1	
Медь											0,2	0,005	97,8		
Никель											0,2	0,01	92,7		

Таблица 7 - Баланс водопотребления и водоотведения ГКП «Семей-Водоканал» [26]

Производство	Водопотребление, м <sup>3</sup> /сут //тыс. м <sup>3</sup> /год								Водоотведение м <sup>3</sup> /сут //тыс.м <sup>3</sup> /год				
	Всего	На производственные нужды		Оборотная вода	Повторно-используемая вода	На хозяйственно-бытовые нужды	Атмосферные осадки	Безвозвратное потребление	Всего	Объём сточной воды повторно-используемой	Производственные сточные воды	Хозяйственно-бытовые сточные воды	Примечание
		Свежая вода											
		Всего	В т.ч. питьевого качества										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2013 год													
ГКП	101890	22812	16180			45181	1431	32465	50850		13859	36990	
"Семей-Водоканал"	37190	8326	5906			16491	522	11849	18560		5058	13501	
2014 год													
ГКП	103939	24384	17752			45252	1431	32871	52410		15348	37062	
"Семей-Водоканал"	37938	8900	6479			16517	522	11997	19129		5602	13527	
2015-2019 г.г.													
ГКП	148260	57857	50950			45772	1431	43198	81864		42949	38915	
"Семей-Водоканал"	54115	21117	18597			16707	522	15767	29880		15676	14204	

Таблица 8 - Показатели состава сточных вод ГКП «Семей Водоканал» на существующее положение 2015 г.

Выпуск хозяйственно-бытовых сточных вод. Место отведения сточных вод – р. Иртыш [20]

Наименование показателей	Фактическая концентрация, мг/л		Расход сточных вод		Сброс		Режим отведения сточных вод, час, сутки
	Смакс	Сср	м³/час	тыс.м³/год	г/час	т/год	
Выпуск хоз-бытовых сточных вод в реку Иртыш			2542,507	18560,3	3221178	14382,109	24 часа 365 дней в год
в том числе :							
БПК полное	41,9	10,9	2542,5	18560,3	106531,03	202,6	
Взвешенные вещества	221	21,4	2542,5	18560,3	561894,01	396,9	
Сульфаты	84,2	64,5	2542,5	18560,3	214079,07	1197,4	
Хлориды	98,3	77,3	2542,5	18560,3	249928,4	1434,2	
Аммоний солевой	14,9	8,3	2542,5	18560,3	37883,3	154,3	
Нитриты	1,5	0,5	2542,5	18560,3	3813,7	9,6	
Нитраты	26	11,6	2542,5	18560,3	66105,2	215,9	
Фенолы	0,3	0,03	2542,5	18560,3	711,9	0,69	
СПАВ	1,21	0,6	2542,5	18560,3	3076,4	10,6	
Нефтепродукты	1,9	0,5	2542,5	18560,3	4983,3	9,5	
Хром (+6)	0,8	0,03	2542,5	18560,3	1983,1	0,5	
Фосфаты	2,9	0,8	2542,5	18560,3	7373,2	14,9	
Минерализация	632	495,6	2542,5	18560,3	1606864,3	9198,9	
Кальций	84	47,6	2542,5	18560,3	213570,5	883,6	
Магний	48	19,6	2542,5	18560,3	122040,3	364,02	
Железо общ.	0,7	0,11	2542,5	18560,3	1779,7	2,1	
Медь	0,14	0,004	2542,5	18560,3	355,9	0,08	
Никель	0,1	0,012	2542,5	18560,3	284,7	0,2	



## **9.1 Обработка, складирование и использование осадка сточных вод**

На очистных сооружениях ГКП «Семей Водоканал» осадок образуется в песколовках и первичных отстойниках [25].

На очистных сооружениях эксплуатируется две горизонтальные песколовки. На песколовках задерживаются тяжелые минеральные примеси (песок с диаметром частиц 0,25 мм и более). Полученный песок сбрасывается с песколовок на песковые площадки и подсушивается [25].

В радиальных отстойниках происходит осветление сточных вод, уплотнение и сбраживания выпавшего осадка. Из первичных отстойников осадок сбрасывается на иловые площадки, подсушивается. Подсушенный на иловых площадках осадок транспортируется с иловых площадок на площадку компостирования. Для трехлетнего хранения на территории очистных сооружений [25].

Пески песколовок после подсушивания на песковых площадках вывозятся на площадку компостирования [25].

## **9.2 Мероприятия по предупреждению аварийного сброса сточных вод в водоем**

Для нормальной эксплуатации очистных сооружений необходима организация надлежащего ухода за ними и постоянного контроля со стороны эксплуатационного персонала за ходом технологического процесса. Отсутствие контроля может привести к тому, что перегруженные сооружения будут работать с повышенным выносом взвешенных веществ или с нарушением биологического процесса [20].

Нормальную работу очистной станции нарушают: перегрузка сооружений; залповое поступление сточной воды; приток сточных вод, которые не отвечают требованиям приёма их в бытовую канализацию; весенний и осенний паводки [20].

Перегрузка сооружений может произойти в результате поступления на очистную станцию количества сточных вод, превышающее расчётное; неправильного и неравномерного распределения воды и осадка по отдельным сооружениям и выключения части сооружений на капитальный или внеплановый ремонт. При выключении отдельных сооружений на ремонт число их должно быть увязано с допустимой перегрузкой остающихся в эксплуатации сооружений, которая должна быть распределена между ними равномерно. На основе этих данных устанавливают предельные нагрузки и режим эксплуатации сооружений [20].

Залповое поступление сточной воды на очистные сооружения может быть вызвано следующими причинами: неравномерным режимом поступления в сеть производственных и бытовых сточных вод, а в случае подачи воды через насосную станцию – частными перерывами в работе насосов; нерегулярной чисткой канализационной сети, вследствие чего донные отложения в них могут вызвать временные подпоры [20].

Производственные сточные воды, подлежащие совместному подведению и очистке с бытовыми сточными водами не должны:

- нарушать работу сетей и сооружений канализации;
- содержать вещества, которые способны засорять трубы канализационной системы или отлагаться на стенках труб;
- оказывать разрушающее действие на материал труб и элементы сооружений канализации;
- содержать горючие примеси и растворённые газообразные вещества, способные образовывать взрывоопасные смеси в канализационных сетях и сооружениях;
- содержать вредные вещества в концентрациях, препятствующих биологической очистке сточных вод;

- иметь температуру более 40° С;
- содержать только минеральные загрязнения;
- содержать опасные бактериальные загрязнения;
- содержать нерастворённые масла, а также смолы и мазут;
- содержать водородный показатель не ниже 6,5 и выше 9,0 единиц [20].

Не подлежит сбросу в канализацию поверхностный сток с территории города, а также с территории производственных предприятий (дождевые, талые, поливомоечные воды и др.) [20].

Контроль за качеством поступающей и входящей сточной воды, за надлежащим осуществлением технологического процесса и разработка мероприятий по улучшению технологических процессов производится лабораторией предприятия [20].

### **9.3 Методы учета потребляемой воды и отведения сточных вод**

Количество воды, забираемой на водозаборном сооружении, определяется с помощью расходомеров УЗРВ. Счетчики установлены на насосных станциях II подъема. Расход воды на собственные нужды водозаборных сооружений определяется по расчетным параметрам технологического оборудования [20].

Учет поступающих на очистку сточных вод и сбрасываемых в р. Иртыш осуществляется периодически по замерам расходов сточной воды с помощью гидрометрической вертушки [20].

Расходы воды на производственные нужды очистных сооружений определяются расчетом по производительности технологического оборудования [20].

#### **9.4 Методы контроля за качеством сточных вод, отводимых в водоем**

Контроль за качеством сточных вод осуществляется аттестованной лабораторией государственного коммунального предприятия "Семей Водоканал" [20].

График контроля за нормативами ПДС на 2015-2019 гг. приведен в таблице 8 [20].

Контроль за качественным составом сточных вод осуществляется согласно программе производственного мониторинга [20].

На ГКП «Семей Водоканал» существует система контроля за использованием и охраной водных ресурсов, суть которой - оценка процессов формирования качества воды в водных объектах и управления ими. Контроль водоохранной деятельности включает:

- количественный учет потребляемой воды и образующихся стоков по предприятию и их соответствие установленным лимитам;
- определение состава потребляемой воды и сточных вод, сбрасываемых предприятием в водный объект, и его соответствия установленным лимитам;
- контроль состояния водоемов-приемников сточных вод до и после сброса сточных вод в фоновых и контрольных створах и соблюдение норм качества воды [20].

Количество потребляемой воды учитывается только по показаниям водоизмерительных приборов, установленных на водозаборном сооружении. Показания приборов снимаются ежемесячно и заносятся в журнал. По результатам замеров составляется отчет о водоотведении предприятия в целом [20].

Контроль за качественным составом сточных вод предприятия ведется с помощью отбора проб и химического анализа. Текущий контроль состояния поверхностных вод осуществляется 1 раз в месяц. Опробованию подлежит

сточная вода выпуска предприятия и реки-приемники выше и ниже сброса сточных вод. При опробовании определяются основные загрязняющие примеси и солевой состав. По результатам ежеквартально составляется отчет о загрязнении водных объектов-приемников сточных вод. Контроль за составом производится анализом отобранных проб. Определяются концентрации примесей, по которым ведется контроль (температура, рН, цвет, запах, прозрачность, растворенный кислород, окисляемость, взвешенные вещества, сухой остаток, ХПК, БПК полн, аммоний солевой, нитриты, нитраты, фосфаты, хлориды, сульфаты, нефтепродукты, СПАВ, фосфор общий, свинец, цинк, медь, щелочность, жесткость, кальций, магний, нефтепродукты, токсичность). Сведения по контролируемым параметрам заносятся в журнал [20].

Результаты контроля состояния водных объектов и водоохранной деятельности предприятия учитывают при взимании платы за водные ресурсы и сброс загрязняющих веществ [20].

Рекомендуемый график химического контроля сточных вод и реки-приемника стоков ГКП «Семей Водоканал» приведен в таблице 8 [20].

Таблица 9 – График химического контроля сточных вод ГКП «Семей Водоканал» на 2015 – 2019 годы [20]

№№	Место отбора проб	Анализируемые компоненты	Периодичность контроля	Методы контроля	Исполнитель работ
1	2	3	4	5	6
1	Сточные воды, поступающие на очистные сооружения (приемная камера № 1)	Цветность	1 раз в декаду	Измерение с помощью шрифта	Лаборатория очистных сооружений ГКП «Семей Водоканал»
		Запах	1 раз в декаду	Измерение с помощью шрифта	
		Прозрачность	1 раз в декаду	Измерение с помощью шрифта	
		Температура	1 раз в декаду	Термометр	
		Реакция рН	1 раз в декаду	Потенциометрический	
		Растворенный кислород	1 раз в декаду	По методу Винклера	
		БПК <sub>полное</sub>	1 раз в декаду	По методу Винклера	
		Окисляемость	1 раз в декаду	Перманганатный	
		ХПК	1 раз в декаду	Бихроматический	
		Фосфаты	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		СПАВ	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Фенолы	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Аммоний солевой	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Нитрит-ион	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Нитрат-ион	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
Кальций	1 раз в декаду	Фотокалориметрический			
Магний	1 раз в декаду	Фотокалориметрический			

№№	Место отбора проб	Анализируемые компоненты	Периодичность контроля	Методы контроля	Исполнитель работ
1	2	3	4	5	6
		Железо общее	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Хром <sup>6+</sup>	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Никель	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Медь	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Прокаленный остаток	1 раз в декаду	Гравиметрический	
		Взвешенные вещества	1 раз в декаду	Гравиметрический	
		Минерализация	1 раз в декаду	Гравиметрический	
		Гидрокарбонаты (Щелочность)	1 раз в декаду	Тетраметрический	
		Нефтепродукты	1 раз в декаду	Флюофатический	
		Жиры	1 раз в декаду	Флюофатический	
		Сульфаты	1 раз в декаду	Весовой	
		Хлориды	1 раз в декаду	Меркурометрический	
		Токсичность	1 раз в декаду	Методика по измерению ферментативной активности микроорганизмов	
2	Колодец № 120 после полей фильтрации	Цветность	1 раз в декаду	Измерение с помощью шрифта	Лаборатория очистных сооружений ГКП «Семей Водоканал»
		Запах	1 раз в декаду	Измерение с помощью шрифта	
		Прозрачность	1 раз в декаду	Измерение с помощью шрифта	

№№	Место отбора проб	Анализируемые компоненты	Периодичность контроля	Методы контроля	Исполнитель работ
1	2	3	4	5	6
		Температура	1 раз в декаду	Термометр	
		Реакция рН	1 раз в декаду	Потенциометрический	
		Растворенный кислород	1 раз в декаду	По методу Винклера	
		БПК <sub>полное</sub>	1 раз в декаду	По методу Винклера	
		Окисляемость	1 раз в декаду	Перманганатный	
		ХПК	1 раз в декаду	Бихроматический	
		Фосфаты	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		СПАВ	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Фенолы	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Аммоний солевой	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Нитрит-ион	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Нитрат-ион	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Кальций	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Магний	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Железо общее	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Хром <sup>6+</sup>	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Никель	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
Медь	1 раз в декаду	Фотокалориметрический			
Прокаленный остаток	1 раз в декаду	Гравиметрический			



№№	Место отбора проб	Анализируемые компоненты	Периодичность контроля	Методы контроля	Исполнитель работ
1	2	3	4	5	6
		Взвешенные вещества	1 раз в декаду	Гравиметрический	
		Минерализация	1 раз в декаду	Гравиметрический	
		Гидрокарбонаты (Щелочность)	1 раз в декаду	Тетраметрический	
		Нефтепродукты	1 раз в декаду	Флюофатический	
		Жиры	1 раз в декаду	Флюофатический	
		Сульфаты	1 раз в декаду	Весовой	
		Хлориды	1 раз в декаду	Меркурометрический	
		Токсичность	1 раз в декаду	Методика по измерению ферментативной активности микроорганизмов	
3	Осадок после песколовок, первичных отстойников (иловые и песковые площадки)	Зольность	При выпусках из сооружений	Гравиметрический	Лаборатория очистных сооружений ГКП «Семей Водоканал»
		Влажность	При выпусках из сооружений	Гравиметрический	
		Песок	При выпусках из сооружений	Гравиметрический	
		Плотный осадок	При выпусках из сооружений	Гравиметрический	
		Потери при прокаливании	При выпусках из сооружений	Гравиметрический	

№№	Место отбора проб	Анализируемые компоненты	Периодичность контроля	Методы контроля	Исполнитель работ
1	2	3	4	5	6
4	Река Иртыш 500 м выше выпуска сточных вод	Цветность	1 раз в декаду	Измерение с помощью шрифта	Лаборатория очистных сооружений ГКП «Семей Водоканал»
		Запах	1 раз в декаду	Измерение с помощью шрифта	
		Прозрачность	1 раз в декаду	Измерение с помощью шрифта	
		Температура	1 раз в декаду	Термометр	
		Реакция рН	1 раз в декаду	Потенциометрический	
		Растворенный кислород	1 раз в декаду	По методу Винклера	
		БПК <sub>полное</sub>	1 раз в декаду	По методу Винклера	
		Окисляемость	1 раз в декаду	Перманганатный	
		ХПК	1 раз в декаду	Бихроматический	
		Фосфаты	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		СПАВ	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Фенолы	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Аммоний солевой	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Нитрит-ион	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Нитрат-ион	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
Кальций	1 раз в декаду	Фотокалориметрический			
Магний	1 раз в декаду	Фотокалориметрический			
Железо общее	1 раз в декаду	Фотокалориметрический			

№№	Место отбора проб	Анализируемые компоненты	Периодичность контроля	Методы контроля	Исполнитель работ
1	2	3	4	5	6
		Хром <sup>6+</sup>	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Никель	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Медь	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Прокаленный остаток	1 раз в декаду	Гравиметрический	
		Взвешенные вещества	1 раз в декаду	Гравиметрический	
		Минерализация	1 раз в декаду	Гравиметрический	
		Гидрокарбонаты (Щелочность)	1 раз в декаду	Тетраметрический	
		Нефтепродукты	1 раз в декаду	Флюофатический	
		Сульфаты	1 раз в декаду	Весовой	
		Хлориды	1 раз в декаду	Меркурометрический	
		Токсичность	1 раз в декаду	Методика по измерению ферментативной активности микроорганизмов	
5	Река Иртыш 500 м ниже выпуска сточных вод	Цветность	1 раз в декаду	Измерение с помощью шрифта	Лаборатория очистных сооружений ГКП «Семей Водоканал»
		Запах	1 раз в декаду	Измерение с помощью шрифта	
		Прозрачность	1 раз в декаду	Измерение с помощью шрифта	
		Температура	1 раз в декаду	Термометр	
		Реакция рН	1 раз в декаду	Потенциометрический	
		Растворенный кислород	1 раз в декаду	По методу Винклера	

№№	Место отбора проб	Анализируемые компоненты	Периодичность контроля	Методы контроля	Исполнитель работ
1	2	3	4	5	6
		БПК <sub>полное</sub>	1 раз в декаду	По методу Винклера	
		Окисляемость	1 раз в декаду	Перманганатный	
		ХПК	1 раз в декаду	Бихроматический	
		Фосфаты	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		СПАВ	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Фенолы	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Аммоний солевой	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Нитрит-ион	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Нитрат-ион	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Кальций	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Магний	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Железо общее	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Хром <sup>6+</sup>	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Никель	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Медь	1 раз в декаду	Фотокалориметрический	
		Прокаленный остаток	1 раз в декаду	Гравиметрический	
		Взвешенные вещества	1 раз в декаду	Гравиметрический	
Минерализация	1 раз в декаду	Гравиметрический			

№№	Место отбора проб	Анализируемые компоненты	Периодичность контроля	Методы контроля	Исполнитель работ
1	2	3	4	5	6
		Гидрокарбонаты (Щелочность)	1 раз в декаду	Тетраметрический	
		Нефтепродукты	1 раз в декаду	Флюофатический	
		Жиры	1 раз в декаду	Флюофатический	
		Сульфаты	1 раз в декаду	Весовой	
		Хлориды	1 раз в декаду	Меркурометрический	
		Токсичность	1 раз в декаду	Методика по измерению ферментативной активности микроорганизмов	

## **9.5 Предлагаемые мероприятия по уменьшению сброса загрязняющих веществ – металлов со сточными водами в реку Иртыш**

Сточные воды ГКП «Семей Водоканал» состоят из промышленных, т.е. от предприятий города и хозяйственно-бытовых стоков, т.е. от населения. При поступлении на очистные сооружения сточные воды проходят механическую и биологическую очистку, при этом в сточных водах остается значительное содержание металлов, что является нарушением экологического равновесия в окружающей среде [20].

