

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

Инженерная Школа природных ресурсов  
Направление подготовки «Природообустройство и водопользование»  
Отделение геологии

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Гидрогеохимическое обоснование выбора метода обработки подземных вод для хозяйственно-питьевых нужд (г. Томск)</b>

УДК 628.16.067.1(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ61	Самушева Аделе Андреевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор Отделения геологии	Попов В.К.	д.г.-м.н., профессор		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

По разделу «Иностранный язык»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОИЯ ШБИП	Щеголихина Ю.В.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор Отделение геологии	Савичев О.Г.			

## Результаты обучения по ООП

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>
<b>В соответствии с профессиональными компетенциями</b>	
P1	Использовать фундаментальные математические, естественно-научные, социально-экономические и профессиональные знания в области специализации при осуществлении изысканий и инновационных проектов сооружения и реконструкции объектов природообустройства и водопользования
P2	Ставить и решать научно-исследовательские и инновационные задачи инженерных изысканий для проектирования объектов природообустройства и водопользования в условиях неопределенности с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний
P3	Выполнять инновационные проекты, эксплуатировать объекты природообустройства и водопользования с применением фундаментальных знаний и оригинальных методов для достижения новых результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений
P4	Разрабатывать на основе глубоких и принципиальных знаний программы мониторинга объектов природообустройства и водопользования, мероприятия по снижению негативных последствий антропогенной деятельности в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений
P5	Планировать, организовывать и выполнять исследования антропогенного воздействия на компоненты природной среды, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности с помощью глубоких и принципиальных знаний и оригинальных методов
P6	Профессионально выбирать и использовать инновационные методы исследований, современное научное и техническое оборудование,

	программные средства для решения научно-исследовательских задач с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
<b>В соответствии с универсальными компетенциями</b>	
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>	
P7	Использовать глубокие знания в области проектного менеджмента, находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области природообустройства, водопользования и охраны природной среды
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, включая разработку документации и презентацию результатов проектной и инновационной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве руководителя группы, в том числе и международной, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за работу коллектива, готовность следовать профессиональной этике и нормам, корпоративной культуре организации
P10	Демонстрировать глубокое знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах безопасности жизнедеятельности, быть компетентным в вопросах устойчивого развития
P11	Самостоятельно приобретать с помощью новых информационных технологий знания и умения и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

---

Инженерная Школа природных ресурсов (ИШПР)  
Направление подготовки «Природообустройство и водопользование»  
Отделение геологии

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

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

В форме:

<b>Магистерской диссертации</b>
---------------------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ61	Самушева Аделе Андреевна

Тема работы:

Управление солеотложением при эксплуатации Первомайского нефтяного месторождения (Томская область)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	23.01.2017, N 135 /с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.05.2018
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(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.).*

1. Анализ литературных данных;
2. Результаты исследований химического состава подземной воды;
3. Материалы производственной практики в ООО «НПО Экосистема» (2017 г.)
4. Результаты научных исследований;

<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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Описать физико-географические, геологические и гидрогеологические условия района исследований;</li> <li>2. Проанализировать химический состав подземных вод и его изменение во времени;</li> <li>3. Посчитать термодинамическое равновесие; проанализировать состав минеральных образований на оборудовании станции водоподготовки;</li> <li>4. Разработка рекомендаций по улучшению системы водоподготовки</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объект исследований</li> <li>2. Химический состав подземных вод Обь-Томского междуречья</li> <li>3. Равновесие подземных вод с карбонатными минералами</li> <li>4. Равновесие подземных вод с алюмосиликатными минералами</li> <li>5. Схема очистки на Томском подземном водозаборе</li> <li>6. Разработанная схема водоочистки</li> </ol>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p><b>Социальная ответственность</b></p>	<p>Ассистент ООДШБИП, Немцова О.А.</p>
<p><b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b></p>	<p>Ассистент ОСНГ ШБИП, Макашева Ю.С.</p>
<p><b>Иностранный язык</b></p>	<p>Старший преподаватель ОИЯ ШБИП, канд.филол.наук, Щеголихина Ю.В.</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p>Wasser und Wasserqualität (приложения Б)</p>	

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

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Профессор Отделения геологии	Попов В.К.	д.г.-м.н., профессор		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ВМ61	Самушева Аделе Андреевна		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа на тему: «Гидрогеохимическое обоснование выбора метода обработки подземных вод для хозяйственно-питьевых нужд (г.Томск)» 104 страницы, 10 рисунков, 18 таблиц, 63 источника, 2 приложения.

Ключевые слова: Обь-Томское междуречье; Томский подземный водозабор; подземные воды; химический состав; равновесие вод; солеотложение; водоносный горизонт; методы очистки; водоподготовка.

Объектом исследования являются воды Томского подземного водозабора.

Цель исследования состоит в разработке новой системы оборудования водоподготовки для вод Томского подземного водозабора.

В процессе исследования проводился: отбор проб и сравнение химического состава вод за период эксплуатации Томского подземного водозабора, изучение изменений химического состава вод из эксплуатируемых скважин; исследование минералообразований.

В результате проведенного исследования проведен анализ органических отложений на Томском месторождении и подобрано наиболее эффективное и рациональное оборудование для водоподготовки для хозяйственно-питьевых нужд г.Томска.

Область применения – Томский подземный водозабор.

## **Сокращения**

В данной работе применены следующие сокращения:

ЖРО – жидкие радиоактивные отходы

СХК – Сибирский химический комбинат

ТПВ – Томский подземный водозабор

ОТМ – Обь-Томское междуречье

## Оглавление

<b>Введение</b> .....	10
<b>Обзор литературы</b> .....	10
<b>Глава 1. Характеристика района исследования</b> .....	14
1.1 Административно-географическое положение .....	14
1.2 Климат .....	14
1.3 Геология.....	16
1.3.1 Особенности структурно-тектонического и геологического строения района.....	17
1.4 Гидрогеология.....	17
<b>Глава 2. Химический состав подземных вод Обь-Томского междуречья</b> .....	21
<b>Глава 3. Равновесие подземных вод с горными породами</b> .....	35
3.1. Равновесие подземных вод с карбонатными минералами.....	39
3.2. Равновесие подземных вод с алюмосиликатными минералами.....	42
<b>Глава 4. Система водоподготовки</b> .....	45
4.1. Описание работы станции водоподготовки на Томском подземном водозаборе.....	46
4.2. Альтернативные очистные сооружения.....	47
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	55
Социальная ответственность.....	64
<b>Заключение</b> .....	67
<b>Список публикаций</b> .....	83
<b>Список использованных источников</b> .....	84
<b>Приложения</b> .....	91
Приложение А.....	91
Приложение Б (обязательное).....	92

## Введение

Данная работа посвящена гидрогеохимическому обоснованию выбора метода обработки подземных вод для хозяйственно-питьевых нужд.

**Актуальность работы.** Вопрос обеспечения нашей страны качественной питьевой водой в последнее время становится более актуальным и важным. Данная проблема возникла в связи с тем, что большая часть рек и озер не может быть использована в роли источника хозяйственно-питьевых нужд.

Город Томск обладает надёжным источником питьевого водоснабжения. Артезианские воды территории Обь-Томского междуречья надежно защищены, но, к сожалению, по всей территории месторождения наблюдается превышения по некоторым показателям, что является характерным для Западно-Сибирского региона.

В последнее время интерес научной общественности обращен на учение о геологической эволюции взаимодействия вод с горными породами [40, 3]. Поставленная еще В.И. Вернадским, проблема равновесия природных и особенно подземных вод с горными породами приобрела особое звучание в последние годы, что вызвано, по крайней мере двумя причинами: 1) широким внедрением в практику научных исследований методов физико-химического компьютерного моделирования разнообразных гидрогеохимических процессов и 2) успехами в экспериментальном изучении механизмов взаимодействия воды с горными породами. В каждом конкретном случае важно разобраться в характере существующего равновесия между водой и отдельными минералами горных пород. Самое важное это - понять механизмы, которые контролируют степень и характер равновесия, его природу, направленность развития, физико-химическое состояние и т.д. [3].

**Объектом исследования** являются воды из нескольких эксплуатационных скважин Томского подземного водозабора (за 1973 и

2016 гг.), а также пробы, взятые со станции водоподготовки (исходная вода, поступающая на станцию, вода после промывки фильтров и после водоподготовки), а также несколько проб из эксплуатационных скважин Северского водозабора. [29].

**Цель исследования** – разработка новой системы оборудования водоподготовки для вод Томского подземного водозабора.

Основные задачи данной работы:

1. Изучить химический состав природных вод исследуемой территории;
2. Расчёт равновесия подземных вод с минералами различных групп;
3. Анализ существующей схемы водоподготовки на Томском подземном водозаборе;
4. Разработка современной системы водоочистки на Томском подземном водозаборе.

Научная новизна работы состоит в разработке новой системы водоподготовки, с учетом особенностей химического состава, исследуемых вод.

**Практическая значимость.** Данное исследование является значимым для ООО «Томскводоканал», так как в работе рассмотрено более современное оборудование водоочистки, которое может повысить эффективность технологического процесса.

**Апробация работы:**

Основные результаты диссертационной работы докладывались на международных конференциях различного уровня:

1. XX, XXI, XXII Международный научный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск 2016, 2017, 2018 г.)

2. XXI Международная экологическая студенческая конференция «Экология России и сопредельных территорий» (Новосибирск 2016 г.)
3. Международный конкурс научно-исследовательских проектов молодых ученых и студентов «Eurasia Green» (Екатеринбург, 2017 г.)
4. Международный конкурс научно-исследовательских проектов молодых ученых и студентов «Экология воды» (Екатеринбург, 2017 г.)

Также научная работа была отмечена 3 дипломами на международных конференциях и 3 сертификатами за участие на международных симпозиумах.

Автор выражает благодарность научному руководителю профессору д.г.-м.н. В.К. Попову и научному консультанту к.г.-м.н. Е.Ю. Пасечник, инженеру-технологу ООО «НПО Экосистема» Р.А. Вепренцеву.

## Обзор литературы

В первой главе рассмотрены климатические, геологические и гидрогеологические условия Обь-Томского междуречья, на основе материалов, заимствованных из монографии В.К. Попова, В.А.Коробкина, Г.М. Рогова, О.Д.Лукашевич, Ю.Ю.Галямова, Б.И. Юргина «Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья» (2002 г.) и на основе статьи из Научно-Практического журнала «Обской вестник» А.В.Мананкова, В.П. Парначева «Геоэкологические аспекты состояния поверхностных и подземных вод города Томска» (1999 г.).

Вторая глава написана с использованием таких источников, как статья Янкович Е.П., Копылова Ю.Г., Янкович К.С. «Распространенность химических элементов в геохимических типах вод Обь-томского междуречья», статья Янкович К.П., Копылова Ю.Г., Гусева Н.В. «Распространенность геохимических типов подземных вод Обь-томского междуречья», а также с использованием материала представленного в диссертации Колоколовой О.В. «Геохимия подземных вод района Томского водозабора».

На основе результатов анализа проб эксплуатационных скважин Томского подземного водозабора (за 1973 и 2017 гг.), а также проб, взятых со станции водоподготовки (исходная вода, поступающая на станцию, вода после промывки фильтров и после водоподготовки), а также нескольких проб из эксплуатационных скважин Северского водозабора была написана третья глава, в которой было рассчитано термодинамическое равновесия относительно алюмосиликатов и минералов карбонатной группы.

В основу написания четвертой главы легли компетенции, полученные во время практики в ООО «НПО Экосистема.»

## **Глава 1. Характеристика района исследования**

### ***1.1 Административно-географическое положение***

Исследуемая территория располагается в Томской области. Она относится к Западно-Сибирской низменности, которая соответствует среднему течению реки Оби (лист 1).

В границах томского района располагается два города: Томск и Северск, в которых живет больше половины жителей области. С учетом промышленности города Томска число промобъектов на территории района достигает 400 [27].

На левом берегу реки Томи и в северной части ОТМ, находится значительное месторождение подземных вод (приложение А). Данное месторождение является главным источником питьевой воды для Томска и поселков Томского района [25].

С географических позиций район исследований относится к зоне тайги, подзоне подтайги, за исключением небольшого участка на правом берегу реки Томи, относящегося к южно-таежной подзоне.

### ***1.2 Климат***

Географическое положение рассматриваемой территории определяет её климатические особенности. Важным климатообразующим фактором является атмосферная циркуляция, которая зависит от рельефа местности, удаленности от морей и океанов. Огромное влияние оказывает заболоченность территории и достаточно большое количество озер. Причиной этому являются высокие затраты тепла на испарение (до 70-80%) [8,30].

Один из самых важных факторов климата – это температура воздуха. Она определяет воздушные течения, которые связаны с тепловым различием воздушных масс, а также формирует осадки и облачность. Среднегодовые температуры в пределах исследуемой территории представлена в таблице 1. В январе наблюдается минимум температуры. 180-200 дней в год, такова продолжительность холодного периода, который

характеризуется отрицательными температурами. В июле наблюдается максимум. 165-185 дней в год, характеризуется температурой выше 0°C [9].

Рассматриваемая территория, по количеству осадков, причисляется к зоне умеренного увлажнения [13]. Годовое количество осадков представлено в таблице 2. В теплый период наблюдается самое большое количество выпавших осадков.

Таблица 1

Зона, подзона	Температура, °С			Сумма температур воздуха, >10 °С	Сумма активных температур почвы, °С	Суммарная радиация, МДж/м <sup>2</sup>	Радиационный баланс, МДж/м
	январь	июль	среднегодовая				
Северная тайга	-24- (-25)	15-16	-4,0-(-9,0)	600-1200	810		
Средняя тайга	-23- (-24)	16-17	-1,5-(-4,0)	1300-1500	1380	148	80
Южная тайга	-22-(-23)	17-18	-0,5-(-1,5)	1500-1700	1590	156	83
Подтайга	-19-(-22)	18-19	-0,3-(-0,8)	1700-1780	1750	165	88
Лесостепнь	-17-(-20)	18,5-19	0-0,5	1750-1900	1820		

Соответственно холодный период характеризуется самым малым количеством осадков (преимущественно март и февраль [2]), которые наблюдаются преимущественно в твердом виде и это составляет 22-34% от всех осадков за год [9].

Основные гидрологические характеристики климата таежной зоны Западной Сибири указаны в таблице 2.

[8]

Таблица 2

Зона, подзона	Осадки, мм		Испаряемость, мм/год	Индекс сухости	Коэффициент увлажненности
	среднегодовые	За теплый период			
Северная тайга	550-600		330	0,3-0,4	1,61
Средняя тайга	600-650	400	350	0,4-0,5	1,42
Южная тайга	530-600	380	430	0,5-0,6	1,20
Подтайга	500-600	350	450	0,6-0,7	1,00
Лесостепнь	400-500	280	500	0,7-0,9	0,80

Стабильный снежный покров наступает в конце октября и не сходит 176-182 дня. Начало схода устойчивого снежного покрова наблюдается в среднем в середине-конце апреля [9].

Твердые осадки составляет 34% от общего количества за год, на жидкие приходится порядка 59% и около 7% характеризуют смешанные. Средняя общая сумма продолжительности за весь год равняется 1677 часов и максимальная составляет 2071 час. Самые продолжительные осадки наблюдаются в ноябре-январе. В этот период их длительность насчитывает порядка 240 часов за месяц [13].

