

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки 20.04.02 "Природообустройство и водопользование"
Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Оценка влияния эксплуатации Искитимского водозабора подземных вод на поверхностный сток (г. Искитим)

УДК 628.112:556.532 (571.14)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ51	Кыйматов Эжер Артурович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ГИГЭ	Кузеванов К.И.	К.Г.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭПР	Шарф И.В.	К.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Задорожная Т.А.			

По разделу «Иностранный язык»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преп. каф. ИЯ	Когут С.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий каф. ГИГЭ	Гусева Н.В.	К.Г.-м.н.		

Томск – 2017 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ51	Кыйматову Эжеру Артуровичу

Институт	Кафедра	20.04.02
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность "Природообустройство и водопользование"

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Расчет стоимости полевых, лабораторных и камеральных работ при оценке влияния эксплуатации Искитимского водозабора подземных вод на поверхностный сток (г. Искитим)</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- ССН-92, Вып.1, Вып.7; - Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы; - СНОР-93, Вып.1; - СБЦ -99.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	- Налоговый кодекс РФ; - ФЗ-213 от 24.07.2009 в редакции от 09.03.2016 г. № 55-ФЗ.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка потенциала исследования НИИ</i>	<i>Оценка перспективности использования данных полевых, лабораторных и камеральных работ в дальнейшем исследовании влияния эксплуатации Искитимского водозабора подземных вод на поверхностный сток (г. Искитим)</i>
2. <i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	1. <i>Расчет затрат времени, труда, материалов, оборудования при проведении полевых и камеральных работ и лабораторных исследований.</i> 2. <i>Расчет затрат на оплату труда основных исполнителей работ</i> 3. <i>Расчет отчислений на социальные нужды</i>
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Оценка эффективности мероприятий по оценке влияния эксплуатации Искитимского водозабора подземных вод на поверхностный сток (г. Искитим)</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<i>Структура сметной стоимости расходов при оценке влияния эксплуатации Искитимского водозабора подземных вод на поверхностный сток (г. Искитим)</i>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭПР	Шарф И.В.	К.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ51	Кыйматов Э.А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 2ВМ51	ФИО Кыйматову Эжеру Артуровичу
------------------------	--

Институт	ИПР	Кафедра	ГИГЭ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.02 "Природообустройство и водопользование"

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<i>1. Характеристика объекта исследования (рабочая зона) и области его применения</i>	<i>Объектом исследования являются подземные воды, находящиеся в Искитимском районе Новосибирской области. Выполнение полевых и камеральных работ для оценки влияния эксплуатации Искитимского водозабора подземных вод на поверхностный сток (г. Искитим)</i>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность <i>1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	<i>1.1. Вредные факторы на рабочем месте и мероприятия по их устранению</i> <i>Полевой этап:</i> - Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу; - Превышение уровней шума, вибрации; - Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе. <i>Камеральный этап:</i> - Повышенный уровень электромагнитных и ионизирующих излучений; - Отклонение параметров микроклимата в помещении - Недостаточная освещенность рабочей зоны; - Повышенный уровень шума.
<i>1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	<i>1.2. Опасные факторы на рабочем месте</i> <i>Полевой этап:</i> - Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные). <i>Камеральный этап:</i> - Электрический ток; - Пожароопасность
2. Экологическая безопасность: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	2. Экологическая безопасность <i>При выполнении полевых и камеральных работ будет оказываться негативное воздействие на состояние земельных и водных ресурсов, недр, воздушный бассейн.</i> - Охрана земельных ресурсов; - Охрана водных ресурсов; - Охрана недр; - Охрана воздушного бассейна.

<p>3. <i>Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>перечень возможных ЧС на объекте;</i> – <i>выбор наиболее типичной ЧС;</i> – <i>разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</i> – <i>разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</i> – <i>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</i> 	<p>3. <i>Безопасность в чрезвычайных ситуациях</i> <i>На участке проведения полевых работ возможны возникновения следующих видов чрезвычайных ситуаций различного характера:</i> -<i>Лесные пожары;</i> -<i>Пожары на транспорте.</i> <i>Предложены мероприятия по ликвидации и предупреждению последствий.</i></p>
<p>4. <i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</i> – <i>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</i> 	<p><i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i> -<i>Организационные мероприятия при проведении гидрогеологических работ;</i> -<i>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны;</i> -<i>Режим труда и отдыха при работе с ПЭВМ.</i></p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Асс. каф. ЭБЖ	Задорожная Т.А			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ51	Кыйматов Э.А		

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Профессиональные компетенции		
P1	Использовать <i>фундаментальные</i> математические, естественно-научные, социально-экономические и профессиональные <i>знания в области специализации</i> при осуществлении изысканий и <i>инновационных</i> проектов сооружения и реконструкции объектов природообустройства и водопользования	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ПК-1, ПК-2) Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P2	Ставить и решать научно-исследовательские и <i>инновационные</i> задачи инженерных изысканий для проектирования объектов природообустройства и водопользования <i>в условиях неопределенности</i> с использованием <i>глубоких фундаментальных</i> и <i>специальных</i> знаний	Требования ФГОС ВПО (ОК-5, ОК-7, ПК-3, ПК-4, ПК-5) Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P3	Выполнять <i>инновационные</i> проекты, эксплуатировать объекты природообустройства и водопользования с применением <i>фундаментальных</i> знаний и <i>оригинальных</i> методов для достижения <i>новых</i> результатов, обеспечивающих <i>конкурентные преимущества</i> в условиях <i>жестких</i> экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ПК-6, ПК-8) Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P4	<i>Разрабатывать</i> на основе <i>глубоких и принципиальных</i> знаний программы мониторинга объектов природообустройства и водопользования, мероприятия по снижению негативных последствий антропогенной деятельности в условиях <i>жестких</i> экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС ВПО (ОК-5, ОК-7, ПК-7) Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P5	Планировать, организовывать и выполнять <i>исследования</i> антропогенного воздействия на компоненты природной среды, включая <i>критический анализ</i> данных из <i>мировых информационных ресурсов</i> , <i>формулировку выводов</i> в условиях <i>неоднозначности</i> с помощью <i>глубоких и принципиальных</i> знаний и <i>оригинальных</i> методов	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ОК-7, ПК-9, ПК-10) Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
P6	Профессионально выбирать и использовать <i>инновационные</i> методы исследований, современное научное и техническое оборудование, программные средства для решения научно-исследовательских задач с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ПК-11, ПК-12, ПК-13) Критерий 5 АИОР (п. 1.4, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Универсальные компетенции		
P7	Использовать <i>глубокие</i> знания в области проектного <i>менеджмента</i> , находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области природообустройства, водопользования и охраны природной среды	Требования ФГОС ВПО (ОК-6, ОК-7, ПК-1, ПК-7) Критерий 5 АИОР (п.2.1, 2.4) согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P8	<i>Активно владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, включая разработку документации и презентацию результатов проектной и <i>инновационной</i> деятельности.	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-3, ОК-4). Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве <i>руководителя группы</i> , в том числе и <i>международной</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать <i>ответственность за работу коллектива</i> , готовность следовать профессиональной этике и нормам, <i>корпоративной культуре организации</i>	Требования ФГОС ВПО (ОК-4, ОК-5, ОК-6, ОК-7, ПК-1) Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P10	Демонстрировать <i>глубокое знание</i> правовых, социальных, экологических и культурных аспектов <i>инновационной</i> инженерной деятельности, <i>осведомленность</i> в вопросах безопасности жизнедеятельности, быть <i>компетентным</i> в вопросах <i>устойчивого развития</i>	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ПК-12). Критерий 5 АИОР (пп. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P11	<i>Самостоятельно</i> приобретать с помощью новых информационных технологий <i>знания и умения</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ПК-3), Критерий 5 АИОР (пп. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

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

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 20.04.02 "Природообустройство и водопользование"
 Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) _____ (Дата) Гусева Н.В.
 (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ51	Кыйматову Эжеру Артуровичу

Тема работы:

Оценка влияния эксплуатации Искитимского водозабора подземных вод на поверхностный сток (г. Искитим)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	24.03.2016 г. №2321/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Материалы геологоразведочных работ на подземные воды с целью подсчета запасов подземных вод на водозаборном участке подземного водозабора г. Искитим</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</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,</i></p>	<p>В общей части охарактеризовать физико-географические условия района работ, описать геологическое строение и гидрогеологические условия водозаборного участка. В специальной части выполнить численное гидродинамическое моделирование гидрогеологических условий и дать количественную оценку взаимосвязи поверхностных и подземных вод под влиянием эксплуатации водозабора.</p>

<i>подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	В практической части обосновать и оценить сметную стоимость геологоразведочных работ на подземные воды.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Гидрогеологическая карта с разрезами; 2. Обзорная карта и схема водозабора; 3. Схематизация гидрогеологических условий; 4. Результаты численного моделирования; 5. Характеристика многолетних расходов реки Бердь; 6. Изъятие поверхностного стока при работе водозабора.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кандидат экономических наук, доцент кафедры ЭПР, Шарф Ирина Валерьевна
Социальная ответственность	Ассистент кафедры ЭБЖ, Задорожная Татьяна Анатольевна
Иностранный язык	Старший преподаватель, кафедра ИЯ, Когут Светлана Валерьевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
На немецком – Приложение E. Nichtstationäre Wasserbewegung	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ГИГЭ	Кузеванов К.И.	К.Г.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ51	Кыйматов Э.А.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 154 с., 29 рис., 48 табл., 102 источников, 8 прил.

Ключевые слова: Поисково-оценочные работы на подземные воды, водоносная зона трещиноватости, запасы подземных вод, водозабор, опытная откачка, дебит, понижение, мощность, химический состав природных вод.

Объектом исследования являются подземные воды, приуроченные к водоносной зоне трещиноватости (ВЗТ) палеозойских пород (D_3+C_1).

Целью исследования является оценка гидравлической связи поверхностных и подземных вод в связи с решением проблемы водоснабжения г. Искитим Новосибирской области в количестве до 15 тыс. м³/сут.

Приоритетной задачей является выявление источников восполнения запасов подземных вод и оценка масштабов изъятия поверхностного стока для работы подземного водозабора.

В результате исследования собраны сведения о геоморфологических, геоло-гидрогеологических и гидрогеохимических условиях территории; проанализирована база данных по химическому составу природных вод территории; охарактеризован химический состав поверхностных и подземных вод; Представленная работа может быть использована для создания постоянно действующей модели водозабора. Получена оценка количественной связи поверхностных и подземных вод на водозаборном участке. С использованием гидродинамического моделирования установлен главный источник восполнения запасов подземных вод.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: работа построена на дополнении имеющихся материалов подсчета запасов подземных вод, основанных на аналитическом методе, результатами численного гидродинамического моделирования гидрогеологических условий водозаборного участка

Область применения: гидрогеология, гидрогеохимия, геология.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

БСВ – Балтийская система высот;

ЮЮВ – юго-юго-восток;

АПАВ – анионные поверхностно-активные вещества;

НГПЭ – Новосибирская геолого-поисковая экспедиция;

ВЗТ – водоносная зона трещиноватости;

ЗСО – зона санитарной охраны;

ВОС – водопроводные очистные сооружения;

ОС – очистные сооружения;

НС – насосная станция.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	14
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ.....	17
1.1 Административное и географическое положение водозаборного участка	17
1.2 Рельеф.....	18
1.3 Гидрологическая характеристика р. Бердь.....	19
1.4 Климат.....	24
1.5 Почвы.....	29
1.7 Растительность.....	30
1.7 Полезные ископаемые.....	31
2 ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА.....	32
3 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА.....	34
4 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА РАБОТ.....	36
4.1 Общие сведения.....	36
4.2 Гидрогеологическая изученность.....	37
4.3 Гидрогеологические условия.....	39
4.3.1 Водоносный горизонт верхненеоплейстоценовых-голоценовых аллювиальных отложений долины р. Берди (aQ_{III-IV}).....	40
4.3.2 Водоносный горизонт ниже-среднеоплейсто-ценовых субаэральных и субаквальных отложений краснодубровской свиты ($sa+saqQ_{I-II}kd$).....	42
4.3.3 Водоносная зона трещиноватости верхнедевонских и нижнекаменноугольных пород (D_3+C_1).....	42
4.4 Опытно-фильтрационные работы.....	45
4.5 Схематизация гидрогеологических условий.....	50
4.6 Мониторинговые наблюдения за состоянием подземных вод.....	51
5 ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЗАБОРА И НЕОБХОДИМОСТЬ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.....	53

6	ОЦЕНКА САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ ВОДОЗАБОРНОГО УЧАСТКА.....	56
	6.1 Общие сведения.....	56
	6.2 Минерализация и химический состав подземных вод.....	58
	6.3 Гидрохимические условия участка недр.....	63
	6.4 Прогноз качества подземных вод в процессе эксплуатации.....	64
	6.5 Гидрогеологическое обоснование зоны санитарной охраны.....	65
	6.5.1 Расчёт границ третьего пояса зоны санитарной охраны.....	68
	6.5.2 Расчёт границ второго пояса зоны санитарной охраны.....	70
7	ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.....	75
	7.1 Схематизация условий для решения прогнозных задач гидродинамическим методом.....	75
	7.2 Обоснование расчетных аналитических зависимостей.....	75
	7.3 Результаты подсчета запасов подземных вод гидродинамическим методом.....	77
8	МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВОДОЗАБОРНОГО УЧАСТКА.....	79
	8.1 Численное моделирование геофильтрации.....	79
	8.2 Оценка влияния эксплуатации Искитимского водозабора подземных вод на поверхностный сток (г. Искитим).....	84
	8.2.1 Расчеты водного стока.....	86
	8.2.2 Статистический анализ исходной информации.....	93
	8.3 Оценка воздействия отбора подземных вод на окружающую среду.....	98
	8.4 Рекомендации по дальнейшему изучению месторождения.....	98
9	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	100
	9.1 Расчет затрат времени, труда, материалов, оборудования.....	101
	9.1.1 Полевые работы.....	101
	9.1.2 Лабораторные исследования.....	105

9.1.3 Камеральные работы.....	107
9.2 Расчет затрат на оплату труда основных исполнителей работ.....	108
9.3 Страховые взносы в государственные внебюджетные фонды.....	109
10 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	111
10.1 Производственная безопасность.....	113
10.1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.....	113
10.1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.....	126
10.2 Экологическая безопасность.....	132
10.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	135
10.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	137
10.4.1 Организационные мероприятия при проведении гидрогеологических работ.....	137
10.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	138
10.4.3 Режим труда и отдыха при работе с ПЭВМ.....	140
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	142
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ.....	145
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	146
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ПРИЛОЖЕНИЕ А	
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	
ПРИЛОЖЕНИЕ В	
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	
ПРИЛОЖЕНИЕ Е – Nichtstationäre Wasserbewegung	
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж – Графический материал	
ПРИЛОЖЕНИЕ И – Электронный носитель	

ВВЕДЕНИЕ

Согласно заданию на выполнение выпускной квалификационной работы ее целевым назначением является оценка гидравлической связи поверхностных и подземных вод в связи с решением проблемы водоснабжения г. Искитим Новосибирской области в количестве до 15 тыс. м³/сут.

В России законодательно придаётся большое значение решению задач обеспечения населения питьевой водой за счёт подземных вод. Так, в Водном Кодексе Российской Федерации (статья 34) предусмотрено создание резервных источников питьевого водоснабжения на базе защищенных от загрязнения месторождений подземных вод, а в ГОСТ Р 226.01-95 [40] определено, что системы хозяйственно-питьевого водоснабжения крупных и средних городов должны базироваться не менее, чем на двух независимых источниках и что для этих целей должны быть привлечены все имеющиеся ресурсы пресных подземных вод. Постановлением Правительства РФ "Об утверждении "Правил резервирования источников питьевого водоснабжения" (№ 703 г. от 20.11.2006 г.) отмечается, что *"резервирование источников питьевого водоснабжения производится на случай возникновения чрезвычайной ситуации ... в целях обеспечения питьевой водой граждан, проживающих в городах и других населенных пунктах, водоснабжение которых питьевой водой обеспечивается преимущественно за счет поверхностных водных объектов"*.

Следует также отметить, что кроме безусловных экологических преимуществ, использование подземных вод имеет во многих случаях и достаточно высокую экономическую эффективность. Так, по данным А.Ф. Порядина [62] *"питьевая вода из централизованных систем водоснабжения с подземными источниками имеет себестоимость в 3 – 4 раза ниже, чем из поверхностных, что в условиях современной рыночной экономики создает устойчивую основу деятельности водопроводных предприятий"*.

Численность населения города Искитим в Новосибирской области в настоящее время составляет около 60000 человек. Для обеспечения централизованного водоснабжения города за счёт подземных вод требуется порядка 15000 м³/сут. Сегодня централизованное водоснабжение г. Искитима осуществляется преимущественно за счёт забора поверхностных вод из р. Берди. В настоящее время водоснабжение предприятий города за счёт подземных вод носит ограниченный и подчинённый характер.

Поэтому геологоразведочные работы на подземные воды безусловно являются актуальной задачей оптимизации системы водоснабжения крупного населенного пункта.

С точки зрения формирования водных ресурсов, обеспечивающих бесперебойную работу водозабора, одним из главных вопросов является выявление источника восполнения запасов подземных вод и оценка роли поверхностных вод. В настоящей работе сделана попытка решить эти вопросы с привлечением методики численного моделирования.

Работа основана на материалах подсчета запасов подземных вод, выполненных с использованием аналитических гидродинамических расчетов. Эти результаты дополнены моделированием гидрогеологических условий в среде программного комплекса *Processing Modflow*.

Модельные балансовые характеристики фильтрационного потока в нарушенных условиях положены в основу количественной оценки взаимодействия подземного и поверхностного стока на водозаборном участке.

4 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА РАБОТ

4.5 Схематизация гидрогеологических условий

Исходя из гидрогеологического строения района, однозначно выделяется водоносная зона трещиноватости палеозойских пород как целевой водоносный горизонт. Он характеризуется параметрами: водопроницаемость – 344 м²/сут, пьезопроводность – 2,59*10⁶ м²/сут. Река Бердь схематизируется как граница первого рода с параметром ΔL равным 127 м. Для подсчета запасов гидродинамическим методом такой схематизации достаточно. Для расчета методом математического моделирования используется более детализированная схема. В гидрогеологическом отношении территория рассматривается как трехслойная. Выделяются два основных коллектора подземных вод: водоносный горизонт аллювиальных отложений и водоносная зона трещиноватости палеозойских пород. Разделяет их слой с низкими фильтрационными свойствами обеспечивающий реализацию процессов перетекания.

4.6 Мониторинговые наблюдения за состоянием подземных вод

Материалы наблюдений за сезонными изменениями естественного уровневого режима подземных вод, находящихся в гидравлической взаимосвязи с поверхностными водами р. Берди, позволяют дать количественную характеристику процессов формирования подземных вод, выявить основные закономерности пространственно-временного изменения их количества, качества и свойств. При этом поверхностные воды р. Бердь рассматриваются как один из основных источников формирования запасов подземных вод (режим, качество, уровни, расходы, разгрузку подземных вод, паводки). Они должны быть изучены в увязке с подземными водами.

5 ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЗАБОРА И НЕОБХОДИМОСТЬ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Численность населения города Искитим в Новосибирской области в настоящее время составляет около 60000 человек [1]. Для обеспечения централизованного водоснабжения города за счёт подземных вод требуется порядка 15000 м³/сут (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Расчет нормативного водопотребления подземных вод населения г. Искитим Новосибирской области

Водопотребитель	Единица измерения	Количество жителей	Норма, л/сут м ³ /сут	Общий расход воды, м ³ /сут	Обоснование норматива
Население г. Искитим Новосибирской области (жилые здания, с централизованным горячим водоснабжением, с ваннами)	1 житель	60000	$\frac{250}{0,25}$	15000	Свод правил (СП) 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий», таблица А-2, стр. 53

Существующие условия современного водоснабжения г.Искитим

Проблема обеспечения населения города Искитима доброкачественной питьевой водой относится к числу наиболее социально значимых, поскольку она непосредственно влияет на здоровье граждан, определяет степень экологической и эпидемиологической безопасности [70].

6 ОЦЕНКА САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ ВОДОЗАБОРНОГО УЧАСТКА

6.1 Общие сведения

Проблема водоснабжения всегда неразрывно была и будет связана с проблемой качества воды и эта взаимосвязь определяет уровень и комфортность жизни населения Новосибирской области в целом и города Искитима в частности. В санитарных нормах к качеству воды отмечается, что питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и при этом должна характеризоваться благоприятными органолептическими свойствами [60].

Основные нормативные документы, которые были использованы при оценке современного состояния подземных вод оцениваемого участка недр:

- СанПиН 2.1.4.1074 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества";

- ГН 2.1.5.1315-03 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования";

- ГН 2.1.5.2280-07. "Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Дополнения и изменения №1 к ГН 2.1.5.1315-03";

- СанПиН 2.1.4.2580-10. "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Изменения № 2 к СанПиН 2.1.4.1074-01".

Лабораторное изучение подземных вод производились лабораториями организаций, располагающих аккредитацией, соответственно:

- Филиал ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Новосибирской области в Искитимском районе";
- Западно-Сибирский Дорожный филиал ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии по железнодорожному транспорту";
- Федеральное государственное бюджетное учреждение "ВерхнеОбьрегионводхоз".

6.2 Минерализация и химический состав подземных вод

Минерализация и химический состав поровых подземных вод водоносного горизонта аллювиальных отложений долины р. Берди

Органолептические показатели качества воды не соответствуют нормативным требованиям по мутности и цветности, что обусловлено высоким содержанием в подземных водах железа [60]. Температура подземных вод в среднем равна плюс 6,1 °С.

В качественном отношении подземные воды гидрокарбонатные магниево-кальциевые с величиной сухого остатка в среднем 435 мг/дм³ (приложение Г, таблица Г.1). Осреднённый химический состав подземных вод аллювиального горизонта оценивается следующей формулой

$$M_{0,44} \frac{HCO_3 91 SO_4 6 Cl 3}{Ca 57 Mg 24 Na 19} \cdot T \cdot 6,1 \cdot pH \cdot 7,96 \cdot OЖ \cdot 6,67 \cdot Fe \cdot 2,88$$

Содержание гидрокарбонат-иона изменяется от 448,0 до 476,0 мг/дм³ при среднем значении 462,7 мг/дм³, сульфат-иона – от 18,0 до 30,0 мг/дм³ при среднем значении 23,7 мг/дм³ и иона-хлора – от 8,0 до 10,0 мг/дм³ при среднем значении 9,3 мг/дм³. Вариабельность содержания катионов также невелика, соответственно: кальция – от 81,0 до 100,0 мг/дм³ при средней концентрации 93,0 мг/дм³; натрия – от 32,5 до 38,0 мг/дм³ при среднем содержании 34,8 мг/дм³ и магния – от 21,0 до 26,0 мг/дм³ при среднем содержании 24,0 мг/дм³ (приложение Г, таблица Г.1).

Минерализация и химический состав трещинных подземных вод Юго-Восточной части оцениваемой территории

В качественном отношении подземные воды гидрокарбонатные натриево-магниевые-кальциевые с величиной сухого остатка в среднем 423 мг/дм³ (приложение Г, таблица Г.2). Осреднённый химический состав подземных вод оценивается следующей формулой

$$M_{0,42} \frac{HCO_3 92 SO_4 5 Cl 3}{Ca 54 Mg 24 Na 22} \cdot T \cdot 6,0 \cdot pH \cdot 7,72 \cdot OЖ \cdot 6,37 \cdot Fe \cdot 2,25$$

Содержание гидрокарбонат-иона изменяется от 354,0 до 488,0 мг/дм³ при среднем значении 466,4 мг/дм³, сульфат-иона – от 10,0 до 31,3 мг/дм³ при среднем значении 18,1 мг/дм³ и иона-хлора – от 4,1 до 10,0 мг/дм³ при среднем значении 9,1 мг/дм³. Вариабельность содержания катионов также невелика, соответственно: кальция – от 54,0 до 100,0 мг/дм³ при средней концентрации 88,0 мг/дм³; натрия – от 34,7 до 50,4 мг/дм³ при среднем содержании 40,9 мг/дм³ и магния – от 21,0 до 24,0 мг/дм³ при среднем содержании 22,9 мг/дм³ (приложение Г, таблица Г.2).

Минерализация и химический состав трещинных подземных вод Северо-Западной части оцениваемой территории

В качественном отношении подземные воды сульфатно-гидрокарбонатные натриево-магниевые-кальциевые с величиной сухого остатка в среднем 506 мг/дм³ (приложение Г, таблица Г.4). Осреднённый химический состав подземных вод по данным гидрогеохимического опробования пяти скважин характеризуется следующей формулой ионно-солевого состава

$$M_{0,51} \frac{HCO_3 77 SO_4 20 Cl 3}{Ca 58 Mg 22 Na 20} \cdot T \cdot 6,1 \cdot pH \cdot 7,97 \cdot OЖ \cdot 7,78 \cdot Fe \cdot 1,95$$

Содержание гидрокарбонат-иона изменяется от 402,0 до 610,0 мг/дм³ при среднем значении 483,2 мг/дм³, сульфат-иона – от 41,0 до 141,0 мг/дм³ при среднем значении 92,9 мг/дм³ и иона-хлора – от 10,0 до 18,6 мг/дм³ при среднем значении 12,4 мг/дм³. Вариабельность содержания катионов относительно невелика, соответственно: кальция – от 92,0 до 132,0 мг/дм³ при

средней концентрации 113,2 мг/дм³; натрия – от 35,2 до 58,6 мг/дм³ при среднем содержании 45,7 мг/дм³ и магния – от 22,0 до 28,0 мг/дм³ при среднем содержании 25,8 мг/дм³ (приложение Г, таблица Г.4).

6.3 Гидрохимические условия участка недр

Химический состав подземных вод, приуроченных к водоносной зоне трещиноватости пород палеозоя на северо-западной части участка оценочных гидрогеологических работ, скважины №1 – 5 (приложение В, рисунок В.2) и на его юго-восточном фланге, опытный куст, скважины №6 – 10 (приложение В, рисунок В.3) заметно дифференцируется по показателям величины сухого остатка, общей жёсткости и содержанию сульфатов. Картина гидрогеохимического различия подземных вод на северо-западном и юго-восточном частях оценочного участка обусловлена различной степенью взаимосвязи порового (аллювиального) и трещинного коллекторов. В этой связи гидрогеохимическая характеристика подземных вод производилась для каждого из этих участков, – отдельно [60].

6.4 Прогноз качества подземных вод в процессе эксплуатации

Для подземных вод характерна стабильность химического состава подземных вод во времени, не зависящая от сезонности года и величины суммарного водоотбора. Данная ситуация сохранится и в расчётной временной перспективе на ближайшие 25 лет работы скважинного водозабора [60].

6.5 Гидрогеологическое обоснование зоны санитарной охраны

Организация зон санитарной охраны (ЗСО) водозаборов подземных вод является одним из основных мероприятий по защите от загрязнения подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения населения [67].

Зона санитарной охраны скважинного водозабора подземных вод согласно СанПиН 2.1.4.1110-02 [75] состоит из трёх поясов: первый пояс – пояс строгого режима; второй и третий пояса – пояса ограничений.

В характеризуемых гидрогеологических условиях, граница первого пояса зоны санитарной охраны, предназначенного для защиты места водозабора и водозаборных сооружений от случайного или умышленного загрязнения и повреждения, принимается в радиусе 50 м от центра каждой водозаборной скважины (СанПиН 2.1.4.1110-02 [75], пункт 2.2.1.1).

Основной принцип расчёта размеров II и III поясов зоны санитарной охраны (ЗСО): граница каждого пояса – это изохронна, т.е. совокупность точек, из которых загрязнение достигает водозабора через заданный расчётный промежуток времени [67].

Второй пояс ЗСО предназначен для защиты водоносного горизонта от микробных загрязнений. Основным параметром, определяющим расстояние от границы II пояса ЗСО до водозаборных скважин, является расчётное время (T_m) продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору, которое должно быть достаточным для утраты жизнеспособности патогенных микроорганизмов, т.е. для эффективного самоочищения. Расчётное время (T_m), согласно таблице 6.3 принимается 400 суток (I климатический район, подземные воды находятся в условиях наличия гидравлической связи с руслом реки Берди) [67].

Перечень мероприятий по содержанию зоны санитарной охраны в надлежащем порядке, согласно требований СанПиН [75], приведен в (приложение Г, таблица Г.7)

Выполнение санитарных мероприятий регламентировано СанПиН [75]:

- в пределах первого пояса ЗСО – организациями, владеющими источниками водоснабжения (скважинами), за счёт собственных средств;
- в пределах II и III поясов – владельцами объектов, оказывающих отрицательное влияние на качество воды источников водоснабжения.

Требований по закреплению на местности информационными указателями границ II и III поясов в действующем СанПине 2.1.4.1110-02 [75], – не содержится. Границы I пояса должны быть обозначены специальными знаками [60].

7 ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

7.1 Схематизация условий для решения прогнозных задач гидродинамическим методом

Планируемый водоотбор составляет 15000 м³/сут на срок 25 лет (~ 10 000 сут). Водоотбор постоянный по сезонам и годам.

Водозабор состоит из 15 скважин с расстоянием между ними 150 м и расстоянием до реки 115 м. Нагрузка на одну скважину составляет 1000 м³/сут.

Расчетная схема водозабора – прямолинейный ряд скважин.

Для расчета принята схема полуограниченного в плане водоносного горизонта. Граница характеризуется условиями I-го рода (H=const) и в расчетной схеме представлена прямой линией.

7.2 Обоснование расчетных аналитических зависимостей

Для решения прогнозной задачи оптимальным является использование основного аналитического решения для плано-радиальной фильтрации – зависимости Тейса

$$S_{t,r} \frac{Q}{4\pi km} \int_u^\infty \frac{e^{-u}}{u} du = \frac{Q}{4\pi km} W(u), \quad (7.1)$$

где $u = \frac{r^2}{4at}$.

7.3 Результаты подсчета запасов подземных вод гидродинамическим методом

Величины прогнозных понижений, вычисленных гидродинамическим методом, приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Величины прогнозных понижений, вычисленных гидродинамическим методом

Время, сут	Понижение в скважинах №, м							
	1, 15	2, 14	3, 13	4, 12	5, 11	6, 10	7, 9	8
1	8,42	9,02	9,34	9,53	9,65	9,72	9,76	9,77
2	8,46	9,07	9,39	9,58	9,70	9,77	9,80	9,82
3	8,48	9,08	9,41	9,60	9,71	9,78	9,82	9,83
5	8,49	9,10	9,42	9,61	9,73	9,80	9,83	9,85
10	8,50	9,11	9,43	9,62	9,74	9,81	9,84	9,86
100	8,51	9,11	9,44	9,63	9,74	9,82	9,85	9,86
1000	8,51	9,12	9,44	9,63	9,75	9,82	9,85	9,87
10000	8,51	9,12	9,44	9,63	9,75	9,82	9,85	9,87

8 МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВОДОЗАБОРНОГО УЧАСТКА

8.1 Численное моделирование геофильтрации

Разработка численной модели геофильтрации и на ее базе оценка влияния эксплуатации водозабора подземных вод на поверхностный сток, является одной из основных задач данной работы.

Геолого-гидрогеологические условия прибрежной зоны р. Берди на участке планируемых гидрогеологических исследований относятся ко второй категории сложности, поскольку характеризуются невыдержанным геологическим строением, изменчивостью мощности водоносных горизонтов, неоднородностью фильтрационных свойств водовмещающих пород, слагающих продуктивные и питающие водоносные пласты [60].