Река Иртыш является трансграничной рекой, в связи с этим при сбросе загрязняющих веществ со сточными водами в реку Иртыш, идет загрязнение не только региона, но других городов и Российской Федерации [20].

При очистке сточных вод с использованием дополнительного метода от загрязнения очищенных сточных вод металлами предприятие ГКП «Семей Водоканал» не только уменьшает расходы на очистку сточных, а так же уменьшается плата за сброс загрязняющих веществ со сточными водами в реку Иртыш [20].

Так же необходимо учесть, что на предприятиях города полностью отсутствуют предочистные сооружения. Основными источниками загрязнения сточных вод являются такие предприятия как: Кожмех завод, Силикатный завод, Цементный завод, Шпальный завод, Теплокоммунэнерго. Так же необходимо установить предочистные сооружения и жироловки на СТО, автомойках, столовых, кафе, ресторанах и т.д. [20].

При установке предочистных сооружений на предприятиях города значительно улучшится химический состав сточных сбрасываемых в городскую канализацию, что значительно облегчит работу городских канализационных сооружений [20].

В городе Семей отсутствует дренажно-ливневая канализация, таким образом, в период таянья снега вся талая вода с дорог, тротуаров -

сбрасывается в городскую канализацию. Данные талые воды в осенне-весенний период являются основным источником загрязнения сточных вод поступающих на очистные сооружения, в данный период загрязняющие вещества, поступившие вместе со сточными водами на очистные сооружения значительно превышают установленные ПДК. В связи с этим необходимо разработать проект по строительству дренажно-ливневой канализации. А так же необходимо дополнить очистные сооружения дополнительным методом очистки сточных вод от металлов [20].

Сточные воды города Семей состоят из промышленных и хозяйственно-бытовых стоках. В сточной воде присутствуют загрязняющие вещества - металлы – железо общее, медь, никель, хром<sup>6+</sup> (таблица 9). Сброс металлов со сточными водами в реку Иртыш наносит значительный ущерб окружающей среды, а так же ставки платы за сброс металлов очень высоки, например железо общее ставка платы составляет – 73 350 тенге за тонну, медь – 7 336 121 тенге, что является большими материальными затратами на предприятии [20].

Таблица 10 - Содержание металлов в сточной воде города Семей [20]

№	Наименование	ПДК мг/л по ПДС	Фактическая ПДК мг/л при поступлении / сбросе сточных вод (по данным 2015 года)							
			1 квартал		2 квартал		3 квартал		4 квартал	
1	Железо общее	0,11	0,5	0,1	0,8	0,1	1,15	0,1	2,4	0,09
2	Медь	0,004	0,2	0,003	0,3	0,004	0,4	0,09	0,15	0,007
3	Никель	0,01	0,2	0,01	0,3	0,01	0,5	0,01	0,2	0,01
4	Хром <sup>6+</sup>	0,03	0,2	0,02	0,3	0,02	0,3	0,02	0,2	0,02

Существует несколько физико-химических методов удаления металлов из сточной воды: флотация, нейтрализация, окисление, сорбция, коагуляция, ионообменные методы и др. [19].

Экстракция — процесс разделения примесей в смеси двух нерастворимых жидкостей (экстрагента и сточной воды). Например, в специальных колонках

(пустотелых или заполненных насадками) стоки смешиваются с экстрагентом, отбирающим вредные вещества: так бензолом удаляется фенол [19].

Флотация — процесс всплывания примесей (чаще всего маслопродуктов) при обволакивании их пузырьками воздуха, подаваемого в сточную воду. В некоторых случаях между пузырьками и примесями происходит реакция. Разновидность метода — электрофлотация, при которой вода дополнительно обеззараживается за счет окислительно-восстановительных процессов у электродов [19].

Нейтрализация — обработка воды щелочами или кислотами, известью, содой, аммиаком и т. п. с целью обеспечения заданной величины водородного показателя рН. Самый простой способ нейтрализации сточных вод — смешение кислых и щелочных стоков, если они имеются на предприятии [19].

Окисление — применяется как при водоподготовке, так и при обработке сточных вод для обеззараживания воды и уничтожения токсичных биологических примесей. Наиболее распространенный способ — хлорирование — чреват, как указывалось ранее, появлением диоксинов (особенно при вынужденном повышении дозы хлора летом или в период паводка, так называемом перехлорировании). Необходимо постепенно переходить на другие способы, например, на комбинацию — озонирование и хлорирование. Озонирование — дорого и более кратковременного действия, но оно перспективнее. В настоящее время отрабатываются комбинации реагентов с ультрафиолетовой обработкой воды. Во всяком случае, вода, применяемая для питья и содержащая характерный запах хлора, перед употреблением должна отстаиваться и кипятиться, как минимум [19].

Сорбция, как и при обработке газовых выбросов, способна обеспечивать эффективную очистку воды от солей тяжелых металлов, непредельных углеводородов, частичек красящих веществ и т. п. Лучшим сорбентом и здесь является активированный уголь, это относится и к различным минералам (шунгиту, цеолиту и др.), специально обработанным опилкам, саже, частичкам



титана и др. На этих сорбентах работают многие бытовые фильтры для воды: «Родничок», «Роса» и др. [19].

При выборе дополнительного метода очистки сточных вод от металлов учитывались такие факторы как : химический состав сточных вод, природные и климатические условия, эффективность метода, экономичность в использовании метода. Всем этим факторам соответствует метод коагуляции очистки сточных вод от металлов [19].

Считаю наиболее эффективным и экономический выгодным методом очистки сточных вод внедрение метода коагуляции в существующую схему очистки. Применение метода коагуляции можно обосновать по следующим факторам:

- экономический выгодный – дешевые коагулянты;
- простота в использовании;
- нет необходимости кардинально менять существующую схему очистки сточных вод;
- отсутствует необходимость разбавления сточных вод чистой водой;
- эффективность очистки сточных вод от металлов превышает 50% [19].

Коагуляция — обработка воды специальными реагентами с целью удаления нежелательных растворенных примесей. Широко распространена при водоподготовке. Обработка ведется соединениями алюминия или железа, при этом образуются твердые нерастворимые примеси, отделяемые обычными способами. Для сточных вод широко применяется электрокоагуляция, при которой вблизи электродов образуются ионы {результат анодного растворения материала электродов), реагирующие с примесями. Так отделяют тяжелые металлы, пианы и др. [19].

Ионообменные методы достаточно эффективны для очистки от многих растворов и даже от тяжелых металлов. Очистка производится синтетической ионообменной смолой и, если ей предшествует механическая очистка, позволяет получить выделенные из воды металлы в виде сравнительно чистых концентрированных солей [19].

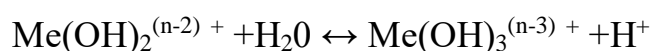
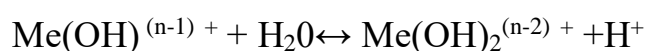
Сточные воды населенных мест на 50-60% состоят из загрязнений, относящихся по физико-химическим свойствам к коллоидным. Коллоидные дисперсные частицы не осаждаются и не задерживаются обычными фильтрами. Их размер условно находится в интервале 1-100 нм. Они образуют устойчивые системы, по внешним признакам сходные с истинными растворами. Характерной особенностью коллоидных частиц является образование двойного электрического слоя, одна часть которого - неподвижная - соприкасается с поверхностью дисперсной частицы, а другая - диффузная - образована ионным облаком. Разность потенциалов между подвижной и неподвижной частями двойного слоя называется электрокинетическим потенциалом ( $\zeta$ , - потенциал). Величина  $\zeta$ , - потенциала определяет величину электростатических сил отталкивания частиц, что обеспечивает устойчивость коллоидной системе [19].

Для повышения эффективности очистки сточных вод от коллоидных загрязнений используют минеральные коагулянты, представляющие гидролизующиеся соли металлов [19].

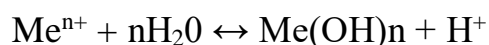
В качестве коагулянтов часто используют сульфат алюминия  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ; алюминат натрия  $NaAlO_2$ ; гидроксохлорид алюминия  $Al_2(OH)_5Cl$ , реже - тетраоксосульфаты алюминия-калия и алюминия-аммония. Широкое распространение получил сульфат алюминия. При коагулировании сульфат алюминия взаимодействует с гидрокарбонатами, имеющимися в воде, образуя малорастворимое основание. В последнее время успешно применяют гидроксохлорид алюминия, для которого требуется меньший щелочной резерв воды [19].

Железосодержащие коагулянты это прежде всего сульфаты двух- и трехвалентного железа:  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{SO})_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Fe}(\text{SO})_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , а также хлорное железо  $\text{FeCl}_3$ . Поскольку железо обладает переходной валентностью, перечисленные реагенты могут применяться не только для коагулирования, но и для проведения реакций окисления-восстановления с последующей седиментацией [19].

Упрощенная схема гидролиза коагулянта может быть представлена следующими стадиями: .



.....



Малорастворимые гидроксиды металлов формируют в воде дисперсную систему с противоположным зарядом, что способствует сближению дисперсных частиц загрязнений и коагулянта. Это вызывает нейтрализацию диффузного слоя и приводит к снижению величины  $\zeta$  - потенциала. Следовательно, коагуляция это нарушение *агрегативной устойчивости* коллоидной системы вследствие уменьшения ее заряда. В результате коагуляции дисперсная система сточных вод может утратить седиментационную устойчивость и стать доступной для эффективного применения разделительных процессов. В этом смысле коагуляция не является методом очистки воды, а лишь подготовительной стадией. Однако, наряду с явлениями коагуляции, образующиеся флоккулы гидроксидов металлов, обладая развитой поверхностью, сорбируют многие дисперсные загрязнения сточных вод. При этом могут извлекаться вещества, не участвовавшие в текущем процессе коагуляции. Следовательно, метод очистки сточных вод, основанный на использовании коагулянтов, необходимо рассматривать как многостадийный [19].

Процесс коагуляции, как отмечалось ранее, включает химические стадии - растворение и гидролиз и стадии физико-химических взаимодействий, которые рассматриваются в специальных курсах. С позиций технологии очистки сточных вод, важно учитывать особенности молекулярно-кинетической, градиентной и гравитационной стадий. Причем две последние усложняются процессами флокуляции и сорбции [19].

Молекулярно-кинетическая стадия коагуляции практически совпадает с периодом распределения раствора коагулянта в объеме смесителя [19].

Стадия градиентной коагуляции происходит в процессе более медленного и продолжительного перемешивания, осуществляемого в камерах хлопьеобразования. Особенность этой стадии коагуляции заключается в столкновении дисперсных частиц при взаимодействии вихревых потоков, возникающих в перемешиваемом объеме воды. Очевидно, что результаты этой стадии существенно зависят от условий перемешивания в сооружении, которые принято определять средним градиентом скорости  $G$ ,  $c^{-1}$  :

$$G = [E/(\tau W\mu)]^{0.5}$$

где  $E$  — энергия, затрачиваемая на перемешивание, Дж;  $X$  - продолжительность перемешивания, с;  $W$  - перемешиваемый объем жидкости, м<sup>3</sup>;  $\mu$  - динамическая вязкость жидкости, Па·с [19].

С увеличением интенсивности смешения сначала наблюдается увеличение размеров хлопьев вследствие ускорения коагуляции, а затем происходит разрушение рыхлых и образование более компактных агрегатов. Поэтому эффективность очистки воды в значительной мере определяется режимом флокулирования [19].

Гравитационная стадия коагуляция имеет место в процессах отделения формирующихся хлопьев - отстаивании, флотации и др. [19].

Стадия адсорбции загрязнений сточных вод на свежесформированной при коагулировании гидроксидной поверхности удовлетворительно описывается закономерностями статической сорбции [19].

Для интенсификации процессов отделения скоагулированных загрязнений применяют реагенты, называемые флокулянтами. Флокулянты могут быть как неорганическими, так и органическими веществами. В последнее время для очистки сточных вод широко применяются высокомолекулярные соединения (ВМС). Молекула ВМС в воде может быть электронейтральна или нести заряд. В последнем случае вещество будет называться полиэлектролитом (ПЭ). Иногда полиэлектролиты полностью выполняют функции коагулянта и флокулянта [19].

Механизм действия флокулянтов заключается в образовании ими с дисперсными частицами трехмерных структур, способных к более быстрому формированию флокул, обладающих хорошими седиментационными свойствами. Причина возникновения трехмерных структур заключается в адсорбции молекул флокулянта одновременно на нескольких частицах с образованием между ними полимерных мостиков [19].

Растворенные органические загрязнения городских сточных вод, на долю которых приходится примерно 20%, характеризуются многообразием компонентов. Изучение состава растворенных органических загрязнений показало, что 62-66% соединений относятся к кислотной группе, 28,4-34,0% — к нейтральной и 8,2-9,6% — к основной [19].

В процессе коагулирования городских сточных вод солями железа или алюминия, с последующим отстаиванием, происходит удаление растворенных органических загрязнений, относящихся к основной группе, на 68-70%, к нейтральной — на 58-62%, кислотной на 10-23%. С учетом адсорбции загрязнений на гидроксидах удаляется 30-40% растворенных органических веществ [19].

Соединения фосфора, находящиеся в растворенном состоянии, в процессе коагулирования образуют слабо растворимые фосфаты алюминия, железа или кальция и выпадают в осадок. Сложные и нерастворимые формы фосфора удаляются путем сорбции на хлопьях гидроксидов [19].

Удаление тяжелых металлов происходит в результате сорбции и соосаждения их гидроксидов, полнота которого зависит от рН сточной воды и свойств самих металлов [19].

Таким образом, в процессе коагулирования и последующего отделения осадков из сточных вод могут быть достаточно полно удалены не только взвешенные вещества, но и органические коллоидные загрязнения, некоторые растворенные загрязнения, в том числе обладающие поверхностно-активными свойствами, соединения фосфора, соли тяжелых металлов и т.д. Коагулирование и отстаивание практически неэффективно в отношении удаления аммонийного азота [19].

Технологические схемы метода коагулирования. Для эффективного проведения процесса коагуляции необходимо обеспечить наиболее благоприятные условия протекания гидролиза коагулянтов и образования прочных хлопьев достаточного размера для их быстрого осаждения или хорошей флотуемости. Смешение коагулянта с водой должно происходить так, чтобы сразу образовывалось большое количество мелких агрегатов, которые впоследствии станут центрами кристаллизации гидроксидов, способствующими формированию крупных хлопьев [19].

В технологии коагулирования используются разные схемы, обеспечивающие наилучшие результаты очистки сточных вод в конкретных условиях. Распространенные приемы коагулирования - непрерывное, прерывное с возвратом [19].

По схеме "непрерывное" раствор коагулянта подают в очищаемую воду непрерывно в начало смесителя. Эффективность коагулирования в этом случае будет сильно зависеть от системы управления процессом, которая должна быстро реагировать на изменение состава и количества поступающей воды [19].

Интенсификацию коагулирования достигают возвратом части ранее с коагулированных и отделенных примесей (схема "непрерывное с возвратом части осадков"). Рециркуляция способствует ускорению процесса и

образованию более плотных хлопьев. Различают рециркуляцию по внутреннему и наружному контурам. При рециркуляции по внутреннему контуру образовавшиеся хлопья возвращают в место подачи коагулянта без вывода их из рециркуляционной емкости. В случае рециркуляции по наружному контуру предусматривается отвод шлама из камер хлопьеобразования, осветлителей, отстойников, фильтров или флотаторов и возврат в смеситель [19].

Введение реагентов в относительно небольшой объем очищаемой воды, а затем быстрое смешение с остальной ее частью интенсифицирует и (схема "раздельное"). Это происходит вследствие более быстрого начала формирования хлопьев при повышенных концентрациях коагулянта в отделенной части потока сточных вод. В результате такой обработки образуются крупные и плотные хлопья, что повышает степень осветления воды [19].

Эффективным способом коагулирования является дробное, при котором реагенты добавляют к очищаемой воде несколькими порциями или последовательно вводят различные коагулянты (схема "дробное"). В этом случае получают полидисперсные агрегаты коагулянта, а также увеличивается период существования положительно заряженных полиядерных гидроксо-комплексов, в результате чего интенсифицируется процесс коагуляции [19].

Периодическое коагулирование (схема "прерывистое") основано на совмещении раздельного и дробного способов. Периоды подачи увеличенных доз коагулянта чередуются с периодами полного прекращения коагулирования. В результате такой обработки происходят колебания рН, что в ряде случаев благоприятно влияет на зарождение центров коагуляции в сточных водах со сложной структурой загрязнений [19].

Сооружения для коагулирования сточных вод. Коагулянты смешивают с обрабатываемой сточной водой в смесителях. Применяют перегородчатые,

дырчатые, шайбовые и вертикальные смесители, а также механические с пропеллерными или лопастными мешалками [19].

Процесс хлопьеобразования осуществляют в сооружениях смешения при среднем градиенте скорости  $Gr=50-60 \text{ с}^{-1}$ . По виду движения потока камеры хлопьеобразования могут быть водоворотные, перегородчатые, вихревые, а также с механическим перемешиванием [19].

Перегородчатые камеры могут быть горизонтальными и вертикальными. В горизонтальной камере сточная вода протекает по нескольким последовательно соединенным коридорам. Перемешивание осуществляется за счет восьми — десяти поворотов [19].

Водоворотная камера хлопьеобразования представляет собой цилиндр, в верхнюю часть которого из смесителя вводится сточная вода через диаметрально расположенные сопла с противоположным направлением выхода струи. При скорости выпуска воды из сопел 2—3 м/с в камере поддерживается вращательное движение. В нижней части камеры перед выходом в отстойник находятся гасители вращательного движения воды [19].

Вихревая камера хлопьеобразования представляет собой конический или цилиндрический расширяющийся кверху резервуар с нижним впуском сточной воды. Угол наклона стенок камеры к горизонту около  $70^\circ$  [19].

