

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

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

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Гидрогеологические условия участка строительства электростанции (г. Калининград)

УДК 621.311.2:69:624.131.6(470.26)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Алиев Мирван Гюлметович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Кузеванов Константин Иванович	к.г.-м.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пашков Евгений Николаевич	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженерные изыскания в строительстве	Савичев Олег Геннадьевич	д.г.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	способность и готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОПК(У)-2	способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, находить и принимать управленческие решения, формировать цели команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности
ОПК(У)-3	готовность к изучению, анализу и сопоставлению отечественного и зарубежного опыта по разработке и реализации проектов природообустройства и водопользования
ОПК(У)-4	способность использовать знания методов принятия решений при формировании структуры природно-техногенных комплексов, методов анализа эколого-экономической и технологической эффективности при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования, проектов восстановления природного состояния водных и других природных объектов
ОПК(У)-5	способность профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства
ОПК(У)-6	способность собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую информацию
ОПК(У)-7	способность обеспечивать высокое качество работы при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования, при проведении научно-исследовательских работ
Профессиональные компетенции	
Проектно-изыскательская деятельность	
ПК(У)-1	способность определять исходные данные для проектирования объектов природообустройства и водопользования, руководить изысканиями по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов
ПК(У)-2	способность использовать знания методики проектирования

	инженерных сооружений, их конструктивных элементов, методики инженерных расчетов, необходимых для проектирования систем, объектов и сооружений для природообустройства и водопользования
ПК(У)-3	способность обеспечивать соответствие качества проектов природообустройства и водопользования международным и государственным нормам и стандартам
Научно-исследовательская деятельность	
ПК(У)-6	способность формулировать цели и задачи исследований, применять знания о методах исследования при изучении природных процессов, при обследовании, экспертизе и мониторинге состояния природных объектов, объектов природообустройства и водопользования и влияния на окружающую среду антропогенной деятельности
ПК(У)-7	способность разрабатывать и вести базы экспериментальных данных, производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов
ПК(У)-8	способность делать выводы, формулировать заключения и рекомендации, внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности
ПК(У)-9	способность проводить поиск, получение, обработку и анализ данных полевых и лабораторных исследований, обследований, экспертизы и мониторинга объектов природообустройства, водопользования
Профессиональные компетенции университета	
ДПК(У)-1	способность осуществлять педагогическую деятельность в области профессиональной подготовки

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Савичев О.Г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ91	Алиев Мирван Гюлметович

Тема работы:

Гидрогеологические условия участка строительства электростанции (г. Калининград)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.01.2021 № 12-11/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2021
--	------------

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>Объектом исследования являются Калининградская область, Светловский городской округ, п. Взморье, подземные воды в пределах сферы взаимодействия объектов проектирования ТЭС.</p> <p>В работе использованы материалы геологоразведочных работ на участке строительства ТЭС, отчет по подсчету запасов подземных вод в ходе геологических работ на участке строительства ТЭС, государственные геологические, гидрогеологические карты РФ.</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, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Общие сведения о районе расположения объекта исследований (по литературным данным); 2. Объект и методы исследований; 3. Построение гидрогеологической модели 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 5. Социальная ответственность;
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзорная карта района работ 2. Карты результатов гидрогеологического моделирования с целью прогноза изменений гидрогеологических условий территории под влиянием нового строительства.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Рыжакина Татьяна Гавриловна
«Социальная ответственность»	Пашков Евгений Николаевич
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны иностранном языке:</p>	
Features of engineering and hydrogeological conditions of the territory	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	31.05.2021
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Кузеванов Константин Иванович	к.г.-м.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Алиев Мирван Гюлметович		

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

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование
 Уровень образования магистратура
 Отделение геологии
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 /2021 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

14.06.2021

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.02.2021	1) Сбор и обработка исходных материалов	
28.02.2021	2) Общие сведения о районе расположения объекта исследования	
15.03.2021	3) Разработка гидрогеологической модели	
21.05.2021	6) Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
26.05.2021	7) Социальная ответственность	
31.05.2021	8) Раздел на английском языке «Features of engineering and hydrogeological conditions of the territory»	

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Кузеванов Константин Иванович	К.Г.-М.Н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Савичев Олег Геннадьевич	Д.Г.Н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ91	Алиеву Мирвану Гюлметовичу

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии.
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Природообустройство и водопользование (20.04.02)

Тема ВКР:

Гидрогеологические условия участка строительства электростанции города Калининград	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: гидрогеологические условия в период эксплуатации ТЭС. Область применения: прогноз изменений гидрогеологических условий для водозаборов ТЭС
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019)
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> - отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; - превышение уровней шума и вибрации; - тяжесть физического труда; - движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; - утечки токсичных и вредных веществ в рабочую зону; - недостаточная освещённость рабочей зоны;
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы, выхлопные газы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (осушение водоносного горизонта - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, нарушение естественного залегания пород)
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: наводнения, ураганы, лесные пожары, возгорания ГСМ,

	затопление и подтопление территории Наиболее типичная ЧС: затопление и подтопление территории
--	--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пашков Е.Н.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Алиев Мирван Гюлметович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ91	Алиев Мирван Гюлметович

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Природообустройство и водопользование

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

Влияние геологического строения на элементный состав природных объектов приповерхностного горизонта на примере Батуринского рудопроявления золота Томской области	Работа с научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	31.01.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		31.01.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Алиев Мирван Гюлметович		31.01.2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему Гидрогеологические условия участка строительства электростанции (г. Калининград) состоит из текстового документа 164 с. текста, 20 рис., 44 табл., 46 литературных источников.

Актуальность темы исследования заключается в том, что эксплуатация ТЭС связана не только с использованием водных ресурсов, но и с неизбежным проявлением техногенного влияния на уровенный режим подземных вод. Потребности энергетического комплекса связаны с использованием большого количества водных ресурсов, что может негативно сказываться на состоянии подземной гидросферы. Поэтому обоснование рациональной схемы использования подземных вод требует проведения комплекса работ по их изучению, включая оценку возможных изменений гидродинамического режима фильтрации. Для сохранения нормальных условий эксплуатации электростанции должен быть выполнен с целью прогноз изменений гидрогеологических условий территории под влиянием инженерного освоения территории.

Цель работы: оценить роль подземных вод на этапе строительства и эксплуатации проектируемых объектов ТЭС.

Для реализации поставленной цели необходимо решить ряд задач: сбор, систематизация и анализ имеющихся фондовых материалов по геологическому строению и гидрогеологическим условиям района строительства, анализ материалов инженерных изысканий, оценка гидрогеологических условий, прогноз возможных изменений гидрогеологических условий под влиянием техногенных факторов, в том числе с применением инструментов гидродинамического моделирования.

Для компьютерной реализации модели была выбрана программа моделирования Processing Modflow. Программа позволяет осуществлять моделирование стационарных и нестационарных условий в многослойных

трехмерных изотропных и анизотропных системах. В качестве вспомогательных средств предварительной подготовки исходных данных для разработки модели гидрогеологических условий участка строительства ТЭС применялись программные средства и комплексы Excel, AutoCad.

В рамках работы с помощью средств математического моделирования программного комплекса Processing Modflow воспроизведены гидрогеологические условия участка строительства ТЭС и изучено влияние граничных условий территории.

Выпускная квалификационная работа оформлена с помощью средств Microsoft Office Word и представлена в электронном распечатанном видах на листах формата А4.

СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

ТЭС – топливная электростанция

ИГЭ – инженерно – геологические условия

ГОСТ – государственный стандарт

ПДК – предельно допустимая концентрация

СанПиН – санитарные правила и норма

СП – санитарные правила

Оглавление

РЕФЕРАТ	10
СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ	12
Введение	15
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА О ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ	18
1.2. История развития гидрогеологического моделирования	20
ГЛАВА 2. ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ	25
2.1. Изученность условий. Физико – географические особенности территории.	25
2.2. Зонально-климатические особенности	33
2.3. Регионально-геологические особенности	48
2.3.1. Геологическое строение и рельеф	49
2.3.2. Гидрогеологические условия	55
2.3.3. Инженерно-геологические особенности грунтов	58
2.3.4. Современные геологические процессы	60
ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ	61
3.1. Цели, задачи гидрогеологических работ	61
3.2. Методика оценки гидрогеологических условий	63
3.2.1. Изучение геологического строения	63
3.2.2. Геофизические исследования	65
3.2.3. Изучение свойств горных пород	69
3.2.4. Результаты гидрогеологических работ	73
4. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	78
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	90
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	91
5.2. Производственная безопасность	92
5.3. Анализ вредных и производственных факторов	94
5.3.1. Отклонение показателей микроклимата помещений	95
5.3.2. Недостаточная освещенность рабочей зоны	96
5.3.3. Тяжесть физического труда	98
5.3.4. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования	100
5.3.5. Утечки токсических и вредных веществ в рабочую зону	101

5.3.6. Превышение уровней шума и вибрации.....	102
5.4. Экологическая безопасность	104
5.5. Чрезвычайные ситуации	106
Выводы по разделу.....	107
6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	109
6.1. Цели и результат проекта	109
6.1.2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	110
6.1.3. Анализ конкурентных технических решений	111
6.1.4. SWOT-анализ	113
6.1.5. Оценка готовности проекта к коммерциализации	116
6.1.6. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	118
6.1.7. Инициация проекта	118
6.1.8. Планирование управления научно-техническим проектом.....	120
6.1.9. Иерархическая структура работ проекта	120
6.2. План проект.....	121
6.2.1. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	124
6.2.2. Расчет материальных затрат НТИ	124
6.2.3. Основная заработная плата исполнителей темы.....	126
6.2.4. Дополнительная заработная плата для исполнителей темы	128
6.2.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	128
6.2.6. Накладные расходы.....	129
6.2.7. Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта...	129
6.2.8. Реестр рисков проекта.....	130
6.3.1 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности	131
6.3.2. Оценка сравнительной эффективности исследования	136
Выводы по разделу.....	140
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	141
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	144
ПРИЛОЖЕНИЕ А	148

Введение

Аннотация практической направленности работы: Исследования гидрогеологических условий для обоснования строительства электростанции.

Актуальность работы.

Эксплуатация ТЭС связана не только с использованием водных ресурсов, но и с неизбежным проявлением техногенного влияния на уровеньный режим подземных вод. Потребности энергетического комплекса связаны с использованием большого количества водных ресурсов, что может негативно сказываться на состоянии подземной гидросферы. Поэтому обоснование рациональной схемы использования подземных вод требует проведения комплекса работ по их изучению, включая оценку возможных изменений гидродинамического режима фильтрации. Для сохранения нормальных условий эксплуатации электростанции должен быть выполнен с целью прогноз изменений гидрогеологических условий территории под влиянием инженерного освоения территории.

Для водозаборов ТЭС такая работа должна быть выполнена с целью прогноза изменений гидрогеологических условий территории под влиянием возведения современных сооружений.

Возможное воздействие проектируемого строительства на гидрогеологические условия связано со следующими причинами:

1. В ходе строительства предусмотрена инженерная подготовка территории в виде замещения грунтов (ил, торф) песком средней крупности и подсыпка песка до абсолютных отметок от +1,4 до +2,5 м. Это приведет к изменению коэффициента фильтрации водовмещающих пород и условий формирования потока подземных вод на территории.

2. Увеличение инфильтрационного питания в ходе эксплуатации проектируемого объекта, поскольку электростанции относятся к объектам с высоким уровнем водопотребления.

Для оценки потенциальных изменений после инженерной подготовки и на период эксплуатации проектируемого объекта гидрогеологическое моделирование рекомендуется выполнять в три этапа:

1. Решение обратной задачи – построение модели, отражающей существующие в настоящее время гидрогеологические условия.

2. Решение первой прогнозной задачи для условий изменения коэффициента фильтрации на участке замещения грунтов и подъема уровня дневной поверхности на 1,4-2,5 м в соответствии с проектом инженерной подготовки.

3. Решение второй прогнозной задачи для условий увеличения инфильтрационного питания в период эксплуатации электростанции в связи с утечками воды.

Цель работы – оценить роль подземных вод на этапе строительства и эксплуатации проектируемых объектов ТЭС

Задачи:

1. сбор, систематизация и анализ имеющихся фондовых материалов по геологическому строению и гидрогеологическим условиям района строительства;

2. анализ материалов инженерных изысканий;

3. оценка гидрогеологических условий;

4. прогноз возможных изменений гидрогеологических условий под влиянием техногенных факторов, в том числе с применением инструментов гидродинамического моделирования

Объект. Калининградская область, Светловский городской округ, п. Взморье, подземные воды в пределах сферы взаимодействия объектов проектирования ТЭС

Предмет. прогноз изменения гидрогеологических условий на участке проектируемого строительства

Научная новизна работы. Установить закономерности формирования распространения гидрогеологических условий территории под

влиянием строительства объекта повышенной уровня ответственности - тепловой электростанции (ТЭС, п. Взморье, Светловский городской округ, Калининградская область)

Автор будет защищать:

1. результаты исследований гидрогеологических условий территории;
2. результаты исследований по оценке признаков гидрогеологических характеристик;
3. результаты исследований по прогнозу состояния территории с помощью гидродинамического моделирования

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА О ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Важность активного внедрения моделирования гидрогеологических условий выступает на первый план, так как это один из инструментов изучения прогнозного использования ресурсов территории инженерной деятельности человека, на всех этапах исследования. Являясь относительно молодым направлением, гидрогеологическое моделирование зарекомендовало себя как один из наиболее достоверных и доступных инструментов, выполняющее в максимально сжатые сроки огромный спектр гидрогеологических задач.

В гидрогеологии моделирование рассматривается как инструмент познания общего путем его разложения на составные части, данная методика нашла свое применение на базе вычислительных машин, выполняющих десятки тысяч операций за доли секунд. Это позволяет ускорить процесс получения информации и минимизировать ошибки, возникающие в производственных процессах.

Анализ гидродинамического режима подземных вод неразрывно связан с гидрогеологическим моделированием [1]. Изучение гидродинамического режима позволяет установить генезис подземных вод, выявить закономерности трансформации водного режима, понять процессы обуславливающие изменения, происходящие в подземных водах. Программные обеспечения на базе моделирования, с помощью уже существующих исходных данных и алгоритмов, значительно облегчают поиски конечного результата.

Формирование режима подземных вод под действием метеорологических, гидрологических и антропогенных факторов зависит от разнообразия природных режимообразующих условий: степень расчлененности рельефа, почвенный покров, растительность, геоморфологическое строение территории, геологическая структура, общая

климатическая характеристика данного района, строение водовмещающих пород и зоны аэрации.

Формирование инфильтрационного питания анализируемого инфильтрационного потока в масштабе модели подталкивает на детальное изучение структурных особенностей ландшафта и почвенно – растительного покрова. Влияние факторов проявляется в образовании сосредоточенной инфильтрации под отрицательными формами рельефа, нежели сосредоточение на участках с плоскими и положительными формами рельефа. (В.М. Шестаков, С.П. Поздняков, 2005) [2].

Гидродинамический анализ проводится на основе определенной гидродинамической модели процесса, включающей в себя уравнения баланса потока уравнения движения (представляющие собой выражения закона фильтрации) применительно к принятой структуре течения потока. Целью гидродинамического анализа может быть либо прогноз изменения элементов (уровней расходов) потока, либо определение геофильтрационных характеристик водоносных пластов (проницаемости и ёмкости) и баланса подземных вод (инфильтрации, испарения, поглощения).

При гидродинамическом анализе режима подземных вод наиболее важным является четкое обоснование геофильтрационной схемы изучаемого участка потока, особенно структуры течения и пространственного изменения параметров.

В практике гидрогеологических исследований применяется главным образом математическое моделирование, описываемое одинаковыми дифференциальными уравнениями, которые рассматриваются как аналог процесса движения подземных вод.

1.2. История развития гидрогеологического моделирования

Первое историческое упоминание о движении подземных вод на основании законов фильтрации было выдвинуто французским ученым Анри Дарси в 1856 г. на основании результатов экспериментов, направленных на изучение поведения воды в замкнутой среде в лабораторных условиях. Данный закон послужил фундаментом для начала исследований в области теории движения подземных вод, фильтрационных расчетов и в дальнейшем его применением в инструментах гидрогеологического моделирования.

Для характеристики движения идеальной жидкости описаны и применены на практике значительный перечень дифференциальных уравнений: уравнение Эйлера о движении идеальной жидкости; уравнение неразрывности и уравнение состояния. Важное значение в решении данной задачи имеет закон сохранения энергии, который в частном случае выражается уравнением Бернулли.

При изучении динамики подземных вод нельзя рассматривать подземные воды в отрыве от горных пород в которых они залегают, поэтому большое значение для динамики подземных вод имеет классификация А. Ф. Лебедева (1930) в основании которой было положено рассмотрении основных видов и закономерностей распространения воды в породах [3].

Как самостоятельный раздел гидрогеологии динамика подземных вод был выделен Г.Н. Каменским. Он сформулировал основные задачи, методы их решения, дал определение науки, издал учебник в 1935 г.

Большой вклад в изучении проблемы движения воды в недрах Земли внесли Е.В. Пиннекер и С.Л. Шварцев, предложившие выделять в качестве самостоятельного геологическое движение воды, характеризуя воду как предмет особой геологической материи, занимающей определенные объемы и строгое положение в горных породах.

С.Л. Шварцев, предложил необходимость различать движение воды, как индивидуальной физической материи в различных агрегатных

состояниях (газообразном, жидком, твердом) имеющей физические и химические взаимосвязи с горными породами и в последствии трансформирующиеся (благодаря этим связям) в новые формы движения. Вследствие таких изменчивых свойств воды имеет смысл говорить о ней как о единой геологической форме движения и учитывать все нюансы при прогнозировании динамики вод в недрах земли. С.Л. Шварцев в своем научном труде «Общая гидрогеологии» изучал пространственно – временные формы залегания подземных вод, рассматривал вопрос гидрогеологической структуры как емкости (резервуара) подземных вод, как основу водонапорной и водообменной системы [4].

Н.Н. Биндеман, Л.С. Язвин, 1970 г. «Оценка эксплуатационных запасов подземных вод» в данном методическом руководстве рассматривается определение основных расчетных гидрогеологических параметров, гидродинамическими методами. Данные характеристики так же находят отражение в решении различных прогнозных задач и выполняют роль «перечня критерий» необходимых для нормальной работы модели на примере метода оценки эксплуатационных запасов. Методическое руководство указывает что наиболее полно и точно параметры (коэффициент фильтрации, пьезопроводности, уровнепроводности и приведенный радиус влияния и др.) неразрывно связанные с правильной работой алгоритмов моделирования, могут быть определены лишь в случае проведения опытных работ (откачек). [5].

Обширный перечень инструментов моделирования доказывают свою эффективность при возможности учета разнообразия природных условий, факторов связанных с учетом особенностей фильтрации, повышение качества исходной информации, разработанной методологии и квалификации пользователя. Все эти особенности моделирования как метода исследований, а также специфика решения задач моделированием предъявляют определенные требования к качеству и количеству исходной

информации, к видам и методике проведения гидрогеологических исследований. [6,7].

На современном этапе изучения гидрогеологическое моделирования нашло отражение в большом перечне монографий и научных статей.

В труде Ленченко Н.Н. «Динамика подземных вод» (2005) изложены гидродинамические основы режима и баланса подземных вод, прогноза и изменения уровня грунтовых вод в зоне влияния различных гидротехнических сооружений, теоретические основы и практические решения для водопритока к скважинам, обоснования опытно – фильтрационных работ, исследовании миграции и влагопереноса.

Методики моделирования, существующие в настоящее время помогают рационально использовать подземные воды, что в нынешнее время дефицита питьевой воды, является особенно актуальной проблемой. На основании труда Оран Э. Борис Дж. «Численное моделирование реагирующих потоков (–М.: Мир, 1990. – 662с.) было составлена научная статья Троянским Максимом Сергеевичем «Компьютерное моделирование фильтрации подземных вод» (2012 г.) в которой говорится о важности разработки современных методик моделирования, о создании на их основе информационной системы моделирования, решение которой позволит упростить процесс моделирования и повысить достоверность полученных результатов.

Также следует выделять конкретный прикладной характер изучения динамики подземных вод, в составе анализа методов оценки запасов подземных на примере условного месторождения полезных ископаемых.

Примеры использования инструментов моделирования при решении задач, связанных с хозяйственным и питьевым водоснабжением, нашли свое отражение и в трудах зарубежных авторов. Анализируя различные вариации водопотребления и водоотбора в локальных и региональных масштабах (Э. Паттен, «Гидрогеологическое прогнозирование», 2009 г.) автор, используя конечно – разностную модель Трескотта, разработал предварительную

цифровую модель водоносного горизонта Мадисон (бассейн Паудер – Ривер, штат Вайоминг, США). Цель моделирования заключалась в том, чтобы установить: модели фильтрации подземных вод в пределах водоносного горизонта; определение недостающих данных, выявление наиболее чувствительных к изменениям параметров и адекватность модели; проведение предварительной оценки воздействия, предполагаемого водоотбора на региональные гидрогеологические условия [9].

В условиях возведения сооружений могут возникать ситуации связанные со стесненностью застройки. В таких случаях применяются различные инженерные решения, например, в виде установления подземных коммуникаций или подпорных стенок, что в последующем может оказать значительное влияние не только на грунтовые основания, слагающие площадку строительства, но и на гидрогеологические условия вокруг территории.

Данная проблема и пути ее решения описаны в научном труде В.В. Орехова, С.Н. Хохотва, Г.В. Алексеева «Математическое моделирование изменения гидрогеологического режима территории в результате строительства подземного комплекса» (2016 г.) в которой описан прогноз изменения гидрогеологического режима путем математического моделирования фильтрационных процессов численными методами с помощью специализированного ПО. Были составлены карты изменений уровней подземных вод по результатам моделирования в количестве – 3 варианта. В каждом варианте рассматривались различные сценарии степени проницаемости стен в грунтах. Результаты выявили, что строительство комплекса на данной территории окажет заметное влияние на естественный геофильтрационный режим территории.

Огромный спектр программного обеспечения в области моделирования, дает внушительный результат в понимании закономерностей гидрогеологических процессов и решения прогнозных задач. Имея колоссальное количество преимуществ моделирование имеет и недостатки.

Решение задач, стоящих в моделировании в основном направлено на изучение гидрогеологических процессов, происходящих на «локальных» территориях. Региональные, а уж тем более глобальные гидрогеологические свойства и условия, моделирование в силу своего узкого спектра учета взаимодействий решить не способна.

ГЛАВА 2. ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ

2.1. Изученность условий. Физико – географические особенности территории.

В административном отношении территория изысканий расположена в Калининградской области, на расстоянии 11 километров восточнее г. Светлый, и 1,4 километра юго-восточнее п. Взморье, на берегу Калининградского морского канала Балтийского моря.




 - участок размещения проектируемой застройки

Рисунок 1.1 – Схема размещения проектируемой застройки

Калининградская область характеризуется из себя анклав и является самой западной территорией России. На севере и востоке граничит с Литовской Республикой, на юге – с Республикой Польша, на западе омывается Балтийским морем. Расстояние до ближайшей области России – Псковской области превышает 300 км, по морскому пути до ближайшего

порта Санкт – Петербург 1100 км. По площади Калининградская область самая маленькая в России и составляет 22,03 тыс. км³, из них 13,6 тыс. км² приходится на сушу и 8,43 тыс.км² - на море. Территория области (суша) вытянута с запада на восток на 205 км, а с юга на север на 108 км. Административный центр - город Калининград [10].

Территория Калининградской области расположена в западной части Восточно-Европейской платформы и полностью входит в площадь Балтийской и Польско-Литовской синеклиз.



Рисунок 1.2 – Физическая карта Калининградской области

М – 1:700 000

Калининградская область до 1945 г. располагалась на территории Восточной Пруссии, относилась к Кенигсбергскому и Гумбиненскому районам. Исторически, геологическое изучение территории делилось на три этапа: период до 1945 г., исследование немецкими геологами ее

геологического строения в советский и постсоветский периоды. К числу наиболее значительных достижений первого периода относятся исследования Е. П. Толстого. Заддах (1867), выявивший буроголистые и глауконитовые образования в третичных отложениях, а также А. Энш (1903, 1908) и А. Торнквист (1910) труды которых были посвящены изучению янтарносодержащих отложений палеогена [10].

Вопросами геологического строения, гидрогеологии и полезных ископаемых занимались О. Линстов (1920–1922), П. Краузе (1924, 1925, 1938), К. Андер (1925), Е. Краус (1931) и др. В довоенный период основной курс изучения был направлен на верхнюю часть геологического разреза территории – исследования палеогена, в который включались янтаросодержащие и четвертичные отложения. Немецкие геологи также занимались вопросами обнаружения залежей бурого угля и крупных залежей торфа, некоторые из которых все еще разрабатываются.

Одновременно с геологическим изучением недр проводились и гидрогеологические работы, в которых были выдвинуты теории о возможном залегании в подземных горизонтах территории соляных пластов.

В первой четверти прошлого века были также проведены первые обследования геологической структуры прибрежных зон и динамики береговых процессов на южных побережьях Балтийского моря.

Наиболее масштабные геологические исследования в Калининградской области проводились в послевоенный советский период. К ним относятся геологические изыскания различного масштаба и поисковые работы, проводимые в сочетании с геофизическими и геохимическими исследованиями.

В 1946 г. И. И. Родионовым в послевоенный период исследований на базе треста «Спецгео» были построены геологическая и гидрогеологическая карты масштаба 1:500 000 листа N-34, Е. Г. Чаповским и Р. П. Теушем – карты фактического материала листа и журналы буровых скважин, в которые вошли наименования и расположения гидрогеологических скважин. В 1947 г.

совместными усилиями Р. П. Теуш и Т. В. Ханонина в целях исследования гидрогеологических условий Калининградской области и примыкающих районов Польши, была построена гидрогеологическая карта масштаба 1:100 000. В последующие годы систематические геологические работы велись Пятым Геологическим отделом (1951–1952 гг.), а позже – геологическими экспедициями, входившими в состав СЗТГУ. В советский период на территории проводились геологические и гидрогеологические изыскания (Шумская, Валуев, 1951–1952 гг.), геолого-гидрогеологические изыскания (1961–1967 гг., масштаб 1:200 000), комплексные гидрогеологические и инженерно-геологические изыскания для мелиоративных целей (Ласберг, Ельцина, 1962–1964 гг., 1969–1971 гг., масштаб 1:50 000).

В результате комплексного сбора выполненных работ на территорию Калининградской области были построены геологические и гидрогеологические карты дочетвертичных и четвертичных образований, которые не всегда соответствовали требованиям существующих условий. По результатам обследований 1961–1967 гг. в 1983 г. были опубликованы карты масштаба 1 : 200 000 для северной части территории (листы N-34-(IX, X, XI)). В 1986 г. на лист N-(34), (35) – Вильнюс, в который входила Калининградская область, была опубликована Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 1 000 000 под редакцией В. П. Кириковой (ВСЕГЕИ) (1986). Карта основана в уникальной легенде, выпущенной в 1978 г. и обновленной в результате правок над листом. Её главная суть заключалась в проведении синтеза существующих материалов, формирование консолидированной геологической карты, изложение закономерностей геологической структуры и развития территории [11].

Набор опубликованных карт включает в себя карты дочетвертичных и четвертичных образований. Большое значение придавалось изучению дна Балтийского моря. В 1978 г. был подготовлен набор геологических карт в масштабе 1:500 000, включая карту поверхностных отложений, геоморфологическую карту и геологическую карту дочетвертичных

образований. Впервые были построены карты дочетвертичного рельефа и мощности горизонтов четвертичных отложений. В 1991 г. международный коллектив авторов под редакцией А. Григиалиса (ЛитНИГРИ, ВСЕГЕИ, ВНИИморгео, АО ИОАН СССР и др.) опубликовал комплект карт дна Балтийского моря и прилегающих частей суши [12]. В процессе создания комплекта были собраны все имеющиеся на тот период данные по району Балтийского моря. В момент нахождения советской власти на территории Калининградской области были выполнены большие объемы геологоразведочных работ, в результате которых были открыты 6 нефтяных месторождений. В 1982 г. на шельфе началось разведочное бурение, а в 1983 г. крупнейшее месторождение нефти в Калининградской области - Кравцовское.

Из числа широко известных природных строительных материалов обнаружены и разведаны месторождения песков, песчано-гравийного и глинистого сырья. Выполнены изыскательские работы, направленные на поиск источников водоснабжения, в результате которых выявлены и эксплуатируются месторождения пресных и минеральных вод. Вследствие большого объема нефтепоисковых работ, основанных на сведениях геофизических исследований и глубокого бурения, уточнена геологическая структура местности [13].

В результате проведения работ Калининградской гидрогеологической экспедиции, для всей территории района, в том числе и на примыкающую к ней акваторию, созданы геологические карты четвертичных и дочетвертичных образований, в сочетании с картами полезных ископаемых масштаба 1 :200 000. Выполненные карты соответствуют легенде Калининградской серии листов. В дополнение к выше перечисленным картам в комплект отчетных карт входят схемы геоэкологических исследований и нефтесодержания в Калининградской области масштабом 1:500 000.

Наиболее масштабные исследования проводились ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть» и ОАО «Калининграднефть» которые были

ориентированны на поиски нефти в Калининградской области. По итогам проведенных работ были разработаны новые месторождения нефти, выявлены перспективные локальные участки, 7 из которых уже были подготовлены к бурению. В 2003 г. была запущена эксплуатация месторождения Кравцовское, расположенное в акватории Балтийского моря.

Геологоразведочные и разведочные работы, проводимые в регионе, сопровождались большим объемом геофизических исследований: магниторазведка, гравиразведка и сейсмические работы. Большая часть работ по магнитной и гравитационной разведке была проведена в советский период.

Территория сухопутной части Калининградской области изучалась методом аэромагнитной съёмки в масштабе 1 : 200 000, проведенной в 1957 г. в рамках Программы по созданию Государственной сводной карты зон аномального магнитного поля бывшего СССР. Около 65 % территории суши Калининградской области было изучено наземными магнитными съёмками масштаба 1: 50 000, выполненными в период с 1980 по 1987 г. на четырёх площадях [14].

Территория листа N-34 – Калининград в полном объеме представлена гравиметрическими съёмками масштабов 1:50 000 и 1:200 000, выполненными в период с 1952 по 1993 г. [14]. По итогам съёмок масштаба 1:200 000 была составлена гравиметрическая карта Восточно - Европейской платформы в масштабе 1:1 500 000 с плотностью промежуточного слоя 2,67 и 2,3 г/см³.