Для решения гидрогеологической задачи использовалась программа *Processing Modflow* позволяющая определять величины понижений не только в скважинах, но и в узлах произвольно задаваемой сетки. С целью оценки влияния эксплуатации водозабора на поверхностный сток, была создана конечно-разностная сетка (КРС).

Сетка состоит из 43245 ячеек. Ее размеры: по горизонтали – 3875 м (155 столбцов), по вертикали – 2325 м (93 строк). Размер ячеек 25×25 м.

В разрезе модель состоит из четырех слоев:

- 1) напорно-безнапорный, моделирующий аллювиальный водоносный горизонт;
- 2) слой, с низкими фильтрационными свойствами обеспечивающий реализацию процессов перетекания;
- 3) напорно-безнапорный, моделирующий водоносную зону трещиноватости палеозойских пород;
- 4) то же, заданный для работы фильтров водозаборных скважин.

Первый, третий и четвертый слой характеризуются хорошими фильтрационными показателями.

На численной модели, водоотбор будет производиться из четвертого слоя, моделирующего водоносную зону трещиноватости палеозойских пород.

Значения входных параметров

Кровля аллювиальных отложений принята на отметке 120 м, их мощность – 8 м. Мощность разделяющего слоя – 1 м. Кровля пород палеозоя принята на отметке 111 м, мощность трещиноватой зоны – 25 м в долине реки и на территории плато. Кровля слоя заданной для фильтра водозаборных скважин принята на отметке 86 м, мощность слоя 5 м. Подошва водоносного горизонта расположена на отметке 81 м. Отметка уреза воды в русле р.Бердь – 118,9 м.

Установлен один период для задания расхода скважин; введён нестационарный режим решения прогнозной задачи; назначено 20 временных шагов для вывода величин прогнозных напоров. Значение начального напора во всех ячейках конечно-разностной сетки составляет 118,9 м. Значения горизонтальных коэффициентов фильтрации заданы для всех четырех слоев, и составляют: 0,075; 0,01; 2; 2 м/сут. Для решения прогнозной задачи в нестационарной постановке введено значение упругой водоотдачи – 0,001, и значение гравитационной водоотдачи водовмещающих пород – 0,1.

Эксплуатационные скважины работают в постоянном режиме, дебит одной скважины составляет 800 м³/сут. Водозаборный ряд из 15 скважин расположен по профилю вдоль русла реки на модели.

Значение проводимости подрусловых отложений реки – 1000 м³/м, напоры в русле реки – 118,8 м, отметка дна русла – 81 м.

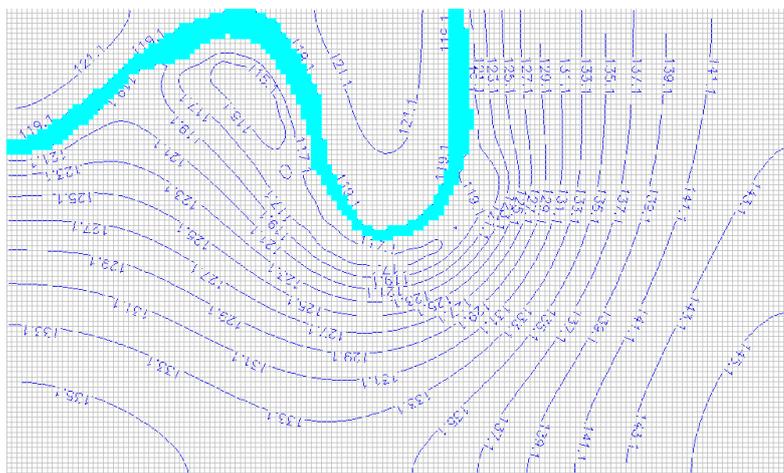
Инфильтрационное питание за счет атмосферных осадков задавалось для первого слоя на всей площади развития аллювиальных отложений. Величина инфильтрационного питания рассчитывался по данным карты естественных ресурсов подземных вод СССР и карты основных элементов водного баланса и

водных ресурсов СССР. Средняя величина модуля инфильтрационного питания (w) составила $0,001 \text{ м/м}^2$.

Результаты моделирования

Процесс моделирования выполнялся самостоятельным решающим модулем *Modflow*, для успешной работы которого необходим полный набор исходных данных [55].

После выполнения прогнозных расчётов получены результаты прогнозных напоров в виде набора карт изолиний по каждому слою модели которое соответствует амортизационному сроку эксплуатации водозабора. (рисунок 8.1 – 8.4).



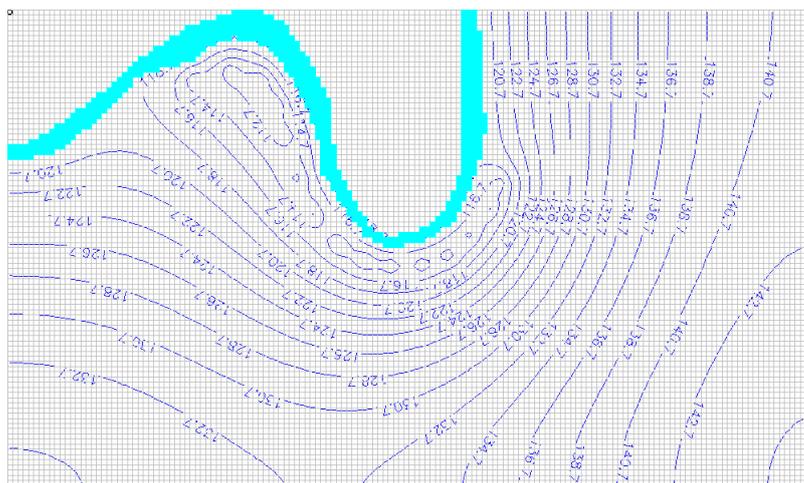


Рисунок 8.3 – Прогнозное распределение напоров в третьем слое численной модели (t=10000 сут)

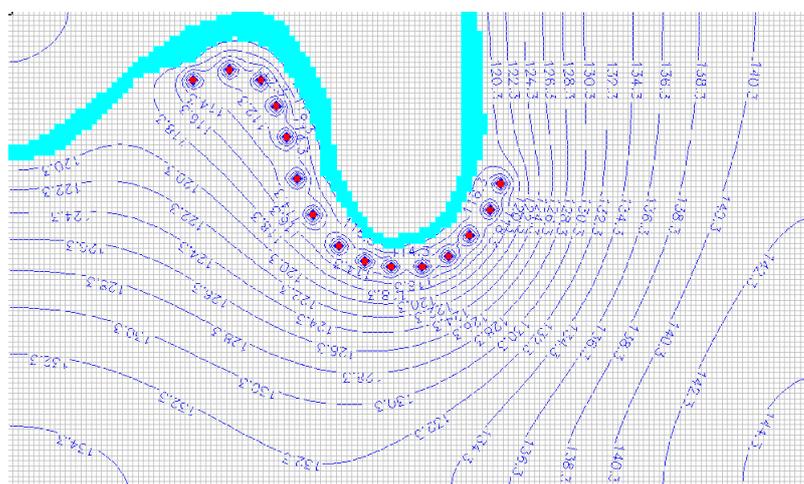


Рисунок 8.4 – Прогнозное распределение напоров в четвёртом слое численной модели (t=10000 сут)

Допустимое понижение уровня подземных вод определено с учетом особенностей строения водовмещающей толщи, которое составляет 11,0 м. Прогнозные понижения, рассчитанные в конечно-разностной сетке характеризуются следующими результатами: среднее значение расчётного понижения в по полю сетки составляет 4,18 м, значение расчётного понижения в эксплуатационных скважинах не превышает 10,38 м. Таким образом, прогнозные понижения, полученное гидродинамическим методом не превышают своего допустимого значения и на расчётный срок эксплуатации

(25 лет) составляют в 9,9 м в центре водозаборного ряда, а запасы подземных вод можно считать обеспеченными.

Взаимодействие эксплуатационных скважин с границей первого рода локализуется в узкой зоне, не превышающей расстояния до реки, следовательно, большая часть численной модели не будет принимать участия в формировании депрессионной воронки.

По результатам численного моделирования работы группового водозабора в нестационарной постановке, с использованием возможностей модуля *Pmpath* изображены линии тока в пределах области фильтрации под влиянием группового водозабора на расчетное время $t=10000$ сут. (рисунок 8.5).

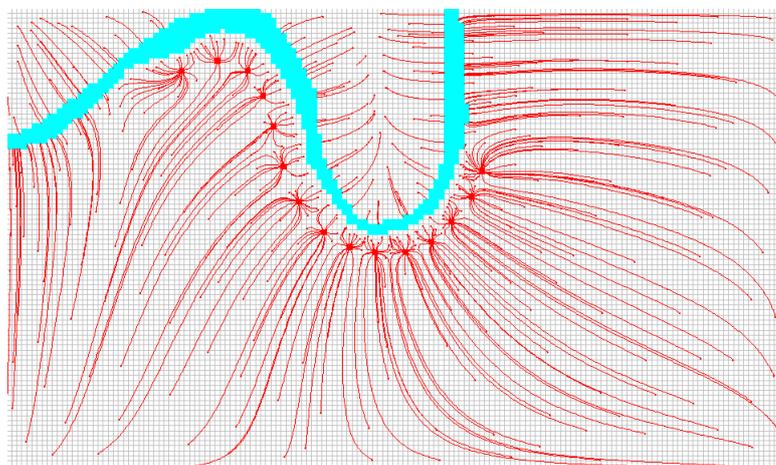


Рисунок 8.5 – Схема линий тока фильтрационного потока в нарушенных условиях ($t=10000$ сут)

Линии тока направлены к самим водозаборным скважинам на уровне их фильтров. Под влиянием группового водозабора формируется нарушенный фильтрационный поток.

8.2 Оценка влияния эксплуатации Искитимского водозабора подземных вод на поверхностный сток (г. Искитим)

Основной целью исследования является оценка связи поверхностных и подземных вод, где важнее показать какая часть поверхностного стока уходит в подземный водозабор.

Чтобы доказать, что водозабор полностью работает на возобновляемых запасах из реки, были построены гидрографы по г.п. г. Искитим – р. Бердь (приложение А, рисунок А.4), и выделены расходы вод в период половодья, зимнюю и летнюю межень (таблица 8.1 – 8.4). Сведения взяты из "ежегодных данных" [18, 19, 20, 44].

Таблица 8.1 – Расход воды за 1956 год ($\text{м}^3/\text{с}$) [18]

	Средний расход воды	Наибольший расход (15.04)	Наименьший (10.03)
За год	35,90	361,00	6,40

Таблица 8.2 – Расход воды за 1970 год ($\text{м}^3/\text{с}$) [19]

	Средний расход воды	Наибольший расход (17.04.1970 г.)	Наименьший периода летне-осенней межени (3.09.1970 г.)	Наименьший зимнего периода (22.12.1969 г.)
За год	33,70	394,00	9,50	6,56

Таблица 8.3 – Расход воды за 1975 год ($\text{м}^3/\text{с}$) [20]

	Средний расход воды	Наибольший расход (9.05.1975 г.)	Наименьший периода летне-осенней межени (22.08.1975 г.)	Наименьший зимнего периода (10.11.1974 г.)
За год	43,40	536,00	10,60	8,36

Таблица 8.4 – Расход воды за 1978 год ($\text{м}^3/\text{с}$) [44]

	Средний расход воды	Наибольший расход (5.04.1978 г.)	Наименьший периода летне-осенней межени (22.09.1978)	Наименьший зимнего периода (14.03.1978 г.)
За год	29,80	512,00	10,40	6,68

Суммарная постоянная производительность водозабора на численной модели составляет $12000 \text{ м}^3/\text{сут}$. Ретроспективные значения наименьших

расходов воды зимнего периода и наибольших в весеннее половодье выраженные в (м³/сут), были переведены на (м³/сут), с целью оценки величины изъятия поверхностного стока эксплуатационными скважинами в процентах (таблица 8.5).

Таблица 8.5 – Изъятие поверхностного стока в зимнюю межень и весеннее половодье, %

Годы	Зимний период		Период половодья	
	расход реки, м ³ /сут	изъятие, %	расход реки, м ³ /сут	изъятие, %
1956	552960	1,81	31190400	0,03
1970	566784	1,76	34041600	0,03
1975	722304	1,38	46310400	0,02
1978	577152	1,73	44236800	0,02

Сравнение производительности водозабора с меженными расходами, и с наибольшими расходами реки в период половодья показывает, что при суммарном водоотборе в 12000 м³/сут, изъятие не превышает 2 %. Величина изъятия в несколько раз меньше поверхностного стока, что говорит о допустимости работы водозабора на этом участке.

По результатам анализа водного баланса на численной модели, можно сказать, что есть полное соответствие между суммарным дебитом эксплуатационных скважин и количеством поверхностного стока (рисунок 8.6). Подземный водозабор на модели является полностью инфильтрационным с суммарным дебитом 12000 м³/сут, поступающим из реки.

```

PMWBLF (SUBREGIONAL WATER BUDGET) RUN RECORD
FLOWS ARE CONSIDERED "IN" IF THEY ARE ENTERING A SUBREGION
THE UNIT OF THE FLOWS IS [L^3/T]

TIME STEP 20 OF STRESS PERIOD 1

=====
WATER BUDGET OF THE WHOLE MODEL DOMAIN:
=====
FLOW TERM      IN          OUT          IN-OUT
STORAGE        1.7846835E-14  2.7485065E+02 -2.7485065E+02
CONSTANT HEAD  0.0000000E+00  0.0000000E+00  0.0000000E+00
WELLS          0.0000000E+00  1.2000000E+04 -1.2000000E+04
DRAINS         0.0000000E+00  0.0000000E+00  0.0000000E+00
RECHARGE       9.0093750E+03  0.0000000E+00  9.0093750E+03
ET             0.0000000E+00  0.0000000E+00  0.0000000E+00
RIVER LEAKAGE  6.2931504E+03  3.0316089E+03  3.2615415E+03
HEAD DEP BOUNDS 0.0000000E+00  0.0000000E+00  0.0000000E+00
STREAM LEAKAGE 0.0000000E+00  0.0000000E+00  0.0000000E+00
INTERBED STORAGE 0.0000000E+00  0.0000000E+00  0.0000000E+00
MULTI-AQIFR WELL 0.0000000E+00  0.0000000E+00  0.0000000E+00
-----
SUM            1.5302525E+04  1.5306460E+04 -3.9345703E+00
DISCREPANCY [%] -0.03

```

Рисунок 8.6 – Водно-балансовые характеристики численной модели

8.2.1 Расчеты водного стока

Расчет любых гидрологических характеристик целесообразно начинать с соответствующей классификации исследуемой территории с учетом того, что она в полной мере отражает особенности рассматриваемой характеристики. Последующие этапы, как правило, включают расчет нормы, характерных максимальных и минимальных значений, а также внутригодового распределения. Это относится и к водному стоку, обычно выражаемому в виде расхода Q или модуля M_w [71].

Определение расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений достаточной продолжительности осуществляются путем применения статистических методов. Основным методом является применение аналитических функций распределения ежегодных вероятностей превышения-кривых обеспеченностей [92].

Минимальный сток

Определение при наличии данных наблюдений

Определение расчетных минимальных расходов воды проводят в целом так же, как и для нормы стока при наличии данных наблюдений [71].

Параметрами этой кривой являются: среднее арифметическое, коэффициент вариации и коэффициент асимметрии, рассчитанные по рядам наблюдений.

При наличии данных наблюдений за n лет норма стока рассчитывается методом моментов как среднее арифметическое

$$\bar{Q} = \frac{\sum Q_i}{n} \quad (8.1)$$

где Q_i – текущие значения расхода (или объема);

n – число лет наблюдений.

Коэффициент вариации C_v определяется по формуле

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{Q}} = \sqrt{\frac{\sum(Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}} \cdot \frac{1}{\bar{Q}} = \sqrt{\frac{\sum(K_I - 1)^2}{n-1}} \quad (8.2)$$

где σ – среднее квадратическое отклонение (стандарт);

$K_i = \frac{Q_i}{\bar{Q}}$ – модульный коэффициент.

Коэффициент асимметрии рассчитывается в соответствии с СП 33-101-2003 [92] по формуле

$$C_s = \frac{n \cdot \sum (K_i - 1)^3}{c_v^3 (n-1)(n-2)} \quad (8.3)$$

Средние квадратические ошибки \bar{Q} , C_v и C_s при их определении методом моментов оцениваются по зависимостям

$$\sigma_Q = \frac{c_v}{\sqrt{n}} * 100; \quad (8.4)$$

$$\sigma_{C_v} = \frac{c_v \sqrt{1+2c_v^2}}{\sqrt{2n}} * 100; \quad (8.5)$$

$$\sigma_{C_s} = \sqrt{\frac{6(1+6c_v^2+5c_v^4)}{n}} * 100. \quad (8.6)$$

При определении характеристик стока необходимо убедиться в том, что период наблюдений в расчетном створе достаточной продолжительности. Продолжительность периода наблюдений считается достаточной, если рассматриваемый период репрезентативен (представителен), т.е. относительная средняя квадратическая погрешность расчетного значения характеристики не превышает 10 % для годового и сезонного стоков и 20 % – для максимального и минимального стока [92].

Значения C_s находятся подбором по наилучшему осреднению теоретической кривой обеспеченности эмпирических данных.

Определение \bar{Q} и C_v удобно выполнять в табличном виде (приложение Д, таблица Д.1)

$$\bar{Q} = \frac{\sum Q_i}{n} = \left(\frac{233,07}{26} \right) = 8,96 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$C_v = \sqrt{\frac{3,502}{(36-1)}} = 0,37$$

$$C_s = \frac{26 \cdot 0,116^2}{0,37^3 (26-1)(26-2)} = 0,10$$

$$\sigma_{\bar{Q}} = \frac{0,37}{\sqrt{26}} \cdot 100 = 7,34 \% < 10\%$$

Полагая $\sigma_{\bar{Q}}=10\%$, оценим достаточность имеющегося ряда наблюдений

$$n = \left(\frac{c_v}{\sigma_{\bar{Q}}} \cdot 100 \right)^2 = \left(\frac{0,37}{10} \cdot 100 \right)^2 = 13,69 \text{ лет}$$

Поскольку $\sigma_{\bar{Q}} \leq 10\%$, а $n=26 > 13,69$, можно сделать вывод, что продолжительность имеющегося ряда наблюдений (26 года) достаточна.

$$\sigma_{C_v} = \frac{0,37\sqrt{1+2*0,37^2}}{\sqrt{2*26}} * 100 = 5,87\% < 10\%$$

$$\sigma_{C_v} = \sqrt{\frac{6(1+6*0,37^2+5*0,37^4)}{26}} * 100 = 66,89\% > 10\%$$

Для расчета минимального стока использованы минимальные среднемесячные расходы воды, наблюдавшиеся в зимний период (не превышают 30-суточные). Имеющиеся сведения по минимальным расходам воды за 1937-1962 гг. взяты из "многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши" [43].

Норма стока

Определение при недостаточности данных наблюдений

Норма стока – среднее значение величины стока за многолетний период такой продолжительности, при увеличении которой полученное значение существенно не меняется [92].

Для расчета нормы стока, имеющиеся сведения за 1936 – 1950 гг. взятые из "Основные гидрологические характеристики" [69] считаются недостаточными.

При недостаточности данных гидрометрических наблюдений параметры кривых распределения вероятностей гидрологических характеристик, а также основные элементы расчетного гидрографа приводятся к многолетнему периоду с привлечением данных наблюдений пунктов-аналогов [92].

Выбор пункта-аналога (реки) выполнялся в соответствии с требованиями СП 33-101-2003 [92].

В данном случае, для приведения к многолетнему периоду наблюдений на р. Бердь у г. Искитим выбирается створ-аналог р. Иня (нижняя) у с. Кайлы с периодом совместных (одновременных) наблюдений $w=9$ лет (1942 – 1962 гг.). Река Бердь и р. Иня входят в бассейн р. Обь, и физико-географические условия формирования стока одинаковы.

Площади водосборов: р. Бердь (г. Искитим) $F=6970 \text{ км}^2$, р. Иня (с. Кайлы) $F= 15700 \text{ км}^2$ [68].

Так как выбирается один пункт-аналог, приведение среднего значения к более длительному периоду осуществляется по формуле [92]

$$\bar{Q}_N = \bar{Q}_n + r \left(\frac{\sigma_n}{\sigma_{na}} \right) (\bar{Q}_{Na} - \bar{Q}_{na}); \quad (8.7)$$

где \bar{Q}_n, \bar{Q}_{na} – среднеарифметические значения расхода воды соответственно для исследуемой реки и реки-аналога, вычисленные за период совместных наблюдений;

\bar{Q}_N, \bar{Q}_{Na} – норма стока за N-летний период для исследуемой реки и реки-аналога; σ_n, σ_{na} – средние квадратические отклонения гидрологической характеристики за совместный период наблюдений n для исследуемой реки и реки-аналога.

Относительную среднюю квадратическую погрешность приведенной к многолетнему периоду нормы стока определяют по формуле

$$\varepsilon_A = \frac{100 \cdot \sigma_n}{\bar{Q}_N \sqrt{n}} \sqrt{1 + r^2 \left(\frac{\sigma_{Na}^2}{N \sigma_{na}^2} - 1 \right)}. \quad (8.8)$$

Коэффициент вариации $C_{v,N}$ определяют по формуле

$$C_{v,N} = \frac{\sigma_n}{\bar{Q} \sqrt{1 - r^2 \left(1 - \frac{\sigma_{na}^2}{\sigma_{Na}^2} \right)}} \quad (8.9)$$

где σ_{Na} – среднее квадратическое отклонение гидрологической характеристики реки-аналога за N-летний период, остальные обозначения те же, что и в формуле (8.7).

При расчете параметров распределения и значений стока за отдельные годы Q, с использованием аналитических методов, основанных на регрессионном анализе, соблюдены следующие условия [92]:

- число совместных лет наблюдений в приводимом пункте и в пункте-аналоге $n > 6$;
- коэффициент парной корреляции между значениями стока исследуемой реки и значениями стока в пункте-аналоге $r > 0,7$.

Расходы воды и модули стока по расчетному створу и створу на реке-аналоге за период одновременных наблюдений приведены в таблице 8.6.

Таблица 8.6 – Расходы воды и модули стока р. Бердь у г. Искитим и р. Иня у с. Кайлы за 1942-1962 гг.

№ п/п	Год	Расчетный створ р. Бердь - г. Искитим		Расчетный створ р. Иня (нижняя) - с. Кайлы	
		Средний расход, м ³ /с	Модуль стока, л/с*км ²	Средний расход, м ³ /с	Модуль стока, л/с*км ²
1	1942	53,20	7,63	43,20	2,75
2	1943	34,60	4,96	30,40	1,94
3	1944	27,10	3,89	26,60	1,69
4	1945	23,80	3,41	29,70	1,89
5	1946	55,70	7,99	54,50	3,47
6	1947	42,20	6,05	69,30	4,41
7	1948	49,90	7,16	62,00	3,95
8	1949	59,70	8,57	62,00	3,95
9	1950	47,30	6,79	51,20	3,26
10	1951	-	-	45,10	2,87
11	1952	-	-	32,90	2,10
12	1953	-	-	42,40	2,70
13	1954	-	-	36,20	2,31
14	1955	-	-	43,70	2,78
15	1956	-	-	38,90	2,48
16	1957	-	-	43,90	2,80
17	1958	-	-	50,80	3,24
18	1959	-	-	43,60	2,78
19	1960	-	-	58,10	3,70
20	1961	-	-	52,60	3,35
21	1962	-	-	39,60	2,52
	Сумма	393,50	56,46	956,70	60,94
	Среднее	43,72	6,27	45,56	2,90

Средний многолетний расход воды р. Иня у с. Кайлы за период наблюдений 21 лет $Q_a = 45,56 \text{ м}^3/\text{с}$, $M_a = 2,90 \text{ л}/(\text{с}*\text{км}^2)$.

Для определения корреляционной зависимости между модулями стока расчетного створа и створа реки-аналога заполняем вспомогательную таблицу 8.7.

Таблица 8.7 – Определение корреляционной зависимости между расходами стока р. Бердь – г. Искитим и р. Иня (нижняя) – с. Кайлы за 1942 – 1950 гг.

№ п/п	Год	Модуль стока, л/с*км ²		$\Delta x = x - x_{\text{ср}}$	$\Delta y = y - y_{\text{ср}}$	Δx^2	Δy^2	$\Delta x * \Delta y$	$x * y$
		р. Бердь – г. Искитим	р. Иня (нижняя) – с. Кайлы						
1	1942	7,63	2,75	1,36	-0,29	1,86	0,08	-0,39	21,00
2	1943	4,96	1,94	-1,31	-1,10	1,71	1,22	1,44	9,61
3	1944	3,89	1,69	-2,38	-1,35	5,67	1,81	3,21	6,59
4	1945	3,41	1,89	-2,86	-1,15	8,15	1,32	3,28	6,46
5	1946	7,99	3,47	1,72	0,43	2,96	0,19	0,74	27,74
6	1947	6,05	4,41	-0,22	1,37	0,05	1,89	-0,30	26,72
7	1948	7,16	3,95	0,89	0,91	0,79	0,83	0,81	28,27
8	1949	8,57	3,95	2,30	0,91	5,27	0,83	2,09	33,82
9	1950	6,79	3,26	0,52	0,22	0,27	0,05	0,11	22,13
	Среднее	6,27	3,04						
	Сумма					26,72	8,21	10,99	182,35

Следовательно, данный створ-аналог удовлетворяет требованиям согласно СП 33-101-2003 [92]

Коэффициент корреляции вычисляется по формуле

$$r = \frac{\Delta x * \Delta y}{\sqrt{\Delta x^2 * \Delta y^2}} = \frac{10,99}{\sqrt{26,72 * 8,21}} = 0,74 \quad (8.10)$$

Полученный коэффициент корреляции удовлетворяет условию $r > 0,7$.

Приведение среднего значения к более длительному периоду осуществляется по формулам (8.7 и 8.11)

$$\bar{M}_N = \bar{M}_n + r \left(\frac{\sigma_n}{\sigma_{na}} \right) (\bar{M}_{Na} - \bar{M}_{na}); \quad (8.11)$$

Средние квадратические отклонения модулей стока σ_n и σ_{na} за период наблюдений вычисляются по формулам

$$\sigma_{na} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta y^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{8,21^2}{9-1}} = 2,90 \quad (8.12)$$

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta x^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{26,72^2}{9-1}} = 9,45 \quad (8.13)$$

$$\bar{M}_N = 6,27 + 0,74 \frac{9,45}{2,90} (2,90 - 3,04) = 5,95 \text{ л}/(с * км^2)$$

Так как возникает необходимость восстановить длительный ряд значений стока, применяем следующие уравнения регрессии

$$Q_i = k_i Q_{ia} + k_0; \quad (8.14)$$

$$M_i = k_i M_{ia} + k_0. \quad (8.15)$$

Коэффициенты уравнения регрессии определяются по следующим формулам

$$k_1 = r \left(\frac{\sigma_n}{\sigma_{na}} \right); \quad (8.16)$$

$$k_0 = \bar{Q} - r \left(\frac{\sigma_n}{\sigma_{na}} \right) \bar{Q}_a; \quad (8.17)$$

$$k_0 = \bar{M} - r \left(\frac{\sigma_{Ma}}{\sigma_M} \right) \bar{M}_a. \quad (8.18)$$

Отсутствующие данные в наблюдениях по р. Бердь у г. Искитим за 1951 – 1962 гг. восстанавливаются по известным расходам р. Иня у с. Кайлы (приложение Д, таблица Д.2). Для 1951 года ниже приведен расчет

$$k_1 = 0,74 \left(\frac{9,45}{2,90} \right) = 2,42;$$

$$k_0 = 6,27 - 2,42 * 3,04 = 4,02;$$

$$M_{1951,р.Бердь} = 6,27 + 2,42 * (2,87 - 3,04) = 5,88 \text{ л/(с * км}^2\text{)};$$

$$Q_{1951,р.Бердь} = 5,88 / (1000 / 6970) = 40,89 \text{ м}^3\text{/с};$$

$$C_v=0,25 ; C_s=0,03.$$

Средние квадратические ошибки $\sigma_{\bar{Q}} = 4,84$; $\sigma_{C_v} = 3,63$; $\sigma_{C_s} = 56,52$.

Полагая $\sigma_{\bar{Q}} = 10\%$, оценим достаточность имеющегося ряда наблюдений

$$n = \left(\frac{C_v}{\sigma_{\bar{Q}}} * 100 \right)^2 = \left(\frac{0,25}{4,84} * 100 \right)^2 = 12,34 \text{ лет.}$$

Поскольку $\sigma_{\bar{Q}} \leq 10\%$, а $n=26 > 12,34$, можно сделать вывод, что продолжительность имеющегося ряда наблюдений (26 года) достаточна.

Максимальный сток

Определение при недостаточности данных наблюдений

Характеристики максимального стока, как и в случае расчета нормы стока, определяются на основе регрессионного анализа: 1) по параметрам распределения вероятностей для аналога; 2) восстановленному ряду значений по годам [71].

Расчеты выполнены так же как и для нормы стока.

Расходы воды и модули стока по расчетному створу и створу на реке-аналоге за период одновременных наблюдений приведены в (приложение Д, таблица Д.3).

Средний многолетний расход воды р. Иня у с. Кайлы за период наблюдений 21 лет $Q_a = 476,05 \text{ м}^3/\text{с}$, $M_a = 30,32 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$.

Для определения корреляционной зависимости между модулями стока расчетного створа и створа реки-аналога за 1942–1950 гг. заполнена вспомогательная таблица (приложение Д, таблица Д.4).

Следовательно, данный створ-аналог удовлетворяет требованиям согласно СП 33-101-2003 [92]

$$r = \frac{\Delta x \cdot \Delta y}{\sqrt{\Delta x^2 \cdot \Delta y^2}} = \frac{20983,39}{\sqrt{544459,03 \cdot 8681,99}} = 0,97.$$

Полученный коэффициент корреляции удовлетворяет условию $r > 0,7$.

$$\bar{M}_N = 6,27 + 0,74 \frac{9,45}{2,90} (2,90 - 3,04) = 5,95 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$$

Отсутствующие данные в наблюдениях по р. Бердь у г. Искитим за 1951 – 1962 гг. восстанавливаются по известным расходам р. Иня у с. Кайлы (приложение Д, таблица Д.5). Для 1951 года ниже приведен расчет

$$k_1 = 0,97 \left(\frac{19254,17}{3069,55} \right) = 6,05;$$

$$k_0 = 81,17 - 0,97 * 32,43 = 49,88;$$

$$M_{1951, \text{р.Бердь}} = 81,17 + 0,97 * (29,62 - 32,4,) = 64,06 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2);$$

$$Q_{1951, \text{р.Бердь}} = 64,17 / (1000 / 6970) = 499,59 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$C_v = 0,36 ; C_s = 0,77 .$$

Средние квадратические ошибки $\sigma_{\bar{Q}} = 7,16$; $\sigma_{C_v} = 5,69$; $\sigma_{C_s} = 66,00$.

Полагая $\sigma_{\bar{Q}} = 10\%$, оценим достаточность имеющегося ряда наблюдений

$$n = \left(\frac{C_v}{\sigma_{\bar{Q}}} * 100 \right)^2 = \left(\frac{0,36}{7,16} * 100 \right)^2 = 25,28 \text{ лет}.$$

Поскольку $\sigma_{\bar{Q}} \leq 10\%$, а $n=26 > 25,28$, можно сделать вывод, что продолжительность имеющегося ряда наблюдений (26 года) достаточна.