В камерах хлопьеобразования, оборудованных лопастными мешалками, продолжительность пребывания воды - 20-30 мин, а скорость движения воды 0,15-0,2 м/с [19].

Последующее осветление сточной воды производится в горизонтальных, радиальных и вертикальных отстойниках, осветлителях со взвешенным слоем осадка или флотаторах. Для очистки городских сточных вод наиболее целесообразной является двухступенчатая схема отстаивания сточных вод. На I ступени осуществляется простое отстаивание в отстойнике без коагулянта, на II ступени - обработка сточных вод коагулянтами и флокулянтами с последующим отстаиванием в отстойнике [19].



В сточных водах железо находится в основном в виде комплексных органических соединений и гидроксида. Марганец также образует органические комплексы. Все эти соединения хорошо удаляются в процессе коагуляции при условии предварительного разрушения органических комплексов окислителями. Таким образом, изъятие из поверхностных вод соединений железа и марганца осуществляется одновременно с осветлением и обесцвечиванием воды. Контроль в этом случае дополняется определением железа и марганца на всех стадиях обработки воды, во всех пробах, отбираемых для краткого анализа [19].

В сточных водах железо присутствует в растворенном состоянии, в основном в виде бикарбоната двухвалентного железа [19].

Железо в сточных водах удаляют фильтрованием в сочетании с предварительной обработкой, в задачу которой входит перевод  $Fe^{2+}$  в форму  $Fe^{3+}$ . Процесс окисления может быть осуществлен кислородом воздуха, хлором, перманганат калия. Выбор метода предварительной обработки зависит от концентрации и формы, в которой железо присутствует в воде, наличия сопутствующих примесей, требуемой эффективной очистки и производится на основании результатов пробного обезжелезивания [19].

Образовавшееся в результате окисления трехвалентного железа гидрализуется с образованием гидроксида, удаляемого из воды в процессе фильтрации:



Скорость процесса зависит от наличия достаточного количества  $O_2$  и возрастает при увеличении значения pH [19].

Технологический процесс должен быть направлен на поддержание оптимальных условий для окисления железа. Контролируют расход воздуха и концентрацию кислорода в воде или дозу окислителя, а так же количество сточной воды до и после обработки [19].

Если концентрация в воде не превышает 10 мг/л,  $\text{pH} \geq 6,7$  щелочность  $\text{Щ} \geq 1$  и окисляемость не более 6-7 мг/л  $\text{O}_2$ . Обезжелезивание осуществляется методом упрощенной аэрации с фильтрованием. Сточная вода обогащается кислородом при изливе из подающего трубопровода с высоты 0,5-0,6 м в распределительную камеру фильтров. При фильтрации воды через зернистый слой загрузки на поверхности зерен образуется каталитическая пленка, состоящая в основном из гидроксида железа. Эта пленка интенсифицирует процесс окисления и выделения железа из сточной воды. Для образования каталитической пленки необходимо присутствие в сточной воде растворенного  $\text{O}_2$  в количестве 0,6-0,9 мг на 1 мг  $\text{Fe}^{2+}$  [19].

Особое внимание при эксплуатации установки необходимо уделить на своевременность промывки фильтрующей загрузки, так как накопление осадка на поверхности ухудшает режим работы. Фильтры промывают очищенной водой в течении 6-7 мин при интенсивности подачи сточной воды 14-18 л/с на 1 м<sup>2</sup> поверхности и не реже 1-2 раз в сутки [19].

Промывные воды с содержанием железа 100-120 мг/л отстаивают в течении 3ч и повторно используют, добавляя их к холодной воде в количестве 10%. Контроль за процессом отстаивания осуществляют аналогично контролю за процессом, происходящим в отстойниках на очистных станциях: необходимо замерить слой накопившегося осадка, определить его влажность, обеспечивать своевременную выгрузку осадка на площадки для подсушки. Влажность выгруженного осадка будет составлять примерно 92-94% [19].

В процессе эксплуатации обезжелезующих установок необходимо отбирать пробы исходной очищенной воды. Результаты расчетов приведены в таблице 11.

Таблица 11 - Расчеты очистки сточных вод с методом коагуляции [20]

№	Наименование металлов	ПДС, мг/л	До очистки методом коагуляции	После очистке методом коагуляции
1	Железо общее	0,1	2,24	1,12
2	Медь	0,001	0,07	0,03
3	Никель	0,001	0,24	0,12
4	Хром6+	0,02	0,39	0,19

Исходя из выше изложенного при очистке сточных вод применяя метод коагуляции в процентном отношении эффективность очистки составляет примерно 50% [20]

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ВМ82	Шалимова Кристина Игоревна

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

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оценка стоимости материально-технических и человеческих ресурсов лабораторных и камеральных работ при проведении химических и микробиологических анализов проб воды и обработке полученных данных
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Налоговый кодекс РК</li> <li>• Кодекс РК о здоровье народа и системе здравоохранения</li> <li>• Гражданский кодекс РК</li> <li>• Бюджетный кодекс РК</li> </ul>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<p>1. Амортизационные отчисления – 20%;</p> <p>2. Налог на добавленную стоимость – 12%;</p> <p>3. Накладные расходы – 15%</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<i>1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Выполнение анализа конкурентных технических решений
<i>2. Разработка устава научно-технического проекта</i>	Определить цели и результаты работы, составить организационную структуру
<i>3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Составление плана проведения работ,</li> <li>• расчет основных статей расходов,</li> </ul> <p>определение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• этапов выполнения работ,</li> <li>• трудоемкость этапов работ,</li> <li>• подсчет затрат на выполнение работ,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• разработка графика Ганта (календарного план-графика проекта),</li> <li>• выполнение SWOT-анализа</li> </ul>
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Выполнение расчёта интегрального показателя ресурсоэффективности, чистой текущей стоимости, дисконтированного срока окупаемости

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

1. Карта сегментирования рынка;
2. Оценка конкурентоспособности технических решений;
3. Матрица-SWOT;
4. Календарный план-график (диаграмма Ганта) и бюджет ВКР;
5. Организационная структура работ проекта;
6. Расчёт денежного потока.

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Маланина Вероника Анатольевна	к.э.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ82	Шалимова Кристина Игоревна		

## **10 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Вода – важнейшая составная часть всего живого на земле. Все жизненно важные процессы в организме человека протекают в водной среде благодаря свойствам воды. Экологическая безопасность питьевой воды – главного пищевого продукта человечества во многом определяет состояние здоровья населения.

Источником водоснабжения города Семей являются подземные и поверхностные воды реки Иртыш.

Целью написания магистерской диссертации является изучение структуры водоснабжения и водоотведения города Семей.

Для достижения указанной цели были решены следующие задачи: изучены физико-географические характеристики территории, химический и микробиологический состав источников питьевого водоснабжения, структура водоснабжения города Семей, работа очистных сооружений на предприятии «Семей Водоканал»; дана оценка качества воды и эффективности функционирования систем водоснабжения и работы очистных сооружений на предприятии «Семей Водоканал».

Целью данного раздела является оценка перспективности и успешности данного проекта по отношению к решениям, которые предлагает рынок конкуренции. Для достижения данной цели нам следует оценить этот рынок конкуренции, определить потенциальных потребителей, провести анализ выполненных работ и подсчитать затраты на данный проект.

Основными затратами данной работы является проведение химического анализа воды в лаборатории.

## **10.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Разработка, которой посвящена данная работа, представляет собой оценку качества и целесообразность выбора источников питьевого водоснабжения, широко используемых населением на территории города Семей.

Исходя из особенностей качества питьевых вод и характеристик источников, используемых населением, можно судить о круге лиц, которые будут потенциально заинтересованы в осведомленности химического состава и выбора источника для питьевых вод. Целевым рынком нынешней разработки являются жители города Семей.

Для анализа и определения потребителей результатов проведенного исследования необходимо рассмотреть, изучить и проанализировать целевой рынок и провести его сегментирование.

## **10.2 Анализ конкурентных решений**

Данное разработанное решение направлено на целесообразность выбора источника питьевого водоснабжения, определенного жителя, временно или постоянно проживающего на данной территории, с учетом финансовой возможности и индивидуальных потребностей.

В качестве конкурентов были рассмотрены:

1. Организация по бурению индивидуальных скважин на воду – «Семейгидрогеология»
2. Фирма по заказу бутилированной воды – «Чистая вода»;
3. Фирма по предоставлению индивидуальных фильтров – «Аквафор»;

Экспертная оценка основных технических характеристик данных организаций представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

	Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
			Бф	Бк1	Бк2	Бк3	Кф	К1	К2	К3
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>										
1	Повышение производительности труда пользователя	0,3	5	4	2	3	1,5	1,2	0,6	0,9
2	Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,05	5	4	2	4	0,25	0,2	0,1	0,2
3	Помехоустойчивость	0,02	4	4	2	5	0,08	0,08	0,04	0,1
4	Энергоэкономичность	0,02	4	2	1	1	0,08	0,04	0,02	0,02
5	Надежность	0,05	4	3	5	4	0,2	0,15	0,25	0,2
6	Потребность в ресурсах памяти	0,01	3	1	1	1	0,03	0,01	0,01	0,01
7	Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,14	5	5	3	2	0,7	0,7	0,42	0,28
8	Простота эксплуатации	0,14	5	3	5	5	0,7	0,42	0,7	0,7
9	Качество пользовательского интерфейса	0,03	4	4	5	5	0,12	0,12	0,15	0,15
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>										
1	Конкурентоспособность продукта	0,01	5	4	4	4	0,05	0,04	0,04	0,04
2	Уровень проникновения на рынок	0,06	1	4	3	5	0,06	0,24	0,18	0,3
3	Цена	0,04	4	3	4	4	0,16	0,12	0,16	0,16
4	Послепродажное обслуживание	0,08	5	5	4	3	0,4	0,4	0,32	0,24
5	Финансирование научной разработки	0,04	5	1	1	1	0,2	0,04	0,04	0,04
6	Срок выхода на рынок	0,01	4	3	4	5	0,04	0,03	0,04	0,05
	<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>63</b>	<b>50</b>	<b>46</b>	<b>52</b>	<b>4,93</b>	<b>3,79</b>	<b>3,07</b>	<b>3,39</b>



Исходя из проведенного анализа можно сделать вывод, что использование фильтров для воды, а так же привоз бутилированной воды имеют схожие показатели конкурентоспособности. Бутилированная вода имеет самый низкий коэффициент конкурентоспособности. Когда бутылка заканчивается, нет ничего проще, чем заказать еще одну, или даже договориться с компанией-поставщиком о регулярности доставки без предварительных звонков. Но стоит учитывать отсутствие полезных для человеческого организма минералов, которые исчезают во время очистки воды.

Вода в водозаборных колонок не пригодна для питья в чистом виде. Местные жители, с низким уровнем жизни, не имеющие возможность пробурить частную скважину или заказывать бутилированную воду на постоянной основе, широко применяют фильтры - кувшины для очистки воды. Фильтр-кувшин не требует подключения к водопроводу и может использоваться в любом, удобном месте. За счет демократичной цены доступен почти каждому человеку, в отличие от сложных и соответственно дорогостоящих очистительных установок. Важный недостаток этого устройства – частая замена картриджей, которые зачастую стоят дорого, что негативно сказывается, например, на бюджете молодой семьи. Маленькие размеры кувшина фильтруют от 1,5 до 3 литров жидкости за один раз, что нерентабельно для большой семьи.

Наибольшим показателем конкурентоспособности обладают частные скважины. Основным достоинством данного источника питьевого водоснабжения являются функциональная мощность и удобство в эксплуатации. Вода в скважинах не содержит патогенную микрофлору и поверхностные загрязнения, длительный срок службы. Скважина обеспечивает постоянное поступления воды в независимости от сезона, засухи и прочего, если используется ручной насос, то подача воды не зависит от электроэнергии.

Однако, как и два предыдущих конкурента, данный источник не удовлетворяет всем требованиям. Бурение проводят лишь специалисты, на

проведение работ нужно получить разрешение, необходимым является и лицензирование источника, и внесение его в реестр, а так же высокая стоимость обустройства. Нередко характерна высокая минерализация воды, поэтому необходим мониторинг подземных вод и дополнительная очистка.

Преимуществом разбора источников питьевого водоснабжения является целесообразность выбора для каждого местного жителя села, а так же осведомленность химического состава воды, которую они употребляют. Обеспечение населения чистой питьевой водой во всем мире является актуальной и приоритетной проблемой. Несмотря на то, что водоснабжение осуществляется в основном за счет подземных источников, около 50% Казахстана используют для питьевых нужд воду, которая не соответствует гигиеническим нормам по широкому спектру показателей качества воды. Особенно неудовлетворительно обстоят дела с качеством питьевой воды в сельских районах.

### **10.3 SWOT-анализ**

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды разрабатываемого проекта. Матрица составляется на основе анализа рынка и конкурентных технических решений, и показывает сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы для разработки.

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 (табл. 13).

Таблица 13 - SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
	<p>С1. Автоматизация процесса определения химических и микробиологических компонентов.</p> <p>С2. Наличие масс-спектрометрии с индуктивной связанной плазмой.</p> <p>С3. Экономичность и надежность выполненных анализов.</p> <p>С4. Стоимость работ ниже по сравнению с другими лабораториями.</p> <p>С5. Наличие высококвалифицированных специалистов.</p> <p>С6. Наличие аккредитации.</p>	<p>СЛ1. Низкий уровень проникновения на рынок.</p> <p>СЛ2. Недостаточное финансирование лаборатории.</p> <p>СЛ3. Низкая энергоэкономичность.</p> <p>СЛ4. Временами происходящие сбои в оборудовании.</p>
<b>Возможности</b>	<p>В1С5. Расширение методов работы лаборатории может быть достигнуто за счет высокой квалификации специалистов.</p> <p>В2В3В4С1С2С3С4. Автоматизация процесса работы, наличие сложного оборудования, качество работы и их низкая стоимость позволят увеличить конкурентоспособность.</p>	<p>В1В2В3В4СЛ2. Увеличение конкурентоспособности и расширение возможности лаборатории приведут к дополнительным затратам.</p>
<p>В1. Расширить методы работы лаборатории. В2. Увеличить конкурентоспособность.</p> <p>В3. Выйти на широкий рынок.</p> <p>В4. Появление рекламной компании.</p> <p>В5. Увеличение стоимости до уровня незначительно, но ниже, чем у конкурентов.</p> <p>В6. Увеличение энергоэкономичности.</p>		

<b>Угрозы</b>		
У1. Несвоевременное финансирование. У2. Уменьшение спроса на услуги. У3. Высокая конкуренция. У4. Медленное выполнение анализов. У5. Введения дополнительных государственных требований к аккредитации лаборатории.	У1У2У3С1. Своевременное финансирование лаборатории позволит повысить качество работы и конкурентоспособность. У5С5. Наличие высококвалифицированных специалистов, которые своевременно повышают квалификацию, способствует к адаптации к нововведениям условий аккредитации.	У1СЛ1. Несвоевременное финансирование способствует уменьшению конкурентоспособности на рынке. У2У3СЛ2СЛ2. Спрос будет уменьшаться из-за слабой рекламы на широком рынке и, соответственно, из-за высокой конкуренции. У5СЛ2. Из-за недостаточного финансирования лаборатории могут возникнуть проблемы с аккредитацией.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 14 - Интерактивная матрица проекта

<b>Сильные стороны проекта</b>							
<b>Возможности проекта</b>		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	-	-	-	-	+	0
	B2	+	+	+	+	-	0
	B3	-	-	+	+	+	+
	B4	+	+	+	+	+	+
	B5	+	+	0	+	+	0
	B6	+	-	0	+	-	-
<b>Слабые стороны проекта</b>							
<b>Возможности проекта</b>		СЛ1	СЛ2	СЛ3	СЛ4		
	B1	+	+	-	-		
	B2	+	+	-	0		
	B3	+	+	-	-		
	B4	-	+	-	-		
	B5	-	+	-	-		
	B6	-	+	+	-		
<b>Сильные стороны проекта</b>							
<b>Угрозы</b>		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	-	-	-	-	0	-
	У2	-	-	-	-	-	-

проекта	У3	+	+	+	+	+	+
	У4	-	-	-	0	-	-
	У5	-	-	0	-	+	+
<b>Слабые стороны проекта</b>							
Угрозы проекта		СЛ1	СЛ2	СЛ3	СЛ4		
	У1	+	+	+	-		
	У2	+	+	-	-		
	У3	+	+	+	-		
	У4	-	-	-	+		
	У5	-	+	0	-		

#### 10.4 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 необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта. Перечень вопросов приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	2	2
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	4

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	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	1
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	49	45

Итоговые значения проработанности научного проекта и знания у разработчика лежат в диапазоне от 44 до 49, что говорит о средней перспективности проекта. Многие аспекты вывода продукта на рынок не были учтены, а также проявляется недостаток знаний. Следовательно, требуется дополнительные затраты на наём или консультации у соответствующих специалистов.

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

Перспективность данного научного исследования выше среднего, поэтому не все аспекты рассмотрены и изучены. Таким образом, для организации предприятия этого недостаточно. Но так как основной научно-технический задел определен, этого достаточно для коммерциализации следующих методов: Торговля патентной лицензией (продажа разработки исследования третьим лицам), которая позволяет прийти к сотрудничеству с зарубежными странами, что повысит эффективность исследования, за счет обмен опытом работы ; инжиниринг. Степени проработанности научного

проекта и уровень знаний разработчика достаточно для реализации пунктов, которые были выбраны.

### 10.5 Инициация проекта

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.

