

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

Школа природных ресурсов

Специальность: 21.05.02 Прикладная геология

Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Отделение геологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Инженерно-геологические условия деревни Кижирова и проект инженерно-геологических изысканий под строительство очистных сооружений (Томская область) УДК 624.131.3:628.16(1-22)(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Богрова Ксения Вячеславовна	<i>Ксф</i>	06.06.18

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Леонова А.В.		<i>Леонова</i>	06.06.18

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Бурение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шестеров В.П.		<i>Шестеров</i>	

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарническая О.В.	к.э.н.	<i>Пожарническая</i>	29.05.18

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.	<i>Вторушина</i>	4.06.18

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бракоренко Н.Н.	к.г.-м.н.	<i>Н.Н. Бракоренко</i>	13.06.18

Томск – 2018 г.

*Планируемые результаты освоения ООП
21.05.02 «Прикладная геология»*

Код	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по специальности подготовки (универсальные)		
P1	Применять <i>базовые</i> и <i>специальные</i> математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения <i>комплексных инженерных проблем</i> в области <i>прикладной геологии</i> .	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 3, 4, 6, 8, ОПК-5, 7, 8, ПК-1, 12, 14), СУОС ТПУ (УК 1,5), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ- 3 а, с, h, j)
P2	Использовать <i>базовые</i> и <i>специальные</i> знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления <i>комплексной инженерной деятельностью</i> .	Требования ФГОС ВО (ОК-2, 5, 8, ОПК -3, 4, 5, 6, 9, ПК- 2, 5-11, 16-20, ПСК-1.1, 1.2., 1.4., 1.6, 2.5., 2.6., 3.5., 3.8., 3.9), СУОС ТПУ (УК- 2, 5) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3е,k)
P3	Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной инженерной деятельности</i> в области <i>прикладной геологии</i> .	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, 8, ОПК-1, 2, 3, 4, 8, ПК-13, 16, ПСК-1.2.), СУОС ТПУ (УК-3, 4, 6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3г)
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве <i>члена</i> или <i>лидера команды</i> , в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных инженерных проблем</i> .	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОПК-3, 5, 6, 7, ПК-2, 13, 14, 16, ПСК-1.2, 2.2., 3.6), СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3d)
P5	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения <i>комплексной инженерной деятельности</i> в области <i>прикладной геологии</i> .	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОПК-3, 5, 6, ПК-2, 13, 14, 16, ПСК-1.2, 2.2., 3.6.), СУОС ТПУ (УК- 5) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3d)
P6	Вести <i>комплексную инженерную деятельность</i> с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать необходимость обеспечения устойчивого развития.	Требования ФГОС ВО (ОК-2, 4, 5, 9, 10; ОПК-3, 5, 9, ПК-7, 8; 18, 20) СУОС ТПУ (УК-5, 8) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3с,h,j)
P7	Осознавать необходимость и	Требования ФГОС ВО

	демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению и непрерывному профессиональному совершенствованию.</i>	(ОК-3, 4, 7, 9, ОПК-5), СУОС ТПУ (УК-6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3i)
Профили (профессиональные компетенции)		
P8	Ставить и решать задачи <i>комплексного инженерного анализа</i> в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей.	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 2, 4, 5; ОПК-1, 4, 5, 6, 7, 8, ПК-1, 3, 4, 8, 12, 13, 14, 15, 16, ПСК-1.1-1.6, ПСК-2.1-2.8, ПСК 3.1-3.9.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3b) требования профессиональных стандартов: 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P9	Выполнять <i>комплексные инженерные проекты</i> технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом <i>экономических, экологических, социальных и других ограничений.</i>	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 6, ОПК-1, 2, 4, 8, ПК-1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 19,20, ПСК-1.1-1.6.; 2.1- 2.8., 3.1-3.9) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3с) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики(гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P10	Проводить исследования при решении <i>комплексных инженерных проблем</i> в области <i>прикладной геологии</i> , включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, ОПК-6,8, ПК-1, 2, 3, 4, 12-16, ПСК-1.3., 1.5., 2.3., 2.4., 2.6., 3.2., 3.3., 3.4.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3b,c) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P11	<i>Создавать, выбирать и применять</i>	Требования ФГОС ВО

	<p>необходимые ресурсы и методы, современные технические и <i>IT</i> средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом <i>возможных</i> ограничений.</p>	<p>(ОПК-8, ПК-2-11,16-20, ПСК-1.1-1.6., 2.1- 2.8., 3.1.-3.9) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, Критерий АВЕТ-3е, h) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий</p>
Р12	<p>Демонстрировать компетенции, связанные с <i>особенностью</i> проблем, объектов и видов <i>комплексной инженерной деятельности</i>, не менее чем по одной из специализаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых,</i> • <i>Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания,</i> • <i>Геология нефти и газа</i> 	<p>Требования ФГОС ВО (ОК-3, 8, ОПК-4, 5, 6, ПК-1, 17-20, ПСК-1.1-1.6, 2.1-2,8; 3.1- 3.9.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, Критерий АВЕТ-3 а, с, h, j) Требования ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов»</p>

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

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность): 21.05.02 Прикладная геология
 Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

Н.Н. Бракоренко 13.06.18 Бракоренко Н.Н.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
213Б	Богрова К.В.

Тема работы:

Инженерно-геологические условия деревни Кижирова и проект инженерно-геологических изысканий под строительство очистных сооружений (Томская область)

Утверждена приказом директора (дата, номер)	11.12.2017 №9663/с
---	--------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2018
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Фактический фондовый материал изысканий организации ОАО «Томгипротранс», опубликованная литература, нормативные документы, материалы производственной практики автора.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<p>В общей части привести общие сведения о районе исследований. Рассмотреть природные условия Томской области, климат, геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия.</p> <p>В специальной части рассмотреть инженерно-геологические условия участка проектируемых работ.</p> <p>В проектной части разработать проект изысканий для строительства 2-х этажного административного здания. Определить основные виды и объемы работ, изложить</p>

	методику их проведения. Уделить внимание определению деформационных свойств грунтов в полевых условиях.
Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Лист 1. Карта четвертичных отложений Обь-Томского междуречья. 2. Лист 2. Карта инженерно-геологических условий. 3. Лист 3. Нормативные и расчетные значения показателей физико-механических свойств и расчетная схема основания сооружения. 4. Лист 4. Геолого-технический наряд. 5. Лист 5. Статическое зондирование.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Буровые работы	Шестеров В.П.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Пожарницкая О.В.
Социальная ответственность	Вторушина А.Н.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.03.18
---	----------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Леонова А.В.			26.03.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Богрова Ксения Вячеславовна		26.03.18

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «БУРЕНИЕ»

Студенту:

Группа 213Б	ФИО Богрова Ксения Вячеславовна
----------------	------------------------------------

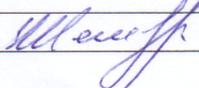
Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Геологии
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Буровые работы	Отобразить проектный литологический разрез
2. Конструкция инженерно-геологических скважин	Выбор типа скважин
3. Выбор способа и установки бурения	По типу грунтов на основе изученной литературы определить способ и установку для проектируемых работ
4. Технология бурения	Характеристика выбранного способа бурения

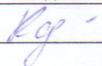
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Геолого-технический наряд. Лист 4.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.03.18
--	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шестеров В.П.			26.03.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Богрова К.В.		26.03.18

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

Студенту:

Группа	ФИО
213Б	Богрова Ксения Вячеславовна

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Геологии
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оценка стоимости материально-технических и человеческих ресурсов при проведении геологоразведочных работ для строительства административного здания в деревни Кижирова (Томская область).
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Справочник базовых цен на инженерно-геологические работы.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Ставка налога на прибыль 20%; Страховые взносы 30%+%страх. несч.сл.; Налог на добавленную стоимость 18%.

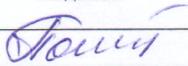
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	Свод видов и объема работ на инженерно-геологические изыскания.
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	Представлен линейный календарный план проведения проектируемых работ.
3. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	Общий расчет сметной стоимости.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

26.03.18

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В.	к.э.н.		26.03.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Богрова К.В.		26.03.18

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
213Б	Богрова Ксения Вячеславовна

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Геологии
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»

<i>1. Характеристика объекта исследования и области его применения</i>	Участок работ в деревни Кижирово Томской области в 40 км к северу от г. Томска. Рассмотрение возможности строительства 2-х этажного административного здания.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Производственная безопасность</i>	Анализ выявленных вредных факторов при проведении инженерно-геологических изысканий под строительство 2-х этажного административного здания. Анализ выявленных опасных факторов при проведении инженерно-геологических изысканий под строительство 2-х этажного административного здания.
<i>2. Экологическая безопасность:</i>	Анализ воздействия объекта на геологическую среду Разработка решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
<i>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</i>	Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения. Анализ наиболее типичной ЧС - пожары.
<i>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i>	Специальные правовые нормы трудового законодательства (на основе инструкции по охране труда при производстве инженерно-геологических изысканий). Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны (организация санитарно-бытового обслуживания рабочих).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.03.18
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	К. Х. Н.		26.03.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Богрова К.В.		26.03.18

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 111 страниц, 25 рисунков, 24 таблиц, 44 источника использованной литературы, 5 графических приложений.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, статическое зондирование, грунт, нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств, инженерно-геологический элемент, объемы работ, расчетная схема основания, геолого-технический наряд, производственная безопасность, сметная стоимость.

Объектом проектирования является площадка под строительство 2-х этажного административного здания в деревни Кижирова (Томская область), что входит в комплекс строительства очистных сооружений.

Цель работы – оценка инженерно-геологических условий участка, изучение состава, состояния и свойств грунтов, геологических процессов и явлений, обоснование оптимальных видов, объемов работ и методики изысканий для получения достоверности инженерно-геологической информации об условиях строительства.

В результате исследования намечены и обоснованы виды и объемы комплексных изысканий на стадии «рабочая документация», выбраны современные методики их выполнения, составлена смета на выполнение работ.

Представленный проект может быть использован для выполнения производственных изысканий. В производственно-технической части разработаны мероприятия по сокращению сроков производства и достижению экономического эффекта от проектируемых работ. Дипломный проект выполнен в текстовом редакторе MicrosoftWord 2013, рисунки и графические приложения выполнены в программе AutoCAD 2016, при построении таблиц использован табличный процессор MicrosoftExcel 2013.

Оглавление

Введение	13
I ОБЩАЯ ЧАСТЬ	14
1.1 Физико-географическая и климатическая характеристики	14
1.2 Изученность инженерно-геологических условий	17
1.3 Геологическое строение места работ	17
1.3.1 Стратиграфия	17
1.3.2 Тектоника	20
1.4 Гидрогеологические условия	21
1.5 Геологические процессы и явления	23
1.6 Инженерно-геологическая характеристика района	24
II СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	26
2.1 Рельеф участка	26
2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости	26
2.3 Физико-механические свойства грунтов	26
2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-2011) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522-2012)	26
2.3.2 Выделение инженерно-геологических элементов	27
2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств инженерно-геологических элементов	35
2.4 Гидрогеологические условия	36
2.5 Геологические процессы и явления на участке	36
2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условия участка	38
2.7 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации	39
III ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ. ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКЕ СТРОИТЕЛЬСТВА	40
3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружения с геологической средой и расчетной схемы основания. Задачи изысканий	40
3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ	42
3.2.1 Топогеодезические работы	43
3.2.2 Буровые работы	44
3.2.3 Опробование	44
3.2.4 Полевые опытные работы	45
3.2.5 Лабораторные исследования грунтов	46

3.2.6 Камеральная обработка	48
3.3 Методика проектируемых работ	48
3.3.1 Топогеодезические работы.....	48
3.3.2 Буровые работы.....	50
3.3.3 Выбор способа бурения.....	51
3.3.4 Выбор буровой установки	52
3.3.5 Полевые испытания грунтов.....	55
3.3.6 Лабораторные исследования грунтов	70
3.3.7 Камеральная обработка полученных материалов и составление отчета.....	73
IV ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	75
4.1 Основные направления деятельности ОАО «Томгипротранс»	75
4.2 Техническое задание на производство инженерно-геологических заданий	76
4.3 Виды и объемы проектируемых работ	78
4.4 Календарный план работ.....	79
4.5 Расчет сметной стоимости проектируемых работ	80
V СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО- ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ.....	84
5.1 Производственная безопасность	84
5.1.1 Анализ выявленных вредных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия	86
5.1.2 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению	95
5.2 Вредные воздействия на окружающую среду и мероприятия по их снижению	99
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	100
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	104
Заключение	107
Список использованной литературы	108

Графические приложения

1. Карта четвертичных отложений Обь-Томского междуречья. Масштаб 1:500 000
2. Карта инженерно-геологических условий. Масштаб 1:500
3. Нормативные и расчетные значения показателей физико-механических свойств и расчетная схема основания сооружения
4. Геолого-технический наряд
5. Статическое зондирование

Введение

Настоящая работа представляет собой проект инженерно-геологических исследований участка под строительство 2-х этажного административного здания в деревни Кижирово (Томская область), которое входит в комплекс очистных сооружений.

Целью проектирования является изучение инженерно-геологических условий участка и разработка проекта инженерно-геологических изысканий на стадии рабочей документации.

Задачей является получение максимальной информации о свойствах геологической среды – компонентах инженерно-геологических условий в пределах предполагаемой сферы ее взаимодействия с сооружениями, а также нахождение оптимальных приемов и методов исследований, обеспечивающих получение достоверных данных, необходимых для проектирования.

В работе над проектом были использованы результаты исследований, выполненных на предшествующих стадиях изыскательских работ, на основе фондовых материалов, проведенных для строительства очистных сооружений, и справочная литература.

І ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Физико-географическая и климатическая характеристики

В юго-восточной части Западно-Сибирской равнины расположена Томская область (рис. 1). Она граничит с Тюменской, Омской, Новосибирской, Кемеровской областями и Красноярским краем. Областной центр г. Томск располагается на правом берегу р. Томи в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности, где находится её граница с Томь-Колыванской складчатой зоной [1].

Долина р. Томи образует ряд террасовых уступов, поверхности которых относительно ровные с небольшим уклоном к реке. И по высоте и по крутизне склоны различные. Склонов крутизной $65-70^{\circ}$ способствует развитию интенсивной эрозионной деятельности, оврагообразования и оползневых процессов [2].

Рельеф городской территории и его инженерно-геологические условия осложняются р. Томью, правыми притоками р. Томи, р. Басандайкой в южной части города, р. Ушайкой в центре города и р. Киргизкой в северной его части.

Геоморфологически территория города представлена тремя надпойменными террасами р. Томи и пологим западным склоном Томь-Яйского водораздела. Наиболее возвышенная часть территории города – это Западный склон водораздела Томь-Яя. Рельеф Томь-Яйского водораздела расчленён сетью логов с микропонижениями, западинами и заболоченностью. Геологическое строение района обусловлено расположением его на стыке тектонических структур Западно-Сибирской плиты и Томь-Колыванской геосинклинальной зоны.

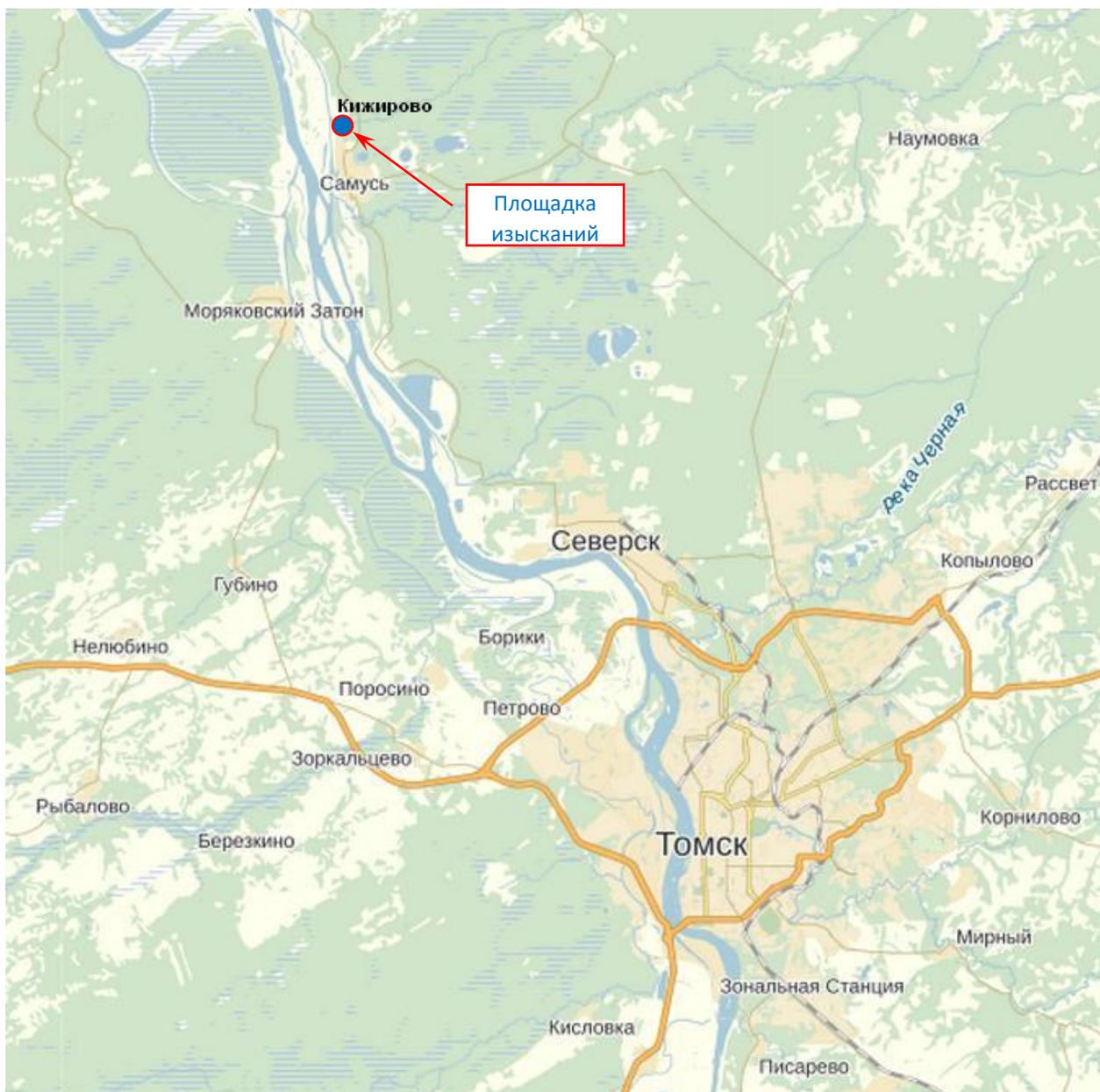


Рисунок 1 – Местоположение участка изысканий

Характеристика климатических условий приведена по многолетним данным наблюдений метеостанции г. Томска. Томская область расположена в зоне с континентальным климатом. Зима – долгая и суровая, а лето – теплое, но короткое. В течение года колебания температуры воздуха значительные. Среднегодовая температура воздуха $0,5^{\circ}\text{C}$ (табл. 1). Самый холодный месяц – январь, со среднемесячной температурой воздуха минус $17,9^{\circ}\text{C}$, самый теплый месяц – июль, со среднемесячной температурой плюс $18,7^{\circ}\text{C}$. Абсолютная минимальная температура воздуха минус 55°C , абсолютная максимальная температура воздуха плюс 36°C . Средняя суточная амплитуда температуры

воздуха наиболее теплого месяца 11,3° С, наиболее холодного 8,2°С (табл. 2, 3).