8.2.2 Статистический анализ исходной информации

Корректное использование информации при проведении гидрологических расчетов предполагает ее обязательный анализ на случайность, однородность и согласие эмпирической и теоретической кривой распределения. Этот анализ

включает следующие основные этапы: 1) формулировку нулевой и альтернативных гипотез; 2) определение уровня значимости и выбор критической области; 3) принятие решения.

Формулировка гипотез осуществляется на основании результатов предварительно проведенного физического анализа информации и существующей физической теории рассматриваемого явления (например делается предположение о существовании неоднородности изучаемых рядов). Спецификой гидрологических расчетов является то, что в случае наличия данных наблюдений они сводятся к применению аналитических функций распределения ежегодных вероятностей превышения (кривых обеспеченностей). Таким образом, один из элементов статистического анализа – проверка на согласие эмпирической и теоретической кривых распределения – одновременно является и одной из важнейших задач гидрологических расчетов [71].

Подбор теоретической кривой обеспеченности и расчеты годового стока расчетной вероятности превышения

Эмпирическая обеспеченность в % каждого члена статистического ряда вычисляется по формуле Крицкого-Менкеля

$$P_{\%} = \frac{m}{n+1} \cdot 100 \%, \quad (8.19)$$

где m – порядковый номер члена ранжированного (убывающего) ряда;

n – число членов ряда.

Поскольку при расчётах обеспеченности гидрологических характеристик оперируют с относительно непродолжительными рядами наблюдений, всегда возникает необходимость экстраполяции рассчитываемой величины за пределы наблюдений, осуществляемой с помощью кривой обеспеченности. Для сглаживания и экстраполяции эмпирических кривых распределения, как правило, применяют трехпараметрическое распределение Крицкого-Менкеля при любом отношении C_s/C_v , распределение Пирсона III типа при $C_s/C_v \geq 2$ и другие [92].

При использовании распределения Пирсона III типа по значениям Q , C_s и C_v , найденным по формулам, приведенным в п. 8.2.1, находят нормированные отклонения теоретической кривой.

Ординаты теоретической кривой, полученные интегрированием биномиальной кривой распределения, определяют по зависимости [92]

$$K_{P\%} = 1 + \Phi_{P\%} * C_v; \quad (8.20)$$

$$Q_{P\%} = Q_{P\%} * \bar{Q}. \quad (8.21)$$

где $K_{P\%}$ – модульный коэффициент обеспеченностью $P\%$;

$Q_{P\%}$ – расход обеспеченностью $P\%$.

Значения $K_{P\%}$ рассчитываются в диапазоне $P=0,1\dots99\%$. Результаты расчётов сводятся в (приложение Д, таблица Д.6 – Д.8). Затем эти значения ($K_{P\%}$) выносятся на поле эмпирических точек (рисунок 8.7 – 8.9). и производится построение теоретической кривой обеспеченности $K_P=f(P)$.

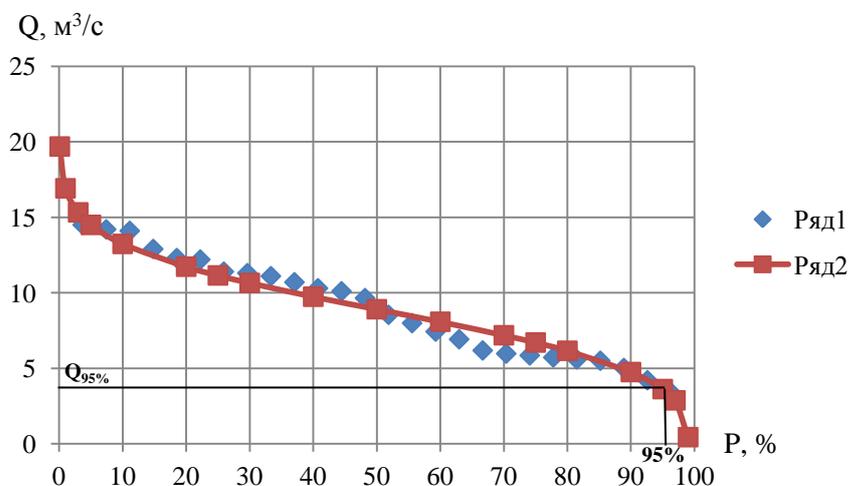


Рисунок 8.7 – Теоретическая кривая обеспеченности и эмпирические данные.

Минимальный расход

В качестве расчётной обеспеченности годового стока принимаем для первой категории систем водоснабжения 95%. Тогда расход годового стока (рисунок 8.7) $Q_{95\%} = 3,62 \text{ м}^3/\text{с}$.

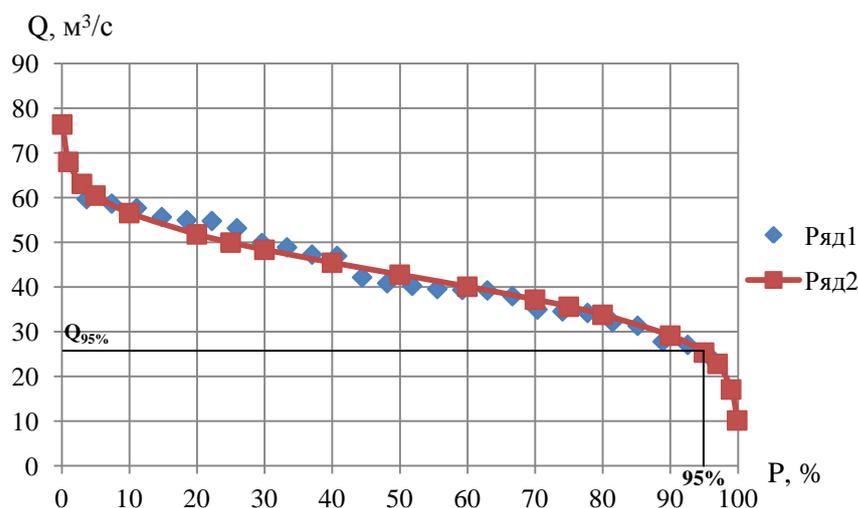


Рисунок 8.8 – Теоретическая кривая обеспеченности и эмпирические данные.
Средний расход

Расход годового стока (рисунок 8.8) $Q_{95\%} = 25,37 \text{ м}^3/\text{с}$.

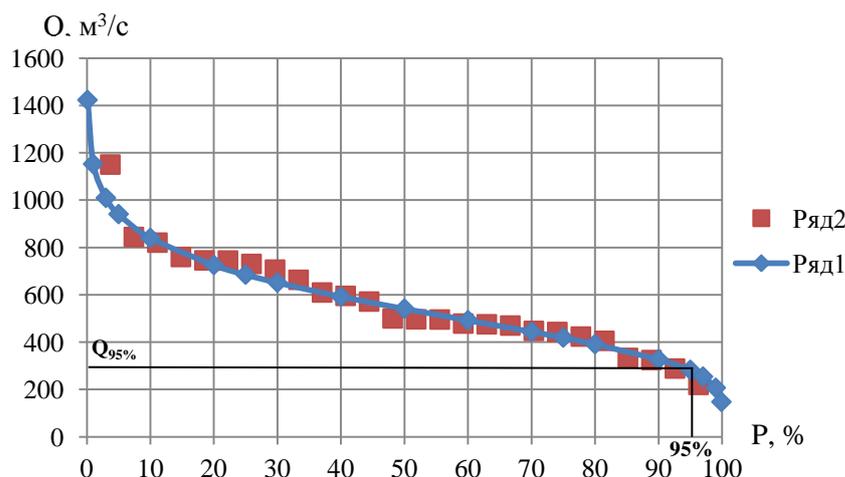


Рисунок 8.9 – Теоретическая кривая обеспеченности и эмпирические данные.
Наибольший расход

Расход годового стока (рисунок 8.9) $Q_{95\%} = 282,66 \text{ м}^3/\text{с}$.

Полученные результаты статистического анализа использованы для сравнения с результатами приведенными выше (подраздел 8.2), в котором оценка выполнена по сведениям взятые из ежегодных данных [18, 19, 20, 44].

Оценка выполняется на основе наиболее достоверных результатов, которые получены при длине ряда наблюдений более 25 лет [71].

В соответствии с СП 31.13330.2012 [86], водозабор относится к I категории, при числе жителей более 50 тыс.человек. Расчетная обеспеченность минимальных среднемесячных расходов поверхностных вод для данной категории системы водоснабжения принимается равной 95%.

Подземный водозабор на модели является полностью инфильтрационным с суммарным дебитом $12000 \text{ м}^3/\text{сут.}$ В данном случае, расчетная обеспеченность минимальных среднемесячных расходов воды составляет $Q_{95}=3,62 \text{ м}^3/\text{с} = 312768 \text{ м}^3/\text{сут.}$ Величина изъятия поверхностного стока подземным водозабором составляет не более 5 %, что является допустимым (приложение Д, таблица Д.9). В ходе сравнения с полученными результатами оценки величины изъятия приведенными в подразделе 8.2, можно сделать вывод, что разность в расчетах составляет 3%, по величине изъятия. Следовательно, наиболее достоверными являются значения полученные статистической обработкой, при длине ряда наблюдений более 25 – 30 лет.

По результатам расчетов можно сказать, что расчетная величина поверхностного стока гарантирует (с большой вероятностью превышения) балансовую обеспеченность водоотбора даже в критические периоды водности.

По нормативным требованиям надёжности водоподачи для хозяйственно-питьевых водозаборов, обслуживающих относительно крупные городские поселения, в качестве критического периода рассматривается календарный месяц или произвольный 30-суточный период минимального (в данной климатической зоне) стока, а расчётная величина стока за этот период приводится к вероятности превышения (обеспеченности) 85 – 95%, то есть в 85 – 95 случаях из 100 реальная величина стока должна быть выше принятой расчётной [86].

8.3 Оценка воздействия отбора подземных вод на окружающую среду

Подсчитанные запасы подземных вод на участке недр составляют 15000 м³/сут [60]. Влияние водозабора не может превышать расстояния до географического водораздела, удаленного от реки Бердь на расстояние ~ 8.5 км (Рисунок 8.4).

Пьезометрическая поверхность на плато снизится в среднем на 1 – 1,5 м (при средней глубине статического уровня ~ 20 м) и определит его изменение менее чем на 8%, что не вызовет существенных изменений в сложившейся гидрогеологической обстановке на данной территории. При регламентной эксплуатации скважин водозабора, а также своевременной диагностике их технического состояния и выполнении природоохранных мероприятий (ведение мониторинга) вероятность загрязнения подземных вод будет сведена к минимуму. В целом, в процессе эксплуатации водозабора его влияние на окружающую среду будет носить локальный характер. При этом изменений естественных условий водного питания, транзита и разгрузки подземных вод продуктивного горизонта (D₃+C₁) не произойдет, равно как и не ухудшатся условия обитания флоры и фауны на территории прилегающей к рассматриваемому участку.

8.4 Рекомендации по дальнейшему изучению месторождения

На поисково-оценочной стадии в достаточной степени были изучены фильтрационные параметры водоносных горизонтов в прибрежной зоне реки Бердь. На стадии разведки рекомендуется изучить двумя – тремя одиночными гидрогеологическими скважинами водоносную зону трещиноватости за пределами долины реки. Относительно равномерная сеть гидрогеологических скважин в долине реки позволит более объективно оценить изменчивость параметров по площади [60].

Режимные створы на границах водозабора и в центре позволят полностью учесть взаимосвязь подземных и поверхностных вод. Очень важными представляются работы по изучению уровенного режима подземных вод. Желательно предусмотреть замеры уровней не только по створам, но и по всем разведочным скважинам. Такая информация, дополненная метеорологическими и гидрологическими данными, позволит значительно уточнить балансовые составляющие фильтрационного потока.

9 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЕ

Основной целью магистерской диссертации является оценка гидравлической связи поверхностных и подземных вод в связи с решением проблемы водоснабжения г. Искитим Новосибирской области в количестве до 15,0 тыс.м³/сут.

Для достижения поставленной цели необходимо было выполнить следующие основные задачи:

- произвести опытно-фильтрационные работы;
- произвести отбор проб воды из скважин;
- выполнить с надлежащим качеством лабораторные исследования проб воды;
- оформить результаты исследований в виде отчета.

В данной части выпускной квалификационной работы представлена сметная стоимость проведения работ, которые могут быть разделены на три группы: полевые, лабораторные и камеральные.

Сметная стоимость составляется с использованием нормативно правовых документов:

- Сборник сметных норм на геологоразведочные работы за 1992 год выпуск №1, №4 (ССН-92, Вып.1, Вып.4);
- Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы;
- Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы за 1993 год выпуск №1 (СНОР-93, Вып.1);
- Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства за 1999 год (СБЦ-99).

9.1 Расчет затрат времени, труда, материалов, оборудования

9.1.1 Полевые работы

В процессе проведения полевых работ приходится выполнять передвижения между пунктами наблюдения. Протяженность таких передвижений во многом определяется освоенностью территории исследования и организацией производства конкретной разновидности работ. Нормирование передвижений проводится в зависимости от вида передвижения, используемых транспортных средств, категории проходимости местности, группы дорог и других нормообразующих факторов.

В состав полевых работ входят пешие переходы и передвижения на транспорте, виды, номер нормы времени и планируемые объемы работ представлены в таблице 9.1.

Протяженность маршрутов посчитана с помощью средств электронного справочника 2ГИС с картой Новосибирской области.

Протяженность маршрутов на автомобильном транспорте составляет 75 км, пешие переходы 10 км. Всего: 85 км.

Расчет затрат времени N_i по каждому виду работ выполнялся по формуле

$$N_i = H_{Вр} \cdot V_i \quad (9.1)$$

где $H_{Вр}$ – норма времени на выполнение единицы i -го вида проектируемых работ;

V_i – объем i -го вида работ.

Затраты времени на передвижение, согласно СН-92 [81], составили

$$0,43 \cdot 10/10 \text{ км} = 0,43 \text{ бр/см}$$

по местности 1 категории проходимости (равнинный и холмистый рельеф, обнаженные, покрытые мелкоземом, реже дресвой и щебнем; открытые, задернованные, с низким травостоем; открытые с твердым снежным настом; поросшие лесом средней густоты или редким без кустарника).

$$0,41 \cdot 75/100 \text{ км} = 0,31 \text{ бр/см}$$

по дорогам 1 категории (дороги с усовершенствованным покрытием (асфальтобетонные, цементно-бетонные)).

Всего затраты времени на передвижение при отборе проб составили 0,74 бр/см.

В состав опытно-фильтрационных работ входят работы по подготовке и ликвидации опыта по откачке воды из скважины, проведение опыта и наблюдение за восстановлением уровня воды после откачки.

Расчет затрат времени на проведение опыта согласно ССН-92 [80]

$$2,02 * 32 = 64,64 \text{ бр/см.}$$

Расчет затрат времени на наблюдение за восстановлением уровня после проведения опыта ССН [80], вып. 1, ч. 4

$$1,02 * 32 = 32,64 \text{ бр/см.}$$

В состав работ по отбору проб входят работы, предусмотренные нормами ССН-92 [81,80]: подготовка и ликвидация опыта по откачке воды из скважины насосом "ЭЦВ 8-40-60", проведение опыта.

Расчет затрат времени на подготовку и ликвидацию опыта по откачке воды из скважины насосом "ЭЦВ 8-40-60" согласно ССН-92 [80]

$$3,08 * 8 = 24,64 \text{ бр/см.}$$

Работа по установке и снятию передвижной электростанции выполняется одним машинистом электростанции передвижной 5 разряда, при долевом участии техника-гидрогеолога. Затраты труда (в чел.-сменах) основного исполнителя работы – машиниста электростанции передвижной 5 разряда равны нормам длительности на установку и снятие передвижной электростанции. Затраты труда техника гидрогеолога составляют 0,066 чел.-смены.

Расчет затрат времени на отбор проб воды согласно ССН-92 [81]

$$1,06 * 3,6 = 3,82 \text{ бр/см.}$$

Пробы воды отбирались в пластмассовые бутылки емкостью 1,5 л. Всего было отобрано 36 проб.

При откачках происходит амортизация откачного оборудования. Согласно СН [80], стоимость амортизации составляет 20000 руб. при объеме работ равным 8.

Затраты труда (в чел.-сменах) исполнителей работ, численно равны нормам длительности соответствующих работ.

Таблица 9.1 – Перечень проектируемых работ

Виды работ	Ед. работ	Номер нормы времени по СН-92	Норма времени	Объем работ	Затраты времени (бр/см)	Затраты труда (чел/см)
1	2	3	4	5	6	7
Пешие переходы исполнителей между точками наблюдений	10 км	вып. 1, ч. 1	0,43	1,00	0,43	2,15
Передвижения на автомобильном транспорте	100 км	вып. 1, ч. 1	0,41	0,75	0,31	1,55
Установка передвижной электростанции ДЭС-100	установка	вып. 1, ч. 4	0,18	4,00	0,70	0,24
Снятие передвижной электростанции ДЭС-100	снятие	вып. 1, ч. 4	0,16	4,00	0,63	0,22
Проведение опыта по откачке воды центробежным насосом "ЭЦВ 8-40-60"	смена	вып. 1, ч. 4	2,02	32,00	64,64	2,02
Наблюдение за восстановлением уровня после проведения опыта	смена	вып. 1, ч. 4	1,02	32,00	32,64	1,02
Подготовка и ликвидация опыта по откачке воды центробежным скважинным насосом "ЭЦВ 8-40-60"	п/л	вып. 1, ч. 4	3,08	8,00	24,64	3,08
Отбор проб воды	10 проб	вып. 1, ч. 4	1,06	3,60	3,82	2,12
ВСЕГО						12,40

Перевод затрат времени (бр/см) пеших переходов исполнителей между точками наблюдений и передвижения на автомобильном транспорте из базы до участка полевых работ в затраты труда (чел/см), производится путем умножения величины затрат времени (бр/см) на количество исполнителей. В данном случае, количество исполнителей 5 человек и затраты труда составят:

- пешие переходы $0,43 \cdot 5 = 2,15$ (чел.-см);
- передвижения на транспорте $0,31 \cdot 5 = 1,55$ (чел.-см).

Затраты труда (чел.-см) основных исполнителей работ согласно СН-92 [80] численно равны нормам длительности на выполняемые ими работы. Для группы исполнителей на конкретную выполняемую ими работу, затраты труда вычисляются путем суммирования затрат труда каждого участника.

Затраты труда в (чел.-см) на установку передвижной электростанции равны $0,18+0,066=0,24$ (чел.-см). Работа по установке передвижной электростанции выполняется машинистом 5 разряда, при участии техника-гидрогеолога.

Результаты расчета материальных затрат на проведение полевых работ приведены в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Расчет материальных затрат на проведение полевых работ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бутылка пластиковая 1,5 л	шт	36	10	360
Скотч упаковочный	шт	1	50	50
ВСЕГО				410

Затраты на откачку воды из куста скважин на фильтрационном участке и из одиночной скважины согласно СБЦ-99 [96], приведены в таблице 9.3 и учитывают расходы по чистке и промывке скважин, устройству отвода откачиваемой воды, монтажу и демонтажу откачного оборудования и измерительных приборов, прокачке скважин, производству откачки со всеми сопутствующими операциями, отбору проб воды, наблюдениям за восстановлением уровня воды между понижениями и после окончания откачки в течение 1 смены.

Таблица 9.3 – Расчет сметной стоимости полевых работ

Наименование	Един. измерения	Основной месячный оклад, руб.	Оклад с учетом районного коэфф, Кр=1,2	Затраты труда, чел.см	Затраты, руб.
1	2	3	4	5	6
Основная зарплата:	руб.			12,40	17273,30
Начальник отряда	руб.	55000	66000	0,85	2454,38
Техник-гидрогеолог II категории	руб.	27000	32400	4,66	6608,39
Рабочий на геологосъемочных и поисковых работах 2 разряда	руб.	17000	20400	1,80	1606,50
Помощник машиниста буровой установки 3 разряда	руб.	23000	27600	2,20	2656,50
Машинист 5 разряда	руб.	26000	31200	2,89	3947,58
Дополнительная зарплата 7,9%	руб.				1364,59
Отчисления на соц.нужды 31% (2017 г.)	руб.				5777,76
Итого заработная плата	руб.				17273,34
Материальные затраты	руб.				410,00
Откачка воды из куста скважин (1 откачка)	1 откачка				57950,00
Откачка воды из одиночной скважины (7 откачек)	1 откачка				163261,00
Амортизация откачного оборудования	руб.				20000,00
Итого основных расходов	руб.				258894,34

Продолжительность пробных одиночных откачек составляла 2 суток на стадии снижения уровня воды и 8 часов – на стадии восстановления уровня воды. Продолжительность кустовой откачки составила 5 суток на стадии снижения уровня воды и 2 суток на стадии восстановления уровня вод. Затраты при откачке воды из куста скважин (1 откачка) составляют 57950 руб. Затраты при откачке воды из одиночных скважин (7 откачек) составляют 163261 руб.

Согласно ССН-92 [80], продолжительность I смены (7 часов). Рассчитанная величина затрат комплекса полевых работ составляет 258 894,34 руб. (таблица 9.3).

9.1.2 Лабораторные исследования

Лабораторное изучение подземных вод производилось лабораториями организаций, располагающих аккредитацией, соответственно:

а) Изучение макро- и микрокомпонентного состава подземных вод, с учётом требований СанПиН 2.1.4.1074-01 [77], выполнялось Федеральным государственным бюджетным учреждением "ВерхнеОбьрегионводхоз". Проведены лабораторные исследования 31 пробы воды, в том числе:

- 27 проб на определение химического состава подземных вод (макро- и микрокомпоненты);

- 4 пробы на оценку химического состава поверхностных вод р. Берди (макро- и микрокомпоненты).

б) Определение радионуклидов осуществлялось в лаборатории Западно-Сибирского Дорожного филиала ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии по железнодорожному транспорту". Аналитические определения суммарных значений α – активности, β – активности и концентрация радона (Rn) в подземных водах. Проведены лабораторные исследования 3 пробы воды;

в) Оценка химического и микробиологического состава подземных вод производилось в Аналитическом центре Филиала ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Новосибирской области в Искитимском районе". Проведены лабораторные исследования 2 пробы воды.

Единичные расценки сметной стоимости работ по выполнению лабораторных исследований согласно СБЦ-99 [96]:

- Полный химический анализ воды (1 проба) принимается равной – 6300 руб;

- Измерение объемной активности радона в воде (1 проба) – 1918 руб;

- Радиометрические измерения суммарной (общей) α и β – активности с подготовкой проб к радиометрии проб воды (неминерализованная вода) (1 проба) – 2468 руб;

- Микробиологический анализ воды (1 проба) – 1380 руб.

Всего было выполнено 36 анализов, следовательно, затраты на лабораторные работы составят 211 218 руб.

9.1.3 Камеральные работы

В данном подразделе приводится характеристика, объем и состав камеральных работ, необходимых для обработки полевых материалов, составления окончательного отчета и графических материалов. Затраты времени и труда на этот вид работ по проектам на поиски, оценку и разведку месторождений определяют прямым расчетом по временным нормам организации-исполнителя работ.

В таблице 9.4 представлен результат расчетов затрат труда на камеральные работы. Расчет основных затрат на проведение камеральных работ представлена в таблице 9.5.

Таблица 9.4 – Расчет затрат труда на камеральные работы

Исполнители	Количество исполнителей	Продолжительность работы, мес.	Затраты труда, чел.-мес.
Начальник отряда	1	1	1
Техник-гидрогеолог II категории	1	1	1
Всего затрат труда			2

Таблица 9.5 – Расчет основных расходов на камеральные работы

Статьи затрат	Колич. исполнителей	Затраты труда, чел.-мес.	Основной оклад, руб	Оклад с учетом районного коэфф. Кр=1,2	Всего затрат, руб.
1	2	3	4	5	6
1. Основная заработная плата, всего					98400,00
В том числе:					
<i>Начальник отряда</i>	1	1	55000	66000	66000,00
<i>Техник-гидрогеолог II категории</i>	1	1	27000	32400	32400,00
2. Дополнительная заработная плата, 7,9%					7773,60
3. Страховые взносы, 31%					32913,82
4. Материальные затраты, 15%					15926,04
5. Амортизация, 5%					5308,68
6. Услуги, 5%					5308,68
Итого по расчету					132717,00

Согласно СБЦ-99 [96] составление отчета составляет 31% (для II категорий сложности инженерно-геологических условий) от общей стоимости выполненных камеральных работ, и составляет 51 345, 55 руб.

Также в состав камеральных работ входят работы по составлению таблицы и отчета по результатам лабораторных исследований проб воды, с использованием машинописного ввода информации.

Согласно СБЦ-99 [96] расценки камеральных работ лабораторных исследований составляют 15% от стоимости лабораторных работ. Следовательно, затраты на камеральные работы по лабораторным исследованиям составляют 31 682,70 руб.

9.2 Расчет затрат на оплату труда основных исполнителей работ

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 9.6.

Таблица 9.6 – Основная заработная плата

№ п/п	Наименование должностей	Количество человек	Продолж-ть. работы, чел.см	Основной месячный оклад, руб.	Районный коэфф.	Итого зарплата, руб
1	2	3	4	5	6	7
1	Начальник отряда	1	0,85	55000	1,2	2454,38
2	Техник-гидрогеолог II категории	1	4,66	27000	1,2	6608,39
3	Рабочий на геологосъемочных и поисковых работах 2 разряда	1	1,80	17000	1,2	1606,50
4	Помощник машиниста буровой установки 3 разряда	1	2,20	23000	1,2	2656,50
5	Машинист 5 разряда	1	2,89	26000	1,2	3947,58
6	Лаборант (химик)	1	9,00	22000	1,2	11880,00
7	Лаборант (бактериолог)	1	7,00	22000	1,2	9240,00
8	Лаборант (радиометрист)	1	1,00	22000	1,2	1320,00
	Итого					39713,30

9.3 Страховые взносы в государственные внебюджетные фонды

Страховые взносы в Пенсионный фонд, Фонд обязательного медицинского страхования производятся согласно Федеральному закону от 19.12.2016 N 417-ФЗ «О бюджете Фонда социального страхования Российской Федерации на 2017 год», а также Федеральному закону от 28 ноября 2015 г. № 347-ФЗ "О внесении изменений в статью 33.1 Федерального закона "Об обязательном пенсионном страховании в Российской Федерации" и статью 58-2 Федерального закона "О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования представлены в таблице 9.7.

Таблица 9.7 – Страховые взносы в государственные внебюджетные фонды

№ п/п	Вид отчисления	Общая сумма ФОТ по камеральным и лабораторным работам, руб	Ставка отчисления, %	Итого по каждому виду отчисления, руб
1	Пенсионный фонд	138113,34	22,0	30384,93
2	Фонд социального страхования		2,9	4005,29
3	Фонд обязательного медицинского страхования		5,1	7043,78
4	Фонд страхования от несчастных случаев		1,0	1381,13
	Итого		31,0	42815,14

Рассчитанная общая сметная стоимость выпускной квалификационной работы представлена таблицей по форме СМ4 (таблице 9.8).

Таблица 9.8 – Сметные нормы по статьям основных расходов

Статьи расхода	Сметная стоимость, руб	Источник принятой нормы
Полевые работы	258894,34	
Лабораторные исследования	211218,00	
Камеральные работы	248659,07	СБЦ-99 [96]
Основная заработная плата	138113,34	
Страховые взносы	42815,14	ФЗ от 14.12.2015 № 363
Итого основные расходы	899699,88	
Прочие накладные расходы 16%	143951,98	
Всего:	1 043 651,87	

Структура сметной стоимости расходов при оценке влияния эксплуатации Искитимского водозабора подземных вод на поверхностный сток (г. Искитим) представлена на рисунке 9.1.

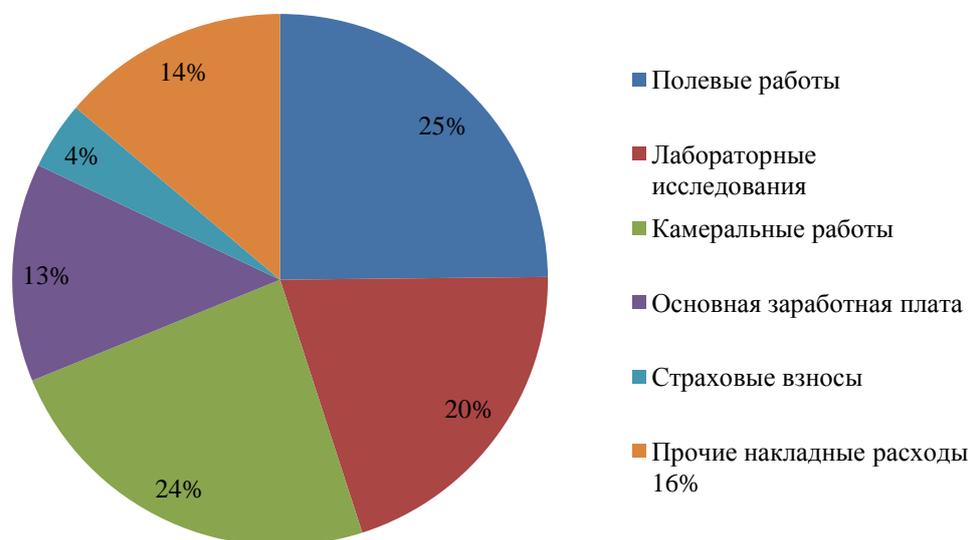


Рисунок 9.1 – Структура сметной стоимости

Общая сметная стоимость расходов при оценке влияния эксплуатации Искитимского водозабора подземных вод на поверхностный сток (г.Искитим) составляет **1 043 651,87** руб. При этом 25% приходится на проведение полевых работ, что составляет 258 894,34 руб.

10 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) – это ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров [102].

При составлении данного проекта и при его выполнении, исполнители будут руководствоваться законами в области природопользования и недропользования, санитарно-гигиеническими, экологическими нормами и правилами, действующими в Российской Федерации.

Основной целью настоящей работы является оценка гидравлической связи поверхностных и подземных вод в связи с решением проблемы водоснабжения г. Искитим Новосибирской области в количестве до 15,0 тыс.м³/сут.

Рабочий процесс представляет собой работы полевого и камерального этапа. В административном отношении участок гидрогеологических работ расположен в Искитимском районе Новосибирской области.

Полевые работы будут выполняться летом, круглосуточно, в течение 8 дней.

Основным видом полевых работ по заданию являются гидрогеологические работы, а именно – опытно-фильтрационные работы.

Камеральные работы по результатам гидрогеологических работ, заключаются в сборе и обработке необходимых данных, проводится математическое моделирование с использованием персонального компьютера. В качестве рабочей зоны выбрана аудитория №513 20-го учебного корпуса ТПУ.

По степени и характеру воздействия на организм факторы могут быть вредными и опасными. К первой группе относятся такие факторы, которые становятся в определенных условиях причиной заболеваний или снижения

работоспособности. При этом имеется в виду снижение работоспособности, исчезающее после отдыха или перерыва в активной деятельности. К опасным факторам относят те, которые приводят в определенных условиях к травматическим повреждениям или внезапным и резким нарушениям здоровья.