#### Цели и результаты проекта

Таблица 16 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидание заинтересованных сторон
Администрация города Семей	Получение результата, способствующего оптимизации рационального водопользования и ресурсосбережению действующего производства; Развитие и укрепление связей с университетом в области совместных научных разработок.
Университет	Продвижение статуса учебного заведения, повышение репутации
Научное объединение (студенты, магистранты, аспиранты, преподаватели)	Коммерческое продвижение проекта; Развитие и укрепление связей с Администрацией города Семей, в дальнейшем совместное сотрудничество; Освоение принципиально новой (для научной группы) области исследования; Получение прибыли со своего проекта
Научный руководитель, студент	Выполненная выпускная квалификационная работа

Цели и результат проекта представлены в таблице 17:

Таблица 17 – Цели и результат проекта

<b>Цели проекта:</b>	Изучение пространственно-временного изменения химического и микробиологического состава подземных и поверхностных вод реки Иртыш и выбор целесообразного источника для питьевого водоснабжения населения; Составление базы данных химического и микробиологического состава подземных вод исследуемой территории за период времени с 2009 по 2019 гг.
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	Создание рекомендации, на основе которых можно будет выбрать наиболее приемлемый и целесообразный источник питьевого водоснабжения, опираясь на изученный химический и микробиологический состав
<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	Все запланированные отборы проб и мероприятия по проекту проведены, общая продолжительность проекта не превышает планируемой, начало и окончание отдельных этапов проекта выполнено в установленные сроки. Лаборатория соответствует государственным стандартам, оборудование имеет лицензии и гарантии эксплуатации
<b>Требования к результату проекта:</b>	<b>Требование:</b> Максимальное соответствие критериям приемки результата проекта, хранение результатов химического и микробиологического состава питьевых источников города Семей

### Организационная структура проекта

Таблица 18 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функция
1	Наливайко Н.Г доцент ОГ ИШПР, НИ ТПУ	Руководитель проекта	Координирование проекта, консультирование



2	Шалимова К.И., магистрант ОГ ИШПР	Исполнитель проекта	Сбор и анализ литературных данных, анализ предоставленных материалов, выполнение научной работы
3	Маланина В.А., ОСГН ШБИП, доцент	Эксперт проекта	Консультация по вопросам ресурсоэффективности и ресурсосбережения при реализации проекта
4	Скачкова Л.А., ООД ШБИП, ст. преподаватель	Эксперт проекта	Консультация по вопросам охраны труда и экологической безопасности при реализации проекта

### **Ограничения и допущения проекта**

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованными в рамках данного проекта. Информация представлена в Таблице - 19.

Таблица 19 – Ограничения проекта

<b>Фактор</b>	<b>Ограничения</b>
1.2.3.1 Бюджет проекта	332630 рублей
1.2.3.1.1 Источник финансирования	НИ ТПУ
1.2.3.2 Сроки проекта	01.01.2020 – 31.05.2020
1.2.3.2.1 Фактическая дата утверждения плана управления проектом	12.12.2019
1.2.3.2.2 Плановая дата завершения проекта	31.05.2020

## **10.6 Планирование управления научно-техническим проектом**

### **Иерархическая структура работ проекта**

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.

### План проекта

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в виде таблицы 19 с разбивкой по месяцам и декадам за период времени выполнения научного проекта. Работы на графике выделены различным цветом в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 20 – Календарный план-график проведения работы

Код работ (из ИС Р)	Вид работ	Исполнители	Т к, дн и.	Продолжительность выполнения работ																	
				Янв.			Февр.			Март			Апр.			Май.			Июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
1	Определение темы магистерской диссертации	Р, И	4	■																	
2	Изучение литературы	И	30		■	■	■														
3	Описание требований	Р	10																		
4	Подготовка к эксперименту и разработка плана работ	Р, И	36																		



выполнения работ по данной теме. Перечень материалов, необходимых для проведения данного эксперимента, приведены в таблице 21.

Таблица 21 - Перечень и затраты на материалы, использованные в эксперименте

Материалы	Количество (шт.)	Цена за ед., в руб	Сумма, руб.
Пипетка механический дозатор	6	4300	25800
Стеклоанная колба	20	600	12000
Стеклоанная банка	20	200	4000
Одноразовые перчатки	100	3	300
Халат	1	1000	1000
Одноразовые маски	100	2	200
Одноразовые фартуки	100	6	600
Одноразовые шапочки	100	2	200
Пластиковые цилиндры	40	20	800
Сито	3	100	300
Сменная обувь	1	100	100
Пипетка одноканальная	1	4000	4000
Съёмные наконечники для пипеток	200	2	400
Пластиковый контейнер (50 мл.)	20	20	400
Пластиковый контейнер (1 л.)	20	100	2000
Измерительный цилиндр	4	500	2000
Компрессор	1	700	700
<b>ИТОГО</b>			54800

Таблица 22 – Затраты на электроэнергию

Название прибора	Количество, шт.	Потребляемая мощность, кВт	Часы работы	Тариф за 1 кВт-час, руб.	Стоимость электроэнергии, руб.
Холодильник	1	0,7	1068	2,39	1786,764
Дистиллятор	1	0,65	840	2,39	1304,94
Компьютер	1	0,4	972	2,39	929,232
<b>ИТОГО</b>					4020,936

Общие затраты на материалы составляют 58821 рублей.

### **Основная заработная плата**

Размер основной заработной платы устанавливается исходя из трудоемкости и средней заработной платы за один день. 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.

Таблица 23 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Трудоемкость, чел.-дни	Количество рабочих месяцев	Оклад за месяц, руб.	Сумма, руб.
руководитель	151	5	28900	144500
исполнитель	151	5	1854	9270
Итого:				276786

Срок реализации проекта составляет 5 месяцев.

Статья заработной платы включает основную заработанную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_{раб},$$

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м*М}}{Fд}$$

где  $Z_m$  – 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;  $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно–технического персонала, раб. дн.

За период с январь 2019 по май 2019 количество дней:  $31+28+31+30+31=151$ . Согласно производственным календарям за 2018 и 2019 годы при шестидневной рабочей неделе количество выходных и праздничных дней:  $11+5+6+4+7=33$ . Таким образом, действительный фонд рабочего времени составляет 118 дней.

Таблица 24 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	151	151
Количество нерабочих дней при шестидневной рабочей неделе (выходные дни +праздничные дни)	33	33
Потери рабочего времени – невыходы по болезни	0	0
Действительный фонд рабочего времени	118	118

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_b * k_p,$$

где  $Z_b$  – базовый оклад, руб.;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3.

Таблица 25 – Расчет основной заработной платы

Участники	$Z_b$	$k_p$	$Z_m$ , руб	Тр, раб.дн	Итого, руб.
Руководитель	28900	1,3	37570	151	187850
Исполнитель	17000	1,3	22100	151	110500

### ***Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала***

#### *Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала*

Дополнительная заработная плата включает оплату за непроработанное время (очередной и учебный отпуск, выполнение государственных обязанностей, выплата вознаграждений за выслугу лет и т.п.) и рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы:

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

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

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты ( $k_{\text{доп}} = 0,1$ );

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

Для руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = 37570 * 0,1 = 3757 \text{ рублей}$$

В таблице 26 приведен расчёт основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 26 – Заработная плата исполнителей НТИ, руб

Заработная плата	Руководитель	Исполнитель
Основная, руб	37570	110500
Дополнительная, руб	3757	-
Итого по статье Сзп, руб	151827	
Итого за весь период НТИ	759135	

#### ***Отчисления на социальные нужды***

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды. Отчисления на социальные нужды будут взиматься только с заработной платы руководителя.

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

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2% (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

$$C_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot (37570 + 3757) = 12480,7 \text{ руб.}$$

### ***Накладные расходы***

В статью «накладные расходы» включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. В НИ ТПУ они составляют 15% от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала, соц. отчислений, затрат на сырье и материалы данной научно-технической организации.

$$C_{\text{накл}} = 0,15 \cdot (218656 + 4020,936 + 12398,1) = 35261,25 \text{ руб.}$$

### ***Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями***

В данном разделе рассчитывается стоимость контрагентных работ, т.е. работ, выполненных сторонними организациями и предприятиями по заказу данной научно-технической организации.

Таблица 27 - Контрагентские расходы

Определяемые компоненты	Ед. измерения	Кол-во	Стоимость анализа, руб	Общие затраты	НДС (12%)	Цена с учётом НДС, руб
рН	проба	21	101	2121	254,5	2375,5
Углекислота свободная	проба	21	45	945	113,4	1058,4
Нитрит-ион	проба	21	171	3591	430,92	4021,9
Нитрат-ион	проба	6	250	1500	180	1680
Аммоний-ион	проба	21	336	7056	846,7	7902,7
Фосфат-ион	проба	5	157	785	94,2	879,2
Гидрокарбонат-ион	проба	21	154	3234	388,08	3622
Сульфат-ион	проба	21	231	4851	582,12	5433,1
Хлорид-ион	проба	21	230	4830	579,6	5409,6
Кальций	проба	21	182	3822	458,64	4280,6
Магний	проба	21	112	2352	282,24	2634,2
Натрий	проба	21	252	5292	635,04	5927,04
Калий	проба	21	252	5292	635,04	5927,04



Комплекс из 60 элементов (от лития до тория)	проба	21	2000	42000	5040	47040
Расчет и оформление анализа	проба	21	275	5775	693	6468
Итого				93446	11213,4	104659,2

### ***Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.***

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

### ***Сводная смета затрат на проведение эксперимента***

Сводная смета затрат на проведение эксперимента представлена в таблице 28.

Таблица 28- Сводная смета затрат на проведение эксперимента

№	Сводная смета затрат на проведение эксперимента					
	Сырье, материалы	Заработная плата	Амортизация оборудования	Отчисления на социальные нужды	Накладные расходы	<b>Итого</b>
1	58821	218656	7493,7	12398,1	35261,25	332630
2	60500	250000	8450,3	16500	40578,15	376028,4

В результате было получено, что бюджет затрат НТИ составит 332630. При этом затраты у конкурентов составляют 376028,4 рублей, из чего можно сделать вывод что данное исследование будет экономичней, чем у конкурентов.

### ***Затраты на оборудование и амортизацию***

В нашем случае, стоимость оборудования, используемого при выполнении научного проекта, учитывается в виде амортизационных отчислений, так как все необходимое оборудование уже имеется в организации. Затраты на стоимость приборов и амортизацию приведены в таблице 18.

Таблица 29 – Перечень оборудования использованного при проведении эксперимента

Название прибора	Кол-во (шт.)	Цена за ед., в руб.	Сумма, руб.	Срок службы, год	Срок использования, дни	Амортизация
Холодильник	1	42000	42000	10	151	1743
Дистилятор	1	40000	40000	7	151	2380
Компьютер	1	41000	41000	5	151	3403
<b>ИТОГО</b>			123000			<b>7526</b>

$$K = (1/n) * 100\%$$

где K - норма амортизации в процентах к первоначальной (восстановительной) стоимости объекта амортизируемого имущества;

n - срок полезного использования данного объекта амортизируемого имущества, выраженный в месяцах.

$$K(\text{холодильник}) = (1/120) * 100\% = 0,83\%$$

$$K(\text{дистилятор}) = (1/84) * 100\% = 1,19\%$$

$$K(\text{компьютер}) = (1/60) * 100\% = 1,66\%$$

Сумма ежемесячных амортизационных отчислений составит:

$$\text{Холодильник} - (42000 * 0,83\%) * 5 = 1743 \text{ руб.}$$

$$\text{Дистилятор} - (40000 * 1,19\%) * 5 = 2380 \text{ руб.}$$

$$\text{Компьютер} - (41000 * 1,66\%) * 5 = 3403 \text{ руб.}$$

### Организационная структура проекта

В практике используется несколько базовых вариантов организационных структур: функциональная, проектная, матричная.

Для выбора наиболее подходящей организационной структуры можно использовать таблицу 30.

Таблица 30 – Выбор организационной структуры научного проекта

Критерии выбора	Функциональная	Матричная	Проектная
Степень неопределенности условий реализации проекта	Низкая	Высокая	Высокая
Технология проекта	Стандартная	Сложная	Новая
Сложность проекта	Низкая	Средняя	Высокая

<b>Взаимозависимость между отдельными частями проекта</b>	Низкая	Средняя	Высокая
<b>Критичность фактора времени (обязательства по срокам завершения работ)</b>	Низкая	Средняя	Высокая
<b>Взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня</b>	Высокая	Средняя	Низкая

Выполнение данного исследования можно представить в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура представлена на рисунке ниже.

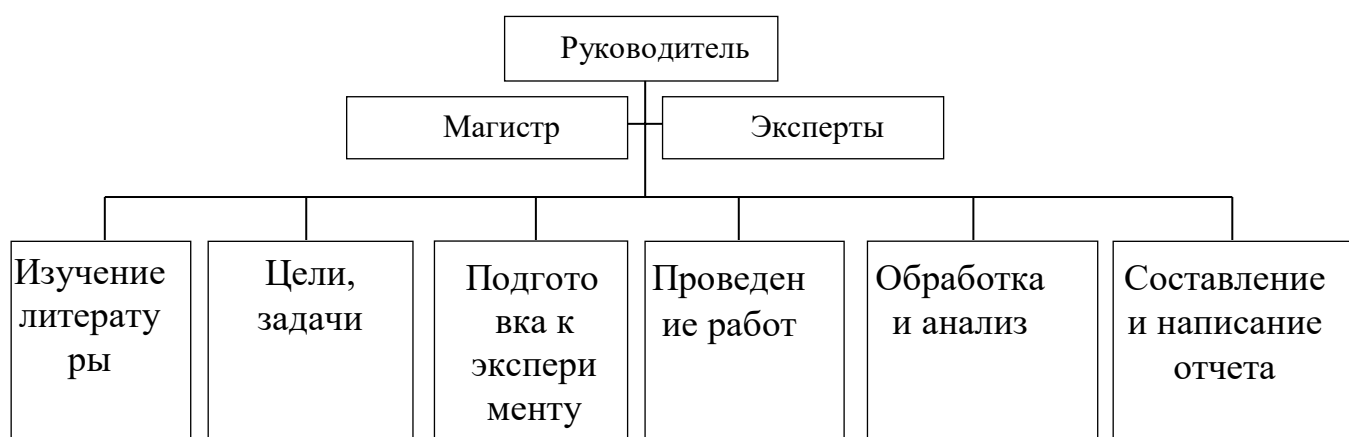


Рисунок 3 – Организационная структура проекта

### План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта. Пример плана управления коммуникациями приведен в таблице 31.

Таблица 31 – Пример плана управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно
2	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно (пятница)

3	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю, экспертам	Не позже сроков графиков и контрольных точек
4	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

### Реестр рисков проекта

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

Таблица 32 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска*	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Погодные условия	Не позволяют добраться до места отбора проб	4	3	средний	Оперативно сообщить всем заинтересованным лицам о переносе, либо наличие специальной униформы	Ухудшение погодных условий
2	Неточность анализа воды	Некорректный отбор проб воды	2	3	низкий	Подача на апелляцию в случае сомнения достоверности данных	Неисправность и изношенность приборов
3	Сбои в работе оборудования	Некорректные результаты расчетов	4	4	средний	Устранение неполадок, ремонт оборудования	Сбой компьютера
4	Погрешность расчетов	Некорректные экспериментальные данные	3	4	низкий	Проверка правильности расчетов	Невнимательность

## 10.7 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

### Чистая текущая стоимость (NPV)

Данный метод основан на сопоставлении дисконтированных чистых денежных поступлений от операционной и инвестиционной деятельности.

Если инвестиции носят разовый характер, то NPV определяется по формуле

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

где ЧДП<sub>опт</sub> – 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).

Чистая текущая стоимость является абсолютным показателем. Условием экономичности инвестиционного проекта по данному показателю является выполнение следующего неравенства:  $NPV > 0$ .

Чем больше NPV, тем больше влияние инвестиционного проекта на экономический потенциал предприятия, реализующего данный проект, и на экономическую ценность этого предприятия.

Таким образом, инвестиционный проект считается выгодным, если NPV является положительной.

Таблица 33 - Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1.	Выручка от реализации, тыс.руб.	0	409,367	409,367	409,367	409,367
2.	Итого приток, тыс.руб.	0	416,8589	416,8589	416,8589	416,8589
3.	Инвестиционные издержки, тыс.руб.	- 325,136	0	0	0	0
4.	Операционные затраты, тыс. руб. С+Ам+ФОТ	0	297,368	297,368	297,368	297,368
5.	Налогооблагаемая прибыль		111,999	111,999	111,999	111,999
6.	Налоги, тыс. руб Выр-опер=донал.приб*20%	0	22,3998	22,3998	22,3998	22,3998
7.	Итого отток, тыс.руб. Опер.затр.+налоги	- 325,136	319,766	319,766	319,766	319,766
8.	Чистый денежный поток, тыс. руб. ЧДП=Пчист+Ам Пчист=Пдонал.-налог	- 325,136	97,0929	97,0929	97,0929	97,0929
9.	Коэффициент дисконтирования (приведения при $i = 20\%$ )	1,0	0,833	0,694	0,578	0,482
10.	Дисконтированный чистый денежный поток, тыс.руб. (с8*с9)	- 325,136	80,878	67,382	56,119	46,798
11.	То же нарастающим итогом, тыс.руб. ( NPV=-73,959 тыс.руб.)	- 325,136	-244,258	-176,876	-120,757	-73,959

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет -73,959 тыс. рублей, что указывает на то, что проект является не выгодным.

### 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.

Рассчитывается данный показатель примерно по той же методике, что и простой срок окупаемости, с той лишь разницей, что последний не учитывает фактор времени.

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

Таблица 34 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1.	Дисконтированный чистый денежный поток ( $i = 0,20$ )	-325,136	80,878	67,382	56,119	46,798
2.	То же нарастающим итогом	-325,136	-244,258	-176,876	-120,757	-73,959
3.	Дисконтированный срок окупаемости	$PP_{диск} = 1 + 244,258 / 67,382 = 3,64$ года				

### 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 как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

где  $I_p$  - интегральный финансовый показатель разработки;

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

$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно- исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

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

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p$$

Где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта приведена в таблице ниже, где текущий проект – это изучение химического состава воды и выбор целесообразного источника для питьевого водоснабжения. Химический состав воды определяется лабораторией при ГКП «Семей Водоканал», аналог – лаборатория конкурентов.