Таблица 1 – Средняя месячная и годовая температура воздуха, °С

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-17,9	-15,7	-7,7	1,2	9,7	15,9	18,7	15,3	9,0	1,3	-8,5	-15,4	0,5

Таблица 2 – Климатические параметры холодного периода года

Температура воздуха наиболее холодных суток, °С, обеспеченностью	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью	Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,94	Абсолютная минимальная температура воздуха, °С	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца, °С	Продолжительность, сут. и средняя температура воздуха, °С, периода со средней суточной температурой воздуха			Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца, %	Количество осадков за ноябрь-март, мм	Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с	Средняя скорость ветра, м/с, за период со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С		
					≤ 0 °С	≤ 8 °С	≤ 10 °С								
0,98	0,92	0,98	0,92	Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,94	176	11,8	233	79	78	171	Ю	2,4	2,2		
-44	-43	-41	-39	-22	-55	8,2	176	11,8	233	79	78	171	Ю	2,4	2,2
							продолжительность	Средняя температура	продолжительность	Средняя температура					
							продолжительность	Средняя температура	продолжительность	Средняя температура					

Таблица 3 – Климатические параметры теплого периода года

Барометрическое давление, гПа	Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,95	Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,99	Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца, °С	Абсолютная максимальная температура воздуха, °С	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца, °С	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее теплого месяца, %	Количество осадков за апрель – октябрь, мм	Суточный максимум осадков, мм	Преобладающее направление ветра за июнь - август	Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с
1001	23	26	24,3	35	11,3	74	61	377	81	Ю	0

Количество осадков за холодный период (ноябрь-март) – 171 мм, за тёплый период (апрель-октябрь) – 377 мм. Суточный максимум осадков в тёплый период составляет 81 мм. Преобладающее направление ветра – южное. Снежный покров сохраняется в течение 5-6 месяцев. Раннее появление снега отмечается в

сентябре, позднее в ноябре. Ранние даты схода снежного покрова отмечаются в апреле, поздние – в мае [3].

1.2 Изученность инженерно-геологических условий

Район г. Томска и прилегающих к нему территорий в геологическом, гидрологическом и инженерно-геологическом отношении изучен неплохо.

В 2012 г. ОАО «Томгипротранс» были проведены инженерно-геологические изыскания для проекта строительства железнодорожного пути к Северной АЭС с титулом «Выполнение инженерных изысканий для разработки проектной документации строительства подъездного железнодорожного пути от станции Кудрово до площадки Северной АЭС» (2040 ИИ.ИГ) [3].

Материалы вышеописанных исследований были учтены при составлении программы работ.

1.3 Геологическое строение места работ

Геологическое строение места работ приведено на геологической карте (прил. 1). Карта четвертичных отложений масштаба 1:500000, составленная ОАО «Томскгеомониторинг» 1996 г., Сильвестровым В.Н принята за основную и выделен фрагмент карты, отрисованный в AutoCAD.

1.3.1 Стратиграфия

Аллювиальные отложения пойм (aIV). Мощности и строение пойменных отложений различны в долинах крупных рек и их притоков. Мощность пойменных отложений в долинах рр. Оби, Чулыма, Томи достигает 25 м, а в долинах их притоков уменьшается до 5-10 м и до 1 м. Разрез пойм крупных рек имеет двухслойное строение. В верхней части залегают суглинки с маломощными прослоями супесей и песков [4]. Нижнюю часть слагают пески разной крупности с увеличением ее к подошве, сменяющиеся гравием в подошве. В пойменных отложениях р. Томи часто отсутствует верхняя суглинистая часть. Пойменные отложения долин мелких рек представлены, в основном, суглинками

с незначительными прослоями супеси и песка, с растительными остатками.

Верхнечетвертичные аллювиальные отложения первой надпойменной террасы (а¹III). Отложения первой надпойменной террасы в большей степени распространены в правобережье р. Оби и меньшими по площади участками по обоим берегам рр. Томи, Чулыма и их притоков (прил. 1). Представлены преимущественно песками, всех разновидностей, местами с прослоями суглинков, супесей, с гравийно-галечниковым горизонтом в основании. В песках с глубиной увеличивается закономерно содержание крупных фракций, пески относятся к несортированным разновидностям, плотные и средней плотности. Мощность отложений в долинах рр. Оби, Томи, Чулыма до 20–25 м.

Верхнечетвертичные аллювиальные отложения второй надпойменной террасы (а²III). Наиболее распространены отложения второй надпойменной террасы на правобережье р. Томи севернее р. Б. Киргизка, р. Оби севернее устья р. Томи и р. Чулыма. Отложения имеют, преимущественно, двухслойное строение. В верхней части залегают суглинки с прослоями супесей, глин и песков, в нижней – пески пылеватые, мелкие и средние с гравийно-галечниковыми отложениями в подошве. Глинистые грунты по состоянию преимущественно твердые–мягкопластичные, в меньшей степени – текучепластичные и текучие в линзах, содержащих верховодку. По коэффициенту неоднородности пески преимущественно – несортированные, но встречаются участками и хорошо отсортированные. Преобладают пески рыхлые, а также средней плотности. Мощность отложений до 30–35 м.

Верхнечетвертичные аллювиальные отложения третьей надпойменной террасы (а³III). Они распространены только в долине р. Томи в районе г. Томска. На верхней части разреза террасы суглинки с прослоями супеси и глины. Для пород характерны признаки облессования – это и повышенная пылеватость, а также включения карбонатов, возможна столбчатая отдельность, желтовато-бурый цвет, твердое–полутвердое состояние. Мощность до 35 м и более.

Средне-верхнечетвертичные озерно–аллювиальные отложения пайдугинской свиты (*laII-IIIpd*). Это отложения древних ложбин стока (прил. 1). В геологическом разрезе представлены пески, супеси, суглинки, глины, которые по площади и по глубине часто и закономерно переслаиваются. Представлены породы преимущественно песками от пылеватых до крупной зернистости, в основании разреза с гравием и галькой. Преобладают пески средней плотности сложения. Часто пески пропитаны гидроокислами железа, иногда каолинизированы. В песчаном разрезе могут присутствовать прослойки супесей, суглинков, глин с повышенным содержанием пылеватой и песчаных фракций. Мощность отложений от первых метров до 10–20 м в крупных ложбинах. Наблюдается закономерное увеличение содержания песчаных фракций по глубине для всех разновидностей грунтов.

Среднечетвертичные озерно–аллювиальные отложения сузгунской свиты (*laIIIsz*). Отложения сузгунской свиты выходят на поверхность на склонах водораздельной левобережной равнины к долинам рр. Оби и Шегарки. Отложения свиты представлены песчаными разновидностями и глинистыми, причем глинистые разновидности слагают преимущественно верхнюю часть разреза. Преобладают суглинки, меньше глин и супесей, встречаются прослойки погребенных почв. Породы весьма неоднородны по гранулометрическому составу – от легких до тяжелых разновидностей, местами алевритистые и иловатые, карбонатные, с выраженной горизонтальной слоистостью. В минеральном составе глинистой фракции преобладают гидрослюда, монтмориллонит, органика. Пески в нижней части разреза, преимущественно, пылеватые и мелкозернистые, полевошпатово-кварцевые, глинистые, часто тонкослоистые. Мощность свиты более 20 м.

Эоплейстоцен-нижнечетвертичные озерно-аллювиальные отложения смирновской свиты (*laE-IIsmr*). Отложения смирновской толщи распространены на Обь–Шегарском и Обь–Томском водоразделах, имеют здесь довольно большую мощность и очень мало распространены на остальной территории. Отложения представлены однообразной толщей суглинков или

глин, редко с прослоями супесей. Глины и суглинки плотные, вязкие, слабокарбонатные, часто ожелезненные. В глинистой фракции гидрослюда ближе к монтмориллониту, с примесью каолинита, кварца, а также органики. В нижней части разреза свита, расположенная на левобережье р. Оби сложена различными глинистыми песками. Причем от пылеватых до средней крупности с включениями гравия и гальки в подошве. Мощность от 5 до 50 м и более.

Эоплейстоценовые озерно–аллювиальные отложения кочковской свиты (*la_Ekc*). Отложения кочковской свиты залегают в подошве разреза четвертичной системы, прослеживаются на территории повсеместно в пределах водораздельных равнин Обь–Томского, Томь–Яйского и Обь–Чулымского междуречий, на поверхность выходит только по склонам. Сложена кочковская свита в верхней части толщей плотных глин с повышенным содержанием пылеватой и глинистой фракции. Ниже залегают тяжелые суглинки. Встречаются прослои супесей, песков. Пески на междуречье Обь–Томь залегают в основании разреза. Глинистые грунты по состоянию твердые и полутвердые. В глинистой фракции преобладают гидрослюда, полевой шпат, кварц; меньше – монтмориллонит, каолинит, органика. Мощность отложений на Обь–Томском междуречье более 50 м, на Томь–Яйском – сокращается в среднем до 10-20 м, а в местах развития древних ложбин стока – до 5 м.

1.3.2 Тектоника

В соответствии с современными представлениями в пределах Западно-Сибирской плиты выделяется внешний пояс и внутренняя (центральная) область плиты. К внешнему поясу относится южная часть Томской области — до низовий р. Чулым и соответствует Приалтаесаянской моноклизе. Вся остальная часть территории приурочена к внутренней области Западно-Сибирской плиты. На территории области в пределах последней развиты структуры изометричной формы — валы, своды, антиклинали, впадины. Первые сформировались над складками, блоками, выступами фундамента; депрессиям фундамента, как правило, соответствуют отрицательные структуры чехла — Тегульдетская,

Алипская, Нюрольская и др. Большинство структур вверх по разрезу затухает. Кроме того, на территории области в пределах плиты выделяются унаследованные отрицательные линейные структуры — Колтогорско-Уренгойский мега-желоб, Усть-Тымский, Чузикский желоба и др. Территории между рифтовыми зонами — своеобразные положительные надпорядковые структуры, испытывавшие поднятие в мезозое-кайнозое. Это — Александровско-Васюганское, Сенькино-Пудинское региональные поднятия. Крупными положительными структурами являются также Кананакская антиклиналь, Лымбельский свод, Владимировский свод, Степановский свод. По существующей схеме классификации платформенных структур в пределах области выделяются: региональные — надпорядковые — внешний пояс, внутренняя область; положительные и отрицательные структуры I порядка, площади их изменяются от 6 до 60 тыс. км²; структуры II порядка с площадью от 600 до 6000 км²; положительные структуры III порядка площадью от 60 до 600 км² и IV порядка (локальные поднятия) с площадью менее 60 км². Положительные структуры являются ловушками нефти и газа [5].

1.4 Гидрогеологические условия

Томская область расположена, в основном, в юго-восточной и частично в центральной части крупнейшего в мире Западно-Сибирского артезианского бассейна (АБ). По составу воды различные: до глубины 500 м они гидрокарбонатно-кальциевые, а глубже гидрокарбонатно-натриевые [5].

Выделены следующие гидрогеохимические зоны:

1. Зона пресных вод (0-1 г/л). Она приурочена, в основном, к породам верхнего палеогена, неогена и четвертичного периода. На юге, юго-востоке АБ мощность зоны пресных вод достигает 0,6-1,8 км. Например, в Верхнекетском, Первомайском, Тегульдетском районах Томской области мощность зоны пресных вод достигает 1,2-1,8 км, а в Бакчарском районе — 300-400 м. Большая мощность зоны пресных вод — уникальное явление. Образование связано с длительным на протяжении почти всего мезозоя и кайнозоя сохранением

континентальных условий осадконакопления.

2. Зона соленых вод (1-35 г/л). Мощность зоны увеличивается от окраин к центру и далее на север. Воды гидрокарбонатно-хлоридные и хлоридно-натриевые. Эти воды образовались в морских бассейнах, как правило, пониженной солености [5].

3. Зона рассолов (более 35 г/л) приурочена к породам юры и палеозойского фундамента. Площадь распространения зоны рассолов в плане напоминает треугольник, углами которого в основании служат пункты: на западе — г.Тара, на востоке – низовья р.Чулым, а вершина треугольника расположена в верховьях р.Пур. В пределах зоны рассолов расположены Колтогорско-Пуровский, Чузикский, Усть-Тымский грабен-рифты. Таким образом, зона рассолов развита в западной, центральной и северной частях территории области. Подчиняется вертикальной зональности и гидротермический режим вод (сверху вниз):

Вследствие двухъярусного строения геолого-литологической толщи Западно-Сибирского АБ в его пределах выделяется две гидрологические зоны — мезозойско-кайнозойская и нижняя палеозойско-мезозойская. Наиболее изучена верхняя мезозойско-кайнозойская гидрогеологическая зона, в пределах которой на территории области выделено 7 водоносных комплексов.

Кроме того, водоносные комплексы существуют и в породах фундамента. В заключение отметим, что химический состав, свойства подземных вод весьма разнообразны.

На стыке Западно-Сибирского АБ и его палеозойского обрамления – северной части Колывань-Томской складчатой зоны пресные воды в верхней гидрогеологической зоне обнаружены до глубины 500 м. Здесь воды палеоген-четвертичных отложений гидравлически тесно связаны с водами палеозойских образований, особенно по зонам тектонических нарушений; нередко они обогащены рудными и другими компонентами. Состав вод гидрокарбонатно-натриево-кальциево-магниевый. С глубиной эти воды сменяются кальциево-натриевыми и натриевыми [5].

1.5 Геологические процессы и явления

Природные условия благоприятны для развития широкого различных современных экзогенных процессов и явлений. На территории распространен резко континентальный климат, наблюдается распространение песков, а также особый характер залегания первого от поверхности водоносного горизонта и верховодки.

Наиболее активно на территории района развита овражная эрозия. Овражная сеть приурочена к долинам рек, а также высоким террасам, где уклоны рельефа являются значительными. Причинами появления оврагов могут являться искусственные факторы – прокладка дорог, распашка склонов или же природные факторы, т.е. наличие участков оседания поверхностей, подготовленных суффозией. Быстрый рост оврагов начинается с его вершины, где вода промывает узкую щель шириной 1-3 м, в дальнейшем формируется лог. Скорость роста составляет 3,0-3,5 м/год [5].

Борьба с искусственными и природными факторами эрозионной деятельности проводят, в первую очередь, путем упорядочения поверхностного стока (дренаж, ливневый сток), а также с помощью повышения качества ведения работ, связанных с землей (например, засыпка траншей, котлованов, трамбовка грунта).

Оползни играют важную роль среди других геологических явлений. Они развиваются по склонам долин рр. Томи и Ушайки, а также распространяются на уступах террас и по бровке оврагов. Если какой-либо участок подвергся оползневым деформациям, он может иметь разные градусы уклона. На пологих склонах ($5-7^\circ$) – мелкие оползневые смещения («течения») дернового слоя. Огромное количество горных пород, слагающие массивы, могут быть вовлечены оползнями, если присутствуют крутые склоны (до 20°) и наличие водонасыщенных пород.

Морозное пучение является результатом сезонного промерзания грунтов. Распространение такого процесса, как пучение, может зависеть от нескольких

моментов. Например, от глубины залегания подземных вод и верховодки. Немаловажным являются также состояния горных пород и глубин их промерзания. Из-за процесса пучения появляются многочисленные деформации зданий и дорог. Негативно также сказывается на дорогах. Так как отсутствует поверхностный сток велика вероятность, что появятся бугры пучения.

На I и II надпойменных террасах были зафиксированы наледи. Они располагаются в местах разгрузки подземных вод, где находятся высокие склоны террас. В зависимости от времени года можно наблюдать либо процесс заболачивания (лето), либо наледообразование (зима). От того, насколько зима будет суровой, зависит интенсивность образования наледей. Также интенсивность может зависеть от высоты снегового покрова.

Заболачивание имеет огромное распространение. Предпосылками для заболачивания являются:

а) на I и II террасах наличие грунтовых вод. Уровень которых устанавливается близко к поверхности земли. Рельеф стока предполагается ровным и линейным;

б) на III террасе и водоразделе, где есть наличие верховодки в понижениях рельефа. А также на отработанном карьере, где образуются болота или озера. Причиной этих болот и озер являются пластичные глинистые грунты, которые выступают водоупором [5].

1.6 Инженерно-геологическая характеристика района

По результатам многочисленных исследований проведенных на территории Томской области, можно сделать следующие выводы об инженерно-геологических особенностях:

1) аллювиальные отложения являются основным типом, проявляющимся на поверхность. Также можно отметить, что породы суглинистого состава преобладают преимущественно в верхних частях геологического разреза;

2) по прочностным свойствам аллювиальные и озерно-аллювиальные отложения различны в зависимости от того, какой геоморфологический элемент

речной долины они слагают. Наименее благоприятными в инженерно-геологическом отношении являются аллювиальные отложения современной поймы;

3) отмечается широтная зональность природных условий, что накладывает определенный отпечаток на особенности отдельных инженерно-геологических районов;

4) речные долины характеризуются плоским рельефом. Это обстоятельство, а также ряд других факторов, обусловили интенсивное заболачивание поверхности всех геоморфологических элементов;

5) подземные воды аллювиальных отложений речных долин, в основном, являются маломинерализованными;

6) при более детальных инженерно-геологических исследованиях особое внимание надо обращать на наличие торфяных прослоек в аллювиальных отложениях, которые значительно снижают несущую способность всей толщи. Большое значение также имеет изучение физико-геологических и, в частности, мерзлотных процессов, которые имеют место в данной области.

II СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Рельеф участка

Площадка изысканий располагается в дер. Кижирово Томской области в 40 км к северу от г. Томска.

В геоморфологическом отношении участок расположен на второй надпойменной террасе р. Томи.

Поверхность участка строительства частично поросла смешанным лесом средней густоты и крупности, кустарником, частично разнотравьем, относительно сухая. Абсолютные высотные отметки колеблются от 79 до 83 м.

2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости

На всей территории площадки изысканий получили распространение верхнечетвертичные аллювиальные отложения (a_2III). Они представлены супесями песчанистыми текучей и пластичной консистенции, песками пылеватыми средней плотности влажными и водонасыщенными. Максимальная вскрытая мощность отложений составляет 11,0 м.

Нормативная глубина сезонного промерзания песков пылеватых и супесей в данном регионе составляет 2,4 м. Грунты в зоне сезонного промерзания относятся к слабопучинистым и сильнопучинистым.

2.3 Физико-механические свойства грунтов

2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-2011) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522-2012)

Инженерно-геологический разрез расчленяется на следующие категории:

- формации – крупные комплексы горных пород сформировавшихся под влиянием одних геотектонических и палеоклиматических факторов;

- генетические типы – комплекс пород одного генезиса;
- стратиграфо-генетические комплексы – породы одного возраста и генезиса, сформировавшиеся в одной физико-географической обстановке.

Далее расчленение проводится по ГОСТ 25100-2011 [4]:

- классы - по общему характеру структурных связей;
- типы - по вещественному составу;
- виды - по наименованию грунтов (с учетом размеров частиц и показателей свойств);
- разновидности - по количественным показателям вещественного состава, свойств и структуры грунтов.

Самый однородный объем пород – инженерно-геологический элемент (ИГЭ). Выделение ИГЭ проводится в соответствии с ГОСТ 20522-2012 [6].

Изначально исследуемые грунты предварительно разделяют на ИГЭ с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей и вида.

Окончательное выделение ИГЭ проводят на основе оценки характера пространственной изменчивости характеристик грунтов и их коэффициента вариации. При этом необходимо установить, изменяются характеристики грунтов в пределах предварительно выделенного ИГЭ случайным образом или имеет место их закономерное изменение в каком-либо направлении (чаще всего с глубиной).

2.3.2 Выделение инженерно-геологических элементов

Для выделения и характеристики инженерно-геологических элементов в основу отчета взяты данные со скважин, пробуренных ранее, рядом с проектируемым сооружением.

Выделение инженерно-геологических элементов проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012 [6].