Опасные и вредные факторы при выполнении полевых и камеральных работ представлены в таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Опасные и вредные факторы при выполнении полевых и камеральных работ, при оценке влияния эксплуатации Искитимского водозабора подземных вод на поверхностный сток (г. Искитим)

Этапы работ	Наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
		Вредные	Опасные	
1	2	3	4	5
Полевой	1. Гидрогеологические работы (опытно-фильтрационные).	1. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу; 2. Превышение уровней вибрации и шума; 3. Воздействие радиации; 4. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.	1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования	ГОСТ 12.1.012-2004 [25] ГОСТ 12.1.003-83 [36] ГН 2.1.6.1338-03 [22] ГН 2.2.5.1313-03 [21] СанПиН 2.6.1.2523-09 [76] СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [82] СТО 36554501-015-2008 [97] ГОСТ 12.2.003-91 [32] ГОСТ 12.1.004-91 [34]
Камеральный	1. Сбор и обработка необходимых данных; 2. Математическое моделирование на компьютере с ЖК экраном.	1. Повышенный уровень электромагнитных и ионизирующих излучений; 2. Отклонение показателей микроклимата на рабочем месте; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 4. Повышенный уровень шума.	1. Электрический ток; 2. Пожароопасность.	СП 51.13330.2011 [89] СП 52.13330.2011 [88] СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [83] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [74] СанПиН 2.2.4.548-96 [72] НПБ 105-03 [59] ГОСТ 12.1.019 [37]

10.1 Производственная безопасность

10.1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Вредный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего при определенных условиях может вызвать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства [3].

Чтобы избежать возможности поражения или вредного воздействия одного или нескольких из перечисленных факторов представленных в таблице 10.1, необходимо обязательное выполнение мер по охране труда исполнителями полевых и камеральных работ.

Полевой этап

Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу

Климатические условия района в целом, создают благоприятные условия для рассеивания загрязняющих воздух веществ, благодаря ровной местности и малой повторяемости скорости и направления ветра (менее 18 %).

Основные выбросы, будут происходить от работающих двигателей внутреннего сгорания. Все движущие механизмы (автомобили, бульдозер) при своем перемещении уплотняют и срезают почву, образуя при этом пыль. Работающие автомобили и передвижные электростанции выбрасывают отработанные газы.

По агрессивности пыль имеет 3-й класс опасности. Выхлопные газы включают компоненты от 1 до 4-го класса опасности (Таблица 10.2) [31].

Таблица 10.2 – (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [22,21]

№ п/п	Наименование вещества	Формула	Величина ПДК (мг/м ³)			Класс опасности
			максимальная разовая	среднесуточная	рабочей зоны	
1	Моноксид углерода	CO	5,000	3,000	20,0	4
2	Оксид азота	NO	0,600	0,060	5,0	3
3	Диоксид азота	NO ₂	0,085	0,040	2,0	3
4	Углеводороды	C _x H _y	5,000	1,500	100,0	2-4
5	Акролеин	C ₃ H ₄ O	0,030	0,030	0,2	2
6	Формальдегид	CH ₂ O	0,035	0,003	0,5	3
7	Ангидрид сернистый	SO ₂	0,500	0,050	10,0	3
8	Свинец	Pb	0,0003	0,0003	0,01	1
9	Бенз(а)пирен	C ₂₀ H ₁₂	1*10 ⁻⁶	1*10 ⁻⁶	1,5*10 ⁻⁴	1
10	Сажа	C	0,1500	0,0500	4,00	3

При систематическом или периодическом поступлении в организм сравнительно небольших количеств токсических веществ, происходит хроническое отравление. Это нарушение нормального поведения, привычек, а также нейро-психические отклонения.

Мероприятия по снижению выбросов выхлопных газов:

- регулировка двигателей для снижения токсичности выхлопных газов (контрольно-измерительные диагностики двигателей);
- применение добавок и моющих присадок к топливам, для снижения выбросов оксида углерода;
- выбор качественного топлива;
- использование специальных катализаторов для дожигания выхлопов до их выброса в атмосферу;
- установка сажевых фильтров на дизельные двигатели.

Превышение уровней вибрации и шума

Источниками шума и вибрации при проведении проектируемых работ являются передвижная дизельная электростанция ДЭС-100, авто- и спецтранспорт [25].

Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Предельно допустимые значения (до 80 дБ), характеризующие шум,

регламентируются согласно ГОСТ 12.1.003-83[36]. Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука приведены в таблице 10.3 [36].

Таблица 10.3 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для рабочего места

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в 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

Жилых застроек, прилегающих к территории проектируемого участка работ нет, поэтому нет необходимости рассчитывать ожидаемые уровни шума вне помещений, в которых находятся источники шума.

Особо опасны вибрации с частотой, совпадающей с собственной частотой внутренних органов человеческого организма – 6 – 9 Гц, могут вызвать механическое повреждение или даже разрыв этих органов [25].

Систематическое воздействие общей вибрации с высоким уровнем виброскорости может стать причиной профессионального заболевания – вибрационной болезни (виброболезни), которая лечится медленно и лишь на ранних стадиях. Появление необратимых изменений в организме приводит к инвалидности.

Гигиеническая оценка постоянной и непостоянной вибрации, воздействующей на человека, должна производиться следующими методами:

- частотным(спектральным) анализом нормируемого параметра;
- интегральной оценкой по частоте нормируемого параметра;
- интегральной оценкой с учетом времени вибрационного воздействия по эквивалентному (по энергии) уровню нормируемого параметра.

Нормируемый диапазон частот для общей вибрации устанавливается в виде октавных или 1/3 октавных полос со среднегеометрическими частотами

0,8; 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,6; 80,0 Гц [82].

Предельно допустимые величины нормируемых параметров вибрации рабочих мест при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч), вибрации категории 1 – транспортной вибрации, приведены в таблице 10.4.

Таблица 10.4 – Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения виброускорения							
	м/с ²				дБ			
	в 1/3 октаве		в 1/1 октаве		в 1/3 октаве		в 1/1 октаве	
	Z _o	X _o , Y _o	Z _o	X _o , Y _o	Z _o	X _o , Y _o	Z _o	X _o , Y _o
0,80	0,70	0,22			117	107		
1,00	0,63	0,22	1,10	0,40	116	107	121	112
1,25	0,56	0,22			115	107		
1,60	0,50	0,22			114	107		
2,00	0,45	0,22	0,79	0,45	113	107	118	113
2,50	0,40	0,28			112	109		
3,15	0,35	0,35			111	111		
4,00	0,32	0,45	0,46	0,79	110	113	115	118
5,00	0,32	0,56			110	115		
6,30	0,32	0,70			110	117		
8,00	0,32	0,89	0,63	1,60	110	119	116	124
10,00	0,40	1,10			112	121		
12,50	0,50	1,40			114	123		
16,00	0,63	1,80	1,10	3,20	116	125	121	130
20,00	0,79	2,20			118	127		
25,00	1,00	2,80			120	129		
31,50	1,30	3,50	2,20	6,30	122	131	127	136
40,00	1,60	4,50			124	133		
50,00	2,00	5,60			126	135		
63,00	2,50	7,00	4,50	13,00	128	137	133	142
80,00	3,20	8,90			130	139		
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни			0,56	0,40			115	112

Для обеспечения безопасного производства работ необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.1.012-2004 [25] к обеспечению вибрационной безопасности на производстве, транспорте, в строительстве, горных и других работах, связанных с неблагоприятным воздействием вибрации на человека. Основным средством обеспечения вибрационной безопасности является создание условий работы, при которых вибрация, воздействующая на человека, не превышает установленных пределов.

Основные методы борьбы с шумом на объекте:

- средства индивидуальной защиты (противошумные вкладыши, беруши, наушники, шлемы и каски, специальные костюмы);

- методы и средства коллективной защиты (изменение направленности излучения шума);
- соблюдение режима труда и отдыха.

Воздействие радиации (ионизирующей)

Радиационная обстановка участка месторождения подземных вод определяется распределением радионуклидов в окружающей среде, имеющие природный характер распределения. Естественное распределение определяется геологическим строением и процессами, а так же их направленностью и интенсивностью, перераспределения веществ в т.ч. и радиоактивных. Техногенный характер обусловлен проводимыми геологоразведочными и опытно-промышленными работами на данной территории. Основными радионуклидами, формирующими естественный радиационный фон среды, являются радионуклиды семейств калия-40 и радона-222 [76,94]. Радон-222 является наиболее опасным для всего живого α – излучения, а источником β – и γ – излучений является калий-40.

Ионизирующее излучение – это излучение, состоящее из заряженных, незаряженных частиц и фотонов.

Эффективная доза – это величина поглощенной энергии ионизирующего излучения, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения организма человека и отдельных его органов.

Естественный радиационный фон – доза излучений, создаваемая излучением природных радионуклидов, естественно распределенных в земле, воде, воздухе. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 [76] применяются для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения.

Для получения информации о радиационной обстановке, радиационно-экологические исследования должны включать [94]:

- оценку гамма-фона на территории строительства;

- определение радиационных характеристик источников водоснабжения;
- оценку радоноопасности территории.

Воздействие радиации на организм человека называют облучением. Во время этого процесса энергия радиация передается клеткам, разрушая их. Облучение может вызывать всевозможные заболевания: инфекционные осложнения, нарушения обмена веществ, злокачественные опухоли и лейкоз, бесплодие, катаракту и многое другое. Радиоактивные вещества могут проникать в организм через кишечник (с пищей и водой), через лёгкие (при дыхании) и даже через кожу при медицинской диагностике радиоизотопами. В этом случае имеет место внутреннее облучение. Кроме того, значительное влияние радиации на организм человека оказывает внешнее облучение, т.е. источник радиации находится вне тела. Наиболее опасно, безусловно, внутреннее облучение.

Защитные мероприятия [35,76]:

- измерение радиационного фона местности с помощью дозиметра;
- меньше находиться на открытом солнце летом с 11:00 до 16:00, когда солнце проявляет максимальное воздействие на атмосферу;
- защита от α – излучения – временем и расстоянием, а также листом бумаги;
- защита от β – излучения – временем и расстоянием, тонкий лист металла, оконное стеклом, обычная одежда;
- защита от γ – излучения – временем и расстоянием, плотные и тяжелые материалы, такие как железо и свинец.

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

Климат представляет комплекс физических параметров воздуха, влияющих на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, скорость движения воздуха, интенсивность радиационного излучения солнца, величину атмосферного давления.

В целом климатические условия района характеризуются сравнительно ранней весной, устойчивыми положительными летними температурами и значительным количеством осадков. В соответствии с СТО 36554501-015-2008 «Нагрузки и воздействия» оцениваемая территория относится к IV снеговому и III ветровому районам [97].

Климат района умеренно-континентальный, достаточно благоприятный для жизнедеятельности человека. Средняя годовая температура воздуха около 0,2 °С. Средняя температура в январе, самом холодном месяце года – (минус 18,8 °С), в июле, самом теплом, плюс 19,0 °С. В некоторые годы температура других зимних месяцев оказывается ниже январской. В переходные сезоны (в апреле, октябре) наблюдается резкое изменение средних месячных температур, что является характерной особенностью континентального климата. Абсолютный максимум температуры плюс 38 °С, абсолютный минимум составляет (минус 50 °С).

Преобладающие ветры юго-западного, реже южного направления, средняя сила ветра 3 – 5 м/с.

В летние месяцы средняя месячная относительная влажность наиболее тёплого месяца составляет 72 %, а максимума достигает в ноябре – декабре, соответственно 79 % [58].

Так как гидрогеологические работы выполняются в летний период, то возможны перегревания организма.

Нормирование параметров на открытых площадках не производится, но определяются конкретные мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия их на организм рабочего. Работающие на открытой территории в зимний и летний периоды года в каждом из климатических регионов должны быть обеспечены спецодеждой:

- костюм от защиты от воды из синтетической ткани с пленочным покрытием;

- комбинезон для защиты от токсичных веществ и пыли из нетканых материалов;

- костюм противонцефалитный;
- футболка;
- ботинки кожаные с жестким подноском или сапоги кожаные с жестким подноском;
- сапоги резиновые с жестким подноском или сапоги болотные с жестким подноском;
- нарукавники из полимерных материалов;
- перчатки с полимерным покрытием;
- перчатки резиновые или из полимерных материалов;
- каска защитная;
- подшлемник под каску;
- очки защитные;
- маска или полумаска со сменными фильтрами [66].

Камеральный этап

Повышенный уровень электромагнитного и ионизирующего излучения от ЭВМ

При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: электромагнитных полей, шума и вибрации, инфракрасного и ионизирующего излучений, статического электричества и др.

В процессе работы с компьютером необходимо соблюдать правильный режим труда и отдыха. В противном случае у человека появляется значительное напряжение зрительного аппарата с проявлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках.

Источником электромагнитного излучения является монитор. Слабые электромагнитные поля (ЭМП) мощностью от 0,01 до 0,001 Ватт высокой частоты для человека опасны тем, что интенсивность таких полей совпадает с

интенсивностью излучений организма человека при обычном функционировании всех систем и органов в его теле. В результате этого взаимодействия собственное поле человека искажается, провоцируя развитие различных заболеваний, преимущественно в наиболее ослабленных звеньях организма. Персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ) должны соответствовать требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [74] и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе (таблица 10.5).

Таблица 10.5 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Жидкокристаллический монитор фирмы BenQ который используется в составе ЭВМ в аудитории №513, соответствует требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [74], частота обновления изображения которой составляет не менее 60 Гц для дисплеев на плоских дискретных экранах (жидкокристаллических, плазменных и т.п.).

Чтобы свести к минимуму негативное влияние электромагнитного излучения от монитора, достаточно придерживаться простых правил:

Выбирая монитор, лучше отдать предпочтение жидкокристаллическому варианту. Излучение мониторов с электроннолучевой трубкой намного сильнее, чем у ЖК-аналогов.

Мероприятия по снижению излучений включают:

- мероприятия в соответствии с заключением специальной оценки условий труда;
- применение экранов и фильтров;
- организационно - технические мероприятия (рациональное размещение рабочих мест, оснащенных ПЭВМ (ПК));
- применение средств индивидуальной защиты путем экранирования пользователя ПЭВМ (ПК) целиком или отдельных зон его тела.

Отклонение показателей микроклимата на рабочем месте

Согласно [87] аудитория №513 20-го учебного корпуса ТПУ относится к помещению без повышенного тепловыделения, а по категории работ – Ia (легкие).

На рабочем месте оператора персональным компьютером должны обеспечиваться оптимальные микроклиматические условия в холодный и теплый периоды года. В соответствии с [72], для категории работ Ia показатели микроклимата приведены в таблице 10.6.

Таблица 10.6 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, t °С	Относительная влажность воздуха, φ %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин t_{opt}^0	диапазон выше оптимальных величин t_{opt}^0			если $t^0 < t_{opt}^0$	если $t^0 > t_{opt}^0$
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

Разница температуры на уровне пола и уровне головы оператора в положении сидя не должна превышать 3 °С. Для поддержания оптимальных значений микроклимата используется система отопления и кондиционирования воздуха. Для повышения влажности воздуха в помещении следует применять увлажнители воздуха с дистиллированной или кипяченой питьевой водой.

Микроклимат в аудитории №513 соответствует общим требованиям и показателям микроклимата [72], а именно: температура воздуха; температура поверхностей; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха.

В аудитории №513 осуществляется естественная вентиляция с кратностью обмена воздуха за час от 0,5 до 0,7 зимой и от 1 до 2 летом.

Площадь помещения составляет 84,23 м². В помещении постоянно находятся 4 человека, на каждого работающего приходится 21,06 м² пола, 105,29 м³ воздуха, при норме 4,5 м² и 15 м³ соответственно.

Температура в помещении поддерживается за счет водяного отопления.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Правильно спроектированное и выполненное производственное освещение улучшает условия зрительной работы, снижает утомляемость, повышает производительность труда, полезно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, снижает зрительную работоспособность, ухудшает память, повышает утомляемость и чаще возникают головные боли. Слишком яркое освещение провоцирует ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать человека. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профессиональным заболеваниям, поэтому расчет освещения должен производиться с высокой точностью.

Согласно СП 52.13330.1011 [88] в помещениях вычислительных центров необходимо применять систему комбинированного освещения.

Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300лк, а комбинированная – 750лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности – 200 и 300лк соответственно (таблица 10.7).

Для общего освещения помещений с ПК применяются газоразрядные люминесцентные лампы типа ЛБ как энергетически более экономичные и обладающие большим сроком службы.

Наиболее распространёнными типами светильников для люминесцентных ламп являются открытые двухламповые светильники типа ОД-2-15 – для нормальных помещений с хорошим отражением потолка и стен. Коэффициент отражения стен учебной аудитории $R_c=10\%$, потолка $R_n=30\%$ [88].

Нормирование освещенности производится в соответствии с СП 52.13330.1011 [88]. Для производственных помещений характерна

зрительная работа средней точности, размер объекта различения составляет свыше 0,5 мм. Нормы КЕО для верхнего или комбинированного освещения равны 4 %, для бокового – 1,5 % . Искусственная освещенность составляет 300 лк (таблица 10.7).

Таблица 10.7 – Требования к освещению производственных помещений

Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение			
освещенность, ЛК		при системе общего освещения	сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО e_H , %					
при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения				не более	К _П , %, не более	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
750,0	200,0	300,0	40,0	20,0	4,0	1,5	2,4	0,9		

Рабочее место оператора расположено таким образом, что оконный проем находится справа по отношению к нему. Окно снабжено светорассеивающими шторами. Монитор и клавиатура находятся прямо перед оператором.

Кроме того, все поле зрения должно быть освещено достаточно равномерно – это основное гигиеническое требование. Другими словами, степень освещения помещения и яркость дисплея компьютера должны быть примерно одинаковыми, т.к. яркий свет в районе периферийного зрения значительно увеличивает напряженность глаз и, как следствие, приводит к их быстрой утомляемости.

Повышенный уровень шума в помещении

Шум является одним из распространенных в производстве вредных факторов. По происхождению шум делят на механический, аэродинамический (гидродинамический). Для рабочих мест в вычислительных центрах характерно наличие всех видов шумов. Источниками шума в помещении при камеральной обработке данных являются работающие ЭВМ, принтеры для печати, проезжающий по улице транспорт.

При длительном воздействии на организм человека шум вызывает:

- снижение остроты слуха и зрения;
- повышение кровяного давления;
- снижение быстроты реакции;
- снижение внимания.

Шум в аудитории №513 является постоянным, широкополосным, исходя из классификации, приведённой в СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [83].

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [83]. Для рабочих мест в помещениях «проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных» установлен допустимый уровень шума, равный 50 дБА (таблица 10.8).
Таблица 10.8 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для рабочего места

Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Другими словами шум, создаваемый работой компьютеров, по своим характеристикам удовлетворяет санитарным нормам [83]. Для борьбы с шумом в помещениях проводятся мероприятия как технического, так и медицинского характера [89]. Основными из них являются:

1) Устранение причины шума, т. е. замена оборудования, механизмов на более современное бесшумное (замена системы охлаждения, установка новых кулеров, смена коробки системного блока);

2) Изоляция источника шума от окружающей среды:

- устройство подвесного потолка, который служит звукопоглощающим экраном;

- Использование звукопоглощающих строительных материалов (волоконистые материалы) с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 – 8000 ГЦ, для отделки помещений;

- Уменьшение площади стеклянных ограждений и окон для защиты от транспортного шума;

- установка особо шумящих устройств на упругие прокладки;

- Использование однотонных занавесей из плотной ткани, подвешенных в складку на расстоянии 15 – 20 см от ограждения. Ширина занавесей должна быть в два раза больше ширины окна. Уровень вибрации в помещении может быть снижен путем установки оборудования на специальные фундаменты и виброизоляторы.

3) Использование индивидуальных средств защиты (пробки; наушники);

4) Проведение периодических медицинских осмотров с прохождением аудиометрии;

5) Соблюдение режима труда и отдыха;

6) Соблюдение режима труда и отдыха; проведение профилактических мероприятий, направленных на восстановление здоровья.

10.1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

В результате проведения полевых и камеральных работ человек подвергается воздействию различных опасностей, под которыми обычно понимают явления, процессы, объекты способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно, т.е. вызывать нежелательные последствия.

Полевой этап

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

Основным источником негативного воздействия являются, бульдозер Т-170, передвижные электростанции ДЭС-100 мощностью 100 кВт, экскаватор ЭО-3322, водовозы КРАЗ-255, машина УАЗ-469, ремонтная мастерская и каротажная станция СК-1 на базе автомобиля ЗИЛ-131.

Движущиеся машины, механизмы изделия при отсутствии защитных устройств могут привести к травмированию работающих.

Средством индивидуальной защиты является костюм хлопчатобумажный; рукавицы комбинированные; очки защитные. Все движущиеся части подлежат ограждению. Применительно ко всем видам ручных машин должны выполняться следующие требования: внутренние движущиеся детали машин должны быть недоступны для прикосновения; наружные движущиеся детали машин не должны иметь острых выступов, острые кромки должны быть притуплены. Запрещается во время работы механизма прикасаться к нему или выполнять другие действия. К средствам защиты относятся: ограждения, защитные сетки, знаки безопасности [32].

Камеральный этап

Электрический ток

Электропитание аудитории №513 20-го учебного корпуса ТПУ осуществляется от силового распределительного щита однофазного переменного тока с действующим значением напряжения 220 В. Таким образом, в соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), все электроприборы, используемые в аудитории, относятся к низковольтным с напряжением питания до 1000 В. Все электроприемники относятся к электроприемникам III категории. Аудитория, согласно классификации ПУЭ, является сухим помещением без повышенной опасности (помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60%, нет токопроводящей пыли, не токопроводящий пол с антистатическим покрытием) [65].

Согласно [37], степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока зависит от силы тока, напряжения, рода тока, частоты электрического тока и пути прохождения через тело человека, продолжительности воздействия и условий внешней среды. ГОСТ 12.1.038-82 [38] устанавливает предельно допустимые напряжения и токи, протекающие

через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц. Для переменного тока 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока – 0,3 мА.

Электробезопасность в аудитории должна обеспечиваться следующими мероприятиями [38,37]:

- для защиты от напряжения случайным прикосновением, все токоведущие части должны быть изолированы; запрещается использовать кабели и провода с поврежденной или потерявшей защитные свойства изоляцией; неизолированные токоведущие части должны быть оборудованы защитными ограждениями или расположены в недоступном для прикосновения месте; запрещается пользоваться поврежденными розетками, распределительными коробками, рубильниками и другими электроустановочными приборами; устройство и эксплуатация временных электросетей не допускается;

- для защиты от поражения электрическим током, путем возникновения потенциала на проводящих корпусах электроприборов, необходимо наличие защитного заземления; согласно ПУЭ сопротивление заземляющего устройства в любое время года должно быть не более 4 Ом, при этом сечение заземляющей жилы должно быть не менее 4 мм² – для медных проводников, не менее 6 мм² – для алюминиевых и не менее 20 мм² – для стальных;

- для защиты от токов короткого замыкания необходимо наличие быстродействующих устройств защиты; электрическая сеть должна иметь защиту от токов короткого замыкания, обеспечивающую по возможности наименьшее время отключения и требования селективности; в качестве аппаратов защиты должны применяться автоматические выключатели или предохранители.

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация обслуживания аудитории, проведение ремонтных, монтажных и профилактических работ [37].

Каждому необходимо знать меры доврачебной помощи при поражении электрическим током. В любом рабочем помещении необходимо иметь аптечку для оказания первой доврачебной помощи.

Любой электроприбор должен быть немедленно обесточен в случае:

- возникновения угрозы жизни или здоровью человека;
- появления запаха, характерного для горячей изоляции или пластмассы;
- появления дыма или огня;
- появления искрения;
- обнаружения видимого повреждения силовых кабелей или коммутационных устройств.

При возгорании, возникновении пожара, необходимо отключить электроприбор от электросети (если это сделать невозможно, то необходимо отключить питающую сеть автоматическим или пакетным выключателем, или рубильником на лабораторном или силовом щите), вызвать пожарную команду и приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения. Следует помнить, что для тушения пожара на установках, находящихся под напряжением, можно пользоваться только углекислотным или порошковыми огнетушителями. При сильном возгорании, пожаре, необходимо срочно вызвать электрика и обесточить помещение, после чего для тушения пожара можно использовать углекислотный огнетушитель и воду [34].

Пожароопасность

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются пожар или взрыв на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

В соответствии с правилами определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, регламентируемые НПБ 105-03 [59], аудитория № 513 20-го учебного корпуса ТПУ относится к категории В1–В4, так как в помещении присутствуют твердые

горючие и трудногорючие вещества и материалы. К горючим материалам относятся шкафы, столы, стулья и документация [59].

Причиной возгорания в аудитории могут быть следующие факторы:

- возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электрораспределительных щитов;

- возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;

- возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;

- возгорание устройств искусственного освещения.

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи [61]:

- предотвращение пожаров;
- защита от возгорания;
- локализация возникших пожаров;
- защита людей и материальных ценностей;
- тушение пожара.

Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей [3].

Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а также поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение.

Для профилактики возникновения пожаров необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия [34]:

1) Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

2) Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

3) Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения [63];

- в аудитории имеется углекислотный огнетушитель типа ОУ-5, снаружи находится пожарный щит, установлен рубильник, обесточивающий всю аудиторию, на двери аудитории приведен план эвакуации в случае пожара;

- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования. Также необходимо предусмотреть наличие эвакуационных выходов для персонала. Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0,8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должен быть не менее 2 м [34]. План эвакуации приведен на рисунке 10.1.

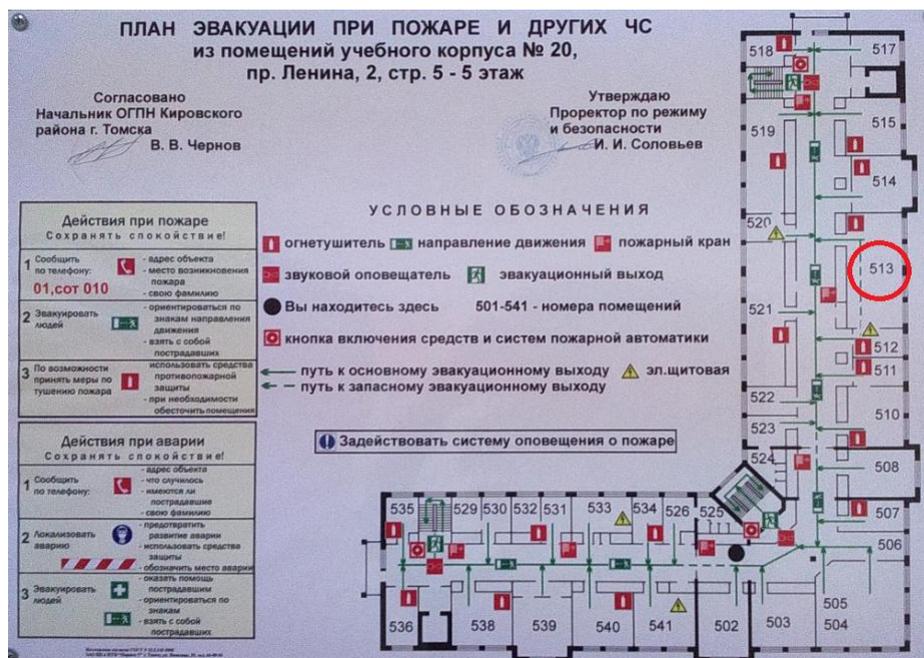


Рисунок 10.1 – План эвакуации из аудитории №513, 20-го учебного корпуса

10.2 Экологическая безопасность

В данном разделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду.

Основным источником негативного воздействия на окружающую среду при полевых работах являются работа машин и механизмов с двигателями внутреннего сгорания, которые выделяют вредные выхлопные газы в атмосферу, емкости с горюче-смазочными материалами, строительный мусор, пищевые отходы и т.д.

При выполнении камеральных работ: пищевые отходы, полимерные материалы, стекло, металл, макулатура, лампы, батарейки и т.д. Данный несортированный мусор (исключая крупногабаритный), относится к IV классу опасности [42]. После сортировки будет передана на утилизацию, переработку и размещение.

Геологическая среда – верхняя часть литосферы, представляющая собой многокомпонентную динамическую систему (горные породы, подземные воды, газы, физические поля – тепловые, гравитационные, электромагнитные и др.), в

пределах которой осуществляется инженерно-хозяйственная (в том числе инженерно-строительная) деятельность [91].

Под охраной подземных вод понимается комплекс мероприятий, направленных на предотвращение и устранение загрязнения, засорения и истощения подземных вод, а также на сохранение и улучшение их качественного и количественного состояния.

Проблема защиты подземных вод от загрязнения является в настоящее время важной составной частью общей проблемы охраны окружающей среды. Пресные подземные воды находятся в тесном взаимодействии с атмосферой и поверхностными источниками и вследствие этого подвержены неблагоприятному влиянию техногенных факторов.

Гидрогеологические работы, как и прочие производственные виды деятельности человека, наносят вред окружающей среде (таблица 10.9).

Согласно нормативным документам [28,29] разработан ряд мероприятий по снижению техногенного воздействия на геологическую среду и атмосферу.

Таблица 10.9 – Временные методические рекомендации по обоснованию природоохранных затрат при производстве гидрогеологических работ

Компоненты геологической среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	Уничтожение и повреждение почвенного слоя, сельхозугодий и других земель	-Рациональное планирование мест и сроков проведения работ; -Соблюдение нормативов отвода земель; -Рекультивация земель.
	Загрязнение почвы нефтепродуктами	-Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники. -Вывоз, уничтожение и захоронение остатков нефтепродуктов, мусора, загрязненной земли и т.д.
	Засорение почвы производственными отходами	Вывоз и захоронение производственных отходов
Вода и водные ресурсы	Загрязнение сточными водами и мусором (нефтепродуктами, минеральными водами и рассолами и др.)	Отвод, складирование и обезвреживание сточных вод, уничтожение мусора; сооружение водоотводов, накопителей, отстойников, уничтожение мусора
	Загрязнение подземных вод при смешении различных водоносных горизонтов	Ликвидационный тампонаж скважин
Недра	Нарушение состояния геологической среды (подземные воды, изменение инженерно-геологических свойств пород)	-Ликвидационный тампонаж скважин; -Гидрогеологические, гидрогеохимические и инженерно- геологические наблюдения в скважинах.
Воздушный бассейн	Выбросы: -выхлопные газы двигателей авто- и спецтранспорта; -выхлопные газы передвижной дизельной электростанции ДЭС-100П;	-Применение добавок и моющих присадок к топливам, для снижения выбросов оксида углерода; -Сжигание качественного топлива; -Использование специальных катализаторов для дожигания выхлопов до их выброса в атмосферу; -Установка сажевых фильтров на дизельные двигатели; -Контроль топливной системы механизмов, а также системы регулировки подачи топлива, обеспечивающих соблюдение нормативов предельно допустимых выбросов и поддержание уровня загрязнения атмосферного воздуха ниже ПДК.

После выполнения скважиной своего назначения ее необходимо ликвидировать в соответствии с правилами ликвидационного тампонажа – это необходимо для защиты от загрязнения водоносного горизонта в процессе его эксплуатации.

Вода при откачках сбрасывается в понижение рельефа или используется для хозяйственно-бытовых нужд. Чтобы предотвратить загрязнение, необходимо отстаивать воду в отстойниках на буровой.

Для предотвращения пожаров при проведении полевых работ, необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности.

Емкости с горюче-смазочными материалами должны быть оборудованы устройствами, исключающими разливание горючего.

Проектирование гидрогеологических работ следует проводить с учетом экологического состояния района [28,29].

Твердые бытовые отходы и промышленные нерадиоактивные отходы будут рассортированы: одна часть будет направлена на регенерацию и переработку, остальная – на захоронение.

10.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации (ЧС) – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [39].

Перечень возможных ЧС при выполнении полевых и камеральных работ [39]:

1) Техногенного характера

-пожары (взрывы) на транспорте;

- пожары (взрывы) в зданиях;

-аварии (катастрофы) на автомобильных дорогах при перевозке оборудования на место работы;

2) Природного характера

-ураганы;

-лесные пожары;

Одними из наиболее вероятных и негативно сказывающихся видов ЧС при проведении полевых работ являются, – лесные пожары и пожары на транспорте.