Атмосферный климат и почвенный сильно отличаются, так как характерно позднее прогревание и раннее охлаждение почв. Суглинистые почвы в южной тайге характеризуется глубиной промерзания до 40 см, в условиях естественной темнохвойной растительности, но на короткий период времени. Различия в термическом режиме почв больше проявляются на глубине 20 см. С глубиной данные различия становятся менее заметными, например, на глубине 80 см они ослабевают, а на глубине 160 см практически полностью исчезают [8].

Таким образом, территория нашего исследования характеризуется наличием умеренно-континентального климата с отрицательными среднегодовыми температурами и преобладанием осадков над испарением [19]. Избыток в пределах Западно-Сибирской равнины осадков и недостаток тепла приводят к накоплению поверхностных и грунтовых вод и появлению, особенно в пониженных формах рельефа, болотно-озерных комплексов. Следовательно, климат играет одну из ведущих ролей как фактор формирования процессов болотообразования данного региона. [11, 20].

## *1.3 Геология*

### *1.3.1 Особенности структурно-тектонического и геологического строения района*

Рассматриваемая территория располагается на стыке двух крупных гидрогеологических структур – Колывань-Томской складчатой зоны и Западно-Сибирского артезианского бассейна. Данный район располагается в лесотаежной ландшафтной зоне с нормальной влажностью и теплообеспеченностью. Данные условия являются хорошими для формирования инфильтрационного питания подземных вод. [23].

Нижний палеозойский комплекс, рассматриваемый в качестве фундамента, представлен сложнодислоцированными алевро-песчаниковыми сланцами каменноугольного возраста, которые прорваны дайковыми породами основного состава. Поверхность фундамента представлена низкогорным рельефом с перепадами высот до 200-250 м и перекрыта корой выветривания. Её мощность обусловлена характером рельефа и иногда превосходит значение в 50 м. Кора выветривания служит пластом, в пределах которого совершается сток подземных вод в реки, которые прорезают палеозойские отложения. Нижнекаменноугольные отложения включает в себя горизонт трещинно-жильных вод, относящихся к верхней трещиноватой зоне песчано-сланцевых отложений с мощностью до 50 м. [23].

Субгоризонтально залегающие тощи мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов, а также четыре водоносных горизонта представляют собой верхний комплекс. Его мощность варьируется от нескольких до нескольких сотен метров. На правобережных мелких притоках наблюдается выходы коренных пород, а также кор выветривания, развитых по ним. [21].

«В тектоническом отношении район находится в зоне сопряжения погружающегося палеозойского фундамента Западно-Сибирской плиты и её складчатого обрамления, сложенного здесь».

В отношении тектоники территория располагается в зоне сопряжения погружающегося палеозойского фундамента Западно\_Сибирской плиты и её складчатого обрамления, которое сложено позднегерценскими структурами Колывань-Томской складчатой зоны и которая входит в состав Алтае-Саянской складчатой системы. [23].

В границах Томской и Новосибирской областей Колывань-Томская зона получила название Томского прогиба. Он сложен терригенными флишевыми отложениями девона-карбона. Строение осложняется присутствием значительной складчатости, представленной узкими антиклинальными и синклинальными складками, которые разделены системой продольных надвигов, сбросов и взбросов ранне-позднескладчатого заложения. [6]

Не считая продольных разломов северо-восточного простирания, которые связаны со складчатостью, в Колывань-Томской зоне широко изображены поперечными и диагональными системами нарушений. [33]

С северной, западной и юго-западной сторон Томский прогиб закрыт рыхлыми отложениями чехла.

Образование этого строения сопровождалось движением блоков палеозойских пород по зонам разрывных нарушений. В итоге произошедшего изменения значительных блоков сложились горстообразные впадины и скульптурные террасы.

На ОТМ К.В.Ивановым [10] была особо отмечена вниманием, так называемая Жуковская, скульптурная терраса шириной более 40 км в южной части междуречья и до 10 км в северной (г. Северск). По длине уступа террасы развилась флексурная зона, которая выполнена меловыми, палеогеновыми и песчано-глинистыми четвертичными отложениями со свойственными формами залегания слоев и заметной невыдержанностью по

мощности и фациальному составу. Наружные части террасы незначительно наклонены к северо-западу от Томского выступа. Палеозойские породы располагаются на глубине до 130-160 вблизи бровки террасы. Дальше наблюдается стремительное опускание и глубина возрастает до 320 м в полосе шириной до 10 км, которая образует вторую ступень погружения фундамента. Уступ ступени создан резким опусканием фундамента до 450 м на расстоянии до 4 км. Несомненно, что перемещение блоков фундамента происходило по зонам разрывных нарушений, которые имеют северо-восточное направление.

В северной части территории палеозойский фундамент Западно-Сибирской плиты сложен более древними структурами Колывань-Томской складчатой зоны с глубинными разломами почти широтного простирания и залегает уже на глубине 500 м. [7] В исследуемом районе расположены вторая и третья очереди Томского подземного водозабора. Северские подземные водозаборы, как и объекты наземного и подземного захоронения жидких радиоактивных отходов. К востоку от района захоронения ЖРО наблюдается опущение северных структур (Кузнецкого Алатау), которые определили среду осадконакопления мезозойско-кайнозойских отложений на восточных и западных его склонах.

По северо-западной и западной границе ОТМ углубление структур Колывань-Томской складчатой зоны происходило повдоль Приобского глубинного разлома [22].

В послелюрский период происходило дальнейшее динамичное тектоническое формирование фундамента Западно-Сибирской плиты. По предположениям, [28], в мезокайнозойское время в Западно-Сибирском бассейне были хорошо развиты вулканогенные процессы. Доказательством могут служить микропримеси вулканогенного материала в отложениях на многих стратиграфических уровнях, прослой пирокластических пород, туфов, туффитов, туфоизвестняков, туфосидеритов и т.д. По суждению А.А. Вана [4], в Западно-Сибирском бассейне произошло примерно 6 излияний:

в раннеюрское, позднеюрское, неокамское, сеноман-туронское, дат-палеоценовое а также, возможно, в эоценовое время. Разумеется, что в зоне соединения Западно-Сибирской плиты и Томь-Колыванской складчатой зоны, где сконцентрированы взаимопротивоположные направленности их формирования. Это подтверждает и неотектонический этап их саморазвития.

В течение последних 35-40 лет Колывань-Томский складчатый выступ претерпел ряд непредвиденных землетрясений силой до 3-4 баллов, которые были зафиксированы сейсмическими станциями. Это дало повод для присоединения его в список территорий с возможным природными землетрясениями с силой до 5 баллов и выше. Чаще всего они происходили в период с 1898 по 1905 г. Последнее землетрясение было отмечено в 1990 г. [31]

С другой стороны, Колывань-Томский выступ расположен в зоне влияния ударного эффекта от подземных ядерных взрывов Семипалатинского полигона, сила которых в эпицентре достигает 10-12 баллов. Южные районы Западной Сибири входят в зону распространения ударной волны силой 1-3 балла. Постоянные ядерные взрывы являются источником подновлению радиальных от эпицентра взрыва разломов земной коры, по которым совершается прорыв глубинных хлоридных и сульфатных вод к поверхности. Благодаря этому снижается качество пресных питьевых вод, формируются засоленные почвы и водоёмы. [31] Аномально большое значение содержания хлорида определено и в воде скважин северного участка Томского подземного водозабора, которые находятся недалеко зоны тектонических нарушений. [26]

Активные тектонические процессы в мезокайнозойское время и в современный период подвергли значительным деформациям водоупорные породы платформенного чехла, тем самым увеличивая их проницаемость.

#### ***1.4 Гидрогеология***

Изученные свойства структурно-тектонического устройства области определили характер геологического строения водовмещающих комплексов пород платформенного чехла, их гидрогеохимические и гидродинамические среды. Территория включена в строение внешней области Западно-Сибирского артезианского бассейна. В данной области все комплексы расположены в среде сильного водообмена, также они вмещают инфильтрационные воды, которые имеют схожие геохимические виды. Воды меловых и палеозойских отложений находятся в области медленного водообмена в северной части ОТМ. [28]

На исследуемой территории можно выделить 3 гидрогеологических комплекса, на основе уже имеющегося структурно-геологического районирования артезианского бассейна [12]. Водоносный комплекс трещинных вод палеозойского фундамента, нижний и верхний гидрогеологические этажи, верхний гидрогеологический этаж.

##### ***Водоносный комплекс трещинных вод палеозойского фундамента (Pz).***

Воды данного комплекса простирается в области региональной трещиноватости

Подземные воды этого комплекса распространены в зоне региональной трещиноватости мощностью от 20-80 м, структурном элювии и многочисленных зонах дробления. В целом, палеозойские породы характеризуются низкими фильтрационными свойствами. Водопроницаемость их невысока, в пределах 3-110 м<sup>2</sup>/сут. [18]. Дебиты скважин не превышают 1-2 л/с, только отдельные скважины, вскрывшие горизонты трещиноватых песчаников в долинах рек и депрессиях рельефа, имеют дебиты 8-10 л/с. Для крупного водоснабжения такие подземные воды практического значения не имеют.

Однако породы фундамента служат проводниками глубинных напорных флюидов, являющихся продуктами физико-химических превращений вещества верхней мантии и влияющих на формирование состава вод платформенного чехла и на преобразование минералогического состава пород [16].

Миграция глубинных флюидов вверх по разрезу мезокайнозойских отложений происходит по трещинам и тектоническим разломам. Трещины различного происхождения, но, в основном тектонического, широко распространены по всему разрезу осадочного чехла.

Таким образом, гидрогеологические условия палеозойского водоносного комплекса оказывают значительное влияние на восходящую вертикальную миграцию водных растворов осадочного чехла, а в районе захоронения жидких радиоактивных отходов способствуют их проникновению в верхние водоносные горизонты, повышают геохимическую активность водных растворов и интенсифицируют процессы радиолитизации с выделением тепла.

В зоне интенсивного водообмена по химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией 0,13-0,34 г/дм<sup>3</sup>.

При погружении под мезозойские и кайнозойские отложения состав вод изменяется от гидрокарбонатно-хлоридного кальциево-магниевого до хлоридного натриевого с минерализацией 1,85-4,58 г/дм<sup>3</sup>. Содержание хлора, с увеличением глубины залегания фундамента от 164 до 304 м, изменяется от 7 до 195 мг/дм<sup>3</sup>, а количество сульфат-иона (3-4 мг/дм<sup>3</sup>) остается неизменным.

### ***Водоносный комплекс меловых отложений (K<sub>1-2</sub>)***

Данный водоносный комплекс объединяет водоносные горизонты сымкской (K<sub>2</sub>smc), симоновской (K<sub>2</sub>smn) и покурской (K<sub>1-2</sub>pk) свит, песчано-глинистые отложения которых сформировались на погружающихся структурах Кузнецкого Алатау и Колывань-Томской складчатой зоны, унаследовав характерные формы залегания слоев. На

правом склоне р. Томи (район захоронения ЖРО) образовалась мультислойная структура донных отложений, открытая к северо-западу, с пологим погружением пластов в данном направлении, определившем и направление движения подземных вод. Вдоль уступа Жуковской скульптурной террасы [10] сформировалась флексурная зона прибрежно-морских и континентальных меловых и палеогеновых отложений. В вертикальном разрезе на поднятой и опущенной части крыла слои имеют одинаковое или почти одинаковое строение, а на соединяющем их склоне залегание слоев резко меняется, мощности их не выдержаны, часто рассечены разрывами. Фациальный состав этого участка переменчив, поэтому нельзя экстраполировать, например, мощность водоупорных горизонтов из нижнего участка в смыкающую часть крыла. Генетическая неоднородность этих осадков уже предполагает их фациальную изменчивость в разрезе и по площади распространения, что подтверждается и геологическими данными. Кроме того, активные тектонические процессы в мезокайнозойское время и современный период подвергли значительным деформациям породы платформенного чехла, в том числе и меловых отложений, увеличивая их водопроницаемость по вертикальному вектору.

Глубинные разломы вдоль уступов структурных террас и в зоне краевого шва (верхнего перегиба флексуры) могли служить в меловой период основными путями развития древних речных долин, в которых сформировались аллювиальные фации повышенной водопроницаемости. Фильтрационные свойства их в несколько раз лучше прибрежно-морских, которые слагают водоносный комплекс меловых отложений.

Водовмещающими породами сымской и симновской свит являются каолинизированные пески (от пылеватых до мелкозернистых) с низкой водообильностью. Удельные дебиты по скважинам составляют 0,004-0,75 л/с при понижениях уровня на 10-23 м. Мощность комплекса изменяется от 0 в пределах г. Томска (Советский и Кировский районы) до 320 м (участки

захоронения ЖРО), на севере Обь-Томского междуречья мощность комплекса достигает 250 м.

Водоносный комплекс меловых отложений на большей части площади распространения изолирован от палеогеновых региональным эоценовым глинистым водоупором, который только на отдельных участках сменяется глинами симоновской свиты.

Пьезометрическая поверхность меловых вод изменяется от 89-90 в районе захоронения ЖРО до 83,7 м в районе пос. Моряковский затон, резко понижаясь к базису разгрузки данных вод (рр. Томь, Обь, северная часть Обь-Томского междуречья, в том числе и район III очереди Томского водозабора).

В этом же направлении отчетливо прослеживается процесс метаморфизации вод. Состав их изменяется от гидрокарбонатного хлоридного, натриево-кальциевого до хлоридного, натриево-кальциевого. Минерализация изменяется соответственно от 0,6 до 4,58 г/дм<sup>3</sup> [38]. Содержание хлоридов в зоне интенсивного водообмена, на глубинах 100-200 м, где происходит основное поступление инфильтрационных вод, составляет 3,9-10 мг/дм<sup>3</sup>. Это южная часть Обь-Томского междуречья, район севернее г. Томска, то есть полоса примыкания (выклинивание осадков верхнемеловых отложений к палеозойскому обрамлению).

С увеличением глубины залегания водоносных горизонтов содержания хлоридов в подземных водах сымской и симоновской свит на водоразделах повышается и составляет 107-176 мг/дм<sup>3</sup>. В долине р. Оби на всем её протяжении отмечается высокое содержание хлорид-иона – 476-2491 мг/дм<sup>3</sup>, что свидетельствует о глубинном его происхождении и миграции по разлому фундамента. В водах мезозойских отложений зоны замедленного водообмена и зоны разгрузки отмечается высокое содержание фосфора – 0,488 мг/дм<sup>3</sup>, бария – 0,0085 мг/дм<sup>3</sup>, цинка – 0,04 мг/дм<sup>3</sup>, фтора – 0,45 мг/дм<sup>3</sup>, йода – 0,23 мг/дм<sup>3</sup>, брома – 2,94 мг/дм<sup>3</sup>.

Водоносный горизонт верхнемеловых отложений покурской свиты залегает на сравнительно небольшой глубине – 209-245 м, распространен на склоне фундамента узкой полосой в обстановке замедленного водообмена. Этот горизонт представляет практический интерес с точки зрения использования подземных вод в качестве минеральных столовых вод с разнообразным соотношением макрокомпонентов.

Водоносный комплекс меловых отложений используется для захоронения ЖРО Сибирского химического комбината. В качестве пластов-коллекторов были выбраны два горизонта симоновской свиты, представленные глинистыми разномерными песками. Первый водоносный горизонт в интервале 280-350 м – для захоронения низкорadioактивных нетехнологических отходов (площадка 18) и второй водоносный горизонт в интервале 350-400 м – для захоронения высоко- и среднеактивных отходов (площадка 18а). Основным изолирующим горизонтом, разделяющим пласты с ЖРО и вышележащие водоносные горизонты, в том числе и эксплуатируемые водозаборами гг. Томска и Северска, является глинистый горизонт симоновской свиты мощностью 25-85 м. Вышерасположенный водоносный горизонт меловых отложений сымской свиты является буферным. В некоторых случаях отмечено попадание в этот горизонт ионов аммония, сульфатов, регистрируется бета- и гамма-активность, что может свидетельствовать о ненадежности водоупора или о поступлении отходов по затрубному пространству нагнетательных и наблюдательных скважин [17].