Таблица 35 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки		Показатель ресурсоэффективности	
		Текущий проект	Аналог	Текущий проект	Аналог
Достоверность	0,25	5	3	1,25	0,75
Надёжность	0,15	4	3	0,6	0,45
Энергоэкономичность	0,15	4	4	0,6	0,6
Цена	0,25	5	4	1,25	1
Время выполнения работ	0,20	5	4	1	0,8
<b>ИТОГО</b>	<b>1,00</b>	<b>23</b>	<b>18</b>	<b>4,7</b>	<b>3,4</b>



Далее рассчитаем интегральный показатель ресурсоэффективности:

$$I_{\text{тек. проекта}} = 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,20 \cdot 5 = 4,7$$

$$I_{\text{аналог}} = 0,25 \cdot 3 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 3,4$$

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

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

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

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

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

$I_{\text{мэ}}^p$  – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{мэ}}^a$  – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 36 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Аналог	Текущий проект
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0.22	0.21
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3.4	4,7
3	Интегральный показатель эффективности	15,4	22,3
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0.95	1,04

$$I_{\text{ф}}^p = \frac{\Phi_i^p}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{5}{23} = 0,21$$

$$I_{\text{ф}}^a = \frac{\Phi_i^a}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{4}{18} = 0,22$$

$$I_T^p = 4,7$$

$$I_T^a = 3,4$$

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_T^p}{I_{\Phi}^p} = 22,3$$

$$I_{\text{финр}}^a = \frac{I_T^a}{I_{\Phi}^a} = 15,4$$

$$\Xi_{\text{ср}} = \frac{I_{\Phi}^p}{I_{\Phi}^a} = 0,95$$

Сравнение значений интегрального показателя ресурсоэффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в магистерской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Таким образом, видно, что для химического анализа воды лучше воспользоваться лабораторий.

### **Ресурсосбережение**

Впервые для подземных поверхностных вод города Семей обобщен и проанализирован фактический материал химического и микробиологического состава воды, используемый для питьевого и бытового водоснабжения за большой временной период. Выявлены закономерности поведения основных макрокомпонентов, биогенных веществ и др. Показаны особенности пространственно-временного изменения химического состава подземных вод и их качества в условиях активного использования водных ресурсов в различных целях водопользования.

Полученная информация о химическом и микробиологическом составе подземных и поверхностных вод города Семей за многолетний период позволяет продемонстрировать фоновый химический состав вод и возможные его изменения, в результате многообразных видов хозяйственной деятельности в пределах исследуемой территории (сброс стоков, захламление территории). Эти данные позволят разработать комплекс мероприятий по своевременному предотвращению негативного воздействия на водные ресурсы и изменению их

природного качества. Примером таких мероприятий могут быть: разработка новых систем очисток на территории города, чтобы местные жители смогли пить воду, не опасаясь за свое здоровье; замена старого оборудования на новое, более современное; замена отдельных устаревших деталей.

### **Социальная эффективность**

Данные по химическому и микробиологическому составу подземных и поверхностных вод города Семей позволяют оценить возможное изменение состояния водной среды исследуемой территории и при необходимости предотвратить негативное воздействие на нее, прилегающую территорию, а также на человека. Для этого эффективность природоохранных мероприятий оценивают с помощью экологических, социальных и экономических показателей.

Экологический показатель заключается в снижении отрицательного воздействия на окружающую среду и улучшению ее состояния. А именно: сокращение объемов поступающих в среду загрязнений и уменьшение уровня ее загрязнения (повышенные концентрации вредных веществ в водоемах, атмосфере, и т.п.), а также увеличение количества и качества пригодных к использованию человеком водных ресурсов.

Результатом социальной эффективности являются: улучшение физического здоровья населения города, сокращения заболеваемости, улучшении условий отдыха; создании благоприятных условий для роста творческого потенциала личности, развития культуры и нравственного совершенствования человека.

Экономический результат выражается в денежной форме и заключается в снижении или предотвращении потерь природных ресурсов, общественного труда, в производственной и непроизводственных сферах и в сфере личного потребления.

### **Вывод по разделу**

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были рассмотрены все источники питьевого и бытового водоснабжения города Семей, определен их химический и микробиологический состав. Исходя из особенностей качества питьевых вод и характеристик источников, используемых населением, можно судить о круге лиц, которые будут потенциально заинтересованы в осведомленности химического состава и выбора источника для питьевых вод. Для определения химического состава использовались две лаборатории - лаборатория ГКП «Семей водоканал» (представляющая комплексный химический анализ проб воды с автоматизацией процессов определения компонентов), и лаборатория конкурентов (представляющая неполный комплексный химический анализ проб воды, без автоматизации процессов определения компонентов).

В результате было определено, что лаборатория ГКП «Семей водоканал» наиболее конкурентно способна. В результате было получено, что бюджет затрат «Семей водоканал» составит 332630. При этом затраты у конкурентов составляют 376028,4 рублей, из чего можно сделать вывод что данное исследование будет экономичней, чем у конкурентов.

Общее время трудозатрат всех участников работы в календарных днях составило 151 день. Показатель ресурсоэффективности текущего проекта равен  $I_p = 4,7$ , что говорит об эффективной реализации работ данной лабораторией.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2BM82	Шалимовой Кристине Игоревне

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

Тема ВКР:

<b>Организация водоснабжения города Семей (Республика Казахстан)</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования – подземные и поверхностные воды реки Иртыш. Рабочая зона – открытая местность, аудитория для камеральной обработки результатов и лаборатория. Результаты данных работ используются для изучения химического состава и оценки качества подземных и поверхностных вод
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Трудовой кодекс Республики Казахстан ГОСТ 12.2.032-78 НПБ 105-03
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1) Анализ выявленных вредных факторов при проведении полевых работ - отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе - тяжесть и напряженность физического труда - повреждение в результате контакта с насекомыми

	<p>2) Анализ выявленных вредных факторов при проведении лабораторных и камеральных работ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отклонение параметров микроклимата в помещении</li> <li>- недостаточная освещенность рабочей зоны</li> </ul> <p>3) Анализ выявленных опасных факторов при проведении лабораторных и камеральных работ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электрический ток</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	<p>1) Анализ воздействия на атмосферу (выбросы загрязняющих веществ)</p> <p>2) Анализ воздействия на гидросферу (сбросы сточных вод, загрязнение поверхностных вод реки Иртыш)</p> <p>3) Анализ воздействия на литосферу (образование различных видов отходов)</p>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Наиболее вероятная ЧС – пожары и взрывы в зданиях.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.02.2020
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ82	Шалимова Кристина Игоревна		

## **11 Социальная ответственность**

### **Введение**

Вода – важнейшая составная часть всего живого на земле. Все жизненно важные процессы в организме человека протекают в водной среде благодаря свойствам воды. Экологическая безопасность питьевой воды – главного пищевого продукта человечества во многом определяет состояние здоровья населения.

Источником водоснабжения города Семей являются подземные и поверхностные воды реки Иртыш. Город Семей расположен по обоим берегам протекающей через город реки Иртыш в западной части Восточно-Казахстанской области, где он является вторым по величине городом. По морфологическим условиям здесь выделяются следующие типы рельефа:

- полого-увалистая денудационная равнина;
- эоловая равнина;
- комплекс террас р. Иртыш (эрозионно-аккумулятивный тип рельефа).

Водоснабжение населения города Семей осуществляется предприятием ГКП «Семей Водоканал».

ГКП «Семей-Водоканал» - это государственное коммунальное предприятие, основной деятельностью которого является обеспечение питьевой водой, прием и очистка сточных вод города Семей и пригородных сельских населенных пунктов, а также эксплуатационное обслуживание объектов водоснабжения и водоотведения. Распределением воды по водопроводным сетям и по пользователям осуществляется государственным коммунальным предприятием «Семей-Водоканал».

Целью написания магистерской диссертации является изучение структуры водоснабжения и водоотведения города Семей.

Для достижения указанной цели были решены следующие задачи: изучены физико-географические характеристики территории, химический и микробиологический состав источников питьевого водоснабжения, структура водоснабжения города Семей, работа очистных сооружений на предприятии «Семей Водоканал»; дана оценка качества воды и эффективности функционирования систем водоснабжения и работы очистных сооружений на предприятии «Семей Водоканал».

### **11.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Все работы будут выполняться в соответствии с требованиями нормативных документов в области охраны труда и промышленной безопасности: Трудовым кодексом Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года № 414-V «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Работники, нарушившие требования правил охраны труда, изложенные в вышеперечисленных требованиях по ТБ, несут дисциплинарную, административную и уголовную ответственность в соответствии с законодательством.

К выполнению любых видов работ допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, имеющие соответствующую квалификацию и допущенные к самостоятельной работе. Каждый рабочий должен быть проинструктирован по безопасности труда. Работники в зависимости от условий работы и принятой технологии производства должны быть обеспечены соответствующими средствами индивидуальной и коллективной защиты.

*Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны*



Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще должно располагаться в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования:

- высота рабочей поверхности стола 680-800 мм;
- высота рабочей поверхности для установки клавиатуры 650 мм;
- ширина рабочего стола не менее 700 мм и длина не менее 1400 мм

## 11.2 Производственная безопасность.

Необходимо учитывать опасные и вредные производственные факторы, которые возникают при отборе проб и работе в лаборатории. Выявленные опасные и вредные факторы представлены в таблице 37.

Таблица 37 - Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 [1])	Этапы работ			Нормативные документы
	Камеральный	Лабораторный	Полевой	
Отклонение показателей микроклимата в помещении	+	+	-	Р 2.2.2006-05 [2] ГОСТ 12.2.005-88. ССБТ [3]
Отклонение показателей микроклимата при работах на открытом воздухе	-	-	+	ГОСТ 12.1.038-82 [4]
Повреждение в результате контакта с насекомыми	-	-	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03[5]

Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	-	СанПиН 2.2.4.548-96 [6]  СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[7]  СП 52.13330.2011 [8]
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека	+	+	-	
Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса	-	-	+	

### **11. 2.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснования мероприятия по их устранению.**

#### Полевой этап

#### **А) Отклонение параметров микроклимата на открытом воздухе**

Производственный микроклимат представляет собой комплекс физических факторов, обуславливающих теплообмен человека с окружающей средой и его тепловое состояние, влияющих на самочувствие, здоровье, работоспособность.

Средняя годовая температура воздуха на территории исследования равна 5 °С. Абсолютный максимум температуры равен плюс 40 °С, абсолютный минимум – минус 45 °С.

Полевые работы проводятся круглогодично, поэтому в данном разделе рассмотрены меры, предназначенные для защиты работников от охлаждения и перегревания на рабочем месте и регулируемые МР2.2.8.0017-10 9 [9].

Охлаждение работающих на открытом воздухе зависит от комплекса различных факторов: температуры воздуха, скорости ветра, теплозащитных показателей спецодежды и других средств индивидуальной защиты и продолжительности пребывания на открытом воздухе. Для нормализации теплового состояния и предупреждения переохлаждения организма необходимо проводить обогрев работающих. Режим обогрева, частота и длительность представляемых регламентированных перерывов устанавливаются в зависимости от эквивалентной температуры и тяжести труда. Обогрев работающих должен проводиться при снятой верхней одежде и обуви с преимущественным использованием радиационных способов обогрева. Использование для обогрева открытых источников тепла, из которых в зону дыхания работающих могут поступать топочные газы («коксовки», мазутные горелки и т. п.) не допускается. В пунктах для обогрева рекомендуется оборудовать устройства для быстрого согревания рук и ног (столы с обогреваемыми ячейками для рук, обогреваемые ящики-подставки для ног) с возможностью регулирования в них температуры от +30 до +45° С, а также устройства для быстрого прогрева (просушки) рукавиц, головных уборов, верхней одежды и обуви. В помещениях для обогрева следует предусмотреть возможность приготовления и хранения горячих напитков (чай, кофе). Для защиты от холода работающим должна выдаваться теплая спецодежда и спецобувь.

Спецодежда должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.303-2016 [10]. Для улучшения защиты рук от холода рекомендуется при температуре ниже +5° С поддевать под защитные рукавицы шерстяные перчатки, а при понижении температуры ниже -20° С меховые рукавицы. Для защиты ног от переохлаждения следует применять утепленную обувь. Рекомендуется валяная обувь с утолщенной подошвой, либо кожаная обувь с влагозащитной пропиткой, вкладышем-утеплителем и вкладной утепленной стелькой. Для

защиты ног рекомендуется также одевать две пары шерстяных носок разного размера. Для защиты открытых участков кожных покровов рекомендуется применять жировые вещества, типа гусиного жира.

Повышенные температуры воздуха вредно влияют на организм. Ухудшается самочувствие, состояние здоровья, понижается работоспособность. Работы на открытом воздухе в жаркое время года необходимо тщательно планировать, режим труда и отдыха для таких работ должен соответствовать устанавливаемым нормативными документами требованиям. В соответствии с МР 2.2.8.0017-10 [9], устанавливающих гигиенические требования к режиму работ в нагревающем микроклимате и на открытой местности), допустимая продолжительность непрерывного пребывания в нагревающем микроклимате зависит от энергозатрат. В среднем для температур 26-28 °С при крайне низких физических нагрузках суммарная длительность составляет 3-5 часов, а при очень высоких показателях энергозатрат – от 1,5 до 2,5; режим «работа-отдых» таким образом выглядит как 25-40 минут работы для легких работ, и 10-20 минут для тяжелых в течение одного часа. Затем необходимо провести время в помещении с комфортным микроклиматом (15-20 минут – легкие работы; для более тяжелых время увеличивается).

Некоторые рекомендации при повышенных температурах на открытом воздухе:

- Ограничивать пребывание на воздухе. Организовывать отдых каждые 15-20 минут в охлаждаемом помещении, либо помещении с нормальной температурой (на уровне 24-25 °С).
- Работа при более 37 °С относится к опасным. Планировать работу так, чтобы опасные работы проводились в утреннее или вечернее время.
- Соблюдать питьевой режим. Температура воды и напитков должна составлять 12-15 °С.

- На открытом воздухе необходимо использовать головные уборы, солнцезащитные очки.

#### Б) Повреждение в результате контакта с насекомыми

В районе исследования очень большое количество кровососущих насекомых – мошек, комаров, клещей. Профилактика клещевого энцефалита имеет большое значение в полевых условиях. При заболевании энцефалитом происходит тяжелое поражение центральной нервной системы. Примерно у 50% больных, перенесших клещевой энцефалит, надолго сохраняется паралич мышц, шеи и рук. Меры профилактики сводятся к регулярным осмотрам одежды и тела не реже одного в два часа и своевременному проведению вакцинации. Противоэнцефалитные прививки создают у человека устойчивый иммунитет к вирусу на целый год.

В соответствии с ГОСТ 12.1.008-76 11 [11], для предотвращения укусов клещей все работники должны быть обеспечены энцефалитными костюмами, индивидуальными медицинскими пакетами и средствами защиты (специальные мази, кремы, лосьоны, репелленты, спреи).

#### В) Тяжесть и напряженность физического труда

Тяжесть физического труда оценивают по ряду показателей, выраженных в эргометрических величинах, характеризующих трудовой процесс, независимо от индивидуальных особенностей человека, участвующего в этом процессе. Основными показателями тяжести трудового процесса являются: – физическая динамическая нагрузка; – масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную; – стереотипные рабочие движения; – статическая нагрузка; – рабочая поза; – наклоны корпуса; – перемещение в пространстве.

Напряженность труда характеризуется эмоциональной нагрузкой на организм при труде, требующем преимущественно интенсивной работы мозга по получению и переработке информации. Кроме того, при оценке степени напряженности учитывают эргономические показатели: сменность труда, позу, число движений и т.п. Так, если плотность воспринимаемых сигналов не превышает 75 в час, то работа характеризуется как легкая; 75-175 – средней тяжести; свыше 176 – тяжелая работа. При оценке напряженности умственного труда используют показатели внимания, напряженности зрительной работы и слуха, монотонности труда.

По Р 2.2.2006-05 [2] оценим тяжесть и напряженность трудового процесса по соответствующим им критериям и классификации, отраженных в табл. 17 и 18 настоящего норматива.

Класс условий труда по показателям тяжести трудового процесса – оптимальный (легкая физическая нагрузка).

Класс условий по показателям напряженности трудового процесса – допустимый (напряженность труда средней степени).

#### Лабораторный и камеральный этап

##### А) Отклонение показателей микроклимата в помещении

Состояние микроклимата производственного помещения характеризуется следующими показателями: температурой, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, интенсивностью теплового излучения от нагретой поверхности.

Нормы производственного микроклимата установлены СанПиН 2.2.4.548-96 [6] и ГОСТ 12.1.005-88 [3].

Таблица 38 - Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений по СанПиН 2.2.4.548-96 [6]

Период года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура воздуха, С <sup>0</sup>	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/сек
Холодный	легкая Ia	20-25	15-75	0,1
	тяжелая Ib	19-24	15-75	0,1-0,2
Теплый	легкая Ia	21-28	15-75	0,1-0,2
	тяжелая Ib	20-28	15-75	0,1-0,3

Примечание:

Категория Ia – работы с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

Категория Ib – работы с интенсивностью энерготрат 121-150 ккал/ч (140-174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия, соответствующие СанПиН 2.2.4.548-96 [6]. Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами вентиляции воздуха, а допустимые параметры – обычными системами вентиляции воздуха.

В производственных помещениях необходимо предусматривать систему отопления. Она должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха в помещениях в холодный период года, а также безопасность в отношении пожара и взрыва. При этом колебания температуры в течение суток не должны превышать 2-3 С<sup>0</sup>.

Для подачи воздуха в помещение используются системы механической вентиляции, кондиционирования, а также естественная вентиляция (проветривание помещений), регулируется температура воздуха с помощью кондиционеров как тепловых, так и охлаждающих.

#### Б) Недостаточная освещенность рабочего места

Свет имеет большое значение в жизнедеятельности человека, в сохранении его здоровья, и высокой работоспособности. Недостаток освещения рабочего места вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости, а также вызывают апатию и сонливость, а в некоторых случаях способствует развитию чувства тревоги. Избыток освещения снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения.

Это может привести к несчастным случаям или профзаболеваниям, поэтому необходим правильный расчет освещенности.

В помещениях лаборатории и зала с ПК освещение является совмещенным (естественное освещение, дополненное искусственным). Гигиенические требования по освещению данных помещений показаны в СП РК 2.04-104-2012.

Искусственное освещение подразделяется на общее и местное. При общем освещении светильники устанавливаются в верхней части помещения параллельно стене с оконными проемами, что позволяет их включать и отключать последовательно в зависимости от изменения естественного освещения. Выполнение таких работ, как, например, обработка документов, требует дополнительного местного освещения, концентрирующего световой поток непосредственно на орудия и предметы труда. Освещенность на поверхности стола должна быть 300-500 лк. Местное освещение не должно



давать блики. Предпочтение должно отдаваться лампам дневного света (ЛДЦ), установленным в верхней части помещения. В лабораториях при работе с экраном дисплея и в сочетании с работой над документами, рекомендуется освещенность 400 лк при общем освещении.