Пожар в лесу – неуправляемое горение, распространяющееся по лесной площади. Пожар в лесу делится на три основные группы — низовой, подземный, верховой. Классификация лесных пожаров производится с присвоением каждому возгоранию своей категории. На группу категории влияет не только его вид, но и площадь, охваченная пламенем, и количество задействованных в тушении пожара людей и техники. Характеристика масштабов распространения лесных пожаров зависит от множества сопутствующих факторов и в первую очередь определяется лесным массивом.

Как показывает опыт, в борьбе с лесными пожарами большое значение имеет фактор времени. От обнаружения лесного пожара до принятия решения по его ликвидации должно затрачиваться минимальное время. При этом важнейшей задачей является организация и подготовка сил и средств пожаротушения

[11]. Работы по тушению крупного пожара можно разделить на следующие этапы: разведка пожара; локализация пожара, т.е. устранение возможностей нового распространения пожара; ликвидация пожара, т.е. дотушивание очагов горения; окарауливание пожарищ. При тушении лесных пожаров применяются следующие способы и технические средства:

- захлестывание огня по кромке пожара ветками;
- засыпка кромки пожара грунтом;
- прокладка на пути распространения пожара заградительных и минерализованных полос (канав);
- пуск отжига (встречного низового и верхового огня);
- тушение горящей кромки водой;
- применение химических веществ.

Работодатель обязан обеспечить объект средствами пожаротушения, а работник в свою очередь должен пройти обучение по работе с такими средствами.

Специализированная техника (бульдозер, автомашины) должны укомплектовываться различными ручными порошковыми, углекислотными огнетушителями.

На участке производства гидрогеологических работ должны выделяться специальные места для курения, которые в свою очередь оборудованы урнами для окурков.

Пропитанные маслом, дизельным топливом, бензином материалы должны собираться в специальные металлические тары (бачки, ящики) с плотной крышкой. По окончании работ тара с использованным материалом должна транспортироваться в места утилизации.

Выбор способов и технических средств для тушения пожаров зависит от вида, силы и скорости распространения пожара, природной обстановки, наличия сил и средств пожаротушения и намеченных приемов тушения.

10.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

10.4.1 Организационные мероприятия при проведении гидрогеологических работ

Организация участков работ и рабочих мест должна обеспечивать безопасность труда работающих на всех этапах выполнения работ.

При организации размещении участков работ, рабочих мест, проездов авто- и спецтранспортных средств, проходов для людей следует установить опасные зоны, в пределах которых постоянно действуют или актуально действовать опасные производственные факторы. Опасные зоны должны быть обозначены знаками безопасности и надписями установленной формы.

Все средства коллективной и индивидуальной защиты должны быть инвентарными, выполненными согласно [93]. Применение кустарно изготовленных средств защиты не допустимо.

Согласно [73], рабочие, руководители, специалисты должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты, соответствующими [35], согласно типовым отраслевым нормам бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты. Конкретный перечень спецодежды и спецсредств, время носки и количество комплектов, должно быть указано в проекте производства работ.

Рабочим должны быть созданы необходимые условия труда, питания, обогрева и отдыха, согласно [73].

10.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Основная деятельность оператора ЭВМ заставляет его продолжительное время находиться в вынужденном сидячем положении, поэтому организм испытывает недостаток в подвижности и активной физической деятельности. Чтобы исключить возникновение заболеваний необходимо иметь возможность свободной перемены поз. При выполнении работы неправильное положение позвоночника, таза и даже ног может негативно отразиться на состоянии здоровья человека, поэтому необходимо максимально обеспечить работнику комфортность рабочего места. Этому способствует правильный выбор параметров мебели в соответствии с нормативной документацией, соблюдение режима труда и отдыха с перерывами.

При размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м.

Рабочие места с ПЭВМ в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинах с организованным воздухообменом.

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.

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. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 – 0,7.

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.

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.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений [74]

10.4.3 Режим труда и отдыха при работе с ПЭВМ

Организация работы с ПЭВМ осуществляется в зависимости от вида и категории трудовой деятельности.

Виды трудовой деятельности:

-группа А – работа по считыванию информации с экрана ВДТ с предварительным запросом;

-группа Б – работа по вводу информации;

-группа В творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ.

При выполнении в течение рабочей смены работ, относящихся к разным видам трудовой деятельности, за основную работу с ПЭВМ принимают такую, которая занимает не менее 50% времени в течение рабочего дня [74].

Для видов трудовой деятельности устанавливаются категории тяжести и напряженности труда: I, II, III (таблица 10.10).

Рекомендуется организовывать перерывы на 10 – 15 мин через каждые 45 – 60 мин работы при характере работы, требующего постоянного взаимодействия с ВДТ (набор текстов или ввод данных и т.п.) с напряжением внимания и сосредоточенности, при исключении возможности периодического переключения на другие виды работ [74].

Продолжительность непрерывной работы с ВДТ без регламентированного перерыва не должна превышать 1 часа.

Таблица 10.10 – Суммарное время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности работы, вида и категории трудовой деятельности с ПЭВМ [74]

Категория работы с ВДТ или ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ВДТ			Суммарное время регламентных перерывов, (мин)	
	группа А, кол-во знаков	группа Б, кол-во знаков	группа В, час	8 час. смена	12 час. смена
I категория	До 20 000	До 15 000	До 2	50	80
II категория	До 40 000	До 30 000	До 4	70	110
III категория	До 60 000	До 40 000	До 6	90	140

При работе с ВДТ и ПЭВМ в ночную смену, независимо от категории и вида трудовой деятельности, продолжительность регламентированных перерывов следует увеличивать на 30%.

Для предупреждения преждевременной утомляемости пользователей ПЭВМ рекомендуется организовывать работу путем чередования работ с использованием ПЭВМ и без него.

В случае возникновения у работающих с ПЭВМ зрительного дискомфорта, рекомендуется применять индивидуальный подход с ограничением времени работы с ПЭВМ.

Во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплекс упражнений, изложенный в Приложениях СНиП 2.2.2/2.4.1340-03 [74] других нормативных документах или рекомендованный врачом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе в соответствии с основными целями выпускной квалификационной работы была проведена оценка гидравлической связи поверхностных и подземных вод в связи с решением проблемы водоснабжения г. Искитим Новосибирской области в количестве до 15 тыс. м³/сут.

Объектом исследования являлись подземные воды, приуроченные к водоносной зоне трещиноватости (ВЗТ) палеозойских пород (D₃+C₁).

Для проведения оценки взаимодействия подземного и поверхностного стока на водозаборном участке был выполнен комплекс расчетов.

В рамках выпускной квалификационной работы выполнено моделирование гидрогеологических условий в среде программного комплекса *Processing Modflow*.

Основные результаты, полученные в выпускной квалификационной работе:

1) С помощью решающего модуля *Modflow* была проведена серия прогнозных расчетов, в ходе которых получены результаты прогнозных напоров в виде набора карт изолиний по четырем слоям модели которое соответствует амортизационному сроку эксплуатации водозабора.

Допустимое понижение уровня подземных вод определено с учетом особенностей строения водовмещающей толщи, которое составляет 11,0 м. Прогнозные понижения, рассчитанные в конечно-разностной сетке характеризуются следующими результатами: среднее значение расчётного понижения в по полю сетки составляет 4,18 м, значение расчётного понижения в эксплуатационных скважинах не превышает 10,38 м. Таким образом, прогнозное понижение, полученное гидродинамическим методом не превышают своего допустимого значения и на расчётный срок эксплуатации (25 лет) составляют в 9,9 м в центре водозаборного ряда, а запасы подземных вод можно считать обеспеченными.

Взаимодействие эксплуатационных скважин с границей первого рода локализуется в узкой зоне, не превышающей расстояния до реки, следовательно, большая часть численной модели не будет принимать участия в формировании депрессионной воронки.

Работа водозабора характеризуется следующими параметрами:

а) влияние водозабора не может превышать расстояния до географического водораздела, удаленного от реки Бердь на расстояние ~ 8.5 км;

б) пьезометрическая поверхность на плато снизится в среднем на 1 – 1,5 м (при средней глубине статического уровня ~ 20 м) и определит его изменение менее чем на 8%, что не вызовет существенных изменений в сложившейся гидрогеологической обстановке на данной территории.

2) С использованием возможностей модуля *Pmpath* получено изображение линий тока в пределах области фильтрации под влиянием группового водозабора на расчетное время $t=10000$ сут.

Линии тока направлены к самим водозаборным скважинам на уровне их фильтров. Под влиянием группового водозабора формируется нарушенный фильтрационный поток.

3) Получены водно-балансовые характеристики фильтрационного потока. Выполнена оценка количественной связи поверхностных и подземных вод на водозаборном участке, в ходе которого установлен главный источник восполнения запасов подземных вод. Подземный водозабор на модели является полностью инфильтрационным с суммарным дебитом $12000 \text{ м}^3/\text{сут}$, поступающим из реки.

4) Выполнены основные гидрологические расчеты по определению нормы стока, характерных максимальных и минимальных значений. Произведен подбор теоретической кривой обеспеченности и расчеты годового стока расчетной вероятности превышения. Были построены гидрографы стока за 1956, 1970, 1975 и 1978 гг.

Водозабор относится к I категории, при числе жителей около 60 тыс. человек. Расчетная обеспеченность минимальных среднемесячных

расходов поверхностных вод для данной категории системы водоснабжения принимается равной 95%.

Расчетная обеспеченность минимальных среднемесячных расходов воды составляет $Q_{95}=3,62 \text{ м}^3/\text{с} = 312\,768 \text{ м}^3/\text{сут}$. Величина изъятия поверхностного стока при работе водозабора составляет не более 5 %, что является допустимым.

Оценка выполнена на основе наиболее достоверных результатов, которые получены статистической обработкой при длине ряда наблюдений более 25 лет.

По результатам расчетов можно сказать, что расчетная величина поверхностного стока гарантирует (с большой вероятностью превышения) балансовую обеспеченность водоотбора даже в критические периоды водности.

4) Возможность организации зоны санитарной охраны имеется. В границах второго и третьего поясов ЗСО отсутствуют источники биологического и химического загрязнения.

Геометрические размеры зоны санитарной охраны:

- Первый пояс: границы установлены в радиусе 50 м от центра каждой скважины;

- Второй пояс: $R=500$ м, вверх по потоку подземных вод; $r=115$ м, вниз по потоку подземных вод; $2d=2420$ м, ширина ЗСО; $L=615$ м, общая протяжённость ЗСО;

- Третий пояс: $R=7480$ м, вверх по потоку подземных вод; $r=115$ м, вниз по потоку подземных вод; $2d=4820$ м, ширина ЗСО; $L=7595$ м, общая протяжённость ЗСО.

5) Произведен расчет сметной стоимости полевых, лабораторных и камеральных работ при оценке влияния эксплуатации Искитимского водозабора подземных вод на поверхностный сток. Общая сметная стоимость расходов составляет 1 043 651,87 руб. Средства на оплату труда 138 113,34 руб.

Результаты расчетов могут быть использованы для создания постоянно действующей модели водозабора.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Кыйматов Э.А. Исследование процессов загрязнения подземных вод под влиянием локального источника площадного характера на численной модели междуречного массива на примере решения учебной задачи // 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. 563-564.

2. Кыйматов Э.А. Схематизация гидрогеологических условий для подсчета запасов подземных вод с использованием численного моделирования на Искитимском месторождении подземных вод // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения М.И. Кучина, Томск, 3-7 апреля 2017. - Томск: Изд-во ТПУ, 2017 (в печати).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Администрация Искитимского района [Офиц. сайт]. <http://iskitim.ru/> (Дата обращения 20.04.2017).
2. Атлас гидрогеологических и инженерно-геологических карт СССР. – М.: ГУГК, 1983. – 91 с.
3. Безопасность жизнедеятельности. Учеб. для вузов // С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др. – М.: Высш. шк., 1999. – 448 с.
4. Бейром С. Г. Формирование подземных вод в условиях Горного Алтая и юга Иртышского артезианского бассейна. – В кн.: Формирование подземных вод Западной Сибири и их использование. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1965, с. 19–31.
5. Бейром С. Г., Михайлова Е. В. Подземные воды и их режим в районе осушения Барабы и обводнения Северной Кулунды. Материалы пятого совещания по подземным водам Сибири и Дальнего Востока, Иркутск – Тюмень, 1967, с. 221–223.
6. Бейром С. Г., Михайлова Е. В. Подземные воды. – В кн.: Природа Новосибирской области. Новосибирск, Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1968, с. 120–129.
7. Бейром С. Г., Земскова И. М., Карницкий В. М. Подземные воды как источник водоснабжения Новосибирской области. – В сб.: Оценка природных ресурсов Новосибирской области. Новосибирск, "Наука", СО, 1972, с. 67–75.
8. Боровский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М., Недра, 1979.
9. Букаты М.Б. Геоинформационные системы и математическое моделирование. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – 75 с.
10. Ведение государственного мониторинга состояния недр территории Сибирского федерального округа (Республики Алтай, Бурятия, Тыва, Хакасия, Алтайский, Забайкальский, Красноярский края, Иркутская, Кемеровская,

Новосибирская, Омская, Томская области) за 2009 год. Вып. 6. ООО «Томскгеомониторинг», Томск, 2010.

11. Воробьев Ю.Л. Лесные пожары и организация тушения лесных пожаров: учебник / Ю.Л. Воробьев. – Москва 2004.

12. Временная инструкция по проведению ликвидационного тампонирования геологоразведочных скважин на твёрдые полезные ископаемые. Санкт-Петербург, 1993.

13. Всеволожский В. А., Иванова Е. М. Условия формирования и региональная оценка естественных ресурсов подземных вод зоны интенсивного водообмена Западно-Сибирской низменности. – В сб.: Материалы пятого совещания по подземным водам Сибири и Дальнего Востока, Иркутск – Тюмень, 1967, с. 201–202.

14. Гармонов И. В., Иванов Л. В. и др. Подземные воды юга Западно-Сибирской низменности и условия их формирования. – "Тр. Лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР", 1961.

15. Геология СССР. Том XIV. Западная Сибирь (Алтайский край, Кемерово, Новосибирская, Омская, Томская области). Часть 1 Геологическое описание. М.: Недра, 1967.

16. Гидрогеология СССР. Том XVI. Западно-Сибирская равнина. – М.: Недра, 1970. – 367 с.

17. Гидрологическая изученность. Том 15. Выпуск 2. Средняя Обь. – М.: Гидрометеиздат, 1967.

18. Гидрологический ежегодник 1956 г. Том 6. Бассейн Карского моря (западная часть). Выпуск 0-3.-Л.: Гидрометеиздат, 1961 г.

19. Гидрологический ежегодник. –Том 6. –Бассейн Карского моря (западная часть), 1970.

20. Гидрологический ежегодник 1975 г. Том 6. Бассейн Карского моря (западная часть). Выпуск 0-3. Новосибирск, 1977.

21. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

22. ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

23. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

24. ГН 2.1.5.2280-07. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Дополнения и изменения №1 к ГН 2.1.5.1315-03.

25. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования, утв. Федеральным агентством по техническому регулированию метрологии 12.12.2007 г.

26. ГОСТ 23278-2014. Грунты. Методы полевых испытаний проницаемости.

27. ГОСТ 2761-84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора (с изменением №1).

28. ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.

29. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.

30. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования (с Изменением № 1).

31. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями № 1, 2).

32. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

33. ГОСТ 12.0.003-74* ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

34. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
35. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
36. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (с Изменением № 1).
37. ГОСТ 12.1.019 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (с Изменением №1).
38. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
39. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения.
40. ГОСТ Р 22.6.01-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита систем хозяйственно-питьевого водоснабжения. Общие требования.
41. ГОСТ Р 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения.
42. ГОСТ Р 53691-2009. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт отхода I - IV класса опасности. Основные требования.
43. Государственный водный кадастр. Поверхностные воды. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши Текст. Ч. 1 Реки и каналы. Т. 1. Вып. 10. Бассейны Оби (без бассейна Иртыша), Надыма, Пура, Таза.-Л.: Гидрометеиздат, 1984.-491 с.
44. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1978 г. Том 6. Бассейн Карского моря (западная часть). Выпуск 0-3. Новосибирск, 1980.
45. Иванова Е. М. Распределение подземного стока в реки на территории Западной Сибири и некоторые особенности его формирования – «Тр. ГГИ» 1967, вып. 139, с. 99–111.

46. Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы, 1993.
47. Институт естественных и социально-экономических наук [Официальный сайт]. <http://iesen.nspu.ru/> (Дата обращения 20.04.2017).
48. Карта подземного стока СССР масштаб 1:5000000. Под ред. Б. И. Куделина и О. В. Попова. ГУГК, Мин. геологии СССР, М., 1965.
49. Киприянова Л. М. 2008. Растительность реки Бердь и ее притоков (Новосибирская область, Западная Сибирь) // Растительность России. № 12. С. 21–38.
50. Классификация запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод. – М., 2007, –7 с.
51. Комлев А.М., Шуруп Е.П. Режим и расчеты поверхностных вод Новосибирской области – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 138 с.
52. Косс Л.Н. и др. Справочник по гидрогеологическим условиям сельскохозяйственного водоснабжения Искитимского района Новосибирской области. Новосибирск, ФГУ "ТФИ по Сибирскому федеральному округу", 1982.
53. Краткий справочник по проектированию и бурению скважин на воду/Рецензент д-р техн. наук А.С. Белицкий (Институт биофизики Минздрава СССР). – 2-е изд. М.: Недра, 1983.
54. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности: Учеб.– метод. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. - 145 с.
55. Кузеванов К.И., О.Г. Савичев, М.В. Решетько. Математическое моделирование процессов в компонентах природы. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 146 с.
56. Магаева Л.А. Гидрогеологическая карта СССР территории листа N-44-XVIII. Масштаб 1:200000. Пояснительная записка. Новосибирск, ФГУ "ТФИ по Сибирскому федеральному округу", 1982.
57. Мартынов В.А., Иванова Т.С. и др. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия листов N-44-XII, N-44-XVIII (отчёт о результатах комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической

съёмки масштаба 1:200000 за 1972–1975 гг.). Новосибирск, ФГУ "ТФИ по Сибирскому федеральному округу", 1976.

58. Научно-прикладной справочник по климату СССР: Выпуск № 20. Томская, Новосибирская, Кемеровская области, Алтайский край. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1993.

59. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

60. Отчет "Поисково-оценочные работы на подземные воды для обеспечения питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения г. Искитим Новосибирской области".-Новосибирск.:2014.

61. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность /Справочник: Баратов А.Н. – М.: Химия, 1987. – 210 с.

62. Порядин А.Ф. Экологические аспекты хозяйственно-питьевого водоснабжения в России. Материалы международного конгресса "Вода: экология и технология". Москва, 1994, т.1.

63. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 №390 "О противопожарном режиме".

64. Правила ликвидационного тампонажа скважин различного назначения, засыпки горных выработок и заброшенных колодцев для предотвращения загрязнения и истощения подземных вод. –М.: ВСЕГИНГЕО, 1968.

65. Правила устройства электроустановок. 10-е изд. с изм. и дополн. – Новос: Сибирс. универ. изд-во, 2009. – 512 с.

66. Р 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

67. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2 и 3 поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. -М.: 1983.

68. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Выпуск 2. Средняя Обь. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 417 с.
69. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Выпуск 2. Средняя Обь. – Л.: Гидрометеиздат, 1966.
70. Рязанов П.Д., Горовой Н.Л. и др. Результаты поисковых и детальных работ на подземные воды в районе г. Искитима. Новосибирск, ФГУ "ТФИ по Сибирскому федеральному округу", 1964.
71. Савичев О.Г. Гидрология, метеорология и климатология: гидрологические расчеты: учебное пособие / О.Г. Савичев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 223 с.
72. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав России, 1997.
73. СанПиН 2.2.3.1384-03. Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ.
74. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
75. СанПиН 2.1.4.1110-02. «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения» (с изменениями на 25 сентября 2014 года).
76. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009.
77. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.
78. СанПиН 2.1.4.2580-10. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Изменения №2 к СанПиН 2.1.4.1074-01.

79. Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы СНОР выпуск 1 работы геологического содержания часть 4 гидрогеологические и связанные с ними работы. –М.: 1993.

80. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы ССН Выпуск 1 Работы геологического содержания часть 4 гидрогеологические и связанные с ним работы. –М.: ВИЭМС, 1992 .

81. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы ССН выпуск 1 работы геологического содержания часть 1 работы общего назначения. –М.: ВИЭМС, 1992 .

82. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы.

83. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

84. Соболев В.И. Состояние и пути совершенствования нормативной базы гидрогеохимических исследований при разведке месторождений подземных вод. ЗАО "Геоинформмарк" (гидрогеология и инженерная геология). –М.: 2000.

85. Создание гидрогеологической карты Российской Федерации масштаба 1:2 500 000. Моск. обл, п. Зеленый, ВСЕГИНГЕО. Гл. ред. Морозов А.Ф, Круподеров В.С, Куренной В.В.

86. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*.

87. СП 2.2.1.1312-03. Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.

88. СП 52 13330. 2011. Естественное и искусственное освещение. М.: Минрегион России, 2011. – 75 с.

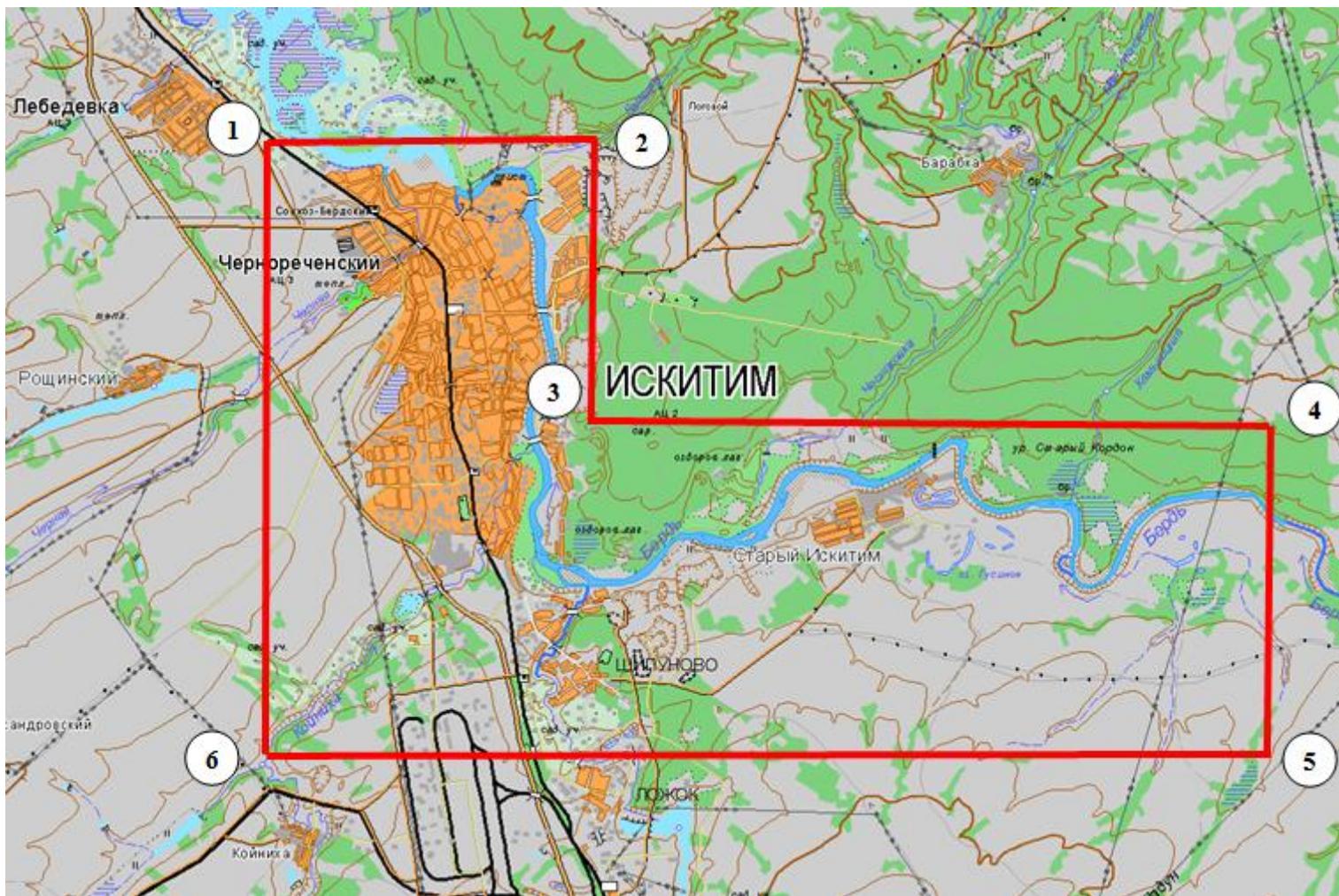
89. СП 51.13330.2011. Защита от шума.

90. СП 11-108-98. Изыскания источников водоснабжения на базе подземных вод.

91. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства.
92. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик.
93. СП 12-136-2002. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ.
94. СП 11-102-97. Свод правил. Инженерно-экологические изыскания для строительства".
95. СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология. Актуализированная редакция взамен СНиП 23-01-99*.
96. Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства СБЦ.–М.:1999.–145 с.
97. СТО 36554501-015-2008 «Нагрузки и воздействия».
98. Толстихин Н.И. Подземные воды мерзлой зоны литосферы. Госгеолиздат, 1941.
99. Федеральный Закон №52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" (с изменениями на 3 июля 2016 года).
100. Шестаков В.М. Динамика подземных вод, изд-во МГУ, 1979.
101. Шестаков В.М. и др. Практикум по динамике подземных вод. Изд. МГУ, 1975 г.
102. ICCSR 26000:2011. Социальная ответственность организации.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Справочное)



Условные обозначения:

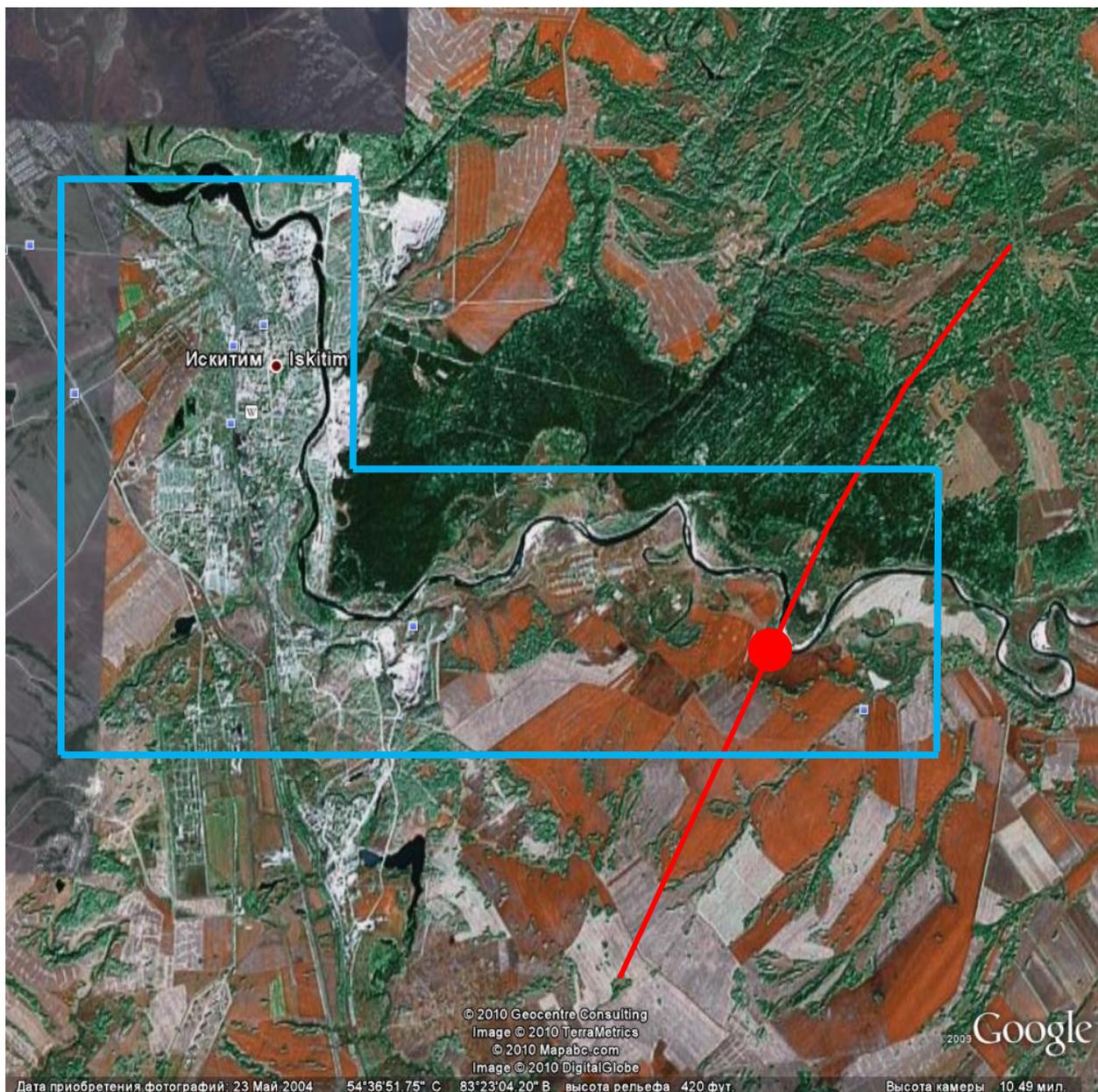


- Границы участка геологического изучения территории



1 - угловая точка участка работ

Рисунок А.1 – Обзорная схема расположения Искитимского участка поисково-оценочных работ. Масштаб 1:100000



Условные обозначения:



– Участок поисково-оценочных работ

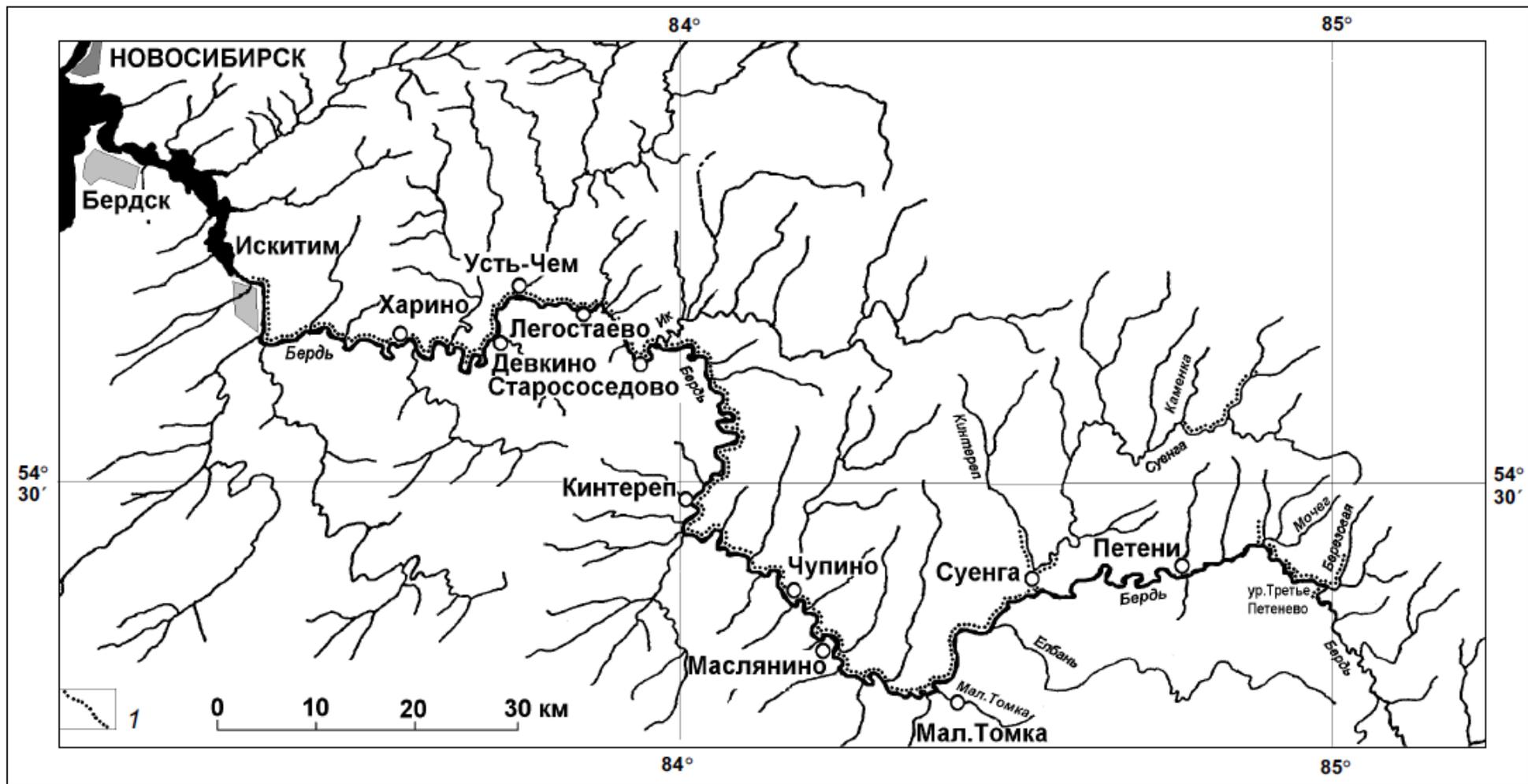


– Участок детализации (оценочные работы)



– Предполагаемый тектонический контакт между верхнедевонскими и нижнекаменноугольными породами палеозоя

Рисунок А.2 – Космофотосхема расположения района проведения поисково-оценочных работ Искитимского участка. Масштаб 1:112000



1 – изученные участки речной системы

Рисунок А.3 – Бассейн р.Бердь [49]

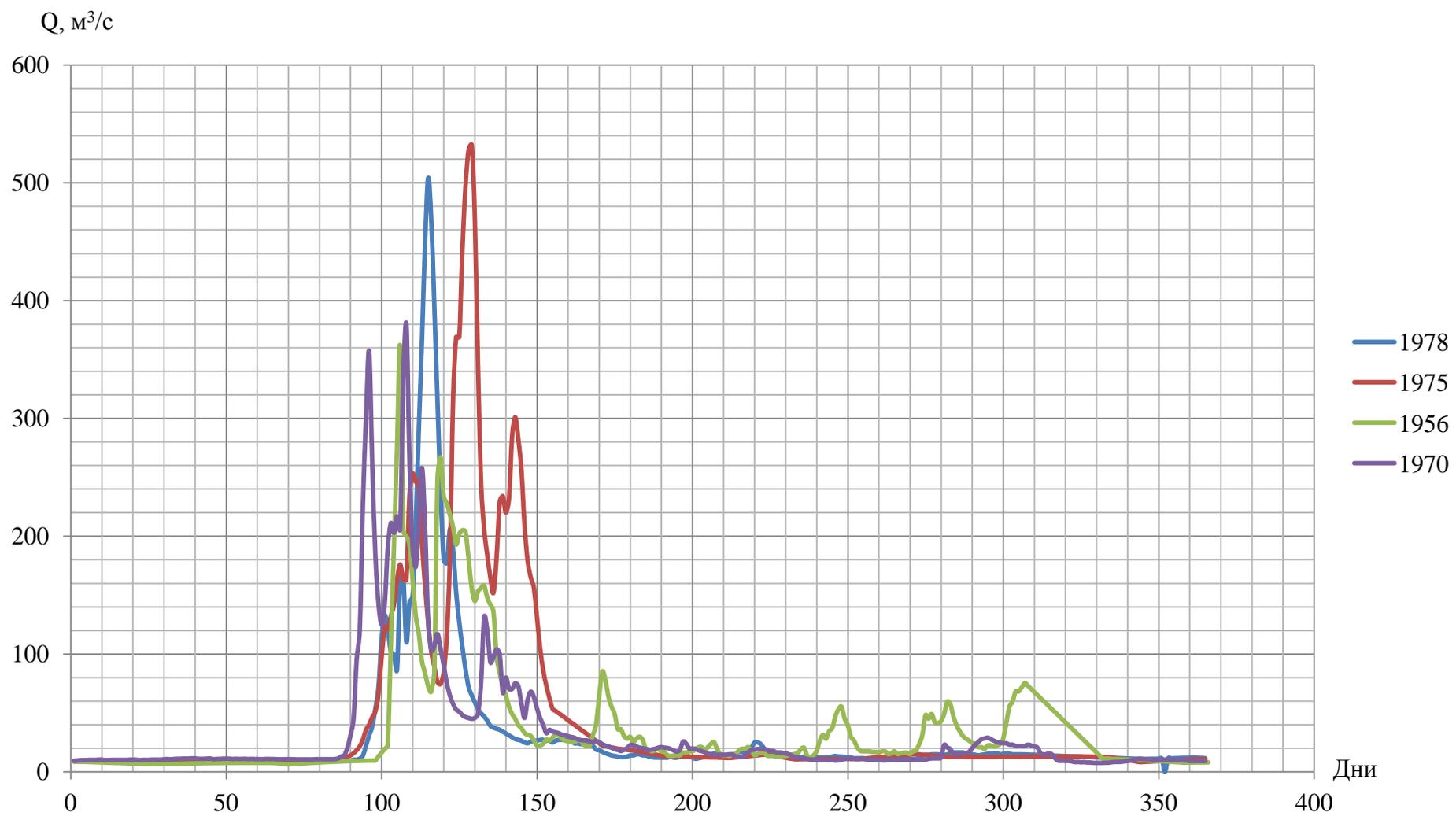


Рисунок А.4 – Гидрографы (г. Искитим – р. Бердь)

Таблица А.1 – Ежедневные расходы вод (м³/с), по г. Искитим –р.Бердь (1956 г.)

[18]

Число	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	8,7	6,7	7,5	9,2	218,0	27,3	29,7	14,6	37,0	48,0	71,8	10,8
2	8,6	6,7	7,5	9,3	208,0	26,5	27,3	18,4	47,0	45,0	75,4	10,7
3	8,5	6,7	7,5	9,3	193,0	28,9	19,5	19,5	53,0	49,0	72,8	10,6
4	8,4	6,8	7,5	9,4	202,0	31,3	19,0	19,5	55,2	42,2	70,3	10,4
5	8,3	6,8	7,5	9,5	205,0	31,3	17,3	20,9	45,0	41,3	67,7	10,3
6	8,2	6,9	7,3	9,5	204,0	28,1	18,4	17,3	39,6	43,0	65,1	10,2
7	8,1	6,9	7,1	9,6	181,0	26,5	19,5	14,0	29,7	49,0	62,6	10,1
8	8,1	7,0	6,8	12,9	156,0	25,8	17,3	15,1	26,5	59,5	60,0	10,0
9	8,0	7,1	6,6	16,1	145,0	25,1	16,8	16,2	20,9	57,3	57,5	9,9
10	7,9	7,1	6,4	19,4	153,0	25,1	14,0	16,2	17,8	47,0	54,9	9,7
11	7,8	7,2	6,5	22,7	156,0	26,5	13,4	13,7	17,3	39,6	52,3	9,6
12	7,7	7,3	6,7	107,0	158,0	26,5	13,7	13,4	17,3	34,5	49,8	9,5
13	7,6	7,3	6,8	192,0	148,0	23,0	14,0	13,4	17,3	30,5	47,2	9,4
14	7,5	7,3	7,0	276,0	142,0	22,3	14,0	13,1	16,8	28,1	44,6	9,3
15	7,4	7,3	7,1	361,0	136,0	22,3	16,2	12,8	16,8	26,5	42,1	9,1
16	7,3	7,4	7,3	205,0	98,7	31,3	16,2	13,4	16,2	24,4	39,5	9,0
17	7,3	7,4	7,4	200,0	83,8	39,6	17,3	13,4	17,3	23,7	36,9	8,8
18	7,2	7,4	7,6	193,0	73,7	63,8	17,3	14,0	17,3	20,9	34,4	8,6
19	7,1	7,5	7,7	163,0	64,9	84,9	19,0	14,6	15,1	20,9	31,8	8,5
20	7,0	7,5	7,9	133,0	55,2	78,2	20,9	15,1	15,6	19,5	29,2	8,3
21	6,9	7,5	8,0	117,0	49,0	63,8	20,9	16,2	17,3	22,3	26,7	8,1
22	6,8	7,5	8,1	94,0	45,0	55,2	18,4	19,5	15,1	22,3	24,1	7,9
23	6,7	7,6	8,3	83,8	39,6	49,0	20,9	20,2	15,6	21,6	21,6	7,7
24	6,6	7,6	8,4	72,6	37,0	36,2	23,7	13,4	16,2	22,3	19,0	7,7
25	6,5	7,6	8,6	68,2	32,9	36,2	25,1	12,5	16,2	23,7	16,4	7,8
26	6,6	7,5	8,7	86,0	31,3	30,5	19,0	14,0	15,1	28,1	13,9	7,8
27	6,6	7,5	8,9	249,0	30,5	28,1	15,1	17,8	17,3	41,3	11,3	7,8
28	6,6	7,5	8,9	267,0	26,5	29,7	14,0	26,5	18,4	55,2	11,2	7,9
29	6,6	7,5	9,0	234,0	22,3	25,1	14,0	31,3	23,7	59,5	11,1	7,9
30	6,6		9,1	228,0	22,3	28,1	13,4	28,1	31,3	68,2	10,9	7,9
31	6,7		9,1		23,7		15,1	34,5		68,2		7,9
Средн.	7,4	7,2	7,7	116,0	108,0	35,9	18,1	17,5	24,2	38,1	41,1	9,0
Наиб.	8,7	7,6	9,1	361,0	221,0	86,0	31,3	36,2	56,2	71,5	75,4	10,8
Наим.	6,5	6,7	6,4	9,2	21,6	20,2	13,1	12,5	14,6	19,0	10,9	7,7

Таблица А.2 – Ежедневные расходы вод (м³/с), по г. Искитим – р.Бердь (1970 г.)

[19]

Число	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	9,4	10,6	10,8	45,4	75,2	39,8	21,5	14,5	9,8	10,2	21,9	8,2
2	9,5	10,8	10,7	95,6	64,6	32,8	20,5	12,9	10,0	10,3	21,9	8,4
3	9,7	11,0	10,7	121,0	57,7	35,6	20,0	13,0	9,5	11,0	21,9	8,4
4	9,9	11,0	10,9	227,0	52,8	34,2	19,5	12,8	9,8	11,3	23,0	8,5
5	9,9	11,2	10,8	300,0	51,0	33,5	18,5	14,4	10,3	11,4	22,3	8,9
6	10,1	11,2	10,8	357,0	48,1	32,8	19,0	16,5	11,0	11,4	21,5	9,2
7	10,1	11,2	10,7	263,0	46,5	31,5	19,5	18,6	11,1	12,1	20,5	9,8
8	10,1	11,4	10,6	185,0	45,7	30,9	20,5	18,8	11,1	22,7	15,7	10,2
9	10,3	11,4	10,6	143,0	45,0	30,2	21,0	19,4	11,1	20,6	14,7	10,6
10	10,3	11,0	10,7	125,0	45,7	29,6	20,5	19,4	10,8	19,2	15,1	11,1
11	9,9	11,0	10,7	142,0	49,1	29,0	20,2	19,1	10,8	14,7	15,7	10,7
12	9,9	11,0	10,7	190,0	75,2	27,7	19,3	18,8	10,8	14,9	13,8	10,7
13	10,1	11,2	10,6	211,0	131,0	27,0	18,1	17,7	10,5	15,6	10,5	10,7
14	10,1	11,2	10,5	203,0	120,0	26,7	17,1	17,7	10,4	15,6	9,3	10,3
15	10,1	10,7	10,5	217,0	93,0	26,7	18,8	16,5	10,4	15,8	9,4	10,3
16	10,1	10,9	10,5	206,0	97,2	25,9	25,7	16,4	10,2	16,9	9,2	10,0
17	10,1	10,9	10,5	338,0	104,0	25,6	23,8	16,2	9,8	20,2	9,2	10,3
18	10,1	11,1	10,5	380,0	100,0	26,0	19,8	15,5	9,7	23,0	8,9	10,3
19	10,3	11,1	10,5	264,0	67,2	25,2	19,8	14,9	9,6	25,3	8,2	10,4
20	10,3	11,1	10,7	190,0	80,0	23,5	19,4	13,7	10,0	27,7	8,4	10,0
21	10,3	10,8	10,7	174,0	70,4	22,3	18,2	12,3	10,3	28,3	8,0	10,2
22	9,9	11,0	10,7	211,0	70,4	21,3	17,5	12,2	10,2	29,0	8,2	9,9
23	10,1	10,9	10,7	258,0	75,2	20,5	16,6	11,6	10,2	27,7	7,9	9,9
24	10,1	10,9	10,7	208,0	72,8	19,1	15,4	11,4	10,5	26,4	7,9	9,6
25	10,1	11,0	10,7	127,0	57,7	18,6	14,9	10,9	10,5	25,3	7,6	9,6
26	10,3	10,8	10,8	103,0	45,7	17,6	14,5	10,4	10,5	24,7	7,6	9,1
27	10,3	10,9	11,3	107,0	61,2	18,8	14,5	10,4	10,5	24,2	7,6	9,3
28	10,3	10,8	13,0	117,0	68,0	20,2	14,5	10,3	10,3	24,2	7,6	9,2
29	10,3		13,9	104,0	63,4	22,7	14,5	9,9	9,9	23,0	7,7	9,3
30	10,6		20,4	90,4	53,8	22,5	14,5	9,9	9,9	23,0	7,7	9,2
31	10,8		30,9		45,7		14,9	10,1		21,9		9,1
Декада												
1	9,9	11,1	10,7	186,0	53,2	33,1	20,0	16,0	10,4	14,0	19,8	9,3
2	10,1	11,0	10,6	234,0	93,7	26,3	20,2	16,6	10,2	19,0	10,3	10,4
3	10,3	10,8	14,0	150,0	62,2	20,4	15,5	10,9	10,3	25,2	7,8	9,5
Средн.	10,1	11,0	11,8	190,0	69,5	26,6	18,5	14,4	10,3	19,6	12,6	9,7
Наиб.	10,8	11,4	32,7	394,0	138,0	45,0	27,9	19,4	11,1	29,0	23,0	11,1
Наим.	9,4	10,6	10,5	45,4	44,2	17,1	14,0	9,9	9,5	10,2	7,4	8,2

Таблица А.3 – Ежедневные расходы вод (м³/с), по г. Искитим – р.Бердь (1975 г.)

[20]

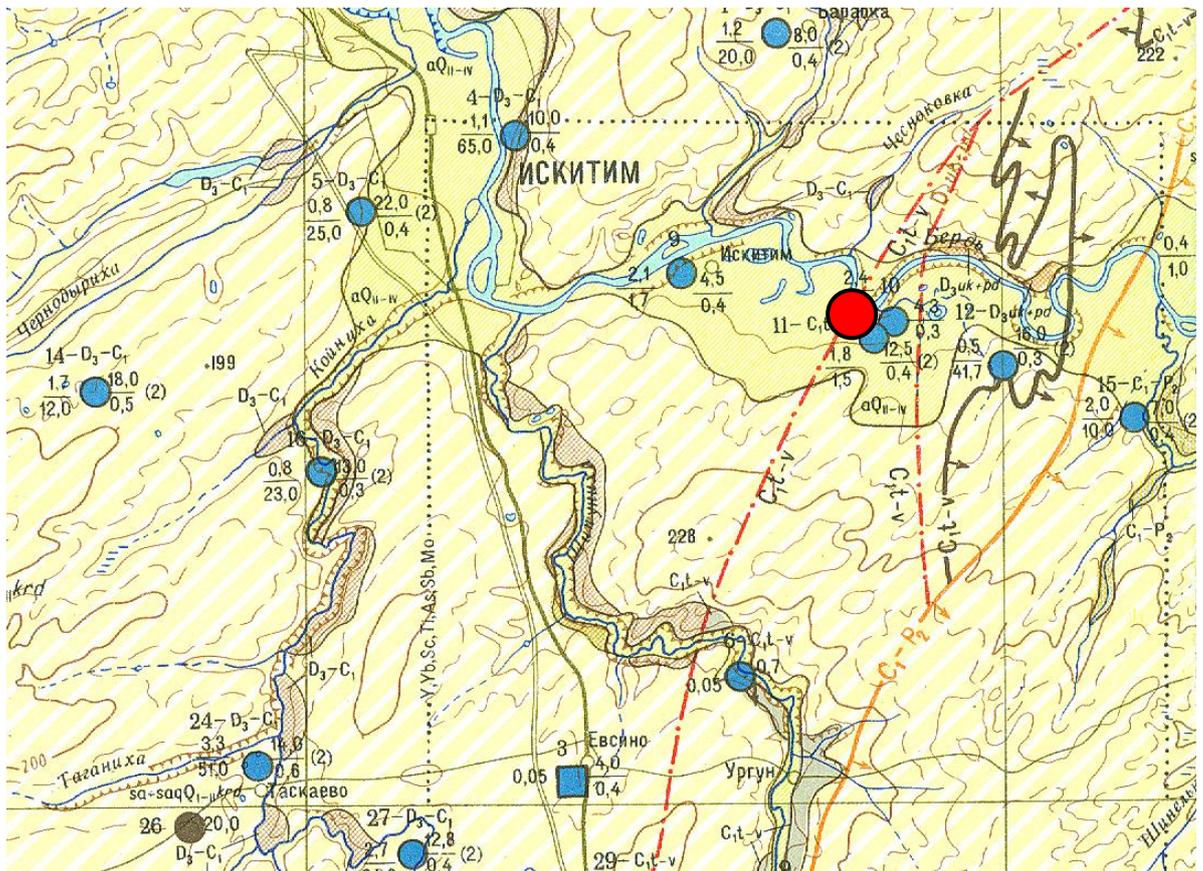
Число	Месяц											
	I	II	III	VI	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	9,3	9,6	8,7	15,8	116,0	86,1	17,6	12,0	11,0	14,5	12,7	12,2
2	9,3	9,6	8,8	18,4	184,0	73,2	17,1	12,2	11,0	14,3	12,8	11,7
3	9,4	9,6	8,9	21,7	315,0	62,6	16,6	12,5	10,9	14,1	12,8	11,3
4	9,4	9,6	8,9	27,3	369,0	53,6	16,1	12,7	10,9	13,8	12,8	10,8
5	9,4	9,6	9,0	35,6	369,0	51,6	15,6	13,0	10,9	13,6	12,8	10,4
6	9,5	9,6	9,1	40,0	443,0	49,7	15,1	13,2	10,9	13,4	12,8	10,0
7	9,5	9,6	9,1	46,4	497,0	47,8	14,6	13,5	10,9	13,2	12,8	9,5
8	9,5	9,6	9,2	51,1	528,0	45,8	14,2	13,8	10,8	12,9	12,8	9,1
9	9,5	9,6	9,3	66,0	532,0	43,8	13,7	14,0	10,8	12,7	12,8	8,6
10	9,5	9,6	9,3	96,5	470,0	41,9	13,1	14,3	10,8	12,7	12,9	8,2
11	9,5	9,6	9,4	123,0	347,0	40,0	13,1	14,5	11,0	12,7	12,9	8,3
12	9,5	9,5	9,5	121,0	246,0	38,0	13,0	14,7	11,2	12,7	12,9	8,5
13	9,5	9,5	9,5	132,0	206,0	36,0	13,0	14,2	11,4	12,7	12,9	8,6
14	9,5	9,4	9,6	142,0	184,0	34,1	12,9	13,8	11,7	12,7	12,9	8,7
15	9,5	9,4	9,7	163,0	165,0	32,2	12,9	13,3	11,9	12,6	12,9	8,9
16	9,6	9,3	9,7	176,0	152,0	30,2	12,9	12,9	12,1	12,6	12,9	9,0
17	9,6	9,3	9,8	163,0	182,0	28,2	12,8	12,4	12,3	12,6	12,9	9,2
18	9,6	9,2	9,9	163,0	229,0	26,3	12,8	12,0	12,6	12,6	12,9	9,3
19	9,6	9,2	10,0	235,0	234,0	24,4	12,7	11,5	12,8	12,6	13,0	9,4
20	9,6	9,1	10,0	253,0	220,0	22,4	12,7	11,1	13,0	12,6	13,0	9,6
21	9,6	9,1	10,1	246,0	232,0	21,8	12,6	10,6	13,2	12,6	13,0	9,7
22	9,6	9,0	10,2	246,0	285,0	21,3	12,5	10,6	13,5	12,6	12,9	9,8
23	9,6	8,9	10,2	195,0	301,0	20,7	12,4	10,7	13,7	12,6	12,9	10,0
24	9,6	8,9	10,3	158,0	282,0	20,2	12,3	10,7	13,9	12,6	12,9	10,1
25	9,6	8,8	10,4	127,0	256,0	19,6	12,2	10,8	14,1	12,7	12,8	10,2
26	9,6	8,8	10,5	102,0	209,0	19,3	12,2	10,8	14,3	12,7	12,8	10,4
27	9,6	8,7	10,5	89,0	179,0	19,0	12,1	10,8	14,6	12,7	12,7	10,5
28	9,6	8,7	10,6	76,1	165,0	18,6	12,0	10,9	14,8	12,7	12,7	10,6
29	9,6		12,0	74,6	156,0	18,3	11,9	10,9	15,0	12,7	12,6	10,8
30	9,6		12,9	84,6	131,0	18,0	11,8	11,0	14,8	12,7	12,6	10,7
31	9,6		13,9		105,0		11,7	11,0		12,7		10,6
Декада												
1	9,4	9,6	9,0	41,9	382,0	55,6	15,4	13,1	10,9	13,5	12,8	10,2
2	9,5	9,4	9,7	167,0	216,0	31,2	12,9	13,0	12,0	12,6	12,9	9,0
3	9,6	8,9	11,1	140,0	209,0	19,7	12,2	10,8	14,2	12,7	12,8	10,3
Сред.	9,5	9,3	10,0	116,0	267,0	35,5	13,4	12,3	12,4	12,9	12,8	9,8
Наиб.	9,6	9,6	14,2	253,0	536,0	87,5	17,6	14,7	15,0	14,5	13,0	12,2
Наим.	9,3	8,7	8,7	15,5	101,0	18,0	11,7	10,6	10,8	12,6	12,6	8,2

Таблица А.4 – Ежедневные расходы вод (м³/с), по г. Искитим – р.Бердь (1978 г.)

[44]

Число	Месяц											
	I	II	III	VI	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	8,8	8,9	9,5	10,2	177,0	27,1	14,8	13,9	12,4	13,4	14,8	11,7
2	8,7	8,9	9,3	10,2	206,0	26,4	14,8	15,3	12,9	14,4	14,8	11,6
3	8,7	8,9	9,1	11,2	189,0	26,4	13,9	17,0	13,4	14,4	14,7	11,6
4	8,8	8,8	8,9	13,7	152,0	24,9	13,9	17,0	12,9	14,8	14,6	11,5
5	8,8	8,8	8,7	22,2	127,0	26,4	12,9	17,7	12,9	14,8	14,5	11,4
6	8,8	8,8	8,4	30,8	106,0	27,1	12,4	18,3	12,4	14,8	14,4	11,3
7	8,9	8,7	8,2	38,5	87,0	27,1	12,0	20,8	12,0	14,4	14,3	11,2
8	8,9	8,7	8,0	53,6	72,0	27,1	12,0	24,9	12,0	14,4	14,2	11,1
9	8,9	8,7	7,8	71,9	65,0	27,8	12,0	24,9	11,5	14,8	14,0	11,0
10	9,0	8,6	7,6	112,0	59,0	27,8	12,0	23,5	11,5	15,8	13,9	11,0
11	9,0	8,6	7,3	133,0	53,2	24,2	12,0	20,1	11,5	16,4	13,8	10,9
12	9,0	8,5	7,1	120,0	49,6	24,2	12,9	17,7	11,5	16,4	13,7	10,8
13	9,1	8,5	6,9	102,0	46,9	23,5	12,0	15,8	11,0	16,4	13,6	10,9
14	9,1	8,5	6,7	99,2	43,4	23,5	12,0	14,8	10,8	16,4	13,5	11,0
15	9,1	8,4	7,0	86,8	39,0	22,7	12,9	13,9	10,8	15,8	13,4	11,0
16	9,2	8,4	7,4	163,0	37,5	23,5	14,8	12,9	10,6	15,3	13,3	11,1
17	9,2	8,4	7,8	165,0	36,5	22,0	13,9	12,9	10,6	14,8	13,2	11,2
18	9,2	8,3	8,1	110,0	35,7	18,9	12,9	12,0	10,6	14,4	13,1	11,3
19	9,3	8,3	8,5	144,0	34,1	18,3	12,0	11,5	10,6	13,9	13,0	11,4
20	9,3	8,5	8,5	149,0	32,5	17,0	11,0	11,5	10,6	14,4	12,9	11,4
21	9,3	8,6	8,6	211,0	30,9	15,8	11,5	12,0	10,6	14,8	12,8	11,5
22	9,3	8,8	8,6	292,0	29,3	14,8	12,0	12,4	10,4	15,3	12,7	11,6
23	9,2	8,9	8,7	366,0	27,8	13,9	12,9	12,4	10,4	15,3	12,5	11,7
24	9,2	9,1	8,7	449,0	27,1	13,4	13,9	12,9	10,4	15,8	12,4	11,8
25	9,2	9,3	8,8	504,0	26,4	12,9	13,9	12,9	10,4	15,8	12,3	11,8
26	9,1	9,4	8,8	468,0	24,9	12,4	15,8	12,4	10,4	14,8	12,2	11,9
27	9,1	9,6	8,9	394,0	24,2	12,4	14,8	12,4	10,6	15,3	12,1	12,0
28	9,1	9,7	8,9	314,0	25,6	12,9	14,4	12,4	10,8	15,3	12,0	11,9
29	9,0		9,0	237,0	26,4	13,9	13,9	12,0	11,0	15,3	11,9	11,8
30	9,0		9,1	180,0	26,4	13,9	12,9	12,0	12,4	14,8	11,8	11,7
31	9,0		9,1		27,1		13,4	12,4		14,8		11,5
Декада												
1	8,8	8,8	8,5	37,4	124,0	26,8	13,1	19,3	12,4	14,6	14,4	11,4
2	9,1	8,4	7,5	128,0	40,8	21,8	12,6	14,3	10,9	15,4	13,4	11,1
3	9,1	9,2	8,8	342,0	26,9	13,6	13,6	12,5	10,7	15,2	12,3	11,7
Средн.	9,0	8,8	8,3	169,0	62,7	20,7	13,1	15,2	11,3	15,1	13,4	11,4
Наиб.	9,3	9,7	9,5	512,0	211,0	28,6	15,8	24,9	13,4	16,4	14,8	12,0
Наим.	8,7	8,3	6,7	10,0	24,2	12,4	11,0	11,5	10,4	12,9	11,8	10,8

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(Справочное)



Условные обозначения

- | | |
|--|--|
| aQ_{II-IV} | Водоносный комплекс среднечетвертичных – современных аллювиальных отложений речных террас. Пески, гравийно-галечниковые отложения, реже супеси и суглинки |
| $sa-saqQ_{I-II} krd$ | Спорадически обводненные ниже-среднечетвертичные субаэральные и субаквальные отложения красnodубровской свиты. Линзы супесей и песков в суглинках |
| $saqQ_{I-II} krd$ | Водоносный горизонт ниже-среднечетвертичных субаквальных отложений красnodубровской свиты. Пески супеси |
| C_1-P_2 | нижекаменноугольных – верхнепермских отложений (острогская свита, балахонская серия и кузнецкая свита). Песчаники, алевролиты, аргиллиты, прослои и пласты угля |
| C_{t-v} | нижекаменноугольных отложений турнейского – визейского ярусов. Известняки с подчиненными прослоями известковых песчаников, алевролитов и аргиллитов |
| D_3-C_1 | верхнедевонских – нижекаменноугольных отложений (пачинская, юргинская свиты, турнейский, визейский ярусы бассейна трещинных вод Колывань-Томской складчатой зоны нерасчлененные отложения в бассейнах трещинных вод Салаира и присалаирской депрессии). Переслаивание глинистых сланцев, алевролитов, песчаников и глинистых известняков |
| ● | – Участок гидрогеологических работ [Рязанов и др., 1964ф] |

Рисунок Б.1 – Гидрогеологическая карта района работ. Масштаб 1:200000 [56

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(Справочное)

Таблица Д.1 – Расчеты нормы и коэффициента вариации. Наименьший расход

Годы	Q_i	$Q_i - Q^-$	$(Q_i - Q^-)^2$	K	$K_i - 1$	$(K_i - 1)^2$	$(K_i - 1)^3$	m	$Q_{ран}$	P	LgK	$K * LgK$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1937	5,72	-3,24	10,50	0,64	-0,362	0,131	-0,047	1	14,50	3,70	-0,195	-0,124
1938	10,10	1,14	1,30	1,13	0,127	0,016	0,002	2	14,20	7,41	0,052	0,059
1939	11,40	2,44	5,95	1,27	0,272	0,074	0,020	3	14,10	11,11	0,105	0,133
1940	5,85	-3,11	9,67	0,65	-0,347	0,120	-0,042	4	12,90	14,81	-0,185	-0,121
1941	11,30	2,34	5,48	1,26	0,261	0,068	0,018	5	12,30	18,52	0,101	0,127
1942	5,97	-2,99	8,94	0,67	-0,334	0,111	-0,037	6	12,20	22,22	-0,176	-0,117
1943	11,10	2,14	4,58	1,24	0,239	0,057	0,014	7	11,40	25,93	0,093	0,115
1944	6,18	-2,78	7,73	0,69	-0,310	0,096	-0,030	8	11,30	29,63	-0,161	-0,111
1945	3,40	-5,56	30,91	0,38	-0,621	0,385	-0,239	9	11,10	33,33	-0,421	-0,160
1946	6,92	-2,04	4,16	0,77	-0,228	0,052	-0,012	10	10,70	37,04	-0,112	-0,087
1947	9,65	0,69	0,48	1,08	0,077	0,006	0,000	11	10,30	40,74	0,032	0,035
1948	12,30	3,34	11,16	1,37	0,373	0,139	0,052	12	10,10	44,44	0,138	0,189
1949	14,20	5,24	27,46	1,58	0,585	0,342	0,200	13	9,65	48,15	0,200	0,317
1950	12,90	3,94	15,52	1,44	0,440	0,193	0,085	14	8,54	51,85	0,158	0,228
1951	12,20	3,24	10,50	1,36	0,362	0,131	0,047	15	7,99	55,56	0,134	0,183
1952	10,30	1,34	1,80	1,15	0,150	0,022	0,003	16	7,43	59,26	0,061	0,070
1953	10,70	1,74	3,03	1,19	0,194	0,038	0,007	17	6,92	62,96	0,077	0,092
1954	5,59	-3,37	11,36	0,62	-0,376	0,141	-0,053	18	6,18	66,67	-0,205	-0,128
1955	8,54	-0,42	0,18	0,95	-0,047	0,002	0,000	19	5,97	70,37	-0,021	-0,020
1956	5,50	-3,46	11,97	0,61	-0,386	0,149	-0,058	20	5,85	74,07	-0,212	-0,130
1957	4,21	-4,75	22,56	0,47	-0,530	0,281	-0,149	21	5,72	77,78	-0,328	-0,154
1958	7,43	-1,53	2,34	0,83	-0,171	0,029	-0,005	22	5,59	81,48	-0,081	-0,067
1959	7,99	-0,97	0,94	0,89	-0,108	0,012	-0,001	23	5,50	85,19	-0,050	-0,044
1960	5,02	-3,94	15,52	0,56	-0,440	0,193	-0,085	24	5,02	88,89	-0,252	-0,141
1961	14,10	5,14	26,42	1,57	0,574	0,329	0,189	25	4,21	92,59	0,197	0,310
1962	14,50	5,54	30,69	1,62	0,618	0,382	0,236	26	3,40	96,30	0,209	0,338
Сумма	233,07		281,14	26,01	0,012	3,502	0,116		233,07		-0,84	0,79
Среднее	8,96											