Слои и линзы, сложенные рыхлыми песками, глинистыми грунтами с показателем текучести более 0,75 д.е., органо-минеральными или органическими грунтами и другими грунтами, оказывающими существенное влияние на

проектное решение, следует рассматривать как отдельные инженерно-геологические элементы независимо от их мощности. К таким типам относятся толщи грунта с показателем текучести более 0,75 - грунт, заранее выделенные в отдельный инженерно-геологический элемент – ИГЭ-3 (ГОСТ 20522-2012. пункт 5.4) [6].

Таким образом, в разрезе предварительно можно выделить 4 инженерно-геологических элемента:

1. ИГЭ-1 – песок пылеватый средней плотности влажный (верхнечетвертичные аллювиальные отложения второй надпойменной террасы).
2. ИГЭ-2 – супесь песчаная пластичной консистенции (верхнечетвертичные аллювиальные отложения второй надпойменной террасы);
3. ИГЭ-3 – супесь песчаная текучей консистенции (верхнечетвертичные аллювиальные отложения второй надпойменной террасы);
4. ИГЭ-4 – песок пылеватый водонасыщенный (верхнечетвертичные аллювиальные отложения второй надпойменной террасы).

Изучение характера изменчивости проводится, используя при этом следующие показатели свойств грунта:

- число пластичности – I_p , %;
- влажность на границе текучести – W_L , %;
- влажность на границе раскатывания – W_p , %;
- влажность – W , %;
- коэффициент пористости – e , д.е;
- процентное содержание преобладающей фракции грунта для песков

Графики изменения показателей свойств грунтов по глубине, для предварительно выделенных элементов, приведены на рис. 2-13.

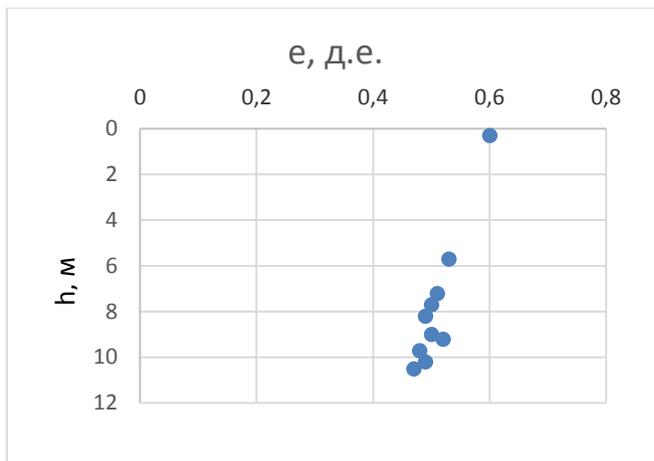


Рисунок 8 – Изменение коэффициента пористости (ИГЭ-2) по глубине

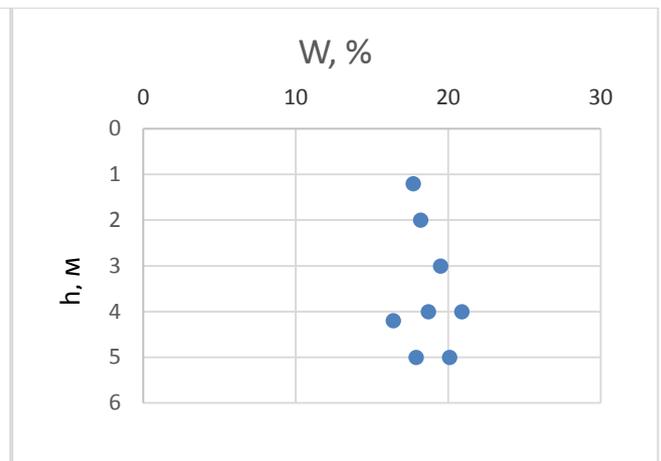


Рисунок 9 – Изменение влажности (ИГЭ-3) по глубине

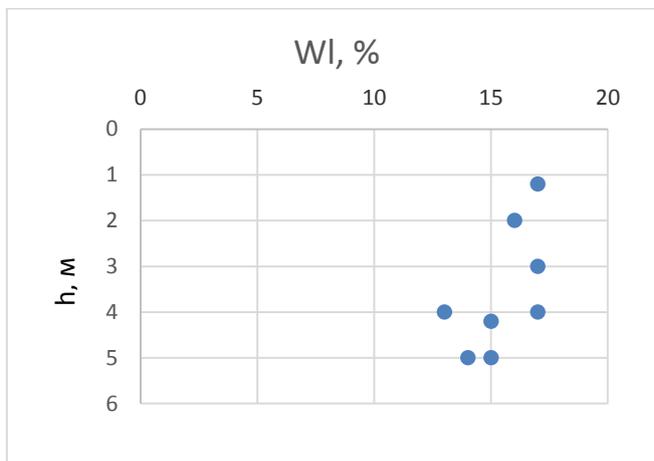


Рисунок 10 – Изменение влажности на границе текучести (ИГЭ-3) по глубине

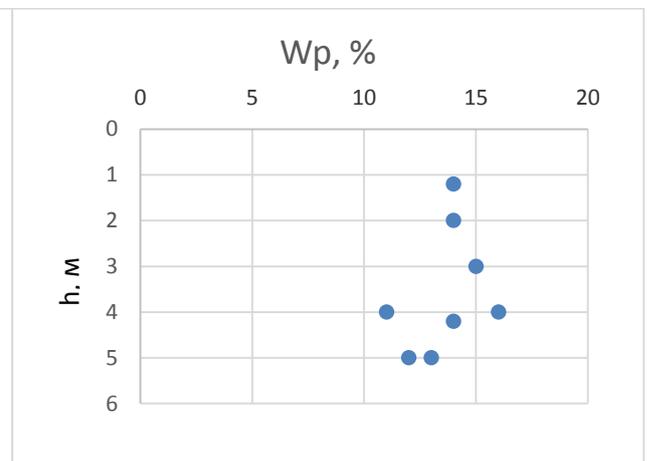


Рисунок 11 – Изменение влажности на границе раскатывания (ИГЭ-3) по глубине

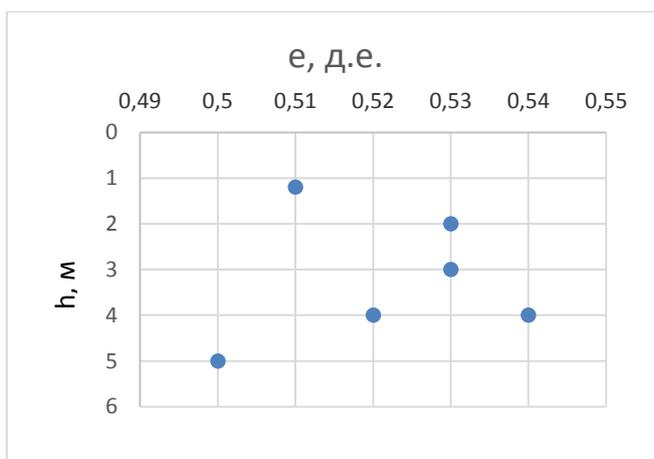


Рисунок 12 – Изменение коэффициента пористости (ИГЭ-3) по глубине

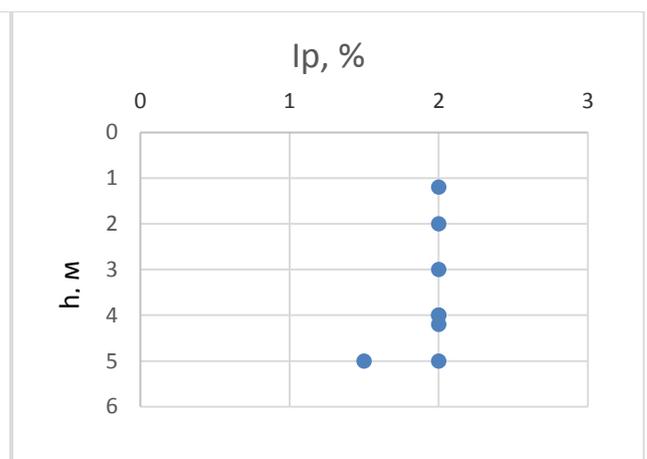


Рисунок 13 – Изменение числа пластичности (ИГЭ-3) по глубине

Анализ графиков предварительно выделенных ИГЭ показал, что изменчивость значений показателей физических характеристик, в целом, имеет незакономерное распределение и минимальный разброс значений.

Для более точного обоснования разделения ИГЭ согласно п.4.5 ГОСТ 20522-2012 рассчитывается коэффициент вариации (V). Если не выполняется условие $V < V_{\text{доп}}$, то необходимо разделить ИГЭ на два, или несколько новых [6].

Коэффициент вариации – мера отклонения опытных данных от выбранного среднего значения, выражаемая в долях единицы или в процентах, вычисляется по формуле:

$$V = \frac{S}{X_n}$$

где S – среднеквадратичное отклонение, X_n – среднее значение параметра.

При наличии закономерности в изменении характеристики грунта по глубине инженерно-геологического элемента дальнейшее его расчленение не проводят, если коэффициент вариации не превышает следующих величин:

1. Для физических характеристик не более 0,15;
2. Для механических характеристик не более 0,30 [6].

Для обоснования расчленения предварительно выделенных ИГЭ были рассчитаны коэффициенты вариации по физическим характеристикам грунтов (табл. 4-5).

В табл. 4 приведена статистическая обработка данных по супеси песчанистой текучей консистенции (ИГЭ-3).

Таблица 4 – Статистическая обработка данных по ИГЭ-3

Характеристики физических свойств	Средне-квадратичное отклонение, σ	Среднее значение параметра, X	Коэффициент вариации, V
Природная влажность, W , %	0,0144	0,187	0,08
Влажность на границе текучести, W_L , %	0,0151	0,16	0,09
Влажность на границе раскатывания, W_p , %	0,0160	0,14	0,11
Число пластичности, I_p , %.	0,0017	0,019	0,08
Коэффициент пористости, e , д.е.	0,0147	0,52	0,02

Как видно из табл. 4, коэффициенты вариации для супеси песчанистой текучей консистенции не превышают 0,15 (ГОСТ 20522-2012 пункт 5.5) по всем характеристикам физических свойств грунта, следовательно, дополнительное разделение ИГЭ не требуется [6].

В табл. 5 приведена статистическая обработка данных по супеси песчанистой пластичной консистенции (ИГЭ-2).

Таблица 5 – Статистическая обработка данных по ИГЭ-2

Характеристики физических свойств	Средне-квадратичное отклонение, σ	Среднее значение параметра, X	Коэффициент вариации, V
Природная влажность, W , %	0,0099	0,154	0,06
Влажность на границе текучести, W_L , %	0,0104	0,17	0,06
Влажность на границе раскатывания, W_p , %	0,001	0,14	0,10
Число пластичности, I_p , %	0,0039	0,028	0,13
Коэффициент пористости, e , д.е.	0,0366	0,509	0,07

Как видно из табл. 5, коэффициенты вариации для супеси песчанистой пластичной консистенции не превышают 0,15 (ГОСТ 20522-2012 пункт 5.5) по всем характеристикам физических свойств грунта, следовательно, дополнительное разделение ИГЭ не требуется [6].

Данных по пылеватому водонасыщенному песку (ИГЭ-4) и по песку пылеватому средней плотности (ИГЭ-1) нет. Для гранулометрического состава статистическую обработку выполнить невозможно из-за недостаточности образцов.

В результате анализа пространственной изменчивости частных значений показателей свойств грунтов, определенных лабораторными методами, с учётом данных о геологическом строении, литологических особенностей грунтов окончательно выделены 4 инженерно-геологических элемента (ИГЭ):

1. ИГЭ-1 – верхнечетвертичный аллювиальный песок пылеватый средней плотности влажный.
2. ИГЭ-2 – верхнечетвертичная аллювиальная супесь песчанистая пластичной консистенции;
3. ИГЭ-3 – верхнечетвертичная аллювиальная супесь песчанистая текучей консистенции;
4. ИГЭ-4 – верхнечетвертичный аллювиальный песок пылеватый водонасыщенный.

Ниже приводится характеристика ИГЭ по результатам ранее проведенных изысканий.

Инженерно-геологический элемент-1

Песок пылеватый средней плотности влажный. Статистическая обработка произведена по существующим показателям с учетом требований примечания к п. 5.4 ГОСТ 20522-2012 [6]. Природная влажность меняется от 16,5 до 19,7% при среднем значении 17,9%, плотность грунта естественного сложения от 1,79 до 1,84 г/см³ при среднем значении 1,82 г/см³, значение коэффициента пористости изменяется от 0,70 до 0,77 при среднем значении 0,73. Угол внутреннего трения - 26 град; удельное сцепление - 2 кПа; модуль деформации - 10 МПа.

Инженерно-геологический элемент-2

Супесь песчанистая пластичной консистенции, характеризующаяся природной влажностью от 13,9 до 17,4%, при среднем значении 15,4%, плотность грунта естественного сложения от 1,95 до 2,10 г/см³ при среднем значении 2,06 г/см³, значение коэффициента пористости изменяется от 0,47 до 0,60 д.е. при среднем значении 0,51 д.е. Угол внутреннего трения – 27 град; удельное сцепление – 17 кПа; модуль деформации – 28 МПа. Грунт распространен от поверхности до уровня грунтовых вод в северо-восточной части площадки, а также повсеместно подстилает отложения песка пылеватого. Максимальная вскрытая мощность составляет 5,7 м.

Инженерно-геологический элемент-3

Супесь песчанистая текучей консистенции с прослоями песка пылеватого водонасыщенного, характеризующаяся природной влажностью от 16,4 до 20,9%, при среднем значении 18,7%, плотность грунта естественного сложения от 2,09 до 2,12 г/см³ при среднем значении 2,11 г/см³, значение коэффициента пористости изменяется от 0,50 до 0,54 д.е. при среднем значении 0,52 д.е. Угол внутреннего трения – 24 град; удельное сцепление – 13 кПа; модуль деформации – 18 МПа. Данный грунт распространен в северо-восточной части площадки. Максимальная вскрытая мощность составляет 3,9 м.

Инженерно-геологический элемент-4

Песок пылеватый водонасыщенный, большей частью с прослоями супеси и суглинка. Физико-механические показатели для данного элемента приведены по водонасыщенным пескам II-й надпойменной террасы р. Томи в Среднем Приобье. Плотность грунта естественного сложения составляет 1,65 г/см³, значение коэффициента пористости 0,78. Угол внутреннего трения – 25 град; удельное сцепление – 1 кПа; модуль деформации – 16 МПа. Распространен повсеместно в разрезе основания площадки. Мощность толщи грунта составляет 0,9-4,1 м.

2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств инженерно-геологических элементов

Статистическая обработка физических и механических характеристик грунтов проводится для вычисления их нормативных и расчётных значений, необходимых для проектирования сооружения.

Нормативное значение X_n всех физических (влажности, плотности, пластичности и т. п.) и механических характеристик грунтов (модуля деформации, предела прочности на одноосное сжатие, относительных просадочности и набухания и т. п.) принимают равным среднеарифметическому значению X и вычисляют по формуле:

$$X_n = X = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n X_i$$

где n - число определений характеристики;

X_i – частные значения характеристики, получаемые по результатам отдельных i -ых опытов.

Расчетные значение устанавливают для характеристик, используемых в расчетах оснований и фундаментов (удельное сцепление, угол внутреннего трения, модуль деформации), и получают их делением нормативной характеристики на коэффициент безопасности по грунту.

Определение нормативных показателей основных физико-механических свойств грунтов производилось в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012 [6] методом статистической обработки частных значений характеристик.

В соответствии с п.5.3.16 СП 22.13330.2016 [7] доверительная вероятность α расчетных значений характеристик грунтов принимается при расчетах оснований по несущей способности $\alpha = 0,95$, по деформации $\alpha = 0,85$.

2.4 Гидрогеологические условия

Подземные воды, распространенные в пределах площадки, относятся к гидрогеологическому комплексу четвертичных отложений долины р. Томь в пределах Томь-Яйского водоносного водораздела. Отложения представлены песчаными и глинистыми породами с водами спорадического распространения.

На период обследования (апрель 2014) подземные воды отмечены на глубинах 0,5-2,5 м (абсолютные отметки 79,95-80,65 м) и приурочены к супесям текучей консистенции и пескам пылеватым. Подземные воды безнапорные. По химическому составу воды гидрокарбонатные натриево-кальциевые и кальциево-натриевые, пресные (минерализация 0,1 г/дм³).

В период ливневых дождей, снеготаяния и деградации сезонной мерзлоты возможен подъем уровня подземных вод до дневной поверхности.

Подземные воды по отношению к бетону нормальной проницаемости, согласно СП 28.13330.2012 [8], являются слабоагрессивными по содержанию агрессивной углекислоты.

2.5 Геологические процессы и явления на участке

К геологическим процессам, характерным для рассматриваемой территории, относятся сейсмичность, морозное пучение грунтов и подтопление территории грунтовыми водами.

Процесс подтопления имеет, преимущественно, техногенный характер и связан с подъемом уровня грунтовых вод вследствие утечек из водонесущих коммуникаций, засыпки оврагов и логов, барражного эффекта при строительстве на свайных фундаментах. Подтопление территории грунтовыми водами. Согласно приложению И СП 11-105-97 часть II [9], территория строительства является постоянно подтопленной в естественных условиях (I-A-1).

Также в пределах исследуемой площадки выявляется морозное пучение. Морозное пучение является следствием сезонного промерзания. Величина и характер пучения зависит от глубины залегания подземных вод и верховодки,

состояния пород и глубины их промерзания. Следствием пучения являются многочисленные деформации зданий. Морозное пучение характеризуется деформациями грунтов при их сезонном промерзании-оттаивании. Наиболее подвержены пучению слабые глинистые грунты. Согласно 115.13330-2016 [10] в пределах площадки изысканий данные процессы относятся к опасным.

Среди землетрясений выделяются природные сейсмические явления и техногенные, вызванные деятельностью человека. Природные сейсмические явления могут быть обусловлены тектоническими, вулканическими и гравитационными (обвальными) процессами. Г.Томск и его окрестности подвергались воздействию сейсмических волн, связанных как с тектоническими, так и техногенными явлениями.

Согласно общему сейсмическому районированию РФ (ОСР-97) расчетная сейсмическая интенсивность в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности – А (10%), В (5%), С (1%) в течение 50 лет составляет (карты ОСР-97; п. 4.3 СП 14.13330.2014 [11]):

- карта А – 6 баллов;
- карта В – 6 баллов;
- карта С – 7 баллов.

Сейсмическая интенсивность приведена по г.Северску. Согласно классификации по категориям опасности природных процессов СП 115.13330-2016 [10] на рассматриваемой территории сейсмичность относится к категории опасных.

Грунты площадки изысканий в пределах 10-метровой толщи по сейсмическим свойствам относятся к II категориям.

Невысокая сейсмическая активность района исследований обусловлена значительной удаленностью современных геодинамических процессов.

2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условия участка

Категория сложности инженерно-геологических условий устанавливается по совокупности факторов (СП 47.13330.2016, приложение А) [12].

По геоморфологическим условиям площадка (участок) работ относится к I категории сложности (простые условия), так как располагается в пределах одного геоморфологического элемента, поверхность слабонаклонная, нерасчлененная.

Геологические условия - в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой – I категория сложности (простые условия). В предполагаемой сфере взаимодействия сооружений с геологической средой выделяется не более двух литологических слоев.

По гидрогеологическим условиям в сфере взаимодействия сооружений с геологической средой участок относится ко II категории сложности (средние условия) – имеется горизонт слабоагрессивных вод по отношению к бетону.

Опасные геологические и инженерно-геологические процессы - имеют ограниченное распространение на проектные решения, строительство и эксплуатацию объектов. Категория сложности II (средние условия).