Вниз по потоку подземных вод, всего 15-17 км от полигона захоронения ЖРО, располагаются скважины Томского водозабора из подземных источников. Еще ближе к полигонам захоронения на правом склоне долины р. Томи между полигонами расположена площадка строительства третьего Северского водозабора.

***Водоносный комплекс палеогеновых отложений (P<sub>2-3</sub>)***

Породы палеогенового комплекса широко распространены на исследуемой территории. Подземные воды этого комплекса являются основным источником централизованного водоснабжения гг. Томска и Северска. На юге-востоке проходит граница водоносного комплекса вдоль р.Томи или вблизи выходов палеозойского фундамента на дневную поверхность. В верхней части разреза, на отдельных участках, он представлен тонко-мелко-среднезернистыми песками верхнеолигоценовых отложений лагерно-томской свиты (P3lg). Вниз по разрезу они сменяются маломощными прослоями тонко-мелкозернистых песков в толще ниже-среднеолигоценовых глин новомихайловской свиты (P3nm).

В нижней части комплекса залегают наиболее однородные и выдержанные по мощности мелко-среднезернистые пески верхнеэоценовых-нижеолигоценовых отложений юрковской и кусковской свит (P2-3jur+ksk).

По мере погружения фундамента мощность водовмещающих палеогеновых отложений увеличивается в северном и западном направлении до 165-170 м (район северной части II очереди Томского водозабора). В подошве их, у границ выклинивания, залегают преимущественно кора выветривания палеозойских по мощности глины люлинворской и симоновской свит, которые изолируют палеогеновый комплекс от верхнемелового.

В кровле палеогенового водоносного комплекса залегают разновозрастные глины, суглинки неогенового и четвертичного возраста. Глубина залегания кровли водоносного комплекса вблизи границы выклинивания составляет 10-12 м, в районе Обь-Томского водораздела она возрастает до 60-105 м. Основным водоносным горизонтом являются пески юрковской свиты, которые в юго-восточной части исследуемой территории залегают на глубине 100 м, с погружением фундамента на север-северо-запад увеличивается до 190м.

Подземные воды палеогенового комплекса имеют сложную гидродинамику. Верхний водоносный горизонт отложений лагерно-томской свиты на водоразделе имеет общую пьезометрическую поверхность водоносного горизонта юрковской свиты на большей части междуречья устанавливается на 6-7 м ниже пьезометрической подсвиты [24], а в долинах рр. Томи и Оби они снижаются до 66м.

Фильтрационные свойства пород изменяются как в вертикальном разрезе, так и в плане. Коэффициенты фильтрации к подошве юрковской свиты увеличиваются в 3 раза, а средние их значения изменяются от 6,25 до 13,72 м/сут.

Фильтрационные свойства пород этого комплекса улучшаются также в зонах тектонических нарушений (долины рр. Томи и Оби, древние ложбины стока), где коэффициенты фильтрации песков достигают 67 м/сут.

Доминирующим фактором формирования фильтрационных свойств палеогеновых отложений является структурно-тектоническое строение склона фундамента.

Питание палеогенового водоносного комплекса повсеместно инфильтрационное. Наличие системы разрывных нарушений сквозного характера с интенсивно развитой трещиноватостью тектонического происхождения, расположенной на севере Обь-Томского междуречья на правом склоне долины р. Томи, обуславливает разгрузку глубинных подземных вод в эксплуатируемый палеогеновый водоносный комплекс.

При увеличении глубины залегания подземных вод и с появлением в разрезе глинистых ниже-средне-четвертичных и верхнеплиоценовых разностей уменьшается интенсивность инфильтрационного питания. Питание палеогенового комплекса происходит, в основном, по песчаным «окнам», образующим единый водоносный комплекс верхнеплиоценовых и палеогеновых отложений. На таких участках режим вод палеогенового комплекса аналогичен режиму вод верхнеплиоценовых отложений нижнекочковской подсвиты.

Совершенно другой режим наблюдается на водораздельной части междуречья, где в кровле верхнеэоценовых-нижнеолигоценовых отложений юрковской свиты залегает глинистая толща мощностью до 70 м.

Изменение режима, эксплуатируемого палеогенового водоносного комплекса на верхней границе, ведет к сработке запасов подземных вод четвертичных и неогеновых отложений и изменению режима влажности в зоне аэрации.

Интенсивность водообмена – один из определяющих факторов, лежащих в основе формирования гидрогеохимического типа подземных вод. Для каждого типа водообмена существует свой характерный химический состав воды и твердой фазы, находящейся с ним в контакте. Соотношение выносимых и концентрируемых элементов в воде и вмещающей породе взаимозависимо и определяется условиями водообмена.

Отсюда вытекает, что интенсивный водоотбор неизбежно приводит к изменениям во всех составляющих системы «многокомпонентный водный раствор-порода». Процессы, протекающие в зоне гипергенеза на территории ОТМ, имеют выраженный техногенный отпечаток.

Формирование гидрокарбонатно-кальциевого состава подземных вод четвертичных верхнеплиоценовых и палеогеновых комплексов на большей части территории происходит за счет ионно-солевого комплекса этих пород. В процессе выщелачивания и углекислотного растворения компонентов минералов происходит обогащение подземных вод кальцием, натрием, сульфатными и карбонатными ионами [34].

В пределах ниже-среднечетвертичной озеро-аллювиальной равнины с эрозионно-аккумулятивным типом рельефа на формирование химического состава существенное влияние оказывает мощность глинистых отложений палеогенового комплекса.

Томский водозабор расположен в лесо-таежной ландшафтной зоне с благоприятными физико-географическими условиями питания подземных вод. Однако в результате антропогенного воздействия естественные

природно-территориальные комплексы претерпевают значительные изменения. Природная вода является наиболее чувствительны к антропогенному воздействию компонентом биосферы и во многом определяет состояние природной сферы в целом. В условиях сложившегося техногенеза, возможно, многие загрязнители не достигли бы водоносного горизонта, расположенного на глубине более 50 м, однако интенсивный водоотбор из палеогенового водоносного горизонта водозаборов гг. Томска и Северска способствовал повышению скоростей миграции компонентов, активизации водообменных процессов.

### ***Водоносный горизонт неогеновых отложений (N2k=kc)***

Данный горизонт имеет высокое морфометрическое положение по отношению к участкам на водораздельных склонах.

Водоносный горизонт неогеновых отложений залегает в кровле палеогеновых отложений и является первым от поверхности постоянным водоносным горизонтом, определяющим формирование приходной части баланса подземных вод за счет инфильтрационного питания и для палеогенового водоносного горизонта. Водовмещающими грунтами являются верхнеплейстоценовые графийно-галечниковые отложения. Мощность их изменяется от водоразделов к склону, где она достигает 30-35 м.

### ***Водоносный горизонт четвертичных отложений (aQIII-IV)***

В долинах рр. Оби и Томи, в древних ложбинах стока распространены четвертичные отложения, занимающие до 20% всей площади, воды которых составляют значительную долю в общем балансе подземных вод.

Водоносный комплекс четвертичных отложений, в зависимости от граничных условий, морфоструктурных особенностей рельефа, характера отложений, подразделяется на: 1) воды террасовых отложений; 2) воды аллювиальных средне-верхнечетвертичных отложений древних ложбин стока; 3) верховодку; 4) болотные воды.

Воды террасовых отложений составляют значительную долю в общем балансе подземных вод рассматриваемой территории. Большая часть этих вод имеет приречный тип режима и определяется гидрологическим режимом рр. Томи и Оби, находится в сложных гидродинамических условиях и играет важную аккумуляционную и регулируемую роль поверхностного стока этих рек.

По химическому составу воды гидрокарбонатные, калиево-магниево-сульфатные с минерализацией 0,18-0,6 мг\дм<sup>3</sup>. Кислотно-щелочные условия изменяются от слабокислых до слабощелочных (рН 6,5-7,5).

Воды аллювиальных средне-четвертичных отложений древних ложбин стока (аQII-III) имеют широкое распространение на Обь-Томском междуречье. Здесь в экотопе произрастают преимущественно темнохвойные леса, развиты большие массивы низинных болот с грунтовыми и смешанным питанием. Мезотоп и эндотоп сложены переслаивающимися песками, супесью и суглинками, что обуславливает повышенную их проницаемость. На центральной водораздельной части, где статические уровни устанавливаются на глубине 12-18 м, грунтовые воды имеют удовлетворительную и высокую степень защищенности. На склонах междуречья степень защищенности их уменьшается до низкой и очень низкой.

Водоносные отложения древних ложбин стока прослеживаются четырьмя полосами, вытянутыми в северо-восточном направлении и расширяющимися к долине р. Томи.

Состав водовмещающих пород отложений сильно меняется как в вертикальном разрезе, так и по площади распространения. Верхняя часть разреза ложбин стока представлена переслаивающимися песками, глинами, которые подстилаются гравийно-галечниковыми отложениями мощностью 7-24,5 [38].

Химический состав вод древних ложбин стока в верхней части разреза гидрокарбонатно-хлоридный магниевое-натриевый, гидрокарбонатный кальциево-натриевый с минерализацией 0,04-0,41 г/дм<sup>3</sup>. В водах гравийно-галечниковых отложений наблюдается только один состав вод – гидрокарбонатный кальциево-магниевый с минерализацией 0,15-0,33 г/дм<sup>3</sup>, воды умеренно жесткие, слабокислого и нейтрального классов (рН 6,6-7,2).

**Верховодка** повсеместно образуется в золотых песках, супесях на суглинистых водоупорах ниже-среднечетвертичных и верхнеплиоценовых отложений, в супесях и суглинках террасового комплекса, в ниже-среднечетвертичных суглинках и супесях федосовской свиты.

Глубина её залегания зависит от расчлененности рельефа и естественной дренированности участков, изменяется от 3-5 м на площади развития слабодренированных покровных суглинков до 10-15 м на повышенных хорошо дренированных участках, на склонах речных долин и логов. В отложениях террасового комплекса верховодка залегает на глубине 0,5-11 м на пониженных участках. На участках золотых отложений с дюнно-грядовыми рельефом в межгрядных понижениях она залегает на глубине 1-3 м, на высоких грядах на 5-10 м.

Водовмещающие отложения представлены песками (мелкими, пылеватыми) и супесями. Коэффициенты фильтрации изменяются в широких пределах: от 16,5 до 0,03 м/сут для песков от 3,11 до 0,01 м/сут для супесей.

Химический состав верховодки формируется в процессе инфильтрации атмосферных осадков, а также в результате выщелачивания ионно-солевого комплекса подстилающих пород. Эти воды абсолютно не защищены с поверхности и легко подвергаются загрязнению, особенно в населенных пунктах, где они используются для хозяйственных, а иногда и питьевых нужд. Химический состав верховодки изменяется от гидрокарбонатного кальциево-натриевого до

сульфатно-гидрокарбонатного-хлоридного натриево-кальциевого. Щелочные кислотные условия находятся в пределах слабокислого и слабощелочного классов (рН 5,8-7,4), минерализация колеблется от 0,023 до 0,32 г/дм<sup>3</sup>.

На Обь-Томском междуречье выделено три типа вод болотных отложений, гидрохимические особенности и условия питания которых резко отличается между собой.

К *водам верховых и переходных болот (IbQIV)*, развитых на покровных суглинках и эоловых отложениях, в межривных понижениях на участках с дюнно-грядовым рельефом, относятся и воды переходных болот древних ложбин стоков, развитых в центральной части междуречья (болото Круглое и др.), где уровни подземных вод залегают на 10-15 м ниже поверхности болот.

Они приурочены к торфяникам и представлены в центральной части болот переходными и верховыми торфами (фуксум, пушинево-сфагновые, травяно-сфагновые). В краевой части таких болот воды приурочены к низинным гипново-травяным, гипновым, осоковым торфам. Мощность их в центральной части болот достигает 3-4,5 м, а на болоте Круглое – 9,5 м. минеральным дном являются покровные суглинки, эоловые пески, супеси с большим содержанием органического вещества.

Состав вод довольно разнообразен: гидрокарбонатно-хлоридный кальциево-натриевый, хлоридно-гидрокарбонатный кальциево-аммониевый, гидрокарбонатно-хлоридный кальциево-магниевый с минерализацией 0,02-0,29 г/дм<sup>3</sup>.

*Воды низинных болот (IbQIV)* в древних ложбинах стока развиты большей частью в пределах области самоизлива подстилающего одновозрастного гравийно-галечникового водоносного горизонта.

Воды приурочены к низинным гипново-травяным древесно-гипновым торфам, максимальная мощность которых изменяется от 4 м (Еловское болото) до 7 м (болото Таган).

Состав вод низинных и переходных болот резко отличается. В основном воды низинных болот гидрокарбонатные кальциево-магниевые с минерализацией 0,14-0,35 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание гидрокарбонат-иона здесь выше в два раза и колеблется от 104 до 427 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание кальция (26-76 мг/дм<sup>3</sup>), магния (6-29 мг/дм<sup>3</sup>) также выше, чем в переходных болотах. Щелочно-кислотные условия изменяются от слабокислого до слабощелочного класса (рН 6,2-7,6).

Таким образом, химический состав этих вод, положение пьезометрической поверхности четвертичного-палеогенового водоносного комплекса (статические уровни устанавливаются на 2-3 м выше дневной поверхности) свидетельствуют о значительном питании этих болот подземными водами.

Воды низинных болот (IbQIV), развитых на террасах и поймах рр. Томи и Оби, приурочены к торфяникам, представленным торфами низинного типа: осоковым, осоково-гипновыми, гипново-травяными. Их максимальная мощность колеблется от 1,4 до 5 м, уровни вод залегают на глубине 0,1-0,6 м.

По химическому составу воды также гидрокарбонатные кальциево-магниевые. Однако от предыдущего типа воды низинных болот ложбин стока отличаются повышенной минерализацией 0,37-0,46 г/дм<sup>3</sup>, повышенной общей жесткостью.

Обобщая вышесказанное, отметим, что воды палеогеновых, неогеновых и четвертичных отложений находятся в обстановке интенсивного водообмена и имеют сходный гидрогеохимический облик. На Обь-Томском междуречье выделяется зона замедленного водообмена на глубинах 209-245 м, где формируется слабоминерализованные воды меловых отложений. Граница зоны замедленного водообмена осложнена глубинными тектоническими нарушениями, по которым она приближается к Томскому палеозойскому выступу.

Гидрогеохимическая зональность верхнемеловых и палеогеновых вод прослеживается от палеозойского обрамления в сторону погружения фундамента и от водораздела к долинам рр. Оби и Томи.

Фильтрационные свойства пород возрастают в зонах тектонических нарушений, что влияет на интенсивность инфильтрационного питания и перетоков между водоносными горизонтами и комплексами.

Значительная техногенная нагрузка на гидросферу данного района способствует переориентации движения подземных вод, повышению скоростей миграции загрязнителей, взаимодействию пластовых и грунтовых вод, подверженных в зоне аэрации загрязнению, активизации водообменных процессов, связанных с вертикальными и горизонтальными перетоками в эксплуатируемый водоносный горизонт подземных вод из нижележащих меловых отложений, загрязненных вод зоны аэрации, наиболее подверженных техногенной нагрузке и наименее защищенных природно-территориальных комплексов, а также активизации перетоков загрязненных речных вод р. Томи. [23].