Таблица Д.2 – Расчеты нормы и коэффициента вариации. Средний расход

Годы	Q_i	$Q_i - Q^-$	$(Q_i - Q^-)^2$	K	$K_i - 1$	$(\frac{K_i - 1}{1})^2$	$(\frac{K_i - 1}{1})^3$	m	$Q_{\text{ран}}$	P	LgK	$K * LgK$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1937	55,00	12,16	147,87	1,28	0,284	0,081	0,023	1	59,70	3,70	0,11	0,14
1938	57,70	14,86	220,82	1,35	0,347	0,120	0,042	2	58,70	7,41	0,13	0,17
1939	40,30	-2,54	6,45	0,94	-0,059	0,004	0,000	3	57,70	11,11	-0,03	-0,02
1940	32,20	-10,64	113,21	0,75	-0,248	0,062	-0,015	4	55,70	14,81	-0,12	-0,09
1941	58,70	15,86	251,54	1,37	0,370	0,137	0,051	5	55,00	18,52	0,14	0,19
1942	53,20	10,36	107,33	1,24	0,242	0,058	0,014	6	54,81	22,22	0,09	0,12
1943	34,60	-8,24	67,90	0,81	-0,192	0,037	-0,007	7	53,20	25,93	-0,09	-0,07
1944	27,10	-15,74	247,75	0,63	-0,367	0,135	-0,050	8	49,90	29,63	-0,20	-0,13
1945	23,80	-19,04	362,52	0,56	-0,444	0,198	-0,088	9	48,92	33,33	-0,26	-0,14
1946	55,70	12,86	165,38	1,30	0,300	0,090	0,027	10	47,30	37,04	0,11	0,15
1947	42,20	-0,64	0,41	0,99	-0,015	0,000	0,000	11	46,99	40,74	-0,01	-0,01
1948	49,90	7,06	49,84	1,16	0,165	0,027	0,004	12	42,20	44,44	0,07	0,08
1949	59,70	16,86	284,26	1,39	0,394	0,155	0,061	13	40,89	48,15	0,14	0,20
1950	47,30	4,46	19,89	1,10	0,104	0,011	0,001	14	40,30	51,85	0,04	0,05
1951	40,89	-1,95	3,80	0,95	-0,046	0,002	0,000	15	39,60	55,56	-0,02	-0,02
1952	27,83	-15,01	225,30	0,65	-0,350	0,123	-0,043	16	39,39	59,26	-0,19	-0,12
1953	38,00	-4,84	23,43	0,89	-0,113	0,013	-0,001	17	39,28	62,96	-0,05	-0,05
1954	31,36	-11,48	131,79	0,73	-0,268	0,072	-0,019	18	38,00	66,67	-0,14	-0,10
1955	39,39	-3,45	11,90	0,92	-0,081	0,006	-0,001	19	35,00	70,37	-0,04	-0,03
1956	34,25	-8,59	73,79	0,80	-0,201	0,040	-0,008	20	34,60	74,07	-0,10	-0,08
1957	39,60	-3,24	10,50	0,92	-0,076	0,006	0,000	21	34,25	77,78	-0,03	-0,03
1958	46,99	4,15	17,22	1,10	0,097	0,009	0,001	22	32,20	81,48	0,04	0,04
1959	39,28	-3,56	12,67	0,92	-0,083	0,007	-0,001	23	31,36	85,19	-0,04	-0,03
1960	54,81	11,97	143,28	1,28	0,279	0,078	0,022	24	27,83	88,89	0,11	0,14
1961	48,92	6,08	36,97	1,14	0,142	0,020	0,003	25	27,10	92,59	0,06	0,07
1962	35,00	-7,84	61,47	0,82	-0,183	0,033	-0,006	26	23,80	96,30	-0,09	-0,07
Сумма	1113,72		2797,28	26,00	-0,003	1,524	0,009		1113,72		-0,35	0,34
Среднее	42,84											

Таблица Д.3 – Расходы воды и модули стока р. Бердь у г. Искитим и р. Инья у с. Кайлы за 1942-1962 гг.

№ п/п	Год	Расчетный створ р. Бердь - г. Искитим		Расчетный створ р. Инья (нижня) - с. Кайлы	
		Средний расход, м³/с	Модуль стока, л/с*км²	Средний расход, м³/с	Модуль стока, л/с*км²
1	1942	820,00	117,65	660,00	42,04
2	1943	571,00	81,92	332,00	21,15
3	1944	288,00	41,32	220,00	14,01
4	1945	496,00	71,16	398,00	25,35
5	1946	478,00	68,58	500,00	31,85
6	1947	475,00	68,15	676,00	43,06
7	1948	595,00	85,37	701,00	44,65
8	1949	706,00	101,29	604,00	38,47
9	1950	663,00	95,12	491,00	31,27
10	1951	-	-	465,00	29,62
11	1952	-	-	354,00	22,55
12	1953	-	-	402,00	25,61
13	1954	-	-	278,00	17,71
14	1955	-	-	427,00	27,20
15	1956	-	-	445,00	28,34
16	1957	-	-	638,00	40,64
17	1958	-	-	628,00	40,00
18	1959	-	-	348,00	22,17
19	1960	-	-	462,00	29,43
20	1961	-	-	538,00	34,27
21	1962	-	-	430,00	27,39
	Сумма	5092,00	730,56	9997,00	636,75
	Среднее	565,78	81,17	476,05	30,32

Таблица Д.4 – Определение корреляционной зависимости между расходами стока р. Бердь – г. Искитим и р. Иня (нижняя) – с. Кайлы за 1942-1962 гг.

№ п/п	Год	Модуль стока		$\Delta x = x - x_{cp}$	$\Delta y = y - y_{cp}$	Δx^2	Δy^2	$\Delta x * \Delta y$	$x * y$
		р. Бердь	р. Иня						
1	1942	117,65	42,04	111,38	39,00	12404,85	1520,86	4343,51	4945,67
2	1943	81,92	21,15	75,65	18,11	5723,30	327,85	1369,80	1732,37
3	1944	41,32	14,01	35,05	10,97	1228,50	120,40	384,59	579,01
4	1945	71,16	25,35	64,89	22,31	4210,99	497,75	1447,76	1803,98
5	1946	68,58	31,85	62,31	28,81	3882,49	829,85	1794,96	2184,06
6	1947	68,15	43,06	61,88	40,02	3829,04	1601,39	2476,24	2934,32
7	1948	85,37	44,65	79,10	41,61	6256,15	1731,37	3291,15	3811,56
8	1949	101,29	38,47	95,02	35,43	9029,04	1255,38	3366,73	3896,81
9	1950	95,12	31,27	88,85	28,23	7894,67	797,15	2508,64	2974,83
	Среднее	81,17	32,43						
	Сумма					54459,03	8681,99	20983,39	24862,62

Таблица Д.5 – Расчеты нормы и коэффициента вариации. Наибольший расход

Годы	Q_i	$Q_i - Q^-$	$(Q_i - Q^-)^2$	K	$K_i - 1$	$(K_i - 1)^2$	$(K_i - 1)^3$	m	$Q_{ран}$	P	LgK	$K * LgK$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1937	1150,00	583,41	340367,23	2,03	1,030	1,060	1,092	1	1150,00	3,70	0,307	0,624
1938	844,00	277,41	76956,31	1,49	0,490	0,240	0,117	2	844,00	7,41	0,173	0,258
1939	730,00	163,41	26702,83	1,29	0,288	0,083	0,024	3	820,00	11,11	0,110	0,142
1940	423,00	-143,59	20618,09	0,75	-0,253	0,064	-0,016	4	759,32	14,81	-0,127	-0,095
1941	745,00	178,41	31830,13	1,31	0,315	0,099	0,031	5	745,00	18,52	0,119	0,156
1942	820,00	253,41	64216,63	1,45	0,447	0,200	0,089	6	744,30	22,22	0,161	0,232
1943	571,00	4,41	19,45	1,01	0,008	0,000	0,000	7	730,00	25,93	0,003	0,003
1944	288,00	-278,59	77612,39	0,51	-0,492	0,242	-0,119	8	706,00	29,63	-0,294	-0,149
1945	496,00	-70,59	4982,95	0,88	-0,125	0,016	-0,002	9	663,00	33,33	-0,058	-0,051
1946	478,00	-88,59	7848,19	0,84	-0,156	0,024	-0,004	10	609,19	37,04	-0,074	-0,062
1947	475,00	-91,59	8388,73	0,84	-0,162	0,026	-0,004	11	595,00	40,74	-0,077	-0,064
1948	595,00	28,41	807,13	1,05	0,050	0,003	0,000	12	571,00	44,44	0,021	0,022
1949	706,00	139,41	19435,15	1,25	0,246	0,061	0,015	13	499,59	48,15	0,096	0,119
1950	663,00	96,41	9294,89	1,17	0,170	0,029	0,005	14	496,00	51,85	0,068	0,080
1951	499,59	-67,00	4488,38	0,88	-0,118	0,014	-0,002	15	495,09	55,56	-0,055	-0,048
1952	332,95	-233,64	54586,24	0,59	-0,412	0,170	-0,070	16	478,00	59,26	-0,231	-0,136
1953	405,01	-161,58	26106,72	0,71	-0,285	0,081	-0,023	17	475,00	62,96	-0,146	-0,104
1954	218,86	-347,73	120918,92	0,39	-0,614	0,377	-0,231	18	469,57	66,67	-0,413	-0,160
1955	442,55	-124,04	15386,87	0,78	-0,219	0,048	-0,010	19	447,05	70,37	-0,107	-0,084
1956	469,57	-97,02	9413,05	0,83	-0,171	0,029	-0,005	20	442,55	74,07	-0,082	-0,068
1957	759,32	192,73	37143,09	1,34	0,340	0,116	0,039	21	423,00	77,78	0,127	0,170
1958	744,30	177,71	31581,79	1,31	0,314	0,098	0,031	22	405,01	81,48	0,118	0,156
1959	323,95	-242,64	58876,42	0,57	-0,428	0,183	-0,079	23	332,95	85,19	-0,243	-0,139
1960	495,09	-71,50	5112,13	0,87	-0,126	0,016	-0,002	24	323,95	88,89	-0,059	-0,051
1961	609,19	42,60	1814,57	1,08	0,075	0,006	0,000	25	288,00	92,59	0,031	0,034
1962	447,05	-119,54	14289,81	0,79	-0,211	0,045	-0,009	26	218,86	96,30	-0,103	-0,081
Сумма	14731,43		1068798,07	26,00	0,000	3,329	0,87		14731,43	0,00	-0,73	0,71
Среднее	566,59											

Таблица Д.6 – Ординаты теоретических кривых обеспеченности. Наименьший расход, м³/с

P, %	Φ _{p%}	K _{p%}	Q _{p%}
0,1	3,24	2,20	19,68
1	2,40	1,89	16,92
3	1,92	1,71	15,33
5	1,67	1,62	14,50
10	1,29	1,48	13,24
20	0,84	1,31	11,73
25	0,66	1,24	11,15
30	0,51	1,19	10,65
40	0,24	1,09	9,74
50	-0,02	0,99	8,91
60	-0,27	0,90	8,08
70	-0,54	0,80	7,19
75	-0,68	0,75	6,71
80	-0,85	0,69	6,16
90	-1,27	0,53	4,75
95	-1,61	0,40	3,62
97	-1,84	0,32	2,88
99	-2,57	0,05	0,44

Таблица Д.7 – Ординаты теоретических кривых обеспеченности. Средний расход, м³/с

P, %	Φ _{p%}	K _{p%}	Q _{p%}
0,1	3,13	1,78	76,40
1	2,35	1,59	68,02
3	1,89	1,47	63,10
5	1,65	1,41	60,50
10	1,28	1,32	56,58
20	0,84	1,21	51,82
25	0,67	1,17	49,98
30	0,52	1,13	48,38
40	0,25	1,06	45,47
50	0,00	1,00	42,79
60	-0,25	0,94	40,11
70	-0,52	0,87	37,22
75	-0,67	0,83	35,63
80	-0,84	0,79	33,83
90	-1,28	0,68	29,16
95	-1,63	0,59	25,37
97	-1,87	0,53	22,85
99	-2,40	0,40	17,11
99,9	-3,05	0,24	10,20

Таблица Д.8 – Ординаты теоретических кривых обеспеченности . Наибольший расход, м³/с

P, %	Ф _{p%}	K _{p%}	Q _{p%}
0,1	4,20	2,51	1422,87
1	2,87	2,03	1152,40
3	2,17	1,78	1009,41
5	1,83	1,66	940,68
10	1,34	1,48	839,91
20	0,78	1,28	725,69
25	0,58	1,21	684,89
30	0,42	1,15	651,44
40	0,13	1,05	592,29
50	-0,12	0,96	541,30
60	-0,36	0,87	492,34
70	-0,60	0,78	444,21
75	-0,72	0,74	418,91
80	-0,86	0,69	391,17
90	-1,18	0,58	326,72
95	-1,39	0,50	282,66
97	-1,53	0,45	254,10
99	-1,76	0,36	206,78
99,9	-2,06	0,26	147,22

Таблица Д.9 – Ретроспективная оценка влияния водозабора на многолетний поверхностный сток

Годы	Зимний период		Период половодья	
	расход воды, м ³ /сут	изъятие, %	расход воды, м ³ /сут	изъятие, %
1937	494208,00	2,43	99360000,00	0,01
1938	872640,00	1,38	72921600,00	0,02
1939	984960,00	1,22	63072000,00	0,02
1940	505440,00	2,37	36547200,00	0,03
1941	976320,00	1,23	64368000,00	0,02
1942	515808,00	2,33	70848000,00	0,02
1943	959040,00	1,25	49334400,00	0,02
1944	533952,00	2,25	24883200,00	0,05
1945	293760,00	4,08	42854400,00	0,03
1946	597888,00	2,01	41299200,00	0,03
1947	833760,00	1,44	41040000,00	0,03
1948	1062720,00	1,13	51408000,00	0,02
1949	1226880,00	0,98	60998400,00	0,02
1950	1114560,00	1,08	57283200,00	0,02
1951	1054080,00	1,14	43164978,23	0,03
1952	889920,00	1,35	28767140,07	0,04
1953	924480,00	1,30	34993232,25	0,03
1954	482976,00	2,48	18909160,79	0,06
1955	737856,00	1,63	38235988,59	0,03
1956	475200,00	2,53	40570773,16	0,03
1957	363744,00	3,30	65604852,12	0,02
1958	641952,00	1,87	64307749,59	0,02
1959	690336,00	1,74	27988878,55	0,04
1960	433728,00	2,77	42775847,47	0,03
1961	1218240,00	0,99	52633826,75	0,02
1962	1252800,00	0,96	38625119,35	0,03

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(Обязательное)

Nichtstationäre Wasserbewegung

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ51	Кыйматов Эжер Артурович		

Консультант кафедры ИЯ

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преп.	Когут С.В.			

Einführung

Die "Nichtstationäre Wasserbewegung" behandelt als Teilgebiet der Hydrodynamik zeitabhängige Strömungsvorgänge, die für den im Wasserbau tätigen Bauingenieur von Interesse sind und die aus didaktischen Gründen zu einem Lehrkomplex zusammengefaßt werden. Die grundlegende Methode zur Erfassung und Beschreibung der Strömungsvorgänge besteht darin, dass an "unendlichen kleinen" oder "differentialen" Wasserteilchen Grundgesetze der Physik, wie die Erhaltung der Masse, der Energie und des Impulses, angewendet werden und die daraus ermittelten Differentialgleichungen über einen vorgegebenen Strömungsraum unter Beachtung der Randbedingungen integriert und gelöst werden.

Unter einem differentialen Wasserteilchen soll ein Flüssigkeitsvolumen verstanden werden, dass einerseits im Vergleich zum gesamten Flüssigkeitsvolumen genügend klein ist, um aus der Integration die Zustandsgrößen der Flüssigkeit, wie z. B. den Druck und die Geschwindigkeit, als stetige Feldgrößen zu erhalten und das andererseits aber so groß ist, dass von der Molekularstruktur und den damit zusammenhängenden Bewegungen abstrahiert werden kann.

Die Strömungsgeschwindigkeit wird in einem Strömungsraum im allgemeinen Fall als eine Größe ermittelt, die vom Ort und der Zeit abhängt. Sie kann daher als eine Vektorfeldgröße betrachtet und mit \vec{v} bezeichnet werden.

$$\vec{v} = \vec{v}(\vec{r}, t)$$

Dabei bezeichnet \vec{r} den Ortsvektor im Raum und t die Zeit. Einen Sonderfall der Strömungsbewegung stellt die stationäre Strömung dar, bei der in allen Punkten des Raumes die Geschwindigkeit unabhängig von der Zeit ist. Für diese Bewegung gilt daher.

$$\frac{\delta \vec{v}}{\delta t} = 0$$

Die meisten Strömungsfälle in der Natur und in der Technik sind jedoch instationär, so dass sich ergibt.

$$\frac{\delta \vec{v}}{\delta t} \neq 0$$

Zur Erläuterung sei auf die Strömungsvorgänge in einer Leitung zwischen zwei Wasserbehältern mit einer Wasserspiegeldifferenz Δh_E hingewiesen (Abb.1.1, 1.2).
Der Durchfluss

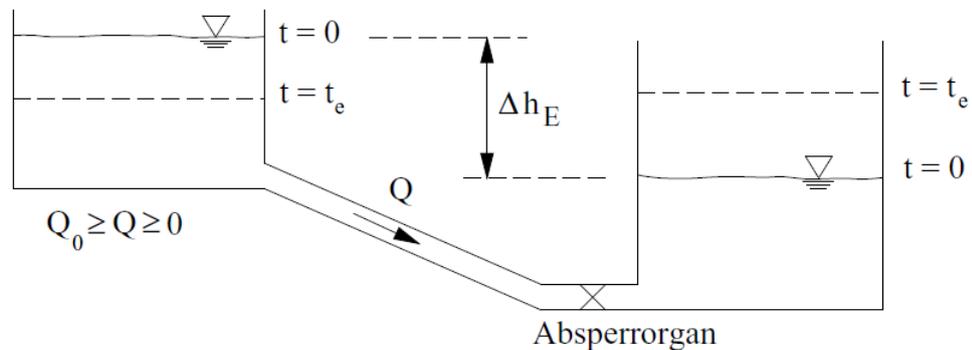


Abbildung 1.1– Instationäre Strömung in einer Rohrleitung

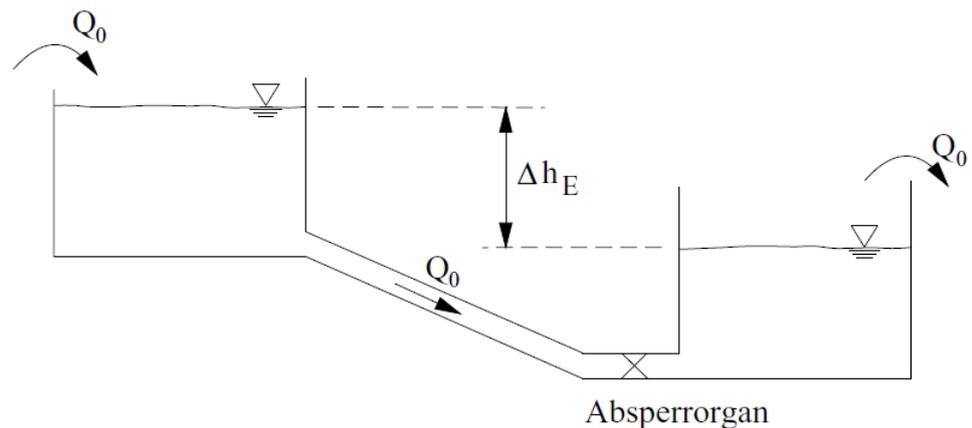


Abbildung 1.2 – Stationäre Strömung in einer Rohrleitung

Q beträgt bei vorausgesetzter Reibungsfreiheit im Moment des Öffnens des Absperrorgans ($t = 0$) in dem Rohr mit der Querschnittsfläche A

$$Q_0 = A\sqrt{2g \cdot \Delta h_E}$$

Der Durchfluss verringert sich mit der Zeit t auf den Wert

$$Q_e = 0$$

der zur Zeit t_e bei einer Wasserspiegeldifferenz $\Delta h_E = 0$ erreicht wird. Bei der Strömung in der Rohrleitung handelt es sich somit, um eine nichtstationäre Strömung (Abb. 1.1). Wird jedoch mit Öffnungsbeginn in den Behälter mit dem höheren

Wasserspiegel ständig die Wassermenge Q_0 eingeleitet und die gleiche Wassermenge aus dem anderen Behälter ständig entnommen, dann stellt sich in der Rohrleitung eine stationäre Strömung ein (Abb. 1.2).

Um den Aufwand für Strömungsberechnungen in Grenzen zu halten, werden mitunter instationäre Strömungsvorgänge auch als quasistationäre Vorgänge betrachtet. Streng genommen muss z. B. die Wasserbewegung in einem natürlichen Fluss zu den instationären Strömungsvorgängen gerechnet werden. Bei einer Vergrößerung des Durchflusses, beim Anlaufen einer Hochwasserwelle, stellt sich an einer Pegelstelle ein steileres Wasserspiegelgefälle als bei abfallendem Hochwasser ein. Infolge des steileren Wasserspiegelgefälles beim Hochwasseranstieg ist der Abfluss daher größer als beim gleichen Wasserstand bei fallendem Hochwasserdurchfluss, was in der Wasserstands-Abfluss-Beziehung zu einer Schleifenbildung (Hysteresis) führt (Abb. 1.3). Für die Ermittlung des Durchflusses aus der Wasserstandsmessung am Pegel wird jedoch im allgemeinen nur eine gemittelte Wasserstands-Abfluss-Beziehung (Schlüsselkurve) zugrunde gelegt, bei der die instationären Effekte vernachlässigt werden.

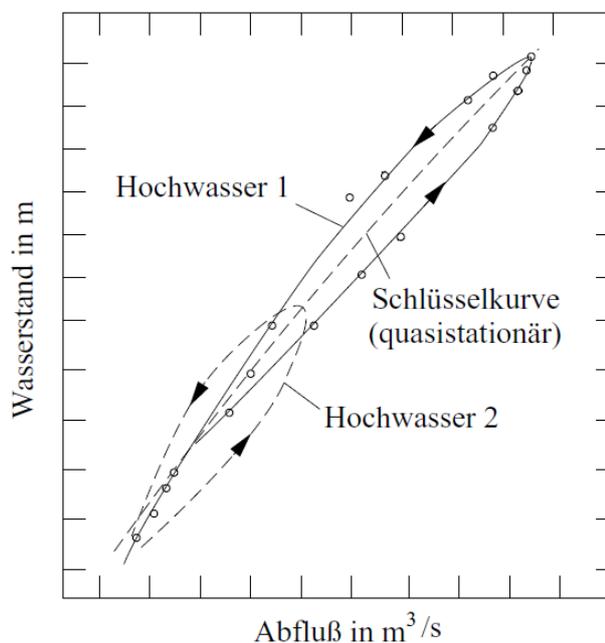


Abbildung 1.3 – Abflussschleife (Hysteresis) bei Hochwasseranstieg und - abfall

1 Retention

1.1 Hydraulisches System

Durchströmt ein Fluss eine seeartige Erweiterung mit entsprechend großer Oberfläche, so tritt beim Durchgang einer Hochwasserwelle ein zeitweiser Rückhalt der Wassermassen im See ein (Abb. 1.4). Dieser zeitweilige Seerückhalt wird im Folgenden mit "Retention" bezeichnet.

Aus hydraulischer Sicht stellt der See ein Gefäß dar, in das ein zeitabhängiger Zufluss Q_z , z. B. als Hochwasserwelle, erfolgt.

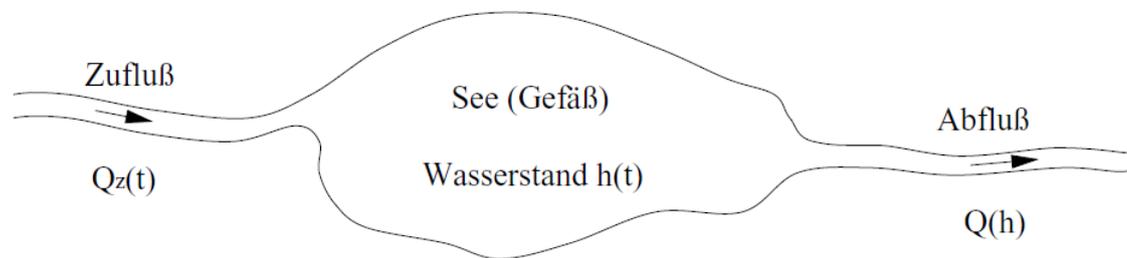


Abbildung 1.4 – Fluss mit einer seeartigen Erweiterung

Beim hydraulischen System der Retention ist der Zufluss nicht konstant und ist im allgemeinen als Zuflussganglinie $Q(t)$ vorgegeben. Der Abfluss kann z. B. als Überfallströmung erfolgen und wird vom jeweiligen Füllungsstand des Gefäßes bestimmt (Abb. 1.5).

Die Änderung des im Gefäß gespeicherten Wasservolumens ergibt sich somit wieder aus der Differenz zwischen Zufluss und Abfluss in einer vorgegebenen Zeit und kann mit Gleichung (1.8) bestimmt werden mit.

$$dV = (Q_z - Q) \cdot dt$$

Diese Gleichung stellt die Grundgleichung der Retention dar. Sie verbindet 3 unabhängige Gesetze, nämlich

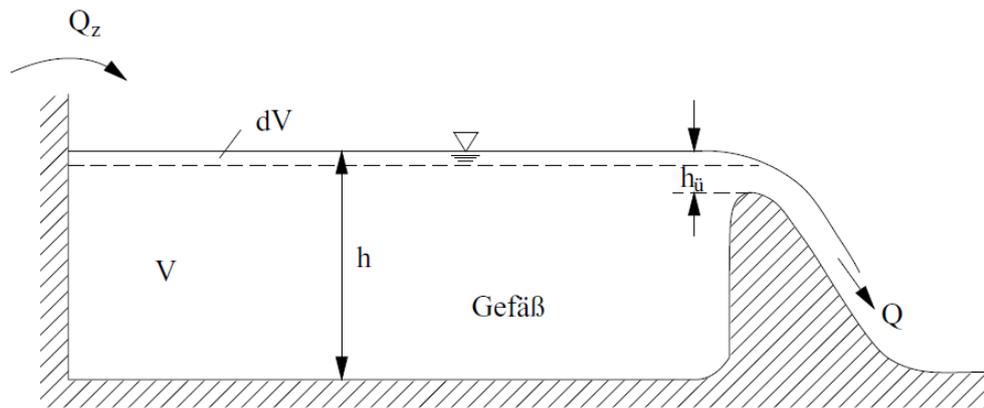


Abbildung 1.5 – Gefäß mit Retention

das Zuflussgesetz $Q_z = f(t)$,

das Inhaltsgesetz $V = f(h)$ und

das Abflussgesetz $Q = f(h) = f(h_i)$.

Wie in Abb. 1.6 dargestellt, ergibt sich für ein Zeitelement dt aus der Grundgleichung für $t < t_{hmax}$ ein positiver Wert für dV und für $t > t_{hmax}$ ein negativer Wert. Ein positiver Wert für dV bedeutet, dass $Q_z > Q$ ist, und dass das Wasservolumen dV im Stauraum gespeichert wird. Die Fläche zwischen Zufluss – und Abflussganglinie (Abb. 1.6) kennzeichnet somit die in der Zeit $0 < t < t_{hmax}$ gespeicherte Wassermenge. Zur Zeit $t = t_{hmax}$ wird der höchste Wasserstand im Stauraum erreicht, weil für $t > t_{hmax}$ sich negative Werte für dV ergeben und sich daher der Stauraum wieder entleert. Aus der Abb. 1.6 ist weiter ersichtlich, dass der Scheitelwert Q_{zmax} einer Hochwasserwelle durch die Retentionswirkung auf den Scheitelwert Q_{max} der Abflussganglinie vermindert (gekappt) wird.

Für die Ausführung einer Retentionsberechnung ist somit immer eine Zuflussganglinie, die Inhaltslinie des Stauraumes sowie die Abflusscharakteristik der Anlage $Q = f(h)$ erforderlich. Die Zuflussganglinie kann dabei entweder in diskreter Form aus Pegelablesungen oder als theoretisch ermittelte Ganglinienfunktion vorliegen. Die Inhaltslinie $V = f(h)$ kann für natürliche Stauräume nur in diskreten Punkten über die Ermittlung der zu einer Wassertiefe h_i gehörenden Oberfläche A_{0i} ermittelt werden (Abb. 1.7).

Für eine Lamellenhöhe

$$\Delta h_{(i-1),i} = h_i - h_{i-1}$$

erhält man näherungsweise

$$\Delta V = \Delta h_{(i-1),i} \cdot \frac{A_{0i} - A_{0(i-1)}}{2}$$

Für die Höhen h_i und h_{i-1} wählt man zweckmäßigerweise Höhen, für die in einem Lageplan Höhenlinien vorhanden sind, die als Grundlage für die Ermittlung der Flächen A_{0i} und $A_{0(i-1)}$ dienen können.