Специфические грунты в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой распространены ограниченно (пучинистые грунты). Категория сложности II (средние условия). По совокупности факторов категория сложности участка работ оценивается как средняя и относится ко II категории сложности (СП 47.13330.2016) [12], т.к. категорию сложности устанавливают по факторам, оказывающим максимальные объемы и стоимость инженерных изысканий согласно настоящему приложению (СП 47.13330.2016, приложение А) [12].

2.7 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации

При строительстве возможно проявление следующих неблагоприятных геологических процессов, которые могут осложнить строительство и эксплуатацию объекта и которые необходимо учесть:

- близкое залегание уровня подземных вод. При использовании свайного фундамента возможно появление барражного эффекта и подъема уровня грунтовых вод до уровня дневной поверхности. Увеличение уровня вод также возможно в период весенне-осенних паводков и особенно дождливых сезонов. Это приведет к изменению напряженно-деформированного состояния грунтовых массивов, резкому снижению несущей способности грунтовых оснований.

- пучинистость грунтов. Силы пучения способствуют деформации фундаментов и несущих конструкций.

- инженерно-геологические процессы на рассматриваемой территории также представлены сейсмичностью территории и подтоплением территории грунтовыми водами. Согласно 115.13330-2016 [10] данные процессы относятся к категории опасных.

При проектировании следует предусмотреть противопучинные мероприятия и гидроизоляцию заглубляемых частей фундаментов сооружений.

III ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ. ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

На стадии рабочей документации проводится инженерно-геологическая разведка в пределах предполагаемой сферы взаимодействия.

3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружения с геологической средой и расчетной схемы основания. Задачи изысканий

На территории проектируется провести инженерно-геологические изыскания для строительства двухэтажного административного здания.

После того, как установлено местоположение административного здания и определены его основные конструктивные особенности, а также режим эксплуатации проводятся инженерно-геологические изыскания в пределах *сферы взаимодействия* проектируемого сооружения с геологической средой.

Под сферой взаимодействия геологической среды с сооружением следует понимать подстилающую (вмещающую) сооружение область литосферы, внутри которой в результате взаимодействия с сооружением развиваются инженерно-геологические процессы.

Сфера взаимодействия может быть определена тогда, когда:

- Определено точное местоположение проектируемого сооружения.
- Разработаны его конструкции и режим эксплуатации (табл. 6).
- Выявлены и изучены геологическое строение участка и его гидрогеологические условия. В табл. 6 приведена характеристика здания.

Таблица 6 – Техническая характеристика сооружения

Наименование сооружения	Этажность	Габариты (длина, ширина), м	Тип фундамента	Уровень ответственности
Административное здание	2	20,0 x 10,0	Свайный фундамент	II

Сфера взаимодействия сооружений, проектируемых на свайных фундаментах, с геологической средой ограничена:

- по площади – границами условного фундамента;
- по глубине – нижняя граница активной зоны, принимаемой в зависимости от типа фундамента и нагрузки на него (по СП 11-105-97[9]). Границы условного фундамента (рис. 14) определяются следующим образом: снизу - плоскостью АБ, проходящей через нижние концы свай; с боков - вертикальными плоскостями АВ и БГ, отстоящими от осей крайних рядов вертикальных свай на расстоянии $0,5$ шага свай (рис. 14, а), но не более $2d$ (d - диаметр или сторона поперечного сечения свай), а при наличии наклонных свай - проходящими через нижние концы этих свай (рис. 14, б); сверху - поверхностью планировки грунта ВГ.

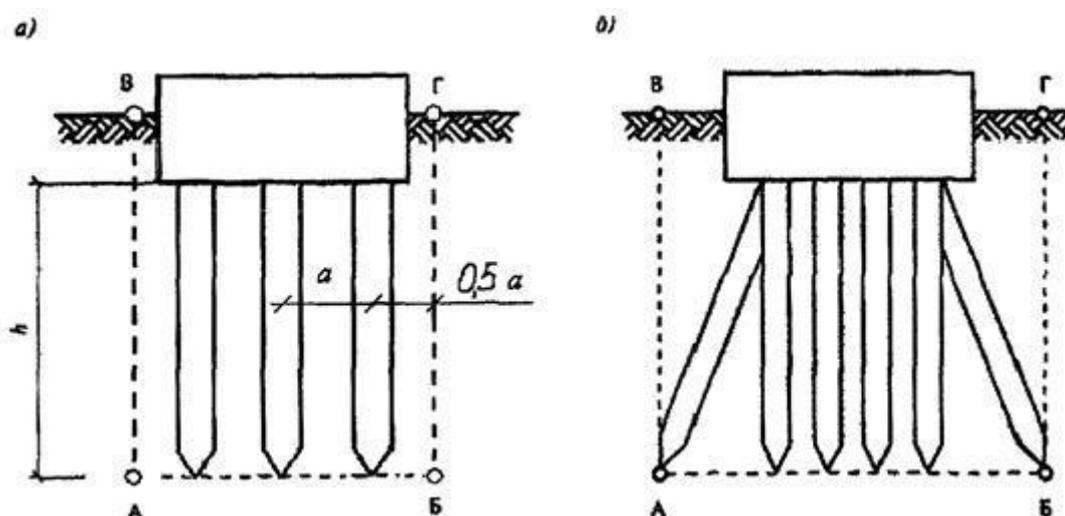


Рисунок 14 – Определение границ условного фундамента при расчете свайных фундаментов

Результаты определения границ условного фундамента здания на листе 3 (прил. 3).

Запроектированная глубина погружения свай по техническому заданию 7 м. Глубина ростверка 0,5 м. Согласно СП 24.13330.2011 [13] глубина СВ должна быть не менее чем на 5 м ниже проектируемой глубины заложения нижних концов свай, следовательно, глубина сферы взаимодействия будет равна 12,5 м. Таким образом, глубина горной выработки будет равна 12,5 м (глубина забивки сваи плюс 5 м).

Согласно СП 11-105-97 [9], границами сферы взаимодействия с геологической средой в плане будут являться размеры дополнительно 1-2 м (с каждой стороны) – территория благоустройства. Территория благоустройства принимается равной 2 м. Таким образом, размер сферы взаимодействия составит по площади сфера 22*12 м.

В результате анализа сферы взаимодействия проектируемых сооружений с геологической средой составляется расчетная схема основания с обоснованием данных, необходимых для расчета фундамента, несущей способности оснований и инженерно-геологических процессов. Расчетная схема – это инженерно-геологический разрез сферы взаимодействия, на котором показаны технические характеристики сооружения, инженерно-геологические элементы, гидрогеологические условия, нужный для расчета набор показателей физико-механических свойств грунтов.

Необходимые для расчета оснований и фундаментов физические и деформационно-механические характеристики грунтов надлежит определять на основании их непосредственных полевых или лабораторных испытаний.

3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ

Общая система организации работ по инженерно-геологическим изысканиям включают в себе три основных этапа:

- а) подготовительный,
- б) период выполнения основных объемов работ по утвержденному проекту инженерно-геологических изысканий,
- в) заключительный период (обрабатываются полученные материалы, и

составляется инженерно-геологический отчет).

В подготовленный период выполняются работы организационно-методического и организационно-технического содержания, конечной целью которых является составление программы инженерно-геологических изысканий и обеспечение запланированных работ материально-техническими средствами и кадрами исполнителей.

Период выполнения основных объемов работ охватывает время выполнения буровых, лабораторных и других видов работ. В течение этого периода ведется также камеральная обработка полученных данных.

Основное содержание геолого-методической части программы сводится к обоснованию видов и объемов необходимых работ и методов их проведения.

В комплексе работ при инженерно-геологических изысканиях включены:

- топогеодезические работы;
- проходка горных выработок (буровые работы);
- полевые опытные работы;
- лабораторные исследования грунтов;
- камеральная обработка материалов.

3.2.1 Топогеодезические работы

В соответствии с СП 47.13330.2016 [12], инженерно-геодезические изыскания должны обеспечивать получение топографо-геодезических материалов и данных, инженерно-топографических планов, составленных в цифровом и (или) в графическом (на бумажном носителе) виде, и сведений, необходимых для подготовки и обоснования документов территориального планирования, планировки территорий и подготовки проектной документации.

Топографо-геодезические работы запроектированы с целью закрепления плано-высотного устьев 3 скважин и 7 точек статического зондирования. Необходимый объем работ составляет 10 точек.

3.2.2 Буровые работы

Бурение скважин осуществляется с целью:

- 1) изучения геологического строения;
- 2) отбора образцов грунтов для определения их свойств, состояния.

Намечаемые в программе изысканий способы бурения скважин должны обеспечивать высокую эффективность бурения, необходимую точность установления границ между слоями грунтов (отклонение не более 0,25-0,50 м), возможность изучения состава, состояния и свойств грунтов, их текстурных особенностей.

В соответствии с СП 47.13330.2016 [12], для проектируемого здания II уровня ответственности в инженерно-геологических условиях II категории сложности, необходимо выполнить проходку скважин в контуре сооружения в количестве не менее трех. Расстояние между скважинами не должно превышать 50 метров. Располагать их следует по контуру или осям проектируемого сооружения. Таким образом, проектируется бурение трех скважин (прил. 2). Глубина скважин составит 12,5 м.

3.2.3 Опробование

Инженерно-геологическое опробование – это комплекс работ по изучению состава, состояния и свойств горных пород и закономерностей их изменения в пространстве и во времени под влиянием естественных и искусственных факторов.

Необходимое количество образцов для каждого выделенного ИГЭ приведено в табл. 7.

Таблица 7 – Объем опробования

№ ИГЭ	Естественная влажность	Гранулометрический состав	Влажность на границе текучести	Влажность на границе раскатывания	Плотность	Плотность частиц грунта	Модуль деформации	Удельное сцепление, угол внутреннего трения	Количество образцов	
									Монолиты	Образцы нарушенной структуры
ИГЭ-1 Песок пылеватый	10	10	-	-	10	10	6	6	-	10
ИГЭ-2 Супесь пластичная	10	-	10	10	10	10	6	6	10	-
ИГЭ-3 Супесь текучая	10	-	10	10	10	10	6	6	-	10
ИГЭ-4 Песок пылеватый	10	10	-	-	10	10	6	6	-	10
Итого	40	20	20	20	40	40	24	24	10	30

Интервал опробования – это расстояние между точками опробования по вертикали, измеряемый в метрах, который рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{H_{cp}}{N} \cdot \text{количество скважин},$$

где H_{cp} - средняя мощность ИГЭ; N – количество образцов.

Таблица 8 – Интервал опробования

№ ИГЭ	H_{cp}	N	n	h , м
1	2,3	10	3	0,7
2	5	10	3	1,5
3	3,7	10	3	1,1
4	4,5	10	3	1,4

В итоге на исследуемом участке, проектом предусмотрен отбор 10 монолитов и 30 образцов нарушенной структуры. Интервалы опробования отмечены на инженерно-геологическом разрезе красным цветом (прил. 1).

3.2.4 Полевые опытные работы

Статическое зондирование

Проектом предусматривается выполнить статическое зондирование грунтов в пределах проектируемого сооружения для определения плотности сложения, прочностных и деформационных характеристик грунтов и несущей способности

свай. Согласно СП 24.13330.2011 [13] (приложение Б), необходимо не менее шести точек на каждое здание по сетке 25x25 м. Планируется проведение 7 опытов статического зондирования на глубину сферы взаимодействия (12,5 м).

Плотностной гамма-гамма каротаж

В процессе инженерно-геологических исследований используют радиоизотопные методы. Метод поглощения γ -излучения применяют для определения плотности грунта. В основе метода лежит зависимость между долями поглощаемого грунтом γ -излучения, проходящего через него, и массой грунта.

3.2.5 Лабораторные исследования грунтов

Лабораторные методы определения показателей свойств грунтов следует использовать для классификации грунтов в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [4], оценки их состава и физико-механические свойства.

Лабораторные испытания образцов грунта проводятся с сохранением естественного состояния грунта, в пластично-мерзлом состоянии.

Проектируются следующие лабораторные определения:

- определение влажности;
- плотности грунта;
- плотности частиц грунта;
- гранулометрического состава;
- определение влажности границ текучести и пластичности;
- определение коррозионных свойств грунтов по отношению к бетону и железу;
- определение пучинистости;
- химический анализ водной вытяжки;
- испытания грунтов методом одноосного сжатия.

Объем лабораторных работ зависит от необходимого количества частных характеристик грунта. Количество отобранных в процессе изысканий образцов грунта должно быть не менее 6 для определения показателей механических свойств грунтов или не менее 10 – для определения показателей физических

свойств по каждому основному литологическому слою (ИГЭ) [14].

Виды и объемы работ представлены в табл. 9.

Таблица 9 – Виды и объемы работ

№ п/п	Наименование видов работ	Единица измер.	Объем работ	Примечание
1. Полевые работы				
1.	Плановая и высотная привязка геологических выработок и точек статического зондирования	скв.	3+7	СП 11-104-97
2.	Механическое колонковое бурение 3 скважин	п.м.	37,5	РСН 7788
3.	Статическое зондирование	т.	7	ГОСТ 20069-81
4.	Отбор образцов с ненарушенной структурой	мон.	10	ГОСТ 12071-2014
5.	Отбор образцов с нарушенной структурой	проба	30	ГОСТ 12071-2014
6.	Отбор проб воды	пробы	3	ГОСТ 31861-2012
7.	Плотностной гамма-гамма каротаж	точка	1	РСН 75-90
2. Лабораторные работы				
1.	Гранулометрический состав	опр.	20	ГОСТ 12536-2014
2.	Влажность	опр.	40	ГОСТ 5180-2015
3.	Влажность на границе текучести	опр.	20	ГОСТ 5180-2015
4.	Влажность на границе раскатывания	опр.	20	ГОСТ 5180-2015
5.	Плотность частиц грунта	опр.	40	ГОСТ 5180-2015
6.	Плотность грунта	опр.	10	ГОСТ 5180-2015
7.	Определение модуля деформации E	опр.	6	ГОСТ 12248-2010
8.	Определение сцепления, угла внутреннего трения C, φ	опр.	6	ГОСТ 12248-2010
9.	Определение коррозионной активности грунтов к стали	опр.	6	СП 28.13330.2012
10.	Химический анализ водной вытяжки грунта (коррозионная активность грунтов к бетону, алюминию, свинцу)	опр.	12	ГОСТ 26424-85
11.	Анализ воды	опр.	3	
12.	Пучинистость грунтов	опр.	24	ГОСТ 28622-2012
3 Камеральные работы				
12.	Составление технического отчета	отчет	1	

3.2.6 Камеральная обработка

Камеральная обработка проектируется после завершения всех запланированных полевых и лабораторных работ. Главная задача камеральных работ является составление отчета об инженерно-геологических условиях участка проектируемого строительства, содержащего все сведения, предусмотренные проектом, рекомендации по учету влияния инженерно-геологических факторов на проектируемое сооружение.

Отчета об инженерно-геологических условиях участка должен содержать:

- графическую часть в виде инженерно-геологических разрезов, графиков и т.д.;
- пояснительную записку;
- сводную таблицу нормативных и расчетных показателей свойств грунтов для инженерно-геологических элементов.

3.3 Методика проектируемых работ

3.3.1 Топогеодезические работы

Топографические работы будут включать в себя тахеометрическую съемку, которая позволяет определить положения точки местности как в плане, так и по высоте одним визированием трубой тахеометра на рейку с нанесенной на неё шкалой. Тахеометрическую съемку целесообразно выполнять электронными или нанограммными тахеометрами, позволяющими автоматически получать превышения и горизонтальные проложения. По завершению полевых работ производится планово-высотная привязка скважин и других точек наблюдений. По результатам измерений и вычислений составляется список координат и высот геологических выработок. Создание планово-опорной сети, разбивка и привязка геологических выработок производится с определенных пунктов тахеометрическим методом с применением электронного тахеометра TRIMBLE M3 DR (рис. 15).



Рисунок 15 – Электронный тахеометр TRIMBLE M3 DR

Координаты и высоты статическим методом с использованием комплекта спутниковой навигационной аппаратуры TOPCON HiPer (рис. 16). Геодезические изыскания завершаются составлением топографической основы карты фактического материала, на которой будет показано плановое положение и высотные отметки точек инженерно-геологических исследований, а также *контуры проектируемых сооружений.*



Рисунок 16 – Комплект спутниковой навигационной аппаратуры TOPCON HiPer

Геодезические изыскания заканчиваются составлением плана, на котором будет показано плановое и высотное положения сооружений и данные привязки основных строительных осей сооружений к геодезической основе [10].

3.3.2 Буровые работы

Согласно РСН 74-88 (п. 1.1) буровые и горнопроходческие работы следует выполнять в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 [12], с учетом требований, изложенных в ГОСТ 20276-2012 [15], ГОСТ 23278-2014 [16], а также настоящих республиканских строительных норм. Способы проходки горных выработок должны обеспечивать достоверную геологическую документацию и высокую производительность труда на конкретном объекте изысканий. Выбранный способ проходки горной выработки должен удовлетворять требованиям технологии отбора образцов грунта ненарушенной структуры (монолитов) и возможности проведения комплекса работ в горной выработке, предусмотренных программой изысканий.

На объекте бурение скважин будет проводиться под проектируемое здание глубиной 12,5 м. Для изучения инженерно-геологического разреза данной территории необходимо выполнить бурение 3 скважин.

В процессе бурильных работ выполняется сплошная документация скважин, отбор образцов грунта для лабораторных исследований.

Категория пород в данном инженерно-геологическом разрезе I-II.

По назначению скважины подразделяются на зондировочные, разведочные, гидрогеологические и специального назначения. Проектируется бурение разведочных скважин. Назначение разведочных скважин заключается в детальном изучении геологического разреза. Образец грунта (керна), извлекаемый из разведочной скважины, служит для определения особенностей геологического разреза, последовательности в залегании слоев грунта, их мощности и положения контактов, текстурных и структурных особенностей грунта (слоистость, отдельность, дисперсность, тип структуры, наличие

промазок, гнезд, включений и т.д.), плотности и консистенции грунта, соответствующих природным условиям, влажности и водоносности грунта.

Глубина скважин на данном участке составляет 12,5 м, поэтому применяется второй тип, который объединяет скважины средней глубины (до 50 м). Бурение этих скважин осуществляется главным образом перевозимыми и самоходными буровыми установками. Необходимо закрепление обсадными трубами только начальных интервалов.

Конструкция скважины показана на листе 4 (прил. 4).

3.3.3 Выбор способа бурения

Вид и способ бурения необходимо выбирать в зависимости от свойств проходимых грунтов, назначения и глубины скважин, а также условий производства работ и имеющихся технических возможностей. При этом 64 выбранный способ бурения должен обеспечивать удовлетворительное качество инженерно-геологической информации о грунтах и достаточно высокую производительность.

Скважины планируется пройти колонковым механическим способом «всухую».

Вращательное (колонковое) бурение является одним из наиболее широко применяемых на инженерных изысканиях способов проходки скважин. Основными преимуществами его являются возможность проходки скважины почти во всех разновидностях горных пород, простота технологии, высокое качество производства работ, повышенная производительность, возможность получения керна без нарушения природного сложения грунта. Диаметр породоразрушающего инструмента 132, 112 мм. Крепление стенок скважины обсадными трубами диаметром 127 мм.

3.3.4 Выбор буровой установки

Для бурения скважин на глубину до 50 м при изысканиях можно использовать буровую установку УГБ-1ВС (рис. 17). Установка УГБ-1ВС смонтирована на шасси автомобиля высокой проходимости ГАЗ-66-02. Техническая характеристика приведена ниже в таблице 10. В комплект основного бурового инструмента для колонкового бурения «всухую» входят расширители, кернорватели, колонковые трубы, бурильные трубы, твердосплавные коронки. Твердосплавные коронки представляют собой породоразрушающий инструмент, при помощи которых углубляется скважина. Основные размеры твердосплавных коронок, наружный диаметр коронок 112, 132 мм.