В 2001 году была создана композитная матрица аномалий гравитационного поля на условном уровне с плотностью промежуточного слоя 2,67 и 2,30 г /см³ для земельного участка в пределах одного из объектов АО КЦ "Росгеофизика". Сейсморазведка в регионе проводилась с 1967 по 1974 год трестом "Спецгеофизика", с 1974 по 1980 год объединением "Союзгеофизика", в 1980-1990 годах. Калининградская комплексная геофизическая экспедиция ПГО "Севзапгеология" в 1990-1994 годах.

В рамках решения производственных задач одного из объектов «Росгеофизики» для территории области в 2001 г. подготовлена сетка аномалий поля силы тяжести с плотностью промежуточного слоя 2,67 - 2,30 г/см³. Также на территории суши выполнялись сейсморазведочные работы (1967 по 1998 г.) различными трестами, геофизическими экспедициями производственными объединениями [14].

Систематические нефтеразведочные сейсмические работы в акватории Калининградского шельфа были начаты в 1976 г. в рамках интересов советской программой по изучению сектора Балтики, выполненные международной организацией «Петробалтик».

За период совместных трудов (1976–1988 гг.) сейсморазведкой была изучена практически вся акватория, прилегающая к Калининградской области. Приблизительная плотность сейсморазведки территории составляла 1,1 км/км². Лишь только 3% из общей площади шельфа, которая приходится на зону мелководья, не было затронуто этими исследованиями.

В 1999 году АО КЦ "Росгеофизика" были проведены работы карт суши района исследований для четырех отражающих горизонтов, по причине необходимости создания карт нефтеносности и тектонических карт для обновления геологических данных и подготовке к изданию комплектов Госгеолкарты.

Геохимические работы на площади листа N-(34) проводились в период с 1983 по 2000 г. Геохимические работы масштаба 1:1 000 000 были проведены совместно с мониторингом геологической среды Калининградской области. В ходе работы по станциям наблюдательной сети выполнялось опробование подземных вод в скважинах. Результаты анализов проб воды и карты результатов гидрогеохимического опробования утеряны либо сильно повреждены. По результатам отчетов, отсутствуют пригодные для анализа данные и карты (анализы проб воды, карты гидрогеохимического опробования), построенные по итогам работ.

В ходе мониторинга геологической среды Калининградской области

использованы результаты спектрального анализа литохимических исследований почв. В результате был создан набор геолого-геохимических карт Геохимической основы листа N-34 в масштабе 1 : 1 000 000 для территории Калининградской области.

В процессе исследований на территории области обнаружены геохимические аномалии, перспективные на выявление драгоценных металлов. Сделан вывод о том, что для выявления литохимических аномалий вероятных месторождений драгоценных металлов в покрове платформы необходимо проведение более детальных геохимических поисков[13].

В рамках научных трудов, направленных на изучение геологической структуры Калининградской области особое влияние, внесли литовские геологи: Л. Ротките, А. Григялис, В. Йодказис, Ю. Киснерюс, А. Слапа, В. Нарбутас, и др. Значительный вклад в изучении геологической структуры дна Балтийского моря занимают исследования сотрудников АО ИОРАН. Комплексные знания того времени о регионе включила в себя монография «Геология Балтийского моря составленная и подготовленная на основании морских экспедиций в 1976 г. В 2001 году опубликована монография Г.С. Харина «Стратиграфия Калининградского региона, посвященная вопросам стратиграфии области. Также стоит упомянуть многочисленные научные работы сотрудников КГУ которые были посвящены изучению шельфа и экологии региона.

На протяжении многих лет сотрудники ВНИГРИ Ю. И. Цытнер, В. Н. Макаревич, А. А. Отмас и др. занимались вопросами нефтеносности в странах Балтии. Многочисленные статьи В. А. Загородных (ООО "Балтгеолресурсы") посвящены минеральным ресурсам Калининградской области.

В рамках проекта «Создание комплектов государственных геологических карт масштаба 1 : 1 000 000, была выполнена Государственная геологическая карта на лист N-(34) – Калининград масштаба 1 : 1 000 000 третьего поколения.

Базой для составления тематических карт послужил доклад о результатах исследований по объекту «Производство геологического, гидрогеологического доизучения, геолого-экологических исследований и картографирования территории Калининградской области масштаба 1:200 000, картосоставительских работ масштаба 1 :200 000 на акватории Южной Балтики (в пределах экономической зоны России, прилегающей к Калининградской области) и подготовка к изданию комплектов Госгеолкарты-200 (новая серия) листов N-34-(II–III), (VIII–XI), (XIV–XVII) (все частично) за 1993–2002 гг.» [13].

Также, был использован огромный перечень фондовых материалов (отчеты об исследованиях различных лет, полевые паспорта, государственные балансы) и кадастры, а также многочисленные опубликованные материалы. Это первый случай, когда для этой территории был составлен такой полный набор карт, охватывающих акваторию и материк. Карты, включенные в комплект, основаны на Центральноевропейской серийной легенде, утвержденной НРС МПР Российской Федерации в 2001 году в соответствии с установленными нормативными документами [16].

2.2. Зонально-климатические особенности

Климат Калининградской области из – за близкого расположения Балтийского моря варьируется от морского к умеренно-континентальному. Количество атмосферных осадков в среднем составляет от 650 до 940 мм в год. Количество осадков превышает испарение, что приводит к сезонному избыточному увлажнению. Среднегодовая температура воздуха территории +7,6°С. Среднегодовая температура самого холодного месяца (январь) -2...-4°С, самого теплого (июль) +17...+18°С. Абсолютная минимальная температура воздуха наиболее холодного месяца -33°С, абсолютная максимальная температура воздуха +37°С. Преобладающими ветрами на

территории являются западные и юго-западные. Средняя скорость ветра на побережье достигает 5-6 м/с, в южных и восточных районах области 3,5-4 м/с. Сильные ветры со скоростью более 15 м/с (штормовые) бывают осенью и зимой. Штормовые ветры иногда достигают ураганной силы до 25-40 м/с [17].

Климат

Область находится в зоне западных ветров и постоянного нагона вихревых воздушных масс тропического и арктического происхождения характеризующаяся частыми сменами воздушных потоков – циклонов и антициклонов. Климат Калининграда переходный, от морского к умеренно континентальному.

Существенное влияние на климат оказывают воздушные массы Атлантического океана. Большую часть года (осень - зима - весна) над районом распространена циклоническая деятельность. В весенне-летний период распространяются глубокие антициклоны, которые приносят холодные воздушные массы с Баренцева и Карского морей, а также при ветре южных и юго-восточных направлений - сухой теплый воздух центральной и южной части материка. Как правило, в осенне-зимний период действуют циклоны, которые идут непрерывным потоком с Атлантического океана, принося теплые влажные массы с обильными осадками. Среднегодовая температура колеблется в пределах 6,5° - 7,5°С. Наиболее теплый месяц - июль. Абсолютные температуры воздуха могут существенно отличаться от средних величин. Так, за весь период наблюдений в данном районе максимальная температура достигала + 36°С, а минимальная - минус 33°С. Обычно же среднемаксимальная температура июля - августа - +19° - 22°С, среднеминимальная (январь - февраль) - минус 18° - 23°С. Продолжительность абсолютных температур невелика

Ветровой режим

В соответствии с общими циркуляционными условиями в течение года преобладают ветры западной четверти горизонта (северо-западные, юго-

западные), общая повторяемость их составляет 30-37%, реже всего наблюдаются ветры северные, северо-восточные. Среднегодовая скорость ветра резко возрастает в прибрежных районах, составляя 5-6 м/с, на востоке области она уменьшается до 3,5-4,0 м/с.

Сильные ветра со скоростью пятнадцать и более метров в секунду называются штормовыми, они бывают в Калининградской области осенью и зимой, в среднем до пятидесяти раз в год. Штормовые ветра иногда достигают до 25-40 м/сек, нанося большой урон народному хозяйству. Своеобразен ветровой режим на территории области. Ветры различны по направлению и величинам скоростей, часто меняются, бывают разными на побережье и в остальных частях области. В области в основной своей массе погода ветреная, на безветренную штилевую погоду приходится 9% от зафиксированных случаев.

Таблица 1 – Средняя месячная и годовая скорость ветра, м/с

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
	1,8	1,7	2,2	2,7	2,3	1,7	1,8	2,1	3,0	2,7	2,0	2,0	2,2

Таблица 2 – Повторяемость направлений ветра и штилей по данным Калининградской ЦГМС, (%)

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
2020 год в %	7,5	8,6	10,2	13,3	13,3	16,3	21,2	9,6

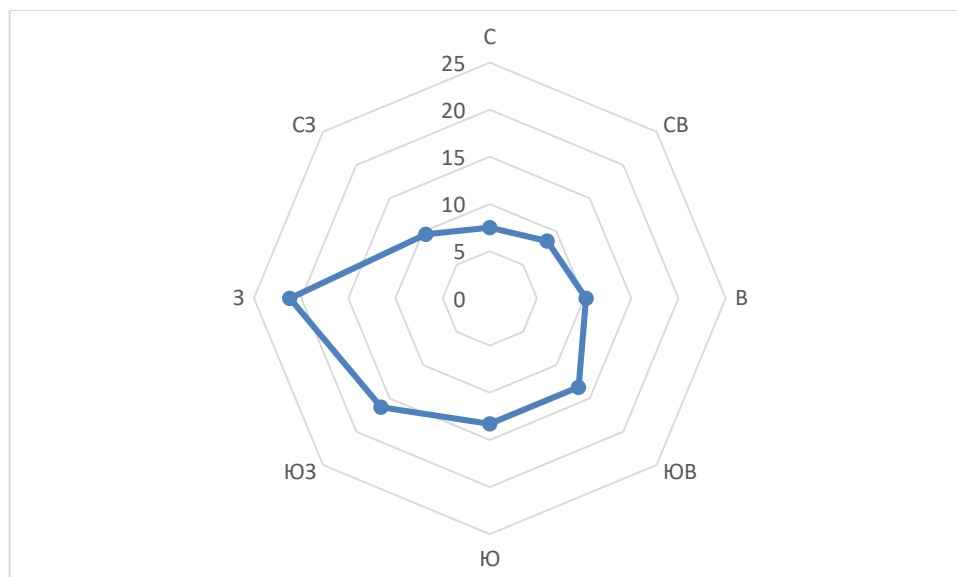


Рисунок 1.3 – Роза ветров по данным Калининградской ЦГМС.

Нормативное значение ветрового давления (w_0), согласно СП 20.13330.2016, составляет для района изысканий (III ветровой район) - 0,38 кПа (38 кгс/м²).

Температура воздуха

В административном центре области, в городе Калининграде, климат довольно мягкий, что обусловлено также влиянием Калининградского залива. Среднегодовая температура Калининграда составляет 7,9°C, в то время как в Черняховске, находящемся в восточной части территории Калининградской области, она равна 6,2°C [17].

Таблица 3 – Средняя месячная и годовая температура воздуха, °С

Климат Калининграда													
Показатель	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.	Год
Абсолютный максимум, °С	12,7	15,6	23,0	28,5	30,6	33,5	36,3	36,5	33,8	26,4	19,4	13,3	36,5
Средний максимум, °С	0,7	1,5	5,6	12,3	18,0	20,5	23,0	22,6	17,6	12,1	5,6	1,9	11,8
Средняя температура, °С	-1,5	-1,1	2,0	7,3	12,5	15,5	18,1	17,6	13,1	8,4	3,3	-0,3	7,9
Средний минимум, °С	-3,9	-3,6	-1,1	2,9	7,4	10,9	13,6	13,1	9,2	5,2	1,1	-2,5	4,4
Абсолютный минимум, °С	-32,5	-33,3	-21,7	-5,8	-3,1	0,7	4,5	1,6	-2	-11,2	-18,7	-25,6	-33,3
Норма осадков, мм	68	49	52	36	54	79	77	97	74	82	83	73	824

Источник. Погода и климат

Весна начинается в Калининградской области, как правило, к середине марта (когда температура воздуха становится выше 0°C), причем

ближе к побережью моря она приходит раньше на несколько дней. Длительность весеннего сезона в регионе составляет 96 дней, то есть на 4 дня продолжительнее календарного. Лето наступает к середине июня (когда температура воздуха превышает 15°C), при этом ближе к побережью оно начинается на 7 дней позднее. Длительность летнего сезона насчитывает 74 дня, то есть лето на 18 дней меньше календарного. Осень приходит, как правило, к концу августа (когда температура опускается ниже 15°C в течение суток), ее продолжительность в итоге 117 дней, то есть на 26 дней больше календарной. Зима приходит в середине декабря (когда температура становится ниже 0°C).

В первой половине ноября среднесуточная температура воздуха превышала климатическую норму, днем воздух прогревался до плюс 11-15 °С, 11-13 ноября- до плюс 7-9 °С. До 6 ноября погоду области определяли барические ложбины от атлантических циклонов, перемещающихся на Кольский полуостров. Ветер западных направлений усиливался до 14-18 м/с, прошли умеренные дожди.

С 7 ноября до середины месяца преобладал антициклональный характер погоды. При прояснениях ночью температура воздуха понижалась до отрицательных значений, наблюдались туманы, местами слабый дождь.

Во второй половине ноября среднесуточная температура воздуха большую часть времени также превышала климатическую норму. Преобладал циклонический характер погоды. Температура воздуха постепенно понижалась. Осадки небольшие и умеренные преимущественно были в виде дождя, но в отдельные дни зафиксирован снег, град, гололедица на дорогах. Ветер западных направлений усиливался до 15-21 м/с.

Среднемесячная температура воздуха по области в ноябре 2020г. была выше нормы на 2,9-3,4 °С. Количество осадков по области, выпавших за месяц -от 37 до 67 мм, что составляет 51- 82 % от нормы. Число дней с осадками –16-21.

Минимальная температура воздуха, равная минус 2,2°C, наблюдалась

30 ноября на метеостанции Черняховск. Максимальная температура воздуха, равная плюс 15,3°C, наблюдалась 3 ноября на метеостанциях Черняховск и Балтийск [17].

Температура почвы

Годовой ход температуры поверхности почвы в основном, аналогичен годовому ходу температуры воздуха. Состояние почвы на глубине 10–12 см по визуальной оценке увлажненности оценивается как липкое или текучее;

Таблица 4 – Средняя месячная температура поверхности почвы, °С

Температура поверхности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Средняя	-25,4	-23,7	-13,0	-0,2	10,4	20,1	23,5	18,2	8,8	-1,1	-13,5	-22	-1

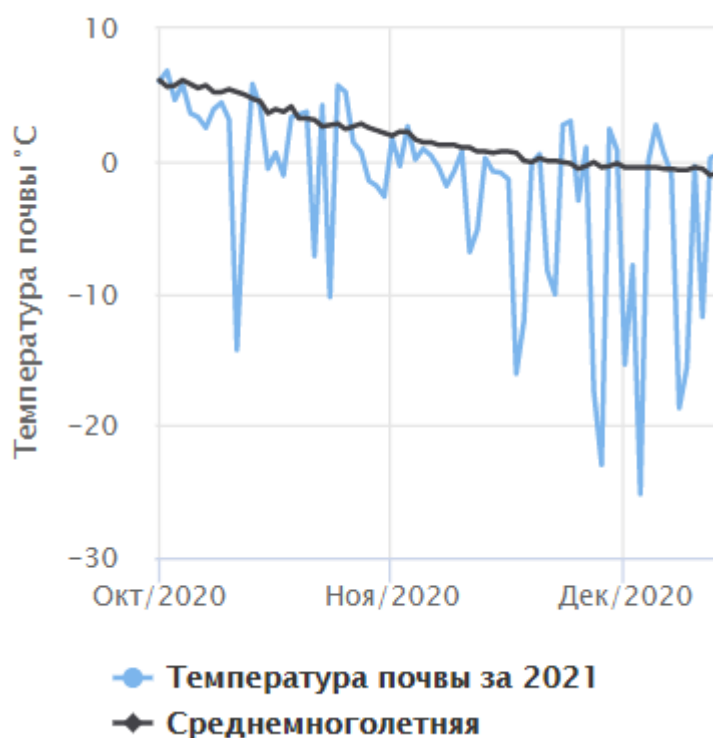


Рис.1.4 – Температура почвы на поверхности

Абсолютный максимум температуры поверхности почвы – плюс 60,7 °С (2012 г), абсолютный минимум температуры почвы – минус 32,4 °С (1940 г).

Атмосферные осадки

Режим осадков на рассматриваемой территории определяется

условиями атмосферной циркуляции, географическим положением и характером рельефа. Выпадение осадков в течение всего года обусловлено преимущественно прохождением западных циклонов. В зависимости от направления движения воздушных масс относительно горных хребтов на одних и тех же высотах наблюдается различное их количество. Наиболее значительная величина осадков выпадает на наветренных склонах и в водораздельной части хребтов, расположенных на пути воздушных масс.

Годовое количество атмосферных осадков 371 мм (см. табл.7). В течение года осадки выпадают неравномерно. В годовом ходе осадков минимум наблюдается в феврале и марте (12 мм). Основное количество атмосферных осадков, связанных с активизацией циклонической деятельности, выпадает в теплый период, и составляет 65-70 % от годовой суммы. Наибольшее их количество выпадает в июле и августе (55-56 мм). Осадки носят как обложной, так и ливневой характер. Отмечаются грозы, возможно выпадение града.

В течение года возможно возникновение туманов. Образование туманов, как и гололёдно-изморозевых явлений, объясняется радиационным выхолаживанием [17].

Таблица 5 – Месячное и годовое количество осадков, мм

Месяц	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя
Калининград	21	18	16	5	13	13	16	0	7	20	14

Таблица 6 – Суточный максимум осадков различной обеспеченности, мм

Станция	Обеспеченность %						
	5	10	20	30	40	50	80
	49	43	36	32	28	25	17

Снежный покров

К концу декабря по региону ложится устойчивый снежный покров. По данным Калининградского ЦГМС, только для 47% Калининградских зим характерен неустойчивый снежный покров. То есть, области присуще полное

таяние снежного покрова, несколько раз в течение зимнего периода, что часто является предметом холодной пасмурной и промозглой погоды в холодное время года.

Устойчивый снежный покров лежит от 110 до 145 дней, в среднем от начала декабря до конца марта. В первой половине зимы погода, как правило, неустойчивая, с частыми оттепелями. Солнце стоит низко, день короткий (в среднем 6-7 часов), снежный покров небольшой.

Вторая половина зимы заметно холоднее первой. Приходящий с запада воздух становится более холодным, но менее влажным. Поэтому облачность уменьшается, реже становятся туманы, меньше выпадает осадков, чаще вторгается арктический воздух, понижающий температуру. К концу февраля высота снежного покрова достигает максимальной величины — около 30 – 32 см [17].

Таблица 7 – Снежный покров по снегосъемкам на последний день декады, см

месяц	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	янв	фев	мар	апр	май	июн	год
число дней	0	0	0	1	6	14	19	18	11	1	0	0	69
высота (см)	0	0	0	0	2	5	7	7	3	0	0	0	
макс.выс. (см)	0	0	0	17	34	41	44	48	45	25	0	0	48

Согласно карте районирования территории РФ (СП 20.13330.2016) по расчетному значению веса снегового покрова земли площадка располагается во II районе с величиной расчетного значения веса снегового покрова на 1м² горизонтальной поверхности земли $S_g=0,80$ кПа.

Влажность воздуха

Влажность воздуха является одним из элементов режима увлажнения, имеющего большое практическое значение. С влажностью воздуха тесным образом связаны процессы испарения, образования туманов и облаков, выпадения осадков, осаднения росы, инея и т.д.

Таблица 8 – Средняя месячная и годовая относительная влажность

воздуха, %

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
85	83	78	72	71	74	75	77	81	83	86	87	79

Воздух отличается отличается высокой влажностью. Область получает большое количество осадков от 750 до 850 мм в год, кроме того здесь расположены Балтийское море. Относительная влажность зимой — 80-90%, летом 40-50%. Как правило, в году около 180 дней с осадками, ясных безоблачных дней всего около 50.

Облачность. Режим облачности формируется под влиянием циркуляционных процессов, определяющих преобладающее направление воздушных масс и их влагосодержание, а также под воздействием подстилающей поверхности. Характер облачности и ее количество в теплое и холодное время года значительно различаются. В теплый период года число ясных дней сильно уменьшается по сравнению с зимним.

Благодаря высокой температуре воздуха, более высокому его влагосодержанию, развитию процессов испарения, конвекции и условиям циркуляции наблюдается также наименьшее в течение года число ясных дней по нижней облачности.

Несмотря на это, ясных дней с облаками нижнего яруса бывает в 6-7 раз больше, чем с облаками среднего и верхнего ярусов. Заметную повторяемость (около 5%) имеют и низкие разорванные облака плохой погоды, отсутствующие в холодный период.

Метели. В половине случаев в данном районе метели возникают при скоростях ветра меньше 6 м/с. В среднем в году наблюдается 45 дней с метелью, максимально -81 день.

Особо опасны метели при низких температурах, когда снег обычно легко поддается переносу.

Туманы. Распределение туманов имеет сложный характер и находится в тесной связи с распределением атмосферного давления, ветра, температуры

воздуха, а также физико-географическими условиями. Наряду с указанными факторами на режим туманов в зимний сезон оказывают большое влияние ясное небо, слабые ветры, мощные приземные инверсии, степень увлажнения воздуха [17].

В холодный период года в местах с соответствующими формами рельефа и другими физико-географическими условиями, способствующими частой холодной воздуха при температуре -40°C и ниже образуются морозные (ледяные) туманы. Они возникают из-за дополнительного поступления в воздух влаги в результате сжигания топлива и другой производственно-бытовой деятельности. Устойчивость этих туманов обусловлена мощными приземными инверсиями, продолжительными низкими температурами воздуха и малыми скоростями ветра. Эти туманы наблюдаются только в населенных пунктах и носят чисто локальный характер.

Среднее число дней с туманом составляет 30 дней, максимальное 50 дней.

Грозы. Число дней с грозами может достигать 36 дней в году, в среднем составляет 19. Чаще всего грозы отмечаются в июле, но иногда наблюдаются в мае и сентябре. К опасным метеорологическим явлениям относят шквалы, часто сопровождающие грозы. Шквалы отличаются резким увеличением скорости ветра, которая может достигать 15 и более м/сек и кратковременными ливневыми осадками, порой в виде града и снежной или ледяной крупы [17].

Град. Град наблюдается преимущественно в теплую половину года. Обычно он сопровождается ливневыми осадками, грозами и иногда шквалистым ветром. Град во время грозы чаще всего выпадает при вторжении холодных воздушных масс, бывает нередко крупных размеров.

Среднее число дней с градом за год невелико и изменяется от 0,6 и до 0,7 дня (максимально 3 дня).

Гололедно-изморозевые явления.

Толщина стенки гололеда, мм (превышаемая раз в 5 лет) составляет 0,9 мм.

Стихийные метеорологические явления.

К стихийным (особо опасным) метеорологическим явлениям относятся такие явления, которые по своей интенсивности, району распространения и продолжительности могут нанести значительный ущерб и вызывать стихийные бедствия. В районе изысканий не выявлено развития опасных гидрометеорологических процессов, перечисленных в приложении Б СП 11-103-97.

В связи с удаленностью от ближайших водотоков территория планируемой застройки находится вне зоны затопления при наводнениях на них и зоны возможного распространения русловых деформаций. Отсутствие горных склонов исключает опасность снежных лавин и селей.

Объем снегопереноса за зиму (228,4 м³/пог.м) свидетельствует о вероятности формирования заносов на открытых пространствах. Интенсивность ветровых условий, выпадения осадков и гололедных явлений находится ниже уровня критериев учета опасных процессов (приложение В СП 11-103-97)».

Геоморфологические условия

Господствующими породами являются четвертичные отложения. Древние коренные породы повсеместно погребены под 50-100 метровой толщей различных наносов ледникового или водно-ледникового происхождения.

Рельеф области сложился в результате деятельности Валдайского, оледенения и отражает закономерное чередование обширных равнинных и низменных пространств с отдельными холмисто-рядовыми возвышенностями. По геоморфологическому строению территория представляет собой заболоченную низменность, заливаемую водой в пониженных частях в период нагонных явлений в Калининградском морском канале. Абсолютные отметки суши на исследуемой площадке составляют

0,2-4,1 м в Балтийской системе высот. Береговая линия залива изрезана, в западной части площадки имеется мелководный залив, вдающийся в сушу на 800 м [10].

Атмосферный воздух

Основной целью воздухоохранной деятельности в Российской Федерации является достижение нормативов качества атмосферного воздуха. В целях оценки состояния атмосферного воздуха устанавливаются гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха и предельно допустимые уровни физических воздействий на него (п.1 ст.11 Федерального закона от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ).

Гигиенический норматив качества атмосферного воздуха - критерий качества атмосферного воздуха, который отражает предельно допустимое максимальное содержание вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на здоровье человека.

Экологический норматив качества атмосферного воздуха - критерий качества атмосферного воздуха, который отражает предельно допустимое максимальное содержание вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на окружающую среду.

Предельно допустимый норматив вредного физического воздействия на атмосферный воздух - норматив, который устанавливается для каждого источника шумового, вибрационного, электромагнитного и других физических воздействий на атмосферный воздух и при котором вредное физическое воздействие от данного и ото всех других источников не приведет к превышению предельно допустимых уровней физических воздействий на атмосферный воздух [17].

В соответствии с п.2 ст.11 Федерального закона от 08.12.2020 г. № 96-ФЗ гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха, предельно допустимые уровни физических воздействий на

атмосферный воздух устанавливаются и пересматриваются в порядке, установленном Постановлением Правительства РФ от 02.03.2000 г. № 182.

Таблица 9 – Нормативные документы на основании которых оценивается качество атмосферного воздуха

Обозначение нормативного документа	Наименование НД
ГОСТ 17.2.3.01-86	Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов
ГОСТ 17.2.4.02-81	Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ
ГОСТ 12.1.016-79	Воздух рабочей зоны. Требования к методикам измерения концентрации вредных веществ
СанПиН 2.1.6.1032-01	Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест
ГОСТ 17.4.3.03-85	Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ
ГН 2.1.6.3492-17	Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселени
ГН 2.1.6.2309-07	Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест
ГН 2.2.5.3532-18	Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
ГН 2.2.5.2308-07	Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
РД 52.04.186-89	Руководство по контролю загрязнения атмосферы

Калининградский ЦГМС - филиал ФГБУ «Северо-Западное УГМС» - проводит мониторинг состояния загрязнения атмосферы на пяти стационарных постах. Наблюдения за состоянием загрязнения атмосферы города Калининграда проводятся ежедневно, кроме выходных дней, три раза в сутки 07:00; 13:00 и 19:00 часов местного времени. Измеряются концентрации взвешенных веществ (пыли), диоксида серы, диоксида азота, оксида азота, оксида углерода, сероводорода, формальдегида и аммиака.

Наибольшее влияние на загрязнение атмосферного воздуха города Калининграда вносят автотранспорт, предприятия коммунального хозяйства (котельные и ТЭЦ) и промышленные предприятия.

Почвы и грунты

Почвообразование на этой территории тесно связано с целым

комплексом природных особенностей, влияние которых наложило своеобразный отпечаток на почвенный покров. Оно объясняется главным образом географическим положением на границе Западно-Европейской и Восточно-Европейской почвенных областей, близостью моря, влиянием воздушных масс с Атлантики, а также спецификой формирования четвертичных отложений и рельефа. Необходимо отметить также высокую степень антропогенного воздействия на почвенный покров территории с давнего времени. Мягкий и влажный климат области способствует энергичному росту растительности, деятельности микроорганизмов и образованию гумифицированного перегнойного аккумулятивного горизонта под лесной подстилкой. Однако высокая степень увлажнения, промывной режим способствуют выщелачиванию лесных почв и подкислению продуктов органического вещества [17].

Почвы Калининградской области представлены в основном двумя типами: дерново-подзолистые и бурые лесные. Широко распространены почвы с признаком избыточного увлажнения. Местами под широколиственными смешанными лесами.

Главное отличие от дерново-подзолистых почв – неясно выраженная дифференцированность на генетические горизонты, кислая и слабокислая реакция по всему профилю. Вследствие этого их относят к бурым ненасыщенным.

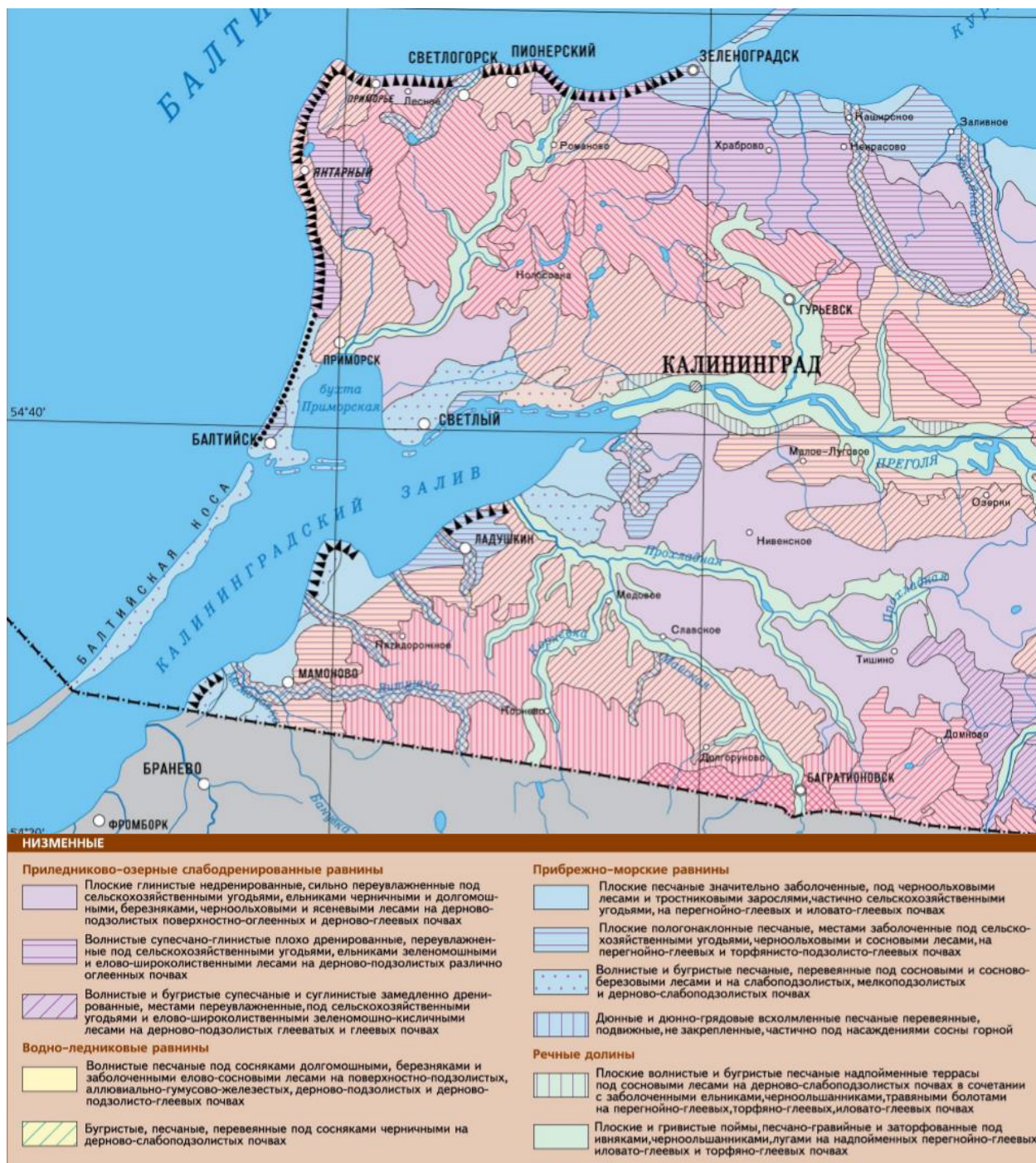


Рисунок 1.5 – Карта распространения почв в Калининградской области [10]

Подзолистый горизонт отсутствует либо имеет очень малую мощность, окрашен в светло-желто-серый цвет с сизым оттенком, иногда с охристыми примазками. Если же подзолистый горизонт отсутствует, то в нижней Куршская и Вислинская косы - наиболее крупные аккумулятивные формы рельефа на побережье Балтийского моря, их возраст около 5-6 тыс. лет.