## **Глава 2. Химический состав подземных вод Обь-Томского междуречья**

Химический состав подземных вод района Обь-Томского междуречья является маломинерализованным, который содержит сложные микропримеси и ионно-солевые компоненты. Проводилось рассмотрение химического состава подземных вод в пределах неоген-четвертичных, палеогеновых, меловых и палеозойских отложений. В основном воды причисляются (по С.А.Щукареву, по убыванию) к гидрокарбонатному кальциево-магниевому, гидрокарбонатному натриевому, гидрокарбонатно-хлоридному натриевому и хлоридному натриевому типам. Кислотно-щелочные условия в пределах исследуемой территории изменяются от слабокислых до щелочных. (лист 2).

Данные о среднем химическом составе подземных вод Обь-Томского междуречья приведена в таблице 3.

Таблица 3

## Средний химический состав подземных вод Обь-Томского междуречья

Водоносный комплекс	Число проб	$\Sigma$ солей	pH	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2+}$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	Mg	Si	$\text{Fe}_{\text{общ}}$	Min
Неоген-четвертичный	3450	414,4	7,4	268,1	4,8	5,7	7,3	1,2	61,7	12,5	7,7	6,5	0,34
Палеогеновый	3707	485,1	7,4	313,9	3,0	5,0	9,5	1,4	72,3	15,7	9,2	4,0	0,2
Меловой	508	469,1	7,3	247,5	17,5	4,2	39,5	3,9	42,7	16,3	10,8	4,8	0,1
Палеозойский	738	593,8	7,6	381,6	6,1	9,3	13,4	1,3	90,1	20,5	9,7	2,3	0,2

Рассмотрим более детально геохимические особенности водоносных горизонтов.

Неоген-четвертичный это первый от поверхности комплекс, именно поэтому он в наибольшей степени подвержен загрязнению, так как является менее защищенным, в сравнении с другими водоносными горизонтами.

В неоген-четвертичном водоносном горизонте преобладают гидрокарбонатные кальциево-магниевые воды, со средней жесткостью 4,12 мг-экв./л. В соответствии с классификации природных вод по степени жесткости (по О.А.Алексину) их можно отнести к умеренно жестким (3-6 мг-экв./л). По общей минерализации, в соответствии с классификацией подземных вод по величине общей минерализации (по С.Л.Шварцеву) воды относятся к умеренно пресным с величиной минерализации 0,34 г/дм<sup>3</sup>. По классификации вод по солёности (по А.М.Овчинникову) тип солёности – пресные, класс солёности – пресные.

Палеогеновый водоносный горизонт характеризуют также, как и в неоген-четвертичном комплексе, гидрокарбонатные кальциево-магниевые воды, со средней жесткостью 4,92 мг-экв./л, они также считаются умеренно жесткими по классификации природных вод по степени жесткости (по О.А. Алексину). Согласно классификации по величине общей минерализации

воды относятся к умеренно пресным, а по классификации А.М. Овчинникова по солёности воды они относятся к типу солёности – пресные, класс солёности – пресные.

Воды данного водоносного горизонта используются для обеспечения населения города Томска. В данном комплексе имеется несколько хлоридных аномалий. Данная проблема возникла из-за длительной эксплуатации этого горизонта Томским подземным водозабором. Это спровоцировало снижение напоров вод палеогенового комплекса. В этой связи на некоторых участках Обь-томского междуречья увеличились вертикальные перетоки из нижележащего верхнемелового комплекса. Это проблема появилась не с самого начала работы водозабора, лишь в начале 90-х.

Однако по данным МП «Томскводоканал» (2001), после снятия нагрузки на скважину состав вод в ней постепенно изменяется на фоновый, гидрокарбонатный кальциевый. Именно поэтому можно сделать вывод, что такая аномалия появляется в результате смешения различных геохимических типов воды. И аномалия, которая находилась на севере междуречья, продвинулась в юго-восточном направлении к ряду эксплуатируемых скважин.

Меловой водоносный горизонт характеризуют гидрокарбонатные кальциево-натриево-магниевые воды, с средней жесткостью 3,49 мг-экв./л. В соответствии с классификации природных вод по степени жесткости (по О.А.Алексину) их можно отнести к умеренно жестким (3-6 мг-экв./л). По общей минерализации, в соответствии с классификацией подземных вод по величине общей минерализации (по С.Л.Шварцеву) воды относятся к ультрапресным с величиной минерализации 0,1 г/дм<sup>3</sup>. По классификации вод по солёности (по А.М.Овчинникову) тип солёности – пресные, класс солёности – ультрапресные.

В палеозойском водоносном горизонте преобладают гидрокарбонатные кальциево-магниевые воды, с средней жесткостью 6,22

мг-экв./л. Название воды по степени жесткости определяем по классификации О.А.Алексина, воды являются жесткими (6-9 мг-экв./л По общей минерализации, в соответствии с классификацией подземных вод по величине общей минерализации (по С.Л.Шварцеву) воды относятся к умеренно пресным, а по классификации А.М. Овчинникова по солёности воды они относятся к типу солёности – пресные, класс солёности – пресные.

По кислотно-щелочным условиям воды всех представленных водоносных горизонтов относятся к нейтральным (значение рН находится в пределах 6,8-7,5). Из всего выше сказанного можно заключить, что на исследуемой территории преобладают воды пресные с нейтральными кислотно-щелочными условиями. Воды по составу в пределах рассматриваемой области меняются незначительно. Имеются превышения ПДК для питьевых вод во всех горизонтах для железа, и в меловом водоносном горизонте по кремнию. По наличию химических элементов изученные воды различных горизонтов слабо отличаются от состава вод зоны выщелачивания провинции умеренного климата. [14].

Проведенное изучение химического состава вод позволяет сделать заключение, что подземные воды удовлетворяют требованиям СанПиНа 2.1.4.1074-01 «Питьевая вод» по основным показателям, невзирая на возросшую антропогенную нагрузку. Проникновению загрязнителей препятствует: способность водоносных комплексов к самоочищению, достаточно глубокое залегание подземных вод и невысокая проницаемость перекрывающих отложений. [36]. Однако требуется проводить дополнительную очистку по показателям, которые превышают предельно допустимую концентрацию.

Наличие железа и кремния снижает качество питьевых вод, но стоит заметить, что наличие данных элементов в таком количестве обусловлено особенностями гидрогеохимических условий региона и Западно-Сибирского артезианского бассейна в целом.

Проблема образования органических отложений является достаточно серьезной не только в нефтепромысловой области, но и в области обеспечения населения качественной водой. При солеобразовании важнейшую функцию выполняет вода, так как при взаимодействии подземных вод с различными минералами происходит ионный обмен, в результате которого в течение какого-то времени, данная система приходит к равновесию. В связи с тем, что на водозаборе образуется достаточно большое количество осадка, необходимо выявить его состав для того, что подготовить наиболее эффективные методы предотвращения и предупреждения образования осадка.

Для решения данной проблемы необходимо изучить состав солевых отложений – это и будет первым и основным шагом, который позволит решить данный вопрос.

Данные отложения накапливаются не только на стенках скважины, но и на стенках оборудования водоподготовки. Осадок образуется в виде достаточно плотного слоя, который прилегает к станкам эксплуатационного оборудования. Все это снижает время эксплуатации скважины и аппаратов очистки за счет увеличения неровностей внутренних поверхностей. Также происходит снижение скорости откачки, поскольку снижается диаметр эксплуатационных скважин.

Для более детального изучения проблемы органических образований на подземных водах Обь-Томского междуречья были произведены термодинамические расчеты равновесия вод относительно карбонатных и алюмосиликатных минералов, с целью выявления состава органических отложений.

## **Глава 4. Система водоподготовки**

### ***4.1. Описание работы станции водоподготовки на Томском подземном водозаборе***

На Томском подземном водозаборе уже имеется система водоочистки (лист 5).

Из артезианских скважин погружными насосами вода подается на станцию обезжелезивания. Сегодня томский водозабор из подземных источников "питается" 198 скважинами. В режиме обычной нагрузки в работе находятся 95 скважин. 14 из них являются контрольными для забора проб на качество подаваемой воды. После этого вода поступает в аэраторы, где содержащееся в воде двухвалентное железо окисляется до трехвалентного и осаждается. Частично обезжелезенная вода самотёком поступает на так называемые скорые фильтры – их 24. Здесь происходит механическое задержание

(очистка) частиц взвеси железа. Очищенная вода накапливается в резервуарах чистой воды. Из резервуаров вода перекачивается группой агрегатов насосной станции в дополнительные резервуары чистой воды, при этом происходит ее обеззараживание гипохлоритом натрия. На этом этапе вода проходит максимально жесткий контроль качества. Вода накапливается в дополнительных резервуарах чистой воды. Повысительными агрегатами насосных станций вода подается в сеть и приходит в дома, квартиры, офисы - к конечным потребителям. Чтобы убедиться, что, попав в сеть вода не потеряла в качестве, в различных 25 конечных точках (водопроводных колонках) производится забор проб воды.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

<b>Группа</b> 2ВМ61	<b>ФИО</b> Самушева Аделе Андреевна
------------------------	--

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

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>СНОР 93, вып. 1, ч. 3 ССН 92, вып. 7 ССН 93, вып. 1, ч. 3</i>
2. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Налоговый кодекс РФ</i>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Анализ затрат времени на производство полевых и лабораторных работ для мониторинга солеотложения на Томском подземном водозаборе</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Расчет стоимости проведения полевых и лабораторных работ для мониторинга солеотложения на Томском подземном водозаборе</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет общей сметы проведения полевых и лабораторных работ для мониторинга солеотложения на Томском подземном водозаборе</i>

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b> 2ВМ61	<b>ФИО</b> Самушева Аделе Андреевна	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
------------------------	--	----------------	-------------

Задача эффективного ресурсопотребления и ресурсосбережения являлись достаточно важными и актуальными для всех хозяйственных деятельностей.

Основные задачи работ:

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

В период 1973-2017 гг. было опробовано 15 скважин, в разные временные периоды. Отбор проб производился в разные месяцы, в общей сложности было произведено 45 отборов проб.

### Виды и объемы проектируемых работ

Таблица 4

#### Виды и объемы проектируемых работ

№ п/п	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед.из м.	Кол-во		
1	<b><i>Гидрогеохимическое работы по отдельным водопунктам (с отбором проб воды для анализа в стационарной лаборатории):</i></b>				
1.2	подземные воды	шт.	45	Отбор проб воды из скважин	Стерилизованные стеклянные бутылки
2	<b><i>Лабораторные исследования</i></b>				
2.1	химический анализ воды	шт.	45	Анализ в лаборатории	Лабораторное оборудование
3	<b><i>Камеральная обработка</i></b>				
3.1	полевая камеральная обработка	%	100	Ручная работа	Бумага, ручка, карандаш
3.2	камеральная обработка материалов с использованием ЭВМ	%	100	Компьютерная обработка материала	Компьютер

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

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

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

Таблица 5. Затраты времени и цены на проведение многокомпонентного анализа состава вод

№ п/п	Виды анализа	Ед-ца измерения	Стоимость работ,руб	НДС (18%)	Итого,руб
1	Плотность	проба	182	32,76	214,76
2	Водородный показатель (рН)	проба	211	37,98	248,98
3	Хлор-ион (Cl <sup>-</sup> )	проба	366	65,88	339
4	Гидрокарбонат-ион (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	проба	324	58,32	382,32
5	Сульфаты SO <sub>4</sub>	проба	322	57,96	379,96
6	Карбонат-ион (СО <sub>3</sub> )	проба	117	21,06	138,06
7	Кальций	проба	234	42,12	276,12
8	Магний (Mg)	проба	234	42,12	276,12
9	Калий (K)	проба	380	68,4	448,4
10	Натрий (Na)	проба	352	63,36	252
11	Минерализация	проба	100	18	118
12	Аммоний NH <sub>4</sub>	проба	168	30,24	198,24
13	Нитраты NO <sub>3</sub>	проба	320	57,6	377,6
14	Нитриты NO <sub>2</sub>	проба	174	31,32	205,32
15	Железо Fe	проба	445	80,1	525,1
16	Марганец Mn	проба	280	50,4	330,4
17	Кремний Si	проба	254	45,72	299,72
26	Оформление результатов	Проба	375	67,5	442,5
27	Подготовка хим.посуды	Проба	292	52,56	344,56
28	Фильтрация проб	Проба	238	42,84	280,84
29	Заключение по результатам анализа	проба	1000	180	1180

№ п/п	Виды анализа	Ед-ца измерения	Стоимость работ,руб	НДС (18%)	Итого,руб
30	Итого		9470	1704,6	11017,36

## 2. Затраты времени на производство работ

Расчет затрат времени производится по формуле (1):

$$N = Q * N_{\text{ВР}} * K, \quad (1)$$

где N - затраты времени, (чел\см);

Q - объем работ, (проба);

$N_{\text{ВР}}$  – норма выработки (час);

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

Затраты времени на производство работ представлены в таблице 3.

Таблица 6. Расчет затрат времени на производство работ

№ п/п	Виды работ	Объем работ		Норма длительности	Коэф.т	Нормативный документ ССН 92	Итого Нчел./ смена
		Ед.изм	Кол-во				
1	Гидрогеохимическое работы по отдельным водопунтам (с отбором проб воды для анализа в стационарной лаборатории)						
1.1	подземные воды	шт.	45	0,062	0,83	вып.1, часть 3, табл. 22	2,32
2.	Лабораторные исследования						
2.1	химический анализ воды	шт.	45	7,2	1	вып. 7А, табл. 2	324
3	Камеральная обработка						
3.1	полевая камеральная обработка материалов	шт.	45	0,0026	0,83	вып.1, часть 3, табл. 41	0,098
3.2	камеральная обработка материалов с использованием ЭВМ	шт.	45	0,0221	1	вып.1, часть 3, табл. 56	0,99
Итого:							327,41

## 3. Расчет затрат труд по лаборатории

Затраты труда по лаборатории химического анализа вод представлен в таблице 7.

Таблица 7

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

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

В соответствии со справочником сметных норм на геологоразведочные работы ССН выпуск 1 часть 3 перечисляем наименование материалов необходимых для проведения работ. Данные заносим в таблицу 8.

Таблица 8

Расчет расходов материалов на проведение полевых геохимических работ

Наименование и характеристика изделия	Ед.	Кол-во проб	Цена, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
Все полевые геохимические работы					
Бумага	кг	45	50	1,5	75
Карандаш простой	шт.	45	8,68	5	43,4
Ручка шариковая	шт.	45	35	2	70
Гидрогеохимические работы					
Бутылкастеклянная 0,5-1,0 литр с пробкой	компл.	45	20	1000	20000
Контейнер для проб	шт.	45	200	50	10000
Итого:					30 188,4

Таблица 9. Расчет затрат на ГСМ

№ п/п	Наименование автотранспортного средства	Расстояние до Томского подземного водозабора, км	Стоимость за 1л, руб
1	Бензин	60	36,95

<b>Итого:</b>	<b>2217</b>
---------------	-------------

## 5. Расчет стоимости лабораторных работ

Калькуляция стоимости приведена по производственным документам. Стоимость лабораторных работ заносим в таблицу 10.