## **11. 2.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятия по их устранению.**

### Лабораторный и камеральный этап

#### А) Электрический ток

Источником электрического тока при проведении анализов на оборудовании, а также при работе на ПЭВМ могут быть перепады напряжения, высокое напряжение и вероятность замыкания человеком электрической цепи.

Воздействие на человека – поражение электрическим током, пребывание в шоковом состоянии, психические и эмоциональные расстройства. Электрические установки (компьютер, принтер, сканер, настольные лампы, провода и др.) представляют для человека большую потенциальную опасность, которая усугубляется тем, что органы чувств человека не могут на расстоянии обнаружить наличие электрического напряжения на оборудовании.

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает:

- термическое действие (ожоги, нагрев до высоких температур внутренних органов);
- электролитическое действие (разложение органических жидкостей тела и нарушение их состава);
- биологическое действие (раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается судорожными сокращениями мышц).

Поражение электрическим током или электрической дугой может произойти в случае, если произошло прикосновение к токоведущим частям установки или ошибочным действиям выполнения работ и др.

Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

Основными мерами по обеспечению безопасности являются: организация регулярной проверки изоляции токоведущих частей оборудования аудитории; обеспечение недоступности токоведущих частей при работе; регулярный инструктаж по оказанию первой помощи при поражении электрическим током; предупредительная сигнализация и блокировки; использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов. Данный фактор регламентируется нормативными документами ГОСТ 12.1.019-79\* [12], ГОСТ 12.1.030-81 [13], ГОСТ 12.1.038-82 [4].

### **11. 3 Экологическая безопасность**

При выполнении проектных работ или эксплуатации оборудования действующим природоохранным законодательством предусмотрены мероприятия по охране окружающей среды.

Обеспечение экологической безопасности на территории РК, формирование и укрепление экологического правопорядка основаны на действии Экологического кодекса Республики Казахстан [37]. Безопасность экологическая - состояние природной среды, обеспечивающее экологический баланс в природе и защиту окружающей среды и человека от вредного воздействия неблагоприятных факторов, вызванных естественными процессами и антропогенным воздействием, включая техногенное (промышленность, строительство) и сельскохозяйственное.

Можно выделить несколько групп наиболее важных взаимодействий энергоустановок с конденсированными компонентами окружающей среды:

- водопотребление и водоиспользование, обуславливающие изменение естественного материального баланса водной среды (перенос солей, питательных веществ и др.).

- осаждение на поверхность твердых выбросов продуктов сгорания органических топлив из атмосферы, вызывающее изменение свойств воды, ее цветности, альбедо и пр.

- выпадение на поверхность в виде твердых частиц и жидких растворов продуктов выбросов в атмосферу, в том числе: кислот и кислотных остатков; металлов и их соединений; канцерогенных веществ.

- выбросы непосредственно на поверхность суши и воды продуктов сжигания твердых топлив (зола, шлаки), а также продуктов продувок, очистки поверхностей нагрева (сажа, зола и пр.).

- выбросы на поверхность воды и суши жидких и твердых топлив при транспортировке, переработке, перегрузке.

- выбросы твердых и жидких радиоактивных отходов, характеризующиеся условиями их распространения в гидро - и литосфере.

- выбросы теплоты, следствиями которых могут быть: локальное постоянное повышение температуры в водоеме; временное повышение температуры; изменение условий ледостава зимнего гидрологического режима; изменение условий паводков; изменение распределений осадков, испарений, туманов.

- создание водохранилищ в долинах рек или с использованием естественного рельефа поверхности, а также создание искусственных прудов-охладителей, что вызывает: изменение качественного и количественного состава речных стоков; изменение гидрологии водного бассейна; увеличение давления на дно, проникновение влаги в разломы земной коры и изменение сейсмичности; изменение условий рыболовства, развития планктона и водной

растительности; изменение микроклимата; изменения условий отдыха, спортивных занятий, бальнеологических и других факторов водной среды.

- изменение ландшафта при сооружении разнородных энергетических объектов, потреблении ресурсов литосферы в том числе: вырубка лесов, изъятие из сельскохозяйственного оборота пахотных земель, лугов; взаимодействие берегов с водохранилищами.

- воздействие выбросов, выносов и изменение характера взаимодействия водных бассейнов с суши на структуру и свойства континентальных шельфов.

#### *Воздействие объекта на атмосферу*

Различные компоненты продуктов сгорания топлива, выбрасываемые в атмосферу и во время пребывания там ведущие себя по-разному (изменяется температура, свойства, фазовые и агрегатные состояния, образуются и разлагаются химические соединения, смеси) называются примесными выбросами.

Происходящие в продуктах сгорания при движении их в пределах энергоустановки, изменения обусловлены высокими абсолютными температурами, большими перепадами температур, высокими скоростями движения, взаимодействием с конструкционными материалами (огнеупорные и изоляционные материалы, металлы и сплавы), а также взаимодействиями, происходящими в этих условиях.

При выходе в атмосферу выбросы содержат продукты реакций в твердой, жидкой и газовой фазах. Изменения состава выбросов после их выхода могут проявляться в виде: осаждения тяжелых фракций; распада на компоненты по массе и размерам; химические реакции с компонентами воздуха; взаимодействия с воздушными течениями, облаками, атмосферными осадками, солнечным излучением различной частоты (фотохимические реакции) и др.

В результате состав выбросов может существенно измениться, могут образоваться новые компоненты, поведение и свойства которых (в частности,

токсичность, активность, способность к новым реакциям) могут значительно отличаться от исходных. Не все эти процессы в настоящее время изучены с достаточной полнотой, но по наиболее важным имеются общие представления, касающиеся газообразных, жидких и твердых веществ.

Газообразные выбросы: – образуют соединения углерода, серы и азота. Окислы углерода практически не взаимодействуют с другими веществами в атмосфере и время их существования почти не ограничено. К числу примесей относятся, прежде всего, окись и двуокись углерода. Одним из наиболее токсичных газообразных выбросов энергоустановок является сернистый ангидрид -  $\text{SO}_2$ . Он составляет примерно 99% выбросов сернистых соединений, содержащихся в уходящих газах котлоагрегатов. Воздействие серы на людей, животных и растения, а также на различные вещества разнообразна и зависит от концентрации и от различных факторов окружающей среды. В процессе горения азота образует с кислородом ряд соединений:  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ . Аэрозоли подразделяются на первичные - непосредственно выбрасываемые в атмосферу, и вторичные - образуемые при превращениях в атмосфере. Время существования аэрозолей в атмосфере колеблется от минут до месяцев, в зависимости от многих факторов. Крупные аэрозоли на высоте 1 км существуют 2-3 суток, в тропосфере - 5-10 суток, в стратосфере - до нескольких месяцев.

Выбросы твердых частиц: Размеры частиц могут сильно отличаться. Скорость осаждения частиц определяется в зависимости от их размеров и свойств, а также от свойств воздуха. Значительная доля примесей выпадает вблизи источника. Для тяжелых примесей характерна меньшая зависимость от толщины приземного слоя, чем для легких. Вследствие большой дисперсности частиц максимумы их концентрации разнесены в пространстве.

Выбросы влаги: Поступление влаги в атмосферу от энергетических объектов вызывается различными процессами, имеющими различные температуры и энергии (сгорание топлива, продувки, протечки и др.).

Поведение влаги в атмосфере, в свою очередь, отличается разнообразием и связано с локальными концентрациями и фазовыми переходами.

Ключевыми направлениями по снижению выбросов в атмосферу являются:

1. Повышение энергоэффективности предприятий.
2. Расширение использования возобновляемых источников энергии.
3. Улучшение качества сжигаемого топлива (например, сжигание угля и мазута с низким содержанием серы) и использование экологически более чистого вида топлива.
4. Применение новых технологий сжигания органического топлива.
5. Использование технологических методов подавления образования оксидов азота в топках котлов.
6. Очистка дымовых газов от загрязняющих веществ.
7. Снижение неконтролируемых выбросов.
8. Проведение реконструкции и ремонта электрофильтров

#### *Воздействие объекта на гидросферу и литосферу*

Сточные воды ГКП «Семей Водоканал» состоят из промышленных т.е. от предприятий города и хоз-бытовых стоков т.е. от населения. При поступлении на очистные сооружения сточные воды проходят механическую и биологическую очистку, при этом в сточных водах остается значительное содержание металлов, что является нарушением экологического равновесия в окружающей среде.

Река Иртыш является трансграничной рекой, в связи с этим при сбросе загрязняющих веществ со сточными водами в р.Иртыш, идет загрязнение не только региона, но других городов и Российской Федерации.

При очистки сточных вод с использованием дополнительного метода от загрязнения очищенных сточных вод металлами предприятие ГКП «Семей Водоканал» не только уменьшает расходы на очистку сточных, а так же

уменьшается плата за сброс загрязняющих веществ со сточными водами в р.Иртыш.

Так же необходимо учесть, что на предприятиях города полностью отсутствуют предочистные сооружения. Основными источниками загрязнения сточных вод являются такие предприятия как: Кожмех завод, Силикатный завод, Цементный завод, Шпальный завод, Теплокоммунэнерго. Так же необходимо установить предочистные сооружения и жироловки на СТО, автомойках, столовых, кафе, ресторанах и т.д.

При установке предочистных сооружений на предприятиях города значительно улучшится химический состав сточных сбрасываемых в городскую канализацию, что значительно облегчит работу городских канализационных сооружений.

В городе Семей отсутствует дренажно-ливневая канализация, таким образом в период таянья снега вся талая вода с дорог, тротуаров - сбрасывается в городскую канализацию. Данные талые воды в осенне - весенний период являются основным источником загрязнения сточных вод поступающих на очистные сооружения, в данный период загрязняющие вещества поступившие вместе со сточными водами на очистные сооружения значительно превышают установленные ПДК. В связи с этим необходимо разработать проект по строительству дренажно-ливневой канализации. А так же необходимо дополнить очистные сооружения дополнительным методом очистки сточных вод от металлов.

Существует несколько физико-химических методов удаления металлов из сточной воды: флотация, нейтрализация, окисление, сорбция, коагуляция, ионообменные методы и др.

#### **11. 4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Возможной чрезвычайной ситуацией, при проведении исследования может стать пожар, в случае аварий. Пожарная безопасность представляет

собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов. Все помещения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения (багры, ведра, огнетушители, сухой песок).

*Действия в результате возникших ЧС.* Оповещение людей о пожаре, которое осуществляется с помощью подачи звуковых и (или) световых сигналов во все помещения здания одновременную с постоянным или временным пребыванием людей (1-й тип оповещения – звонки, тонированный сигнал и др.); число пожарных оповещателей, их расстановка и мощность должны обеспечивать необходимую слышимость во всех местах постоянного или временного пребывания людей.

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

Каждый гражданин при обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т. п.) обязан:

- немедленно сообщить об этом по телефону 101 в единую службу спасения (при этом необходимо сообщить адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию);

- принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей.

Собственники имущества, в том числе руководители и должностные лица, в установленном порядке назначенные ответственными за обеспечение пожарной безопасности, прибывшие к месту пожара обязаны:



– продублировать сообщение о возникновении пожара в единую службу спасения 01 и поставить в известность вышестоящее руководство, диспетчера, ответственного дежурного по объекту;

– в случае угрозы жизни людей немедленно организовать их спасение, используя для этого имеющиеся силы и средства;

– проверить включение в работу автоматических систем противопожарной защиты (оповещения людей о пожаре, пожаротушения, противодымной защиты);

– при необходимости, отключить электроэнергию (за исключением систем противопожарной защиты), остановить работу транспортирующих устройств, агрегатов, аппаратов, перекрыть сырьевые, газовые, паровые и водяные коммуникации, остановить работу систем вентиляции в аварийном и смежном с ним помещениях, выполнить другие мероприятия, способствующие предотвращению развития пожара и задымления помещений здания;

– прекратить все работы в здании и (если это допустимо по технологическому процессу производства), кроме работ, связанных с мероприятиями по ликвидации пожара;

– осуществить общее руководство по тушению пожара (с учетом специфических особенностей объекта) до прибытия подразделений пожарной охраны;

– одновременно с тушением пожара организовать эвакуацию и защиту материальных ценностей;

– организовать встречу подразделений пожарной охраны и оказать помощь в выборе кратчайшего пути подъезда к очагу пожара;

– сообщить подразделениям пожарной охраны сведения о перерабатываемых или хранящихся на объекте опасных (взрывоопасных), взрывчатых, сильнодействующих ядовитых веществ, необходимых для обеспечения безопасности личного состава пожарной команды.

По прибытии пожарного подразделения руководитель предприятия обязан проинформировать руководителя тушения пожара о конструктивных и технологических особенностях объекта, прилегающих строений и сооружений, количестве и пожароопасных свойствах хранимых и применяемых веществ, материалов, изделий и других сведениях, необходимых для успешной ликвидации пожара.

#### **Вывод по разделу**

В ходе написания раздела магистерской диссертации «Социальная ответственность» были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, выявлены и охарактеризованы опасные и вредные факторы, возникающие при выполнении камерального, лабораторного и полевого этапов работ, даны рекомендации по минимизации негативного влияния выявленных факторов на здоровье человека. Также, была рассмотрена экологическая безопасность проведения работ и проанализирована такая ЧС, как пожары.

## Заключение

Проведенные исследования организации водоснабжения показали, что она не совершенна. Водозаборы предприятия «Семей Водоканал» осуществляют подачу воды в полном объеме 69 882 тыс. кубометров в год. Спрос города Семей составляет 54 115 тыс. м<sup>3</sup>/год. При транспортировке воды по водопроводным сетям теряются 15 767 тыс. м<sup>3</sup>/год. С учетом потерь в город поступает 37 825 тыс. м<sup>3</sup>/год, что составляет более 50% подаваемой воды водозаборами. Систему водоснабжения можно оценить как неэффективную.

Решением проблемы потери воды является устранение или снижение утечки воды из существующей системы. Наиболее эффективным способом устранения проблем потери воды является замена старого трубопровода на новый, так как наибольшие потери происходят из-за изношенности водопроводной сети.

В системе водоотведения стоит проблема, связанная с недостаточной очисткой сточных вод, что приводит к загрязнению реки Иртыш. Наибольшее количество загрязняющих веществ являются - металлы. К ним относятся железо общее, медь, никель, хром<sup>6+</sup>. Общий объем сброса сточных вод за год составляет примерно 19 690 тыс.м<sup>3</sup>, объема загрязняющих веществ – 5498 тонн в год, в том числе общее железо 2,2 тонн, медь – 0,071 тонн, никель - 0,24 тонн, хром<sup>6+</sup> - 0,4 тонн, что является значительным ущербом для окружающей среды и большим материальными затратами для оплаты за эмиссии в окружающую среду для предприятия.

Сточные воды ГКП «Семей Водоканал» при поступлении на очистные сооружения проходят механическую и биологическую очистку, при этом в сточных водах остается значительное содержание металлов, что является нарушением экологического равновесия в окружающей среды.

Проанализировав имеющиеся технологии по очистки сточных вод, пришла к выводу, что наиболее целесообразным и экономически эффективным будет являться реализация способа коагуляции, так же для улучшения очистки

сточных вод на очистных сооружениях необходимо устанавливать предочистные сооружения на предприятиях города таких как: СТО, автомойки, столовые, кафе, рестораны.

## Список используемых источников

1. Г.М. Лаппо. География городов. – Москва, издательство «Владос» - 1997 г.
2. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tourister.ru/world/asia/kazakhstan/map>
3. [Электронный ресурс].–URL: <https://www.turkaramamotoru.com/ru/Восточно-Казахстанская-область-126203.html>
4. Флоренцев Н.А., Рябенко В.Е., Геология СССР. Том 35, часть 1. Геологическое описание. М.: 1984 – 262с.
5. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М: Недра 1984 – 262с.
6. Ерофеев А.А., Рожков А.С. Строительство гидроузла для регулирования стока реки Иртыш. Оценка воздействия на окружающую среду. – О.: 2002.
7. Царегородская А. Г. Гидроэкология поймы реки Иртыш. – Павлодар: 1999. – 112 с.
8. [Электронный ресурс].–URL: <https://travelel.ru/karta-irtysha-reka-irtysh-na-karte-rossii>
9. Информационном бюллетене о состоянии поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Омской области за 2003 год. – Омск. – 2004

10. Оксиюк О.П. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши./О.П. Оксиюк, В.П. Жукинский, Л.П. Брагинский и др. //Гидробиологический журнал. – 1993.
11. Руководство по контролю качества питьевой воды - Женева: ВОЗ. – 1994. – 25с.
12. Алекин О. А. Гидрохимия рек СССР. Часть 3. Реки Казахстана и Азиатской территории СССР. //Труды ГГИ, 1949. – Вып. 15.
13. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.559-96. – М., 1996. – 111с.
14. Экологический кодекс РК. - Алматы, 2007;
15. ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
16. ГОСТ 25150-82. Канализация. Термины и определения.
17. ГОСТ 25151-82. Водоснабжение. Термины и определения.
18. Веселов Ю.С., Лавров И.С., Рукобратская И.С. Водоочистное оборудование. Л.: Машиностроение. 1985
19. Проскуряков В.А., Шмидт Л.И. Очистка сточных вод в промышленности. Л.: Химия, 1977.
20. Проект предельно допустимых сбросов сточных вод ГКП «Семей Водоканал» на 2009-2015гг.
21. Балабеков О.С., Балтабаев Л.Ш. Очистка газов в химической промышленности. Процессы и аппараты. М.: Химия, 1991.

22. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. М.: Экономика, 1985.

23. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. водоотведение и очистка сточных вод, Москва

24. Данные о водоснабжении предприятия ГКП «Семей Водоканал»

25. Данные о водоотведении и очистки сточных вод предприятия ГКП «Семей Водоканал»

26. Данные о балансе водопотребления и водоотведения предприятия ГКП «Семей Водоканал»

27. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс]. URL: [https://online.zakon.kz/document/?doc\\_id=34182412#pos=0;51](https://online.zakon.kz/document/?doc_id=34182412#pos=0;51)

28. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200040973>

29. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (ред. от 20.06.2000). [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_136698/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_136698/)

30. ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. [Электронный ресурс]. URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30039354#pos=0;0&sdoc\\_params=text%](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30039354#pos=0;0&sdoc_params=text%20)

[3D%25d0%2593%25d0%259e%25d0%25a1%25d0%25a2%252012.1.038-82%26mode%3Dindoc%26topic\\_id%3D30039354%26spos%3D1%26tSynonym%3D0%26tShort%3D1%26tSuffix%3D1&sdoc\\_pos=0](http://docs.cntd.ru/document/901859404)

31. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901859404>

32. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901704046>

33. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901865498>

34. . СП 51.13330.2011. Защита от шума 47. ГОСТ 12.1.008-76. ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084097>

35. МР 2.2.8.0017-10. Гигиена труда. Средства коллективной и индивидуальной защиты. Режимы труда и отдыха работающих в нагревающем микроклимате в производственном помещении и на открытой местности в теплый период года. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200085861>

36. ГОСТ 12.4.303-2016. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136075>

37. СП РК 2.04-104-2012. Естественное и искусственное освещение. [Электронный ресурс]. URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=38304152#sdoc\\_params=text%3d%25d0%25a1%25d0%259f%2520%25d0%25a0%25d0%259a%25202.04-104-](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38304152#sdoc_params=text%3d%25d0%25a1%25d0%259f%2520%25d0%25a0%25d0%259a%25202.04-104-)



[2012%26mode%3dindoc%26topic\\_id%3d38304152%26spos%3d1%26tSynonym%3d0%26tShort%3d1%26tSuffix%3d1&sdoc\\_pos=0](http://docs.cntd.ru/document/5200302)

38. ГОСТ 12.1.019-79. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200302>

39. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Защитное заземление, зануление. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200289>

40. Экологический кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года № 212 (с изм. на: 07.01.2020). [Электронный ресурс]. URL: <https://zakon.uchet.kz/rus/docs/K070000212>

41. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. [Электронный ресурс]. URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4294848/4294848348.htm>

42. Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года № 414-V (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.01.2020 г.) [Электронный ресурс]. URL: [http://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=38910832#pos=1;-174](http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38910832#pos=1;-174)

## Приложение А

### Integrated and Probabilistic Risk Analysis of Drinking Water Systems

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ82	Шалимова Кристина Игоревна		

Консультант школы отделения (геологии) ИШПР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Наливайко Нина Григорьевна	К.Г-М.Н.		

Консультант – лингвист отделения (ОИЯ)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Диденко Анастасия Владимировна	к. ф. н.		

## **Drinking water systems**

The structure and function of drinking water systems varies depending on, for example, natural conditions, water demand and available economic resources. Although differences exist, drinking water systems are commonly described as supply chains built up by three main sub-systems: raw water, treatment and distribution. Together these sub-systems cover the entire supply chain, from the raw water source through the treatment plant and distribution network to the consumers' taps.

Raw water sources can be groundwater, surface water or a combination of these (HDR Engineering, 2001). When natural groundwater resources are limited, artificial recharge is sometimes used in order to produce water similar to natural groundwater (see e.g. Fetter, 2001). In areas where water resources are scarce, treated wastewater may be reclaimed by groundwater recharge or used directly to produce drinking water. The European Commission is funding an ongoing research project named Reclaim Water (contract no. 018309), focused on reclamation technologies for safe artificial groundwater recharge.

The main difference between groundwater and surface water in drinking water production is, in general, the quality; groundwater often requires less treatment than surface water (Gray, 2005). Since clean raw water does not need the same degree of treatment as water of poor quality, it is often the case that fewer treatment steps are required when using groundwater compared to surface water.

According to Gray (2005), the objective of water treatment is to produce an adequate and continuous supply of water that is chemically, bacteriologically and aesthetically acceptable. However, the water should be completely safe microbiologically and not just bacteriologically. In addition to pathogenic bacteria, viruses, protozoa and other biological contaminants also pose a severe risk to human health related to

drinking water. In order to supply consumers with drinking water that fulfils these requirements, a series of treatment steps needs to be designed and used, based on the raw water quality and water demand.

To distribute water from the treatment plant to the consumers an extensive network of pipes is required. This network also includes pumps and service reservoirs, needed to manage variations in water demand and to ensure adequate hydraulic pressure in the service areas.

Although the basic principles are similar for all drinking water systems, the detailed construction varies depending on local conditions. Figure 1 shows a flowchart including common components of a drinking water system and the connection between these components. Different water sources as well as different treatment and distribution alternatives are illustrated in the flowchart. Although the flowchart does not include all possible components, it does illustrate a generic structure.

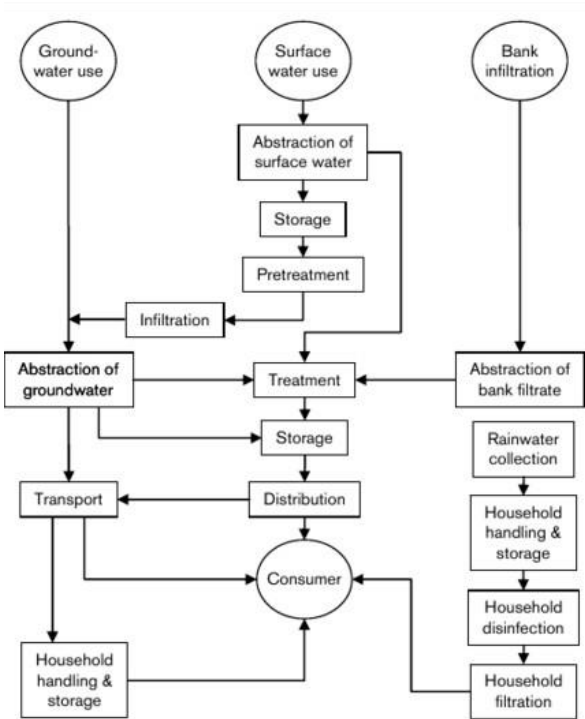


Figure 1 - Flowchart illustrating different main components of drinking water systems and their interconnections (Davison et al., 2005).

### *Risks to drinking water systems*

As described in Section 1, a drinking water system is composed of a large number of components. All components may be affected by different events and, consequently, a large number of events may occur with potential harm to the supply of drinking water (Beuken et al., 2007; Nadebaum et al., 2004; Olofsson et al., 2001). Hence, these possible hazardous events pose a risk to the water utility and in the end to the public at large.

### *Hazards categories*

The risk sources, i.e. hazards, can be categorised and structured in many ways. The objectives of water treatment presented by Gray (2005) can be categorised as quantity- or quality-related (Section 1). The quantity objective corresponds to a continuous, i.e. reliable, supply of water and the quality objective reflects the requirement that the water should be qualitatively acceptable. Based on these objectives hazards can also be categorised as quantity- or quality-related, depending on which objective a specific hazard may threaten. Quantity-related hazards may cause water shortage while quality-related hazards may cause unacceptable water quality. Interruption in the delivery of drinking water to the consumers may, for example, occur due to pipe breakage, pump failure, power failure or limited access to raw water. Events causing unacceptable water quality may, for example, be accidents with hazardous goods contaminating the source water, failing treatment processes or intrusion in the distribution system of contaminated water from the surrounding soil profile. The WHO (2004) emphasises that the most common and widespread health risk, associated with drinking water, is related to microbial contamination, primarily ingestion of water contaminated with human or animal faeces. Events may, of course, affect both the quantity and quality of water. Contamination of a water source, for example, obviously affects the water quality, but in the end water shortage may arise due to the fact that no alternative water source exists.

The hazard categories described above are mainly focused on the effects the consumers may experience. If additional factors are included, several other categories may be formulated. Pollard et al. (2004) describe the following six categories of risk, important to the drinking water sector:

1. Financial risk – Associated with the financial operation and management of the business, both internal and external.
2. Commercial risk – Arising from competition and relationships with partners.
3. Public health risk – Source contamination, human error and mechanical failure are some examples of how the water may be contaminated and pose a risk to public health.
4. Environmental risk – Environmental impact may arise as a consequence of equipment failure or human error, e.g. discharge of polluted water.
5. Reputation risk – Losing the confidence of the consumers.
6. Compliance/legal risk – Associated with failing to comply with legislation and uncertainties regarding future legislation.

Ezell et al. (2000) describe the communities' drinking water supplies as one key element of a nation's infrastructure and point out the following as factors posing a risk to such infrastructure: growing consumption by expanding populations; industrial and public pollution; tragedies, caused by both natural and human accidents; and emergence of threats by domestic terrorists, disgruntled employees and computer hackers. To support water utilities when identifying hazards, checklists including hazardous events are provided by for example. Beuken et al. (2007) and Nadebaum et al. (2004). The catalogue of hazards, provided by Beuken et al. (2007), is based on existing national checklists and databases, and lists events that may harm the supply of safe drinking water. The events that may affect the water quality negatively are associated with biological, chemical, radiological or physical agents. Events related to the availability of water, safety of personnel and external harm to third parties are also included.

### *Future hazards*

An important part of risk management is to learn from earlier events, both accidents that have occurred and near-accidents. As has already been pointed out, risk management is based on a proactive approach and, consequently, non-occurred events also need to be identified. Some of these events may be seen as future hazards but, on the other hand, all events that have not occurred should accordingly not be considered as future hazards. Rosén and Lindhe (2007) state that future risks may arise as a consequence of different changes that have a direct or indirect effect on the drinking water system. Examples of such changes may be climate changes and a change in human activity in the catchment area.

As the rest of society is affected by different trends so, the drinking water is sector. In recent years trends, such as increased awareness of microbial pollutants, emergence of membrane filtration and privatisation of water works in some areas, can be identified. Pollard et al. (2004) point out the following six factors endangering the drinking water sector and posing new risks as well as opportunities: privatisation, sector globalisation, increased competition, emerging technologies, increasingly stringent regulatory control and the trend towards financial self-sufficiency.

Based on a literature review, interviews and evaluation work carried out at Chalmers University of Technology, Rosén and Lindhe (2007) identified the following seven factors that pose potential risks to drinking water systems in the future:

- Sabotage and terrorist attacks
- Conflicts
- New chemicals
- Emerging pathogens
- Public concern
- Climate changes
- Technical failures in aging distribution systems

Trends affecting the drinking water sector, possible implications and coping strategies are also described by the Awwa (American Water Works Association) Re-

search Foundation (Awwa RF, 2006), as well as Segrave et al. (2007). As with all risks, future risks require a proactive approach. Rosén and Lindhe (2007) conclude that major challenges for the future risk management of drinking water systems include how to perform reliable and useful risk analysis, how to communicate the risks and how to evaluate risks in order to use available resources efficiently and sustainably.

#### *Risk management in the drinking water sector*

The WHO (2004) defines safe drinking water as one does that not represent any significant risk to health over a lifetime of consumption, including different sensitivities that may occur between life stages. Furthermore, the International Water Association (IWA, 2004) emphasizes that a reliable supply of safe drinking water is fundamental to public health and economic development. As presented in Section Risks to drinking water systems, many events may occur, harming the supply of safe drinking water. Risk management is therefore very important in the drinking water sector. The WHO (2004) concludes that a comprehensive risk assessment and risk management approach is the most effective way of ensuring the safety of a drinking water supply.

The drinking water sector faces risks as well as opportunities. At the same time, governments and regulators expect water utilities to adopt a management approach that focuses on avoiding losses and taking advantage of opportunities (Dalglish and Cooper, 2005). Pollard et al. (2004) suggest that an enterprise-wide management approach should be used, which requires:

- integrated frameworks for the management of internal as well as external risks to the utility;
- support of board level, executive management and operational staff as well as that of external stakeholders; and
- effective communication of risk and engagement with decision-making processes both within companies and with external stakeholders.



Risks can be managed at different levels in an organisation depending on what kind of decision needs to be made. The different levels can be described as strategic, programme and operational (MacGillivray et al., 2006; Pollard et al., 2004). At the strategic level, regulatory, commercial and financial risks are included while risks linked to, for example, asset and catchment management are considered at the programme level. Risks associated with specific operations, such as failure of process components, are managed at the operational level. Strategic decisions are supposed to be transferred into actions at the programme level and implemented at the operational level.

According to Pollard et al. (2004), the drinking water sector is formalising and making explicit approaches to risk management and decision-making that were formerly implicit. Furthermore, MacGillivray et al. (2007a; 2007b) emphasise that a significant shift in the drinking water sector's approach to risk management is ongoing. Risk management is becoming increasingly explicit and better integrated with other business processes, compared to the historical implicit approach, focused on treatment plant design and operation (Hrudey et al., 2006). One example is the increased use of the Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) approach within the drinking water sector (Damikouka et al., 2007; Dewettinck et al., 2001; Gunnarsdóttir and Gissurarson, 2008; Hamilton et al., 2006; Howard, 2003; Jagals and Jagals, 2004; Mullenger et al., 2002; Yokoi et al., 2006). Principles and concepts of the HACCP approach in particular have been used by the WHO to develop the Water Safety Plan (WSP) approach (WHO, 2004), which is currently being implemented in many countries. WSP and HACCP are described further in Section 3.4. Although efforts are made to manage risks efficiently, possibilities for further improvements exist. This not only includes water utilities but, also, other stakeholders, such as governmental authorities. The Swedish National Audit Office (SNAO) has scrutinised the preparedness for severe crises in the Swedish water supply. Some of the main conclusions are that limitations in the ability to manage crises exist, the quality of risk and vulnerability analyses are not good enough and the governmental

support is insufficient (SNAO, 2008). Positive trends have also been identified, such as increased collaboration between municipalities and local awareness of issues, related to crisis management.

#### *End-product testing*

Risk management is a proactive way of working. This means that efforts are made to prevent risks from arising or reduce them to an acceptable level. The opposite way of working is to only work reactively, which means that action will be taken after an event has happened and not before. An example of a reactive way of working is if end-product testing (compliance monitoring) alone is used to monitor and guarantee a safe water quality. Although end-product testing is a necessary part of water quality management, it cannot be used as the only means of guaranteeing safe drinking water (e.g. WHO, 2004). It ought to be noted that the Drinking Water Directive (Council of the European Union, 1998) is based on end-product testing. The Federal-Provincial-Territorial Committee on Drinking Water and the Canadian Council of Ministers of the Environment (CDW/CCME, 2004) address the limited number of pathogens and contaminants that can be analysed and the time it takes to complete analyses, as weaknesses of end-product testing (see also Sinclair and Rizak, 2004; Vieira, 2007). Rizak et al. (2003) point out that experience of waterborne disease threats and outbreaks has shown that end-product testing is not sufficient to guarantee safe water quality. If unacceptable water quality is detected in the drinking water distributed to the taps, some consumers will at least use the water before the analysis is completed, and corrective action has been taken. End-product testing should be used as one tool for verifying that the water is/was safe to drink but not as the only means of guaranteeing safe drinking water.

#### *The multi-barrier approach*

Instead of relying on end-product testing to guarantee safe drinking water, the use of a multi-barrier approach is advocated by for example the WHO (2004) and the CDW/CCME (2004). The multi-barrier approach is based on implementation of multiple barriers throughout the drinking water system, from source to tap. The barriers

are supposed to block or control hazards to prevent them from causing any unacceptable harm. Since multiple barriers are used, failure of one or more barriers can be compensated for by the others. The CDW/CCME illustrate the multi-barrier approach as shown in Figure 3.2. The figure shows different components of the multi-barrier approach and emphasises that it is not only the treatment plants that should include barriers. Protection of source waters and distribution systems, as well as overall management, are important to achieve an efficient multi-barrier approach.

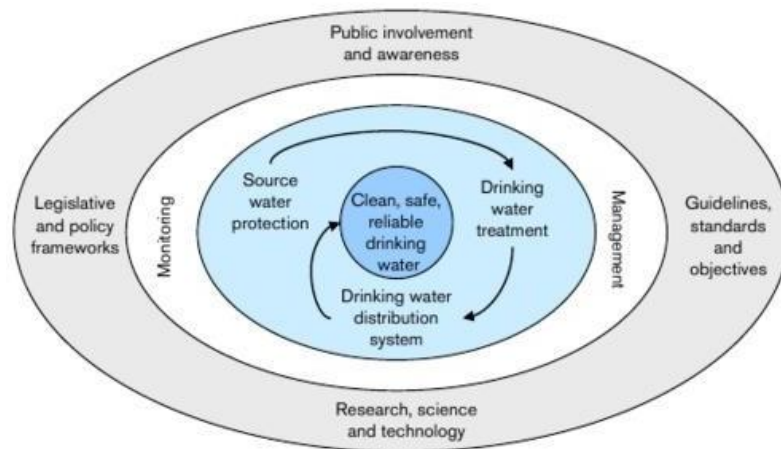


Figure 2 - Different components of the multi-barrier approach, according to the CDW/CMME (2004).

### *Frameworks and guidelines*

A number of different international and national frameworks and guidelines for managing risks to drinking water systems exist. In this section some of the most well-known frameworks and guidelines are briefly described and general trends are summarised.

### *Water Safety Plans*

In the 3rd edition of the Guidelines for Safe Drinking-water Quality, the WHO presented a framework for safe drinking water (WHO, 2004). The framework consists of health-based targets, Water Safety Plan (WSPs) and independent surveillance

(Figure 3.3). The health-related targets should be based on evaluation of health concerns by a high-level authority and reflect what is considered to be an acceptable level of risk. As noted in Section 3.3, the WHO (2004) defines safe drinking water as not representing any significant risk to health over a lifetime of consumption, including different sensitivities that may occur between life stages. The health-based targets are supposed to guide the WSPs and the independent surveillance aims to ensure the work is performed properly and also promotes improvement. The surveillance should be conducted by an independent agency and include all aspects of safety. The WSPs are a key element in the framework and include system assessment, operational monitoring and management plans (Figure 3). The purpose of the system assessment is to determine whether the system is capable of delivering water that meets the health-based targets. The system assessment should include the entire system and consider interactions between elements. Operational monitoring should assess control measures in order to ensure that the system is operating properly. The management plans aim to document and communicate relevant information. To develop a WSP a number of different steps needs to be performed. The main steps are presented in Figure 4.