Растительный и животный мир

Калининградская область находится в зоне смешанных лесов. Леса занимают 15% территории (ель, сосна, дуб, берёза, липа, граб, ольха). Примечательной особенностью лесов Калининградской области является их неравномерное распространение, в основном небольшими участками и массивами. В процентном отношении (лесистость отдельных районов колеблется от 7 до 37%) [18].

Следует отметить и отрицательный вклад хозяйственной деятельности человека приведшая к уничтожению огромных площадей лесных массивов. Большая часть современных лесных массивов - это лесопосадки (искусственно созданные человеком), содержащие множество интродуцентов.

В настоящее время животный мир Калининградской области включает в себя 66 видов млекопитающих, 318 видов птиц, 11 видов земноводных, 6 видов пресмыкающихся и 63 вида рыб и круглоротых.

Фауна млекопитающих насчитывает 66 видов из 7-ми отрядов и 18-ти семейств, из них 21 вид из отряда Грызуны, 14 видов из отряда Хищные, 14 видов из отряда Рукокрылые, 6 видов из отряда Насекомоядные, 6 видов из отряда Парнокопытные, 3 вида из отряда Ластоногие и 2 вида из отряда Зайцеобразные.

2.3. Регионально-геологические особенности

В структурном плане Калининградский регион расположен в платформенной области. В строении осадочного чехла принимают участие отложения палеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов, мощность которых закономерно возрастает с севера на юг до 4000-4500 м. В пределах региона на поверхности обнажаются лишь отложения кайнозойского и четвертичного возрастов. Из современных отложений в районе работ встречаются болотные отложения (bIV), мощность которых в долине р. Преголя достигают 5-10 м, по долинам рек широко развиты

аллювиальные отложения (aIV). Преимущественное положение занимают верхневалдайские ледниковые (gIIIv) и водно-ледниковые (lgIIIv) отложения, представленные песками, супесями и суглинками содержащими гравий, гальку и валунный материал. Мощность четвертичных отложений в районе работ составляет 50-100м. По результатам первого этапа изысканий в геологическом строении площадки до глубины 40 м выделены следующие литолого-генетические типы грунтов: - современные техногенные отложения, - современные болотные отложения, - современные аллювиальные отложения, - верхнечетвертичные ледниковые отложения. Современные техногенные отложения (tIV) представлены преимущественно суглинками, реже песками мощностью до 2-3 м. Современные болотные отложения (bIV) представлены торфами, средней степени разложения, различной влажности, большей частью погребенными. Мощность торфов достигает 4,0-5,0 м. Современные аллювиальные отложения (aIV) представлены песками мелкими и средними, прослоями пылеватыми, супесями пластичными, суглинками мягкопластичными и илами низкоминеральными.

Верхнечетвертичные ледниковые отложения представлены преимущественно супесями и суглинками с включением гальки и гравия до 5%, в средней и нижней части разреза с линзами песка средней крупности, крупного и гравелистого.

2.3.1. Геологическое строение и рельеф

На территории листа N-34 (в пределах Калининградской области) геологическая структура представлена образованиями протерозойского и фанерозойского типов. Кристаллический фундамент составляют раннепротерозойские отложения, залегающие от поверхности земли на глубинах от -1220 до -3100 м. Данные результаты получены в ходе комплексных сейсмических, геофизических исследований территории, а

также в ходе бурения глубоких скважин. Основными сведениями об их строении служат результаты комплексных геофизических и главным образом сейсмических исследований, а также материалы бурения глубоких поисковых скважин. Осадочные образования фанерозоя сложены практически всеми системами «Общей стратиграфической шкалы», за исключением каменноугольной и вендской.

Геологическая карта дочетвертичных отложений, континентальной части области представлена отложениями меловой, неогеновой и палеогеновой систем, в редких случаях – юрской. Дочетвертичные образования Балтийского моря представлены отложениями, пермской, триасовой и девонской систем.

В пределах акватории Балтийского моря в силурийских осадочных породах найдены отдельные проявления базальтов и долеритов мощностью до 30 м [19].

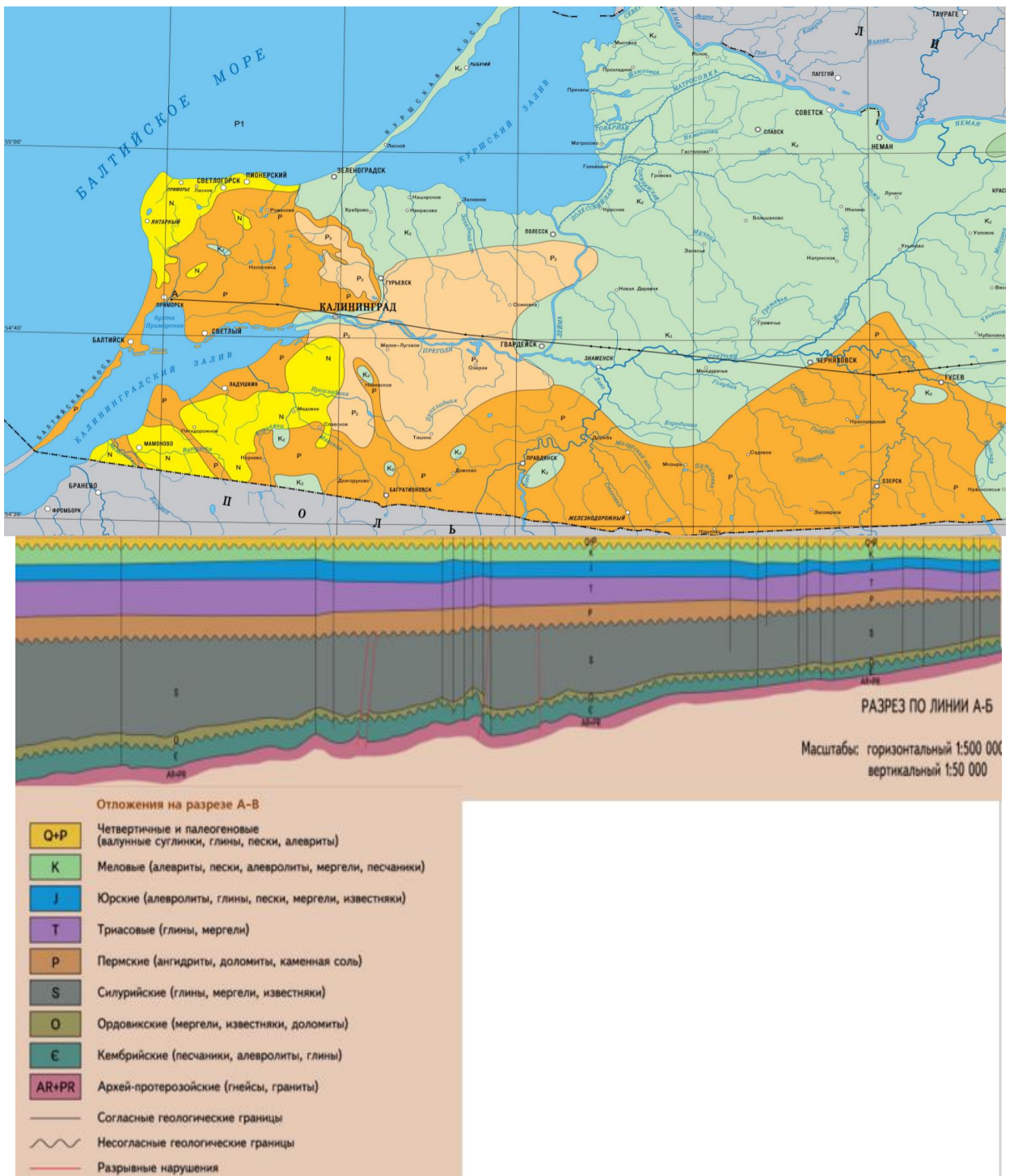


Рисунок 1.6 – Карта геологической изученности Калининградской области М-1:500 000 [20]

Территория Калининградской области располагается в пределах Куршско-Прусской низменности, в целом характеризуется равнинным холмисто-увалистым рельефом. Современный облик кровли дочетвертичных отложений рельефа сложился в результате влияния неотектонических движений и разрушительной деятельности Валдайского оледенения.

Главным фактором трансформации современных долин крупных рек (Преголя, Инстручи, Неман), являются долины древнего заложения.

Практически вся центральная часть Калининградской области покрывает Прегольская низменность, высота от абсолютных отметок моря от 14 до 25 м. Частично территория области заболочена. С Прегольской низменностью граничат: на юго-востоке – Виштенецкая (242 м), на юго-западе – Вармииская возвышенность (101 м), границей их разделения служит р. Лава. Множество рек региона берут свое начало на их склонах – Мамоновка, Прохладная, Голубая, Анграпа с притоками Красная и Писса. На северо – востоке области расположена Шешупская равнина с отметками высот 25–35 м, (исток р. Инструч) [20]. С запада Шешупская равнина граничит холмисто-моренным хребтом с отметками высот в пределах 2–40 м. Восточнее Инстручско-Самбийской гряды протянулась Полеская низменность, высота которой варьируется в пределах от 0,1 - 1,2 м.

По береговой линии Балтийского моря расположены Куршская и Балтийская косы. Куршская коса славится своими песчаными дюнами, высота которых может достигать 70 м. (пос. Морское). Геологическая структура региона характеризуется наличием двух обширных зон – суша и шельф Балтийского моря, относящиеся к субгоризонтальной равнине Восточно – Европейской платформы.

Выделенные типы зон Калининградской области обладают характерными признаками формирования и генезиса рельефа. Обширная доля территории занята аккумулятивным рельефом, сформировавшегося в эпоху Валдайского оледенения. Аккумулятивный рельеф образован на осадочных породах верхнего неоплейстоцена, представленного различными генетическими типами – морская аккумулятивная равнина бассейновой аккумуляции, лагунные равнины, морские аккумулятивные равнины, эоловые равнины, фитогенные полого-волнистые равнины с грядово-мочежинным рельефом, холмисто-рядовые образования, холмисто-рядовые, водно-ледниковые камовые равнины, озерно-ледниковые

слабоволнистые равнины.

Предельно выровненные поверхности с мелким вторичным расчленением на отметках моря 0–6 м и менее. Морская аккумулятивная равнина волновой аккумуляции представляет собой выровненные поверхности с рельефом динамической аккумуляции на отметках суши 0–3 м, моря 0–20 м. Морская аккумулятивная равнина бассейновой аккумуляции развита в центральной части акватории в виде предельно выровненных поверхностей на отметках моря 60–100 м и более. Эоловые равнины имеют локальное распространение [20].

Они имеют слабовыпуклую поверхность. Холмисто-грядовые краевые ледниковые образования приурочены к юго-западной и восточной частям рассматриваемой территории, где они образуют две дугообразные полосы субширотного простирания шириной до 15 км и более. Беспорядочно расположенные холмы с относительными превышениями 10–30 м разделены западинами и ложбинами удлинённой формы. Абсолютные отметки в среднем от 60 до 80 м, максимум 120 м, в целом постепенно снижаются с юго-востока на северо-запад.

Абсолютные отметки её поверхности в среднем от 25–30 м (по долине р. Преголя) до 70–80 м (на юго-востоке территории, вблизи краевой морены). Относительные превышения холмов составляют 10–20 м. Между холмами расположены пологие, преимущественно непроточные или равнинные участки. По относительным превышениям и углам склонов холмов выделяются части равнины со среднехолмистым, слабохолмистым и волнистым рельефом. Последние имеют преимущественное развитие. Водно-ледниковые камовые равнины имеют незначительное площадное распространение в южной и северной частях изученной территории.

Более высокие имеют, как правило, округлую или вытянутую грядоподобную форму. Склоны их часто оплывшие и пологие. В плане камы имеют округлые или слабовытянутые неправильные очертания. Относительная высота холмов 5–15 м, абсолютные отметки – около 30 м.

Относительные превышения – от 3 до 15 м. Ледниково-озерные слабоволнистые равнины – однообразные плоские и слабоволнистые равнины, развитые на отложениях ледниково-озерного бассейна, волнистая равнина представляет собой чередование широких холмов с блюдцеобразными понижениями между ними. Абсолютные отметки около 20–35 м. Относительные превышения холмов 1,5–5 м. Развиты преимущественно в центральной части изученной территории.

В целом в формировании нынешнего облика рельефа можно выделить три периода: континентальной денудации, экзарационной и аккумулятивной деятельности неоплейстоценовых ледников и послеледниковый. Континентальная денудация происходила с конца палеогена под влиянием тектонических разнознаковых движений, но с общей тенденцией к поднятию. К этому же времени была приурочена значительная регрессия Мирового океана, уровень которого был ниже современного более чем на 200 м [20].

Кроме того, к этому периоду приурочена активная речная эрозионная деятельность. Значительное снижение базиса эрозии привело к тому, что к началу эпохи оледенений относительно выровненная пенеппенизированная поверхность была прорезана каньонообразными долинами. Об этом свидетельствуют встреченные участки глубоко врезаемых погребенных долин. Второй период характеризовался активной экзарационной и аккумулятивной деятельностью плейстоценовых ледников, ставшей основным рельефообразующим фактором как на рассматриваемой территории, так и в целом на северо-западе Русской платформы. Сформировавшийся ранее рельеф подвергся существенной перестройке в результате многократных оледенений и дегляциаций. Рельеф был преобразован – сформированы гряды краевых образований и равнины (водно-ледниковые и покровной морены).

2.3.2. Гидрогеологические условия

Территория Калининградской области, расположенная в центральной части Польско-Литовского гидрогеологического района, испытала максимальное погружение кристаллического фундамента (1250–3000 м). В разрезе осадочного чехла присутствуют отложения всех геологических систем, кроме каменноугольной. Характеризуются они достаточно спокойным залеганием и относительной полнотой стратиграфических разрезов. Фундамент в пределах выделяемого гидрогеологического района сложен нижнепротерозойскими метаморфизованными кристаллическими породами разного состава и генезиса [20].

Климатические условия области обуславливают продолжительность инфильтрационного питания подземных вод. Интенсивность инфильтрационного питания зависит от литологического состава и мощности пород зоны аэрации. От мощности зоны аэрации зависит также амплитуда колебания уровня грунтовых вод, которая в песчаных отложениях достигает 1,5–2,5 м, а в пределах распространения супесчано-суглинистых отложений редко превышает 1 м. Модули питания напорных вод значительно меньше, чем грунтовых, и обычно не превышают 1 л/с км². При этом прослеживается зависимость уменьшения интенсивности питания с глубиной. Для четвертичного водоносного надморенного комплекса область питания совпадает с областью распространения.

На площади, где развиты преимущественно пески и супеси, атмосферные осадки инфильтруются глубже и питают нижележащие водоносные горизонты как в четвертичных, так и в дочетвертичных отложениях, модуль инфильтрационного питания достигает 4–6 л/с км², в местах распространения глинисто-суглинистых отложений не превышает 1 л/с км². В центральной части территории развиты ледниково-озерные глины и валунные суглинки куршской толщи, которые затрудняют инфильтрацию. Частично питание грунтовых вод надморенного водоносного комплекса

происходит за счет вертикального водообмена. Во время паводков в питании комплекса принимают участие также поверхностные водотоки.

Разгрузка надморенного водоносного комплекса происходит в местную гидросеть. Области питания нижележащих напорных водоносных горизонтов четвертичных и дочетвертичных пород совпадают с областями их распространения. Основной областью питания и создания напоров является Балтийская гряда, расположенная на юге и юго-востоке Калининградской области и приграничных районах Польши и Литвы. В местную гидросеть с незначительной глубиной вреза происходит разгрузка в основном безнапорных и частично напорных водоносных горизонтов верхней части четвертичного межморенного комплекса. В Балтийское море, его заливы, а также долины крупных рек происходит разгрузка дочетвертичных водоносных горизонтов.

Гидродинамическая зональность на рассматриваемой площади, как и на всей территории Прибалтийского артезианского бассейна, заключается в уменьшении латерального и вертикального водообмена с глубиной. В тесной связи с ней проявляется гидрохимическая зональность, отражающая общую региональную закономерность увеличения минерализации подземных вод с глубиной. Зона активного водообмена соответствует верхнепалеозойско-кайнозойскому водоносному этажу, мощность которого достигает 1100 м, включая мощность подстилающего регионального водоупора [20]. В верхней части этой зоны сплошность водоносных горизонтов, как четвертичных, так и дочетвертичных, вплоть до верхнего мела, бывает нарушена сетью погребенных долин.

Вся рассматриваемая площадь является сплошной областью двухстороннего вертикального водообмена, где на небольшой площади происходят и питание, и разгрузка подземных вод. Нижняя часть зоны активного водообмена отделена от эрозионных врезов слабопроницаемыми водоупорами, вследствие чего на глубине более 150 м интенсивность вертикального водообмена значительно затухает. Граница пресных вод

проводится условно по подошве верхнего мела, глубина ее от 100–120 до 150 м (гидрогеохимическая зона пресных вод). Для пресных вод характерен гидрокарбонатный состав с минерализацией до 1 г/дм³. В нижней части этажа воды хлоридные натриевые с минерализацией до 15–20 г/дм³ (гидрогеохимическая зона солоноватых и слабосоленых вод). Зона замедленного водообмена, включающая водоносные отложения верхней перми, а на северной части площади также отложения девона, соответствует среднепалеозойскому водоносному этажу. Гипсометрическое положение границы зоны отвечает глубинам от 500 до 1200 м. Мощность ее от 70 до 300 м без учета мощности подстилающего регионального водоупора [20]. В подошве нижней границы зоны располагается региональный силурийский водоупор, мощность которого достигает 1100 м. В гидрогеохимическом плане это зона соленых вод и рассолов.

Существенное значение в формировании химического состава подземных вод этой зоны имеет пермская галогенная формация. Находясь почти в верхней части зоны, она обуславливает своеобразную гидрогеохимическую инверсию. Минерализация хлоридных натриевых рассолов надсолевого и подсолевого горизонтов перми достигает 250 г/дм³. Зона застойного режима включает в себя водоносный кембро-ордовикский комплекс, вскрытый нефтеразведочными скважинами. Верхняя граница зоны проходит на глубине 2200–2500 м, мощность ее достигает 280 м. Это зона крепких хлоридных натриево-кальциевых рассолов с минерализацией 70–220 г/дм³, которые могут рассматриваться как промышленные йодо-бромные воды с содержанием брома до 1700 мг/дм³, йода – до 17 мг/дм³. Температура воды до 96 °С. В пределах изученной территории находится Калининградская геотермальная аномалия, которая рекомендуется для дальнейшего изучения с целью выяснения возможности строительства на местных термальных водах тепловых станций.

По результатам первого этапа работ на территории участка строительства электростанции выделены два водоносных горизонта:

аллювиальный водоносный горизонт (грунтовые воды) и ледниковый водоносный горизонт. Аллювиальный водоносный горизонт – безнапорный, развит в верхней части четвертичных отложений. Уровень вскрывается на глубине 0,1-0,5 м, местами на глубине 1,0-2,5 м. Водовмещающими породами являются пески от пылеватых до крупных с преобладанием песков мелких, торфы, илы и супеси. Мощность водовмещающих пород до 9,5 м. Подстилающим водоупором являются ледниковые суглинки и глины мощностью более 10-15 м [21].

Грунтовые воды гидрокарбонатно-хлоридные и хлоридные магниевые-калий-натриевые. Минерализация (сухой остаток) изменяется от 0,5 до 6,0 г/л, рН 6,8-7,5. Воды в пределах проведения работ: пресные, слабо – и сильно – солоноватые. Питание водоносный горизонт преимущественно получает за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также при заполнении морской водой пониженных мест в период нагонных явлений. Разгрузка происходит преимущественно путем испарения и оттока подземных вод в Калининградский канал. Ледниковый водоносный горизонт вскрывается на абсолютных отметках ниже -19,0 м. Водовмещающими породами являются линзы песка мощностью 1-5 м. Протяженность отдельных линз составляет 100-200 м. Водоносный горизонт напорный. Уровень вскрывается на глубине 19-23 м, напор над кровлей по данным первого этапа изысканий составляет до 18 м. Подземные воды по химическому составу хлоридно-гидрокарбонатные калий-натриево-кальциевые, минерализация (сухой остаток) 1,2-2,3 г/л, рН 6,9-7,0. Вода слабосоленоватая [21].

2.3.3. Инженерно-геологические особенности грунтов

Практически вся территория области перекрыта чехлом четвертичных отложений, мощность которых от первых метров на выступах дочетвертичного рельефа до 120–150 м в его депрессиях [10]. Литоморфные особенности современных ландшафтов территории были сформированы в

результате наступления и последующей деградации Валдайского оледенения, полностью преобразовавшего рельеф и отложения раннего неоплейстоцена. Сорбционные особенности литогенной основы ландшафтов, наряду с почвенными и гидрологическими, во многом определяют их устойчивость к техногенному загрязнению.

Песчаные и супесчаные, песчано-гравийно-галечные и валунные отложения, слагающие хорошо дренируемые возвышенности конечно-моренных образований (Виштынецкая и Вармийская) в максимальной степени отвечают условиям самоочищения и самовосстановления ландшафтов. С ледниковыми и постледниковыми образованиями связаны многочисленные карьеры по добыче строительного сырья. Основные запасы стройматериалов сосредоточены в Гвардейском, Черняховском, Нестеровском районах области [12].

Небольшие по объёму карьеры в незначительной степени влияют на структуру природных ландшафтов. Изменения экзодинамики имеют в основном локальный характер. Среди голоценовых отложений экологически наиболее важны болотные (хемогенные), аллювиально-морские и эоловые. Если первые и вторые, слагающие болотные массивы и низменные польдерные земли дельты и древней прадельты Немана, являются естественными коллекторами техногенного загрязнения (в первую очередь токсикантов сельскохозяйственного производства), то последние вполне устойчивы к техногенному загрязнению и локальным механическим нарушениям и образуют субстрат уникальных ландшафтов Куршской и Балтийской кос.

2.3.4.Современные геологические процессы

В пределах района исследования активны процессы заболачивания, подтопления и сезонного промерзания грунтов. В результате нагона воды из Калининградского залива площадка периодически затапливается.

Нормативная глубина промерзания в соответствии с данными СП 131.13330.2018 для глин и суглинков составляет 0,48 м, супесей и песков пылеватых – 0,58 м, песков мелких – 0,62 м. На основании СП 22.13330.2016 площадка является подтопленной подземными водами. Подтопление будет осложнять строительство и эксплуатацию подземной части проектируемых зданий и сооружений. Другие активные неблагоприятные физико-геологические процессы и явления, кроме сезонного промерзания грунтов и подтопления подземными водами, на участке маловероятны. Согласно сейсмическому районированию территории РФ по Изменению №1 к СП 20.13330.2016 и карте общего сейсмического районирования ОСР – 97 район работ относится к 6-ти бальной зоне при 5% вероятности сейсмической опасности. Песчаные и глинистые грунты, залегающие в основании проектируемых зданий и сооружений, относятся ко II и III категории по сейсмическим свойствам. Сейсмичность района работ в соответствии с СП 20.13330.2016 будет установлена в ходе работ по сейсмическому микрорайонированию, выполненному сторонней организацией в рамках отдельного заказа.

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

Гидрогеологические условия являются важным фактором, который определяет не только условия проведения строительных работ, но и в значительной степени, может повлиять на состояние основания инженерных сооружений на стадии их эксплуатации. Поэтому исследованию гидрогеологических условий уделяется повышенное внимание, включая вопросы возможных изменений гидрогеологических условий на протяжении жизненного цикла любого проектируемого сооружения, а тем более такого ответственного объекта как электростанция.

3.1. Цели, задачи гидрогеологических работ

По результатам первого этапа работ на территории выделены два водоносных горизонта: аллювиальный водоносный горизонт (грунтовые воды) и водоносный горизонт, приуроченный к ледниковым отложениям.

Аллювиальный водоносный горизонт – безнапорный, развит в верхней части четвертичных отложений. Уровень вскрывается на глубине 0,1-0,5 м, местами на глубине 1,0-2,5 м. Водовмещающими породами являются пески от пылеватых до крупных с преобладанием песков мелких, торфы, илы и супеси. Мощность водовмещающих пород до 9,5 м. Подстилающим водоупором являются ледниковые суглинки и глины мощностью более 10-15 м. Грунтовые воды гидрокарбонатно-хлоридные и хлоридные магниевые-калий-натриевые. Минерализация (сухой остаток) изменяется от 0,5 до 6,0 г/л, рН 6,8-7,5. Воды пресные, слабо- и сильно-солончатые. Питание водоносный горизонт получает за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также при заполнении морской водой пониженных мест в период нагонных явлений [21].

Воды спорадического распространения в валдайской морене вскрываются на глубинах 10,2 - 23,4 м (абсолютные отметки от -10,1 м до -23,3 м). Воды напорные, уровень воды в скважинах устанавливается на глубинах 0,0-0,7 м (абсолютные отметки 0,0 - 0,4 м), напор над кровлей составляет 10,0-23,4 м. Водовмещающими породами являются линзы песков преимущественно средней крупности в суглинках и глинах валдайской морены (gIIIv). Мощность обводненных песчаных линз в морене составляет 0,4 - 6,9 м. Положение уровня вод спорадического распространения на тех же отметках, что и уровня современного аллювиального водоносного горизонта указывает на наличие гидравлической связи между ними. Направление вертикального перетекания может меняться в зависимости от колебаний уровня современного аллювиального горизонта. В горизонтальном направлении поток вод спорадического распространения имеет направление в сторону Калининградского залива. По данным химических анализов воды спорадического распространения по преобладающим анионам являются хлоридно-гидрокарбонатными, по катионам – калий-натриево-кальциевыми, имеют минерализацию 1,2 - 1,4 г/л, общую жесткость 7 – 12 мг*экв/л и рН=7,0-7,3. Подземные воды спорадического распространения не будут вскрываться подземной частью проектируемых зданий и сооружений [21].

Общая характеристика гидрогеологических условий позволяет на основании содержания СП 22.13330.2011 сделать вывод о том, что строительная площадка является подтопленной подземными водами современного аллювиального водоносного горизонта в естественных условиях.

Одной из главных задач гидрогеологических работ является прогноз изменения гидрогеологических условий на стадии эксплуатации строящейся электростанции.

3.2. Методика оценки гидрогеологических условий

Изучение гидрогеологических условий является сложной комплексной задачей, включающей поэтапное проведение различных специальных исследований и сопутствующих работ.

3.2.1. Изучение геологического строения

Геологическое строение территории является той основой, на которой строится гидрогеологическая стратификация и выполняется схематизация гидрогеологических условий для целей проведения прогнозных гидродинамических расчётов. На участке строительной площадки выполнен большой объём буровых работ, включающий проходку инженерно-геологических скважин с детальным описанием геологического разреза.

В геологическом разрезе площадки до глубины 50 м сверху вниз выделяются:

- современные техногенные образования (tIV);
- современные аллювиальные отложения (aIV);
- верхнечетвертичные ледниковые отложения (gIIIv);
- отложения алкской свиты эоцена (P₂al).

По литологическому составу и физико-механическим свойствам грунтов выделено 18 инженерно-геологических элементов, далее ИГЭ. Нумерация ИГЭ принята в соответствии с ранее выполненными на площадке изысканиями. Распространение и залегание грунтов представлено на инженерно-геологических разрезах и задокументировано при составлении колонок буровых скважин.

Современные техногенные образования (tIV) вскрыты скважинами в местах проведения работ по планировке территории. Техногенные образования представлены насыпными грунтами: преимущественно суглинками коричневыми, серо-коричневыми и темно-коричневыми,

тугопластичными и мягкопластичными, слежавшимися, с линзами песков разной крупности (ИГЭ-1). Мощность насыпных грунтов на площадке достигает по результатам бурения 1,4 м, по материалам изысканий на предпроектной стадии до 2,9 м [21]. Между скважинами мощность техногенных образований может отличаться от зафиксированной при бурении.

Современные аллювиальные отложения (aIV) вскрыты с поверхности либо под техногенными образованиями всеми скважинами. Верхняя часть разреза аллювиальных отложений сложена преимущественно глинистыми и органоминеральными грунтами: суглинками тугопластичными и мягкопластичными, супесями, илами и торфами. Ниже залегают пески разной крупности, желтовато-серые и серо-коричневые, рыхлые и средней плотности, водонасыщенные, с редким гравием. В составе аллювиальных отложений выделены следующие литологические разности: торф; ил низкоминерализованный; пески от пылеватых до средней крупности; супеси; суглинки тугопластичной и мягкопластичной консистенции. Мощность аллювиальных отложений составляет 0,7-11,3 м.