Рисунок 17 – Буровая установка УГБ-1ВС

Таблица 10 – Техническая характеристика буровой установки УГБ1-1ВС

Параметры	Значения параметров, мм
Глубина бурения, м: при колонковом способе 50	112
Частота вращения, об/мин	120-190
Наибольший крутящийся момент вращателя, кН*м	7
Диаметр зажимных труб, мм	73,127, 168, 219
Способ бурения	Колонковый
База	Автомобиль ГАЗ-66-02
Грузоподъемная сила лебедки, кН	26
Тип лебедки	Фрикционная
Масса буровой установки, кг	6120
Тип приводного двигателя	Дизель 2Ч8,5/11
Мощность двигателя, кВт	8,8
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
длина	6950
ширина	2345
высота	2620

Бурильные трубы служат для спуска бурового снаряда в скважину, передачи вращения породоразрушающему инструменту с поверхности от вращателя станка, передачи осевой нагрузки на забой скважины, подъема бурового снаряда из скважины, транспортировки керна и ликвидации аварий. Проектируется использование (ОН-41-1-68, ВТУ 01-70) 54 мм.

Колонковые трубы предназначены для приёма керна, последующей транспортировки его на поверхность и поддержания нужного направления ствола скважины в процессе бурения.

Обсадные трубы предназначены для закрепления неустойчивых стенок скважин, перекрытия напорных и поглощающих горизонтов, изоляции вышележащих толщ от продуктивных залежей с целью их опробования или эксплуатации и для других целей.

Образцы нарушенного сложения отбирают из инструмента, которым углубляют скважину; для отбора образцов ненарушенного сложения применяют специальные устройства – грунтоносы (рис. 18).



Рисунок 18 – Грунтонос

Породы ненарушенной структуры отбирают с помощью породоразрушающего инструмента, вдавливаемым грунтоносом ГВ-1, наружным диаметром 108 мм (табл. 11).

Таблица 11 – Основные параметры грунтоноса нормального ряда для отбора монолитов из скважин

Тип	Шифр	Максимальный наружный диаметр грунтоноса по башмаку, мм	Длина, мм	Диаметр входного отверстия башмака, мм	Угол заточки башмака, градус	Масса грунтоноса, кг
Вдавливаемый: первая модель	ГВ-1	108	605	96	7	8,6

Отбор проб является важной операцией, во многом определяющей правильность конечных результатов опробования и оценки инженерно-геологических условий строительства сооружений. В процессе проведения инженерно-геологических изысканий предусматривается отбор образцов с нарушенной и ненарушенной (монолиты) структурами.

Монолиты отбираются с помощью грунтоносов в виде куска грунта, а насыпной грунт из породоразрушающего инструмента. Высота монолита должна быть не менее его диаметра. На ненарушенных образцах грунта сразу же после извлечения должен быть указан «верх». С целью сохранения естественной влажности монолиты на месте отбора немедленно изолируют от наружного воздуха – производят консервацию способом парафинирования. Для этого на верхнюю поверхность монолита кладут этикетку, смоченную в парафине. Затем монолит обматывают двумя слоями марли и парафинируют, толщина парафиновой оболочки должна быть не менее 2-3 мм, сверху на монолит приклеивают второй экземпляр этикетки, смоченный в парафине.

Транспортировка и хранение образцов.

Монолиты грунта при транспортировке не должны подвергаться резким динамическим и температурным воздействиям. Отбор, упаковку, транспортировку и хранение образцов осуществляют согласно ГОСТ 12071-2014 [17].

3.3.5 Полевые испытания грунтов

Статическое зондирование

Для определения состава грунта, его несущей способности, наиболее эффективного исследования земного пласта в естественных условиях залегания используется статическое зондирование. Глубина опускания зонда соответствует 10 м, но допускается меньшая, если пласт коренных почвенных пород проходит близко к поверхности. При неглубоком залегании плотных грунтов, их несвязной консистенции или глинистых породах разрешается опускать исследовательский зонд только на глубину 5 м. Для того чтобы

определить, что под зондовым конусом располагается слой достаточной мощности, бурят одну скважину. По ее изучению определяют нужную глубину зондирования.

ГОСТ 20069-81 [18] содержит нормативы и правила статического зондирования.

Процедура производится для выявления:

- характеристики геологического элемента в условиях естественного залегания (мощности слоя, границы определенного участка грунта, состава и состояния на момент исследования);
- границ однородных пластов по глубине и площади распространения;
- глубины залегания верхней границы мощных скальных грунтов, крупнообломочных почвенных пластов;
- статические испытания приблизительно оценивают физико-механические свойства земли;
- определяется предел сопротивляемости, боковое сопротивление грунта под зондом;
- для искусственно насыпанных грунтов проводится исследование степени уплотнения.

Статическое зондирование грунтов производится для определения механических и физических свойств почвенного слоя, поэтому в результате получают нормативные характеристики почвы. При обработке данных исследования вначале определяют среднее арифметическое показание по результатам одного опускания зонда для выяснения характеристик слоя. Для окончательного результата сопоставляют средние показатели по всем произведенным точкам зондирования на выбранной площадке.

Процесс исследования осуществляется циклами, которые содержат следующие операционные процедуры:

- выполняется постепенное равномерное вдавливание стержня с периодической фиксацией показаний физических и механических свойств почвы приблизительно через 20 см;

- производится запись на диаграммных автоматических лентах всех показаний исследования грунта;
- для наращивания последующего штангового участка поднимается шток домкрата;
- статическое зондирование оканчивается при достижении прибором искомой выбранной глубины или максимальных нагрузок на конус зонда.

При опускании зонда показания сопротивления почвенных слоев снимают под наконечником прибора и на боковых его стенках. Метод статического исследования (рис. 19) применяют как самостоятельное испытание или сочетают с другими инженерными и геологическими определениями характеристик почвы. В процессе исследований получают значения толщины каждого слоя, выявляют образовавшиеся линзы грунта, границы расположения различных типов почв, поводят оценку их текущего состояния.



Рисунок 19 – Статическое зондирование грунтов

Все эти усредненные показатели используют для определения

возможности забивки свай, расчета глубины их опускания в грунт, выводят данные для установления предельной глубины свайного основания, находят оптимальные места для расположения исследовательских площадок.

После проведения полевых исследований статическим исследованием грунта получают такие данные:

- об удельном сопротивлении почвы под острием конуса, выражаемом в МПа ($\text{кгс}/\text{см}^2$);
- о сопротивлении земляного слоя на боковой стороне муфты конуса, единица измерения - кн.

Результаты статического зондирования получаются достоверными, если проведение работ проходит по заранее утвержденному плану и оформленному по всем правилам заданию на осуществление геологических и инженерных испытаний.

Установка (рис. 20), применяемая для проведения испытания, состоит из следующих частей:

- наконечник и штанга, вместе образующие зондирующее устройство (рис. 21);
- устройство по типу домкрата, предназначенное для вдавливания наконечника в грунт, и приспособление, извлекающее зонд;
- для опирания установки - статически уравновешенная станина, закрепленная анкерами;
- измерительные и считывающие устройства с возможностью фиксации на гибком носителе.

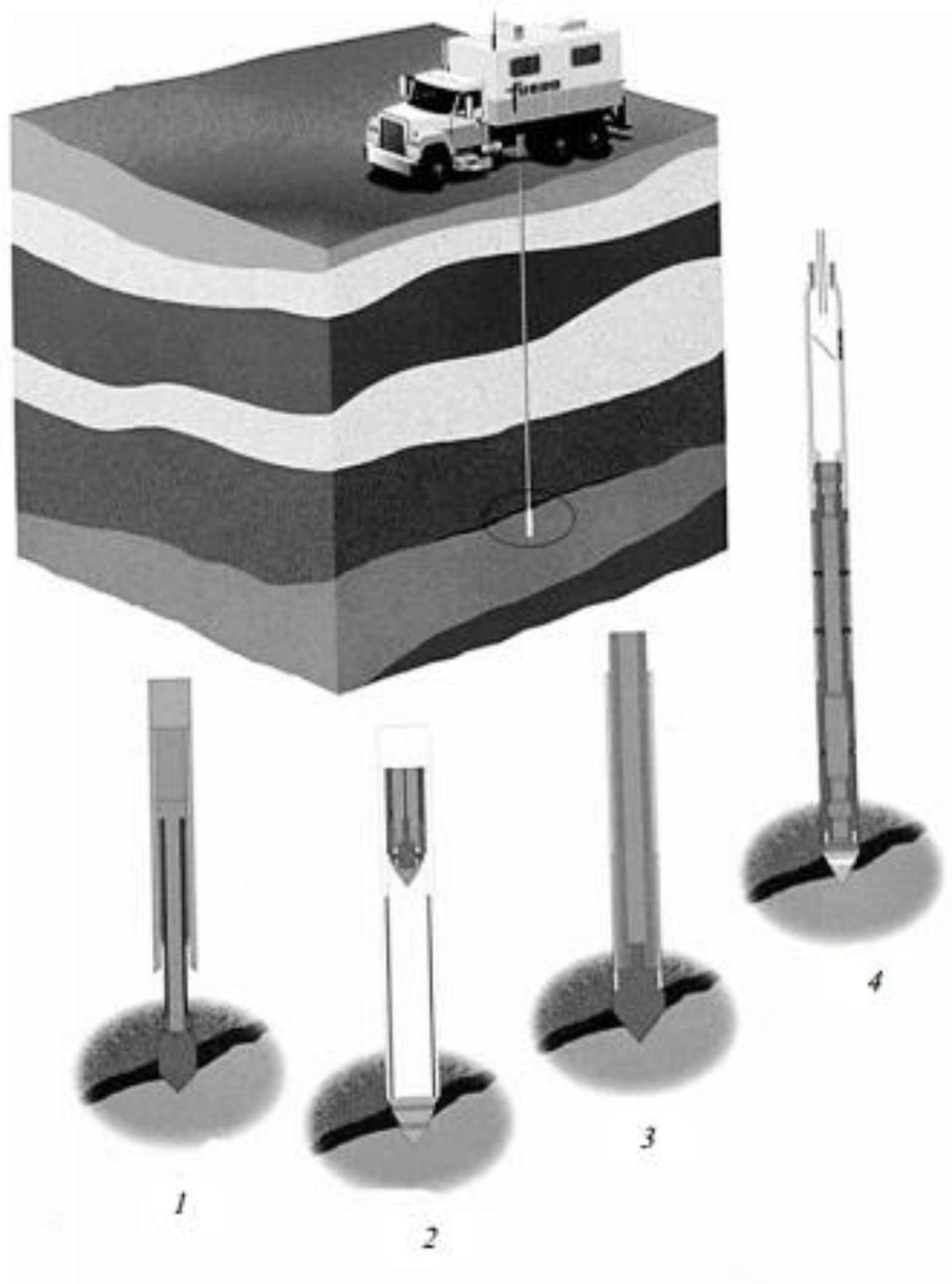
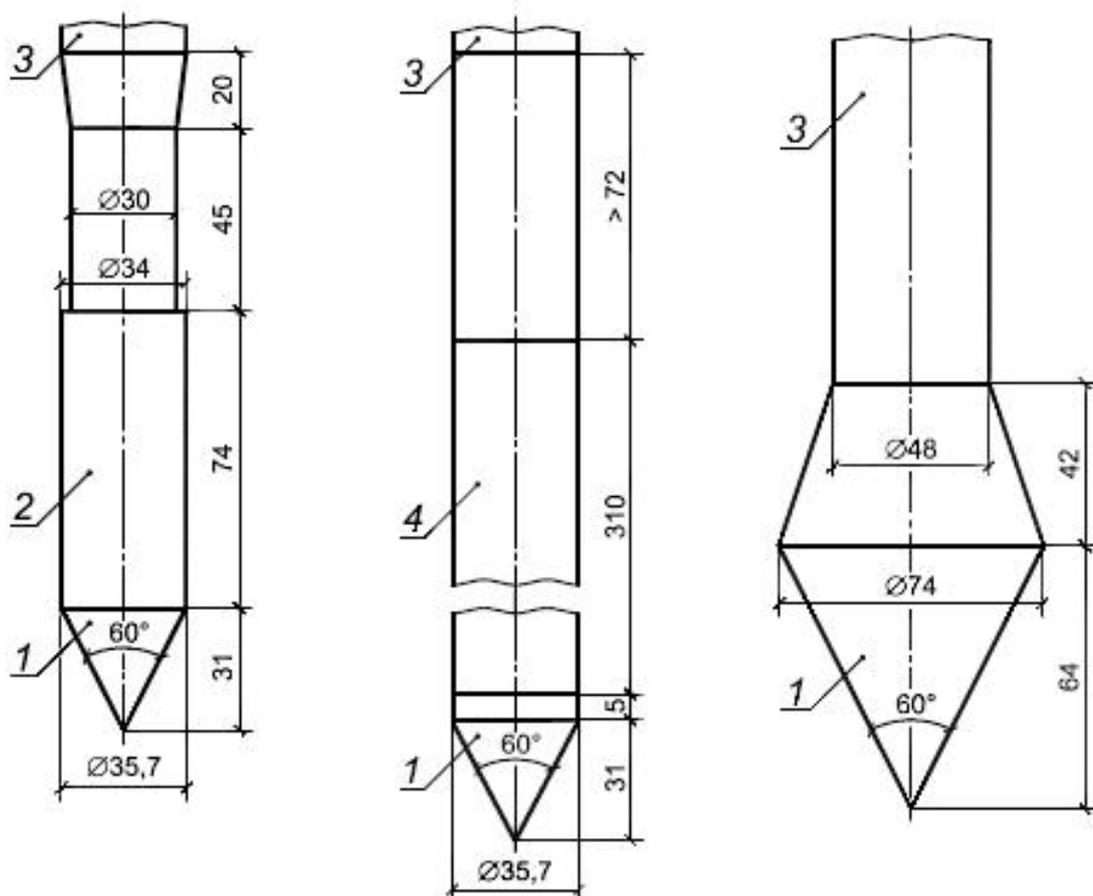


Рисунок 20 – Общий вид самоходной пенетрационной установки:

- 1 - вдавливаемый пробоотборник грунтовых вод;
- 2 - вдавливаемый пробоотборник грунта; 3 - вдавливаемый пьезометр; 4 - универсальный конусный пенетромтр, снабжённый лазером, пьезометром и измерителем электрической проводимости



а) Механический зонд (тип I) для статического зондирования

б) Электрический зонд (тип II) для статического зондирования

в) Зонд для динамического зондирования (ударный)

Рисунок 21 – Схемы конструкций зондов:

1 – конус; 2 – кожух; 3 – штанга; 4 – муфта трения

Зонды с наконечниками используются трех распространенных типов. Первый вид наконечника состоит из кожуха и самого конуса. Второй тип зонда оснащен наконечником из муфты трения конусной формы. Третий наконечник имеет в комплекте муфту трения, конус и расширитель. Метод статического зондирования требует, чтобы, несмотря на применяемую конструкцию зонда, его основание по площади соответствовало 10 см^2 . Угол при конусной вершине составляет 60° .

По технологии требуется, чтобы диаметр муфты снаружи был равен этому показателю основания корпуса, а ее длина составляла 31 см. Диаметр штанги

снаружи - 36 см для зонда 1-го типа, а два вторых вида допускают диаметр до 55 см. Принимается этот размер исходя из технологических расчетов.

По эксплуатационной инструкции, которая выдается изготовителем при покупке машины, проводят периодическое испытание оборудования и его проверку. Работоспособность определяют после покупки установки и перед ее использованием на полигоне. Испытание проводят не реже одного раза в три месяца, а также обязательно после ремонта и замены любой из запчастей. Полученные результаты проверки оформляют соответствующим актом. Установка статического зондирования постоянно подвергается износу, происходит частичная потеря прямолинейности штанги, поэтому через каждые 15-20 точек погружения собирают звенья в участок не менее 3 м и проверяют прямую линию. Отклонения допускаются не более 5 мм по всей длине. Проверка касается и высоты наконечника зонда, которая не допускает уменьшения длины более, чем на 5 мм.

При разметке точек погружения используют геодезические нивелиры и теодолиты, на отмеченных местах выставляют маяки по высоте и вертикали. После проведения статического зондирования повторно проверяют правильность расположения точек. Если из-за геологических особенностей местности не устанавливаются маяки, то делают планировку грунта для улучшения условий. Мачта зондирования не отклоняется более 5°, иначе результаты считаются спорными.

Статическое зондирование выполняется в соответствии с порядком, предусмотренным в инструкции по эксплуатации полевых установок. Полученные результаты обязательно через периодические промежутки фиксируются на гибкой ленте при скорости вдавливания 1 м в минуту. Погружение считается окончанным, если на зонд оказывается давление заданной величины.

Помимо гибкого носителя результаты проведенных испытаний записываются в специальные журналы. Скважину после работы тампонируют землей и помечают знаком, на котором стоят данные испытательной точки и

наименование организации, проводившей процедуру. В обязательном порядке восстанавливают грунт, поврежденный в процессе работ.

Все полученные характеристики грунта оформляют в виде наглядных графиков, где по глубине отметок зондирования изменяются показания. Для построения используют диаграммные ленты или данные записей в журнале зондирования. Все графики выполняют в одном масштабе, его изменение разрешается при сохранении соотношения между вертикальными и горизонтальными координатами. Если рядом расположены горные выработки, то их показывают на графике отдельными линиями.

При проведении инженерно-геологических изысканий под конкретные здания и сооружения зондирование грунтов следует производить в пределах их контуров или на расстоянии от контуров зданий и сооружений не более 5 м.

Для получения сопоставительных данных часть точек необходимо располагать на расстоянии не ближе 25 диаметров зонда от не обсаженной и незаполненной бетоном скважины, в которых производят отбор грунтов для лабораторных исследований и другие виды полевых испытаний грунтов, и не ближе 1 м от ранее выполненного зондирования.

В соответствии с потребностями практики различными фирмами выпускается широкий ассортимент установок, начиная от ручных переносных и кончая установками на трехосных автомобилях и вездеходах.

Появившиеся в последние годы наконечники с датчиками порового давления (пьезоконусы) являются перспективным дополнением к обычным установкам зондирования, расширяя возможности оценки грунтов (рис. 22). В установках для измерения порового давления конструкция электрического наконечника обеспечивает измерение сопротивления конуса q_c , трения по муфте f_s и порового давления u . Применение пьезоконусов началось около 10 лет назад. Исследования с помощью пьезоконусов расширяют и улучшают возможности обычного статического зондирования. Основные преимущества испытаний с пьезоконусом: возможность различать дренированные и недренированные испытания, возможность уточнять замеренное сопротивление конуса на основе

учета порового давления и конструкции наконечника, возможность определять консолидационные характеристики грунтов. Эти преимущества позволяют более точно определять характер напластования и вид грунтов, а также их физико-механические характеристики.