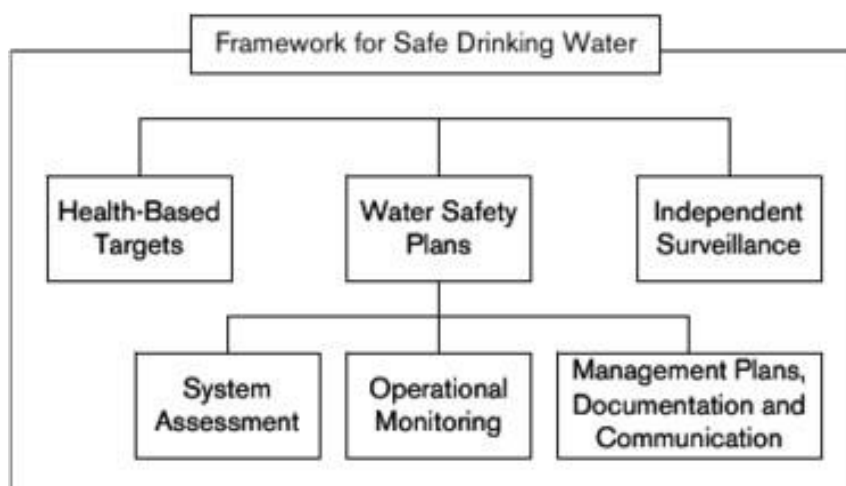


Figure 3 - The framework for safe drinking water as presented by Davison et al. (2005).

The WSP approach is based on an integrated approach, i.e. the entire system from catchment to consumer should be considered, and includes principles and concepts from the multi-barrier approach and the Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system (described further below). WSPs are currently being implemented in countries around the world and are thus an important part of risk management of drinking water systems (Breach and Williams, 2006; Garzon, 2006; McCann, 2005; Vieira, 2007). In October 2008, the WHO published a manual aimed at providing practical guidance to facilitate WSP development.

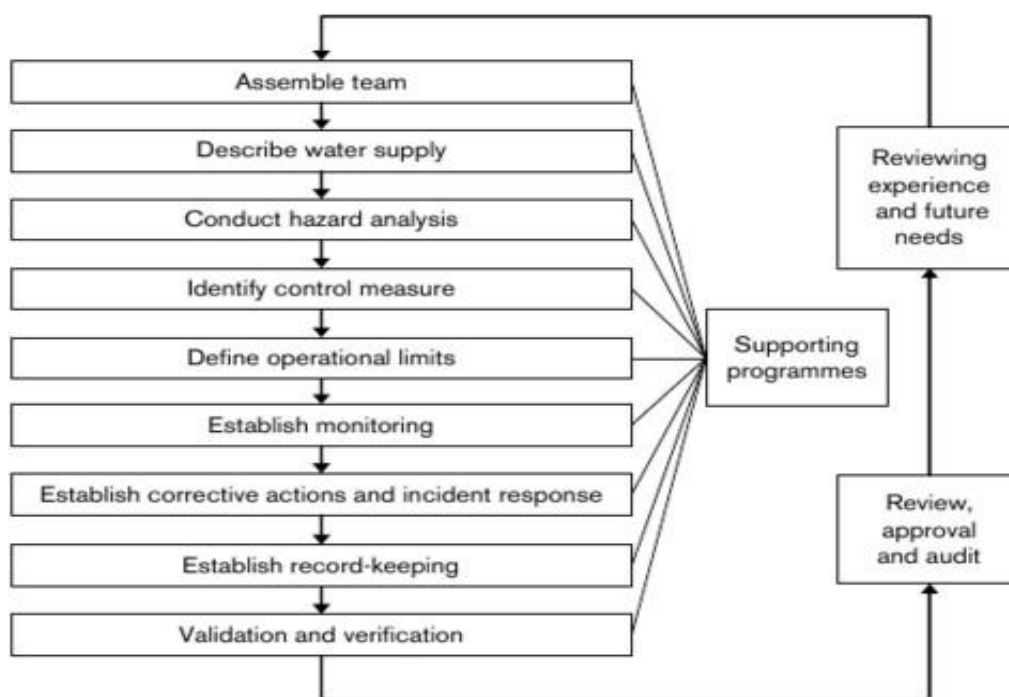


Figure 4 - Key steps in developing a WSP (after Davison et al., 2005).

### *The Bonn Charter*

The Bonn Charter for Safe Drinking Water (IWA, 2004) is a complementary document to the guidelines, provided by the WHO (2004), and emphasises the WSP approach. The document includes key principles that are considered essential in order to create a management framework for a reliable supply of safe drinking water. Institutional roles and responsibilities are also described, and the goal of the Bonn Charter is stated to be good and

safe drinking water that has the trust of consumers. Furthermore, it is emphasised that drinking water should not only be safe to drink but also be of aesthetically good quality.

### *Hazard Analysis and Critical Control Point*

The Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system can be described as a systematic way of identifying specific hazards and measures for their control (Codex, 2003). Since principles of HACCP have been included in the WSP approach, the two approaches have several similarities. Basically, the HACCP approach aims to identify hazards and for each hazard identify control measures, including points in the system where the hazard may be controlled, critical limits, monitoring and corrective actions. The Pillsbury Company compiled the HACCP system in 1960 to assure food safety when delivering food to the NASA space programme. Although traditionally used in the food industry, Havelaar (1994) presented the first application of HACCP to drinking water supplies. Hrudey (2004) and the Australian National Health and Medical Research Council and Natural Resource Management Ministerial Council (NHMRC/NRMMC, 2004) point out that HACCP is the most suitable to apply in the treatment part of a drinking water system, and not applied as easily to the important areas of source water and distribution system (see also Hamilton et al., 2006).

### *Examples of national guidelines*

In addition to international guidelines, such as those of the WHO (2004), some nations have compiled their own guidelines and frameworks. The Australian Drinking Water Guidelines (ADWG), for example, include a framework for management of drinking water quality (NHMRC/NRMMC, 2004). Rizak et al. (2003) describe the ADWG framework as a comprehensive and preventive strategy from catchment to consumer, as can also be seen in Nadebaum et al. (2003). The framework constitutes four main areas: commitment to drinking water quality management, system analysis and management, supporting requirements and review. The framework, provided by the NHMRC/NRMMC (2004), and the one, provided by the WHO (2004), is to a large extent similar. The primary differences are mainly related to the outline and presentation of the frameworks.

In New Zealand the use of Public Health Risk Management Plans (PHRMPs) is suggested by the Ministry of Health (2005a; 2005b). The PHRMP is described as a tool that will aid water utilities to identify, manage and minimise events that could cause water quality to deteriorate. Compared to the guidance on the WSP approach (Davison et al., 2005; WHO, 2004), the documents, provided by the Ministry of Health in New Zealand, include more detailed guidance on how to prepare a PHRMP. There are also other national guidelines provided by, for example, the Swedish Water and Wastewater Association (SWWA, 2007), the Swedish National Food Administration (SNFA, 2007), the Danish Water and Wastewater Association (DWWA, 2006) and the Norwegian Food Safety Authority (NFSA, 2006). These guidelines are not described further here.

### *General trends*

By comparing different international and national frameworks and guidelines the following general trends can be identified:

- The weaknesses of end-product testing is emphasised as a main reason why risk management of drinking water systems is important.
- The from source to tap approach, or even more comprehensively from catchment to consumer, is advocated in the guidelines as an important basis for managing drinking water systems.
- The multi-barrier approach is stressed as a key strategy to guarantee safe drinking water.
- Existing frameworks and guidelines are mainly focused on water quality issues. Limited guidance is provided on aspects related to water availability and reliability of water supplies.
- The importance of having good knowledge of the system is emphasised as being fundamental when analysing a drinking water system.
- Co-operation between stakeholders is pointed out as being important if drinking water systems are to be managed efficiently.

### *Integrated risk analysis of drinking water systems*

In this chapter the integrated approach to analysing and managing risks to drinking water systems is presented. Based on Chapters 1 and 3, a framework for integrated risk management of drinking water systems is suggested. Principles of qualitative and quantitative risk analysis are also presented.

#### *The from source to tap approach*

In Section 3.2 it was concluded that since drinking water systems are extensive and composed of many different components, a wide range of events may affect them and cause harm. Hence, as stated in the Australian guidelines on drinking water, efficient management of drinking water systems requires that consideration be taken to the entire supply chain (NHMRC/NRMMC, 2004). This means that all parts, from source to tap, or even more comprehensively from catchment to consumer, should be considered. This integrated approach is also emphasised by, for example, the WHO (2004) as part of the WSP approach, the IWA (2004) in the Bonn Charter and the CDW/CCME (2004) in their guidance on the multi-barrier approach.

There are several reasons why an integrated from source to tap approach should be applied, not only as an overall management approach but also when making risk analyses. Although a drinking water system may appear to have a simple structure, it is often complex. A system can be described as a supply chain composed of a raw water source, treatment plant and distribution system, but there is an interaction between these sub-systems that needs to be considered. This means, for example, that events at the water source may affect the treatment and distribution. A drinking water system also has an inherent redundancy, which means it may compensate for failures. Failure of a pump in the distribution system, for example, may not affect the delivery to the consumers as there are reserve pumps. Unacceptable raw water quality may also be compensated for by the treatment plant, and an interruption in the supply of raw water does not automatically affect the consumers since water stored at the treatment plant and in the distribution system can be used.



Hence, a drinking water system cannot be described as a traditional series system where failure in one part automatically leads to failure of the whole system.

Based on the above description, it can be concluded that overall risk management as well as risk analyses need to consider the entire system in order to be efficient. Integrated risk analysis facilitates minimisation of sub-optimisation of risk-reduction options and, consequently, more efficient use of available resources. Sub-optimisation may arise if, for example, only the treatment system is analysed and considered when selecting risk-reduction options. It might be more efficient to implement risk-reduction options to protect the water source or spend money on maintenance and upgrading the distribution network. Although integrated risk analyses are important, it should be noted that analyses of specific parts of the system as well as specific hazardous events are also important and cannot be replaced by one integrated analysis. The different types of analysis should complement each other to facilitate efficient risk management.

#### *Comparison of two approaches*

The WSP approach (Frameworks and guidelines) is comprehensive and provides increased awareness and understanding of risk issues related to drinking water systems. The approach includes principles of HACCP and the multi-barrier approach, and emphasises the importance of considering the entire supply chain, from source to tap. When comparing the WSP approach (Figure 4 in Section Frameworks and guidelines) with the more generic risk management process, similarities as well as differences can be identified. The WSP approach has been developed for a specific field of application (drinking water) while the risk management process is generic and should be suitable for a wide range of applications. By comparing the outlines of the WSP approach (Figure 4) and the risk management process the following main observations were made:

- The importance of defining the scope is emphasised more clearly in the risk management process while the WSP approach place more emphasis on putting together a team of people to support the work.
- In contrast to the WSP approach the risk management process does not in-

clude a step that states explicitly that the system should be described. However, since the risk management process is more generic the system description step is part of the scope definition, provides a more detailed description of how to carry out a risk analysis.

- In the WSP approach a step termed hazard analysis is included. The risk management framework distinguishes between hazard identification and the subsequent risk estimation.

- The risk management process includes a risk tolerability decision (acceptable risk), which is not a separate part in the WSP approach. Since WSPs are guided by health-based targets, these are intended to define what is an acceptable risk.

- Identification of control measures and definition of operational limits are steps included in the WSP approach. Within the risk management process these steps are not presented separately but are part of the step termed analysis of options.

- The risk management process illustrates decision-making as a separate step, while in the WSP approach this appears to be included in the other steps.

- The WSP approach includes monitoring, corrective action, record-keeping as well as validation and verification. In the risk management process the corresponding steps are termed implementation and monitoring.

- The WSP approach clearly points out the importance of supporting programmes linked to all steps, from assembling the team through to validation and verification. Furthermore, both the WSP approach and the risk management process indicate that the work should be performed iteratively, i.e. be updated continuously.

### *The framework*

The main reason for the differences between the WSP approach and the risk management process is the fact that the latter is generic while the former has a specific, intended use. The fact that WSPs are focused mainly on water quality issues also explains why some generic parts of risk management are not included in the WSP approach. However, risk management of drinking water systems needs to consider all risks at a strategic as well as operational level. To illustrate a generic approach to risk management of drinking water

systems a framework based on the risk management process and the WSP approach has been developed and is presented in Figure 5.

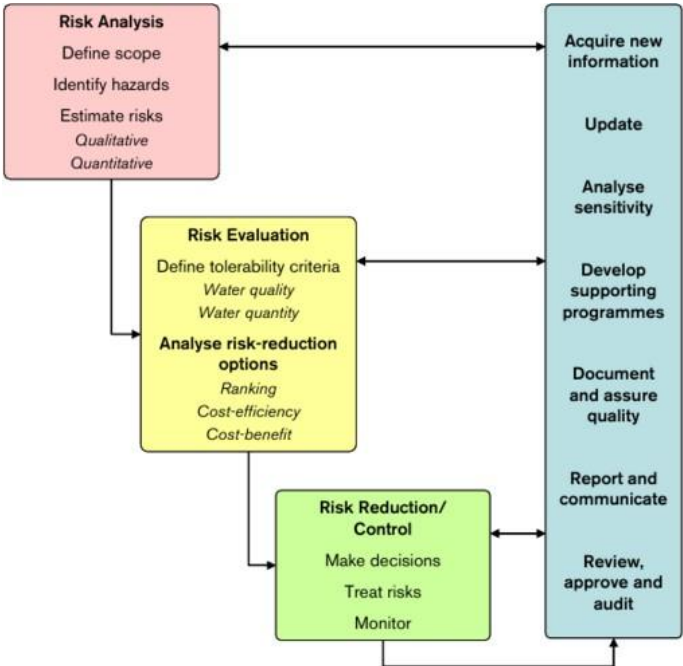


Figure 5 - Schematic illustration of a framework for integrated risk management in WSP (after Rosén et al., 2007).

The overall structure of the framework (Figure 5) is based entirely on the risk management process but has been updated with important aspects of the WSP approach to link it more clearly to drinking water systems. The framework comprises three main parts: risk analysis, risk evaluation and risk reduction/control. However, important tasks such as review, communication, collection of new information and updating are also emphasised in the framework.

The first part of the framework is risk analysis, which starts with an initial scope definition. Defining the scope is important in order to set the basis for the risk analysis. It should include a definition and description of the system as well as descriptions of concerns, assumptions and required output to support decision-making. As clearly pointed out in the WSP approach, a team of people should be put together to support the risk analysis. The team

should include people with knowledge of the system being analysed as well as people with knowledge of risk analysis. Together the team should have sufficient knowledge to perform the analysis. Once the scope has been defined, hazards should be identified and the risk estimated. The risk analysis can be qualitative or quantitative, depending on its purpose.

The output from the risk analysis should be used as input in the risk evaluation. To enable risk evaluation, tolerability criteria defining an acceptable level of risk are needed. The WSP approach includes health-based targets related to the water quality. However, targets related to water quantity and other stakeholder values are also needed in order to evaluate all the risks. Efficient risk management of drinking water systems must include risks related to both quantity and quality problems. If the risk is not acceptable, it needs to be reduced and/or controlled. Alternative options for risk reduction should be identified and evaluated by means of, for example, cost-effectiveness or cost-benefit analyses.

Based on the information from the risk analysis and risk evaluation (together termed risk assessment) decisions are made and implemented. This means that if considered necessary the risk is handled by, for example, lowering the probability of occurrence, reducing the consequence, or both. To evaluate the efficiency of the implemented safety measure monitoring may be used. The information from monitoring and reporting systems as well as other information sources should be used to update the risk analysis and the risk evaluation.

In addition to the analysis, evaluation and reduction/control steps, the framework in Figure 5 emphasises the importance of analysing and considering uncertainties related to all steps. Furthermore, supporting programmes, documentation, communication and review are highlighted as important tasks.

## References:

1. T. Bedford and R.M. Cooke (2001). Probabilistic risk analysis: foundations and methods, Cambridge University Press, Cambridge.
2. M. Blokker, K. Ruijg and H. de Kater (2005) . Introduction of a sub-standard supply minutes performance indicator, *Water Asset Management International*, 1 (3), 19-22.
3. A. Davison, G. Howard, M. Stevens, P. Callan, L. Fewtrell, D. Deere and J. Bartram (2005). *Water Safety Plans: Managing drinking-water quality from catchment to consumer*, WHO/SDE/WSH/05.06, World Health Organization, Geneva.
4. Göteborg Vatten (2006). *Action plan water: Long-term goals for the water supply in Göteborg (In Swedish)*, City of Göteborg.
5. IWA (2004). *The Bonn Charter for Safe Drinking Water*, International Water Association, London.
6. A. Lindhe, L. Rosén, T. Norberg and O. Bergstedt (2008) . *Fault tree analysis for integrated and probabilistic risk analysis of drinking water systems*, Submitted to *Water Research*.
7. T. Norberg, L. Rosén and A. Lindhe (2008). *Added value in fault tree analyses ( In press)*, European Safety and Reliability Association 2008 and 17th Society for Risk Analysis Europe Conference, Valencia, 22-25 September.
8. M. Rausand and A. Høyland (2004). *System reliability theory: models, statistical methods, and applications*, 2 ed., Wiley-Interscience, N.J.
9. L. Rosén, O. Bergstedt, A. Lindhe, T.J.R. Pettersson, A. Johansson and T. Norberg (2008). *Comparing Raw Water Options to Reach Water Safe-*

ty Targets Using an Integrated Fault Tree Model, Paper presented at the International Water Association Conference, Water Safety Plans: Global Experiences and Future Trends, Lisbon, 12-14 May.

10. SLVFS 2001:30 National Food Administration Ordinance on Drinking Water (In Swedish), Swedish National Food Administration.

11. T. Westrell, O. Bergstedt, T.A. Stenström and N.J. Ashbolt (2003). A theoretical approach to assess microbial risk due to failures in drinking water systems, *International Journal of Environmental Health Research*, 13 (2), 181-197.

12. WHO (2004). *Guidelines for drinking-water quality. Vol. 1, Recommendations*, 3 ed., World Health Organization, Geneva.

13. J. Åström, T.J.R. Pettersson and T.A. Stenström (2007). Identification and management of microbial contaminations in a surface drinking water source, *Journal of Water and Health*, 5 (1), 67-80.