Верхнечетвертичные ледниковые отложения (морена) валдайского горизонта (gIIIv) распространены повсеместно и залегают под аллювиальными отложениями на глубине 0,7 - 11,3 м. Морена сложена преимущественно суглинками и глинами серыми и серо-коричневыми, тугопластичными и полутвердыми, с гравием и галькой пород различного генезиса до 5-10%. В толще глинистых грунтов встречаются линзы песков разной крупности мощностью до 0,4 - 6,9 м. В составе ледниковых отложений выделены следующие разновидности горных пород: суглинки полутвердой и тугопластичной консистенции; глины полутвердые и тугопластичные; пески средней крупности. Общая мощность ледниковых отложений на площадке составляет 25,8 - 31,8 м.

Отложения алкской свиты эоцена (P₂aI) вскрыты глубокими скважинами под ледниковыми отложениями на глубине 33,6-38,3 м.

Эоценовые отложения представлены глинами алевролитистыми зеленовато-серыми и изумрудно-зелеными, сильно опесчаненными, с прослоями песков. Вскрытая мощность эоценовых отложений на площадке достигает 16,4 м. Общая мощность отложений алкской свиты может достигать 46 м [21].

3.2.2. Геофизические исследования

Задачами геофизических исследований на площадке являлись: определение упругих характеристик грунтов и уточнение строения верхней части геологического разреза. Сейсмические работы выполнены по двум наземным профилям и в трех скважинах.

Работы проводились с помощью 24-канальной цифровой сейсмостанции “Эллисс-2”. С целью достижения максимальной точности в определении времени прихода сейсмических волн, а соответственно и скорости их распространения, регистрация сейсмического сигнала осуществлялась при периоде дискретизации для скважинных исследований – 0,125 мс, для наземных – 0,5 мс. Для выполнения скважинных сейсмических наблюдений использовался трехкомпонентный одноточечный сейсмический зонд прижимного типа с ортогональным расположением сейсмоприемников GS-20DX (резонансная частота 10 Гц). При проведении сейсмических наблюдений применялся ударный способ возбуждения сейсмических колебаний.

Наземные сейсмические работы выполнены по методике продольного профилирования методом преломленных волн (МПВ) по двум взаимно перпендикулярным сейсмическим профилям. Шаг сейсмоприемников – 4 м. Расстояние между соседними пунктами возбуждения сейсмических колебаний (ПВ) изменялось от 4 до 24 м. Во всех случаях использовалась встречная и нагоняющая система наблюдения.

Скважинные исследования проводились по методике вертикального сейсмического профилирования (ВСП). Шаг перемещения сейсмического

снаряда по стволу скважины составлял 1,0 м. ВСП выполнено в трех скважинах в открытом стволе и в пластиковой обсадной трубе. Расстояние между скважиной и пунктом удара (ПУ) составляло 0,5 м. Регистрация сейсмического сигнала осуществлялась в режиме его накопления. Общее количество накоплений на точках наблюдения изменялось от 10 до 20. При формировании результирующего сейсмического сигнала поперечных SH-волн, регистрируемых горизонтальными сейсмоприемниками, использовался режим суммирования с вычитанием, обеспечивающий уверенную регистрацию продольных волн вертикальным сейсмоприемником [21].

Для камеральной обработки полученной сейсмической информации использовалась обрабатывающая система RadExPro (фирма ДЕКОгеофизика). Эта система предназначена для глубокой обработки данных сейсмоакустики с целью обнаружения отражающих объектов, определения их геометрической формы и физических свойств. Система имеет в своем составе широкий набор процедур, обеспечивающих качественную обработку исходных сейсмических материалов. Обработка результатов наземных наблюдений ВСПВ включала в себя анализ полученной исходной информации, сейсмогеологическую идентификацию зарегистрированных отраженных волн и определение их кинематических параметров, подбор параметров обработки сейсмических данных для построения временного разреза максимального разрешения и достоверности.

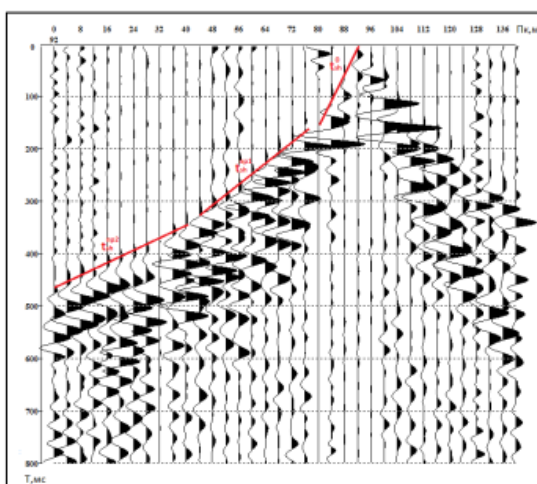


Рисунок 1.7 – Исходные записи поперечных SH-волн с ПУ 92 м на профиле 1

(tsh^0 – прямая поперечная волна; tsh^{pp1} – первая преломленная поперечная волна;
 tsh^{pp2} – первая преломленная поперечная волна)

На волновой записи (рисунок 1.7) выделяются три волны: прямая tsh^0 , и две преломленные tsh^{pp1} и tsh^{pp2} , что дает основание обработать полученные данные как преломленные волны способом T0. Согласно данным ВСП во всех скважинах наблюдается увеличение скорости поперечных волн с глубиной. В связи с этим данные могут быть обработаны как рефрагированные волны. Глубинные разрезы по профилям, построенные с использованием рефрагированных волн, представлены на рисунке 1.7. Результаты обработки преломленных волн методом T0 приведены на рисунке 1.8.

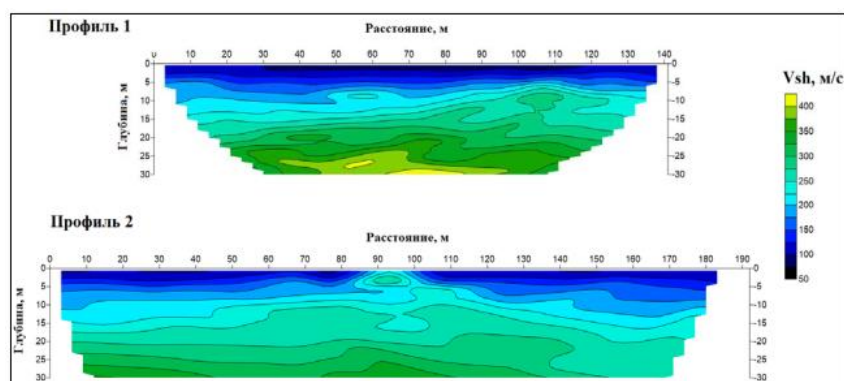


Рисунок 1.8 – Скоростные разрезы по профилям 1 и 2 (поперечные SH-волны)

На разрезе выделяется две сейсмические границы, которые по глубине соответствуют двум геологическим границам в разрезе – подошве песков aIV и границе между тугопластичными и полутвердыми суглинками gIIIv. Сравнительный анализ разрезов, полученных с использованием разных способов обработки, показывает хорошую корреляцию между полученными данными. Значения скоростей поперечных SH-волн в целом характерны для

песчано-глинистого разреза. Необходимо отметить, что по результатам наземных сейсмических исследований не выявлено скоростных аномалий изучаемого участка.

Вертикальное сейсмическое профилирование проведено в открытом стволе в скважинах 44, 57 и 65. На рисунке 1.9. приведены исходные сейсмические записи продольных и поперечных SH-волн в скважине № 57 .

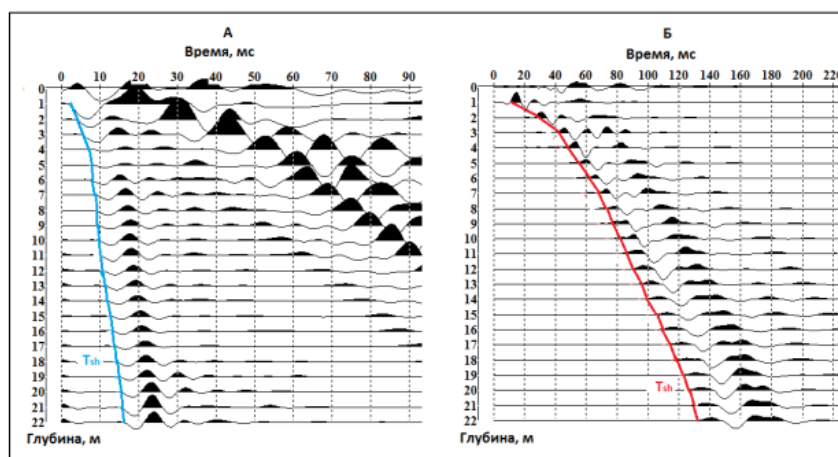


Рисунок 1.9 – Сейсмические записи продольных (А) поперечных SH-волн (Б) в скважине 57

Обработка скважинных сейсмических исследований состояла в построении годографов продольных и поперечных волн, приведении их к вертикальному профилю, определению средних и интервальных скоростей и вычислению упругих характеристик пород в пределах ИГЭ [21].

3.2.3. Изучение свойств горных пород

В геолого-литологическом разрезе площадки до глубины 50 м по геологическим признакам и свойствам грунтов выделены 18 инженерно-геологических элементов (ИГЭ). Физико-механические свойства грунтов изучались полевыми и лабораторными методами.

Для оценки полевым методом физико-механических характеристик грунтов применялась аппаратура статического зондирования (зонд «Т-17М», тип II по ГОСТ 19912-2012, регистрирующий прибор ПИКА-17) с построением графиков статического зондирования, совмещенных с разрезом ближайших скважин и содержащие расчеты несущей способности забивных свай.

Динамическое зондирование выполнялось установкой среднего типа УЗД-60 (масса молота 60 кг) на участках размещения турбоагрегатов. Регистрация числа и частоты ударов, а также глубины погружения зонда осуществлялась цифровой аппаратурой «СДЗ-1» с построением графиков динамического зондирования, совмещенных с разрезом ближайших скважин.

Деформационные свойства грунтов изучались в естественном залегании путем испытаний статическими нагрузками на штамп в скважинах и испытаний грунтов в скважинах радиальным прессиомером.

При испытаниях в скважинах использовался винтовой штамп площадью 600 см², крепящийся на жесткой колонне из толстостенных стальных труб. Для рыхлых песков, с целью определения расчетного сопротивления, дополнительно проводились испытания плоским штампом площадью 5000 см². Испытания проводились в шурфах, расположенных в зоне размещения наиболее ответственных сооружений проектируемой ТЭС (фундаменты турбоагрегатов, градирни). Применение этого метода ограничивалось высоким положением уровня грунтовых вод [21].

В лаборатории для глинистых грунтов определялись: естественная влажность, плотность, плотность частиц и пределы пластичности. Для песков

определялись: гранулометрический состав, влажность, плотность частиц грунта, а также плотность и коэффициент фильтрации в предельных сложениях. Для органоминеральных грунтов дополнительно определялось содержание органического вещества. Показатели прочностных и деформационных свойств для грунтов, не являющихся основанием проектируемого здания и прорезаемых строительным котлованом, устанавливались в лаборатории методом одноплоскостного среза, компрессионных и трехосных испытаний. Испытания глинистых грунтов методом одноплоскостного среза проводились на сдвиговом приборе ГТ-1.2.9 по схеме консолидированно-дренированного одноплоскостного среза. Компрессионные испытания производились в компрессионных приборах ГТ-1.1.4-01. Для грунтов, залегающих на уровне заложения фундаментов проектируемых зданий и глубже, проводились испытания методом трехосного сжатия на стабилометрах ГТ-0.3.17 по консолидированно-дренированной схеме нагружением. Испытания грунтов проводились при полном водонасыщении.

Испытания для определения вибрационных свойств грунтов проводились на стабилометрах Wille Geotechnik 13-HG/020:001. В режиме девиаторного циклического нагружения при всестороннем давлении 0,15 МПа и частоте 50 Гц были испытаны 12 образцов грунтов мелких и пылеватых песков.

Испытания для определения порового давления в грунтах проводились на стабилометрах GIESA UP-25a Geotechnik 13-HG/020:001. Для испытаний использовались образцы суглинков. Грунты испытывались в режиме девиаторного нагружения при всестороннем давлении обжатия, соответствующим бытовому давлению на заданной глубине. График распределения порового давления по глубине приведен на рисунке 2.

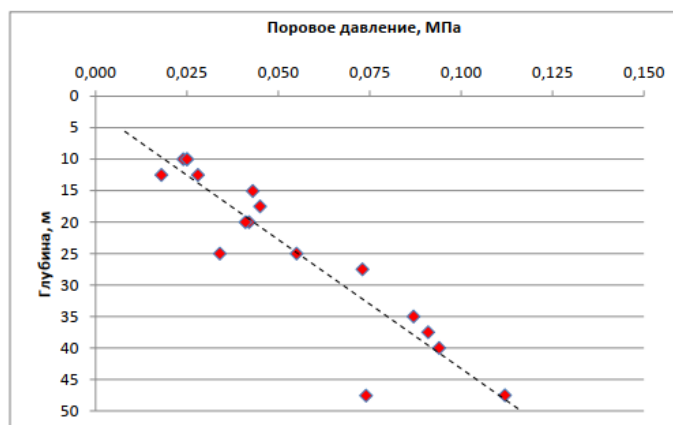


Рисунок 2 – Распределение порового давления в грунтах по глубине

Для грунтов, служащих основанием проектируемых железнодорожных путей и автомобильных дорог выполнены опыты по стандартному уплотнению грунтов. Для укладки в тело проектируемой ограждающей дамбы применен песок средней крупности 2 класса по ГОСТ 8736-93, доставляемый из карьера «Новопрегольский».

Нормативные значения плотности и коэффициента пористости песков получены обратным расчетом исходя из их плотности сложения и естественной влажности. Расчетные значения плотности песков получены по материалам статистической обработки результатов статического зондирования.

Установлено, что техногенные грунты, прослой торфа и органоминеральные илы обладают крайне низкими прочностными и деформационными свойствами. Эти грунты не могут служить основанием проектируемых зданий и сооружений и должны быть замещены в ходе инженерной подготовки территории [21].

При проектировании следует учитывать, что рыхлые пески характеризуются низкими значениями расчетного сопротивления $R=70-80$ КПа и высокой вероятностью разжижения при динамических нагрузках. Мягкопластичные аллювиальные суглинки являются сильносжимаемыми. Несущим слоем для проектируемых свайных фундаментов в большинстве

случаев будут служить ледниковые суглинки и глины характеризующиеся благоприятными физико-механическими свойствами (см. табл. 10)

Таблица 10 – Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов

ИГЭ	Краткая характеристика грунтов	Стратиграфический индекс пород	Плотность ρ (г/см ³)	Плотность частиц грунта ρ_s (г/см ³)	Коэффициент пористости e (д.е.)	Число пластичности I_p (д.е.)	Показатель текучести I_L (д.е.)	Удельное сцепление C (кПа)	Угол внутреннего трения φ (градус)	Модуль деформации E (МПа)	Коэффициент фильтрации (м/сут)
2	Насыпной грунт: суглинок тугопластичный	tiV	1,95	$R_0 = 100$ кПа							
4	Торф среднеразложившийся	aiV	1,05 1,03 1,01	1,79	7,67	0,90	1,52	16 15 13	9 8 7	0,9	0,15
5	Ил глинистый		1,44 1,42 1,41	2,52	2,42	0,32	0,85	7 6 5	8 7 6	0,6	0,01
6a	Песок пылеватый, рыхлый, водонасыщенный		1,90 1,89 1,88	2,66	0,81	-	-	2 2 1	25 25 24	12	1,5
6	Песок пылеватый, средней плотности, водонасыщенный		1,95 1,94 1,93	2,66	0,70	-	-	4 4 3	29 29 28	18	1,0
7a	Песок мелкий, рыхлый, водонасыщенный		1,91 1,90 1,89	2,66	0,77	-	-	0 0 0	26 26 26	15	4,5
7	Песок мелкий, средней плотности, водонасыщенный		1,98 1,97 1,96	2,66	0,66	-	-	2 2 1	32 32 31	24	4,0
8a	Песок средней крупности, рыхлый, водонасыщенный		1,94 1,93 1,92	2,65	0,72	-	-	0 0 0	27 27 26	18	7,0
8	Песок средней крупности, средней плотности, водонасыщенный		1,99 1,98 1,97	2,65	0,64	-	-	1 1 0	32 32 31	27	6,0
11	Супесь пластичная		2,01 1,99 1,99	2,69	0,66	0,06	0,44	13 12 12	22 21 20	17	0,5
13a	Суглинок тугопластичный		1,92 1,91 1,91	2,72	0,82	0,15	0,32	38 36 34	12 11 10	14	0,005
13b	Суглинок мягкопластичный		1,92 1,92 1,92	2,72	0,81	0,13	0,63	21 19 18	11 10 10	5	0,005
14	Суглинок полутвердый		2,03 2,03 2,03	2,72	0,64	0,14	0,14	43 39 37	14 13 13	22	0,005
14a	Суглинок тугопластичный		2,01 2,01 2,01	2,72	0,67	0,14	0,37	33 30 28	15 14 14	14	0,005
15	Глина полутвердая		1,96 1,95 1,94	2,74	0,78	0,21	0,09	45 41 39	11 10 10	17	0,0001
15a	Глина тугопластичная		1,93 1,92 1,91	2,74	0,85	0,20	0,32	51 46 42	10 10 9	16	0,0001
18	Песок средней крупности, средней плотности, водонасыщенный		2,01 2,00 1,99	2,65	0,60	-	-	1 1 0	35 33 32	33	7,0

При сезонном промерзании некоторые грунты способны проявлять свойства пучинистости.

Для оценки агрессивности грунтов был определен химический состав водных вытяжек из грунтов верхней части разреза и их удельное электрическое сопротивление.

Установлено, что в соответствии с ГОСТ 31384-2008 глинистые техногенные и аллювиальные грунты обладают преимущественно средней

агрессивностью к бетону по содержанию сульфатов и средней агрессивностью к бетону на разных типах цемента по содержанию хлоридов.

Агрессивность грунтов обусловлена притоком морской воды во время нагонных явлений. Аллювиальные пески обладают слабой агрессивностью к бетону марки по содержанию сульфатов и не агрессивны по содержанию хлоридов. Ледниковые грунты к бетону не агрессивны [21].

Грунты верхней части разреза обладают высокой коррозионной агрессивностью к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля. Агрессивность глинистых грунтов разреза к стали – высокая, песков – средняя..=

3.2.4. Результаты гидрогеологических работ

Подземные воды на участке в пределах зоны влияния проектируемых зданий и сооружений представлены современным аллювиальным водоносным горизонтом и водами спорадического распространения в валдайской морене.

Современный аллювиальный водоносный горизонт – безнапорный, уровень воды фиксировался в скважинах на глубинах 0,0-1,0 м (абсолютные отметки 0,0-0,6 м). Мощность водоносного горизонта в пределах участка составляет 0,7-11,3 м. Водовмещающими породами являются аллювиальные пески пылеватые, мелкие, средней крупности с прослоями торфа, ила и супеси (aIV). Подстилающим водоупором горизонту служат слабопроницаемые суглинки и глины валдайской морены (gIIIv), залегающие глубже 0,7-11,3 м.

Питается водоносный горизонт за счет инфильтрации атмосферных осадков и во время ветровых нагонов морскими водами Калининградского залива, разгружается в Калининградский залив. Поток подземных вод на территории имеет небольшой градиент напора (0,01-0,001) и направлен к

Калининградскому заливу. Подземные воды аллювиального водоносного горизонта гидравлически связаны с поверхностными водами залива.

По данным наблюдений Калининградского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС) филиала ФГБУ «Северо-Западного УГМС» измеренные абсолютные отметки уровня в Калининградском заливе изменяются: по водомерному посту г. Балтийск (устье морского канала) за период с 2003 г. по 2012 г. от -0,57 м до +0,99 м; по водомерному посту г. Калининград за период с 2003 г. по 2007 г. от -0,58 м до +1,68 м [17].

Уровень аллювиального водоносного горизонта находится вблизи поверхности земли, абсолютные отметки суши на площадке составляют 0,0 - 2,1 м. При подъеме уровня в заливе выше 0,1 м происходит затопление территории. При сходе воды, на пониженных участках образуются замкнутые водоемы, а при последующем испарении на таких участках развивается процесс засоления.

Амплитуда сезонных колебаний уровня аллювиального водоносного горизонта 1,0 м. При увеличении инфильтрационного питания (период активного снеготаяния, затяжные дожди) уровень подземных вод может выходить на поверхность, что приводит к развитию процесса заболачивания. Избыточное увлажнение территории составляет 100 – 250 мм/год.

По данным химических анализов воды аллювиального водоносного горизонта по преобладающим анионам являются гидрокарбонатно-хлоридными и хлоридно-гидрокарбонатными, по катионам – кальциево-калий-натриевыми и калий-натриево-кальциевыми, имеют минерализацию 1,1-4,2 г/л, общую жесткость 10-35 мг*экв/л и рН=7,1-7,7 [21].

По данным химических анализов, выполненных в мае 2016 года, подземные воды не оказывают агрессивного воздействия на бетон. По данным изысканий на первом этапе (ноябрь 2015 года) подземные воды в отдельных пробах имели слабую и среднюю степень агрессивного воздействия к бетону марки по водопроницаемости и по содержанию

агрессивной углекислоты. Данная изменчивость агрессивности может быть связана с сезонными колебаниями химического состава подземных вод.

Подземные воды имеют слабую и среднюю степень агрессивного воздействия к арматуре железобетонных конструкций при периодическом смачивании. Подземные воды имеют преимущественно низкую коррозионную агрессивность к свинцовой оболочке кабеля и высокую коррозионную агрессивность к алюминиевой оболочке кабеля.

Фильтрационные параметры водовмещающих песчаных пород аллювиального водоносного горизонта определялись полевыми методами – кустовая откачка и одиночные откачки, а также лабораторными методами в трубке СПЕЦГЕО. Кустовая откачка и одиночные откачки обработаны в соответствии с «Руководством по определению коэффициента фильтрации водоносных пород методом опытной откачки» (рисунки. 2.1, 2.2).

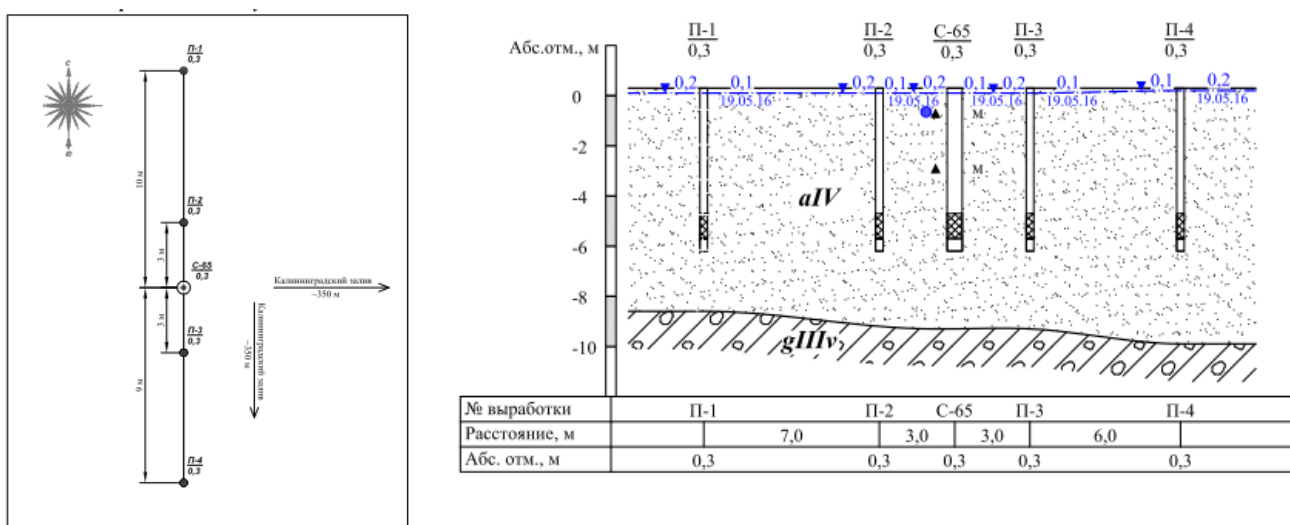
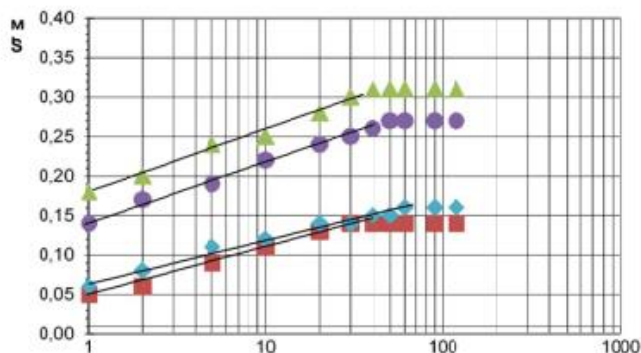


Рисунок 2.1 – Схема кустовой откачки: план (слева), схематический гидрогеологический разрез (справа)



Результаты расчета гидрогеологических параметров по графику временного прослеживания понижения уровня в наблюдательных скважинах S-tgt												
Номер скважины	Установившийся расход, Q м³/сут	S ₁	S ₂	lgt ₂	lgt ₁	C = (S ₁ - S ₂) / (lgt ₂ - lgt ₁)	Коэффициент фильтрации K = 0,183Q/C/H		A	lga = 2lgr - 0,35 + A/C - 0,434 * &	Уровнепроводность, a м²/сут	Водоотдача, μ = κ/Ha
		м	м	м/сут	м							
П-1	17,3	0,10	0,05	1	0	0,05	6,7	0,05	2,7	447	0,08	
П-2		0,28	0,18	1	0	0,10	3,4	0,18	2,4	257	0,15	
П-3		0,22	0,14	1	0	0,08	4,2	0,14	2,4	229	0,16	
П-4		0,12	0,06	1	0	0,06	5,6	0,06	2,6	355	0,11	
Среднее значение							5,0			322	0,13	

Рисунок 2.2 – Индикаторный график временного прослеживания уровня при откачке и результаты обработки кустовой откачки

По результатам обработки данных кустовой откачки коэффициент фильтрации песков мелких принят равным 4,5 м/сут, уровнепроводность 435 м²/сут, водоотдача 0,10.

Обобщенные результаты лабораторных и полевых определений коэффициента фильтрации песчаных пород приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Результаты определения коэффициента фильтрации

ИГЭ	Грунт	Индекс пород	Лабораторные определения		Одиночные откачки	Кустовая откачка	Рекомендуемое значение
			в рыхлом сложении	в плотном сложении			
Кф, м/сут							
6а	Песок пылеватый, рыхлый	aIV	1,1	0,5	1,5	-	1,5
6	Песок пылеватый, средней плотности		1,0	0,5			1,0
7а	Песок мелкий, рыхлый		2,0	1,0	3,7	4,5	4,5
7	Песок мелкий, средней плотности		1,8	1,0			4,0
8а	Песок средней крупности, рыхлый		9,9	5,3	6,8	-	7,0
8	Песок средней крупности, средней плотности		9,5	5,1			6,0

Воды спорадического распространения в валдайской морене вскрываются на глубинах 10,2 - 23,4 м (абсолютные отметки от -10,1 м до -23,3 м). Воды напорные уровень воды в скважинах восстанавливается на

глубинах 0,0 - 0,7 м (абсолютные отметки 0,0 - 0,4 м), напор над кровлей составляет 10,0 - 23,4 м. Водовмещающими породами являются линзы песков преимущественно средней крупности в суглинках и глинах валдайской морены (gIIIv). Мощность обводненных песчаных линз в морене составляет 0,4 - 6,9 м.

Восстановление уровня вод спорадического распространения до отметок уровня современного аллювиального водоносного горизонта указывает на наличие гидравлической связи между ними. Направление вертикального перетекания может меняться в зависимости от колебаний уровня современного аллювиального горизонта. В горизонтальном направлении поток вод спорадического распространения имеет направление в сторону Калининградского залива [21].

По данным химических анализов воды спорадического распространения по преобладающим анионам являются хлоридно-гидрокарбонатными, по катионам калий-натриево-кальциевыми, имеют минерализацию 1,2-1,4 г/л, общую жесткость 7-12 мг*экв/л и рН=7,0-7,3.

Подземные воды спорадического распространения не будут вскрываться подземной частью проектируемых зданий и сооружений. Можно уверенно утверждать, что строительная площадка является подтопленной подземными водами современного аллювиального водоносного горизонта в естественных условиях.

4. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Гидрогеологическое моделирование выполнялось с целью прогноза изменений гидрогеологических условий территории под влиянием нового строительства. Возможное воздействие проектируемого строительства на гидрогеологические условия связано со следующими причинами:

1. В ходе строительства предусмотрена инженерная подготовка территории в виде замещения грунтов (ил, торф) песком средней крупности и подсыпка песка до абсолютных отметок от +1,4 до +2,5 м. Это приведет к изменению коэффициента фильтрации водовмещающих пород и условий формирования потока подземных вод на территории.

2. Увеличение инфильтрационного питания в ходе эксплуатации проектируемого объекта, поскольку электростанции относятся к объектам с высоким уровнем водопотребления. Для оценки потенциальных изменений после инженерной подготовки и на период эксплуатации проектируемого объекта гидрогеологическое моделирование выполнено в два этапа:

1. Решение обратной задачи – построение модели, отражающей существующие в настоящее время гидрогеологические условия.

3. Решение второй прогнозной задачи для условий увеличения инфильтрационного питания в период эксплуатации электростанции в связи с утечками воды.

Построение модели выполнялось с использованием программы «Processing Modflow». Программа позволяет осуществлять моделирование стационарных и нестационарных условий в многослойных трехмерных изотропных и анизотропных системах.

Моделирование осуществляется для территории, разбитой на отдельные блоки, путем решения уравнений фильтрации подземных вод методом конечных разностей. В ходе работы по решению обратной задачи были выполнены анализ и оцифровка геологических и гидрогеологических данных о территории, полученных в ходе бурения скважин, лабораторных и

полевых работ, и при обработке материалов ранее выполненных изысканий в соответствии с картой фактического материала. Исходные данные о литологическом строении приведены в колонках скважин, распространение грунтов получено с использованием инженерно-геологических разрезов [21].