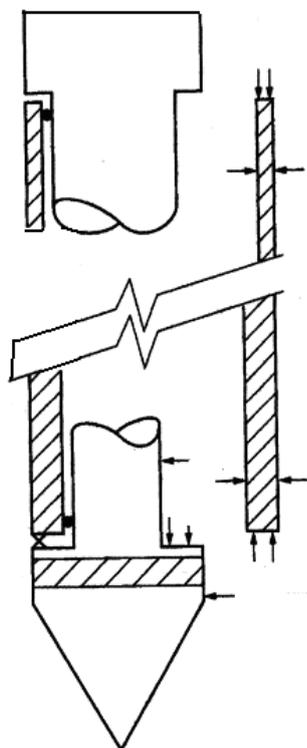


Рисунок 22 – Схема связи геометрии зонда, порового давления и откорректированных параметров зондирования q_t и f_s :

A_{st} – площадь поперечного сечения рабочих элементов зонда в верхней части зонда;

A_s – площадь поверхности муфты трения;

A_{sb} – площадь поперечного сечения рабочих элементов зонда в нижней части зонда;

A_n – площадь поперечного сечения нагрузочного стержня зонда;

A_t – полная площадь основания конуса;

u_2 – величина порового давления, измеряемого непосредственно над конусом;

u_3 – величина порового давления в верхней части зонда над муфтой трения

Пьезоконус, в дополнение к обычному конусу, имеет следующие основные части для измерения порового давления: пористый фильтр, камеру поровой жидкости и датчик измерения порового давления. Местоположение фильтра на наконечнике до настоящего времени не стандартизировано. В различных конструкциях он располагается: на острие конуса, на теле конуса,

непосредственно над основанием конуса, над муфтой трения и т.д.

Фильтр представляет собой кольцевой элемент внешним диаметром 35,6 мм, обычно высотой 5 мм. Изготавливают фильтры из нержавеющей стали, керамики, прокаленной бронзы, карборунда, цементированного кварцевого песка, пропилена и т.п. Фильтр должен удовлетворять трем, в известной степени противоречивым, требованиям: он должен быть жестким, обладать высокой проницаемостью для жидкости и низкой для воздуха. Размер отверстий фильтров составляет примерно 100 микрометров. Одним из основных требований к фильтрам является их невысокая стоимость, так как после каждого испытания фильтр следует менять. В качестве жидкости, заполняющей камеру, наиболее часто используются силиконовое масло или глицерин (малосжимаемые жидкости).

Поровое давление при зондировании изменяется очень быстро, особенно в частослоистых грунтах, поэтому измеряемое давление имеет динамический характер. Для надежного измерения непрерывно меняющегося порового давления преобразователь должен обеспечить минимальное запаздывание во времени. Преобразователи располагаются на уровне фильтров и находятся поэтому в прямом контакте с поровой водой, поступающей через фильтр. Чувствительность преобразователя измеряется изменением объема поровой жидкости на единицу давления. В показанном на рис. 1 пьезоконусе преобразователь давления имеет чувствительность 0,2 мм на весь диапазон давления от 0 до 2 МПа.

Изготовление и использование пьезоконусов является сложной технической задачей, поэтому, несмотря на получаемые с их помощью дополнительные данные о грунтах, их применение весьма ограничено. Они используются в основном для исследований глинистых грунтов в научных целях, а также при зондировании на шельфе, где усложнение испытания определяется необходимостью получения достоверных данных о грунтах, используемых для проектирования сложных и очень дорогих сооружений. В работе приведен результат опроса 80 специалистов различных стран о применении

пъезоконусов. Из ответов видно, что зондирование пьезоконусом составляет менее 10% общего объема статического зондирования. Исключением являются исследования на шельфе в некоторых странах (Норвегия, Канада), где зондирование пьезоконусом составляет более 80% общего объема статического зондирования.

В основные задачи статического зондирования входит обеспечение исходными инженерно-геологическими данными проектирования и строительства (для выбора типа фундаментов, определения глубины заложения и предварительных размеров фундаментов, выбора несущего слоя грунтов под сваи, определение несущей способности и размеров свай, составления проекта производства земляных работ, контроля разуплотнения грунтов при производстве земляных работ).

Расшифровку графиков статического зондирования следует производить с выделением характерных интервалов с одинаковыми или близкими значениями удельного сопротивления грунта под наконечником и на участке боковой поверхности.

Многочисленные исследования указывают на то, что соотношение сопротивления муфты трения к лобовому сопротивлению (“пропорция трения”) помогает идентифицировать тип грунта. Этот показатель может варьировать в значительных пределах в зависимости от того, является ли грунт песчаным или глинистым.

Сопротивление конуса в песках и глинистых грунтах резко различны. В то время как в глинах удельное сопротивление конуса возрастает медленно, равномерно и редко превышает 4 МПа, сопротивление конуса в песках, как правило, быстро и зигзагообразно увеличивается с глубиной и составляет более 4 МПа. Эта зигзагообразность объясняется снижением сопротивления при разрушении песчаного основания и последующим увеличением сопротивления конуса погружению. В глинистых грунтах последовательность снижения и восстановления прочности происходит так часто, что не отражается на графике зондирования.

Впечатляет и скорость, с которой зонд погружается в грунт. И если, скажем, качество полученных данных при бурении напрямую зависит от квалификации и добросовестности оператора буровой установки, который проводит забор проб, метод статического зондирования этот фактор исключает. Все параметры свойств грунтов фиксирует компьютер.

К тому же, статическое зондирование позволяет получать широкий диапазон данных. Например, датчики регистрирует информации неоднородности почв, определяют поровое давление, удельную электропроводность, температуру и т.д. Это позволяет проектировщикам принять верное решение. При выборе типа фундаментов и далее провести расчеты несущих способностей как буронабивных, так и забивных свай.

Несомненным преимуществом метода является его экологичность и относительно невысокая стоимость. Погонный метр исследования разреза методом статического зондирования обходится в 4 раза дешевле бурения.

Зондирование можно отнести и к более щадящему методу изучения почв. Особенно это важно при обследовании грунтов в историческом, плотно застроенном центре Петербурга. Бурение десятка скважин по периметру здания 18 века, несомненно, принесет больше вреда, чем зондирование.

Проектом предусматривается проведение опытов статического зондирования. Согласно ГОСТ 19912-2012 [19]. Статическое зондирование применяется для испытания немерзлых и талых песчано-глинистых грунтов, содержащих не более 25 % частиц крупнее 10 мм. Метод основан на том, что песчано-глинистые породы в зависимости от их состава и свойств оказывают различное сопротивление при задавливании в породу зонда с коническим наконечником. Результаты статического зондирования оформляются в виде графиков зависимости изменения удельного сопротивления грунта под конусом зонда (q) от глубины и изменение сопротивления грунта по боковой поверхности (Q) от глубины. Проектом предусматривается использование установки статического зондирования грунтов УСЗ 15/36А на базе автомобиля КАМАЗ 43114 (рис. 23). Технические характеристики установки УСЗ 15/36А приведены

в табл. 12. Комплект аппаратуры для статического зондирования грунтов ТЕСТ-К4 производства ЗАО «ГЕОТЕСТ» приведен на рис. 24.



Рисунок 23 – Установка статического зондирования УСЗ 15/36А на базе КАМАЗ 43114



Рисунок 24 – Комплект ТЕСТ-К4

Таблица 12 – Технические характеристики установки УСЗ 15/36А

Наименование параметра или характеристики	Номинальное значение характеристики
Экипаж, человек	2
Вес установки, кг	7000-12000
Максимальное усилие вдавливания (без анкеровки), кг	7000-10000
Скорость вдавливания зонда, м/мин	0,9-1,5
Скорость извлечения зонда, м/мин	До 2
Рабочее давление, кг/см ²	80
Гидронасос	НШ – 32
Диаметр рабочего гидроцилиндра, мм	125
Ход штока, мм	1250

Основные параметры зондов, используемых в аппаратуре ТЕСТ-К4:

1. Диаметр основания конуса 35,7 мм.
2. Угол при вершине 60 град.
3. Диаметр муфты трения 35,7 мм.
4. Длина муфты трения 150, 250, 310 мм.
5. Диапазон измерения удельного сопротивления грунта по конусу 0,2-50 Мпа.
6. Диапазон измерения удельного сопротивления грунта по муфте трения 0,6-571 кПа.
7. Диапазон измерения порового давления 5-2000 кПа.
8. Угол отклонения от вертикали 1-20 град.
9. Основная погрешность измерения параметров не более 2,5 %.

Проектом предусматривается статическое зондирование выполнять зондом с длиной 250 мм. Для расчленения разреза на литологические разности предусматривается шаг измерения 0,2 м. Результаты зондирования сохраняются в контроллере и передаются в ПК для последующей обработки.

Плотностной гамма-гамма каротаж

Для текучей супеси и для песков определение плотности следует определять полевым геофизическим методом – плотностной гамма-гамма-каротаж в скважине по методике, изложенной в РСН 75-90 [20]. Гамма-гамма-

каротаж выполняется при помощи специального зонда: в одной его части располагается источник ^{60}Co гамма-излучения, в другой – детектор. Между ними размещён свинцовый экран. Зонд помещается в скважину, прижимается к стенке, после чего начинает выполнять свою работу по командам из каротажной станции на поверхности. Регистрация плотностного гамма-гамма каротажа (ГГК-П) основана на эффекте рассеяния жесткого гамма-излучения в изучаемой горной породе. Измеряя результат этого взаимодействия, можно, в частности определить и плотность горной породы. Основным фактором, влияющим на показания метода ГГК-П является эффект комптоновского рассеяния квантов источника высоких энергий электронами ядер минералов, слагающих горную породу. Взаимодействуя с электроном, квант теряет часть своей энергии и меняет траекторию движения. Наличие двух зондов продиктовано тем, что при подобной регистрации рассеянного излучения малый зонд позволяет более точно учесть влияние ближней зоны скважины (глинистой корки, бурового раствора), а дальний зонд регистрирует рассеянное излучение от горной породы. При производстве работ, с целью устранения влияния скважины на результаты измерения зондовая часть прибора в обязательном порядке прижимается к стенке скважины прижимным устройством. В качестве источников жесткого излучения в скважинных приборах применяются ампульные источники, содержащие изотопы ^{60}Co или ^{137}Cs (Рис. 25).



Рис. 25 – Установка для гамма-гамма каротажа

3.3.6 Лабораторные исследования грунтов

Лабораторные работы выполняются для определения состава, состояния, физических, механических, химических свойств для выделения классов, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [4], определения их нормативных и расчетных показателей, выявления степени неоднородности грунтов по площади и глубине, выделение ИГЭ, прогноза состояния грунтов в процессе строительства и эксплуатации сооружений.

Лабораторными методами изучается гранулометрический состав, естественная влажность (W_e), влажность на пределе текучести (W_L), пластичности (W_P), показатели пластичности (I_P) и текучести (I_L), модуль деформации (E), сцепления (C) и угол внутреннего трения (ϕ), плотности (ρ , ρ_s).

Естественную влажность грунтов (W_e) определяют методом высушивания до постоянной массы ГОСТ 5180 [21]. Пробу грунта массой 15-50 г взвешивают в закрытой бюксе и поэтапно высушивают в муфельной печи до получения разности при двух последних взвешиваниях не более 0,02 г. Влажность грунта в %, вычисляют по формуле

$$We = 100 \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m}$$

где m – масса пустой бюксы с крышкой, г; m_1 – масса влажного грунта со стаканчиком и крышкой, г; m_0 – масса высушенного грунта со стаканчиком и крышкой, г [21].

Верхний предел влажности на границе текучести (W_L) определяют методом балансированного конуса Васильева А.И. по ГОСТ 5180 [21].

Породу предварительно подготавливают к проведению опыта, разбавляя ее водой до однородной массы. Затем устанавливают балансирный конус на поверхность грунта, и если за 5 секунд он погружается в породу на 10 мм, то влажность ее равна пределу текучести, потом берут навеску грунта и определяют ее влажность [21].

Нижний предел влажности (W_P) определяется методом раскатывания в

жгут по ГОСТ 5180 [21]. Грунтовую массу раскатывают на стекле в жгут диаметром 3 мм, потом собирают в комок и опять раскатывают, пока жгут не начнет трескаться на кусочки длиной 3-10 мм. Такое состояние породы указывает, что предел пластичности достигнут. Набирают 10-15 г, взвешивают, высушивают и определяют W_p [21].

Показатели пластичности (I_p) и текучести (I_L) определяют по формулам

$$I_p = W_L - W_p, \%$$

$$I_L = (W_e - W_p) / I_p, \%$$

где, W_L – влажность на пределе текучести; W_p – влажность на пределе пластичности; W_e – естественная влажность.

Плотность грунта определяется методом режущего кольца по ГОСТ 5180 [21], по десять испытаний для каждого ИГЭ. Для проведения опыта необходимо кольцо из металла, штангенциркуль, нож, весы. Сначала взвешивают кольцо, затем кольцо с грунтом, тем самым узнают чистый вес грунта, затем определяют плотность по формуле

$$\rho = m / V, \text{ г/см}^3,$$

где m – вес грунта, г; V – объем грунта, см^3 .

Плотность частиц грунта (ρ_s) определяется пикнометрическим методом по ГОСТ 5180 [21]. Для проведения опыта необходимы: пикнометр емкостью 100 см^3 , весы, ступа с пестиком, сито (диаметр 2 мм), бюксы, сушильный шкаф, баня песчаная, термометр. Пикнометр взвешивают с водой, налитой до отметки, затем взвешивают вместе с грунтом, потом кипятят 30 минут. Охлаждают, добавляют воды по нижнему краю мениска и опять взвешивают. Затем на основании полученных данных вычисляют удельный вес по формуле

$$\rho_s = m / (m + m_1 - m_2), \text{ г/см}^3,$$

где m – масса сухой породы; m_1 – масса пикнометра с водой; m_2 – масса пикнометра после кипячения. Полученные данные записывают в журнал.

Гранулометрический состав согласно ГОСТ 12536-2014 [22], будет выполняться ситовым методом.

Механические свойства грунтов будут определяться в соответствии с

ГОСТ 12248-2010 [14] консолидированно-дренированным срезом.

Деформационные свойства грунтов будут изучаться на образцах природной влажности и насыщенных водой в приборах АКР-2 с 71 площадью кольца 60 см². Нагрузка передается ступенями по 0,05 МПа (0,5 кг/см²) со стабилизацией осадок на каждой ступени нагрузки. На ступени 3,0 кг/см² будет производиться замачивание грунта, в случае относительной просадки более 0,01, из монолита вырезается второе кольцо для испытания грунта в водонасыщенном состоянии. Модуль деформации подсчитывается с коэффициентом β , учитывающим отсутствие поперечного расширения грунта в одомере, и коэффициентом m_k (коэффициент Агишева), учитывающим переход от испытаний в приборе к работе грунта в массиве.

Прочностные характеристики грунтов будут определяться на сдвиговых приборах СППА-40/35-10 конструкции ООО НПП «ГЕОТЕК». В лабораторных условиях согласно СП 47.13330.2016 (приложение Е) [12] будут выполняться исследования коррозионной активности грунтов к стали.

Для определения коррозионной активности грунтов к стали будет оцениваться удельное электрическое сопротивление грунтов и плотность катодного тока согласно ГОСТ 9.602-2016 [23]. Для этих измерений проектом предусматривается использование комплексного анализатора коррозионной активности грунта «АКАГ».

Для определения коррозионной активности грунтов к бетону, свинцу и алюминию предусматривается определения химического состава водной вытяжки из грунтов, согласно ГОСТ 9.602-2016 [23] по следующим показателям: рН; HCO₃; Cl; SO₄; Mg; Ca; Na; K.

При выполнении лабораторных работ ведутся журналы согласно ГОСТ 5180 [21], ГОСТ 12248-2010 [14], ГОСТ 9.602-2016 [23].

Для определения степени пучинистости грунтов будет использоваться прибор лабораторного определения пучинистости грунтов. Предназначен для определения степени пучинистости грунта по значению относительной деформации морозного пучения, полученному по результатам испытаний

образцов грунта. Прибор совместно с холодильной установкой обеспечивает промораживание образца исследуемого грунта в заданных температурном и влажностном режимах и измерение перемещений его поверхности в автоматическом режиме. Все показания датчиков можно наблюдать в режиме реального времени. Результаты оформляются в виде графиков и таблиц. ГОСТ 28622-2012 [24].

3.3.7 Камеральная обработка полученных материалов и составление отчета

Целью камеральных работ является составление отчёта по итогам полевых и лабораторных изучений грунтов. Камеральная обработка материалов должна быть исполнена в соответствии действующих документов [12]. Текущую обработку материалов нужно производить с целью обеспечения проверки за полнотой и качеством инженерно-геологических работ и своевременной корректировки программы изысканий в зависимости от приобретённых промежуточных результатов изыскательских работ.

В процессе текущей обработки материалов изысканий выполняется просмотр и проверка описаний горных выработок, составление графиков обработки полевых исследований грунтов, каталогов и ведомостей горных выработок, образцов грунтов и проб воды для лабораторных исследований, координирование между собой результатов отдельных видов инженерно-геологических работ (горных, геофизических, полевых изучений грунтов и др.), составление литологических колонок, горных выработок, предварительных инженерно-геологических разрезов, карты фактического материала, предварительных инженерно-геологических карт с пояснительными записями к ним [12].

При окончательной камеральной обработке совершается уточнение и доработка представленных предварительных материалов (в основном по результатам лабораторных исследований грунтов и проб подземных и поверхностных вод), оформление текстовых и графических приложений и

составление текста технического отчёта о результатах инженерно-геологических изысканий, содержащего все необходимые сведения и данные об изучении, оценке и прогнозе возможных изменений инженерно-геологических условий, а также рекомендации по проектированию и проведению строительных работ в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 предъявляемыми к материалам инженерных изысканий для строительства на соответствующем этапе (стадии) разработки предпроектной и проектной документации [12].

Итогом обработки данных полевых и лабораторных работ является инженерно-геологическое заключение с текстовыми и графическими приложениями, которые обязательно содержат:

- карту фактического материала;
- колонки инженерно-геологических выработок с физико-механическими характеристиками грунтов;
- ведомости исследований грунтов и воды;
- сводную инженерно-геологическую таблицу;
- отчет об инженерно-геологических изысканиях.

IV ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1 Основные направления деятельности ОАО «Томгипротранс»

Основные виды деятельности ОАО «Томгипротранс» – это комплексные инженерные изыскания и разработка проектно-сметной документации на объекты капитального строительства и линейные объекты.

По всем видам проектных работ полный комплекс инженерных изысканий институт выполняет собственными силами, ОАО «Томгипротранс» оснащен современным буровым оборудованием, оборудованием для статического и динамического зондирования, прессиометрическим комплексом, геодезическими и геофизическими приборами и собственной аттестованной грунтоведческой лабораторией, а также современной компьютерной техникой.

Основные направления деятельности компании:

- Топографо-геодезические.
- Инженерно-геологические.
- Инженерно-экологические.
- Инженерно-гидрометеорологические.
- Инженерно-геотехнические
- Инструментальные обследования строительных конструкций зданий и сооружений.
- Закрепление трассы на местности.

При проектировании, строительстве и реконструкции зданий, сооружений неотъемлемой частью работ являются инженерно-геологические изыскания. Именно их проведение обеспечивает общее изучение территории строительства, а также изыскания позволяют разработать обоснованные технико-экономические проекты и предоставить прогноз взаимодействия возводимого сооружения с окружающей средой.

Виды запланированных работ:

1. Топогеодезические работы;
2. Проходка горных выработок (буровые работы);
3. Полевые опытные исследования грунтов;
4. Лабораторные исследования грунтов;
5. Камеральная обработка материалов;
6. Составление технического отчета (заключения).

Для проведения изысканий используется современное оборудование (буровое), а также широкий комплекс полевых и лабораторных исследований свойств грунтов.

Для бурения скважин на глубину до 50 м при изысканиях можно использовать буровую установку УГБ-1ВС. Установка УГБ-1ВС смонтирована на шасси автомобиля высокой проходимости ГАЗ-66-02. Проектом предусматривается использование установки статического зондирования грунтов УСЗ 15/36А на базе автомобиля КАМАЗ 43114. Вся необходимая техника располагается на производственной базе. Также организация располагает обширным комплексом современного оборудования и приборов для определения физических, механических свойств. Самым важным ресурсом является штат квалифицированных специалистов, что является гарантией качества проводимых проектов.