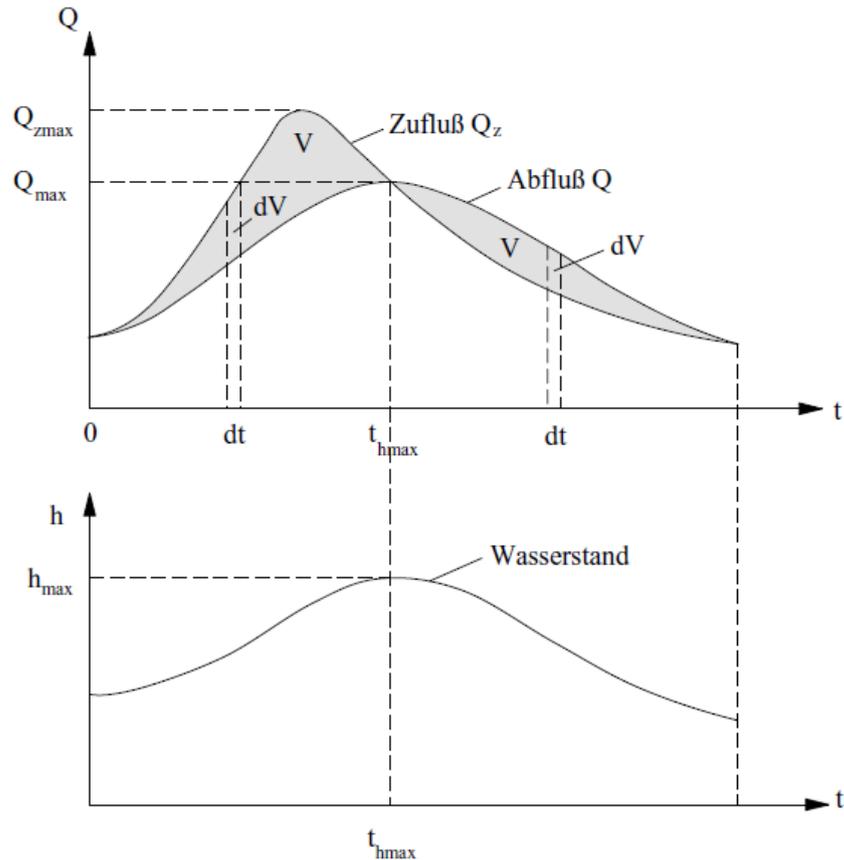


Abbildung 1.6 – Retentionswirkung in einem Stauraum

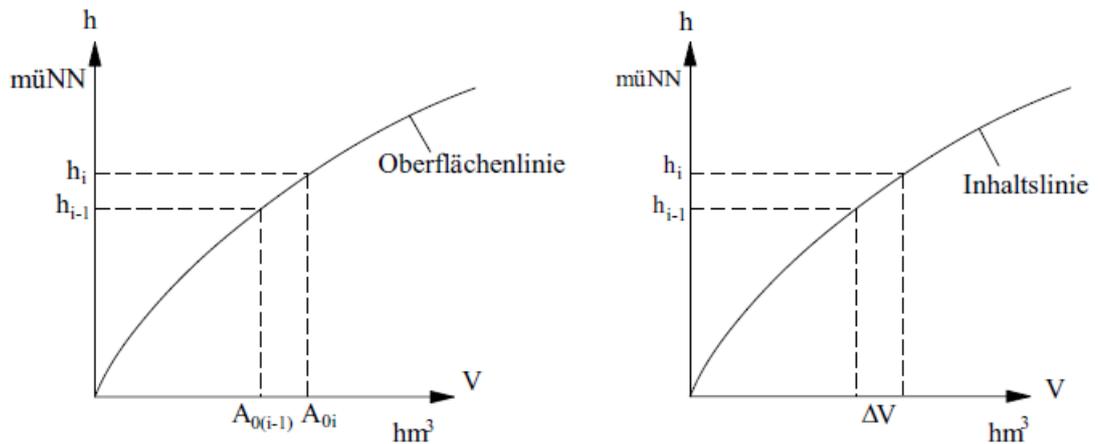


Abbildung 1.7 – Oberflächenlinie und Inhaltslinie eines Stauraumes

Für die Retentionsberechnung werden aber auch die Oberflächen und Volumina für Höhen benötigt, die zwischen den Ausgangswerten h_i und h_{i-1} liegen. In diesen Fällen kann mit den Bezeichnungen der Abb. 1.8 wie folgt interpoliert werden:

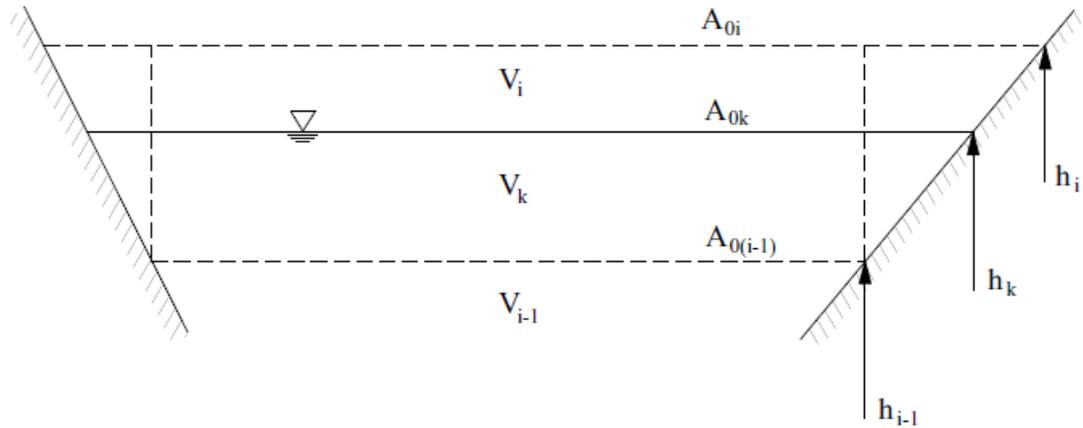


Abbildung 1.8 – Interpolation der Flächen und Volumina eines Stauraumes

$$A_{0k} = A_{0(i-1)} + \frac{A_{0i} - A_{0(i-1)}}{h_i - h_{i-1}} (h_k - h_{i-1})$$

und

$$V_k = V_{i-1} + A_{0(i-1)} \cdot (h_k - h_{i-1}) + \frac{A_{0i} - A_{0(i-1)}}{h_i - h_{i-1}} \cdot \frac{(h_k - h_{i-1})^2}{2}$$

Die Abflusscharakteristik (Abfluss- oder Ausflussgesetz) hängt z. B. von den Parametern eines an den Stauraum anschließenden offenen Gerinnes oder von der konstruktiven Gestaltung einer Entlastungsanlage ab.

Da die der Retention zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten im allgemeinen nicht als analytische Funktionen vorliegen, kann die Grundgleichung der Retention nur schrittweise als Differenzgleichung

$$\Delta V = (Q_z - Q) \cdot \Delta t \quad (1.2)$$

ausgewertet werden, um die Abflussganglinie $Q = f(t)$ zu ermitteln.

1.2 Numerische Verfahren der Retentionsberechnung

1.2.1 Iteration mit der Wassertiefe

Der Grundgedanke dieses Berechnungsverfahrens besteht darin, dass für aufeinanderfolgende Zeitspannen Δt jeweils eine Lösung für die Gleichung (1.2) gesucht wird, indem

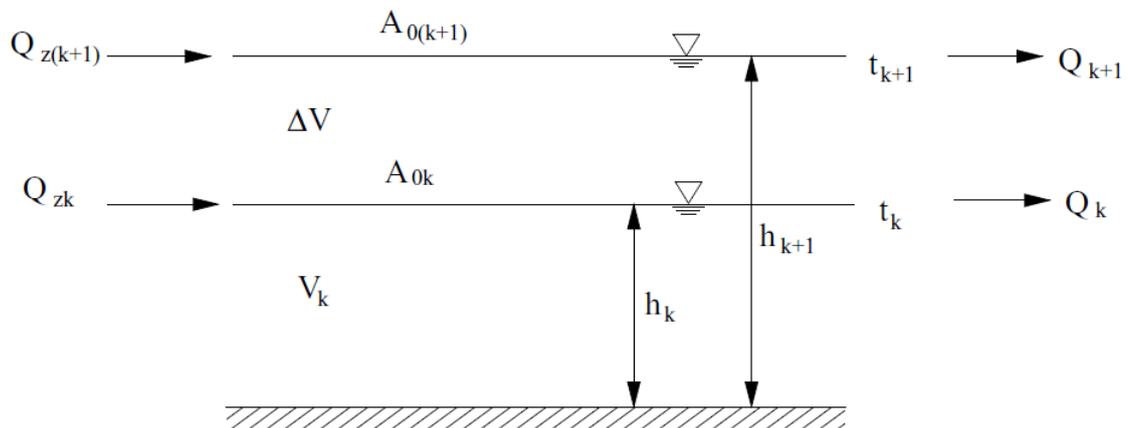


Abbildung 1.9 – Grundschemata des Algorithmus für die Iteration mit der Wassertiefe

über einen Algorithmus die Wassertiefe iterativ solange verändert wird, bis die Abweichung des Quotienten $\Delta V/\Delta t$ von der Differenz $(Q_z - Q)$ kleiner als eine vorgegebene Schranke (z. B. $\Delta Q < 10^{-3} m^3/s$) ist. Ausgehend von der schematischen Situation in der Abb. 1.9 kann auf der Grundlage der Gleichung (1.2) für die Wassertiefe h_{k+1} am Ende des betrachteten Berechnungsintervalles

$$\Delta t_{k,(k+1)} = t_{k+1} - t_k$$

als erste Näherung geschrieben werden:

$$(h_{k+1} - h_k) \cdot A_{0k} = (Q_{zk,(k+1)} - Q_k) \cdot \Delta t_{k,(k+1)}$$

wenn angenommen wird, dass sich A_{0k} und Q_k in dem Bereich $h_{k+1} - h_k$ nicht ändern. Mit dieser Näherung beginnt die Iteration in einem Berechnungsintervall.

Man erhält

$$h_{k+1} = h_k + (Q_{zk,(k+1)} - Q_k) \cdot \frac{\Delta t_{k,(k+1)}}{A_{0k}} \quad (1.3)$$

mit

$$Q_{zk,(k+1)} = \frac{Q_{zk} + Q_{z(k+1)}}{2}$$

Mit der ersten Näherung für h_{k+1} können nun die Werte $A_{0(k+1)}$, V_{k+1} und Q_{k+1} bestimmt und damit die Werte

$$A_{0k,(k+1)} = \frac{A_{0k} + A_{0(k+1)}}{2} \quad (1.4)$$

$$\Delta V_{k,k+1} = V_{k+1} - V_k \quad (1.5)$$

und

$$Q_{k,(k+1)} = \frac{Q_k + Q_{k+1}}{2} \quad (1.6)$$

berechnet werden.

Setzt man die ermittelten Werte in die Grundgleichung der Retention

$$Q_z - Q - \frac{dV}{dt} = 0 \quad (1.7)$$

$$Q_{zk,(k+1)} - Q_{k,(k+1)} - \frac{\Delta V_{k,(k+1)}}{\Delta t_{k,(k+1)}} = \Delta Q \quad (1.8)$$

ein Wert für ΔQ , der im allgemeinen nicht Null ist, der aber durch weitere Iterationsschritte verkleinert werden kann, bis er einen zulässigen Grenzwert unterschreitet. Im Vergleich zu Gleichung (1.3) folgt unter Berücksichtigung der berechneten Mittelwerte eine bessere Näherung aus

$$h_{k+1} = h_k + (Q_{zk,(k+1)} - Q_{k,(k+1)}) \cdot \frac{\Delta t_{k,(k+1)}}{A_{0k,(k+1)}} \quad (1.9)$$

Unter Berücksichtigung der Gleichungen (1.4, 1.5) und (1.6) kann mit Gl. (1.8) wieder der Wert ΔQ überprüft werden und falls erforderlich eine weitere Näherung nach Gl. (1.9) bestimmt werden.

Der beschriebene Iterationsprozess ist für jeden Zeitschritt Δt durchzuführen, um für den mittleren Zufluss $Q_{zk,(k+1)}$ den mittleren Abfluss $Q_{k,(k+1)}$ sowie die Wassertiefe h_{k+1} am Ende des Zeitelementes zu berechnen. Eine Programmierung der Retentionsberechnung kann, besonders bei starker Krümmung der Inhaltslinie und kleinen Wassertiefen im Stauraum, zu numerischen Instabilitäten führen, die nur durch eine erhebliche Verkleinerung des Zeitschrittes ausgeschaltet werden können.

4.2.2 Schrittweise Veränderung der Wassertiefe

Dieses Verfahren geht ebenfalls vom Grundschema der Abb. 1.9 aus, bestimmt jedoch die Wasserstände h_{k+1} , mit denen die Erfüllung der Grundgleichung (1.7) überprüft wird, durch schrittweise Veränderung der Ausgangswassertiefe. Nach n Iterationsschritten ist daher

$$h_{k+1} = h_k \pm n \cdot \Delta W \quad (1.10)$$

Die gewählte Änderung der Wassertiefe ΔW beeinflusst die geforderte Genauigkeit und die notwendige Rechenzeit. Für jede Wasserspiegellage wird nach der Vorschrift eine Differenz D ermittelt.

$$(Q_{zk,(k+1)} - Q_{k,(k+1)}) \cdot \Delta t_{k,(k+1)} - \Delta V_{k,(k+1)} = D \quad (1.11)$$

Mit einem Steueralgorithmus ist dann die Wasserspiegellage h_{k+1} zu finden, bei der die Differenz D zu einem Minimum wird. Die Beurteilung der Genauigkeit kann wieder anhand des Wertes ΔQ erfolgen, wobei bei diesem Verfahren sich ΔQ aus ergibt.

$$\Delta Q = \frac{D}{\Delta t_{k,(k+1)}}$$

Der Berechnungsalgorithmus ergibt sich aus dem Flussdiagramm der Abb. 1.10.

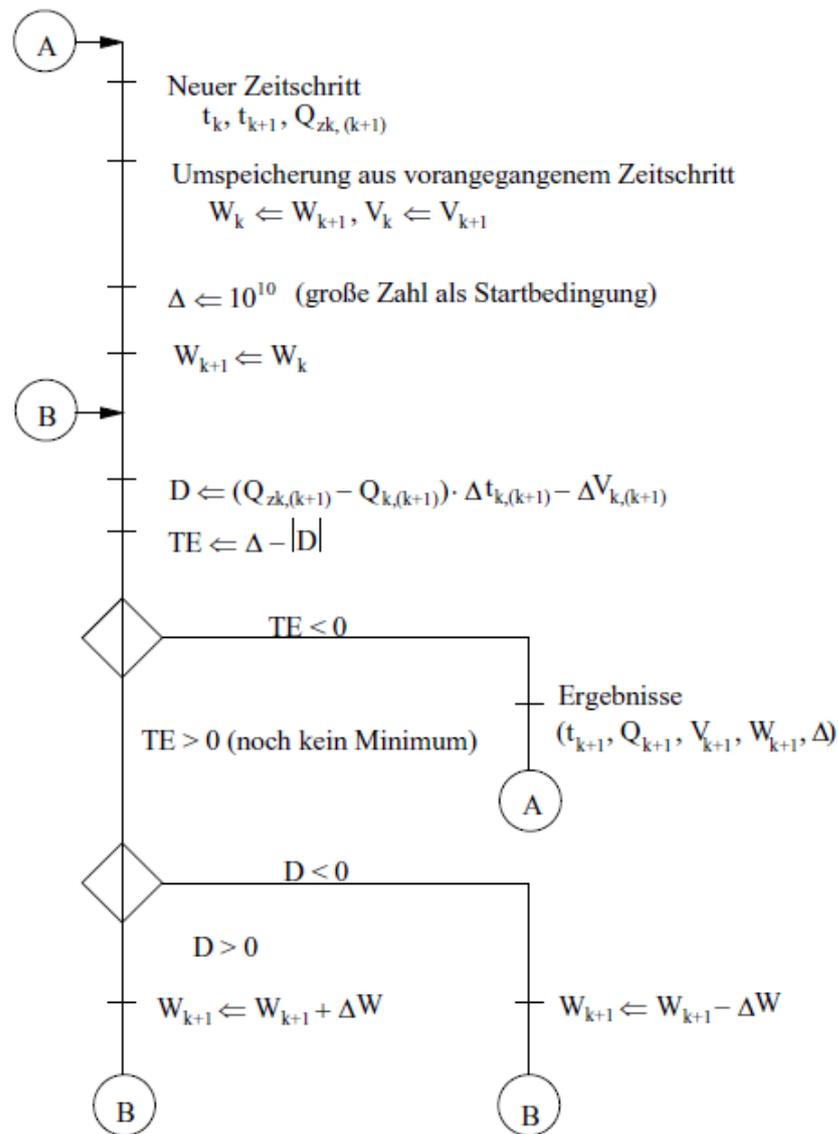


Abbildung 1.10 – Flussdiagramm der Retentionsberechnung

1.3 Grafisches Verfahren nach Sorensen

Durch die Entwicklung der Computertechnik sind grafische Lösungsverfahren in der Hydromechanik stark zurückgedrängt worden, obwohl sie in vielen Fällen, u. a. auch in der Retentionsberechnung in relativ kurzer Zeit ein Ergebnis mit einer für die Praxis ausreichenden Genauigkeit liefern. Ein Vorteil dieser Lösungsverfahren besteht auch darin, dass sie einen Einblick in den Lösungsalgorithmus gewähren und damit grobe systematische Fehler vermieden werden.

Die Grundlage des grafischen Lösungsverfahrens von Sorensen bildet auch die Grundgleichung der Retention

$$dV = (Q_z - Q) \cdot dt$$

die mit

$$Q_{zk,(k+1)} = \frac{(Q_{zk} + Q_{z(k+1)})}{2} \text{ und } Q_{k,(k+1)} = \frac{(Q_k + Q_{k+1})}{2}$$

als Differenzgleichung in der Form

$$\Delta V_{k,(k+1)} = V_{k+1} - V_k = (Q_{zk,(k+1)} - Q_{k,(k+1)}) \frac{\Delta t_{k,(k+1)}}{2} \quad (1.12)$$

geschrieben werden kann. Aus dieser Gleichung folgt

$$V_{k+1} - V_k = (2 \cdot Q_{zk,(k+1)} - Q_k - Q_{k+1}) \frac{\Delta t_{k,(k+1)}}{2} \quad (1.13)$$

bzw.

$$V_{k+1} = V_k + (Q_{zk,(k+1)} - Q_k) \cdot \frac{\Delta t_{k,(k+1)}}{2} + (Q_{zk,(k+1)} - Q_{k+1}) \frac{\Delta t_{k,(k+1)}}{2} \quad (1.14)$$

Die Gl. (1.14) ermöglicht nun, die Bilanz von Zufluss und Abfluss in der Zeit $\Delta t_{k,(k+1)}$ auf zwei Bilanzen aufzuteilen, die jeweils für die Zeit $\Delta t_{k,(k+1)}/2$ gültig sind.

Nimmt man an, dass in der ersten Hälfte des Zeitabschnittes $\Delta t_{k,(k+1)}$ der Zufluss $Q_{zk,(k+1)}$ und der Abfluss Q_k beträgt, so erhält man aus der Bilanz

$$\Delta V_K = (Q_{zk,(k+1)} - Q_k) \cdot \frac{\Delta t_{k,(k+1)}}{2} \quad (1.15)$$

Für die zweite Hälfte des Zeitabschnittes $\Delta t_{k,(k+1)}$ folgt

$$\Delta V_{k+1} = (Q_{zk,(k+1)} - Q_{k+1}) \cdot \frac{\Delta t_{k,(k+1)}}{2} \quad (1.16)$$

(vgl. Abb. 1.11). Damit folgt aus Gl. (1.14)

$$V_{k+1} = V_k + \Delta V_k + \Delta V_{k+1} \quad (1.17)$$

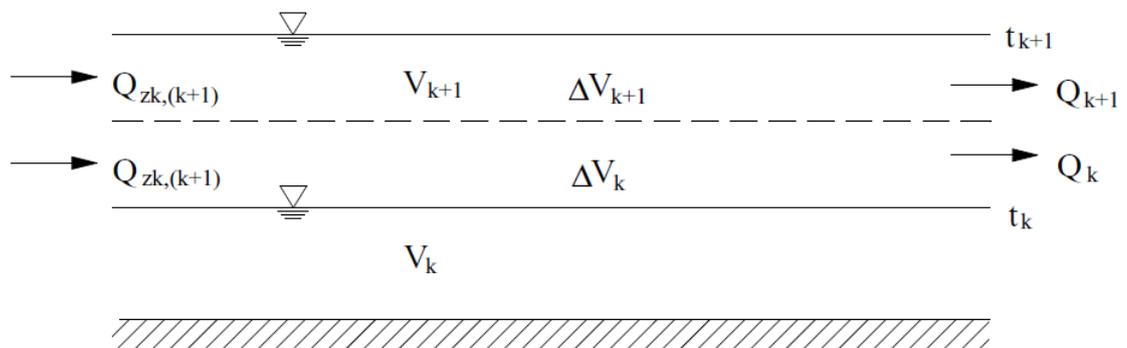


Abbildung 1.11 – Schematische Darstellung der Bilanzen im Zeitabschnitt

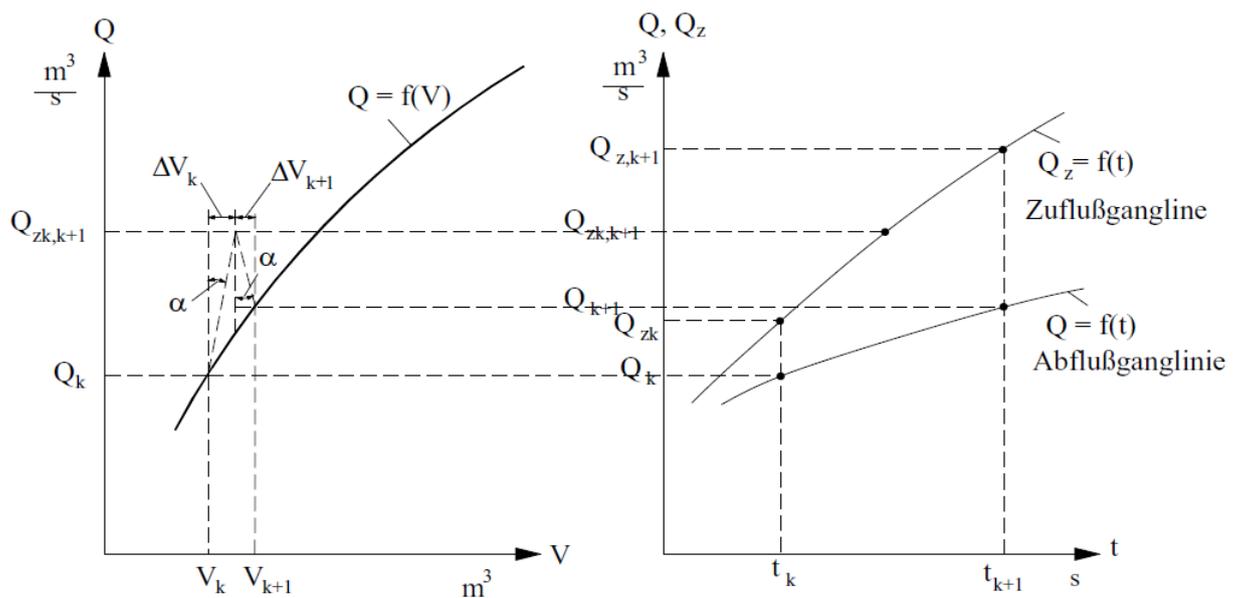


Abbildung 1.12 – Grafische Bestimmung der Abflussganglinie

Deutet man nun in einem Koordinatensystem, in dem der Abfluss Q als Funktion des Gefäßinhaltes V dargestellt ist, den Zahlenwert von $\Delta t_{k,(k+1)}/2$ als den Tangens eines Neigungswinkels α , so ergibt sich aus Gl. (1.15) und Gl. (1.16)

$$\tan \alpha = \frac{\Delta t_{k,(k+1)}}{2} = \frac{\Delta V_k}{Q_{zk,(k+1)} - Q_k} - \frac{V_{k+1}}{Q_{zk,(k+1)} - Q_{k+1}} \quad (1.18)$$

Aus Abb. 1.12 wird deutlich, dass aus diesen Zusammenhängen in einem zugeordneten Koordinatensystem mit der Zuflussganglinie und einem bekannten Wert für die Abflussganglinie zur Zeit t_k der Punkt der Abflussganglinie zur Zeit t_{k+1} konstruiert werden kann. Durch die wiederholte Anwendung dieser Konstruktionsmethode auf die folgenden Zeitabschnitte läßt sich die Abflussganglinie in einem relevanten Zeitbereich ermitteln.

1.4 Retentionswirkung in einem Rückhaltebecken

Die ausgleichende Wirkung größerer Wasserflächen auf den Hochwasserabfluss wird durch Rückhaltebecken im Oberlauf von Flüssen bewusst ausgenutzt, um schadensverursachende Spitzenabflüsse auf einen für das Flussgebiet schadlosen Abfluss zu vermindern. Die Retentionswirkung wird durch einen

Stauraum erreicht, der im Normalfall nicht mit Wasser gefüllt ist ("grünes Becken"). Der Grundablaß des Absperrbauwerkes wird so bemessen, dass im Normalfall kein Aufstau erfolgt.

Wenn im Hochwasserfall der Zufluss $Q_z(t)$ jedoch den Freispiegelabfluss der Anlage überschreitet, füllt sich der Stauraum V . Dadurch wird ein bestimmter Anteil des Hochwassers im Stauraum zurückgehalten und der Scheitelabfluss unterhalb des Rückhaltebeckens vermindert (Abb. 1.13).

Die Aufgabe der hydraulischen Berechnung eines Rückhaltebeckens besteht nun darin,

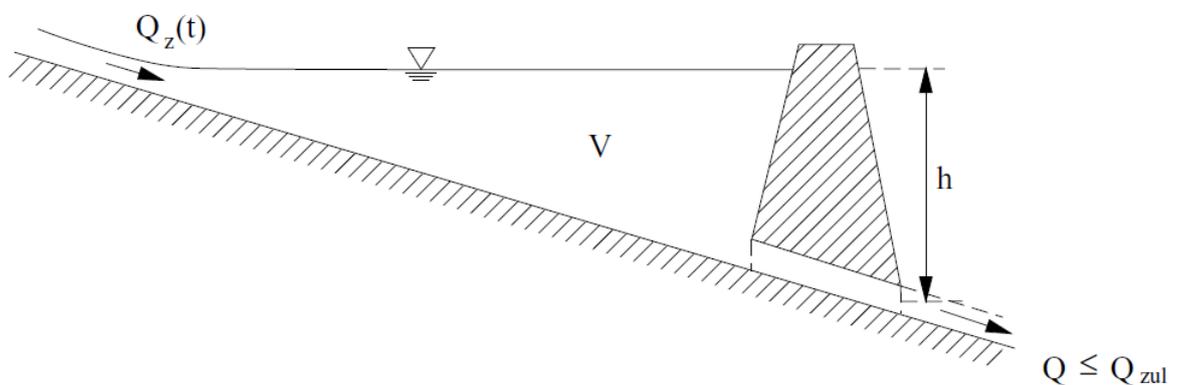


Abbildung 1.13 – Prinzipskizze eines Rückhaltebeckens

dass die Stauraumgröße und die Grundablaßanlage so bemessen werden, dass beim höchsten Wasserstand im Stauraum der Abfluss im Grundablass gerade Q_{zul} (schadloser Abfluss) auftritt. Wäre die Anlage so bemessen worden, dass beim Ansteigen des Wasserspiegels im Stauraum bereits vor dem Erreichen des Höchststauens Q_{zul} erreicht wird, so führt das weitere Ansteigen des Wassers im Stauraum zu einem Abfluss $Q > Q_{zul}$ und damit zu Schäden im Unterwasserbereich. Bleibt dagegen der Abfluß $Q < Q_{zul}$, so führt das zu einem unnötig großen Stauraum und damit zu einer teureren Stauanlage.

Für die Lösung dieser Optimierungsaufgabe bietet sich ein iteratives Vorgehen an. Wie in Abb. 1.14 dargestellt, kann der erforderliche Stauraum als erste Näherung aus der Zuflussganglinie ermittelt werden, wenn darin die zunächst als Gerade angenäherte Abflussganglinie so eingetragen wird, dass der Schnittpunkt

der beiden Ganglinien auf dem abfallenden Ast der Zuflussganglinie bei Q_{zul} liegt.

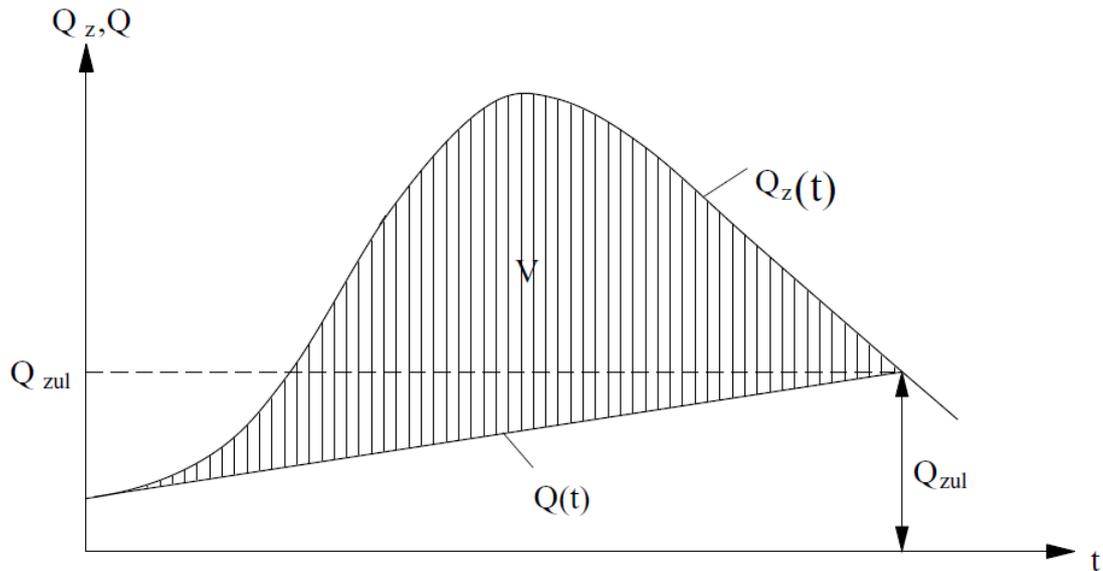


Abbildung 1.14 – Ermittlung des erforderlichen Stauraumes eines geplanten Rückhaltebeckens

Die von beiden Ganglinien eingeschlossene Fläche entspricht dann dem erforderlichen Stauraum V , dessen zugeordnete Wassertiefe h sich aus der Inhaltslinie ergibt. Aus der Beziehung kann der effektive Ausflussquerschnitt $\mu \cdot A$

$$Q_{zul} = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot h} \quad (1.19)$$

der Grundablaßanlage ermittelt werden. Die ermittelten Berechnungsergebnisse können nun als Ausgangswerte für eine Retentionsberechnung nach Abschnitt 1.2 oder 1.3 verwendet werden, auf deren Grundlage die Bemessung der Anlage weiter optimiert werden kann.

Normenklatur

Symbol	Dimension	Bedeutung
a	m	Höhe eine Öffnung
A	m^2	Fläche
g	m/s^2	Erdbeschleunigung
h	m	Wassertiefe
h_K	m	Lamellenhöhe einer Wassermenge in der Schleusenammer
$h_{\ddot{u}}$	m	Überfallhöhe
k	m	Wassertiefe im Beharrungszustand ($Q_z = Q$)
n		Anzahl der Sparbecken
OW	$m \ddot{u} NN$	Höhe des Oberwassers
Q	m^3/s	Abfluss, Ausfluss
Q_z	m^3/s	Zufluss
t	s	Zeit
UW	$m \ddot{u} NN$	Höhe des Unterwassers
V	m^3	Volumen

Literaturverzeichnis

- 1) Bollrich, G.: Technische Hydromechanik 1 Verlag für Bauwesen, Berlin., 4. Auflage, 1996.
- 2) Domke, E.: Vektoranalysis Wissenschaftsverlag, Mannheim, Wien, Zürich, 1990.
- 3) Martin, H.: Grundlagen der Hydrodynamik Dresden University Press, 1996.
- 4) Martin, H.; Pohl, R.; Elze, R.: Technische Hydromechanik 3 - Aufgabensammlung Verlag für Bauwesen, Berlin, 1996.
- 5) Press, H.; Schröder, R.: Hydromechanik im Wasserbau Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, München, 1966.