Пространственная структура модели выбрана исходя из размеров проектируемого объекта, направления потока подземных вод и требований программы гидрогеологического моделирования (рисунки 2.3 – 2.4). Моделирование выполнено для участка территории, на котором расположены основные проектируемые здания и сооружения. Область моделирования имеет размеры 1300×690 м. Территория разделена равномерной сеткой на блоки в соотношении 100×50, что составляет 5000. Область моделирования ориентирована таким образом, чтобы границы модели по возможности проходили вдоль Калининградского залива, в который происходит разгрузка подземных вод [22].



Рисунок 2.3 – Космоснимок высокого разрешения участка строительной площадки



Рисунок 2.4 – Конечно-разностная сетка области фильтрации (50×100 расчетных ячеек)

В структуру модели по вертикали включен один слой – современный аллювиальный водоносный горизонт (aIV). Подстилающий слабопроницаемый слой – ледниковые отложения (морена) валдайского горизонта задавался, как непроницаемая граница по кровле отложений, поскольку уровень нижележащих водоносных слоев восстанавливается до уровня современного аллювиального водоносного горизонта и градиент фильтрации через слабопроницаемые ледниковые отложения близок к нулю.

Расчетный слой характеризуется определенным набором фильтрационных и пространственно-геометрических параметров, условиями на границах, уровнями воды в скважинах, фиксирующих положение подземного потока. Для аллювиального водоносного горизонта заданы абсолютные отметки кровли, совпадающие с абсолютными отметками рельефа территории. Абсолютные отметки подошвы слоя заданы по кровле валдайское морены. Начальное положение уровней задано в соответствии с картой гидроизогипс [22].



Рисунок 2.5 – Граничные условия первого рода (модуль «Мар» - линии синего цвета)

Водовмещающие породы современного аллювиального водоносного горизонта представлены песками пылеватыми, мелкими, средней крупности с прослоями торфа, ила, супеси и суглинков (aIV). Принятый по данным лабораторных и полевых исследований средний коэффициент фильтрации для аллювиальных песков пылеватых равен 1,5 м/сут, мелких – 4,5 м/сут, для песков средней крупности – 7 м/сут. Коэффициенты фильтрации прослоев приняты равными для торфа – 0,15 м/сут, ила – 0,01 м/сут, супесей – 0,5 м/сут, суглинков – 0,005 м/сут.[21].

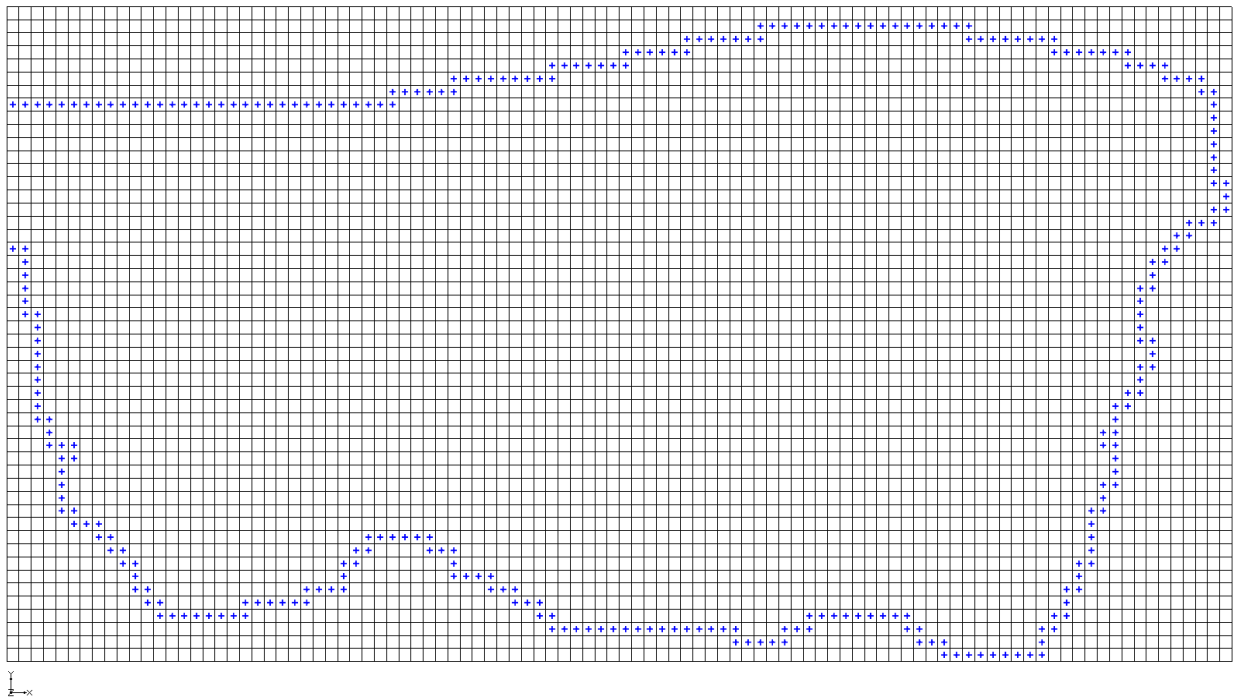


Рисунок 2.6 – Граничные условия первого рода, переданные на конечно-разностную сетку

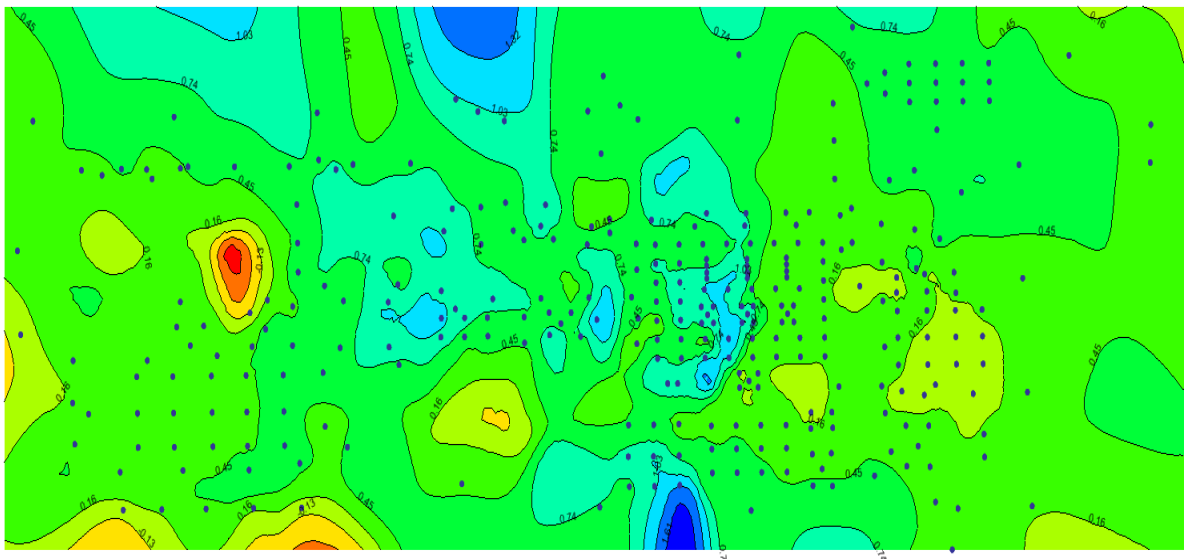


Рисунок 2.7 – Рельеф (точками показаны скважины как источник фактического материала)

По площади коэффициент фильтрации задавался в соответствии с распространением грунтов разной проницаемости и с учетом распространения илов и торфов. На площадке были выделены участки с

разным вертикальным строением разреза. Для этих участков рассчитывался средний коэффициент фильтрации с учетом мощности слоев разной проницаемости по формуле:

$$K = \sum_{k=1}^n K_k \times \frac{M_k}{M}$$

где K_k – коэффициенты фильтрации k -го прослоя;

M_k - мощность k -го прослоя;

M – общая мощность толщи водонасыщенных пород.

Расчетные значения коэффициента фильтрации изменяются в пределах 1-7 м/сут.

На верхней границе в пределах модели задано инфильтрационное питание. Территория проектируемого строительства относится к зоне избыточного увлажнения. Инфильтрационное питание оценивается величиной 1×10^{-4} - 3×10^{-4} м/сут. На внешних боковых границах модели заданы граничные условия I рода – постоянные во времени уровни в соответствии с картой гидроизогипс. По линии Калининградского залива задан постоянный уровень моря с абсолютной отметкой 0,00 м.

Моделирование выполнялось для стационарного режима фильтрации при среднегодовом положении уровня.

Геофильтрационные расчеты в первую очередь выполнялись для существующих условий (обратная задача). Качество решения обратной задачи проверяется по совпадению фактических и модельных уровней и сходимости баланса. На стадии калибровки задачи производился подбор оптимальных параметров, при которых получается удовлетворительное совпадение фактических и модельных уровней.

По результатам решения обратной задачи осредненный коэффициент фильтрации по площади скорректирован до значения 4 м/сут.

инфильтрационное питание составило 1×10^4 м/сут. После калибровки модели была получена хорошая сходимость баланса. Невязка баланса составила менее 1% от общего баланса модели. Основным показателем качества решения обратной задачи является совпадение фактических и модельных уровней. Допустимая невязка между модельными и фактическими уровнями ΔH определяется по формуле:

$$\Delta H = \pm [1,0(H_{max} - H_{min}) + 0,5A],$$

где H_{max} и H_{min} - максимальный и минимальный напор, замеренные в водоносном горизонте по всей области моделирования,

A - амплитуда сезонного колебания уровня, равная 1,0 м.

Допустимая невязка для рассматриваемого водоносного горизонта равна $\pm 0,6$ м [21].

В соответствии с данными решения обратной задачи расхождение абсолютных значений модельных и фактических уровней для исследуемого водоносного комплекса составило от -0,3 до +0,4 м, что не превышает допустимое значение. График сопоставления модельных и фактических значений уровней свидетельствует об отсутствии систематического отклонения точек от прямой, показывающей полное совпадение уровней (рисунок 2.8).

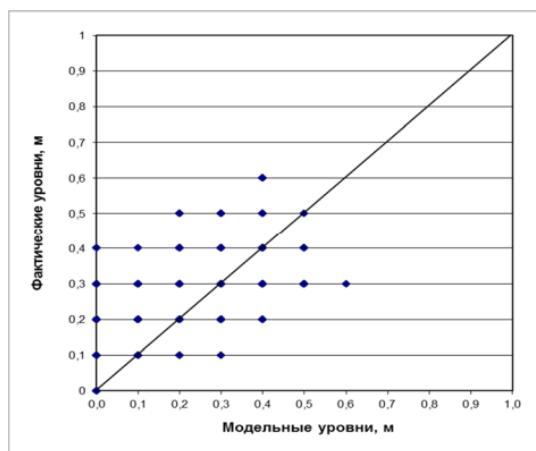


Рисунок 2.8 – График сопоставления модельных и фактических значений уровней

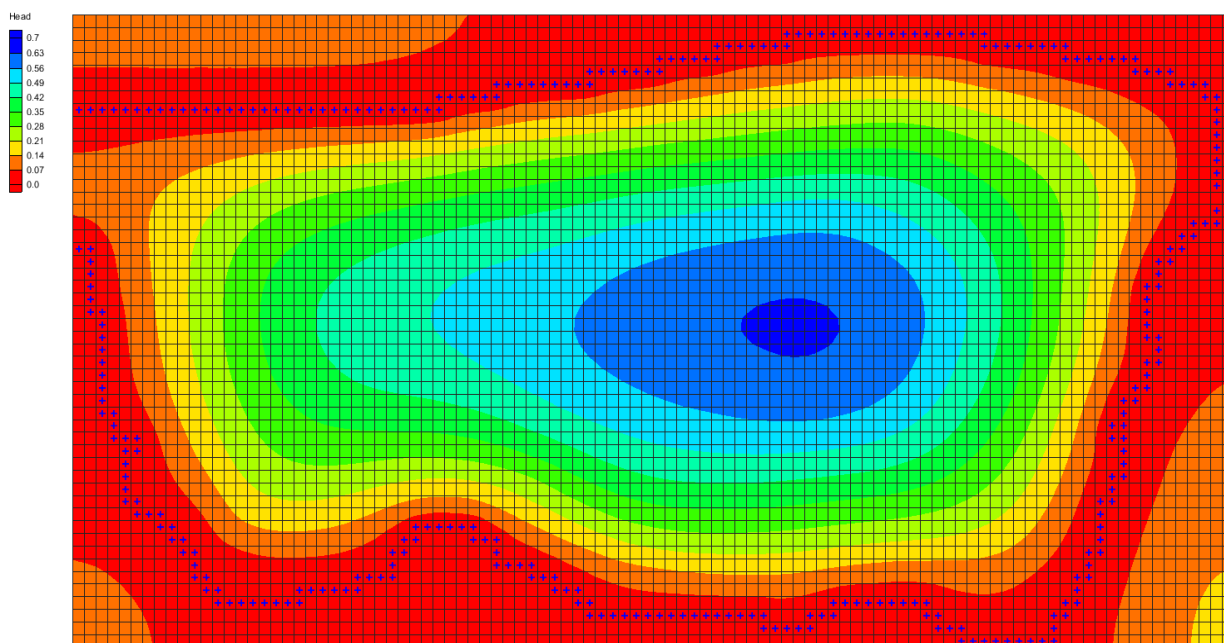
По результатам решения обратной задачи было получено модельное распределение уровней первого водоносного горизонта. При решении прогнозной задачи данное распределение уровней было принято в качестве начального распределения. На первом этапе прогнозное моделирование выполнено для периода после выполнения инженерной подготовки территории. В модель внесены следующие изменения:

1. Коэффициент фильтрации на участках распространения специфических грунтов изменен на коэффициент фильтрации песков средней крупности хорошо промытых однородных, равный 4 м/сут.

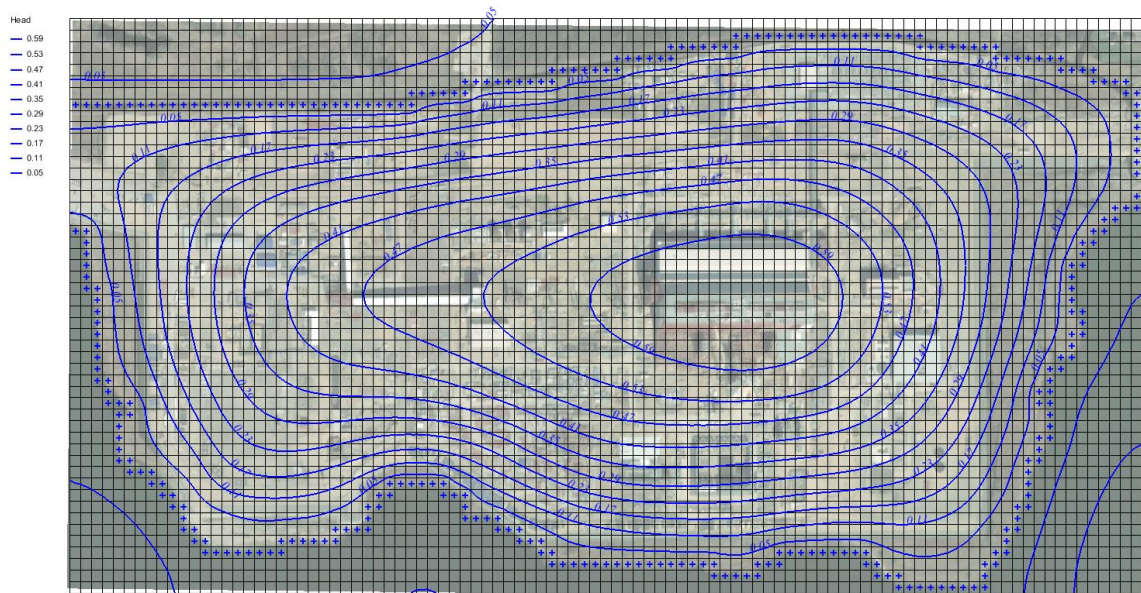
2. Абсолютные отметки территории изменены в соответствии с проектной схемой/ Коэффициент фильтрации для участков с подсыпкой пересчитывался с учетом дополнительного подсыпанного слоя песка средней крупности с коэффициентом фильтрации 4 м/сут.

По результатам решения прогнозной задачи была построена модельная карта гидроизогипс (рис. 4.7). Прогнозный уровень аллювиального водоносного горизонта находится на абсолютных отметках 0,0-0,7 м. При сохранении существующего инфильтрационного питания, замене специфических грунтов на хорошо проницаемые и отсыпки до отметок +1,4-+2,5 м наблюдается перераспределение поля напоров, которое становится более равномерным и независимым от микрорельефа территории. С перераспределением поля напоров связано небольшое повышение уровня в северной части территории на 0,1-0,3 м, и снижение уровня вблизи залива на 0,1-0,3 м. Поскольку уровень водоносного горизонта связан с Калининградским заливом, снижение уровня ниже абсолютной отметки 0,0 м происходит. Моделирование выполнялось для стационарных условий при уровне в заливе на абсолютной отметке 0,0 м. В соответствии с методом суперпозиций новое положение уровня при подъеме уровня в заливе на N м, получается путем добавления величины N к рассчитанному стационарному уровню. В реальных условиях подъем уровня водоносного горизонта по

площади будет зависеть от продолжительности и характера подъема уровня в заливе, так как для стабилизации поля напоров нужно время [22].



a)



б)

Рисунок 2.9 – прогнозная карта гидроизогипис: *a* – в виде тональной закрашки; *б* – в виде изолиний на фоне строительной площадки

На втором этапе прогнозного моделирования было выполнено решение задачи для условий после строительства проектируемой электростанции с учетом появления дополнительного инфильтрационного питания. Оценить реальное дополнительное питание можно только по результатам режимных наблюдений, поэтому решение прогнозной задачи выполнено с допущением о том, что утечки воды, попадающие в подземные воды, представляют собой залповый прорыв, равносильный аварии на тепломагистрали на локальном участке с интенсивностью дополнительного инфильтрационного питания 0,01 м/сут. Задача моделирования в этом случае заключается в прогнозе темпов развития очага подтопления (рисунки 3.1 – 3.2).

По результатам решения прогнозной задачи второго этапа была построена модельная карта гидроизогипс с учетом прогнозируемых утечек воды. Прогнозный уровень аллювиального водоносного горизонта находится на абсолютных отметках 0,0-1,6 м. Максимальные отметки уровня приурочены к центральной части территории. По результатам моделирования подъем уровня относительно существующего положения при заданном дополнительном инфильтрационном питании может достигнуть 0,6 м в течение 30 сут, которые отводятся на ликвидации крупной аварии. По результатам моделирования можно сделать вывод, что на участках примыканий территорий с разными планировочными отметками могут происходить высачивания воды при развитии техногенного подтопления.

В реальных условиях процесс подъема уровня после строительства электростанции будет происходить постепенно, и зависеть от объема утечек воды, их расположения по площади, изменения расходов во времени. Процесс развития техногенного подтопления должен контролироваться в ходе режимных наблюдений за уровнем аллювиального водоносного горизонта в период строительства и эксплуатации объекта [22].

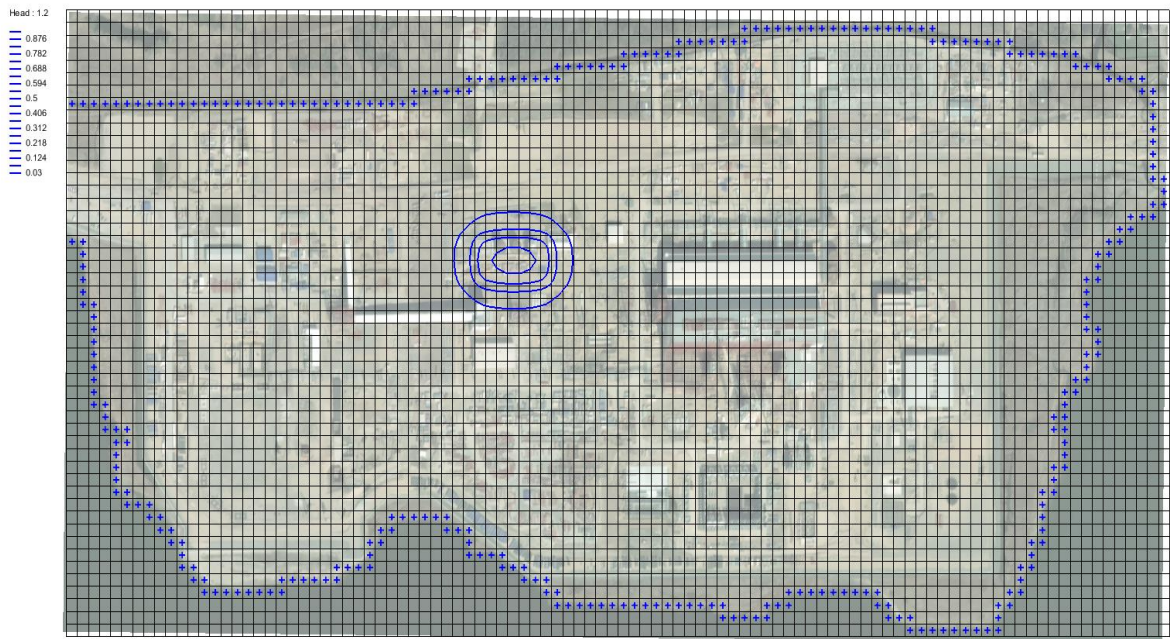


Рисунок 3 – Подъем уровня подземных вод через 1 сутки после начала аварийной утечки

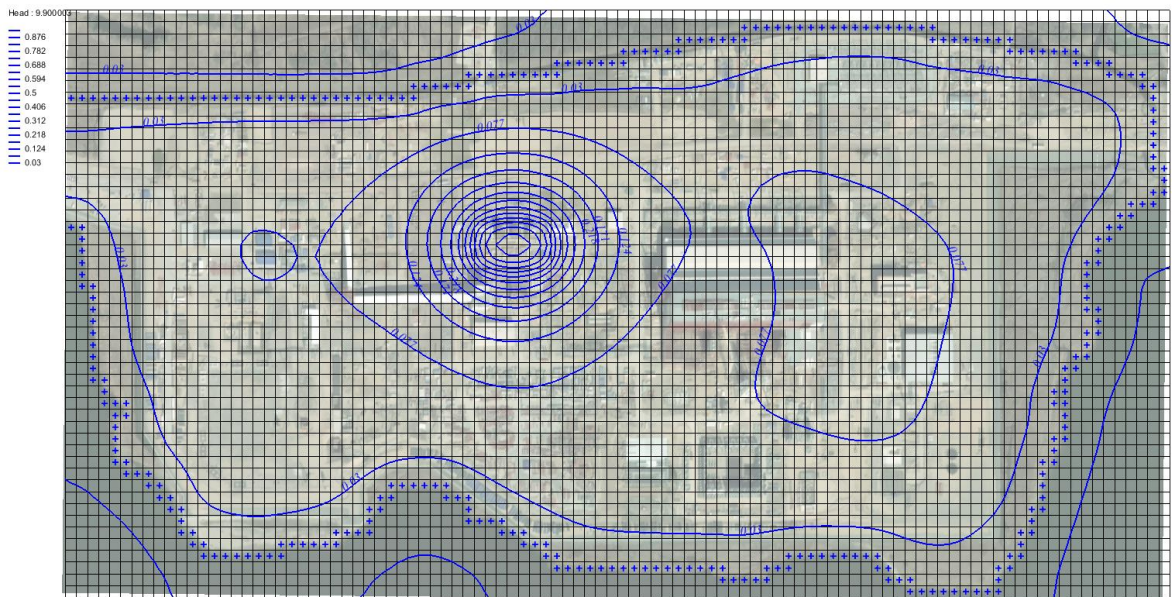


Рисунок 3.1 – Подъем уровня подземных вод через 10 суток после начала аварийной утечки

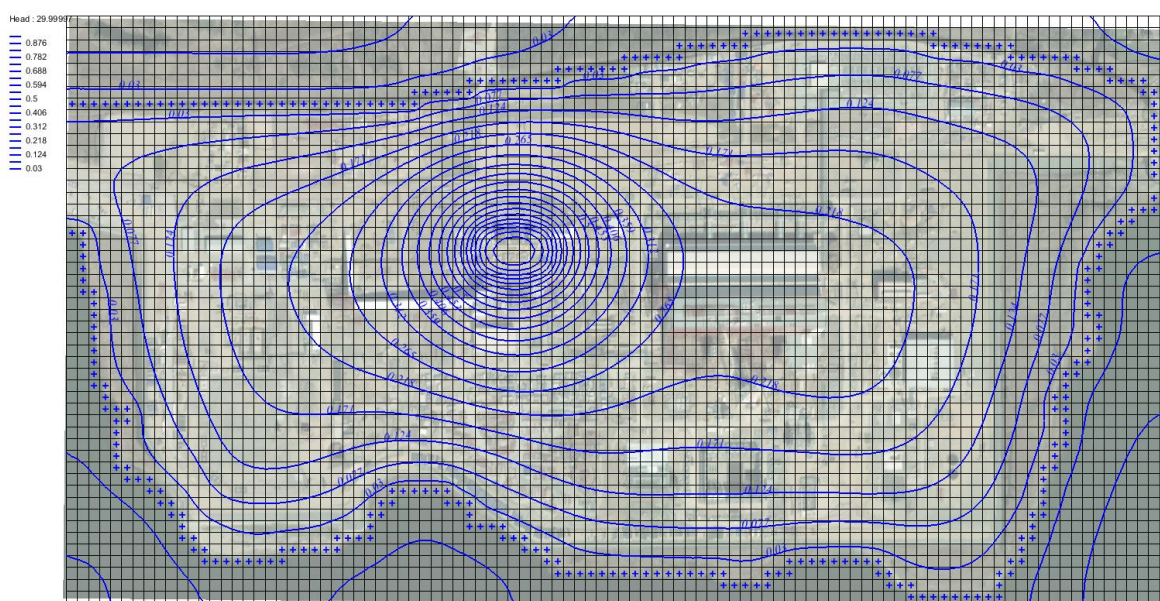


Рисунок 3.2 – Подъем уровня подземных вод через 30 суток после начала аварийной утечки

Результаты моделирования показывают, что условия повышения уровня подземных вод на этапе эксплуатации технологического оборудования сохраняются только при условии дополнительного питания. При его отсутствии уровни подземных вод дренируются внешними границами первого рода, которые контролируют положение водной поверхности на отметках близких к 0,0 м. Это обстоятельство препятствует неконтролируемому росту уровня подземных вод.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Целью данной выпускной квалификационной работы является оценка роли подземных вод на этапе строительства и эксплуатации проектируемых объектов ТЭС.

Объект исследования – Калининградская область, Светловский городской округ, п. Взморье, подземные воды в пределах сферы взаимодействия объектов проектирования ТЭС.

Эксплуатация ТЭС связана не только с использованием водных ресурсов, но и с неизбежным проявлением техногенного влияния на уровенный режим подземных вод. Потребности энергетического комплекса связаны с использованием большого количества водных ресурсов, что может негативно сказываться на состоянии подземной гидросферы. Поэтому обоснование рациональной схемы использования подземных вод требует проведения комплекса работ по их изучению, включая оценку возможных изменений гидродинамического режима фильтрации. Для сохранения нормальных условий эксплуатации электростанции должен быть выполнен с целью прогноз изменений гидрогеологических условий территории под влиянием инженерного освоения территории.

Пользователями численной модели выступают инженеры-гидрогеологи, инженеры-экологи, инженеры-проектировщики, выполняющие камеральную обработку исходных данных для составления отчета по подсчету запасов подземных вод, для оценки степени негативного воздействия открытых горных работ на состояние подземных вод и условия эксплуатации близлежащих водозаборных участков. Работы с численной моделью в программном комплексе Groundwater Modeling System, (с решающим модулем Modflow) выполняются на персональных компьютерах (далее по тексту ПК).

Реализация методов математического моделирования позволяет вести добычу полезных ископаемых и подземных вод более рационально с точки зрения влияния на состояние подземных вод в экологическом и социальном плане.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При выполнении инженерно-геологических изысканий необходимо соблюдать требования нормативных документов по охране труда, пожарной безопасности и охране окружающей природной среды.

Инженерно-геологические изыскания для строительства должны выполняться в порядке, установленном действующими нормативными правовыми актами Российской Федерации, требованиями СП 47.13330 и СП 446.1325800.2019. [40,41]

К работе на буровые установки допускаются:

- мужчины не моложе 18 лет; прошедшие соответствующую подготовку по специальности, прошедшие медицинские осмотры (обследования),

- вводный инструктаж по охране труда и вводный инструктаж по пожарной безопасности (при приёме на работу);

- первичный инструктаж на рабочем месте прошедшие стажировку на рабочем месте (от 2 до 14 смен);

Учет рабочего времени осуществляется непосредственно работодателем. Границы рабочего времени и некоторые другие его особенности (например, время и длительность обеденного перерыва, другие режимные моменты) оговариваются сторонами в соответствии с Трудовым кодексом РФ [23], другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации относятся к рабочему времени. Длительность рабочей недели (нормальной) составляет ровно 40 часов (это – стандартная пятидневная рабочая неделя, длительность каждого рабочего дня

которой составляет 8 часов).

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Работодателю следует приспособить рабочие места, учитывая не только конкретный вид деятельности, квалификацию, но также индивидуальные физические и психологические особенности каждого работника. Данные требования регулируются Трудовым кодексом РФ, и ГОСТ 12.2.033-78. [23,34].

Главная цель организации рабочего места – обеспечить высококачественное и эффективное выполнение работ с соблюдением установленных сроков и при полноценном использовании закрепленного за работником оборудования.

Для ее достижения к рабочему месту предъявляются требования организационного, технического, эргономического, санитарного, гигиенического и экономического характера.

5.2. Производственная безопасность

Прием на работу в геологические организации производится в соответствии с действующим законодательством о труде.

Все работающие независимо от их профессии, образования и стажа работы должны быть обучены безопасности труда и проходить инструктаж и проверку знаний (сдачу экзаменов) по безопасности труда в установленном порядке. Проверка знаний правил, норм и инструкций по технике безопасности руководящими работниками и специалистами должна проводиться не реже одного раза в три года, а специалистами полевых сезонных партий и отрядов ежегодно перед выездом на полевые работы. [23]

Полная характеристика потенциала причинения вреда производственным фактором включает в себя источник возникновения и форму существования, характер распространения, зону и условия воздействия, характер действия (длительность и интенсивность), природу

воздействия на организм, возможные результаты воздействия

Опасные и вредные факторы, возникающие в процессе производственной деятельности обобщены и приведены в таблице 12. [24]

Таблица 12

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [33] Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса [27]
2.Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [42].
3.Тяжесть физического труда	+	+	+	ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности [43].
4.Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования	+	+	+	ГОСТ 12.2.003-91 — Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности [30].
5. Утечки токсичных и вредных веществ в рабочую зону	-	-	+	Постановление Госстроя РФ от 23.07.2001 N 80 "О принятии строительных норм и правил Российской Федерации "Безопасность труда в строительстве [39].
6. Повышенный уровень шума и вибрации	+	-	+	ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда ШУМ Общие требования безопасности [25].

5.3 Анализ вредных и производственных факторов

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

Работники геологоразведочных предприятий, в силу технологического процесса или чрезвычайных ситуаций осуществляют свою деятельность на открытом воздухе. Такие работы часто осуществляются в условиях пониженной или повышенной температуры воздуха.

При проведении работ на открытом воздухе в условиях пониженной температуры необходимо учитывать следующие требования:

- наличие средств индивидуальной защиты и спецодежды;
- регламентированные перерывы (чередование времени непрерывного пребывания на холоде и времени обогрева) в целях нормализации теплового состояния организма;
- сокращение рабочего дня;
- наличие помещения для отдыха и обогрева, наличие устройств для обогрева кистей и стоп с температурой не выше 40°C.

При проведении работ в условиях повышенной температуры в производственных помещениях и на открытой территории необходимо учитывать следующие требования:

- наличие средств индивидуальной защиты (головные уборы, солнцезащитные очки) и спецодежды;
- регламентированные перерывы 15-20 минут в охлаждаемом помещении либо помещении с нормальной температурой (на уровне 24-25 °С);
- сокращение рабочего дня;
- соблюдение питьевого режима (температура воды и напитков должна составлять 12-15 °С)

Любые отклонения показателей микроклимата в рабочей зоне способствуют изменению двигательной активности человека, нарушают координацию и способность выполнять точные операции, вызывают

тормозные процессы в коре головного мозга, способствуют развитию патологий. [46]

5.3.1. Отклонение показателей микроклимата помещений

Микроклимат производственных помещений – это комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда. Поддержание микроклимата рабочего места в пределах гигиенических норм – важнейшая задача охраны труда.

Показатели микроклимата: температура воздуха; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; мощность теплового излучения.

Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону, допустимые показатели устанавливаются дифференцированно для всех типов рабочих мест. Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, указанным в табл.2.

Таблица 13 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений. [33]

Период года	Категория работ	Температура °С	Относительная влажность воздуха. %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	оптимальная	Допустимая на рабочих местах	оптимальная	Допустимая на рабочих местах
Холодный	IIб Средней тяжести	17-19	40-60	75	0,2	Не более 0,4
	III Тяжелая	16-18	40-60	75	0,3	Не более 0,5
Теплый	IIб Средней тяжести	20-22	40-60	70 (при 25°С)	0,3	0,2-0,5
	III Тяжелая	18-20	40-60	75 (при 24°С и ниже)	0,4	0,2-0,6

Таблица 14. Минимальное количество участков измерения параметров микроклимата [33]

Площадь помещения, м	Количество участков измерения
До 100	4
От 101 " 400 включ.	8
Св. 400	Количество участков определяется расстоянием между ними, которое не должно превышать 10 м

Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры – обычными системами вентиляции и отопления.

5.3.2. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда. Освещение как свет от какого-либо источника бывает естественное, искусственное, совмещенное.

Естественное освещение – освещение помещений светом, исходящим от неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. Искусственное освещение – освещение помещений и других мест, где недостаточно естественного освещения. Искусственное освещение по назначению разделяют на общее, местное и комбинированное. Совмещенное освещение – освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Равномерность освещенности должна быть не менее 0,40 для зоны непосредственного окружения; 0,10 - для зоны периферии. При равномерности освещенности 0,10 освещенность поверхностей должна быть

не менее 50 лк на стенах, 30 лк - на потолке.

Таблица 15. Значения освещенности в зоне непосредственного окружения в зависимости от освещенности в зоне зрительной работы

E_{cp} зоны зрительной работы, лк	E_{cp} зоны непосредственного окружения, лк, не менее
Св. 750 включ	500
500	300
300	200
200	150
150	150
100	100
До 50	До 50

Средняя освещенность на рабочих местах с постоянным пребыванием людей должна быть не менее 200 лк. При проектировании рабочей зоны для исключения или снижения уровня отраженной блескости необходимо обеспечивать правильное взаимное расположение светильников и рабочей поверхности, ограничение яркости и/или увеличение светящей части поверхности светильников, учитывать коэффициенты отражения материалов отделки потолка и стен [35].

Расчет искусственного освещения

Дано помещение с размерами: длина $A = 14$ м, ширина $B = 20$ м, высота $H = 4.1$ м. Высота рабочей поверхности $h_{rp} = 0,8$ м. Требуется создать освещенность $E = 300$ лк. Коэффициент отражения стен $R_c = 30\%$, потолка $R_n = 50\%$. Коэффициент запаса $k = 1,5$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$. Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения. [44]

Выбираем светильники типа ОД, $\lambda = 1,4$. Приняв $h_c = 0,7$ м, определяем расчетную высоту.

$$h = H - h_c - h_{rp} = 4.2 - 0,7 - 0,8 = 2.7 \text{ м};$$

$$\text{Расстояние между светильниками: } L = 1,4 \cdot 2,7 = 3.78 \text{ м};$$

$$\text{Расстояние от крайнего ряда светильников до стены: } L/3 = 1,26 \text{ м.}$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{B - \frac{2}{3}L}{L} + 1 = \frac{19 - \frac{2}{3} * 3,78}{3,78} = 5$$

$$n_{\text{ряд}} = \frac{A - \frac{2}{3}L}{L_{\text{CB}} + 0,5} + 1 = \frac{18 - \frac{2}{3} * 3,78}{1,23 + 0,5} = 9$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 10 светильников типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1.23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 80$.

Находим индекс помещения:

$$i = S / h(A+B) = 280 / (2,7(14 + 20)) = 3,05$$

определяем коэффициент использования светового потока: $\eta = 0,62$.

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{E_n * S * K_3 * Z}{N_l * \eta} = \frac{400 * 280 * 1,5 * 1,1}{80 * 0,62} = 3725,8$$

По таблице 1 [13] выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛД 30 Вт с потоком 1650 лм. Делаем проверку выполнения условия:

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

$$10 \% \leq \frac{3750 - 3725,8}{3750} * 100\% \leq +20\%$$

Получаем: $-10 \% \leq 0,64 \% \leq +20 \%$

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 80 \cdot 65 = 5200 \text{Вт}$$

Вывод. 80 ламп типа ЛД 65 с величиной светового потока равной 3750 лк требуется для создания в данном помещении. Полученные расчеты из формулы укладываются в интервал от -10% до $+20 \%$.

5.3.3. Тяжесть физического труда

В период выполнения полевого этапа работник подвергается значительным физическим нагрузкам связанных с тяжестью переносимых

материалов на различные расстояния, загрузке и разгрузке оборудования.

При работе в производственных помещениях (при осуществлении камеральных работ) рабочий подвергается статическим нагрузкам из-за длительного нахождения в сидячем положении.

Тяжесть трудового процесса оценивают по ряду показателей, выраженных в эргометрических величинах, характеризующих трудовой процесс, независимо от индивидуальных особенностей человека, участвующего в этом процессе. Основными показателями тяжести трудового процесса являются:

- физическая динамическая нагрузка;
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса;
- перемещение в пространстве.

Каждый из перечисленных показателей может быть количественно измерен и оценен в соответствии с методикой, разделом 5.10 и табл. 17 руководства Р 2.2.2006-05 [27].

При выполнении работ, связанных с неравномерными физическими нагрузками в разные смены, оценку показателей тяжести трудового процесса (за исключением массы поднимаемого и перемещаемого груза и наклонов корпуса), следует проводить по средним показателям за 2—3 смены. Массу поднимаемого и перемещаемого вручную груза и наклоны корпуса следует оценивать по максимальным значениям.

Профилактика перегрузок предусматривает наличие частых перерывов в работе, автоматизацию процессов, изменение рабочей позы во время работы, проведение физических упражнений. При проектировании рабочих мест необходимо стремиться к тому, чтобы рабочая поза была как можно ближе к естественной позе человека [43].

5.3.4. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

Все работы геологоразведки, ведущиеся с применением движущихся механизмов должны производиться строго в специальной одежде: специальных рабочих робах, – для исключения попадания свисающих частей одежды на быстродвижущиеся детали. Требования, предъявляемые к специальной одежде: обеспечение наибольшего комфорта для человека и максимальной безопасности.

Специальная одежда различных видов в зависимости от защитных свойств подразделяется на группы и подгруппы в соответствии с ГОСТ 12.4.011–89 [32]. Согласно этому стандарту, для защиты от опасностей, связанных с движущимися и вспомогательными механизмами (применяющихся в процессе опробования), следует использовать одежду группы «М».

В производственном оборудовании применяют предупредительные знаки, представляющие собой желтый треугольник с черной полосой по периметру, внутри которого располагается какой-либо символ (черного цвета).

Рабочий, допускающийся к работе с движущимися механизмами и машинами должен быть обучен и обладать знаниями в объеме предусмотренным техническим описанием данного оборудования и общими правилами техники безопасности.

Присутствие опасного фактора на производстве – необходимое, но не достаточное условие его проявления. Причины его появления в большинстве случаев – результат конструктивных недостатков оборудования, недостаточности освещения, неисправности защитных средств, оградительных устройств, а также несоблюдение правил безопасности из-за неподготовленности работников, низкая трудовая и производственная дисциплина, неправильная организация работы, отсутствие надлежащего

контроля за производственным процессом и др.

К средствам коллективной защиты по расстоянию опасного воздействия можно отнести блокировочные устройства. Блокировочные устройства препятствуют проникновению человека в опасную зону, либо во время пребывания его в этой зоне устраняют опасный фактор.

К этим же средствам относятся оградительные устройства. Оградительные устройства – класс средств защиты, препятствующих попаданию человека в опасную зону.

Требования безопасности к конструкции, применению и размерам ограждения в зависимости от расположения опасных элементов устанавливает стандарт ГОСТ 12.2.062-81 [29]

Рабочий, допускающийся к работе с движущимися механизмами и машинами должен быть обучен и обладать знаниями в объеме предусмотренным техническим описанием данного оборудования и общими правилами техники безопасности.

5.3.5. Утечки токсических и вредных веществ в рабочую зону.

При выполнении строительно - монтажных работ на территории организации или в производственных цехах помимо контроля за вредными производственными факторами, обусловленными геологоразведочными работами, необходимо организовать контроль за соблюдением санитарно - гигиенических норм в установленном порядке.

Перед началом выполнения работ в местах, где возможно появление вредного газа, в том числе в закрытых емкостях, колодцах, траншеях и шурфах, необходимо провести анализ воздушной среды.

При появлении вредных газов производство работ в данном месте следует приостановить и продолжить их только после обеспечения рабочих мест вентиляцией (проветриванием) или применения работающими необходимых средств индивидуальной защиты.

Работающие в местах с возможным появлением газа должны быть обеспечены защитными средствами (противогазами, самоспасателями). Работы в колодцах, шурфах или закрытых емкостях следует выполнять, применяя шланговые противогазы.

Оборудование, при работе которого возможны выделения вредных газов, паров и пыли, должно поставляться комплектно со всеми необходимыми укрытиями и устройствами, обеспечивающими надежную герметизацию источников выделения вредностей. Укрытия должны иметь устройства для подключения к аспирационным системам (фланцы, патрубки и т.д.) для механизированного удаления отходов производства.

Запрещается использование полимерных материалов и изделий с взрывоопасными и токсичными свойствами без ознакомления с инструкциями по их применению, утвержденными в установленном порядке. Материалы, содержащие вредные или взрывоопасные растворители, необходимо хранить в герметически закрытой таре [39].

5.3.6. Превышение уровней шума и вибрации

Шум представляет собой беспорядочное сочетание разнообразных звуков. Воздействие шума на организм человека вызывает негативные изменения, прежде всего в органах слуха, нервной и сердечно-сосудистой системах. Степень выраженности этих изменений зависит от параметров шума, стажа работы в условиях воздействия шума, длительности действия шума в течение рабочего дня, индивидуальной чувствительности организма.

Действие шума на организм человека отягощается вынужденным положением тела, повышенным вниманием, нервно-эмоциональным напряжением, неблагоприятным микроклиматом.

Зоны с уровнем звука свыше 85 дБ должны быть обозначены знаками безопасности. Работа в этих зонах без использования средств индивидуальной защиты запрещается. Запрещается даже кратковременное

пребывание в зонах с октавными уровнями звукового давления выше 130 дБ в любой октавной полосе.

Предельно допустимые величины нормируемых параметров транспортной вибрации рабочих мест при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч) приведены в таблице 5, ГОСТ 12.1.003-2014 [25].

Таблица 16.

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения виброускорения							
	2				дБ			
	в 1/3 октаве		в 1/1 октаве		в 1/3 октаве		в 1/1 октаве	
	Z_n	X_o, Y_o	Z_n	X_o, Y_o	Z_n	X_o, Y_o	Z_o	X_o, Y_o
0,8	0,70	0,22			117	107		
1,0	0,63	0,22	1,10	0,40	116	107	121	112
1,25	0,56	0,22			115	107		
1,6	0,50	0,22			114	107		
2,0	0,45	0,22	0,79	0,45	113	107	118	113
2,5	0,40	0,28			112	109		
3,15	0,35	0,35			111	111		
4,0	0,32	0,45	0,56	0,79	110	113	115	118
5,0	0,32	0,56			110	115		
6,3	0,32	0,70			110	117		
8,0	0,32	0,89	0,63	1,60	110	119	116	124
10,0	0,40	1,10			112	121		
12,5	0,50	1,40			114	123		
16,0	0,63	1,80	1,10	3,20	116	125	121	130
20,0	0,79	2,20			118	127		
25,0	1,00	2,80			120	129		
31,5	1,30	3,50	2,20	6,30	122	131	127	136
40,0	1,60	4,50			124	133		
50,0	2,00	5,60			126	135		

Для устранения вредного воздействия вибрации на работающих должны применяться следующие мероприятия:

- снижение вибрации в источнике ее образования конструктивными или технологическими мерами;
- уменьшение вибрации на пути ее распространения средствами виброизоляции и вибропоглощения;
- средства индивидуальной защиты. ГОСТ 12.1.012-2004 [26]

5.4. Экологическая безопасность

Воздействие геологоразведочных работ на окружающую среду достаточно обширно. Охватывая практически весь спектр природных сред и трансформируя их в той или иной степени, возникает необходимость регламентированного контроля за влиянием инженерно – геологических изысканий на каждую из них. В качестве контроля выступают различные нормативные документы (ГОСТы) обеспечивающие экологическую безопасность и поддержание нормального состояния окружающей среды. (ГОСТ 17.2.1.04-77 [36], ГОСТ 17.1.3.06-82 [37], ГОСТ 17.1.3.02-77 [38]).

Таблица 17 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при инженерно-геологических работах

Природные ресурсы, компоненты геологической среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Почва	Уничтожение и повреждение почвенного слоя	Рекультивация земель
	Загрязнение горюче - смазочными материалами	Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники
	Загрязнение производственными отходами	Вывоз отходов (свалки, отвалы)
Грунты	Нарушение состояния геологической среды	Ликвидационный тампонаж скважин, геомониторинг
	Нарушение физико-механических свойств горных пород	Мероприятия по укреплению грунтов (цементация, битуминизация,

		силикатизация)
Атмосферный воздух	Загрязнение атмосферного воздуха при работе оборудования	Установление нормативов предельно допустимых выбросов(ПДВ)загрязняющих веществ в атмосферный воздух
Подземные воды	Загрязнение производственными сточными водами и мусором, нефтепродуктами, буровым раствором, осушение водоносного горизонта	Сооружение водоотводов, складирование или вывоз мусора, обезвреживание сточных вод, установка дебита (расхода) минимизирующего степень осушения

Перед началом работ должно быть изучено фоновое состояние окружающей среды. По этим результатам определяют наименее устойчивые к техногенному воздействию экосистемы.

В период начала работ следует провести оценку загрязнения атмосферного воздуха основной вклад которого вносят передвижные источники. Не допускается создавать пожароопасную обстановку в том месте, где постоянно или периодически обращаются горючие вещества. Соблюдать правила разведения огня и правила пожарной безопасности. Заправка ГСМ должна производиться насосами с использованием воронок и поддонов, исключающих попадание ГСМ на почву и их последующее испарение.

После завершения работ все горные выработки необходимо ликвидировать путем их засыпки песком и последующей затрамбовкой во избежание просадок поверхности земли, которые в свою очередь могут привести к развитию разного рода экзогенно-геологических процессов (оврагообразование, заболачивание, термокарст и т.д.).

Выполняя инженерно-геологические исследования, необходимо предотвращать утечки в водоемы и водостоки загрязненных промывочных жидкостей, нефтепродуктов, вод и растворов содержащих токсичные вещества. Для предотвращения загрязнения водоносных горизонтов в местах строительства водозаборов предусматривается зона санитарной охраны,

состоящая из двух поясов. При проведении инженерно-геологических изысканий необходимо свести к минимуму наносимый ущерб и выполнять мероприятия по охране окружающей геологической среды.

5.5. Чрезвычайные ситуации

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией на территории изысканий является: зоны затопления и подтопления

Зона затопления - территория, покрываемая водой в результате превышения притока воды по сравнению с пропускной способностью русла.

Подтопление территории - комплексный процесс, при котором в результате нарушения водного режима и баланса территории за расчетный период времени происходит повышение уровня подземных вод, достигающее критических значений, требующих применения защитных мероприятий.

В границах ЗЗП установлен особый режим использования территории. В связи с этим на данных территориях запрещается:

- 1) размещать новые населённые пункты и объекты кап. строительства без средств обеспечения защиты от затоплений;
- 2) использовать сточные воды в целях регулирования плодородия почв;
- 3) размещать кладбища, скотомогильники, свалки различных видов отходов;
- 4) распылять химикаты против вредителей с воздуха.

Кроме того, собственник водного объекта обязан осуществлять меры, препятствующие затоплению территории, а также ликвидации их последствий, если вдруг такое произошло.

При проектировании инженерной защиты территории от затопления и подтопления надлежит разрабатывать комплекс мероприятий, обеспечивающих предотвращение затопления и подтопления территорий в зависимости от требований их функционального использования и охраны

природной среды или устранение отрицательных воздействий затопления и подтопления.

Инженерная защита территории от затопления и подтопления должна быть направлена на предотвращение или уменьшение хозяйственного, социального и экологического ущерба, который определяется снижением количества и качества продукции различных отраслей хозяйственной деятельности, ухудшением гигиенических и медико-санитарных условий жизни населения, затратами на восстановление надежности объектов на затапливаемых и подтопленных территориях. В качестве основных средств инженерной защиты территорий следует предусматривать обвалование, искусственное повышение поверхности территории, руслорегулирующие сооружения и сооружения по регулированию и отводу поверхностного стока систематические дренажные системы, локальные дренажи и другие защитные сооружения.

На территориях, защищаемых от подтопления, необходимо предусматривать сеть наблюдательных скважин для наблюдений за изменениями уровня подземных вод, за солевым и температурным режимами фильтрационного потока и эффективностью работы, и сохранностью дренажных систем в целом и отдельных дренажных устройств.

Выводы по разделу

В процессе работы над разделом «Социальная ответственность» изучен обширный массив регламентирующей документации в части охраны труда, экологии и ЧС. В результате составлено обоснование мероприятий по защите здоровья, экологии и предотвращению ЧС, которые могут возникнуть при выполнении комплекса работ по проектированию численной модели в программном комплексе Groundwater Modelling System и при дальнейшем ее использовании. На основании анализа факторов производственного и экологического рисков, которые могут возникнуть при работе для сбора

данных при гидрогеологических работах на территории изысканий можно сделать выводы о том, что: проведение изысканий в соответствии со всеми правилами охраны труда и техникой безопасности позволяют снизить основные вредные факторы риска при работе на объекте изысканий, а также предупредить возможности возникновения ЧС (прогнозируемые зоны подтопления и затопления) на рабочей зоне.

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» представляет собой проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Данный раздел направлен на закрепление и углубление теоретических знаний и практических навыков в области экономики, организации и управления производством. Целью раздела является анализ ресурсоэффективности программного обеспечения GroundwaterModellingSystem(решающий модуль Modflow). Основные задачи заключаются в оценке перспективности использования программы и определения ее экономической эффективности.

6.1. Цели и результат проекта

Целью данной выпускной квалификационной работы является оценка роли подземных вод на этапе строительства и эксплуатации проектируемых объектов ТЭС.

Объект исследования – Калининградская область, Светловский городской округ, п. Взморье, подземные воды в пределах сферы взаимодействия объектов проектирования ТЭС.

Эксплуатация ТЭС связана с использованием ресурсов подземных вод. Потребности энергетического комплекса обеспечиваются работой водозаборов, эксплуатирующихся в системах питьевого и технологического водоснабжения. Обоснование рациональной схемы использования подземных вод требует проведения комплекса работ по установлению

степени их распространения и глубине залегания.

Для водозаборов ТЭС такая работа должна быть выполнена с целью прогноза изменений гидрогеологических условий территории под влиянием возведения современных сооружений.

Реализация методов математического моделирования позволяет вести добычу полезных ископаемых и подземных вод более рационально с точки зрения влияния на состояние подземных вод в экологическом и социальном плане.

Область применения лежит в сфере недропользования: добыча полезных ископаемых, эксплуатация подземных вод водозаборными скважинами. Целевая аудитория результата научно-технического исследования представлена юридическими лицами, ведущими свою деятельность в сфере ресурсов энергетического комплекса, эксплуатацию подземных вод в целях водоснабжения, а также в проектно-изыскательском сопровождении этой деятельности

Таблица 18 – «Портрет» потребителя НТИ

Параметры	Краткое описание
Организационно – правовая форма	Юридические лица
Географическое местоположение	Повсеместно
Отрасль экономики	Энергетика, добыча подземных вод
Вид деятельности	Энергетика, добыча подземных вод

6.1.2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Целевая аудитория результата научно-технического исследования представлена юридическими лицами, ведущими свою деятельность в сфере недропользования, а также в проектном сопровождении этой деятельности [1]. Сегментирование рынка – разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар

(услуга). Сегментирование рынка услуг по разработке геофильтрационной модели осуществляется по следующим критериям: вид заказчика (проектная организация); вид услуги (решение стационарных задач, прогнозное моделирование). Данные представлены в таблице 2.

Таблица 19 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке геофильтрационной модели

		Услуга (продукт)	
		Решение стационарных задач	Прогнозное геофильтрационное моделирование
Заказчики	Проектные организации		

Из таблицы видно, что основным сегментом рынка является создание геофильтрационной модели с целью решения поставленных задач различного спектра. Гидродинамическое моделирование в программном комплексе GroundwaterModellingSystem(с использованием решающего модуля MODFLOW), реализующего алгоритм численного решения дифференциального уравнения нестационарной плановой фильтрации по методу конечных разностей, является наиболее полным и легким в использовании программным обеспечением для моделирования подземных вод и поверхностных вод, управлении эксплуатацией водозаборных скважин, оценки качества подземных вод, построении карт и т.д

6.1.3. Анализ конкурентных технических решений

В настоящее время существует не одно программное обеспечение, с помощью которого возможно создание геофильтрационной модели участка недр. Самые распространенные из них: GMS, GeolinkModTech и др. Все эти

программные средства содержат возможности для трехмерной визуализации результатов моделирования.

Оценка сравнительной эффективности научной разработки проводится с помощью оценочной карты, сравнение проводим между программами VisualModflowFlex (Бк1), GMS(Бф), и GeolinkModTech (Бк2).

Позиция каждой программы оценивается по показателям экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумму должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле

$$K = \sum B_i \cdot Б_i$$

где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

В_і – вес показателя (в долях единицы);

Б_і – балл і-го показателя. Полученные результаты анализа сведены в таблицу 8.

Таблица 20 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Все критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
2. Удобство и простота в эксплуатации	0,20	5	4	2	1,0	0,2	0,1
3. Энергоэкономичность	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
4. Надежность	0,15	4	3	3	0,60	0,15	0,15
5. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,20	5	5	3	1,00	0,25	0,15

6. Качество интеллектуального интерфейса	0,05	5	4	1	0,25	0,2	0,05
7. Обучающие курсы	0,05	5	1	1	0,25	0,05	0,05
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,03	5	5	4	0,15	0,15	0,12
2. Цена	0,08	3	3	5	0,09	0,09	0,15
3. Срок выполнения работ	0,05	4	4	4	0,12	0,12	0,12
4. Послепродажное обслуживание	0,05	5	3	2	0,15	0,09	0,06
5. Уровень проникновения на рынок	0,04	5	4	3	0,15	0,12	0,09
Итого	1	54	44	36	4,16	1,85	1,44

В строке «Итого» указана сумма всех конкурентоспособностей по каждой программе. Анализ технических и экономических критериев показал, что несмотря на высокую цену программный комплекс GroundwaterModellingSystem (с решающим модулем Modflow) обладает рядом преимуществ среди рассмотренных конкурентов и более выгоден к приобретению и дальнейшему использованию.

6.1.4. SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, применяется для исследования внешней и внутренней среды проекта [1]. Анализ проводится в 3 этапа.

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

Таблица 21 – Матрица SWOT-анализа

<p>Сильные стороны</p> <p>С1. Модель применима для различных производственных предприятий, деятельность которых связана с недропользованием</p> <p>С2. Наиболее полный пакет инструментов для моделирования подземных вод в одном</p>	<p>Слабые стороны</p> <p>Сл1. Необходимость наработки клиентской базы</p> <p>Сл2. Снижение достоверности результатов моделирования за счет недостаточности исходных данных</p> <p>Сл3. Необходимость приобретения</p>
--	--

программном обеспечении по сравнению с конкурентами С3. Более надежная работа программного обеспечения по сравнению с конкурентами С4. Более удобный и доступный интерфейс	программного обеспечения Сл4. Необходимость дополнительного обучения сотрудников
Возможности В1. Появление спроса со стороны проектных организаций В2. Сокращение сроков проектирования В3. Благоприятная ситуация на рынке (незанятость ниши) В4. Использование возможности по привлечению молодых специалистов	Угрозы У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности (запрещение их совмещения) У2. Повышение стоимости специального программного обеспечения У3. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе У4. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды

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

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 3. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 22 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта			
		C1	C2	C3	C4
Возможности проекта	В1	+	+	+	+
	В2	+	+	+	+
	В3	+	+	+	+
	В4	-	-	-	0
		Слабые стороны проекта			
Возможности проекта	В1	+	-	+	+
	В2	0	+	+	+
	В3	+	0	+	+
	В4	-	-	+	+

		Сильные стороны проекта			
		С1	С2	С3	С4
Угрозы	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-
	У3	-	+	+	+
	У4	-	+	-	-

		Слабые стороны проекта			
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
Угрозы	У1	+	0	+	+
	У2	-	-	+	+
	У3	-	+	-	+
	У4	+	0	+	+

В рамках *третьего этапа* должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 23).

Таблица 23 –SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны С1. Модель применима для различных производственных предприятий, деятельность которых связана с недропользованием С2. Наиболее полный пакет инструментов для моделирования подземных вод в одном программном обеспечении по сравнению с конкурентами С3. Более надежная работа программного обеспечения по сравнению с конкурентами С4. Более удобный и доступный интерфейс</p>	<p>Слабые стороны Сл1. Необходимость наработки клиентской базы Сл2. Снижение достоверности результатов моделирования за счет недостаточности исходных данных Сл3. Необходимость приобретения программного обеспечения Сл4. Необходимость дополнительного обучения сотрудников</p>
<p>Возможности В1. Появление спроса со стороны проектных организаций В2. Сокращение сроков проектирования</p>	<p>Использование методов моделирования для решения производственных задач; Быстрота и доступность использования;</p>	<p>Проверка результатов</p>

В3. Благоприятная ситуация на рынке (незанятость ниши) В4. Использование возможности по привлечению молодых специалистов	Подготовка высококвалифицированных кадров на базе проекта;	
Угрозы У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности (запрещение их совмещения) У2. Повышение стоимости специального программного обеспечения У3. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе У4. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды	Создание конкурентоспособного проекта	Из-за длительности анализа и высокой стоимости продукта могут возникнуть проблемы с продвижением данного исследования.

6.1.5. Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения).

Таблица 24 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

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

	интеллектуальной собственности		
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	5	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	2
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	5
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	4	4
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	5	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	3
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	57	56

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

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i$$

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

B_i – балл по i -му показателю.

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

По результатам оценки выделяются слабые стороны исследования, дальнейшего улучшения необходимо провести маркетинговые исследования рынков сбыта, разработать бизнес-план коммерциализации научной

разработки проработать вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

6.1.6. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Для коммерциализации результатов, проведенного исследования будут использоваться следующие методы: использование инструментов моделирования и передача интеллектуальной собственности.

Разработка модели будет предполагать предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов, связанных с разработкой геофильтрационной модели, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика.

Передача интеллектуальной собственности будет производиться в уставной капитал предприятия или государства.

Данные методы коммерциализации будут наиболее продуктивными в отношении данного проекта.

6.1.7. Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта (таблица 8).

Таблица 25 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ООО «ЛенТИСИЗ-Калининград»	Подготовка к работе

	высококвалифицированных специалистов
Предприятия электрогенерирующей отрасли	Построение геофильтрационной модели для прогноза подверженных к рискам подтопления территориям

В таблице 26 представлена иерархия целей проекта и критерии достижения целей.

Таблица 26 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Оценка роли подземных вод на этапе строительства и эксплуатации проектируемых объектов ТЭС.
Ожидаемые результаты проекта:	Прогноз изменений гидрогеологических условий территории под влиянием возведения современных сооружений
Критерии приемки результата проекта:	Найти в природных объектах золото и сопутствующие элементы, подкрепляя доказательствами
Требования к результату проекта:	Требование:
	Отобрать пробы снеготалой воды, коры сосны на территории Батуриного рудопроявления золота Томской области для лабораторных аналитических исследований; Собрать результаты отчетов, провести анализ фондовых материалов
	Построить модель конечно – разностной сетки территории
	Провести обработку полученных данных;
	Выявить факторы, влияющие на подземные воды на данной территории

В таблице 27 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 27 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1.	Кузеванов К.И., НИ ТПУ, к.г.н 0,5 ставки ОГ ИШПР	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	600
2.	Алиев М.Г., магистрант ОГ ИШПР	Исполнитель по проекту	Анализ литературных источников, построение модели, карт, написание работы	1600
ИТОГО:				2200

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованными в рамках данного проекта (таблица 28).

Таблица 28 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	665000
3.1.1. Источник финансирования	ООО "Лентисиз - Калининград
3.2. Сроки проекта:	01.09.2019-31.05.2021
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	1.11.2020
3.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2021

6.1.8. Планирование управления научно-техническим проектом

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

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

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

6.1.9. Иерархическая структура работ проекта

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



Рисунок 3.3 – Иерархическая структура работ

6.2. План проект

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта

Таблица 29 – Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	7	01.09.20	07.09.20	Алиев М.Г., Кузеванов К.И.
Согласование плана работ	7	08.09.20	15.09.20	Алиев М.Г., Кузеванов К.И.
Литературный обзор	45	16.10.20	31.11.20	Алиев М.Г., Кузеванов К.И.
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	44	01.02.21	14.03.21	Алиев М.Г., Кузеванов К.И.

Написание отчета	70	21.03.21	31.05.21	Алиев М.Г.,
Итого:	173			

Таблица 30 – Календарный план график проведения НИОКР по теме

Наименование этапа	Т, дней	2020					2021			
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
Утверждение темы магистерской диссертации	7									
Согласование плана работ	7									
Литературный обзор	15									
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	44									
Написание отчета	70									



- Алиев М.Г.



- Алиев М.Г., Кузеванов К.И.

6.2.1. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных работ (программное обеспечение);
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

6.2.2. Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле

$$Z_m = (1 + k_t) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi}$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_t – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (5 %).

Норма амортизации рассчитывается как ежемесячный процент от первоначальной стоимости имущества

$$K = \frac{1}{n} 100\%$$

где K – месячная (годовая) норма амортизации; n – срок полезной эксплуатации объекта в месяцах (для ПО определяется датой выхода обновления). Для ПО Groundwater Modelling System срок полезного использования на период выполнения НТИ принимается 24 мес., так как условиями покупки данного ПО определено бесплатное обновление на первые два года эксплуатации.

Формула расчета амортизации линейным методом имеет вид

$$A = C_r \cdot K,$$

где A – амортизация за месяц;

C_r – начальная стоимость имущества.

Результаты расчетов амортизационных отчислений на период выполнения НТИ (3,5 мес.) приведены в таблице 16, результаты расчетов материальных затрат представлены в таблице 17.

Таблица 31 – Расчет амортизационных отчислений

Объект	Кол-во	Цена за единицу, т.руб.			Полезный срок эксплуатации (n, мес)			Месячная норма амортизации (K, %)			Амортизационные отчисления за месяц/за период выполнения НТИ, т.руб.		
		GMS	Visual Modflow Flex	ModTech				GMS	Visual Modflow Flex	ModTech	GMS	Visual Modflow Flex	ModTech
ПО (шт)	1	366,5	350,0	53,2	24	12	12	4,2	8,3	8,3	$\frac{15,27}{53,45}$	$\frac{29,17}{102,1}$	$\frac{4,43}{15,52}$
ПК (шт)	1	65,0	65,0	65,0	36	36	36	2,8	2,8	2,8	$\frac{1,81}{6,32}$	$\frac{1,81}{6,32}$	$\frac{1,81}{6,32}$

Таблица 32 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Затраты на материалы с учетом амортизации на период выполнения НТИ, руб.
--------------	-------------------	------------	-----------------------	--

				GMS	Visual ModflowFlex	ModTech
Персональный компьютер (шт.)	шт	1	65000,0	6319,4	6319,4	6319,4
Программное обеспечение VisualModflow Flex/GMS/ModTech (шт.)	шт	1	366500,0/ 350000,0/ 53200,0	53447,9	102083,3	15516,7
Бумага для принтера (формат А4, пачка)	формат А4, пачка	1	350,0	350,0	350,0	350,0
Краска для принтерных картриджей	шт	1	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Ручка шариковая	шт	1	50	50,0	50,0	50,0
Карандаш чертежный	шт	2	50	100,0	100,0	100,0
Блокнот для записок	шт	1	150	150,0	150,0	150,0
Всего за материалы				61367,4	110002,8	23436,1
Транспортно-заготовительные расходы (5%)				3068,4	5500,1	1171,8
Итого				64435,7	115502,9	24607,9

6.2.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Раздел включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{zn} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата исполнителей, непосредственно

участвующих в проектировании разработки

$$Z_{осн} = Z_{дн} + T_{раб}$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6–дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле

$$Z_m = Z_б \cdot (k_{нр} + k_d) \cdot k_p$$

где $Z_б$ – базовый оклад, руб.; $k_{нр}$ – премиальный коэффициент, (определяется «Положением об оплате труда»); k_d – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда); k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 33 – Баланс рабочего времени на 2020 г.

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней: выходные/праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени: – отпуск; – невыходы по болезни	48	48
Действительный годовой фонд рабочего времени	200	200

Таблица 34 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Е _{д,раб. дн.}	З _м	З _{дн}	к _{пр}	к _д	к _р	М	Т _{р, раб. дн.}	З _{осн, руб.}
Руководитель	200	50000	2600,0	-	-	1,3	10,4	34	88400,0
Инженер	200	30000	1560,0	-	-	1,3	10,4	104	162240,0

6.2.4. Дополнительная заработная плата для исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы осуществляется по следующей формуле только для научного руководителя

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн},$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 10-15 % от основной заработной платы сотрудника).

Таблица 35 – Заработная плата исполнителей НТИ, руб

Заработная плата	Научный руководитель	Инженер
Основная зарплата	89600,0	164320,0
Дополнительная зарплата	8960,0	-
Зарплата исполнителя	98560,0	164320,0
Итого по разделу С _{зп}	262880,0	

6.2.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (14)$$

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

Отчисления во внебюджетные фонды по ставке ТПУ составляют 30,2 %, результаты расчетов приведены в таблице 21 [1].

Таблица 36 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	Сумма отчислений, руб
Руководитель проекта	89600,0	8960,0	0,302	29765,12
Инженер	164320,0	-	0,302	49624,64
Итого сумма отчислений				79389,76

6.2.6. Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление, хозяйственное обслуживание, ремонт оборудования, аренду помещений и т.д. Обычно накладные составляют 80-100% от суммы основной и дополнительной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по рассматриваемой теме [1]. В данном случае накладные приняты в размере 80%, результаты расчетов сведены в таблицу 22.

Таблица 37 – Накладные расходы

№ п.п.	Наименование статьи	Сумма, руб.	
		Научный руководитель	Инженер
1	Основная зарплата	89600,0	164320,0
2	Дополнительная зарплата	8960,0	0,0
3	Зарплата исполнителя	98560,0	164320,0
4	Итого расходы по зарплате	262880,0	
5	Накладные расходы	210304,0	

6.2.7. Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на НИИ приведен в таблице 38.

Таблица 38 – Расчет бюджета затрат НТИ

№ п.п.	Наименование статьи	Сумма, руб.		
		GMS	VMF Аналог 1	ModTech Аналог 2
1	Материальные затраты НТИ (сырье, материалы, специальное оборудование)	64436,0	115503,0	24608,0
2	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	253920,0	253920,0	253920,0
3	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8960,0	8960,0	8960,0
4	Отчисления во внебюджетные фонды	79389,76	79389,76	79389,76
5	Накладные расходы	210304,0	210304,0	210304,0
6	Итого бюджет затрат НТИ	617009,8	668076,8	577181,8

6.2.8. Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информация по рискам представлена в виде таблицы 26.

Таблица 39 – Реестр рисков проекта

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения	Условия наступления
1	Повышение стоимости Специализированного программного обеспечения	Незапланированные издержки	4	3	средний	Формирование финансовых резервов. Заключение договора с банком о льготном кредитовании	Повышение стоимости ПО в одностороннем порядке

2	«Текучка» кадров	Срыв сроков выполнения работ. Снижение качества результата работ. Дополнительные затраты на обучение ПО	4	5	высокий	Разработка программы профессионального роста. Поддержка молодых специалистов	Низкая заработная плата. Отсутствие перспектив в проф. развитии
3	Снижение цены продукции из-за роста конкуренции	Снижение рентабельности, прибыли	4	5	высокий	Проведение маркетинговых исследований. Программа лояльности к постоянным клиентам	Увеличение количества фирм-конкурентов. Снижение рыночной цены продукции
4	Разрыв платежного баланса	Временная неплатежеспособность	5	5	высокий	Заключение договора с банком о льготном кредитовании, об оплате векселями	Выполнение работ без аванса с расчетом после активирования. Длительность выполнения работ

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

Оценка абсолютной эффективности исследования

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

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);

- внутренняя ставка доходности (IRR);
- к окупаемости (DPP).

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

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

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

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

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

n – горизонт расчета;

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

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

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 23. При расчете рентабельность проекта составляла 20 %, амортизационные отчисления 10 %. $Ag = C_{перв} * Na / 100$

Таблица 40 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	925 514,70	925 514,70	925 514,70	925 514,70
2	Итого приток, руб.	0	925 514,70	925 514,70	925 514,70	925 514,70
3	Инвестиционные издержки, руб.	-617009,8	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб.	0	215 953,43	215 953,43	215 953,43	215 953,43
5	Налогооблагаемая	0	709 561,27	709 561,27	709 561,27	709 561,27

	прибыль(1-4)					
6	Налоги 20 %, руб.(5*20%)	0	141 912,25	141 912,25	141 912,25	141 912,25
7	Итого отток, руб.	-617009,8	357 865,68	357 865,68	357 865,68	357 865,68
8	Чистая прибыль, руб.(5-6)	0	567 649,02	567 649,02	567 649,02	567 649,02
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.(чистая прибыль+амортизация)	-617009,8	592 108,97	592 108,97	592 108,97	592 108,97
10	Коэффициент дисконтирования (КД)	1	<u>0,833</u>	<u>0,694</u>	<u>0,578</u>	<u>0,482</u>
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.(9*10)	-617009,8	493 226,77	410 923,62	342 238,98	285 396,52
12	∑ ЧДД		1 531 785,90			
12	Итого NPV, руб.		2 148 795,70			

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1 + i)^t}$$

где: i – ставка дисконтирования, 20 %;

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 2 148 795,70 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

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

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

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{2\,148\,795,70}{617009,8} = 3,48$$

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

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

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 21 и на рисунке 2.

Таблица 41 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб.
1	Чистые денежные потоки, руб.	-617009,8	592 108,97	592 108,97	592 108,97	592 108,97	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,35	
	0,4	1	0,714	0,51	0,364	0,26	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,39	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,5	0,25	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	-617009,8	538 227,05	489 082,01	444 673,84	404 410,43	1 259 383,53
	0,2	-617009,8	493 226,77	410 923,63	342 238,98	285 396,52	914 776,11
	0,3	-617009,8	455 331,80	350 528,51	269 409,58	207 238,14	665 498,23
	0,4	-617009,8	422 765,80	301 975,57	215 527,67	153 948,33	477 207,58
	0,5	-617009,8	394 936,68	262 896,38	174 672,15	117 237,58	332 732,99
	0,6	-617009,8	370 068,11	230 922,50	144 474,59	90 592,67	219 048,07
	0,7	-617009,8	348 160,07	198 356,50	120 198,12	66 316,20	116 021,10
	0,8	-617009,8	329 212,59	182 961,67	101 250,63	56 250,35	52 665,45

	0,9	-617009,8	311 449,32	164 014,18	86 447,91	45 592,39	-9 506,00
	1,0	-617009,8	296 054,49	148 027,24	74 013,62	36 710,76	-62 203,70

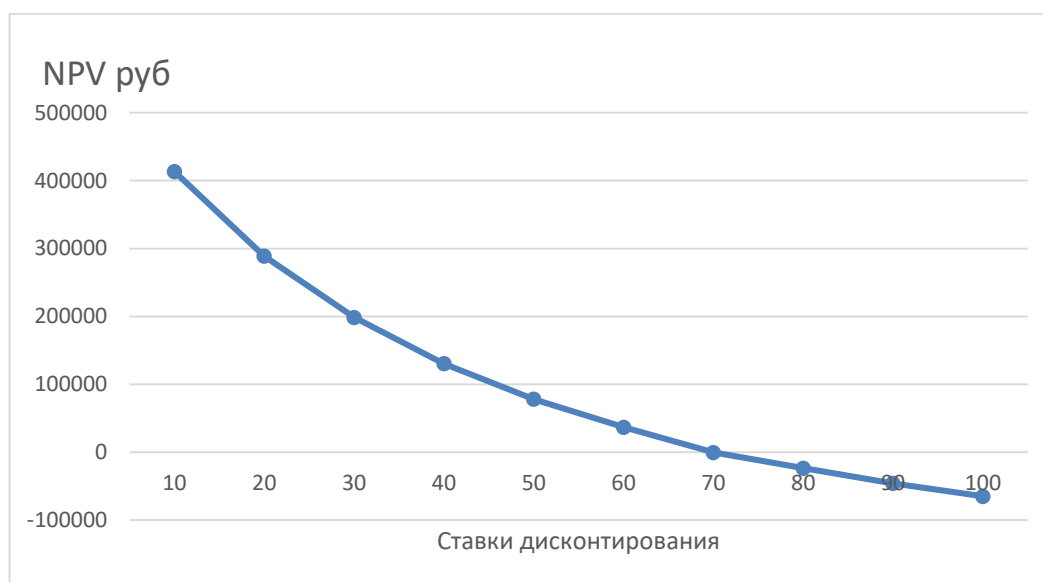


Рисунок 3.4 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,80.

Запас экономической прочности проекта: $80\% - 20\% = 60\%$

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

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

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 41).

Таблица 42 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4

1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i = 0,20$), руб.	-617 009,8	493 226,77	410923,62	342 238,98	285 396,52
2	То же нарастающим итогом, руб.	-617 009,8	-123 783,03	- 534706,65	- 876945 ,63	- 1162342,1 5
3	Дисконтированный срок окупаемости	$PP_{дск} = 1 + (123\ 783,03 / 410923,62) = 1,3$ года				

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 42).

Таблица 43 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие информации об уровнях залегания подземных вод, зон распространения граничных условий	Получены данные об распространении, глубине залегания подземных вод
Нехватка обширных и достоверных данных для построения геофильтрационной модели на локальных участках проявления подземных вод	Обобщены и структурированы данные о об аномалиях в процессе возведения сооружений на территориях, попадающих под зону подтопления подземными водами.

6.3.2. Оценка сравнительной эффективности исследования

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

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов объекта исследования можно определить следующим образом

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

где I_m^a – интегральный показатель ресурсоэффективности

вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания; n – число параметров сравнения.

В качестве вариантов рассмотрим выполнение проекта в программах-конкурентах VMF (аналог 1) и ModTech (аналог 2).

Балльная оценка для текущего проекта устанавливается экспертным путем. Результаты расчетов приведены в таблице 24.

Таблица 44 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

№ п.п.	Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект (GMS)	Аналог 1 (VMF)	Аналог 2 (ModTech)	I_m^p	I_m^a	I_m^a
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Повышение производительности труда пользователя	0,10	4,00	4,00	4,00	0,40	0,40	0,40
2	Удобство в эксплуатации	0,10	5,00	4,00	2,00	0,50	0,40	0,20
3	Энергоэкономичность	0,10	4,00	4,00	4,00	0,40	0,40	0,4
4	Надежность	0,26	4,00	3,00	3,00	1,04	0,78	0,78
5	Конкурентоспособность продукта	0,11	5,00	5,00	3,00	0,55	0,55	0,33
6	Цена	0,15	4,00	3,00	5,00	0,60	0,45	0,75
7	Срок выполнения работ	0,13	4,00	4,00	4,00	0,52	0,52	0,52
8	Уровень проникновения на рынок	0,05	5,00	5,00	3,00	0,25	0,25	0,15
Итого:		1,00	35,0	32,0	28,0	4,26	3,75	3,53

Таким образом, у текущего проекта интегральный показатель ресурсоэффективности является наивысшим, что говорит о более высокой эффективности по сравнению с аналогами.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по

формуле

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

где I_{ϕ}^p – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

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

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналога позволяет определить сравнительную эффективность проекта

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

где \mathcal{E}_{cp} – сравнительная эффективность проекта;

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

$I_{финр}^a$ – интегральный показатель эффективности аналога.

Результаты расчетов приведены в таблице 25.

Таблица 45 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект (GMS)	Аналог 1 (Visual Modflow Flex)	Аналог 2 (ModTech)
1	Интегральный финансовый показатель разработки, I_{ϕ}^p	0,923	1,00	0,86
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки, I_m	4,26	3,75	3,53
3	Интегральный показатель эффективности разработки, $I_{финр}^p$	4,62	3,75	4,09
4	Сравнительная эффективность проекта \mathcal{E}_{cp}	1,23	1,23	1,13

Сравнение значений интегральных показателей позволяет сделать выбор в пользу текущего проекта. Как видно из таблицы 25, по интегральным показателям финансовой разработки проекта и эффективности

проекта все рассматриваемые программные обеспечения выглядят примерно одинаково, (незначительные расхождения в интерфейсе и функционале) с небольшой разницей, выгоднее запускать проект на программном обеспечении ModTech.

Учитывая положение данного программного обеспечения, изложенное в таблице 24, можно сказать, что наряду с дешевизной данное программное обеспечение не отвечает требованиям по простоте использования, понятному интерфейсу, внедрению на рынок, надежности исполнения и так далее. В связи с этим утрачивается возможность оправдать ожидания заказчика и впоследствии, увеличить дополнительные затраты и трудовые ресурсы на реализацию проекта.

Самый высокий интегральный показатель ресурсоэффективности соответствует GMS, что свидетельствует о более высокой эффективности текущего проекта по сравнению с его аналогами. Сравнительный показатель эффективности показывает, что с точки зрения финансовой и ресурсной эффективности текущий проект в 1,23 раза предпочтительнее ModTech и в равной степени соответствует VisualModflowFlex, который, хотя и незначительно, но проигрывает по ряду других показателей (таблицы 24, 25).

Таким образом, для реализации данного проекта рекомендуется использовать программное обеспечение GMS.

Выводы:

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

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 2 148 795,70 руб.; индекс доходности $PI=3,48$, внутренняя ставка доходности $IRR=80\%$, срок окупаемости $PP_{дск}=1,3$ года.

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

Выводы по разделу

В результате выполнения данного раздела был выполнен анализ конкурентных технических решений. Анализ технических и экономических критериев трех разных видов ПО, в которых возможно выполнение настоящего НТИ, показал, что ПО GroundwaterModellingSystem обладает преимуществом по сравнению с конкурентами. В рамках разработки устава проекта были сформулированы цели, результат, область применения проекта. Был составлен «портрет» потребителя НТИ, выполнено сегментирование рынка, выполнен SWOT-анализ.

В экономическом отношении были определены затраты на проектирование, общий бюджет НТИ составил 617009,8 рублей, с учетом амортизации и налогообложения.

При оценке сравнительной эффективности было установлено, что с позиций финансовой и ресурсной эффективности текущий проект в 1,23 раза предпочтительнее аналогов.

В заключении раздела был составлен реестр рисков и выработаны способы их смягчения.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 2 148 795, 70 руб.; индекс доходности $PI=3,48$, внутренняя ставка доходности $IRR=80\%$, срок окупаемости $PP_{дск}=1,3$ года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты комплексного изучения геологических условий участка строительства показывают, что имеется ряд особенностей, которые следует учесть при эксплуатации ответственного инженерного сооружения.

Инженерно-геологические условия территории можно отнести к III-ей категории по сложности (сложные условия), которая обусловлена широким распространением специфических грунтов и развитием процессов подтопления и заболачивания территории в естественных условиях.

В геоморфологическом отношении площадка проектируемого строительства находится в пределах заболоченной низменности на берегу Калининградского залива с абсолютными отметками поверхности от 0,0 до 2,1 м.

Геологический разрез до глубины 50 м представлен рыхлыми отложениями в составе современных техногенных образований, суглинками, пески разной степени крупности, торфами и отложениями ила.

Техногенные грунты, прослой торфа и органоминеральные илы обладают крайне низкими прочностными и деформационными свойствами. Эти грунты не могут служить основанием проектируемых зданий и сооружений и должны быть замещены другими горными породами.

Активные физико-геологические процессы, кроме сезонного промерзания грунтов и подтопления, на территории изысканий отсутствуют. Нормативная глубина промерзания для глин и суглинков составляет 0,48 м, супесей и песков пылеватых – 0,58 м, песков мелких – 0,62 м.

Подземные воды на участке залегают близко к поверхности на глубинах 0,0-1,0 м. По данным химических анализов, выполненных в мае 2016 года, подземные воды не оказывают агрессивного воздействия на бетон и имеют слабую и среднюю степень агрессивного воздействия к арматуре железобетонных конструкций при периодическом смачивании.

При эксплуатации электростанции процесс развития техногенного подтопления может происходить постепенно, и зависеть от объема утечек воды, их расположения по площади, изменения расходов во времени, и должен контролироваться в ходе режимных наблюдений за уровнем аллювиального водоносного горизонта. Учитывая сезонную изменчивость гидрогеологических условий на площадке, рекомендуется включить в состав режимных наблюдений исследования химического состава и агрессивности подземных вод.

Геологический риск на площадке строительства электростанции связан с развитием подтопления территории, оседанием земной поверхности, возможностью значительных неравномерных осадок зданий и сооружений, абразией. Для защиты от геологических опасностей необходимо предусмотреть инженерную подготовку территории, включая замещение сильно сжимаемых грунтов, а также строительство защитной дамбы.

Результаты исследования гидрогеологических условий площадки строительства ТЭС показывают, что применение моделирования для прогноза изменения уровней подземных вод требует учета ряда особенностей.

Для решения геофильтрационных задач в нестационарной постановке характеристика свойств водовмещающих пород должна быть дополнена показателями упругой и гравитационной водоотдачи.

Результаты моделирования показывают, что положение уровня подземных вод контролируется внешними питающими границами с абсолютной отметкой 0 м, которая сохраняется постоянной во времени. Поэтому в пределах строительной площадки глубина залегания уровня подземных вод минимальна, в естественных условиях встречаются заболоченные участки.

Снижение уровня подземных вод с использованием дренажных сооружений полностью исключается.

На период сооружения строительных котлованов защита от подземных вод может осуществляться с использованием шпунтовых завес при глубине, не превышающей 10 м (до уровня залегания горизонта регионально развитых суглинков).

Подземные части зданий и заглублённые трубопроводы должны иметь усиленную гидроизоляцию.

Под влиянием длительных утечек уровень подземных вод способен достаточно быстро подниматься до поверхности, приводя к образованию локально затопленных участков.

После ликвидации утечек уровни подземных вод под дренирующим влиянием внешних границ имеют возможность восстанавливать естественные отметки.

Участок застройки следует отнести к естественно подтопленной территории, кроме того на участке застройки ожидается активное проявление подтопления второго рода, которое проявляется в увеличении влажности грунтов в пределах сферы взаимодействия за счёт капиллярного поднятия.

В качестве основного мероприятия, направленного на борьбу с подземными водами может быть рекомендовано использование искусственного повышения отметок рельефа путём создания насыпных грунтов заданной мощности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шестаков В. М. «Гидрогеодинамика» М.: Изд-во МГУ, 2001. – 368 с.
2. Поздняков С. П., Шестаков В. М. «Анализ динамики инфильтрационного питания подземных вод на основе теории влагопереноса» Гидрогеол. и инж. геол. М., 2006 г. – 46 с.
3. Лебедев А.В. «Оценка баланса подземных вод» М.: Недра, 1989. – 171 с.
4. Шварцев С.Л. «Общая гидрогеология». М.: Недра, 2012. – 601 с.
5. Жернов И. Е., Шестаков В. М. Моделирование фильтрации подземных вод. М., «Недра», 1971. – 226 с.
6. Гавич И. К.- Принципы и методы моделирования при оценке эксплуатационных запасов подземных вод. М. 1970, 98 с.
7. Гавич И. К. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод методом моделирования. М., 1972, 98 с.
8. Кузеванов К.И. и Пургина Д.В. «Анализ методов оценки запасов подземных вод на примере Никитинского месторождения (Кузбасс)» – 2018. – с. 46-57
9. Э. Паттен, «Гидрогеологическое прогнозирование», М.: Мир, 2009. – 246 с.
10. Географический атлас Калининградской области. – Калининград: КГУ, ЦНИТ, 2002
11. Кириков В. П., Шик С. М., Фадеева Л. И. Легенда Центрально-Европейской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 (третье поколение). Объяснительная записка. М., 2001. Фонды ФГУП «ВСЕГЕИ»
12. Геология и геоморфология Балтийского моря. Сводная объяснительная записка к геологическим картам масштаба 1:500 000. – Недра, 1991. 420 с.

13. Загородных В. А. Сбор и обобщение материалов и составление прогнозных карт территории Калининградской области на нефть и твердые полезные ископаемые (масштаб 1:200 000). Отчет по теме А.1.2/102(4). Гусев, 2002.

14. Делюсин В. Н. Отчет о результатах гравиметрической и магнитной съемок масштаба 1:50 000 на территории Калининградской области (Южно-Калининградская площадь) за 1985–1987 гг. СГПЭ СЗПГО, 1987.

15. Балаян Б. Н. Подводные ландшафты береговой зоны Юго-Восточной Балтии и их морфологические структуры // Геология морских ландшафтов. – Калининград: КГУ, 1992, с. 99–109.

16. Гаврюшова Е. А., Лукьянова Р. П., Шик С. М. Актуализация с пополнением минерагеническими блоками Центрально-Европейской серийной легенды Госгеолкарты-1000/3 и Воронежской серийной легенды Госгеолкарты-200. – М., 2005. Фонды ФГУП «ВСЕГЕИ».

17. «Калининградский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиал ФГБУ Северо – западное УГМС» [Электронный ресурс]. URL.: <http://meteo39.ru/>

18. В. М. Литвин, Г. Н. Ельцина, В. П. Дедков. «Калининградская область. Природные ресурсы» / - Калининград : Янтар. сказ, 1999. - 189 с

19. Загородных В. А., Кунаева Т. А. «Геология и полезные ископаемые Калининградского региона». – Калининград, 2005. – 171 с.

20. Лукьянова Н. В., Богданов Ю. Б., Васильева О. В., Варгин Г. П. и др. «Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Лист N-(34) – Калининград». Объяснительная записка. – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2011. – 226 с.

21. Лошкарев Д. В., Мастюков А. Г. «Отчет об инженерно – геологических изысканиях по объекту: Строительство электростанции в Светловском городском округе электрической мощностью 150 – 195 Мвт» – Москва. 2016.

22. Кузеванов К.И. Гидрогеологические расчеты. Материалы для самостоятельной работы студентов : учебное пособие / К. И. Кузеванов, Е. Ю. Пасечник; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2018. — 160 с.: ил.. — Библиогр.: с. 159.

23. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019)

24. ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»

25. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (Переиздание).

26. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования

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

28. ГОСТ 12.4.002-97 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний

29. ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные (с Изменением N 1)

30. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ссбт). оборудование производственное. Общие требования безопасности

31. ГОСТ 12.4.125-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация

32. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

33. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

34. ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя.

35. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий.

Нормы и методы измерений

36. ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.

37. ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.

38. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.

39. Постановление Госстроя РФ от 23.07.2001 N 80 "О принятии строительных норм и правил Российской Федерации "Безопасность труда в строительстве.

40. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.

41. СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства.

42. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение

43. ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности;

44. Методическое указание «Расчет искусственного освещения»

45. Правила безопасности при геологоразведочных работах

46. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Features of engineering and hydrogeological conditions of the territory

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Алиев Мирван Гюлметович		

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Кузеванов Константин Иванович	к.г.-м.н., доцент		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кемерова Наталья Сергеевна			

Regional-geological features

Structurally, the Kaliningrad region is located in the platform. The structure of the sedimentary cover includes the deposits of Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic ages, the thickness of which naturally increases from north to south to 4000-4500 m. Within the region, only deposits of the Cenozoic and Quaternary ages are exposed on the surface. Of the modern deposits in the area under study, there are marsh deposits (bIV), the thickness of which in the valley of the Pregol River reaches 5-10 m; along the river valleys alluvial deposits (aIV) are widely developed. The predominant position is occupied by the Upper Valdai glacial (gIIIv) and water-glacial (lgIIIv) deposits represented by sands, sandy loams and loams containing gravel, pebbles and boulder material.

The thickness of Quaternary deposits in the area is 50-100m. According to the results of the first stage of the survey, the following lithological and genetic types of soils were identified in the geological structure of the site up to the depth of 40 m: modern technogenic deposits, modern marsh deposits, modern alluvial deposits, upper Quaternary glacial deposits. Modern technogenic deposits (tIV) are mainly represented by loams, less often by sands up to 2-3 m thick. Modern marsh sediments (bIV) are represented by peat of medium degree of decomposition, varying humidity, mostly buried. The peat thickness reaches 4.0-5.0 m. Modern alluvial deposits (aIV) are represented by fine and medium sands, dusty interbeds, plastic sandy loams, soft-plastic loams, and low-mineral silts.

The upper Quaternary glacial deposits are mainly sandy loam and loam with the inclusion of pebbles, and gravel up to 5%, with lenses of medium-sized sand coarse and gravelly in the middle and lower part of the section.

Geological structure and relief

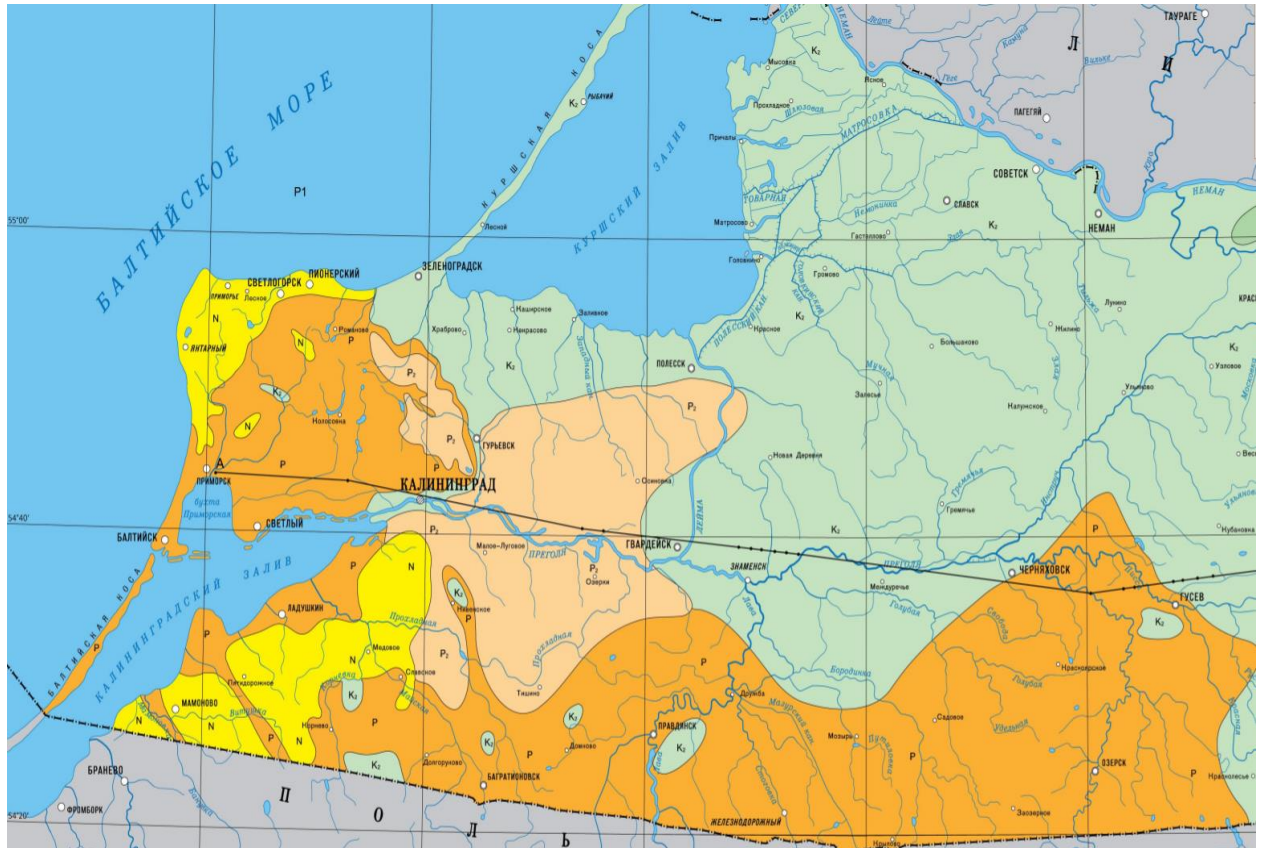
Proterozoic and Phanerozoic formations of various composition and genesis take part in the geological structure of the territory of sheet N-34 (within the

borders of the Kaliningrad Region). The Early Proterozoic formations that compose the crystalline basement lie at depths from -1200 to -3000 m from the day surface. The main information about their structure is the results of complex geophysical and mainly seismic studies, as well as the materials of drilling deep exploratory wells. However, due to the shallow depth of the opening of the foundation rocks, the interpretation of the geological nature of the physical fields (magnetic, gravity) is not reliable enough. The Phanerozoic sedimentary cover is represented by deposits of almost all systems of the General stratigraphic scale, with the exception of the Carboniferous and Vendian. With a general increase in study up the section, the detail of the division of all systems corresponds to the rank of the local stratigraphic scale. However, tracing the stratigraphic boundaries within the Lower Paleozoic systems over the entire area of the sheet (with the exception of offshore wells) by deep exploration wells causes great difficulties, which is reflected in the regional geological profiles given in the work, which cross the entire territory under consideration.

The most studied deposits of the Paleozoic include the oil-bearing Cambrian. Mesozoic and Cenozoic sediments were studied by structural, parametric, and salt exploration wells drilled with core sampling, which provided a more reliable stratification compared to the Paleozoic. In describing the Phanerozoic deposits we used the materials of published works on the stratigraphy of the Kaliningrad region, and mainly the materials of V. A. Zagorodnykh et al. (2001), and a new publication by T. N. Koren, T. L. Modzalevskaya, and A. A. Suyarkova (2009) while studying Silurian deposits. On the geological map of pre-Quaternary formations, deposits of the Cretaceous, Paleogene and Neogene systems and, in some cases, the Jurassic system appear on the mapped surface of the continental part of the territory.

Within the water area, the formations of the Triassic, Permian and Devonian systems, in addition to the Jurassic, reach the pre-Quaternary surface. In the Silurian sedimentary rocks in the water area, single 12-layer intrusions of dolerites and basalts with a thickness of up to 25 m, considered in the chapter "Magmatism

and metamorphism", are established. No stratified geological formations were found in the basement (Early Precambrian) of the N-34 sheet area under consideration. The plutonic and metamorphic complexes identified from geological and geophysical data are given in the corresponding sections of the explanatory note.



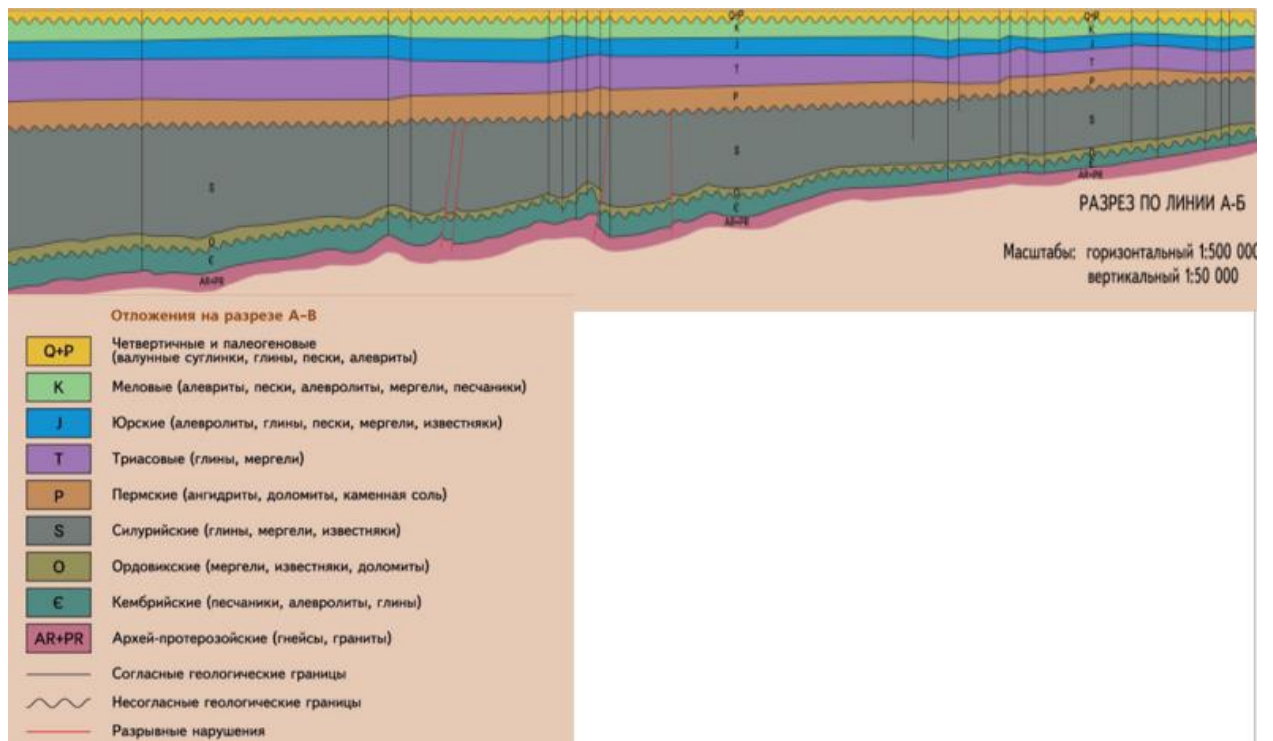


Figure 1. Map of the geological study of the Kaliningrad region M-1:500 000

The territory of the Kaliningrad region is located within the Curonian-Prussian lowland, generally characterized by a flat hilly-rocky terrain. Within its limits, the lower-ranked Polesskaya and Pregolskaya lowlands, the Sheshupskaya plain, the Kurchsko-Sambiyskaya Ridge, the Warmian and Vishtynets uplands are distinguished. The modern appearance of the relief is inherited and is largely determined by the nature of the surface of the roof of pre-Quaternary rocks. The latter is a gently undulating plain, in which depressions (apparently, runoff hollows) sometimes appear. Modern valleys of large rivers (Pregolya, Kach, Neman), most likely, inherit the valleys of the ancient foundation. Most researchers associate the origin of paleodolines with erosion processes of pre-Quaternary time, without denying their processing by fluvioglacial flows and glacial exaration. Neotectonic movements also influenced the formation of the modern relief.

The modern appearance of the region was formed as a result of the activity of the last Valdai glaciation, when extensive flat and low-lying areas with separate hilly-ridge elevations were formed. The central part of the region is occupied by

the Pre-Mongolian Lowland. Its height above sea level is from 13 to 25-30 m, the surface is swampy. From the south, the Pregolskaya lowland is bordered by the Warmian upland in the southwest, and the Vishtynetskaya in the southeast, which are separated by the valley of the Lava River. The highest point of the Warmian upland reaches 101 m, Vishtynets – 242 m. On their slopes, many rivers of the region originate-Mamonovka, Cool, Blue, Angrapa with tributaries Red and Pissa.

The north-eastern part of the region is occupied by the Sheshup plain with absolute marks of 20-30 m, the tributaries of the river originate here. From the west, the Sheshup plain is bordered by the Kurch-Sambi hilly-moraine ridge with absolute elevations of 1-30 m. It stretches in a huge arc almost through the entire region along the valleys of the Kocca and Pregoli. East of the Kaliningrad–Zelenogradsk line is the Poleskaya Lowland. Its height above the Baltic Sea level is up to 1.2 m. The Curonian and Baltic Spit stretches along the sea coast with picturesque Aeolian landscapes. The sand dunes on the greater part of the Curonian Spit have a small absolute height of up to 30-40 m, but at the village of the sea reaches 68 m. The dunes of the Baltic Spit are somewhat smaller in size than that of the Curonian Spit, and their height usually does not exceed 40 m. According to the peculiarities of the geological structure and geomorphology in the studied territory, two large areas are distinguished – the land and the shelf of the Baltic Sea. Each of them is part of the morphostructures – in general, the shelf of the Baltic Sea and the subhorizontal plain of the ancient East European platform. Each area is characterized by specific features of the origin, development and morphology of the terrain.

According to the degree of influence of terrain-forming factors on the surface of the territory, the following main genetic categories of relief are distinguished: developed relief, accumulative relief, denudation-accumulative relief and technogenic relief. Developed relief includes the denudation type of relief. It has a minor distribution within the northern coast of the Samba Peninsula. The denudation hollow-undulating plain is distinguished. It is a hollow-undulating surface in the water area, the profile of which is caused by selective denudation at

the sea level of 3 (5) – 20 (50) m. Most of the territory has developed an accumulative relief, which was formed in the Curonian period-the time of the last glaciation.

The accumulative relief is formed on sedimentary rocks of the Upper Neo – Pleistocene, and is represented by various genetic types-lagoon leveled plains, marine accumulative plains of wave accumulation, marine accumulative plain of basin accumulation, Aeolian plains, phytogenic hollow-undulating (sometimes convex) plains with ridge-urogenital relief, hilly-ridge marginal glacial formations, hilly-ridge and weakly-rounded moraine plains, water-glacial kama plains, lake-glacial low-wave plains. The age of the accumulative relief is correlated with the age of the sediments on which it is developed. Lagoon leveled plains are common within the Curonian and Kaliningrad Bays. There are extremely leveled surfaces with shallow secondary dissection at sea levels of 0-6 m or less. The sea accumulative plain represents the leveled surfaces with a relief of dynamic accumulation at the marks of the land 0-3 m, and the sea 0-20 m. The marine accumulative plain of basin accumulation is developed in the central part of the water area in the form of extremely leveled surfaces at sea levels of 60-100 m or more. The Aeolian plains have a local distribution. They are developed within the Curonian and Kaliningrad spit, and separate spots in the interfluvium of the Neman-Sheshupe rivers, having hilly-ridge surfaces with land marks of 12-64 m. Phytogenic hollow-undulating (sometimes convex) plains have a slight areal distribution.

They are found in small spots almost all over the area and are often not expressed directly in the scale of the scheme. Phytogenic plains are located at various absolute levels. As a rule, they are developed in the depressions between the hills and valley-like depressions of the glacial and lake-glacial plains. Phytogenic plains are characterized by tussock or ridge-mochazhinny microrelief. The swamps are mostly of the lowland type. Among the low-lying swamps, there are spots of a transitional type of swamp. They have a slightly convex surface. Hilly-ridge marginal glacial formations are confined to the southwestern and

eastern parts of the territory under consideration, where they form two arc-shaped bands of sublatitudinal strike with a width of up to 15 km or more. Randomly located hills with relative elevations of 10-30 m are separated by depressions and hollows of elongated shape.

Absolute marks varying from 60 to 80 m on average (maximum 120 m), in general, gradually decrease from the south-east to the north-west. Depending on the relative elevation of the hills and the steepness of their slopes, large -, medium - and small-hill parts of the plain are distinguished. Hilly-ridged and weakly-rounded glacial plains, formed by the main moraine, occupy a significant part of the territory. The absolute marks of its surface average from 25-30 m (in the valley of the Pregolya River) to 70-80 m (in the south-east of the territory, near the marginal moraine). The relative elevation of the hills is 10-20 m. There are gentle, mostly non-flowing or flat areas between the hills. According to the relative heights and angles of the hill slopes, parts of the plain with medium-hilly, slightly hilly and undulating terrain are distinguished. The latter have predominant development. The water-glacial kama plains have an insignificant areal distribution in the southern and northern parts of the studied territory. Within their borders, the kama hills have a different shape. The taller ones tend to have a rounded or elongated ridge-like shape. Their slopes are often swollen and gentle. In terms of kama, they have rounded or slightly elongated irregular outlines. The relative height of the hills is 5-15 m, the absolute marks are about 30 m. Relative exceedances range from 3 to 15 m. Glacial-lacustrine slightly undulating plains – monotonous flat and slightly undulating plains developed on the sediments of the glacial-lacustrine basin.

The undulating plain is an alternation of wide hills with saucer-shaped depressions between them. Absolute marks are about 20-35 m. The relative elevation of the hills is 1.5-5 m. They are developed mainly in the central part of the studied territory. Denudation-accumulative relief is represented by floodplain, floodplain terraces and slopes of river valleys . River valleys are divided into three groups according to their genesis and forms: neo-Pleistocene river valleys with

embedded Holocene valleys, terraced; non-terraced valleys (hollows of glacial water flow); Holocene valleys.

The most typical representative of the first type is the valley of the Pregol River with a width of 2 to 5 km. Its profile is slightly curved, trapezoidal, with a wide swampy floodplain. The surface of the 102 floodplain is dissected by shallow, silted-up hollows of old riverbeds. The sides of the valley are moderately steep (up to 15-20°). Their height can reach 25 m. In the valley of the river Pregolya can be traced above-floodplain terraces in the form of islands and separated areas with an absolute height of up to 17 m and a width of up to 200 m. Sometimes the first and second above-floodplain terraces are poorly expressed, and can be traced in the form of intermittent blurred fragments on both sides of the river.

The valleys of the rivers of the second group are oriented mainly in the submeridional direction and were updated in the late Glacial period by meltwater flows in the marginal part of the glacier. Modern rivers of this group are characterized by lateral erosion, strong meandering of the riverbed. The transverse profile of the valley has a trapezoidal shape with a flat swampy bottom, incised by old trees. Their width usually does not exceed 0.5 km. Holocene valleys are narrow (up to 200 m), poorly developed, and their channels are characterized by insignificant width and depth.

Unlike the rivers of the second group, no orientation is observed, and the terraces are not formed. The channels of these rivers are sometimes distinguished by straight sections, in some places they meander. Floodplains are often swampy. The high floodplain can be traced locally. Modern valleys are often not expressed in the scale of the scheme. Technogenic relief is represented by accumulative and denudational forms of relief; they are not distinguished separately in the scale of the scheme. The denudation forms of the relief occurring on the territory of the sheet include quarries, channels, ditches, and recesses. The quarries in the studied area have developed and are developing deposits of sand and gravel material.

Accumulative forms of technogenic relief are represented by various types

of buildings, dumps of household and industrial garbage, dumps of quarries, displaced soils. In general, three periods can be distinguished in the formation of the current shape of the relief: continental denudation, exarational and accumulative activity of Neo-Pleistocene glaciers, and post-glacial.

Continental denudation occurred from the end of the Paleogene under the influence of different tectonic movements, but with a general tendency to uplift. At the same time, there was a significant regression of the World Ocean, the level of which was lower than the modern one by more than 200 m (R. K. King, 1982). In addition, river erosion activity is associated with this period. A significant decrease in the erosion basis led to the fact that by the beginning of the glaciation era, the relatively leveled peneplenized surface was cut through by canyon-like valleys. This is evidenced by the encountered areas of deeply embedded buried valleys.

The second period was characterized by active exaration and accumulative activity of Pleistocene glaciers, which became the main relief-forming factor both in the territory under consideration and in the whole north-west of the Russian Platform. The previously formed terrain has undergone significant restructuring as a result of multiple glaciations and deglaciation. The terrain was transformed – ridges of marginal formations and plains (water-glacial and cover moraine) were formed. In the future, the relief was changed within the distribution of post-glacial lake and sea basins. Discontinuous faults that have arisen and / or been updated as a result of neotectonic movements are reflected in structural and geological maps of pre-Quaternary sediments.

In the Holocene, the leveling of the territory continued due to both complex denudation and accumulation processes – lake, swamp, etc. The change in the current terrain is mainly due to waterlogging of the plains, ravine formation, surface flushing of soils, river activity reduced to lateral erosion and precipitation accumulation. In the transformation of the terrain, human activity is also of great importance: areas for the construction of cities have been created and are being created; navigable and reclamation channels, railways and highways have been built; quarries are being developed, etc.

Hydrogeological conditions

Hydrogeological zoning of the territory was carried out according to the "Principles of hydrogeological stratification and zoning of the territory of Russia" (M., 1998). The entire territory of the Kaliningrad Region is located within the Polish-Lithuanian Hydrogeological Region (structure of the third order) of the Baltic Groundwater Basin, which, as a structure of the second order (region), is part of the complex Baltic-Polish Artesian groundwater basin – structure of the first order (province). Within the boundaries of the district, based on structural, lithological and morphogenetic features, the elements of zoning of the lowest rank – subdistricts-are identified.

The territory of the Kaliningrad region, located in the central part of the Polish-Lithuanian Hydrogeological Region, experienced the maximum immersion of the crystalline basement (1250-3000 m). In the section of the sedimentary cover, there are deposits of all geological systems, except for the carboniferous one. They are characterized by a fairly calm occurrence and the relative completeness of stratigraphic sections. The basement within the allocated hydrogeological area is composed of Lower Proterozoic metamorphosed crystalline rocks of different composition and genesis. Within the limited territory of the Kaliningrad Region, when allocating hydrogeological sub-districts, first of all, the completeness and uniqueness of the geological section were taken into account.

Subdistrict 1 - a-Sambiysky - is distinguished by the presence of Neogene and Devonian sediments in the section. Subdistrict 1-b-Mamonovsky - the section is similar to the section of subdistrict 1-a, but there are no Devonian deposits. Subdistrict 1-b-Severo-Pregolsky - there are no Neogene deposits in the section. Subdistrict 1-g-Yuzhno-Pregolsky-there are no Neogene and Devonian deposits in the section. The structure of the Quaternary cover, which is of great practical importance on the territory of the Kaliningrad Region, is linked to the selected subdistricts.

The most complete section of the Quaternary system is represented within the subdistrict 1-g, where the thickness of the quaternary formations is maximum. Here, the underground waters of the Quaternary sediments are the main source of water supply. In subdistrict 1-b, the thickness of Quaternary formations is minimal, water-bearing deposits are more often present in the form of lenses, and the full section is confined only to ancient erosional incisions. Subdistricts 1-a and 1-b are characterized by a network of buried valleys that cut through the Paleogene-Neogene and Upper Cretaceous aquifers, and actually form a single hydrodynamic system with them.

The area under consideration is located in the zone of excessive moisture, with precipitation exceeding evaporation. The annual amount of precipitation here is 650 mm / year, and evaporates are about 350-400 mm. Thus, about 40% of the total amount of precipitation is spent on replenishment of groundwater resources. The Quaternary aquiferous aboveground complex is a transit layer through which the pressure Quaternary and sub-Quaternary aquifers are fed. The climatic conditions of the region determine the duration of the underground water infiltration supply.

The intensity of infiltration feeding depends on the lithological composition and the thickness of the rocks in the aeration zone. The power of the aeration zone also depends on the amplitude of the ground water level fluctuation, which in sandy sediments reaches 1.5-2.5 m, and within the limits of the sandy loam-loam sediments rarely exceeds 1 m. The pressure water supply modules are much smaller than ground water, and usually do not exceed 1 l/s km². At the same time, the dependence of the decrease in the intensity of nutrition with depth is traced. For a Quaternary aquiferous aboveground complex, the feeding area coincides with the distribution area. In the area where mainly sand and sandy loam are developed, atmospheric precipitation infiltrates deeper and feeds the underlying aquifers in both Quaternary and sub-Quaternary sediments, the module of infiltration nutrition reaches 4-6 l / s km², and does not exceed 1 l/s km² in the places of distribution of clay-loam deposits.

In the central part of the territory, glacial-lake clays and boulder loams of the Curonian strata are developed making infiltration difficult. Part of the ground water supply within the above-sea aquifer complex is due to vertical water exchange. During floods, surface watercourses also take part in feeding the complex. The discharge of the above-sea aquifer complex takes place in the local hydro grid. The feeding areas of the underlying pressure aquifers of Quaternary and Pre-Quaternary rocks coincide with the areas of their distribution. The main area of feeding and pressure generation is the Baltic Ridge located in the south and south-east of the Kaliningrad region, and the border areas of Poland and Lithuania. In the local hydraulic network with an insignificant depth of the cut, mainly non-pressure and partially pressure aquifers of the upper part of the Quaternary inter-sea complex are discharged.

Pre-quaternary aquifers are discharged into the Baltic Sea, its bays, and the valleys of large rivers. The local source of discharge of Quaternary and Oligocene-Pliocene aquifers is the quarry of the Kaliningrad Amber Combine "Yantarny", where they are opened to a depth of about 60 m. The total drainage from the quarry is about 500 m³ /day. In general, the piezometric surfaces of all aquifers repeat the relief of the modern surface in a more leveled form, while the deeper-lying horizons are characterized by a more smoothed piezometric surface. The level regime of shallow groundwater is directly related to hydrometeorological factors. Hydrodynamic zoning in the area under consideration, as well as in the entire territory of the Baltic Artesian basin, consists in lateral and vertical water exchange decrease with depth. In close connection with it, hydrochemical zoning manifests itself, reflecting the general regional pattern of increasing mineralization of underground waters with depth.

The zone of active water exchange corresponds to the Upper Paleozoic-Cenozoic water-bearing floor, the thickness of which reaches 1100 m, including the thickness of the underlying regional water barrier. In the upper part of this zone, the continuity of aquifers, both Quaternary and pre-Quaternary, up to the Upper Cretaceous, is broken by a network of buried valleys. The valleys are made

of glacial and water-glacial sediments, often well-permeable. This creates favorable conditions for vertical water exchange.

The entire area under consideration is a continuous area of two-way vertical water exchange, where both supply and discharge of underground water occur in a small area. The lower part of the active water exchange zone is separated from the erosion incisions by weakly permeable water barriers, as a result, the intensity of vertical water exchange significantly decreases at a depth of more than 150 m. The boundary of fresh water is conventionally drawn along the bottom of the Upper Cretaceous, its depth is from 100-120 to 150 m (hydrogeochemical zone of fresh water). Fresh water is characterized by a bicarbonate composition with a mineralization of up to 1 g / dm³. In the lower part of the floor, the water is sodium chloride with mineralization of up to 15-20 g/dm³ (hydrogeochemical zone of brackish and slightly saline waters).

The zone of delayed water exchange, which includes aquifers of the Upper Permian, as well as the deposits of the Devonian in the northern part of the area, corresponds to the Middle Paleozoic aquifer floor. The hypsometric position of the zone boundary corresponds to depths from 500 to 1200 m. Its capacity is from 70 to 300 m, without taking into account the capacity of the underlying regional water barrier. At the bottom of the lower boundary of the zone, there is a regional Silurian water barrier reaching the capacity of 1100 m. In hydrogeochemical terms, it is a zone of salty waters and brines. The Permian halogen formation is of significant importance in the formation of the chemical composition of the underground waters of this zone. Being almost in the upper part of the zone, it causes a kind of hydrogeochemical inversion. The salinity of sodium chloride brines in the Permian suprasalt and subsalt horizons reaches 250 g / dm³. The stagnant zone includes the Cambro-Ordovician aquiferous complex, which has been uncovered by oil exploration wells. The upper boundary of the zone passes at a depth of 2200-2500 m, its thickness reaches 280 m. This is a zone of strong sodium-calcium chloride brines with a mineralization of 70-220 g/dm³, which can be considered as industrial iodine-bromine waters with a bromine content of up to

1700 mg/dm³, and iodine - up to 17 mg/dm³. Water temperature reaches 96 °C. Within the studied territory, there is the Kaliningrad geothermal anomaly, which is recommended for further study in order to find out the possibility of building thermal stations on the local thermal waters.

According to the results of the first stage of our work, two aquifers were identified in the territory: the alluvial aquifer (ground water) and the glacial aquifer. The alluvial aquifer is unpressurized, developed in the upper part of the Quaternary sediments. The level is opened at a depth of 0.1-0.5 m, sometimes at a depth of 1.0-2.5 m. The water-bearing rocks are sands from dusty to large with a predominance of small sands, peat, silt and sandy loam. The capacity of water-bearing rocks is up to 9.5 m.

The underlying water barrier is glacial loam and clay with a thickness of more than 10-15 m. Ground water is bicarbonate-chloride and magnesium-potassium-sodium chloride. Salinity (dry residue) varies from 0.5 to 6.0 g / l, pH 6.8-7.5. The waters are fresh, slightly and strongly brackish. The aquifer receives nourishment due to the infiltration of atmospheric precipitation, as well as when seawater fills low places during the period of surging phenomena. Unloading occurs mainly by evaporation and outflow of underground water into the Kaliningrad Canal. The glacial aquifer is exposed at absolute elevations below - 19.0 m. The water-bearing rocks are sand lenses with a thickness of 1-5 m. The length of individual lenses is 100-200 m. The level is opened at a depth of 19-23 m, the pressure over the roof according to the first stage of the survey is up to 18 m. Underground water by chemical composition is chloride-bicarbonate potassium-sodium-calcium, with the mineralization (dry residue) of 1.2-2.3 g / l, pH 6.9-7.0. The water is slightly salty.

Engineering and geological features of soils

Almost the entire territory of the region is composed of rocks of Quaternary sediments, the thickness of which ranges from the first meters on the protrusions of

the pre-Quaternary relief to 120-150 m in its depressions [25]. The lithomorphic features of the territory's modern landscapes were formed as a result of the onset and subsequent degradation of the Valdai glaciation, which completely transformed the relief and sediments of the Early Neo-Pleistocene.

The residual influence from the overlying layers leaves a corresponding imprint of the influence that occurred due to the phenomena that in turn served as a catalyst, subsequent processes occurring in the underlying layers. The sorption features of the lithogenic basis of landscapes, along with the soil and hydrological ones, largely determine their resistance to man-made pollution. Sandy and sandy loam, sand-gravel-pebble and boulder deposits composing well-drained hills of the finitely morainic formations (Vishtynets and Warmia) meet the conditions of self-cleaning and self-healing of landscapes to the maximum extent. Numerous quarries for the extraction of construction materials are associated with glacial and post-glacial formations. The main stocks of building materials are concentrated in the Guard, Chernyakhovsky, and Nesterovsky districts of the region. Small-scale 13-81011008 194 quarries have a minor impact on the structure of natural landscapes. Changes in exodynamics are mostly local in nature.

Among the Holocene sediments, marsh (chemogenic), alluvial-marine, and Aeolian sediments are the most ecologically important. If the first and the second types composing the swamp massifs and low-lying polder lands of the delta and the ancient pradelta of the Neman, are natural collectors of man-made pollution (primarily agricultural toxicants), the latter are quite resistant to man-made pollution and local mechanical disturbances, and form the substrate of the unique landscapes of the Curonian and Baltic Spit. Currently, peat is used as a fertilizer, and they can significantly supplement the energy component of natural resources. In the process of peat mining, the greatest environmental danger is the possibility of fire in drained peatlands.

Modern geological processes

The modern appearance of the region was formed as a result of the activity of the last Valdai glaciation, when extensive flat and low-lying areas with separate hilly-ridge elevations were formed. The central part of the region is occupied by the Pre-Mongolian Lowland. Its height above sea level is from 13 to 25-30 m, the surface is swampy.

Waterlogging, flooding, and seasonal soil freezing are active within the study area. As a result of the surge of water from the Kaliningrad Bay, the site is periodically flooded.

The standard freezing depth in accordance with the data of SP 131.13330.2012 for clays and loams is 0.48 m, sandy loams and dusty sands-0.58 m, fine sands-0.62 m. On the basis of the joint venture 22.13330.2011, the site is flooded with underground water. Flooding will complicate the construction and operation of the underground part of the planned buildings and structures. Other active adverse physical and geological processes and phenomena, except for seasonal freezing of the soil and flooding by underground water, are unlikely at the site. According to the seismic zoning of the territory of the Russian Federation (Change No. 1 to SP 20.13330.2011) and the map of general seismic zoning OSR-97-B, the work area belongs to a 6-point zone with a 5% probability of seismic hazard. Sandy and clay soils that lie at the base of the designed buildings and structures belong to the II and III categories for seismic properties. The seismicity of the work area in accordance with SP 20.13330.2016 will be established during the work on seismic microdistricting performed by a third-party organization as part of a separate order.