4.2 Техническое задание на производство инженерно-геологических заданий

Таблица 13 – Техническое задание

1.1 Полное наименование объекта.	2-ух этажное административное здание в деревне Кижирово, Томская область
1.2 Вид строительства.	Новое строительство
1.3 Цели и виды инженерных изысканий.	Комплексное изучение инженерно-геологических условий участка изысканий на стадии РД. Комплекс инженерных изысканий: геодезических, геологических, опытных работ проводится для

	принятия обоснованных конструктивных и строительных проектных решений, обусловленных природными факторами, влияющими на условия производства работ и дальнейшую эксплуатацию объекта на выбранном участке.
1.4 Основание на производство инженерных изысканий.	Задание на проектирование.
1.5 Сведения о стадийности (этапе работ), сроках проектирования и строительства.	Стадия рабочая документация.
1.6 Сведения о ранее выполненных инженерных изысканиях.	Инженерно-геологические и топографо-геодезические изыскания прошлых лет ОАО «Томгипротранс».
1.7 Данные о характере и размерах проектируемых сооружений, их уровни ответственности.	Кирпичное здание. Уровень ответственности сооружений 2 (нормальный). 20*10 м
1.8 Перечень нормативных документов, в соответствии с требованиями которых необходимо выполнять инженерные изыскания.	СП 47.13330.2016; и др. действующие нормативные документы.
1.9 Требования к точности, надежности, достоверности и обеспеченности необходимыми данными и характеристик при инженерных	Доверительная вероятность расчетных значений характеристик грунтов следует устанавливать в соответствии с требованиями СП 22.13330.2011 (при расчётах по деформациям – 0,85 и по несущей способности – 0,95).

изысканиях для строительства.	
1.10 Требования к отчётной документации.	Состав и содержание технического отчета регламентируется СП 47.13330.2012. Форма предоставления отчётных материалов оговариваются в договорной документации.

4.3 Виды и объемы проектируемых работ

Таблица 14 – Виды и объёмы проектируемых работ

Виды работ	Единица измерения	Объем
1. Полевые работы		
Плановая и высотная привязка геологических выработок и точек статического зондирования	Количество	3+7
Механическое колонковое бурение скважин	Кол-во/п.м.	3/37,5
Статическое зондирование	точка	7
Отбор образцов с ненарушенной структурой	образец	10
Отбор образцов с нарушенной структурой	образец	30
Отбор проб воды	проба	3
Плотностной гамма-гамма каротаж	точка	1
2. Лабораторные работы		
Гранулометрический состав	определение	20
Определение природной влажности	определение	40
Определение влажности на границе текучести	определение	20
Определение влажности на границе раскатывания	определение	20
Определение плотности частиц грунта	определение	40
Определение плотности грунта	определение	10
Определение модуля деформации E	определение	6
Определение сцепления, угла внутреннего трения C, φ	определение	6
Определение коррозионной активности к стали	определение	6
Химический анализ водной вытяжки грунта	определение	3
Анализ воды	определение	3
Определение пучинистости грунта	определение	24
3. Камеральные работы		
Камеральный отчет	отчёт	1

4.4 Календарный план работ

Календарный план представлен в табл. 15, 16.

Таблица 15 – Календарный план работ

Виды работ	Дата
Проектно-сметный	С 1 июля 2018г. по 20 июля 2018г.
Подготовительный	С 21 июля 2018г. по 25 июля 2018г.
Организационный	С 26 июля 2018г. по 31 июля 2018г.
Полевые работы	С 1 августа 2018г. по 15 августа 2018г.
Лабораторные работы	С 16 августа 2018г. по 30 августа 2018г.
Камеральные работы	С 20 августа 2018г. по 31 августа 2018г.

Таблица 16 – Линейный календарный план проведения работ на объекте

Наименование операции	сутки	Месяцы (дни)	
		июль	август
проектно-сметный	19	■	
подготовительный	4	■	
организационный	5		■
полевые работы	14		■
лабораторные работы	14		■
камеральные работы	11		■

Календарный план проектируемых работ составляется для определения продолжительности выполнения всего проектируемого комплекса работ:

- для определения взаимосвязей последовательности выполнения работ;
- для оптимизации использования времени;
- для сокращения затрат времени в целом по проекту и т.д.

Линейный календарный план работ наглядно отражает сроки по времени выполнения работ.

4.5 Расчет сметной стоимости проектируемых работ

Стоимость инженерно-геологических работ (табл. 17) определена по справочнику базовых цен (2006 г.) на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства при этом введены следующие коэффициенты:

$K=44,21$ – инфляционный коэффициент к итогу сметной стоимости согласно письму Минрегиона России от Минстроя России от 20.03.2017 г. № 8802 ХМ/09.

Таблица 17 – Сметная стоимость проектируемых работ

№п/п	Характеристика предприятия, здания, сооружения или виды работ	№ частей, глав, таблиц и пунктов указаний к разделу или главе сборника цен на изыскательские работы	Расчет стоимости			Стоимость
			Единица измерения	Количество	Цена	Рублей
1	2	3	4	5	6	7
I. Геодезические работы						
1.1	Плановая и высотная привязка геологических выработок	Т.93, п.1	точка	10	6,2	62
Итого: 62						
II. Полевые работы						
2.1	Крепление скважины при бурении диаметром до 160 мм	Т.18, п.4	м	38,4	2,1	80,64
2.2	Колонковое бурение грунтов I-II	Т.17 п.1	м	37,5	0,2*3 6 38,4* 37,3	1439,5
2.3	Метод испытания грунта статическим зондированием	Т.45, п.5	точка	7	172,5	1207,5
2.4	Отбор проб грунта нарушенной структуры	Т.59, п.1	образец	30	34,3	343
2.5	Отбор проб грунта ненарушенной структуры	Т.57, п.1	монолит	10	22,9	366,4
2.6	Отбор проб воды	Т60, п.2	проба	3	7,6	22,8

2.7	Плотностной гамма-гамма каротаж	Т.61, п.14		1,6*3	140	672
Итого:4131,84						
III. Вспомогательные работы						
3.1	Содержание базы экспедиции при годовом объеме изысканий, 1 мес., св.500 т.р.	т.101,п.5 св. 500 тыс.руб.		1	5700	7410
3.2	Погрузка и разгрузка бурового оборудования и геологических образцов, 1т.	т.103, п.11		3	2,8	10,92
Итого: 7420,92						
IV. Лабораторные работы						
4.1	Консистенция при ненарушенной структуре (влажность, границы текучести и раскатывания)	Т.63, п.4	образец	10	20,2	202
4.2	Консистенция при нарушенной структуре (влажность, границы текучести и раскатывания)	Т.63, п.3	образец	10	18,2	182
4.3	Влажность	Т.62, п.1	образец	20	4,0	80
4.4	Гранулометрический анализ ситовым методом	Т.64, п.6	образец	20	4,0	80
4.5	Плотность влажного грунта методом режущего кольца	Т.62, п.4	образец	10	4,5	45
4.6	Плотность частиц грунта пикнометрическим методом	Т.62, п.5	образец	40	7,2	288
4.7	Определение модуля деформации	Т.62, п.30	образец	6	14	84
4.8	Определение сцепления, угла внутреннего трения	Т.62, п.29	образец	6	22,3	133,8
4.9	Коррозионные свойства грунтов	Т.75, п.4	образец	6	18,2	109,2
4.10	Анализ водной вытяжки	Т.71, п.1	образец	12	48,8	586,6
4.11	Анализ воды	Т.73, п.1	образец	3	96,2	288,6
4.12	Анализ пучинистости грунтов	Т.62, п.9	образец	24	3,8	45,6
Итого: 2214,8						

V. Камеральная обработка						
5.1	Камеральная обработка материалов буровых и горнопроходческих работ с гидрогеологическими наблюдениями II категория сложности ИГУ	Т.82, п.2	1 м выра- ботки	87	8,2	713,4
5.2	Камеральная обработка полевого испытания грунтов статическим зондированием на глубину 12,5 м	Т.83, п.1	Испыт ание	7	29,7	207,9
5.3	Камеральная обработка комплексных исследований и отдельных физико-механических свойств глинистых грунтов	Т.86, п.1	% от лабора торных работ	2214,8	20%	442,96
5.4	Составление технического отчёта для II категории ИГУ	Т.87, п.3	% от камера льных работ	1364,26	18%	245,5
Итого: 1609,8						
Всего по смете				15439,36		
С учетом районного коэффициента К=1,15				17755,26		
Сопутствующие расходы						
Накладные расходы		20% от 15439,36		3551,05		
Плановые накопления		8% от 21306,31		1704,5		
Компенсированные расходы		2,6% от 23010,81		598,28		
Резерв		3% от 23609,09		708,27		
Итого стоимость работ				24317,36		
Итого стоимость работ с учетом инфляции К=44,21				1075070		
НДС 18%				193512,7		
Итого сметная стоимость работ				1268582,7		

Весь комплекс работ запланированных работ будет реализовываться в определенной последовательности. Сметная стоимость инженерно-геологических работ под строительство административного здания с учетом НДС 1268582,7 рублей.

V СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ

Участок изысканий расположен в деревни Кижирова Томской области в 40 км к северу от г. Томска.

В геоморфологическом отношении участок расположен на второй надпойменной террасе р. Томи.

Обследуемый участок представляет собой правый склон долины р. Томь. Рельеф местности незначительно расчленен притоками р. Томи и небольшими логами временных водотоков. Поверхность частично поросла смешанным лесом средней густоты и крупности, кустарником, частично разнотравьем, относительно сухая. Абсолютные высотные отметки колеблются от 79 до 83 м.

Климат района континентальный, с холодной продолжительной зимой и коротким тёплым летом.

При проведении полевых, лабораторных и камеральных работ могут возникнуть вредные и опасные факторы. Анализ возможных ОВПФ проведен согласно ГОСТ 12.0.003-74 [25].

5.1 Производственная безопасность

Неблагоприятное воздействие на организм человека тех или иных факторов производственной среды и трудового процесса является первопричиной всех травм и заболеваний, которые связаны с процессом труда. Негативное влияние того или иного фактора зависит от наличия в условиях потенциально неблагоприятных свойств для организма человека и длительности воздействия данного фактора.

Неблагоприятно действующие производственные факторы разделены на опасные производственные факторы (ОПФ) и на вредные производственные факторы (ВПФ).

В ходе полевых, лабораторных и камеральных работ на проектируемом участке работники могут подвергаться воздействию разнообразных опасностей,

влияющих на их жизнь и здоровье. Это явления, процессы, объекты способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно, т.е. вызвать различные нежелательные последствия. Анализ данных факторов проведен согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [25] (табл. 18).

Все предусмотренные проектом виды работ будут выполняться в соответствии с техническим заданием, планом работ, инструкциями и иной технической документацией. Со специалистами согласуются формы сводок, отчетности, возможные отклонения от проектной документации (дополнения и т.д.).

До начала полевых работ весь персонал партии должен быть ознакомлен с условиями производства полевых работ и правилами техники безопасности (ТБ). Все работники, а также лица, ответственные за пожарную безопасность и проведение противопожарного инструктажа, планируемые к направлению на объект для выполнения работ (оказания услуг), обучены по соответствующей программе пожарно-технического минимума, прошли обучение требованиям охраны труда, оказанию первой помощи пострадавшим.

Перед выездом в поле готовность отряда должна быть проверена комиссией и оформлена специальным актом. Все участники полевых работ должны быть зарегистрированы в партии. Запрещается допускать к работе лиц в алкогольном, наркотическом состоянии.

Таблица 18 – Основные элементы производственного процесса инженерно-геологических работ, формирующие опасные и вредные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1) топогеодезические работы; 2) буровые работы; 3) опробование.	1. отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 2. повышенные уровни шума; 3. повышенный уровень вибрации; 4. тяжесть и напряженность физического труда.	1. движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; 2. поражение электрическим током.	ГОСТ 12.2.003-91 ГОСТ 12.1.038-82 ГОСТ 12.1.003-83 ГОСТ 12.1.012-2004 ГОСТ 12.1.003-2004
Лабораторные и камеральные работы: 1) определение физико-механических свойств грунтов. 2) написание отчета с использованием компьютера.	1. отклонение показателей микроклимата в помещении; 2. повышенные уровни электромагнитных и ионизирующих излучений; 3. недостаточная освещенность рабочей зоны.	1. поражение электрическим током.	ГОСТ 12.1.006-84 ГОСТ 12.1.045-84 ГОСТ 12.1.038-82 ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 12.1.004-91 СП 12.13130.2009 СанПиН 2.2.4.548-96 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03

5.1.1 Анализ выявленных вредных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия

Полевой этап

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.

При проведении инженерно-геологических изысканий полевые работы проводятся в определенных метеорологических условиях.

Условия работы на открытом воздухе могут проявляться как неблагоприятные климатические условия. Они негативно сказываются на здоровье, а также трудоспособности и производительности трудовой

деятельности человека. Проведение полевых работ рекомендуется проводить именно в теплое время года.

Повышенная температура воздуха влияет на организм человека. Таким образом, тело человека не справляется с терморегуляцией, повышается температура и возникает перегрев, температура человека до 38°C.

В более тяжелых ситуациях с перегревом возможен тепловой удар. Тогда температура человека повышается до 40°C, человек теряет сознание, усиливается потоотделение. Всё это приводит к судорожной болезни.

Для безопасности организма в условиях жаркого климата на объекте предусмотрены платки и сооружение навесов, также немаловажным является одежда рабочих. Ткань должна быть легкой, удобной, свободной, светлых тонов.

Но кроме температуры, летний период работ характеризуется выпадением осадков. Осадки могут прямым образом повлиять на условия проведения проекта. Во время неблагоприятных условий рекомендуется прекращать работы.

Средства индивидуальной защиты также предусматриваются для защиты от негативно сказывающих на работе людей климатических факторов. Например, используется спецодежда (это может быть костюм с водоотталкивающей пропиткой или дождевик, а также, как вариант, хлопчато-бумажный костюм), специальная обувь (сапоги резиновые, ботинки кожаные), средства защиты рук (перчатки резиновые или хлопчатобумажные), головные уборы [27].

Повышенный уровень шума

С точки зрения безопасности труда в геологоразведочном деле вибрация и шум – одни из наиболее распространенных вредных производственных факторов на производстве (эксплуатация буровых станков при бурении скважин, производство гидрогеологических откачек). Шум и вибрация относятся к механическим колебаниям.

Вибрацию вызывают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе различных машин и механизмов, например, буровые установки, установки динамического и статического зондирования и другие [28].

В результате исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются в ГОСТ 12.1.003-83 (табл. 19) [29].

Таблица 19 – Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

1. Качественное изготовление деталей станков и машин.
2. Замена металлических соударяющихся деталей на неметаллические.
3. Правильная организация труда и отдыха (устройство кратковременных перерывов в работе).
4. Применение средств индивидуальной защиты (противошумные вкладыши, противошумные наушники, шлемофоны и др.).

Повышенный уровень вибрации

Источником вибрации является буровая установка и установка статического зондирования. Под действием вибрации у человека развивается вибрационная болезнь. Наиболее опасна для человека вибрация с частотой 16-250 Гц.

Различают местную и общую вибрацию. Общая вибрация является наиболее вредной. В результате развития вибрационной болезни нарушается нервная регуляция, теряется чувствительность пальцев, расстраивается функциональное состояние внутренних органов.

К основным законодательным документам, регламентирующим вибрацию, относится ГОСТ 12.1.012-90 [28].

Основные мероприятия по борьбе с вибрацией:

1. Виброизоляция – применение пружинных, резиновых и других амортизаторов или упругих прокладок.
2. Правильная организация труда и отдыха: кратковременные перерывы в работе (по 10-15 минут через каждые 1-1,5 часа работы); активная гимнастика рук, теплые водяные ванны для конечностей и другие.
3. Применение средств индивидуальной защиты. В качестве средств индивидуальной защиты применяются рукавицы с прокладкой на ладонной поверхности и обувь на толстой мягкой подошве, согласно ГОСТ 12.4.011-89 [30].

Таблица 20 – Гигиенические нормы уровней виброскорости [28]

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31.5	63	125	250	500	1000
Транспортная	132	123	114	108	107	107	107	-	-	-	-
Транспортно-технологическая		117	108	102	101	101	101	-	-	-	-
Технологическая	-	108	99	93	92	92	92	-	-	-	-
Локальная вибрация	-	-	-	115	109	109	109	109	109	109	109

Тяжесть и напряженность физического труда

Производственный травматизм тесно связан с физической работоспособностью человека, определяемой силой мышц и мышечной выносливостью. При анализе мышечной деятельности различают два вида работы: статическую и динамическую.

Динамическая работа связана с перемещением груза вверх и вниз и сопровождается сокращением отдельных мышц. При статической работе развивается напряжение мышц без изменения их длины. Однако при таком напряжении мышц приводит к быстрому утомлению и снижению мышечной выносливости.

Статическая работа при неправильной позе может вызвать искривление позвоночника. Динамическую и статическую нагрузку характеризует такой показатель физического труда, как тяжесть. По тяжести труда различают несколько классов, характеристики которых приведены в Р 2.2.2006-05 [31].

Так как в данном проекте предусматривается бурение скважин глубиной от 5 м до 15 м, то, согласно табл. 17 Р 2.2.2006-05 [31], по всем показателям тяжести трудового процесса класс условий труда оптимальный.

За исключением показателя б (наклоны корпуса (вынужденные более 30°), количество за смену) – более 51, но менее 100 раз за смену – допустимый класс. По рабочей позе – класс вредный первой степени (нахождение в позе стоя до 80 % времени смены). По массе поднимаемого и перемещаемого груза вручную постоянно в течение рабочей смены – вредный класс от первой до второй степени (до 20 кг и более 20 кг соответственно).

Для облегчения тяжелого физического труда используют различные машины, обеспеченные системой органов управления.

Лабораторные и камеральный этапы

Отклонение показателей микроклимата в помещении

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях,

оказывающих существенное влияние на терморегуляцию человека и его работоспособность.

Необходимый микроклимат в помещении создают при помощи отопления, кондиционирования и вентиляции. Оптимальные и допустимые нормы микроклимата для работ разной категории тяжести указаны в СанПиН 2.2.4.548-96. Отопление помещений проектируется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91.

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия, соответствующие СанПиН 2.2.4.548-96. Параметры микроклимата приведены в табл. 21.

Мероприятия по поддержанию требуемого микроклимата в помещении включают в себя установку вентиляционного оборудования для поддержания нормального воздухообмена, проветривание помещения во время перерывов, регулярную влажную уборку помещения.

Таблица 21 – Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, t°С	Относительная влажность воздуха, φ%	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин t° _{опт}	Диапазон выше оптимальных величин t° _{опт}			Если t° < t° _{опт}	Если t° > t° _{опт}
Холодный	Іб	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2
Теплый	Іб	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75	0,1	0,3

Примечание: к категории Па относятся работы с интенсивностью энергозатрат 151-200 ккал/час, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения.

К категории Іб относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/час, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

При выполнении указанных требований условия труда по микроклиматическому фактору допустимые.

Повышенные уровни электромагнитных и ионизирующих излучений

Электромагнитное излучение при определённых уровнях может оказывать отрицательное воздействие на организм человека, а также неблагоприятно влиять на работу электрических приборов. Различные виды неионизирующих излучений электромагнитных полей оказывают разное физиологическое воздействие. На практике различают воздействие магнитного поля (постоянного и квазипостоянного, импульсного), ВЧ- и СВЧ- излучений, лазерного излучения, электрического и магнитного поля промышленной частоты от высоковольтного оборудования и др. Ионизирующее излучение вызывает в организме цепочку обратимых и необратимых изменений. В результате чего нарушаются процессы, замедляется и прекращается рост тканей, возникают новые химические соединения, не свойственные организму. Это приводит к нарушению деятельности отдельных функций и систем организма.