Таблицу 10. Расчет стоимости подрядных работ

Вида работ	Объем		Стоимость, руб.	Итого
	Ед. измерения	Кол-во		
Полный анализ воды с определением микрокомпонентов с минерализацией менее 5 г/л	проба	45	3 514,05	158 132,25

## 6. Расчет оплаты труда административно-управленческого персонал

Таблица 11. Сметно-финансовый расчет на выполнение проектно-сметных работ

№	Статьи основных расходов	Коэф-т загрузки	Оклад за месяц	Районный коэффициент	Итого руб./месяц
1	Начальник лаборатории	1,2	55 000	1,3	85 800
2	Гидрогеолог	1	40 000	1,3	52 000
3	Инженер-гидрохимик I категории	0,7	25 000	1,3	22 750
4	Инженер-гидрохимик II категории	0,7	22 000	1,3	20 020
5	Итого в месяц				180 570
6	ДЗП (7,9%)				8 893,82
7	Итого: ФЗП				121 473,82
8	Страховые взносы (30% от ФЗП)				36 442,15

9	ФОТ	157 915,97
10	Материалы (5% от ЗП)	7 895,80
11	Амортизация (2% от ЗП)	3 158,32
12	Резерв (3% от ЗП)	4 737,48
<b>Итого за месяц</b>		<b>701 657,36</b>
<b>итого за 13 месяцев</b>		<b>9 121 546</b>

Общий расчет сметной стоимости работ отображен в таблице 12.

Таблица 12

№ п/п	Статьи затрат	Объем		Сумма основны х расходов	Полная сметная стоимость, руб.
		Ед. изм.	Кол-во		
1	2	3	4	5	6
<b>I. Основные расходы на работы</b>					
<b>Группа А. Собственно работы</b>					
1.	Проектно — сметные работы	% от ПР	100		<b>1 413 936,63</b>
2.	Полевые работы:	руб.			
2.1	Гидрогеохимическое опробование по водотокам	проб	45	11 017,36	286 451,36
<b>Итого полевых работ</b>					<b>1 700 387,99</b>
3.	Организация полевых работ	% от ПР	1,5		13 117,58
4.	Ликвидация полевых работ	% от ПР	0,8		6 996,04
5.	Камеральные работы	% от ПР	70%		612 153,54
<b>Группа Б. Сопутствующие работы</b>					
1.	Транспортировка грузов и персонала	руб.			2217
<b>Итого основных расходов:</b>					<b>643 484,16</b>
II. Накладные расходы		% от ОР	15		123 798,20
III. Плановые накопления		% от ОР+НР	15		142 367,93

V. Подрядные работы (лабораторные работы)				103 050
VI. Резерв	%(от ОР)	3		24 759,64
Всего по объекту:				<b>1 037 459,93</b>
НДС	%	18		186 476,75
<b>Всего по объекту с учетом НДС:</b>				<b>2 924 324,67</b>

Общий расчет сметной стоимости оборудования представлен в таблице 13.

Таблица 13

№	Наименование оборудования	Характеристика Оборудования, марки	Ед.изм	Кол-во	Стоимость, руб		
<b>Технологическое оборудование</b>							
<b>I</b>	<b>Основное оборудование</b>					<b>658 401 985</b>	
1.1	Эжекторный аэратор	Aqua-Pilz	шт.	23	210 219	4 835 037	
1.2	Отстойник	ОРСВ-1200	шт.	5	38 000 000	190 000 000	
1.3	Емкость осветленной воды	Анион 8000л	шт.	1	60 000	60 000	
1.4	Насос перекачки осветленной воды	Ebara	шт.	8	1 500 000	12 000 000	
1.5	Фильтр механической очистки	DynaSand	шт.	110	4 000 000	440 000 000	
1.6	Электролизная станция ГПХ	Экоумвельт	шт.	1	2 000 000	2 000 000	
1.7	Резервуар чистой воды	Анион 8000л	шт.	1	60 000	60 000	
1.8	Шламочная ёмкость	Анион 2000л	шт.	1	21 948	21 948	
1.9	Насос винтовой	НВ	шт.	1	200 000	200 000	
№	Наименование оборудования	Характеристика Оборудования, марки	Ед.изм	Кол-во	Стоимость, руб		
1.10	Станция приготовления флокулянта	УПФ-1000	шт.	1	1 425 000	1 425 000	
1.11	Шнековый обезвоживатель	ОБ-45	шт.	1	7 800 000	7 800 000	
<b>II</b>	<b>Обязка</b>					<b>200 000</b>	

2.1	Трубопроводная обвязка и арматура		компл.	1	200 000	200 000
Оборудование КИП, АСУ ТП и ЭМ						
<b>III</b>	Оборудование КИП					<b>200 000</b>
3.1	Датчик уровня		шт.	6	1 000	6 000
3.2	Ротамер		шт.	6	2 000	12 000
3.3	Манометр		шт.	4	1 000	4 000
<b>IV</b>	<b>Оборудование АСУТП</b>					<b>622 000</b>
4.1	Шкаф управления		шт.	1	500 000	500 000
4.2	Кабельная продукция		компл.	1	72 000	72 000
4.3	Силовой щит		шт.	1	50 000	50 000
<b>Итого</b>						<b>659 245 985</b>

Таким образом, в данной главе было составлено экономическое обоснование проведенных работ, включающее в себя расчет затрат времени и труда, а также сметы по всем видам проведенных работ, суммирование которых дало представление об общей стоимости исследований. Для производства данных работ требуется 327,41 чел./смены и 2 924 324,67 рублей. А также расчет стоимости замены оборудования на более современное, составит 659 245 985 рублей.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ВМ61	Самушева Аделе Андреевна

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

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p><i>1) Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</i></p>	<p><i>Томский подземный водозабор состоит из основного производственного помещения, участка хранения сырья и вспомогательных материалов, комнат операторов.</i></p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p><i>1. Производственная безопасность</i></p> <p><i>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>-действие фактора на организм человека;</li> <li>-приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>-предлагаемые средства защиты;</li> <li>-(сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p><i>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>-термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>-электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты)</li> </ul>	<p><i>Технологический процесс характеризуется наличием следующих вредных производственных факторов</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– недостаточная освещенность;</li> <li>– повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> <li>– отклонение показателей микроклимата в помещении;</li> <li>– повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны;</li> </ul> <p><i>При ведении технологического процесса, могут возникнуть опасные ситуации для обслуживающего персонала, к ним относятся:</i></p> <p><i>поражение электрическим током;</i></p> <p><i>пожароопасность.</i></p>
<p><i>1. Экологическая безопасность</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Защита селитебной зоны;</li> <li>– Анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– Анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– Разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды;</li> </ul>	<p><i>Основной вид потенциального воздействия на окружающую среду при нормальной эксплуатации скважин – воздействие на водные объекты. Исследуемый объект не оказывает воздействия на почву, грунты, атмосферный воздух, растительный и животный мир. Сырье и вспомогательные материалы, используемые в технологическом процессе и на участке хранения сырья, а также тары являются не взрывоопасными.</i></p>

<p>2. <i>Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>перечень возможных ЧС на объекте;</i></li> <li>- <i>выбор наиболее типичной ЧС;</i></li> <li>- <i>разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</i></li> <li>- <i>разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</i></li> <li>- <i>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</i></li> </ul>	<p><i>Правовую основу защиты в чрезвычайных ситуациях составляют отдельные разделы законов «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «О пожарной безопасности», «Об охране окружающей среды».</i></p> <p><i>В районе деятельности возможно возникновение следующих видов чрезвычайных ситуаций:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>техногенного характера;</i></li> <li>- <i>природного характера;</i></li> </ul>
<p>3. <i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</i></li> <li>- <i>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</i></li> </ul>	<p><i>Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда, согласно ст. 212 ТК РФ, возлагаются на работодателя. Последний, руководствуясь указанной статьей, обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов.</i></p>

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ61	Самушева Аделе Андреевна		

## **Социальная ответственность.**

На всех этапах производства создание благоприятных условий для деятельности является одной из главных задач предприятия, так как это способствует высокой производительности сотрудников.

Необходимо заботиться о безопасности на рабочем месте. Охрана труда включает в себя вопросы трудового законодательства, техники безопасности, производственной санитарии, гигиены труда, противопожарной безопасности, а также осуществление контроля и надзора за выполнением требований норм и правил по охране труда.

Важное значение имеет безопасная организации труда на предприятиях, связанных с химической промышленностью, где применяются едкие, токсичные, пожаро– и взрывоопасные вещества. При химических производствах существует высокий риск аварии, пожаров или отравлений, предотвращение которых во многом зависит от соблюдения норм и правил охраны труда.

### **1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения**

Технологический процесс характеризуется наличием следующих опасных и вредных производственных факторов (таблица 14)

Таблица 14. Основные элементы производственного процесса, Формирующие опасные и вредные факторы.

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Ф а к т о р ы (ГОСТ 12.0.003-15 ССБТ )		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
1. Контроль технологического процесса в помещении для операторов	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении 2. Недостаточность освещения рабочей зоны	1. Электрический ток 2. Пожароопасность	1. СанПиН 2.2.4.548-96 (97), 2. СанПиН 2.2.4.1191-03. (99) 3. ГОСТ 12.1.004-91 4.ГОСТ 12.1.010-76
2. Остановка и запуск ЦНС	1. Превышение уровней шума; 2. Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны;	1. Электрический ток 2. Пожароопасность	1. СанПиН 2.2.4.1191-03 (99), 2. СНиП П-12-77. (95); 3. СН 2.2.4/2.1.8.556–96 (103); 4. СанПиН 2.1.6.1032-01 (101) 5. ГОСТ 12.1.010-76

✓ ***Отклонение показателей микроклимата***

Нормы производственного микроклимата установлены в СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [63] и ГОСТ ССБТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [49].

В этих нормах отдельно нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производимой работы и характера тепловыделений в рабочем помещении [63].

***Оптимальные условия микроклимата***

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном

напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно - эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.).

Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2° С и выходить за пределы величин, указанных в табл. 15 для отдельных категорий работ.

Таблица 15

Сезон года	Категория работ	Температура, С°		Температура поверхности, t° С	Относительная влажность воздуха, ф%	Скорость движения воздуха, м/сек	
		Диапазон ниже оптимальных величин, t° <sub>опт</sub>	Диапазон выше оптимальных величин, t° <sub>опт</sub>			Если t° < t° <sub>опт</sub>	Если t° > t° <sub>опт</sub>
Холодный	Ia	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	Ia	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,2

Фактические значения параметров микроклимата в операторной ООУ соответствует допустимым значениям. Операторная ООУ оборудована естественной вентиляцией и кондиционером в соответствие с СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование [64].

#### ✓ Недостаточная освещенность рабочей зоны

От степени освещенности напрямую зависит не только здоровье глаз и работоспособность человека, но еще и его физическое и психоэмоциональное состояние. Причем в помещениях различного назначения требования по освещенности должны различаться. Также, при расчете освещенности разумно учитывать характеристики рабочего процесса, осуществляемого

человеком в таком помещении, его периодичность и длительность. Этому вопросу при проектировке и монтаже всевозможных осветительных систем нужно уделить особое внимание. Поэтому существующие нормы освещенности нужно знать и уметь их использовать.

Таблица 16

Наименование рабочего места	Тип светильника и источника света	Коэффициент естественной освещенности, КЕО, %	Освещенность при совмещенной системе, лк
		Норм. значение	Норм. значение
Помещения для работы с дисплеями и видеотерминалами, залы ЭВМ	Люминесцент-ные лампы	0,5	400

✓ *Превышение шума*

Шум – это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности, возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах.

Шум может создаваться работающим оборудованием (буровой установкой, установкой статического зондирования, установками воздуха, преобразователями напряжения). Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются в ГОСТ 12.1.003-83 [47].

Таблица 17 (ГОСТ 12.1.003-83 с изм. 1999 г. [47])

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни зв. и эквивалентные уровни звука дБа
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

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

шлемофоны) согласно ГОСТ 12.1.029-80 [53] и СНиП п-12-77. Защита от шума [66].

### ✓ *Электробезопасность*

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

Основная причина смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током – нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ 12.1.019-79. [52]

Реакция человека на электрический ток возникает лишь при прохождении его через тело. Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, то есть соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

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

Помещение лаборатории и компьютерного класса по опасности поражения людей электрическим током, согласно [62], относится к помещению без повышенной опасности поражения людей электрическим током, которые характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность (влажность не превышает 75%, температура-20-23°C, отсутствуют токопроводящая пыль, полы деревянные).

Мероприятия по обеспечению электробезопасности: организация регулярной проверки изоляции токоведущих частей оборудования лаборатории и компьютерного класса; защитное заземление, с помощью которого уменьшается напряжение на корпусе относительно земли до безопасного значения; зануление; автоматическое отключение; обеспечение

недоступности токоведущих частей при работе; регулярный инструктаж по оказанию первой помощи при поражении электрическим током.

Нормативные документы: ГОСТ 12.1.019-79 [52], ГОСТ 12.1.030-81[54], ГОСТ 12.1.038-82 [55].

#### ✓ **Пожарная и взрывная безопасность**

Здания, сооружения и оборудование, предназначенное для приема, транспортирования и хранения ингибиторов солеотложения по пожарной безопасности относятся к категории "В". [60]

Противопожарный режим этих объектов устанавливается инструкциями, согласованные с органами пожарного надзора в установленном порядке.

Ответственность за пожарную безопасность отдельных цехов, участков, складов и других объектов несут начальники подразделений, за которыми закреплены эти объекты или лица исполняющие их обязанности.

Производственные помещения, установки, сооружения и склады должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения и пожарным инвентарем в соответствии с действующими нормами. [61]

Таблица 18 [2]

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

Помещение лаборатории и камеральное помещение по пожарной и взрывной опасности относятся к категории В [60] [51].

В качестве средств пожаротушения применяют пар, воду, углекислый газ, песок, химические порошки в соответствии с технологическими

требованиями. Во всех технологических цехах необходимо устанавливать датчики системы пожарной сигнализации и датчики системы сигнализации о наличии в воздухе опасного количества паров газа, метанола и других легко воспламеняющихся жидкостей, которая автоматически включает вытяжные вентиляторы и выдает световой и звуковой сигналы пульту оперативного дежурного.

## **2. Экологическая безопасность**

Геологическая среда - неотъемлемая часть окружающей среды и биосферы, охватывающая верхние разрезы гидросферы, в которую входят четыре важнейших компонента: горные породы (вместе с почвой), подземные воды (вместе с жидкими углеводами), природные газы и микроорганизмы, постоянно находящиеся во взаимодействии, формируя в естественных и нарушенных условиях динамическое равновесие.

*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.

*Воздействие экологически вредное* - воздействие объекта хозяйственной или иной деятельности, приводящее к значительным, иногда необратимым изменениям в природной среде и оказывающее негативное влияние на человека.

Инженерно-геологические работы, как и прочие производственные виды деятельности человека, наносят вред геологической среде.

Вредные воздействия на геологическую среду и природоохранные мероприятия при инженерно-геологических работах классифицируются во «Временных методических рекомендациях по обоснованию природоохранных затрат при производстве геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые».

При производстве буровых работ, загрязнение может приводить к снижению продуктивности почв и ухудшению качества подземных и поверхностных вод.

Причины, влияющие на окружающую среду, могут быть следующими:

- а) неправильная прокладка дорог и размещение буровых установок;
- б) планировка буровых площадок;
- в) нерациональное использование земельных участков под буровые установки;
- г) несоблюдение правил и требований.

С целью уменьшения повреждений земельных угодий и снижение вредных воздействий, геологоразведочные организации должны ежегодно разрабатывать планы-графики перемещения буровых агрегатов с учетом времени посевов и уборки сельскохозяйственных культур.

Подъездные дороги и буровые площадки по возможности необходимо располагать на малопродуктивных землях, а размеры их должны быть минимальными.

В процессе бурения выполняют следующие охранные мероприятия:

- 1) конструкции скважин должны обеспечивать изоляцию подземных вод от поверхностных и грунтовых;
- 2) промывочные жидкости и химические реагенты, применяемые для промывки должны исключать загрязнение подземных вод;
- 3) слив использованного промывочного раствора и химических реагентов в открытые водные бассейны и непосредственно на почву запрещается;
- 4) все использованные жидкости и химические реагенты вывозятся в специальные места для захоронения.

По окончании буровых работ должна быть проведена рекультивация, то есть комплекс мероприятий по восстановлению земельных отводов. Оборудование и железобетонные покрытия демонтируют и вывозят, остатки дизельного топлива и моторного масла сжигают, глинистый раствор вывозят,

нарушенный растительно-почвенный покров закрывают дерном и почвенным слоем. Проводят биологическую рекультивацию – озеленение.

### ***3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях***

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

Под источником ЧС понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошло или может возникнуть ЧС.

ЧС могут быть классифицированы по значительному числу признаков:

1. по происхождению (антропогенные, природные);
2. по продолжительности (кратковременные затяжные);
3. по характеру (преднамеренные, непреднамеренные);
4. по масштабу распространения.

Для предупреждения и предотвращения ЧС на предприятии действует отдел ГО и ЧС, который решает задачи выявления потенциальных источников ЧС на территории предприятия и риск их возникновения. На основе проведенного анализа с помощью специальных методик выявляются потенциально опасные производственные объекты и на основе этого прогнозируются последствия воздействия возможных ЧС на население и подведомственные территории. Отталкиваясь от полученных результатов, осуществляется выбор, обоснование и реализация направлений деятельности обеспечения защиты населения и территории предприятия. К ним относятся:

- осуществление комплекса профилактических мероприятий по предотвращению возникновения и снижению ущерба от ЧС;
- организация защиты населения и его жизнеобеспечения в ЧС;

- обеспечение устойчивости работы хозяйственных объектов в ЧС;
- организация аварийно-спасательных и других неотложных работ в очагах поражения и зонах заражения.

Анализируя вышеизложенное можно заключить, что основными опасностями в плане предотвращения крупного ущерба окружающей среде и человеку в условиях нефтедобычи являются ЧС техногенного характера.

При возникновении аварии и в течение аварийной ситуации оперативный персонал, с учетом складывающейся обстановки, должен принимать быстрые и эффективные меры к предотвращению угрозы жизни и здоровью людей, повреждению смежного с аварийным объектом оборудования и коммуникаций и недопущению других нежелательных последствий. В аварийной ситуации аварийный персонал обязан:

- принимать меры к локализации аварии, прекращению поступления в зону аварии горючих веществ, материалов, которые при горении выделяют вредные и ядовитые вещества;
- устанавливает возможность и условия продолжения транспортировки газа в заданном режиме или в ограниченном режиме без компримирования;
- после осмотра места аварии сообщают о создавшейся ситуации и принятых мерах руководству промысла.

#### ***4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.***

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

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

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

Данная служба руководствуется в своей деятельности федеральными законами, Конституцией РФ, указами Президента РФ и актами Правительства РФ, нормативными и правовыми актами Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации, международными договорами РФ и Трудовым кодексом РФ.

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

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда, согласно ст. 212 ТК РФ, возлагаются на работодателя. Последний, руководствуясь указанной статьей, обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов. Кроме того, работодатель обязан обеспечить, соответствующие требованиям охраны труда, условия труда на каждом рабочем месте; режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством, и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права. Работодатель должен извещать работников, об условиях охраны труда на рабочих местах, о возможном риске для здоровья, о средствах индивидуальной защиты и компенсациях.

Для исполнения специальных положений и других нормативных документов в области охраны труда и окружающей природной среды (№52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения») соответственными ведомствами, где были разработаны требования, инструкции, нормы и стандарты, благодаря которым, должны обеспечивать требования законодательства в указанной области

#### ***4.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.***

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
- личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;

- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

- гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

- повышенные или дополнительные гарантии и компенсации за работу на работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя.

#### ***4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.***

Основным объектом в производственных условиях является рабочее место, представляющее собой в общем случае пространство, в котором может находиться человек при выполнении производственного процесса. Рабочее место является основной подсистемой производственного процесса.

Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм. Конструкция рабочего стула должна обеспечивать: - ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм; - поверхность сиденья с закругленным передним краем; - регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400-550 мм и углам наклона вперед до 15 град, и назад до 5 град.; - высоту опорной поверхности спинки  $300 \pm 20$  мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм; - угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах  $\pm 30$  градусов; - регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260-400 мм; - стационарные или съемные

подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной - 50-70 мм; - регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах  $230 \pm 30$  мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350-500 мм. Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до  $20^\circ$ . Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо - восток.

Выполняя планировку рабочего места необходимо учитывать следующее:

1. Рекомендуемый проход слева, справа и спереди от стола 500 мм. Слева от стола допускается проход 300 мм;

2. Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5-2,0 м. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4-0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики. Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики;

3. Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ;

4. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию;

5. Стул не может располагаться непосредственно на границе площади рабочего места. Рекомендуемое расстояние от спинки стула до границы должно быть не менее 300 мм.

## Заключение

Особенность вод эксплуатационного водоносного горизонта влияет на срок службы оборудования водоподготовки, так как из воды выпадают вторичные минералы, органические отложения. Методом термодинамических расчётов было проведено изучение процессов формирования вторичных минералов. Было выяснено, что воды равновесны к кальциту. Подземные воды неравновесны с первичными алюмосиликатными минералами (анортит, альбит, мусковит, К-полевой шпат и др.), равновесны с каолинитом, иллитом, Са-, Na- и Mg-монтмориллонитом.

Вторичное минералообразование создает проблемы при эксплуатации подземных вод. На Томском подземном водозаборе ежегодно образуется 55 т/год осадков водоподготовки, который необходимо утилизировать или использовать (например в строительстве). При утилизации большую площадь занимают иловые поля.

Еще одна существующая проблема – низкое доверие жителей города к воде, как к питьевой.

В ходе работы была проанализирована существующая система водоподготовки и предложены возможные пути её усовершенствования. Данные изменения помогут ускорить процесс осадкообразования с целью возможного их дальнейшего использования, а также отказаться от иловых полей.

Также реализация элементов из предложенной схемы позволит увеличить доверие населения к воде, как к питьевой.

## Список публикаций

1. Самушева А.А. Управление солеотложений при эксплуатации нефтяных месторождений // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 Апреля 2016. - Томск: Изд-во ТПУ, 2016 - Т. 1 - С. 588-590
2. Самушева А.А. Управление солеотложений при эксплуатации нефтяных месторождений // Экология России и сопредельных территорий: материалы XXI международной экологической студенческой конференции / Новосибирский государственный университет – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2016 – С. 136
3. Самушева А.А. Равновесие подземных вод Томского месторождения с карбонатными минералами // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения Томского профессора М.И. Кучина, Томск, 3-7 Апреля 2017. - Томск: Изд-во ТПУ, 2017 - Т. 1 - С. 497-499
4. Самушева А.А. Практика применения термодинамических расчетов при водопользовании // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 155-летию со дня рождения академика В.А. Обручева, 135-летию со дня рождения академика М.А.Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы и 110-летию выпуска горных инженеров в Сибири, Томск, 2-7 Апреля 2018. - Томск: Изд-во ТПУ, 2018 - Т. 1 - С. 497-499

### Список использованных источников

1. Азьмука Т.И. Климат почв среднего Приобья. – Новосибирск: Наука, 1986. – 120с.
2. Азьмука Т.И. Ресурсы климата // Природные ресурсы Томской области. – Новосибирск: Наука, 1991. – С.83-103
3. Алексеев В.А., Рыженко Б.Н., Шварцев С.Л., Зверев В.П., Букаты М.Б., Мироненко М.В., Чарыкова М.В., Чудаев О.В. Геологическая эволюция и самоорганизация системы воды-порода. Т.1. Система вода-порода в земной коре: взаимодействие, кинетика, равновесие, моделирование. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2005. -244 с.
4. Ван А.А. Мезозойско-палеогеновый вулканизм на территории Западно-Сибирской низменности // Докл. АН СССР. – Т. 210. - №5. - С.1156-1159.
5. Винниченко Н.В. и др. Отчет по теме: «Ведение мониторинга подземных вод на Томском водозаборе» (договор № 07-нт/2006 от 03.03. 2006 г.). ОФ. ОАО «Томскгеомониторинг». – Томск, 2007. – 88 с
6. Врублевский В.А. и др. Геологическое строение области сопряжения Кузнецкого Алатау и Колывань-Томской складчатой зоны. – Томск: Изд-во ТГУ, 1987. - 90 с.
7. Галанский В.М., Лещенко Н.Г. Результаты аэрогеофизической съемки масштаба 1:50000 на Томской площади: Отчет центральной экспедиции №56 / ГГП "Березовгеология". – Томск, 1991. - 30 с.
8. ГидроЛюкс // [Электронный ресурс]. - Режим доступа <http://www.hydroluxe.ru/avtomatizatsiyaa/46>
9. Дюкарев А.Г. Ландшафтно-динамические аспекты таежного почвообразования в Западной Сибири. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 284 с.
10. Евсеева Н.С. География Томской области. (Природные условия и ресурсы.). – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2001. – 223 с

- 11.Иванов К.В., Казанский Ю.П. Материалы по изучению коры выветривания Томского района. //Вестник Западно-Сибирского и Новосибирского геологического управления, 1995. – № 3. – 87 с.
- 12.Иванов К.Е. О торфонакоплении и образовании болот как физико - географическом процессе. – Вестник ЛГУ, 1972.
- 13.Карлсон В.Л. и др. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия листа 0-45-XXX: Отчет Нелюбинской партии по работам за 1973 - 75гг./ фонды ГПП "Томскнефтегазгеология", Инв.№ 1892. - Томск, 1975. – 180 с.
- 14.Климат Томска. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 176 с
- 15.Колоколова О.В. Геохимия подземных вод района Томского водозабора. Дис. ...канд. геол.-мин. наук. – Томск, 2003. – 197 с.
- 16.Колоколова О.В. Геохимия подземных вод района Томского водозабора: Автореферат. дис. канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2002г. – 19 с.
- 17.Коробкин В.А. и др. Гидрогеологические, инженерно-геологические условия и районирование центральной части Обь-Томского междуречья листов 0-45-121-Г, 122-В, 122-1, 133-Б, 134-А, 134-Б для целей мелиоративного строительства: Отчет Рыболовской партии по комплексной съемке масштаба 1: 50000 за 1978 – 83 гг./ фонды ГПП "Томскнефтегазгеология", Инв. № 2823. - Томск, 1983. – 210 с.
- 18.Коробкин В.А. Режим, формирование и использование подземных вод Обь-Томского междуречья: Дис... канд. геол-минер. наук. - Томск, 1985. - 195 с.
- 19.Коробкин В.А., Афонин В.А. Режим и формирование состава подземных вод Обь-Томского междуречья. - М., 1984. - 10 с. - Деп. в ВИНТИ 22.05.84, № 3261.
- 20.Наймушина О.С., Геохимическая эволюция природных вод нижней части бассейна реки Томи, Томск-2014, с. 169, диссертация на

- соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук
21. Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири. – М.: Наука, 1977, – 227 с.
  22. НПО Экосистема // [Электронный ресурс]. - Режим доступа <http://eco-systema.com/productions/>
  23. Обской вестник. Научно практический журнал, 1999г, № 1-2, А.В.Мананков, В.. Парначев, ТГУ, Геоэкологические аспекты состояния поверхностных и подземных вод г.Томска, с. 135
  24. Питьева К.Е. Гидрогеохимические аспекты охраны геологической среды. – М.: Наука, 1984. – 220 с.
  25. Попов В. К., Коробкин В.А., Рогов Г.М., Лукашевич О.Д., и др. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь – Томского междуречья. Томск: Издательство Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2002. – 143 с.
  26. Попов В.К., Коробкин В.А. Проведение работ по созданию мониторинга природных вод Обь-Томского междуречья - как основа оптимизации режима эксплуатации подземных источников Томским водозабором: Отчет о НИР (заключ.)/ ИПЖКХ. Томск, 1992. - 345 с.
  27. Попов В.К., Лукашевич О.Д., Коробкин В.А. и др. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья, Томск. – 2003. – 72 с
  28. Попов В.К., Лукашевич О.Д., Максимова Н.М. Оценка защищенности пластовых вод Обь-Томского междуречья от загрязнения и разработка рекомендаций по безопасному водопользованию // Геоэкология. – 1997. - №6. – С. 38-42.
  29. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г. Сухих Ю.И., Барановская Н.В., Волков В.Т., Волкова Н.Н., Архангельский В.В., Архангельская Т.А., Денисова О.А., Шатилов А.Ю., Янкович Е.П. Эколого-

- геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения. 216 стр., 111 илл., Томск, 2006 г.
30. Розин А.А. Подземные воды Западно-Сибирского бассейна и их формирование. – Новосибирск: Наука, 1977. – 101 с.
31. Самушева А.А. Равновесие подземных вод Томского месторождения с карбонатными минералами // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения Томского профессора М.И. Кучина, Томск, 3-7 Апреля 2017. - Томск: Изд-во ТПУ, 2017 - Т. 1 - С. 497-499
32. Сервис-фильтр // [Электронный ресурс]. - Режим доступа <http://service-filter.ru/aeratsiya-vody/napornaya-aeratsiya/>
33. Трофимова И.Е. Роль климата в современной структурно-функциональной организации болот Западной Сибири // Болота и заболоченные леса в свете задач устойчивого природопользования. – М.: ГЕОС, 1999. – С. 142-151.
34. Черкасов Г.Н. Последствия подземных ядерных взрывов на Семипалатинском полигоне для экосистем юга Западной Сибири // Материалы науч. конф. Актуальные вопросы геологии и географии Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1998. – Т.3. - С. 290-292.
35. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология: Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Альянс, 2012.-601 с.
36. Шопель А.Б. Структурные закономерности размещения метаморфических комплексов Алтае-Саянской складчатой области. // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири: Материалы
37. Эко-умвельт // [Электронный ресурс]. - Режим доступа <http://www.ekoumvelt.ru/devices/dynasand1/Samopromuvnoy+peschanuy+filtr+Dyna+Sand/>

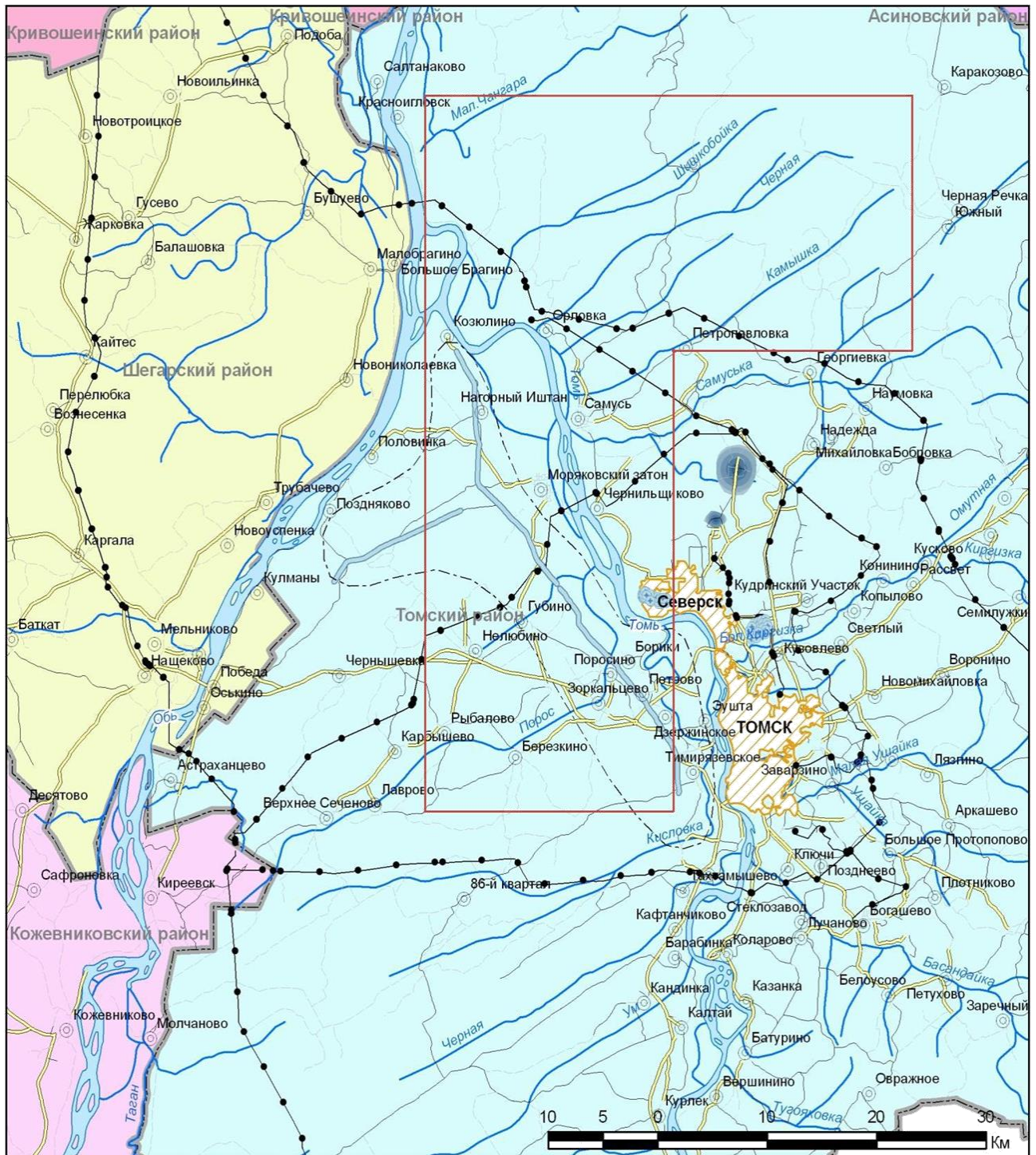
38. Янкович Е.П., Копылова Ю.Г., Гусева Н.В. Распространенность геохимических типов подземных вод Обь-Томского междуречья // Научный журнал КубГАУ, №1907(03), 2015
39. Becker, K.; Müssig-Zufika, M.; Hoffmann, L.; Krause, C.; Meyer, E.; Nöllke, P.; Schulz, C.; Seiwert, M. (1997): Umwelt-Survey (1990/92): Trinkwasser. Deskription der Spurenelementgehalte im Haushalts- und Wasserwerks-Trinkwasser der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland. WaBoLu Hefte, 5, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes, Berlin.
40. ERFA, BUWAL (Erfahrungsaustausch und Bauökologie, Schweiz und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Schweiz) (1994): erfa info 4/94 Extensive Dachbegrünungen. URL: [http://www.kbob.ch/de/publikationen/pdf/d\\_94.4.dachbegrueung.pdf](http://www.kbob.ch/de/publikationen/pdf/d_94.4.dachbegrueung.pdf)
41. KlasseWasser// [Электронный ресурс].-Режим доступа <http://klassewasser.leonhardt.de/content/language1/html/4231.php>
42. Lgotin V & Makushin Y. Groundwater monitoring to assess the influence of injection of liquid radioactive waste on the Tomsk public groundwater supply. – Geological Society. London. Special Publications, 1998. - № 128. - P. 255-264.
43. Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland-Relief, Boden und Wasser; Katrin Blondzik, Bettina Rechenberg. S.134.
44. Shvartsev S.L. The system water-rock-gas-organic matter of V.Vernadsky // Procedia Earth and Planetary Science. – France, 2013 – № 7. – P. 810-813.
45. ZEIT ONLINE// [Электронный ресурс].-Режим доступа <https://www.zeit.de/wissen/gesundheit/2018-02/trinkwasser-eu-kommision-qualitaet-standard>
46. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

- 47.ГОСТ 12.1.003–83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
- 48.ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01. 07. 92).
- 49.ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
- 50.ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
- 51.ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
- 52.ГОСТ 12.1.019 -79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 53.ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума.
- 54.ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
- 55.ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
- 56.ГОСТ 12.4.009-83 ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов  
Основные виды. Размещение и обслуживание
- 57.ГОСТ 12.4.125-83. ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов.  
Классификация.
- 58.ГОСТ 20010-93. Перчатки резиновые технические.
- 59.Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. «Безопасность жизнедеятельности»: Учебное пособие –Томск: Изд-во ТПУ, 2003–144с.
- 60.НПБ 105-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003 г.
- 61.Пожарная безопасность. Взрывобезопасность/ Справочник: Баратов А.Н. М.: Химия, 1987.-210с.

62. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. с изм. и дополн. – Новосибирск, 2006. – 123 с.
63. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
64. СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование.
65. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.
66. СНиП П-12-77. Защита от шума.
67. Технологический регламент установки предварительного сброса воды №2 (УПСВ2).

# Приложения

## Приложение А



1 – территория исследований; 2 – линии Томского водозабора; 3 – водозаборы г. Северска; 4 – полигоны глубинного захоронения ЖРО СХК; 5 – нефтегазопровод. [5]

**Приложение Б**  
(обязательное)

**Wasser und Wasserqualität**

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ61	Самушева А.А.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор отделения геологии	Попов В.К.	д.г.-м.н., профессор		

Консультант-лингвист Отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОИЯ ШБИП	Щеголихина Ю.В.	Канд.филол.наук		

Trinkwasser ist übrigens immer Süßwasser. Aber nur wenige Prozent der weltweiten Wasservorräte sind Süßwasser. Mehrere Milliarden Menschen haben keinen Zugang zu sauberem Wasser. Darum ist Wasser auch wertvoll und alle Menschen sollten sorgsam damit umgehen. Das bedeutet, es bei Gebrauch möglichst wenig zu verunreinigen und in Regionen, in denen Wasser knapp ist, auch sparsam damit umzugehen. [45]

Menschen, Tiere und Pflanzen brauchen Wasser, um leben zu können. Ohne Wasser gibt es kein Leben. Deutschland ist reich an Wasser, denn es gibt das ganze Jahr über Niederschläge. Den größten Teil des Regenwassers nimmt die Luft wieder auf, das heißt, es verdunstet. Das sind ungefähr 60 von 100 Litern Regenwasser. Ungefähr 30 von 100 Litern Regenwasser fließen in den Boden und bilden das Grundwasser. Nur 7 von 100 Litern Regenwasser fließen in einen Bach, einen Fluss oder in einen See. Sie bilden das Oberflächenwasser.

Kraftwerke und Industrie nehmen das Wasser zum größten Teil aus den Flüssen. Das Trinkwasser für die Haushalte kommt vor allem aus dem Grundwasser und aus Quellen. Der Verdichtungsraum Stuttgart zum Beispiel bekommt Trinkwasser aus dem Bodensee. In den Großstädten und Verdichtungsräumen am Rhein braucht man so viel Trinkwasser, dass man auch Wasser aus dem Fluss nehmen muss. Es wird gereinigt und chemisch behandelt, dann kann man es trinken. [41]

Badewasser, Wasser aus der Waschmaschine, Wasser aus dem WC, Wasser aus Fabriken und Kraftwerken, ja sogar das Regenwasser, das sich in den Straßen sammelt: Alles das ist Abwasser. Es enthält Schmutz und viele chemische Stoffe, die oft gefährlich sind. Es gibt viele Millionen Liter Abwasser jeden Tag. In den Kläranlagen wird es gereinigt, bevor es in die Flüsse fließt. Es gibt noch zu wenig Kläranlagen, daher sind viele Flüsse stark verschmutzt. Die Karte zeigt die Verschmutzung der Flüsse in den westlichen Bundesländern ganz deutlich. Der Rhein zum Beispiel ist fast überall verschmutzt. Aber es gibt auch Abschnitte im Fluss, die relativ sauber sind. An diesen Flussabschnitten liegen Großstädte und Fabriken, die gute Kläranlagen haben. In der BRD, ist es inzwischen

selbstverständlich geworden, beim Neubau von Trinkwassertalsperren nicht nur Staumauern zu bauen, sondern auch Schutzzone einzurichten.

Die meisten großen Flüsse Deutschlands fließen in die Nordsee. Dort konzentriert sich die Wasserverschmutzung. Auch die Schiffe und die Erdölstationen in der Nordsee verschmutzen das Wasser. Man wirft Abfälle ins Meer. Abwasser, Motorenöl und Säuren fließen ins Meer. Andere chemische Stoffe werden auf den Schiffen verbrannt, und so entstehen gefährliche Abgase.

Zahllose kleinste Wassertierchen, aber auch viele große Fische, Robben und Seevögel sind erkrankt oder gestorben. Manchmal kann man nicht einmal mehr an der Küste der Nordsee baden. Die Wasserverschmutzung ist zu gefährlich. [40]

### **Einflüsse der Klimaveränderungen**

Die beginnenden Klimaveränderungen wirken sich zusätzlich auf die Wasservorkommen aus: Die Wasserstände in den Oberflächengewässern und auch im Grundwasser können insbesondere in den Sommermonaten in einigen Gebieten sinken. Anlass zur Sorge für die Trinkwasserversorgung in Berlin gibt es aber zum Glück trotzdem nicht. Die überwiegende Anzahl der Brunnen der Berliner Wasserbetriebe ist entlang der Flussläufe von Spree und Havel zu finden. Mithilfe von Schleusen wird der Wasserstand in diesen Gewässern für die Schifffahrt künstlich angestaut. Somit kann auch immer genügend Wasser in den Untergrund versickern und den Brunnen zufließen. Auf dem Wege dorthin wird es durch die Filterwirkung des Bodens gereinigt. Als Grundwasser hat es dann eine so gute Qualität, dass im Wasserwerk nur noch die Konzentrationen von Eisen und Mangan über spezielle Sandfilter verringert werden müssen. Ansonsten würden sich im Waschbecken braune Rückstände bilden und die weiße Wäsche wäre nicht lange weiß.

Und: Wir füllen Spree und Havel praktisch ständig mit dem in den Klärwerken gereinigten Wasser auf. Das bedeutet aber auch, dass in heißen Sommertagen, wenn die beiden Flüsse kaum noch frischen Nachschub nach Berlin bringen, die Spree und die Havel fast zur Hälfte gerade erst gereinigtes

Abwasser führen können. Die Badegewässerqualität zeigt, welche großen Leistungen die Kläranlagen bringen. Gleichzeitig wird deutlich, wie sensibel unsere kaum fließenden Gewässer sind. Sie stecken Verschmutzungen viel schwerer weg als das schnell fließende Flüsse mit hoher Wasserführung tun.

Die Breite eines Flusses sagt übrigens nur sehr wenig über seine Wasserführung aus. Während Spree und Havel zusammen oft nicht mehr als zehn bis 15 Kubikmeter (m<sup>3</sup>) Wasser pro Sekunde durch Berlin fließen lassen, schafft der Rhein bei Köln 1.000 m<sup>3</sup>. Der Rhein ist also ein Fluss, Spree und Havel dagegen vergleichsweise Rinnsale. Gäbe es die Schleusen nicht, die gebaut worden sind, damit die Schiffe genügend tiefes Wasser finden, dann könnte man an vielen Stellen durch Spree und Havel hindurch waten. [39]

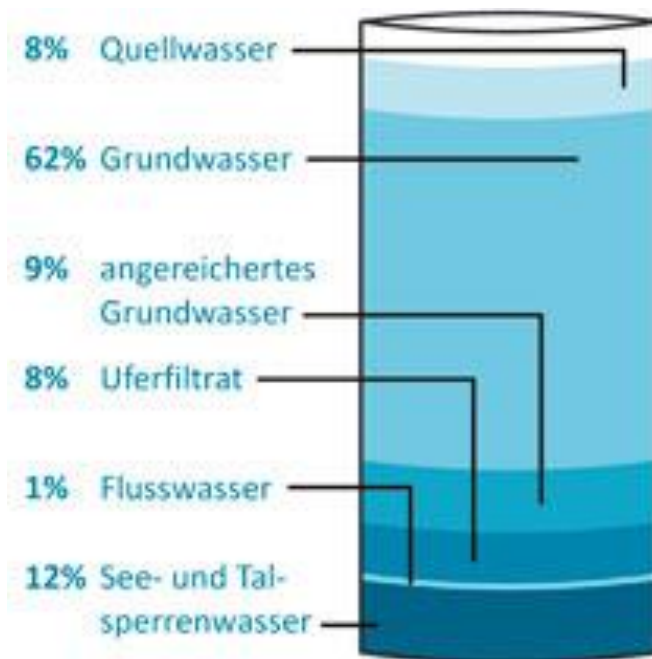
Viele Gewässer in unserer Region und auch der Wasserstand in der Spree und Havel sind letztlich Folgen der wirtschaftlichen Entwicklung Berlins. Die Stadt ist wesentlich aus Ziegeln gebaut, die aus den tonreichen Gebieten Brandenburgs stammen. Die Ziegel wurden dann mit Kähnen nach Berlin gebracht. Dafür mussten Kanäle gegraben und Spree und Havel aufgestaut werden. Die Sicherheit unserer heutigen Wasserversorgung in Berlin folgt also auch aus der harten Arbeit der Menschen vor 200 Jahren. Obwohl deren Ziel damals „nur“ schiffbare Wasserwege waren.

Damit Wasser in Deutschland als Trinkwasser gilt, müssen ganz bestimmte Bedingungen erfüllt sein. Dazu gibt es sogar ein Gesetz, die Trinkwasserverordnung (TrinkwV – der genaue Titel lautet: „Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“). Hier lässt sich genau nachlesen, welche strengen Grenzwerte für die Qualität des Wassers festgelegt sind.

Trinkwasser gilt als das am besten kontrollierte Lebensmittel bei uns in Deutschland. Dabei wird die Qualität an ganz unterschiedlichen Stellen getestet: im Boden, in den Brunnen, in den Wasserwerken und in den Transportleitungen. Diese Messungen erfolgen teilweise sogar täglich. [45]

In Berlin wird das meiste Trinkwasser übrigens aus Uferfiltrat gewonnen. Das ist versickertes Flusswasser, das auf seinem langen Weg durch die Bodenschichten natürlich gereinigt wird. Deshalb liegen die meisten Wasserwerke an den Ufern von Spree und Havel.

In der Abbildung siehst du, dass Trinkwasser jedoch auch auf anderem Weg gewonnen werden kann.

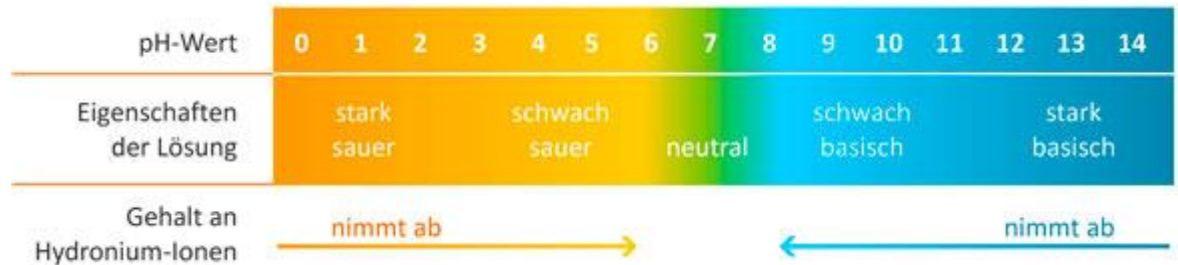


„Sauer“ hat etwas mit dem sogenannten pH-Wert zu tun: pH steht für pondus Hydrogenii, was so viel bedeutet wie „Gewicht des Wasserstoffs“, also die Konzentration der Wasserstoff-Ionen in einer Lösung. Der pH-Wert gibt daher an, wie sauer oder basisch eine Lösung ist. Die Skala des pH-Werts reicht dabei von 0 bis 14. Je kleiner der pH-Wert, desto saurer ist die Lösung. Je größer der pH-Wert, desto basischer ist die Lösung. Lösungen mit einem pH-Wert von 7 werden „neutrale Lösungen“ genannt. Die Säure der Zitrone hat einen pH-Wert von ungefähr 2. Zusammenfassend heißt das: Lösungen,

mit einem pH-Wert  $< 7$  sind Säuren.

mit einem pH-Wert  $= 7$  sind neutral.

mit einem pH-Wert  $> 7$  sind Basen/ Laugen.



Mit einem Universal-Farbindikator lässt sich der pH-Wert von Flüssigkeiten messen: Wird ein Messstäbchen in eine zu prüfende Lösung gesteckt, verfärbt sich dieses Messstäbchen, man beobachtet eine Farbreaktion. Liegt der pH-Wert der Lösung eher im sauren Bereich, ist die Färbung rot-orange, im basischen Bereich eher grün bis blau. [41]

Wichtig dabei: Diese chemisch-rechnerische Einteilung der pH-Werte ist so aufgebaut, dass pro ganzer Zahl die Säurekonzentration jeweils um den Faktor 10 zunimmt. Eine Flüssigkeit mit einem pH-Wert von 4 ist 10-mal stärker konzentriert als eine Säure mit dem pH-Wert 5 und 100-mal stärker als eine Säure mit dem pH-Wert 6.

Die folgende Abbildung soll dir diesen Zusammenhang nochmals verdeutlichen: 1 Milliliter (ml) Salzsäure hat den pH-Wert 1. Verdünnt man diese auf das zehnfache Volumen, so erhält man 10 ml saure Lösung mit dem pH-Wert 2. Die Konzentration der Salzsäure hat sich um den Faktor 10 geändert, der pH-Wert hingegen um den Faktor 1.

pH-Wert	1	2	3	4	5	6	7
saure Vergleichslösung	un- verdünnt	10fach verdünnt	100fach verdünnt	1.000fach verdünnt	10.000fach verdünnt	100.000fach verdünnt	1.000.000fach verdünnt
	1 ml	10 ml	100 ml	1.000 ml	10 l	100 l	1.000 l

Der pH-Wert ist wichtig für die Entwicklung und das Wachstum von Lebewesen. Einige Pflanzen benötigen z. B. einen bestimmten pH-Wert im Boden, um richtig wachsen zu können. Auch für bestimmte Tiere, z. B. Fische, ist der pH-Wert des Wassers, in dem sie leben, von Bedeutung.

### **Kampf ums Wasser**

Die zunehmende Verschmutzung und Verknappung von Wasser stellt daher bereits jetzt für viele Menschen eine echte Lebensbedrohung dar. In naher Zukunft wird in einigen Ländern sogar mit Kriegen um das begehrte Gut Wasser gerechnet. [40]

Die ersten Konflikte ums Wasser gibt es z. B. bereits zwischen den Nachbarländern Sudan und Ägypten. In beiden Ländern gibt es wenige Niederschläge – sie sind also stark abhängig vom Wasser des Nils, der zuerst durch den Sudan und dann durch Ägypten fließt. Geplante Staudammprojekte im Sudan sorgten daher schon für große politische Auseinandersetzungen zwischen den beiden Staaten. Auch zwischen den Nachbarländern Indien und China gibt es bereits Spannungen beim „Kampf ums Wasser“ – auch hier gibt es gemeinsame Wasservorkommen, um die gestritten wird.

### **Ursachen für den Wassermangel und Lösungsansätze**

Die Gründe für die Verknappung des Wassers sind vielfältig:

Der Wasserverbrauch ist – anders als in Deutschland – in vielen

Teilen der Welt in den letzten Jahrzehnten sehr stark gestiegen, z. B. durch die zunehmende Industrialisierung, den damit steigenden Energiebedarf (Kühlung von Kraftwerken) und die wachsende Weltbevölkerung (mehr Wasser-, Nahrungsmittel- und Textilverbrauch).

Auch die Verschmutzung des Wassers z. B. durch Industrie, Landwirtschaft, fehlende Kläranlagen oder private Haushalte hat zugenommen.

In den verschiedenen Regionen der Erde herrschen unterschiedliche Klimaverhältnisse.

In den nächsten Jahrzehnten wird der Wasserbedarf der Menschen weiter steigen, daher machen sich bereits heute viele Experten Gedanken, wie eine Wasserversorgung gesichert werden könnte. Hier einige Beispiele dazu:

Wassermangel steht im engen Zusammenhang mit Wasserqualität. Moderne und effektive Wasseraufbereitungsanlagen können z. B. dazu beitragen, die Qualität des Wassers zu verbessern. Das Problem ist, dass sich viele Entwicklungsländer diese teuren Anlagen gar nicht leisten können.

Der Wasserverbrauch in der Landwirtschaft ist sehr hoch. Hier könnte z. B. viel Wasser durch bessere Bewässerungssysteme gespart werden. Auch in der Industrie könnte Wasser häufig noch effizienter und damit sparsamer genutzt werden.

In vielen Ländern wird sauberes Wasser durch marode Wasserleitungen geleitet. Das Wasser versickert oder verdampft auf dem Weg durch die Leitungen. Auch hier ließe sich gegensteuern, indem die Leitungen erneuert oder repariert werden. [43]

Insbesondere die Verschmutzung des Wassers durch den Menschen lässt sich durch geeignete Maßnahmen verhindern. In Deutschland – wie

überall in Europa – regelt dies beispielsweise die Wasserrahmenrichtlinie, die u. a. die Reinhaltung des Wassers und den Erhalt der Gewässer als Lebensraum für Pflanzen und Tiere zum Ziel hat.

Jeder Einzelne ist gefragt, Wasserverschmutzung zu vermeiden, z. B. indem er oder sie:

umweltfreundliche Wasch- und Putzmittel verwendet,

kein Öl oder Fett ins Wasser kippt und

keine Medikamente in die Toilette wirft.

## **Vom Grundwasser zum Trinkwasser**

In Berlin wird das Trinkwasser aus dem Grundwasser gewonnen, in Wasserwerken aufbereitet und über das Rohrnetz an Industrie und Haushalte verteilt. Nach Gebrauch wird es als Abwasser über die Kanalisation zu Pumpwerken und dann in die Klärwerke geleitet, wo es verschiedene Reinigungsstufen durchläuft, um schließlich in Flüsse geleitet zu werden. Wenn es ins Grundwasser sickert schließt sich der Wasserkreislauf.

### **1. Tiefbrunnen**

Die Wasserwerke pumpen das Grundwasser aus rund 800 Brunnen. Sie sind zwischen 30 m und 160 m tief. Hauptsächlich werden Vertikalbrunnen betrieben, die stündlich jeweils zwischen 40 m<sup>3</sup> und 400 m<sup>3</sup> Rohwasser fördern. Zwei Horizontalfilterbrunnen können stündlich bis zu 1.600 m<sup>3</sup> Rohwasser je Brunnen liefern.

### **2. Belüftungsanlage**

Das Rohwasser enthält keinen freien Sauerstoff. Es wird deshalb über Düsen versprüht oder über Wehrüberfälle geleitet, so kann es den Sauerstoff aus der Luft aufnehmen.

### **3. Reaktionsbecken**

Im Rohwasser sind Eisen- und Manganverbindungen gelöst. Sie gehen eine chemische Reaktion mit dem nun vorhandenen Sauerstoff ein und bilden Flocken, die sich absetzen. Damit dieser Vorgang in Ruhe ablaufen kann, durchströmt das Wasser die Reaktionsbecken in 15 bis 60 Minuten.

### **4. Schnellfilteranlage**

Die restlichen Eisenflocken und das Mangan werden in Schnellfilteranlagen aus dem Wasser entfernt. Das geschieht in Filterbecken mit einer zwei Meter dicken Filtersandschicht. Ist diese Sandschicht verschlammmt, wird sie mit Luft und Wasser sauber gespült.

### **5. Reinwasserbehälter**

Aus dem Rohwasser ist Reinwasser - unser Trinkwasser - geworden. Im Reinwasserbehälter wird es gespeichert. Aus den Brunnen werden relativ

konstante Wassermengen gewonnen. Der Gebrauch von Trinkwasser schwankt jedoch je nach Tageszeit und Wochentag. Der Reinwasserbehälter ist deshalb nicht nur ein Speicher, er dient auch als Ausgleichsbecken.

#### 6. Maschinenhaus

Im Maschinenhaus stehen Reinwasserpumpen, die das Trinkwasser durch das Rohrnetz zum Verbraucher pumpen. Die Pumpen werden von Elektromotoren oder von Dieselmotoren angetrieben. So kann die Wasserversorgung auch dann gesichert werden, wenn die öffentliche Stromversorgung einmal ausfallen sollte.

Das Trinkwasser wird durch das weit verzweigte Trinkwasserrohrnetz gepumpt bis es die Haushalte und die Industrie erreicht und dort über den Haus- oder Grundstücksanschluss in das jeweilige individuelle Versorgungssystem übergeht. [41]

### **Vom Schmutzwasser zum Flusswasser**

Das Abwasser fließt von der häuslichen Abwasserleitung in unterirdische Kanäle. Diese Kanäle leiten das Abwasser im freien Gefälle durch immer größer werdende Kanäle zu den Sammelräumen der Pumpwerke.

#### 1. Abwasserpumpwerke

Es gibt 150 Abwasserpumpwerke im Stadtgebiet. Von dort wird das Abwasser durch Druckleitungen zu den Klärwerken gepumpt. Man unterscheidet zwischen Haupt-, Anschluss-, Über- und Regenpumpwerken.

In den Klärwerken durchfließt das Abwasser zuerst die mechanische Reinigungsstufe.

#### 2. Rechenanlage

Das sind enge Gitter. Hier werden grobe Verunreinigungen wie Papier, Textilien, Holz und Plastik zurückgehalten. Automatische Harken entfernen die an den Rechen hängen gebliebenen Abfälle, die entwässert, in Containern gesammelt und dann entsorgt werden.

#### 3. Sandfang

Das Abwasser durchfließt anschließend den Sandfang. Er besteht aus langen Rinnen, in denen sich bei einer Strömungsgeschwindigkeit von rund 30

cm je Sekunde grobe mineralische Stoffe wie Sand, Kies und Steine am Boden absetzen. Die abgesetzten Stoffe werden automatisch in Trichter geschoben und in Sandwaschbehälter gepumpt. Dort wird der Sand von organischen Stoffen befreit, entwässert und später entsorgt.

#### 4. Vorklärbecken

In den Vorklärbecken wird die Fließgeschwindigkeit des Abwassers auf etwa 1,5 cm je Sekunde reduziert, so dass sich hier leichtere ungelöste Stoffe auf dem Beckenboden absetzen können. Die schwimmfähigen Teilchen sammeln sich an der Wasseroberfläche. Den abgesetzten Schlamm schieben Räumler in Schlammtrichter. Der Schlamm wird zwischengespeichert und anschließend zur Schlammbehandlung gepumpt. Schwimmstoffe, die an der Wasseroberfläche treiben und zum größten Teil aus Fett bestehen, werden entfernt.

Das mechanisch behandelte Abwasser fließt nun in die biologische Reinigungsstufe.

#### 5. Belebungsbecken

Hier werden gelöste organische Stoffe sowie Phosphor- und Stickstoffverbindungen abgebaut. Den Abbau leisten Bakterien und andere Mikroorganismen, die den belebten Schlamm bilden. Der erste Teil der Belebungsbecken wird sauerstofffrei gehalten. Dadurch werden Bakterien angeregt, in der anschließenden sauerstoffreichen Zone der Belebungsbecken Phosphorverbindungen aus dem Abwasser zu entfernen. Die Stickstoffverbindungen werden durch wieder andere Bakterien umgewandelt, die ebenfalls wechselnden Lebensbedingungen ausgesetzt sind.

Zusätzlich zur biologischen Phosphorentfernung kann bei Bedarf eine chemische Simultanfällung durchgeführt werden. Hierbei wird das Fällmittel Eisen(II)-Sulfat in gelöster Form in die Belebungsbecken gegeben. Es entsteht Eisen(III)-Phosphat.

#### 6. Nachklärbecken

Anschließend fließt das Abwasser durch die Nachklärbecken. Hier hat der belebte Schlamm mehrere Stunden Zeit, sich abzusetzen. Dieser Schlamm wird

in Trichter geschoben und dann größtenteils wieder in die Belebungsbecken zurückgepumpt, um dort die Anzahl der Mikroorganismen konstant zu halten. Der überschüssige Schlamm gelangt zur Schlammbehandlung.

Nachdem das Abwasser alle Reinigungsstufen im Klärwerk durchlaufen hat und hierbei 95 Prozent der ungelösten und biologisch abbaubaren gelösten Schmutzstoffe entfernt wurden, wird das gereinigte Wasser in Flüsse geleitet. Die Ablaufwerte werden ständig kontrolliert, sie liegen regelmäßig deutlich unter den gesetzlich vorgegebenen Grenzwerten.

### Schlammbehandlung

Neben der Reinigung des Abwassers haben Klärwerke auch die Aufgabe, den bei der Abwasserbehandlung gewonnenen Klärschlamm umweltgerecht zu verwerten oder zu beseitigen. In Berlin werden mehrere Verfahren angewandt: Der Klärschlamm kann verbrannt oder in Faulbehältern behandelt werden.

Bei der Verbrennung des entwässerten Schlammes werden die Rauchgase in einem Abhitzeessel abgekühlt und in Elektrofiltern entstaubt. Die schädlichen Inhaltsstoffe werden zurückgehalten. Die im Rauch enthaltene Wärme wird im Klärwerk zur Erzeugung von Dampf und Elektroenergie genutzt. Mit der Asche werden z.B. stillgelegte Bergwerksstollen gefüllt.

Bei der Faulung wird organische Substanz in Biogas umgesetzt, das dann zur Erzeugung von Wärme und Elektroenergie genutzt wird. Der „ausgefaulte“ Schlamm wird in Zentrifugen entwässert, kompostiert und für die Rekultivierung verwendet. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Schlamm zu trocknen und als Trockengranulat weiter zu verarbeiten oder in Kraftwerken als Brennstoff zu verwenden. [41]