Персональные ЭВМ являются источниками широкополосных электромагнитных излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, ближнего инфракрасного, радиочастотного диапазона, сверх- и инфранизкочастотного, электростатических полей. Электромагнитные излучения, воздействуя на организм человека в дозах, превышающих допустимые, могут явиться причиной многих серьезных заболеваний. Оборудование не должно создавать на рабочих местах персонала электромагнитных полей, превышающих предельно допустимые уровни (ПДУ), указанных в СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 [32].

Уровни допустимого облучения определены в ГОСТ 12.1.006-84 [33]. Нормативными параметрами в диапазоне частот 60 кГц – 300 мГц являются напряженности E и H электромагнитного поля. В диапазоне низких частот интенсивность излучения не должна превышать 10 В/м по электрической составляющей, а по стандартам МРП II не должна превышать 2,5 В/м и 0,5 А/м по магнитной составляющей напряженности поля.

Допустимые параметры неионизирующих электромагнитных полей (ЭМП) и излучений при работе ПЭВМ должны быть согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [34], следующие: напряженность ЭМП на расстоянии 50 см вокруг машины по электрической составляющей не более 25 В/м в диапазоне 131 частот 5 Гц – 2 кГц, не более 2,5 В/м в диапазоне частот 2 - 400 кГц; электростатический потенциал экрана видеомонитора 500 В. При больших значениях этих излучений следует применять приэкранные фильтры. Фильтрами полной защиты пользователей являются фильтры Ergostat, UNUS и UMAXMP – 196, а также отечественные фильтры «Русский щит» и DehenderErgan.

При работе с компьютером необходимо учитывать, что мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса монитора (на электроннолучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч). Для мониторов, отвечающих требованиям ТСО-99, ТСО-2000, ТСО-03, эти нормативы выполняются.

Установлено, что максимальная напряженность электрической составляющей электромагнитного поля достигается на кожухе дисплея. В целях снижения напряженности электростатического поля удалить пыль с экрана и поверхности монитора сухой хлопчатобумажной тканью.

Организация безопасной работы на ПЭВМ и ВДТ регламентирована СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [34].

К организации и оборудованию ПЭВМ предъявляют следующие требования:

- рабочее место располагается так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева;
- окна в помещении должны быть оборудованы жалюзи или занавесками;
- расстояние между рабочими столами и видеомониторами должно быть не менее 2-х м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов не менее 1,2 м.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещенность – важнейший параметр на рабочем месте работника, обеспечивающий комфортные условия, повышенную эффективность и безопасность труда, снижает утомление, сохраняет высокую работоспособность. Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов. Установлено, что свет, помимо обеспечения зрительного восприятия, воздействует на нервную оптико-вегетативную систему, систему формирования иммунной защиты, рост и развитие организма и влияет на многие основные процессы жизнедеятельности, регулируя обмен веществ и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Согласно СП 52.13330.2011 [35] различают естественное, искусственное и совмещенное освещение. Освещение рабочих мест внутри помещения характеризуется освещенностью и яркостью. Естественное и искусственное освещение помещений вычислительных центров должно соответствовать СП 52.13330.2011 [35]. При этом естественное освещение должно осуществляться через окна и обеспечивать КЕО (табл. 22).

Таблица 22 – Нормы освещенности рабочих помещений

Наименование помещений	Характеристика зрительной зоны	Размер объекта различения, мм	Нормы КЕО, %	Искусственная освещенность, лк	Тип светильника
Лаборатория и камеральные помещения	Средней точности	0,5-1	4 – верхнее или комбинированное; 1,5 - боковое	300	Люминисцентные газоразрядные лампы (ЛД), для бокового освещения настольные лампы накаливания

Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящиеся элементы не попадали в поле зрения

работающих на освещаемом рабочем месте и на других рабочих местах. Местное освещение рабочих мест, как правило, должно быть оборудовано регуляторами освещения.

Освещение не должно давать блики, яркость светящихся поверхностей не должна быть более 200 нт/ М².

Предпочтение должно отдаваться лампам дневного света ЛБ 40-2 и ДРЛ 60-2.

Для поддержания нормируемых значений освещенности необходимо своевременно проводить чистку стекол и светильников, замену перегоревших ламп.

5.1.2 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

Полевой этап

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования

При работе в полевых условиях используются движущиеся механизмы, а также оборудование, которое имеет острые кромки. Скважины будут буриться колонковым способом установкой УГБ 1 ВС. Все это может привести к несчастным случаям, поэтому очень важным считается проведение различных мероприятий и соблюдение техники безопасности. Для этого каждого поступающего на работу человека, обязательно нужно проинструктировать по технике безопасности при работе с тем или иным оборудованием; обеспечить медико-санитарное обслуживание. Основным документом, регламентирующим работу с производственным оборудованием, является ГОСТ 12.2.003-91 [36]. До начала бурения следует тщательно проверить исправность всех механизмов буровой установки и другого вспомогательного оборудования. Обнаруженные неисправности должны быть устранены до начала работ. При передвижении буровой установки работники буровой бригады могут находиться только в кабине водителя, причем в количестве, не превышающем указанного в

техническом паспорте транспортного средства. Согласно ГОСТ 12.2.003-91 [36] все опасные зоны оборудуются ограждениями. Согласно ГОСТ 12.4.026-2001 [37] вывешиваются инструкции, и плакаты по технике безопасности, предупредительные надписи и знаки, а также используются сигнальные цвета. Вращающиеся части, и механизмы оборудуются кожухами и ограждениями. Своевременно производится диагностика оборудования, техническое обслуживание и ремонт. Средство индивидуальной защиты: каска, которая выдается каждому члену бригады согласно ГОСТ 12.4.011-89 [38].

Основными способами и средствами электробезопасности являются: изоляция токоведущих частей и контроль, установка ограждающих устройств, использование знаков безопасности, применение малых напряжений, защитное заземление, зануление, защитное отключение.

Защитное заземление или зануление должно обеспечивать защиту людей от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции.

Защитное заземление и зануление электроустановок следует выполнять при номинальном напряжении 380 В и выше переменного тока и 440 В и выше постоянного тока – во всех случаях.

С целью предупреждения работающих об опасности поражения электрическим током широко используются плакаты и знаки безопасности. В зависимости от назначения плакаты и знаки безопасности делятся на предупреждающие, запрещающие, предписывающие и указательные.

Лабораторный и камеральный этапы

Электрический ток

Источником электрического тока в помещении может выступать неисправность изоляции токоведущих частей оборудования, неисправность электропроводки, неисправные электроприборы, отсутствие заземления. Все токоведущие части электроприборов должны быть изолированы или закрыты кожухом.

Основная причина смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током – нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ 12.1.019-2009 [39].

Реакция человека на электрический ток возникает лишь при прохождении его через тело. Для предотвращения электротравматизма особое значение имеет соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

При гигиеническом нормировании ГОСТ 12.1.038–82 [40] устанавливаются предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок промышленного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц.

Таблица 23 – Предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок

Род тока	$U, В$	$I, мА$
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

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

В зависимости от условий, повышающих или понижающих опасность поражения электрическим током, все помещения делят на: помещения с повышенной опасностью, особо опасные и помещения без повышенной опасности.

Помещения лаборатории и камеральной обработки материалов относятся к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током, согласно ПУЭ, так как они характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность, а именно:

- влажность воздуха не превышает 75 %;
- отсутствие токопроводящей пыли, в связи с отсутствием таковых материалов;
- отсутствие токопроводящих полов;
- относительно невысокая температура воздуха.

В помещении лаборатории и камеральной обработки материалов влажность воздуха составляет в среднем 40-50 %, токопроводящей пыли нет, полы деревянные и температура воздуха составляет 20-24 °С.

Общие требования по электробезопасности отражены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 [39] и ГОСТ 12.1.038-82 [40].

При работе на ПЭВМ все узлы одного компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должно питаться от одной фазы электросети. Для отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный щит с автоматами защиты и общими рубильниками. Все соединения ЭВМ и внешнего оборудования должны проводиться при отключенном электропитании.

К основным мероприятиям, направленным на ликвидацию причин травматизма относятся:

- систематический контроль состояния изоляции электропроводов и кабелей;
- разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации средств вычислительной техники, и контроль за их соблюдением;
- соблюдение правил противопожарной безопасности;

- своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово-профилактических испытаний и предупредительных ремонтов.

5.2 Вредные воздействия на окружающую среду и мероприятия по их снижению

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

При проведении инженерно-геологических и топогеодезических работ необходимо выполнение следующих правил и мероприятий по охране природы:

- не допускается распугивание животных, рыб и других представителей животного мира;
- обязательна ликвидация возможных вредных последствий от воздействия на природу;
- необходимо вести борьбу с браконьерами и проводить профилактическую работу с личным составом;
- оставшиеся после рубки пеньки не должны быть выше 10 см;
- не допускается разведение костров, за исключением специально оборудованных для этого мест;
- не допускается загрязнение водоёмов и участка проведения работ;
- для предотвращения пожаров необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности.

Все горные выработки после окончания работ должны быть ликвидированы: скважины - тампонажем глиной или цементно-песчаным раствором с целью исключения загрязнения природной среды и активизации геологических и инженерно-геологических процессов.

После завершения бурения необходимо проводить рекультивацию земли, занятой под буровую установку, в которую входит снятие плодородного слоя почвы и перемещение его в сторону, засыпка всех отстойников и ям, ликвидация загрязнений почвы горюче-смазочными и другими вредными материалами, нанесение ранее снятого слоя почвы.

Кроме того, при изысканиях необходимо выявлять наличие загрязняющих веществ в геологической среде, опасных для здоровья населения, и осуществлять разработку предложений по утилизации и нейтрализации этих веществ, проводить обследование состояния верхнего слоя грунтов и приводить рекомендации по замене грунтов на отдельных участках территории.

Даже несущественный ущерб, нанесенный окружающей среде, может привести к значительным трудно предсказуемым последствиям в будущем [41].

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

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

ЧС могут быть классифицированы по значительному числу признаков:

- по происхождению (антропогенные, природные);
- по продолжительности (кратковременные затяжные);
- по характеру (преднамеренные, непреднамеренные);
- по масштабу распространения.

ЧС природного характера возникают при естественных природных явлениях, происходящих в окружающей среде, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. К природным чрезвычайным ситуациям относятся:

- геофизические опасные явления - землетрясения и т.д.;
- геологические опасные явления - оползни, сели, обвалы, лавины, пыльные бури и т.д.;
- метеорологические опасные явления - бури, ураганы, смерчи, ливни, снежные заносы, заморозки, суховей, засуха и т.д.;
- гидрологические опасные явления - наводнения, паводки, половодья, подтопление и т.д.;
- гидрогеологические опасные явления - опасно высокие уровни грунтовых вод и т.д.;
- природные пожары - лесные, торфяные, пожары степных и хлебных массивов.

Техногенные ЧС связаны с производственной деятельностью человека и классифицируются по типам аварий, которые являются источниками основных видов чрезвычайных ситуаций техногенного характера, и частично характеризуют также сферу и особенности проявления этих опасных событий ГОСТ Р 22.0.07-95 [42]:

- транспортные аварии - аварии на автомобильном, железнодорожном, авиационном, морском, и других видах транспорта;
- пожары и взрывы - в зданиях, на коммуникациях и технологическом оборудовании промышленных объектов, в зданиях, сооружениях жилого, социально-бытового и культурного назначения;
- аварии с выбросом химически опасных веществ при их производстве, переработке, транспортировке;
- внезапное обрушение зданий - обрушение производственных и жилых зданий и сооружений, транспортных коммуникаций; аварии на

электроэнергетических системах - аварии на электростанциях, электрических системах и транспортных электроконтактных сетях.

На устойчивость работы объекта в условиях ЧС оказывают влияние следующие факторы:

- район расположения объекта;
- внутренняя планировка и застройка территории объекта; подготовленность персонала к работе в ЧС;
- надежность системы управления производством;
- характеристика технологического процесса (используемые вещества, методы обработки и проч.) и ряд других.

Необходимо уделять значительное внимание защите рабочих и служащих. Для этого на объектах строятся убежища и укрытия, создается и поддерживается в постоянной готовности система оповещения о возникновении ЧС. Персонал, обслуживающий объект, должен знать о режиме его работы в случае возникновения ЧС, а также быть обученным выполнению конкретных работ по ликвидации очагов поражения.

Возможные чрезвычайные ситуации в районе проектируемого строительства могут быть как техногенного (пожары и взрывы на близлежащих территориях) характера, так и природного.

Наиболее вероятной ЧС при проведении инженерно-геологических изысканий являются пожары.

Причинами возникновения пожаров в полевых условиях являются:

- неосторожное обращение с огнем;
- неисправность и неправильная эксплуатация электрооборудования, неисправность и перегрев отопительных печей, разряды статического и атмосферного электричества, чаще всего происходящее при отсутствии заземлений и молниеотводов;
- неисправность производственного оборудования и нарушения технологического процесса.

Территория производства работ должна содержаться в чистоте и систематически очищаться от отходов производства.

При проведении лабораторных и камеральных работ необходимо соблюдать технику противопожарной безопасности, регламентируемую на предприятии. Запрещается загромождать предметами и оборудованием проходы, коридоры, выходы и лестницы. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в направлении выхода из зданий. Основными системами противопожарной безопасности являются системы предотвращения пожара, и противопожарная защита.

Согласно НПБ 105-03 [43] камеральные помещения и лаборатории относятся к категории помещений по пожарной и взрывной опасности В4, так как присутствуют твердые горючие материалы (деревянная мебель).

Все работники проходят специальную противопожарную подготовку. Ответственные за пожарную безопасность обязаны не допускать к работе лиц, не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности. Обучать персонал правилам пожарной безопасности и разъяснять порядок действий в случае загорания или пожара, контролировать соблюдение рабочими противопожарного режима, обеспечивать исправное содержание и постоянную готовность к действию средств огнетушения, применять меры по ликвидации возникающих пожаров.

Для быстрой ликвидации возможного пожара при производстве работ располагается стенд с противопожарным оборудованием, который находится в производственном помещении, содержание которого должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004-91 (табл. 24) [44].

Таблица 24 – Противопожарное оборудование на предприятии

Оборудование	Количество, шт.
Огнетушитель марки ОУ-5	1
Ведро пожарное	1
Багор	1
Топор	1
Лом	1
Ящик с песком, 0,2 м ³	1

Пожарный щит необходим для неотложных мер по тушению возможного возгорания до приезда пожарной бригады (звонить 01 или с сотового 010). Инструменты должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать в случае необходимости возможность либо полной ликвидации огня, либо локализации возгорания.

За нарушение правил, рабочие несут ответственность, относящуюся к выполняемой ими работе или специальных инструкций в порядке, установленном правилами внутреннего трудового распорядка.

К природным чрезвычайным ситуациям можно отнести повышение уровня грунтовых вод, так как они имеют преимущественно неглубокое залегание от поверхности земли на всем участке проектирования, и питание осуществляется за счет атмосферных осадков. В период года с преобладанием осадков над испарением, возможно возникновение чрезвычайной ситуации связанной с повышением уровня грунтовых вод.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Запроектированные проектом работы должны выполняться в соответствии с правилами и инструкциями, постановлениями и план – графиком мероприятий отряда.

В геологоразведочные организации прием рабочих лиц моложе 18 лет запрещается.

До начала полевых работ весь персонал партии должен быть ознакомлен с условиями производства полевых работ и правилами техники безопасности. Вводный инструктаж должен производиться заместителем главного инженера по технике безопасности на базе отряда. Знание правил техники безопасности личным составом отряда должно проверяться специальной комиссией. С личным составом проводится инструктаж по пожарной безопасности.

Перед началом полевых работ в отряде посредством приказа назначается ответственный за состояние техники безопасности, пожарной безопасности и использования транспортных средств.

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

37 статья Конституции РФ: обеспечивает свободу труда, и дает право на труд, в тех условиях, которые отвечают специальным требованиям гигиены и безопасности. Пятый пункт выше указанной статьи гласит: «каждый имеет право на отдых». В конечном итоге, своим первоисточником, охраны труда имеет Конституцию РФ. Федеральный орган исполнительной власти, осуществляет специализированные функции, по надзору и контролю в сфере труда, этот орган называется: «Федеральная служба по труду и занятости Министерства здравоохранения и социального развития Правительства РФ».

Данная служба руководствуется в своей деятельности федеральными законами, Конституцией РФ, указами Президента РФ и актами Правительства РФ, нормативными и правовыми актами Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации, международными договорами РФ и Трудовым кодексом РФ. Главные задачи трудового законодательства: создание необходимых правовых условий для достижения согласования интересов сторон трудовых отношений, интересов государства, а также правовое регулирование трудовых отношений и иных непосредственно связанных с ними отношений.

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

Заключение

В дипломном проекте были рассмотрены инженерно-геологические условия района и составлен проект изысканий для строительства 2-х этажного административного здания. Данные работы должны быть выполнены с целью получения инженерно-геологической информации, которая будет необходимой и достаточной для решения задач проектирования.

В процессе проектирования был сделан обзор, анализ и оценка ранее проведенных работ, на основе которых дана детальная характеристика природных условий изучаемой территории.

Дана детальная характеристика инженерно-геологических условий участка работ, построены графики изменчивости свойств по глубине, рассчитаны коэффициенты вариации. Для каждого инженерно-геологических элемента представлены нормативные и расчетные характеристики их физико-механических свойств.

Была определена сфера взаимодействия сооружений с геологической средой в соответствии с нормативной документацией и методической литературой. Запроектированы виды и объемы работ. Рассчитаны интервалы опробования и глубина горных выработок. Приведена методика проектируемых работ.

Работы на исследуемом участке планируется выполнить в течение 62 рабочих дней. Сметная стоимость инженерно-геологических работ под строительство одно этажного административного здания с учетом НДС равна 1268582,7 рублей.

Список использованной литературы

1. Рождественская Л.А., Крепша М.В., Покровский Д.С. Инженерно-геологические условия территории г.Томска и их изменения в связи с хозяйственным освоением – Томск: 1981. – 286с.
2. Скогорев А.И., Чудинов В.А. и др. АООТ «Томскнефтьгеология» филиал Томская геологоразведочная экспедиция масштаба 1:25000 г. Томска – Томск:1997. – 135с.
3. Технический отчет о инженерно-геологических изысканиях для строительства водоочистных сооружений д.Кижирово – Томск. Фонды Томгипротранс:2014. – 44с.
4. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация.
5. Евсеева Н.С. География Томской области. Природные условия и ресурсы. – Томск, ТГУ, 2001. – 223 с.
6. ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
7. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений.
8. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85.
9. СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства».
10. СП 115.13330-2016 Геофизика опасных природных воздействий. Актуализированная редакция СНиП 22-01-95.
11. СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*.
12. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96.
13. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты.
14. ГОСТ 12248-2010 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости».

15. ГОСТ 20276-2012 «Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости».
16. ГОСТ 23278-2014 «Грунты. Методы полевых испытаний проницаемости».
17. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
18. ГОСТ 20069-81 Грунты. Метод полевого испытания статическим зондированием.
19. ГОСТ 19912-2012 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием.
20. РСН 75-90 Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Каротажные методы.
21. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
22. ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
23. ГОСТ 9.602-2016 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии
24. ГОСТ 28622-2012 Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости
25. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
26. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
27. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация
28. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
29. ГОСТ 12.1.045-84 Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

30. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
31. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
32. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов
33. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля (с Изменением N 1)
34. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
35. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05095*
36. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
37. ГОСТ Р 12.4.026-2001 ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний (с Изменением N 1).
38. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
39. ГОСТ 12.1.019-2009. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
40. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. Правила устройства электроустановок.
41. ГОСТ 17.1.5.02-80 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов.
42. ГОСТ Р 22.0.07-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров

43. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности
44. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования