

**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

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА**

Тема работы
<b>Инженерно-геологические условия и проект инженерно-геологических изысканий под строительство торгового центра в микрорайоне «Зеленая долина» (г. Томск)</b> УДК 624.131.3:725.21(1-21)(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Шнитко Т.А.		04.06.18

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Леонова А.В.			04.06.18

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В.	К. э. н.		24.05.18

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	К. х. н.		30.06.18

По разделу «Бурение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шестеров В.П.			28.05.18

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бракоренко Н.Н.	К. г.-м. н.		05.06.18

*Планируемые результаты освоения ООП  
21.05.02 «Прикладная геология»*

Код	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
<b>Общие по специальности подготовки (универсальные)</b>		
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-3g)
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 прикладной геологии.	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 демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению</i> и непрерывному профессиональному совершенствованию.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 4, 7, 9, ОПК-5), СУОСТПУ (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)
<b>Профили (профессиональные компетенции)</b>		
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	<p><i>Создавать, выбирать и применять</i> 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>Требования ФГОС ВО (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 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</p>
P12	<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"> <li>• <i>Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых,</i></li> <li>• <i>Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания,</i></li> <li>• <i>Геология нефти и газа</i></li> </ul>	<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</p> <p>требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной 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  
 Специальность 21.05.02 Прикладная геология  
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

*Н.Н. Бракоренко* 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	Шнитко Т.А.

Тема работы:

<b>Инженерно-геологические условия и проект инженерно-геологических изысканий под строительство торгового центра в микрорайоне «Зеленая долина» (г. Томск)</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	11.12.2014г. №9863/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2018г.
--	--------------

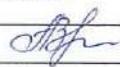
**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Фондовые материалы
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	В общей части дать описать физико-географические, геологические, гидрогеологические условия. В специальной части привести характеристику условий залегания и состав пород, выделить инженерно-геологические элементы, определить нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств грунтов. В проектной части привести обоснование видов и объемов работ, методику их проведения, разработать мероприятия по производственной и экологической безопасности. В производственной части рассчитать сметную стоимость проекта и технико-экономические показатели.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Лист 1. Геологическая карта района. Лист 2. Карта инженерно-геологических условий и инженерно-геологический разрез. Лист 3. Расчетная схема. Лист 4. Коррозионная активность грунтов. Лист 5. Геолого-технический наряд.

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы***(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Пожарницкая О.В.
Социальная ответственность	Вторушина А. Н.
Бурение	Шестеров В.П.

**Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику****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	Шнитко Т.А.		26.03.18

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

Студенту:

Группа	ФИО
213Б	Шнитко Татьяне Анатольевне

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	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>	Рассчитать сметную стоимость проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания под строительство ТЦ в микрорайоне Зеленая долина (г. Томск)
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- СНН-93 вып.1, вып.5, вып.7, вып.9 - Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства (ЦБС-2006) - Единые нормы времени и расценки на изыскательские работы в двух частях (ЕНВиР-И)
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	ИК-45,12  НДС-18%

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	Свод видов и объемов работ на инженерно-геологические изыскания
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	Составление плана проведения полевых, камеральных и лабораторных работ.
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	Расчет сметной стоимости проектируемых инженерно-геологических изысканий

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В.	К. х. н.		26.03.18

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Шнитко Т.А.		26.03.18

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«Социальная ответственность»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
213Б	Шнитко Татьяне Анатольевне

<b>Школа</b>	<b>ИППР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Отделение геологии</b>
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»**

1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Инженерно-геологические изыскания проводятся в микрорайоне «Зеленая долина» (г. Томск). Рельеф участка равнинный. При проектировании сооружения могут иметь место вредные и опасные факторы. Возможны негативные воздействия на природу. Также возможно возникновение ЧС природного и техногенного характера.
---	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Производственная безопасность	1.1. Анализ выявленных вредных факторов при выполнении инженерно-геологических работ. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.
2. Экологическая безопасность	Анализ воздействия объекта на атмосферу. Анализ воздействия объекта на гидросферу. Анализ воздействия объекта на литосферу. Разработка решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения. Наиболее типичная ЧС - пожары. Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС. Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	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).

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Вторушина А.Н.	к. х. н.		26.03.18

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
213Б	Шнитко Т.А.		26.03.18

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа включает 128 страниц, 31 рисунок, 29 таблиц, 58 источников, 5 листов графических приложений.

Ключевые слова: состав, сфера взаимодействия, свойства, инженерно-геологический элемент, расчетная схема основания, проект инженерно-геологических изысканий, гидрогеологические условия, объем работ, сметная стоимость работ.

Объектом исследования являются инженерно-геологические условия участка, расположенного в микрорайоне «Зеленая долина» по адресу ул. Сиреневая, 12 (г. Томск).

Цель работы – оценить инженерно-геологические условия района работ, состав, состояние и свойства грунтов, геологические процессы и явления. Обосновать оптимальные виды работ, их объёмы и методики изысканий для получения достоверной инженерно-геологической информации об условиях строительства.

В процессе исследования проводились анализ и обобщение литературных сведений, данных материалов ранее выполненных работ. В результате работы намечены виды и объёмы изысканий, приведены их обоснования. Также составлена смета на выполнение работ.

Дипломный проект выполнен при помощи текстового редактора Microsoft Word 2010, для создания графических приложений использовала программа AutoCAD 2007, таблицы построены с помощью Microsoft Excel 2010.

## Содержание

Введение.....	13
1 Общая часть. Природные условия строительства работ.....	14
1.1 Административно-экономический очерк .....	14
1.2 Физико-географическая и климатическая характеристика .....	15
1.2.1 Рельеф.....	15
1.2.2 Климат .....	17
1.2.3 Гидрография .....	18
1.2.4 Гидрогеологические условия.....	20
1.3 Изученность инженерно-геологических условий.....	21
1.4 Геологическое строение .....	25
1.4.1 Стратиграфия.....	25
1.4.2 Тектоника .....	30
1.4.3 Неотектоника .....	32
1.4.4 Геоморфология .....	39
1.5 Гидрогеологические условия .....	41
1.6 Геологические процессы и явления .....	42
1.7 Инженерно-геологическая характеристика территории.....	43
2 Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ.....	45
2.1 Рельеф участка.....	45
2.2 Состав и условия залегания грунтов, закономерности их изменчивости .	45
2.3 Физико-механические свойства грунтов .....	46
2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов и закономерности их пространственной изменчивости ...	46
2.3.2 Выделение инженерно-геологических элементов.....	47
2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов.....	58
2.4 Гидрогеологические условия .....	59
2.5 Геологические процессы и явления .....	59

2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий .....	59
2.7 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации сооружений.....	60
3 Проектная часть. Проект инженерно-геологических изысканий на участке строительства.....	61
3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружения с геологической средой .....	61
3.2 Обоснование видов и объёмов проектируемых работ .....	63
3.2.1 Сбор и обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет, рекогносцировочные работы .....	64
3.2.2 Топогеодезические работы.....	66
3.2.3 Буровые работы.....	66
3.2.4 Инженерно-геологическое опробование .....	66
3.2.5 Лабораторные исследования грунта .....	70
3.2.6 Камеральная обработка .....	70
3.3 Методика проектируемых работ .....	71
3.3.1 Сбор и анализ материалов изысканий и материалов прошлых лет .....	71
3.3.2 Инженерно-геологическая рекогносцировка .....	72
3.3.3 Топографо-геодезические работы .....	73
3.3.4 Буровые работы.....	74
3.3.4.1 Полевые опытные работы (статическое зондирование) .....	76
3.3.4.2 Выбор буровой установки.....	77
3.3.5 Инженерно-геологическое опробование .....	79
3.3.6 Лабораторные исследования грунтов .....	80
3.3.7 Определение коррозионной активности грунтов .....	83
3.3.8 Камеральные работы.....	90
4 Социальная ответственность при выполнении инженерно- геологических работ .....	91
4.1 Производственная безопасность.....	91
4.1.1 Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению .....	92

4.1.2 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению .....	101
4.2 Экологическая безопасность (охрана окружающей среды) .....	105
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	106
4.4 Правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности .....	111
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	114
5.1 Техническое задание.....	114
5.2 Виды и объемы проектируемых работ.....	114
5.3 Расчет затрат времени и труда по видам работ.....	115
5.4 Расчет производительности труда, количества бригад, продолжительности выполнения отдельных работ.....	118
5.5 Расчет сметной стоимости .....	120
Заключение .....	123
Список использованных источников .....	124

## Введение

Данная работа представляет собой проект инженерно-геологических исследований территории для строительства торгового центра, который будет располагаться в микрорайоне «Зеленая долина» (г. Томск) (рис. 1.1).

Целью работы является разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство торгового центра на стадии рабочей документации.

Основная задача работы – найти оптимальные приемы и методы исследований, которые дадут возможность получить достоверные данные необходимые для проектирования объекта, а также получить информацию о свойствах геологической среды.

Материалы для написания дипломного проекта предоставлены ООО «ТКГЭ». Работа выполнена на основе учебных, нормативных, а также фондовых материалов.

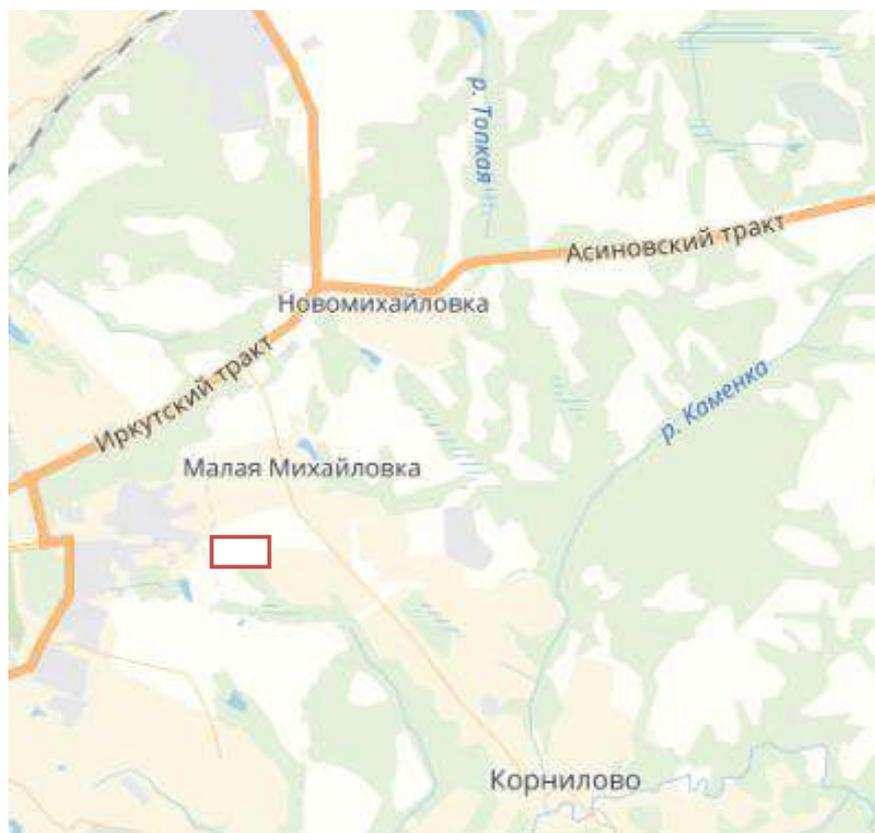


Рисунок 1.1 – Обзорная схема микрорайона Зеленая долина.

 – изучаемый участок.

# 1 Общая часть. Природные условия строительства работ

## 1.1 Административно-экономический очерк

Участок исследований находится в пределах территории г. Томска.

Город Томск административный областной центр Томской области, входящий в состав федерального Сибирского округа. Граничит область с ХМАО, Красноярским краем, Тюменской, Кемеровской, Новосибирской, Омской областью. Протяженность более 1,5 тысячи километров. Большую часть территории занимают болота и тайга. Васюганское болото является самым большим в мире. Карта Томской области представлена на рис.1.2.

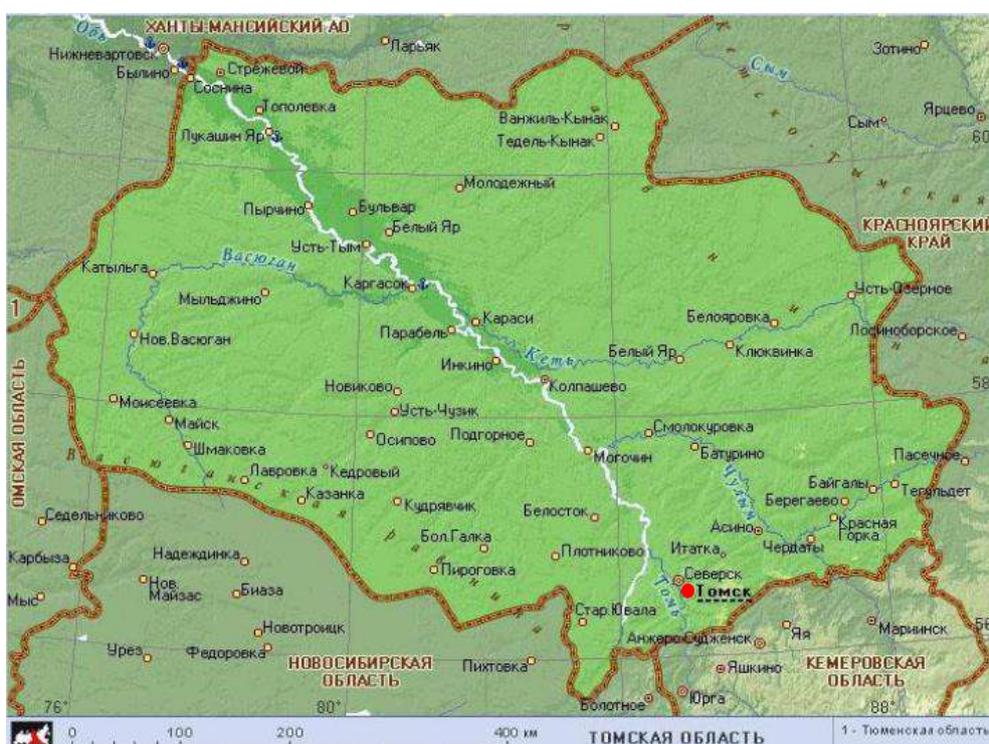


Рисунок 1.2 – Физическая карта Томской области

● - район работ

Территориально-административное деление происходит на сельские и городские поселения, городские округа, муниципальные районы и многие другие населенные пункты. Экономика представлена сельским хозяйством, многими видами промышленности, цветной металлургией. Региональные трассы тянутся по территории Томской области во все стороны. Имеются аэропорты, железнодорожные станции [1].

Город Томск – крупный административный, культурный и промышленный центр Томской области. Он расположен на правом берегу реки Томи в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности.

Внешние связи г. Томска осуществляются железнодорожным, автомобильным, речным и воздушным транспортом. Город Томск является крупным железнодорожным узлом. Линией Тайга - Белый Яр город связан с Транссибирской и другими железнодорожными магистралями страны. Также хорошо развит внешний автомобильный транспорт. В направлении от Томска через села Семилужки, Халдеево и Подломск проходит автомагистраль республиканского значения Томск – Мариинск. Речной порт по своему значению занимает второе место среди портов Обского пароходства. Воздушные связи г. Томска обслуживает аэропорт [1].

## **1.2 Физико-географическая и климатическая характеристика**

### **1.2.1 Рельеф**

Томская область расположена в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины. Областной и административный центр – г. Томск расположен на правом берегу р. Томи в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности, на границе её с Томь-Колыванской складчатой зоной, и является частью Томь-Яйского междуречья.

Долина р. Томи образует ряд террасовых уступов, поверхности которых относительно ровные с небольшим уклоном к реке. Склоны их различны по высоте и крутизне. Наличие в пределах города склонов крутизной  $65^{\circ}$ - $70^{\circ}$  способствует развитию интенсивной эрозионной деятельности, оврагообразования и оползневых процессов.

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. Западный склон водораздела Томь-Яя – это наиболее возвышенная часть территории города.

Рельеф водораздела расчленён сетью логов с микропонижениями, западинами и заболоченностью.

По физико-географическому районированию (Коженкова, Тюменцев 1962; Булатов 1966) территория Томь-Яйского водораздела располагается в пределах Кеть-Чулымской южно-таежной провинции таежной зоны, которая характеризуется водораздельным холмисто-западинным типом местности. У речных долин рельеф приобретает холмисто-увалистый характер с густым и глубоким эрозийным расчленением. Много глубоких интенсивно развивающихся оврагов с крытыми, часто обрывистыми склонами. Центральные части водораздела характеризуются чередованием плоских участков с отдельными холмами 6-8 м, суффозионными западинами глубиной до 6 м. К северо-западу рельеф междуречья постепенно выравнивается. Долины рек почти всегда имеют асимметричный профиль: правые борта чаще крутые, левые – пологие. Наличие террас рр. Томи, Ушайки, Басандайки, Киргизки, на которых преимущественно расположен г. Томск, делает поверхность его территории весьма неоднородной. Это или ровные с небольшим уклоном в сторону р. Томи поверхности, или разной крутизны склоны от 5-10° до 55-60° [1].

Геологическое строение района обусловлено расположением его на стыке тектонических структур Западно-Сибирской плиты и Томь-Колыванской геосинклинальной зоны [2].

Рельеф местности достаточно сложный за счет его расчлененности небольшими логами временных водотоков и речными долинами. Поверхность поросла смешанным лесом средней густоты и крупности, кустарником, частично разнотравьем. В целом поверхность относительно

сухая. В пределах рассматриваемого района располагаются таежная зона с характерными для них почвами и растительностью.

Почвообразующие породы в пределах района имеют различный генезис – аллювиальный, озерно-аллювиальный.

Лесная растительность в регионе представлена сосной, елью, кедром, пихтой, лиственницей, осинкой, березой.

### 1.2.2 Климат

Климат г. Томска характеризуется как резко-континентальный с четко выраженными четырьмя сезонами (зима, весна, лето, осень), что определяется его положением в пределах юго-восточной части Западной Сибири.

В течение года наблюдаются значительные колебания температуры воздуха. Наиболее тёплым месяцем является июль, среднемесячная температура воздуха плюс 18,7 °С, наиболее холодный месяц – январь. среднемесячная температура этого месяца составляет минус 17,9 °С.

Зима в г. Томске суровая и продолжительная, абсолютная минимальная температура воздуха минус 55 °С (январь 1931 г.). Абсолютно максимальная температура воздуха плюс 37,7 °С (июль 2004 г.). Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца 11,3 °С, наиболее холодного 8,2 °С.

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	9,4	15,7	18,7	15,6	7,7	-0,2	-10,4	-15,2	0,5

Большее количество осадков выпадает в теплое время года. Минимальное количество осадков приходится на вторую половину зимы, начало весны. Число дней с осадками по данным метеостанции Томск равно 172, из них: с твердыми осадками – 94 дня, с дождями – 68 дней, со

смешанными осадками – 10 дней. Для осадков характерно, что они выпадают неравномерно, а периодами, причем, длительные засушливые периоды сменяются днями, которым свойственны обильные дожди [30].

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.

Число дней со снежным покровом в среднем составляет 187. Раннее появление снега отмечается в сентябре, позднее в ноябре. Самая ранняя дата схода снежного покрова – 12 апреля, поздняя – 26 мая. Высота снежного покрова в лесу 70 см, в поле уменьшается до 30-50 см.

Число дней с метелями в году 45, из них наибольшее число приходится на декабрь – 11.

### **1.2.3 Гидрография**

На территории Томской области и г. Томска развита густая речная сеть, много озер, болот. Общая площадь открытых водоемов (рек и озер) области составляет 7803 км<sup>2</sup>, т.е. 2,5 % от всей ее территории. Кроме того, огромное количество воды сосредоточено в болотах и в подземных водах.

Главной водной артерией г. Томска является р. Томь с её притоками – рр. Басандайкой, Ушайкой, М. Киргизкой, Керепеть. Свое начало река берет на юго-западном склоне Кузнецкого Алатау. Направление течения – северо-западное. Ширина русла р. Томь в межень 500-600 м, уклон 0,00024. Ширина долины на уровне поймы реки достигает 1,5 км в ширину и имеет хорошо выраженную асимметричную форму поперечного профиля [1].

Вода реки принадлежит к гидрокарбонатному классу и имеет довольно низкую минерализацию не превышающую в мае 100 мг/л.

Среднегодовой расход р. Томи 1092 м<sup>3</sup>/с, минимальный – 643 м<sup>3</sup>/с, максимальный – 1520 м<sup>3</sup>/с. Высший уровень отмечается весной.

Река Томь – правый приток р. Оби относится к категории больших рек. Длина реки 840 км. Ширина до 400 м. Глубина реки от 2-4 до 6-8 м и более.

Правый приток р. Томи, р. Ушайка, берет начало на Томь-Яйском водоразделе. Длина реки до 60 км. Она относится к категории малых рек. Река обладает ярко выраженным паводковым режимом, который проявляется синхронно с паводком р. Томи.

Реки извилисты, с малыми уклонами. Режим рек равнинного типа, с характерным весенне-летним половодьем, которое начинается в конце апреля и редкими паводками в летне-осенний период. Питание рек, в основном, осуществляется за счет дождевых и снеговых осадков (около 50% водосбора) и подземных вод. Появление первых ледяных образований наблюдается в октябре (средняя дата приходится на 19 октября). При раннем похолодании они могут наблюдаться в первой декаде октября, при позднем наступлении зимы – в первых числах ноября. Средняя дата наступления ледостава приходится на 1 ноября. Средняя продолжительность ледостава – 170 дней, а всех ледовых явлений – 190 дней. Средняя дата вскрытия приходится на 20 апреля. Средняя дата окончания ледовых явлений приходится на 23 апреля, наиболее ранняя – на 12 апреля, наиболее поздняя – на 3 мая.

Период реки свободной ото льда длится 167-204 дня.

В г. Томске расположены несколько озер. На правобережной части города: Белое озеро в районе ТГАСУ, озеро Керепеть и ранее составлявшие с ним одно целое озера Ереневское (Иреньевское), Зыряновское, Осаваш и Анжетан в районе шпалопропиточного завода, Университетское озеро между Московским трактом и 2-м корпусом ТГУ (загрязнено), Мавлюкеевское озеро в Заисточье (загрязнено), Кочетово озеро, озеро в Горсаду, Игуменское озеро на ул. Карташова, на территории станции юных натуралистов (детского эколого-биологического центра), озеро на территории Ботанического сада на ул. Мокрушина, пруд в поселке спичфабрики, пруд Солнечный в микрорайоне «Солнечный» на р. Хромовка, пруд к югу от Иркутского тракта на р. Ларинка, впадает в р. Ушайку.

Кроме ныне существующих, в прошлом в городе было еще несколько озер: Банное, Баранчуковское, Вильяновское, Исток и Сухое.

#### **1.2.4 Гидрогеологические условия**

Гидрогеологические условия г. Томска определяются особенностями геологического строения территории. В гидрогеологическом отношении в разрезе выделяется водоносный комплекс, приуроченный к дислоцированным и трещиноватым породам карбона, представленным глинистыми сланцами, алевролитами песчаниками басандайской свиты. Подземные воды приурочены к зоне региональной трещиноватости мощностью от 20 до 80 м, которая развита в верхней части разреза толщи и по зонам тектонического дробления. По условиям залегания воды относятся к трещинному типу, имеют хорошо выраженный напорный характер.

Водоносный горизонт эоплейстоценовых отложений кочковской свиты, приурочен к пылеватым и гравелистым пескам, и супесям. Его мощность в среднем составляет 8-12 м, увеличиваясь иногда до 20-25 м. Глубина залегания водоносного горизонта составляет в среднем 22-25 м. Коэффициент фильтрации для супесей колеблется от 0,2 до 0,6 м/сут, для пылеватых песков – от 0,6 до 1,2 м/сут, и для гравелистых песков – до 5-8 м/сут. Подземные воды разгружаются в пределах глубоких оврагов и по берегам рек Томи и Ушайки. Дебит источников изменяется от 0,3 до 0,5 л/сек. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциево-магниевые.

Подземные воды второй надпойменной террасы р. Ушайки мало распространены на городской территории. В пределах центральной части они занимают участки от Университетской рощи и Главпочтамта до золоотвала.

Подземные воды безнапорные. Питание их осуществляется за счет разгрузки водоносных горизонтов склона Томь-Яйского водораздела и атмосферных осадков.

Подземные воды первой надпойменной террасы р. Ушайки также пользуется распространением вдоль её русла от пл. Батенькова и далее вверх по течению по правому и левому берегу. Подземные воды приурочены к слою средних и гравелистых песков. Подземные воды по химическому составу гидрокарбонатные кальциево-магниевые. Они имеют тесную гидравлическую связь с уровнем воды в р. Ушайке и характеризуются паводковым режимом подъема уровней.

### **1.3 Изученность инженерно-геологических условий**

Специальные инженерно-геологические исследования на территории Томской области начались в 50-х годах. Это были детальные изыскания на площадках строительства различных зданий и сооружений преимущественно на территории г. Томска и прилегающих районов. Изыскания проводились только в пределах сферы взаимодействия проектируемых строительных объектов с геологической средой. Глубина изучения геологического разреза определялась типом и назначением сооружений и в среднем равнялась 10-15 м. Выполнялись и региональные работы, когда геологический разрез изучался до глубины 50-100 м. К ним относятся инженерно-геологические исследования для обоснования гидротехнического строительства, выполненные Институтом «Гидропроект». Было разбурено несколько створов в долинах рр. Оби и Томи. С 1960 г. Томская геологоразведочная экспедиция (ТГРЭ) начала выполнять комплексные геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические съемки. Первой была выполнена съемка масштаба 1:25 000 в границах листов номенклатурной разграфки Богашевского, Малиновского, Михайловского и других участков, прилегающих к Томску (ответственные исполнители – геологи А.П. Жмаев, М.В. Шадрина, М.В. Толкачев, М.М. Тельцова, Г.А. Ярмакова). В этих работах участвовали и сотрудники кафедры гидрогеологии и инженерной геологии ТПИ под руководством профессора Г.А. Сулакшиной. Основная цель выполненных съемок – оценка инженерно-геологических условий

разработки нерудных месторождений. Впервые изучались инженерно-геологические особенности покровных лессовых пород как основания для сооружений. При участии сотрудников кафедры в этот период проводится изучение и оценка инженерно-геологических условий г. Томска и прилегающих территорий.

В 1966-1968 гг. на значительной территории Томской области Московским государственным университетом выполнена инженерно-геологическая съемка масштаба 1:500 000. Исполнители работ: Е.М. Сергеев, Г.Л. Афонская, А.С. Герасимова, В.Н. Коломенская, В.Т. Трофимов. По результатам съемочных работ составлена карта инженерно-геологических условий и выполнено инженерно-геологическое районирование центральной части Западно-Сибирской равнины, куда включается характеристика и части Томской области.

С 1964-1965 гг. на территории Томской области Томская геологоразведочная экспедиция начинает выполнять государственное геологическое картирование масштаба 1:200 000 с элементами инженерно-геологического картирования с целью региональной оценки инженерно-геологических условий Томской области для общего планирования народного хозяйства.

В 70-х годах выполняются комплексные геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические съемки юго-восточной части Томской области по отдельным листам масштаба 1:200 000 и более крупного (1:100 000, 1:50 000) участков Киреевского (Сильвестров В.Н.), Томь-Яйского (Ваганов Г.Д.), Первомайского (Скогорева А.С.), Итатского (Ермашова Н.А.), Нелюбинского (Карлсон В.Л.). Инженерно-геологические исследования при этом имеют конкретное целевое назначение – обоснование планирования гражданского, трубопроводного и мелиоративного строительства.

Комплексные геологические, гидрогеологические, инженерно-геологические групповые съемки масштаба 1:200 000, одним из основных

целевых назначений которых является районирование для мелиоративного строительства, выполнены ТГРЭ (основные исполнители Кривенцов А.В., Кривенцова Т.Г.) для юго-восточной части Томской области – участков Обского (1979 г.), Парабель-Парбигского (1986 г.), Шегарского (1992 г.). Объемы работ, методы, глубинность съемки определены преимущественно с учетом накопленного опыта выполнения съемок в регионе. В результате увеличивается глубина изучения инженерно-геологических условий (до 50 м и более), набор и детальность изучения показателей физических, водных, механических свойств горных пород, дается прогноз изменения инженерно-геологических условий на основе изучения их изменения за период эксплуатации мелиоративных объектов и лабораторного моделирования.

Весь этот период продолжались, и продолжают в настоящее время, детальные исследования разными организациями на участках различной застройки: нефтегазопроводов, причалов, дорог, мостов, карьеров, мелиоративных сооружений и т. п. Для этих исследований присуща небольшая глубина изучения, иногда недостаточно достоверная стратиграфо-генетическая характеристика геологического разреза. Следует отметить, что с 1992 г. практически прекратились комплексные среднемасштабные съемки.

Приведенный краткий обзор и анализ выполненных инженерно-геологических исследований позволяет кратко охарактеризовать полученные результаты. В инженерно-геологическом отношении геологическая среда Томской области на глубину 30-50 м изучена весьма неравномерно.

Почти вся территория левобережной по отношению к р. Оби части области и южная половина правобережья покрыта государственными съемками. Это положительный факт, так как материалы инженерно-геологической государственной съемки, как известно, являются основой для выбора конкурирующих участков размещения разных видов наземного строительства, прогноза влияния инженерно-хозяйственной деятельности человека на природную среду и планирования региональных мероприятий по ее рациональному использованию и охране. Именно эта территория Томской

области в большей степени заселена и подвергнута техногенному воздействию, и проблема рационального использования, охраны, а иногда и улучшения состояния природной среды, весьма актуальны. Неравномерность изучения этой территории проявляется в объемах выполненных инженерно-геологических работ и глубине изучения геологической среды на разных участках с различным целевым назначением съемок.

С инженерно-геологических позиций наиболее изучена южная часть области – территория г. Томска и прилегающие районы. Для нее характерна разная масштабность изучения (детальная инженерно-геологическая разведка, инженерно-геологические съемки масштабов 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000), более продолжительный период исследований (более 40 лет). Существенным недостатком в изучении данной территории является несоблюдение последовательности этапов инженерно-геологического изучения – среднемасштабные исследования выполняются после крупномасштабных, а детальные изыскания проектировались и проводились главным образом при отсутствии инженерно-геологической основы более ранних этапов исследований. Кроме того, не велась инженерно-геологическая съемка территории г. Томска в масштабах для целей стадии предпроектной документации (1:50 000, 1:25 000, 1:10 000). В 1997 г. ТГРЭ выполнила обобщение и анализ геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических материалов на территории г. Томска с целью обоснования картографирования масштаба 1:25 000. В результате разработана схема стратиграфического расчленения геологического разреза, составлены предварительные геологическая, гидрогеологическая, инженерно-геологическая карты масштаба 1:25 000 и соответствующие описания стратиграфо-генетических комплексов пород.

В 1997 г. на основе обобщения накопленного материала по геологии Томской области составлена карта четвертичных отложений масштаба 1:500000 (автор Сильвестров В.Н.).

## **1.4 Геологическое строение**

Территория города Томска расположена на сочленении двух структур: эпигерцинской Западно-Сибирской плиты и герцинид Колывань-Томской складчатой зоны, в полосе, где герциниды погружаются под мезозой-кайнозойский чехол эпигерцинской плиты (приложение 1) [2].

Район г. Томска располагается в пределах Томского прогиба, представляющего собой синклиний, сложенный преимущественно нижне-среднекаменноугольными отложениями в составе Колывань-Томской складчатой зоны [9].

### **1.4.1 Стратиграфия**

В геологическом строении территории (рис. 1.3) участвуют отложения каменноугольной, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем.

#### **Палеозойская эратема**

Палеозойская эратема представлена в районе отложениями каменноугольной системы.

#### **Каменноугольная система**

Каменноугольная система представлена нижним отделом (С1). Она представлена песчаниками. Песчаники тонко- и мелкозернистые, преимущественно кварц-ортоклазного состава, с редкими обломками кремнистых пород и эффузивов.

Каменноугольные отложения смяты в напряжённые складки. Верхняя часть этого складчатого комплекса на глубине до десятков метров превращена в каолиновую кору выветривания мел-палеогенового возраста.

#### **Кайнозойская эратема**

Кайнозойская эратема представлена палеогеновой, неогеновой, четвертичной системами.

## Палеогеновая система

Палеогеновая система представлена отложениями новомихайловской свиты верхнего олигоцена, с резким угловым несогласием залегающей на каменноугольных отложениях и коре выветривания.

Новомихайловская свита имеет широкое распространение. Свита сложена озерными глинами с прослоями и линзами песков, алевроитов и лигнитов. Мощность свиты составляет около 30 м.

## Неогеновая система

Абросимовская свита занимает небольшую площадь вдоль западной границы района, выклиниваясь постепенно на восток. Отложения свиты залегают с размывом на лагернотомской свите и перекрываются кочковской свитой. Абросимовская свита сложена песками мелко-среднезернистыми с прослоями и линзами глин. Мощность нижнемиоценовой абросимовской свиты варьирует от 0 до 25 м.

## Четвертичная система

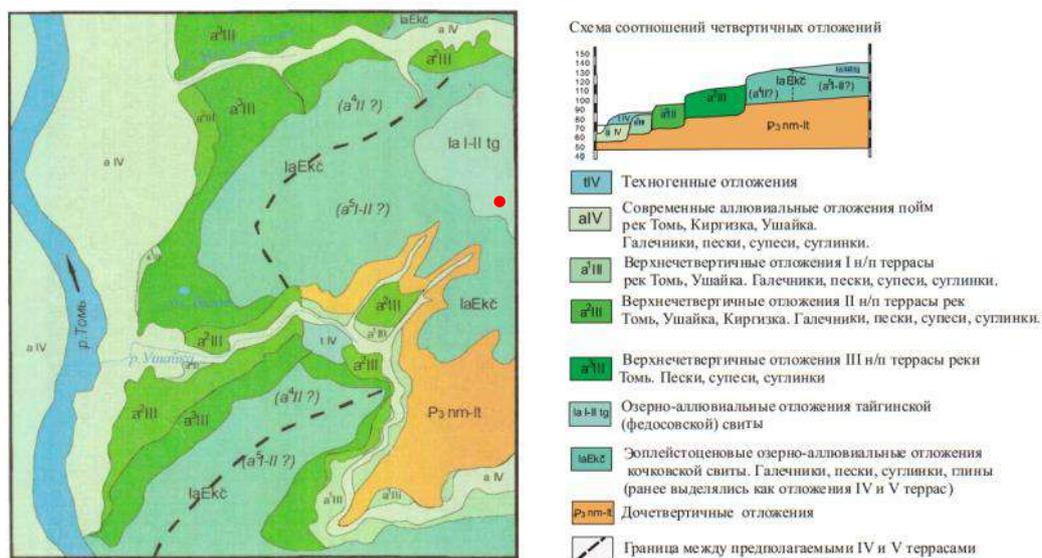


Рисунок 1.3 – Карта четвертичных отложений, Масштаб 1:25 000  
(Толща покровных лессовидных суглинков saIII-IV с карты снята)

[Гудымович С.С. 2009 г] ● – участок работ

## Эоплейстоцен

Кочковская свита развита повсеместно, отсутствуя лишь в долинах рр. Оби и Томи. Отложения свиты залегают с эрозионным размывом на осадках лагернотомской, а также абросимовской и новомихайловской свит [7].

В составе свиты четко выделяется две подсвиты: нижняя – песчано-гравийная, косослоистая, возраст которой определен по характерному (кочковскому) комплексу остракод. Верхняя подсвита имеет ту же площадь распространения, что нижняя подсвита, кроме участков развития древних долин стока. Сложена она буровато-серыми, зеленовато-серыми, часто карбонатизированными озёрными глинами и суглинками с маломощными прослойками разнозернистого песка. Перекрывается подсвита отложениями федосовской свиты и покровными верхненеоплейстоцен-голоценовыми образованиями.

Палиноспектры кочковской свиты отражают развитие лесотундровых и тундрово-степных ландшафтов при обширном заболачивании территории. Мощность отложений свиты варьирует от 40 м до 60 м.

## Неоплейстоцен

Тайгинская (Федосовская) свита имеет ограниченное распространение на самых высоких участках Обь-Томского и Томь-Яйского водоразделов, перекрывая кочковские отложения. На правом берегу р. Томи подошва ее поднимается до абсолютных отметок 145 м. Осадки свиты формировались в условиях пресноводных бассейнов (озер, пойм, стариц, болот и, возможно, рек) и представляют собой синевато-серые супеси, илистые суглинки и глины с маломощными прослоями песка и погребённой почвой. Возраст установлен по положению в разрезе, магнитостратиграфической шкале и комплексу остракод. В споро-пыльцевом комплексе преобладает пыльца холодолюбивых травянистых растений. Тайгинская свита по стратиграфическому положению и составу сопоставляется с федосовской свитой. Мощность свиты в среднем 20 м.

Верхнеплейстоценовые образования третьей надпойменной террасы выделены только по р. Томи в районе г. Томска и севернее его на абсолютных отметках 119-122 м. В цоколе террасы залегают отложения новомихайловской свиты. Сложена терраса буровато-серыми суглинками и разнозернистыми песками с гравием и галькой в основании. Мощность её отложений достигает 36 м.

Верхнеплейстоценовые образования второй надпойменной террасы широко развиты в долине р. Томи, где на левобережье протягиваются широкой (иногда до 10 км) почти непрерывной полосой, а на правобережье встречаются в виде отдельных фрагментов. Высота ее над уровнем реки 12-25 м. Терраса сложена супесями, суглинками, песками с гравием и галькой в основании, и сформировалась в эпоху каргинского межледникового. Мощность отложений этой террасы от 20 до 30 м.

Верхнеплейстоценовые образования первой надпойменной террасы в долине р. Томи встречаются в виде небольших площадей, в частности, в приустьевой части р. Бол. Киргизки на высоте около 80 м. Относительная ее высота над урезом воды в реке 8-10 м. Отложения террасы залегают либо на новомихайловской свите, либо на коре выветривания палеозойских пород, либо «вложены» в образования II-ой надпойменной террасы и перекрываются аллювием современной поймы. Терраса сложена желтовато-серыми песками с прослоями бурых суглинков и супесей с гравием и галечником в основании. Мощность отложений составляет 10-25 м.

#### Голоцен

К голоцену отнесены разнофациальные покровные отложения, включающие субэральные эоловые, озёрные, болотные, делювиальные, пролювиальные и современные техногенные образования.

Субэральные покровные образования распространены на всех водоразделах и террасовых комплексах надпойменных террас, за исключением площадей, занимаемых эоловыми отложениями. Они представлены лёссовидными суглинками и супесями и залегают на

отложениях федосовской и кочковской свит, в том числе и на надпойменных террасах р. Томи [Рождественская, 1964]. Генезис их сложный, с преобладанием элювиальных, делювиально-пролювиальных, пролювиально-аллювиальных, делювиальных и эоловых фаций [Миневрин, 1958]. Г.А. Сулакшина [Сулакшина, 1964; Сулакшина, Михальченко, 1964; Нагорский, Сулакшина, 1967] и Б.Ф. Михальченко [1964] выделяют три горизонта лёссовых пород, разделённых погребёнными почвами. Последние альтернативно рассматриваются Б.В. Плотниковым [1964] в качестве элювиальных горизонтов. Мощность субэдральных отложений, в среднем, составляет 5-7 м, местами до 23 м.

Болотные отложения распространены преимущественно на поверхности древних ложбин стока и в долинах современных рек. На водоразделах они встречаются крайне редко. Болота, в основном, низинного и переходного типа, сложены бурыми торфами, часто слабо разложившимися. В долинах рр. Томи, Киргизки, Ушайки имеются многочисленные месторождения торфа, мощность отдельных залежей достигает 7 м.

Делювиальные отложения распространены у подножия склонов по долинам рек и оврагам, и представлены, большей частью, суглинками мощностью до 5 м.

Пролювиальные отложения встречаются на участках выхода оврагов в долины рр. Томи, Киргизки, Ушайки, Басандайки, где сложены песками, илами и супесями мощностью до 8 м.

Аллювиальные отложения третьей надпойменной террасы р. Томи  $\alpha^3Q_{III}$  представлены песками, супесями с редкой галькой и гравием, сменяющимися кверху лессовидными суглинками. Мощность этого аллювия 4-5 м, реже 7-15 м.

Аллювиальные отложения второй надпойменной террасы  $\alpha^2Q_{III}$  представлены в основании – галечником, гравием с песчаным заполнителем,

местами супесью с линзами песка. Верхняя часть разреза иногда сложена суглинками. Общая мощность отложений составляет 15-20 м.

Аллювиальные отложения первой надпойменной террасы  $alQ_{III}$  прослеживаются по долинам р. Томи и ее притока р. Ушайки в виде узких площадок. В основании разреза аллювий представлен гравийно-галечниковыми отложениями, мощностью до 6-8 м. Выше залегают серые разнозернистые полимиктовые пески с прослоями суглинков. В верхней части они сменяются бурыми, серыми суглинками и тонкими прослоями глины и гнездами песка. Породы первой террасы являются слабыми, как правило, водонасыщенными. Техногенные отложения распространены преимущественно в пределах городской территории в районе Лагерного Сада, насосной станции, Черемошников, по берегу р. Томи в виде дамбы, ниже устья р. Ушайка и в других местах. Они слагают золоотвал ГРЭС-2 в пойме р. Ушайки, который занимает площадь около 43 га при мощности зольных накоплений от 1,7-6 м по краям до 18-19 м в центральной части.

#### **1.4.2 Тектоника**

В тектоническом отношении территория г. Томска расположена на сочленении Колывань-Томской складчатой зоны и юго-восточной части Западно-Сибирской плиты. Городская территория находится на юго-западной окраине Притомской глыбы, надвинутой на верхнепермские отложения Кузбасса (рис. 1.4).

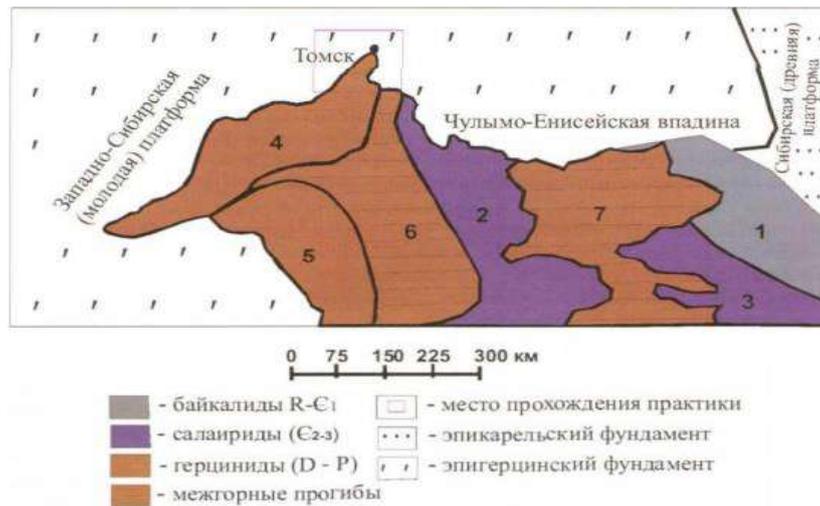


Рисунок 1.4 – Схема строения Алтае-Саянской складчатой области

Байкалиты: 1 – Восточного Саяна; Салаириды: 2 – Кузнецкого Алатау; 3 – Восточного Саяна; Герциниды: 4 – Колывань-Томской складчатой зоны; 5 – Салаира; Межгорные прогибы: 6 – Кузнецкий; 7 – Минусинский (Северо-Минусинская впадина-Чебаково-Балахтинская)

В истории геологического развития района выделяют два основных геотектонических цикла и соответствующие им структурные этажи: герцинский и мезозойско-кайнозойский чехол.

Нижний структурный этаж слагается герцинидами, которые представлены шельфовыми, преимущественно терригенными, прибрежно-морскими и лагунно-континентальными отложениям нижнего карбона, залегающими с несогласием на сложнодислоцированном салаирском основании. Отложения нижнего карбона подверглись интенсивной складчатости герцинского цикла тектогенеза, в результате чего были собраны в напряжённые антиклинальные и синклинальные складки северо-восточного простирания. Складки асимметричны, слегка опрокинуты на северо-запад. Юго-восточные крылья антиклиналей положе, чем северо-западные. Породы нижнего карбона выглядят так: они интенсивно рассланцованы, сильно раздроблены, имеются зоны дробления, перетирания, которые ориентированы параллельно складчатыми структурами. Стратифицированные отложения прорваны монзонит-долеритовым

комплексом даек. Общая мощность отложений этого этажа составляет около 6 км.

Колывань-Томская складчатая зона является основной структурой Томского района. На востоке и юго-востоке она ограничена Томским надвигом (шарьяжем), а с северной, западной и юго-западной сторон закрыта рыхлыми отложениями чехла. Ширина Колывань-Томской складчатой зоны составляет 80–140 км. Мощность коры складчатой зоны составляет 41–42 км [7].

Верхний структурный этаж слагается мезозойско-кайнозойскими платформенными отложениями чехла Западно-Сибирской плиты. Он представлен континентальными терригенными не дислоцированными рыхлыми породами. Мощность отложений верхнего структурного этажа в пределах района достигает первых сотен метров [7].

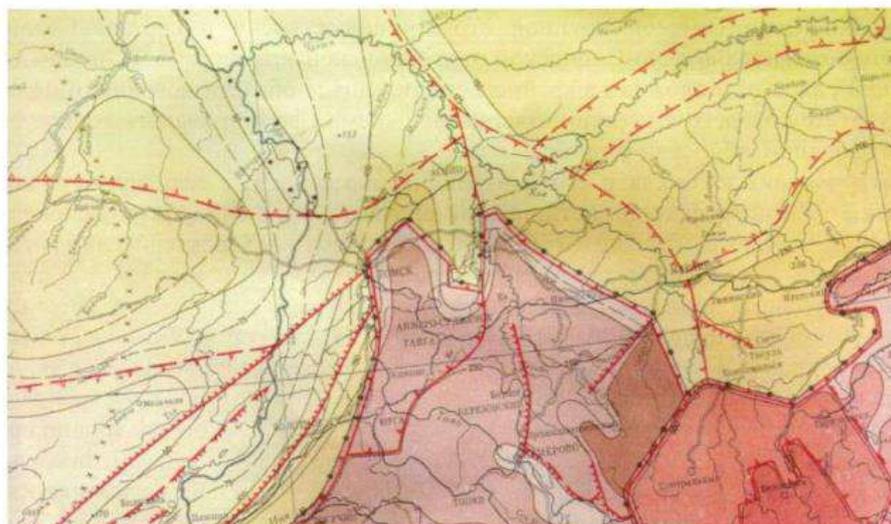
Сейсмическая активность по бальной системе шкалы MSK – 64 при 10%-ой вероятности равна 6 баллов, 5% -ой вероятности равна 6 баллов и 1%-ой вероятности – 7 баллов.

### **1.4.3 Неотектоника**

Неотектоническая геоструктурная позиция Томского района оценивается по-разному.

На карте структурно-геоморфологического районирования Западной Сибири Томский район находится в пределах Томь-Каменского структурного «носа», являющегося юго-западным окончанием Чулымо-Енисейской крупной структурной террасы в составе плиты платформы. С другой стороны, на карте новейших структурных элементов Западно-Сибирской равнины (рис. 1.5) район расположен на севере Колывань-Томской крупной структурной ступени в составе Салаирско-Кузнецкого щита Западно-Сибирской эпигерцинской платформы. В любом случае Томский район расположен на крайнем северо-западе области новейшего

поднятия, в результате которого в неоген-четвертичное время сформировалось горное обрамление Западно-Сибирской равнины [7].



Условные обозначения

Линейные тектонические нарушения, выделенные в пределах Западно-Сибирской плиты

- Древние сбросы и крутые надвиги
- Флексуорообразные перегибы: установленные, предполагаемые
- Линейные нарушения, выделенные по геоморфологическим признакам: уверенно, предположительно
- Древние разломы и флексуры, активизированные в новейшее время: установленные, предполагаемые
- Граница между геоструктурными областями
- Участки развития неоген-четвертичных отложений, где мощность их превышает 100-150 м

Ступени суммарных амплитуд новейших тектонических поднятий (в метрах)

Салаиро-Кузнецкий щит	Сибирская плита	Кузнецкий Алатау
300-400	150-200	500-700
200-300	100-150	300-500
100-200	50-100	200-300
	0-50	

Рисунок 1.5 – Карта новейшей тектоники Западно-Сибирской равнины (СНИИГИМС 1967, Варламов И.П. и др.) [7]

Территория г. Томска и его ближайших окрестностей, если принять вариант развития на этой территории пяти надпойменных террас с врезано-

прислоненными взаимоотношениями между собой, испытала в течение неоплейстоцена, т.е. за последние 0,8 млн. лет общее поднятие с пятью остановками. Суммарная амплитуда составляет не менее 60-70 м относительного превышения поверхности V-ой надпойменной террасы над урезом воды в р. Томи минус 10 м – максимально возможная мощность нормального аллювия для реки Томи [7].

Амплитуда этого поднятия составила от 100 до 200 м. Для сравнения средняя амплитуда неотектонического поднятия всего Салаирско-Кузнецкого щита – 300-400 м, а горного сооружения Кузнецкого Алатау – 1000 м. Амплитуда относительного поднятия Томского района над прилегающими территориями Западно-Сибирской плиты – в среднем 50 м [7].

Границами между областями новейшего (неотектонического) поднятия и прилегающими территориями Западно-Сибирской плиты служат древние разломы фундамента, активизированные в неотектонический этап и проявившиеся в строении чехла платформы и современном рельефе в виде разломов и разломов-флексур [7].

На западе границей является разлом-флексура, к которому приурочен меридиональный отрезок долины р. Томи, тянущийся от Северска на юг за пределы района (до станции Юрга). Разлом отчетливо выражен в рельефе по резкой разнице в абсолютных отметках левобережья и правобережья долины, достигающей 50 м. На геологическом разрезе (рис. 1.6) видно резкое ступенчатое погружение – флексура поверхности мел-неогенового пенеплена, фиксированного каолиновой корой выветривания, под палеогеновые отложения.

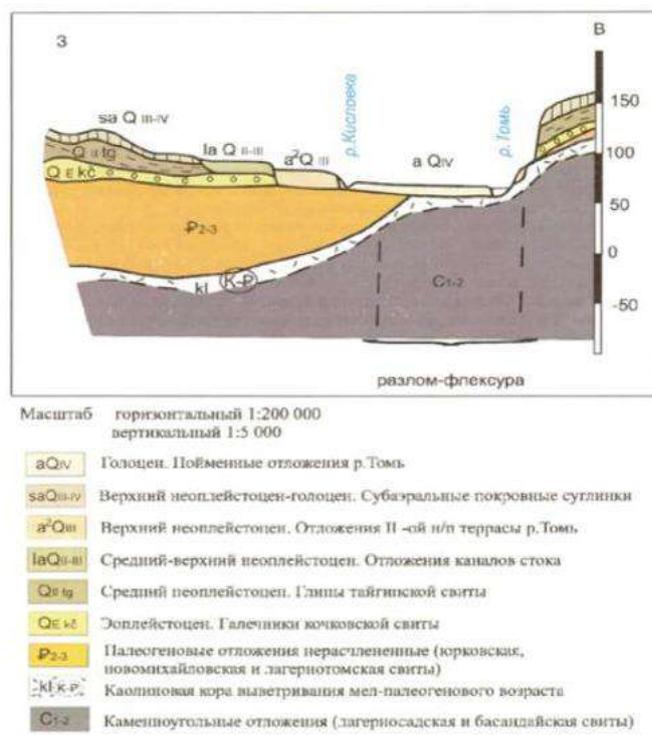


Рисунок 1.6 – Фрагмент геологического разреза южнее г. Томска (приложение к геологической карте листа 0-45-XXXI, 1975 г. С дополнениями С.С. Гудымовича)

Северо-западная граница области поднятия Томского района также хорошо выражена в рельефе и представлена двумя разломами. Южный трассирован депрессией нижней части долин р. Бол. Киргизки и р. Черной и далее к северо-востоку – долиной р. Омутной. По этому разлому у пос. Копылово в конце среднего – начале позднего неоплейстоцена, судя по разнице геометрических отметок IV-ой террасы на левобережье и правобережье р. Большая Киргизка, произошло опускание правобережья с амплитудой не менее 30 м [7].

В 16 км севернее р. Большая Киргизка по линии, идущей на северо-восток от г. Северска до пос. Казанка (в 20 км к северо-западу от г. Асино), происходит резкая смена рельефа от расположенной южнее относительно густо расчлененной равнины с абсолютными отметками чуть более 200 м к расположенной севернее слаборасчлененной заболоченной низменной равнине с абсолютными отметками около 170 м [7].

Восточная граница области поднятия выражена не так четко, но прослеживается по аналогичной смене рельефа по линии пос. Цветковка (по р. Кайбе) на севере до слияния рр. Щербак и Омутная на юге.

Из сказанного видно, что неотектоническое поднятие Томского района, продолжающееся и сейчас, почти точно повторяет контуры Томского выступа в строении чехла платформы, что свидетельствует об унаследованности неотектоническими движениями платформенных движений мезозойско-кайнозойского возраста. Внутри территории Томского района неотектонические движения проявились в развитии разломов и мезотрециноватости северо-восточного и северо-западного простирания. Наиболее крупные разломы читаются по геометрическому рисунку, образуемому крупными прямолинейными отрезками долин основных правых притоков р. Томи – рр. Киргизка, Ушайка, Басандайка и Тугояковка [7].

Относительно прямолинейные отрезки долин перечисленных рек, например, долина р. Большая Киргизки от пос. Кузовлево до пос. Копылово, р. Ушайка от пос. Степановка до поворота долины на пос. Бодажково, долина р. Басандайка от устья до пос. Некрасово – приурочены к разломам. Классический пример коленообразных поворотов долины в связи с приуроченностью ее отрезков к разломам северо-восточного и северо-западного простирания являет р. Ушайка (рис. 1.7) [7].



Рисунок 1.7 – Карта элементов новейшей тектоники части Томского района, М 1:200 000. Составил С.С. Гудымович [7]

По этим разломам вся территория правобережья р. Томи разбита на выраженные в рельефе блоки, испытавшие в неотектонический этап самостоятельные дифференцированные движения. Например, блок, заключенный между р. Басандайкой и р. Ушайкой выше пос. Заварзино, испытал косое поднятие своего юго-западного края. Амплитуда перемещения блоков по описанным разломам составляют от 10 до 30 м. Например, по правому борту нижней части долины р. Тугояковки обнажаются породы фундамента. Высота этих обнажений достигает 18 м, а выше залегает не менее нескольких метров галечниково-кочковской свиты эоплейстоцена. На

противоположном борту долины видимое основание лессовидных покровных суглинков позднего неоплейстоцена – голоцена находится на 3-5 м над урезом воды в реке. Таким образом, амплитуда поднятия правого борта долины р. Тугояковки относительно левого – не менее 20 м. И произошло это движение по разлому не ранее позднего неоплейстоцена [7].

Весьма вероятно, что самые молодые голоценовые неотектонические движения проявились в описываемом районе в виде мезотрещиноватости, проявившейся на поверхности в виде сетки линеаментов. Под линеаментами понимаются линейные элементы ландшафта, выраженные любым образом, чаще всего спрямленными участками эрозионной сети, уступами в рельефе, ландшафтными границами, границами растительных сообществ и т.д. Дешифрирование аэрофотоснимков и анализ планового рисунка мелких деталей эрозионной сети показывает, что вся территория описываемого района покрыта линеаментами, которые по размерам и густоте встречаемости можно разделить на два порядка (рис. 1.7) [7].

Линеаменты I-го порядка образуют две диагональные системы северо-восточного и северо-западного простирания. Как исключение встречаются и редкие линеаменты двух ортогональных систем – меридиональной и широтной. Длина линеаментов колеблется от 1 до 6 км, чаще – 2-3 км. Частота встречаемости для более развитой системы северо-восточного простирания составляет 1-5 км, для системы северо-западного простирания – 5-15 км. Природа этой мезотрещиноватости не вполне очевидна. Скорее всего, это результат сейсмических встрясок [7].

Более мелкие линеаменты II-го порядка выявляются только дешифрированием аэрофотоснимков. Их длина не более 1 км, густота расположения – через 200-500 м и до 1 км, простирание – северо-западное. Эти линеаменты образуют три участка сгущения. Наиболее явный участок полосой тянется от верховий р. Тугояковки на северо-запад до р. Томи севернее пос. Коларово. Ширина полосы на юго-востоке достигает 20 км и постепенно сужается к северо-западу. Максимальное сгущение линеаментов

приходится на юго-западный склон водораздела рр. Тугояковка и Басандайка [7].

Пояс меньшего размера намечается от р. Березовой (система Большой Ушайки) через р. Малую Ушайку до пос. Воронино (на тракте Томск – Семилужки). Небольшое пятно развития редких линеаментов этой системы расположено в междуречье рек Басандайка и Ушайка между г. Томском и ст. Богашево. Природа системы этих мелких линеаментов наиболее проблематична. Не исключено, что они представляют собой поверхностное проявление подновленной голоценовыми сейсмическими встрясками складчатой поперечной трещиноватости каменноугольных пород фундамента, контролирующей распространение и ориентировку долеритовых даек [7].

#### 1.4.4 Геоморфология

В соответствии со схемой геоморфологического районирования Западно-Сибирской равнины (рис. 1.8) г. Томск расположен на западном склоне Томь-Яйского водораздела Чулымо-Енисейского плато. Рельеф территории может быть отнесен к равнинно-холмистому типу, характерному для предгорий.



Рисунок 1.8 – Фрагмент орографической схемы Западно-Сибирской равнины

Выравнивание поверхности четвертичного возраста, созданные нерусловыми потоками [7].

К этому типу рельефа относится поверхность водораздела рек Томь-Яя, представляющая собой всхолмленную равнину, в которую врезана долина реки Томи с серией вложенно-прислоненных террас, и долина ее притоков – рек Ушайки, Малой Киргизки, Басандайки. Абсолютные отметки водораздельной равнины изменяются от 160 до 170 м в южной и юго-восточной частях, до 170-190 м в северо-восточной части. Общий уклон поверхности на северо-запад в сторону Западно-Сибирской равнины.

Флюидальные формы, созданные русловыми потоками.

Низкая пойма р. Томи имеет относительную высоту 3-4 м, развита вдоль левого берега. Она тянется неширокой полосой вдоль р. Томи, уступая место I и более высоким надпойменным террасам.

В долине р. Ушайки пойма развита несколько шире, местами достигает несколько десятков метров. На поверхности много западин, развиты старицы.

I надпойменная терраса р. Томи прослеживается по правобережью. Ширина ее от нескольких метров до 2,2 км. Абсолютные отметки 78-80 м. Цоколь представлен олигоценом и раннекаменноугольными отложениями. Поверхность характеризуется сложным рельефом. Изобилует старицами и болотами. Нижняя часть разреза сложена галечниками, песчано-галечниковыми отложениями, мощность их до 10 м. Выше пылеватые суглинки, супеси, глины.

II надпойменная терраса развита наиболее широко в южной части города. Ширина площадки от 250 до 500 м. Абсолютные отметки цоколя и поверхности составляют 75-80 м 90-95 м. Цоколем в нижней части являются образования коры выветривания.

Террасовый аллювий характеризуется супесчано-суглинистым составом, в основном – галечником. Мощность 16-25 м.

III надпойменная терраса объединяет Воскресенскую и Лагерную террасы, выделенные и описанные Неустроевым С.С. (1925г) и Усовым М.А. (1934г). Абсолютные отметки варьируют от 120 до 126 м в южной части, до 115-120 м – в северной. Аллювий представлен суглинками, супесью

лессовидной, переходящими в пылеватый песок с редкой галькой и гравием. Мощность отложений от 5,5 до 9,0 м и от 12 до 15 м. Цоколем являются русловые фации.

### **1.5 Гидрогеологические условия**

В пределах городской территории по литолого-стратиграфическому принципу выделяют следующие водоносные комплексы:

1. Четвертичных отложений (Q);
2. Палеогеновых отложений (P);
3. Меловых отложений (K);
4. Карбоновых отложений (C).

Водоносный комплекс четвертичных отложений включает в себя водоносные горизонты низких террас рек Томи и Ушайки, высоких террас, а также горизонты верховодки.

На низких террасах уровни вод песчано-гравийно-галечниковых отложений испытывают значительные сезонные колебания. Мощность отложений 6,1-13 м.

Водообильность неравномерная, удельные дебиты скважин от 0,19 до 6,94 л/сек. Минимальное значение коэффициента фильтрации 1-2 м/сут, максимальное 70 м/сут.

Водоносный комплекс высоких террас объединяет отложения II, III террас р. Томи и развит широко по городу. Водоносными являются пески и супеси. Мощность отложений 8-12 м. Уровни подземных вод 80-130 м. Направление потока в сторону основных дрен – рр. Томи, Ушайки, Киргизки. Коэффициент фильтрации песков 3-5 м/сут.

Верховодка в пределах города имеет значительное распространение и развита на всех геоморфологических элементах. Широкому распространению верховодки способствует плоский рельеф поверхности, планировочные работы. Горизонты верховодки приурочены к супесчаным разностям пород, покровным суглинкам, болотным отложениям, насыпным грунтам. Глубина

залегания от 0,5 до 4,5 м. Водообильность низкая, удельные дебиты для насыпных грунтов 0,03-0,06 л/сек.

Химический состав подземных вод характеризуется значительной пестротой, что связано с условиями их формирования под влиянием естественных и искусственных факторов. Тип вод изменяется в широких пределах от типичного гидрокарбонатного кальциевого до хлоридно-гидрокарбонатного натриевого, а минерализация колеблется от 0,1 до 1,3 г/л.

В естественных условиях увеличивается от водоразделов к низким террасам минерализация, жесткость, содержание компонентов.

Воды преимущественно не агрессивные, за исключение заболоченных участков. Агрессивные воды с углекислой и общекислой агрессивностью отмечены на низких террасах и III надпойменной террасе и на водоразделе.

## **1.6 Геологические процессы и явления**

Природные условия города благоприятные для развития широкого комплекса современных экзогенных процессов и явлений: резко континентальный климат, песчаная поверхность, характер залегания первого от поверхности водоносного горизонта и верховодки.

**Овражная эрозия** на территории города развита наиболее широко. Овражная сеть приурочена к склонам высоких террас и долин рек, где значительны уклоны рельефа. Причинами возникновения оврагов являются или искусственные факторы – прокладка дорог, распашка склонов или наличие участков оседания поверхностей, подготовленных суффозией. Интенсивный 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 [1].

Борьба с искусственными и природными факторами эрозионной деятельности должна вестись, в первую очередь, путем упорядочения поверхностного стока (дренаж, ливневый сток), повышение качества ведения земляных работ (засыпка траншей, котлованов, трамбовка грунта).

**Оползни** занимают значительное место среди других геологических явлений. Они развиты по склонам долин рр. Томи и Ушайки, на уступах террас, по бровкам оврагов. Участки, подверженные оползневым деформациям, имеют самую различную крутизну склонов. На пологих склонах (5-7°) – мелкие оползневые смещения («течения») дернового слоя. На крутых склонах (до 20°) при наличии водонасыщенных пород оползни вовлекают более значительные массивы пород.

**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 и дорог. На дорогах, при отсутствии поверхностного стока возникают деформации – бугры пучения.

**Наледи** на территории города зарегистрированы на I и II надпойменных террасах и склонах высоких террас в местах разгрузки подземных вод. Летом здесь наблюдается процесс заболачивания, зимой – наледи. Интенсивность образования наледей зависит от суровости зимы и высоты снегового покрова.

**Заболачивание** имеет огромное распространение. Предпосылками для заболачивания являются:

а) на I и II террасах – грунтовые воды, которые устанавливаются на поверхности земли, а также ровный, линейный рельеф стока;

б) на III террасе и водоразделе – верховодка в понижениях рельефа, на отработанных карьерах, где пластичные глинистые грунты являются водоупором, на котором скапливаются поверхностные воды, образуя болота, а иногда и озера [1].

### **1.7 Инженерно-геологическая характеристика территории**

Таким образом, рассматриваемый район имеет следующие инженерно-геологические особенности:

1) основным типом отложений, выходящих на поверхность, является аллювий. В верхней его части преобладают породы суглинистого состава;

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.

## **2 Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ**

Данные об исследуемом участке, свойствах грунтов, гидрогеологических условиях представлены по фондовым материалам ООО «ТКГЭ» [11].

### **2.1 Рельеф участка**

Площадка проектируемого ТЦ расположена по адресу г. Томск, микрорайон Зеленая долина, ул. Сиреневая, 12.

В пределах района работ выделен один геоморфологический элемент: Томь-Яйский водораздел. Рельеф местности равнинный. Абсолютные отметки 188-191 м.

### **2.2 Состав и условия залегания грунтов, закономерности их изменчивости**

Исследуемая глубина инженерно-геологического разреза составляет 13 м. Разрез представлен озерно-аллювиальными ранне-среднечетвертичными отложениями тайгинской свиты (Ia I-II tg).

Озерно-аллювиальные отложения представлены:

- суглинками легкими твердыми;
- суглинками легкими пылеватыми тугопластичными;
- суглинками легкими пылеватыми мягкопластичными.

Суглинки легкие твердой консистенции залегают с поверхности до 1,3 м. Средняя мощность слоя составляет 1,3 м.

Суглинки легкие пылеватые тугопластичные вскрыты с глубины 1,3 м до 2,8 м, средняя мощность слоя составляет 1,5 м.

Суглинки легкие пылеватые мягкопластичные вскрываются с 2,8 м до 13 м, средняя мощность составляет 10,2 м.

## **2.3 Физико-механические свойства грунтов**

### **2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов и закономерности их пространственной изменчивости**

Расчленение инженерно- геологического разреза проводится согласно ГОСТ 25100-2011.

В инженерно-геологическом разрезе района работ можно выделить только один стратиграфо-генетический комплекс:

- ранне-среднечетвертичные озерно-аллювиальные отложения тайгинской свиты(Ia I-II tg)

Класс: дисперсные грунты.

Подкласс: связные грунты.

Тип: осадочные.

Подтип: озерно-аллювиальные.

Вид: минеральные.

Подвид: глинистые грунты.

Самый однородный объем пород называется инженерно-геологическим элементом (ИГЭ).

Ранне-среднечетвертичные озерно-аллювиальные отложения тайгинской свиты (Ia I-II tg) представлены:

- суглинком легким твердым. Природная влажность равна 19,61%, значения изменяются от 19,27 до 20,99%. Степень влажности составляет 0,75 д.е. (0,70-0,80 д.е.). Плотность грунта – 1,89 г/см<sup>3</sup> значения изменяются в пределах от 1,88 до 1,90г/см<sup>3</sup>; плотность частиц грунта равна 2,71 г/см<sup>3</sup>; коэффициент пористости составляет 0,715 д.е, изменяется в пределах 0,704-0,718 д.е.; число пластичности равно 11,05 д.е. изменяется от 9,87 до 11,40д.е.;

- суглинком легким пылеватым тугопластичным. Природная влажность составляет 26,26 %, значения изменяются в пределах от 24,28 до 29,58 %; степень влажности равна 0,95 д.е. Плотность грунта составляет 1,92 г/см<sup>3</sup>;

плотность частиц грунта – 2,71 г/см<sup>3</sup>; коэффициент пористости составляет 0,79 д.е.; число пластичности равно 10,36 д.е. значение изменяется от 8,30 до 11,75 д.е.;

- суглинком легким пылеватым мягкопластичным. Природная влажность составляет 29,06 %, значение изменяется от 27,72 до 29,87 %; степень влажности равна 0,97 д.е. Плотность грунта – 1,92 г/см<sup>3</sup> значение изменяется в пределах от 1,91 до 1,94 г/см<sup>3</sup>; плотность частиц грунта составляет 2,71 г/см<sup>3</sup>; коэффициент пористости равен 0,82 д.е., значение изменяется в пределах от 0,81 до 0,822 д.е.; число пластичности составляет 10,21 д.е., значение изменяется от 9 до 11,1 д.е.

### **2.3.2 Выделение инженерно-геологических элементов**

Согласно ГОСТ 20522-2012, изучаемый слой грунтов предварительно разделяют на ИГЭ. Деление проводится с учетом происхождения грунтов, их текстурно-структурных особенностей, вида, подвида (ГОСТ 25100).

В данном геологическом разрезе по возрасту, генезису и составу предварительно можно выделить один инженерно-геологический элемент – суглинок озерно-аллювиальный ранне-среднечетвертичный тайгинской свиты (Ia I-II tg).

Характер изменчивости выделенного ИГЭ определяется по следующим показателям: природная влажность, влажность на границе раскатывания, влажность на границе текучести, число пластичности, коэффициент пористости.

По исходным данным физико-механических свойств грунтов строятся графики их изменчивости с глубиной. В соответствии с ГОСТ 20522-12, в анализ характеристик грунтов в каждом предварительно выделенном ИГЭ проводят с целью установить и исключить значения, резко отличающиеся от большинства.

Построить графики возможно в том случае, если число определений свойств грунтов или фиксируемых в опытах значений не менее шести

согласно ГОСТ 20522-12. При достаточном количестве данных физико-механических свойств проводится статическая обработка.

Для предварительно выделенного ИГЭ – суглинка (Ia I-II tg) построим графики изменения свойств грунтов по глубине (рис. 2.1-2.5)

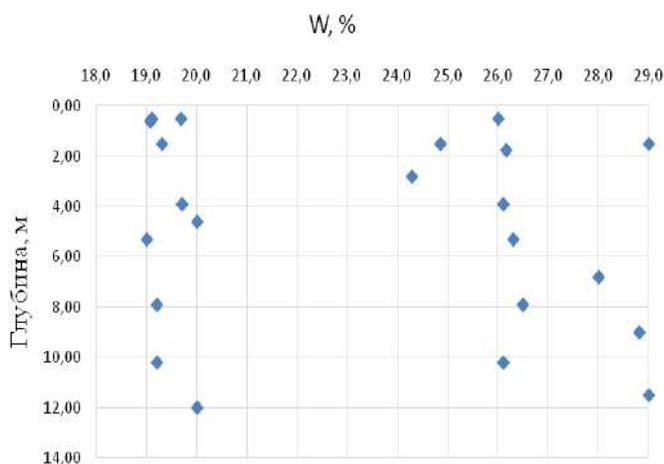


Рисунок 2.1 – Изменчивость природной влажности суглинка по глубине

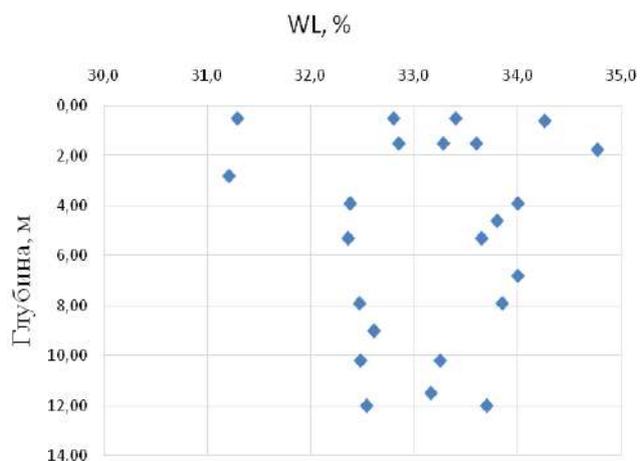


Рисунок 2.2 – Изменчивость влажности на границе текучести суглинка по глубине

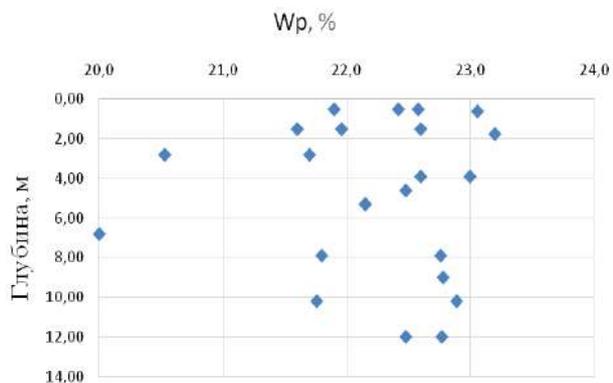


Рисунок 2.3 – Изменчивость влажности на границе раскатывания суглинка по глубине

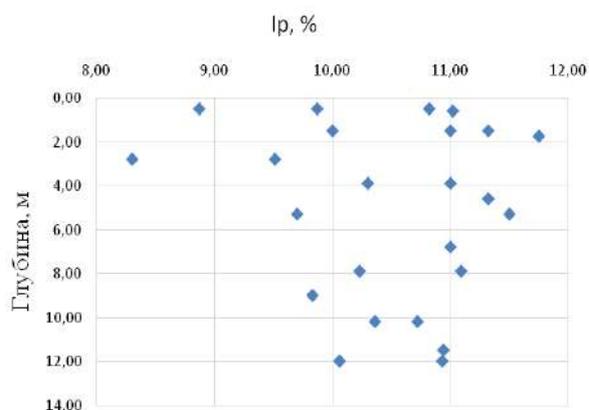


Рисунок 2.4 – Изменчивость числа пластичности суглинка по глубине

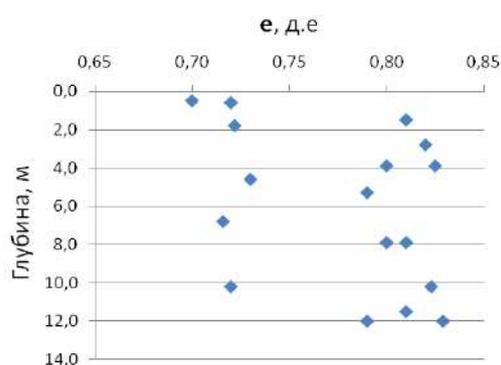


Рисунок 2.5 – Изменчивость коэффициента пористости суглинка по глубине

Анализируя приведенные выше графики, можно сделать вывод, что показатели природной влажности и коэффициента пористости суглинка изменяются закономерно, а в изменении показателя влажности на границе текучести, влажности на границе раскатывания и числа пластичности закономерности не наблюдается.

В случае если наблюдается закономерное изменение свойств, необходимо провести дополнительное разделение ИГЭ на несколько новых согласно пункту 5.5 ГОСТ 20522-2012.

При выполнении данного условия дополнительного разделения не проводят:

$$V < V_{\text{доп}},$$

где  $V$  – коэффициент вариации;  $V_{\text{доп}}$  – допустимое значение  $V$ , для физических характеристик 0,15, для механических 0,30.

Разделение ИГЭ проводят до тех пор пока не будет выполняться условие  $V < V_{\text{доп}}$ .

Вычисляют коэффициент вариации  $V$  по формуле:

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

где  $S$  – среднеквадратичное отклонение характеристики;  $X_n$  – среднеарифметическое значение.

Проверим данное условие и при необходимости проведем дальнейшее разделение ИГЭ.

Таблица 2.1 – Статистические данные по ИГЭ – суглинок легкий (Ia I-II tg)

Характеристики физических свойств	Среднеквадратичное отклонение, $\sigma$	Среднее значение, $X$	Коэффициент вариации, $V$
Естественная влажность ( $W_{\text{ест}}$ )	3,8	23,9	0,16
Влажность на границе текучести ( $W_L$ )	1,29	32,9	0,03
Влажность на границе Раскатывания ( $W_P$ )	0,99	22,3	0,04
Число пластичности ( $I_P$ )	0,86	10,5	0,08
Коэффициент пористости ( $e$ )	0,047	0,78	0,06

Анализируя результаты расчетов, приведенных в таблице 2.1, можно сделать вывод, что коэффициент вариации природной влажности превышает допустимое значение 0,15, следовательно, необходимо провести дополнительное разделение ИГЭ.

Дополнительное разделение будет проводиться по консистенции суглинков.

В нашем геологическом разрезе по консистенции предварительно можно выделить 3 инженерно-геологических элемента:

- ИГЭ № 1 – суглинок легкий твердый (Ia I-II tg),
- ИГЭ № 2 – суглинок легкий пылеватый тугопластичный (Ia I-II tg),
- ИГЭ № 3 – суглинок легкий пылеватый мягкопластичный (Ia I-II tg).

Для предварительно выделенного ИГЭ №1 – суглинка легкого твердого построим графики изменения свойств грунтов по глубине. Графики представлены ниже на рисунках 2.6-2.10.

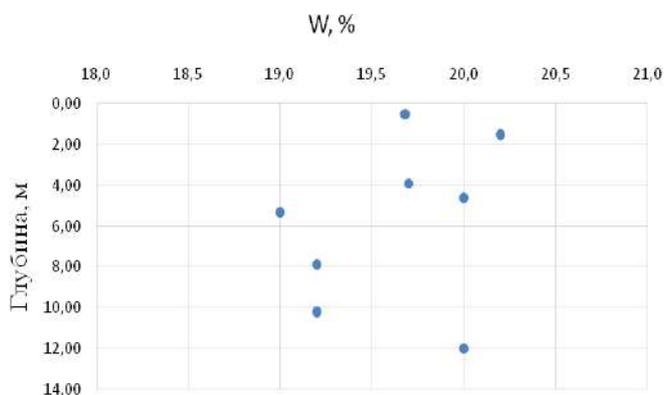


Рисунок 2.6 – Изменчивость естественной влажности суглинка твердого по глубине

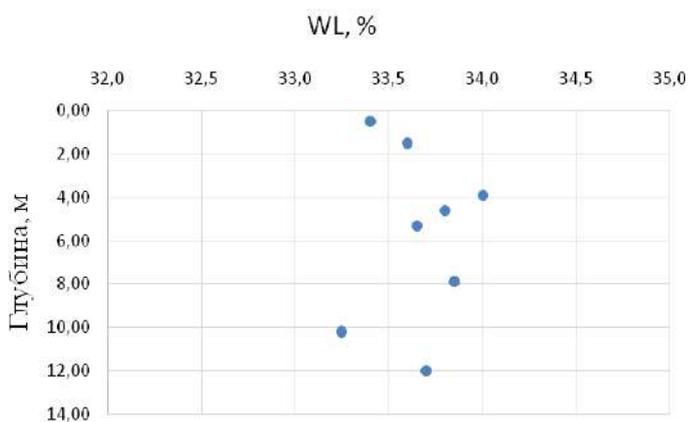


Рисунок 2.7 – Изменчивость влажности на границе текучести суглинка твердого по глубине

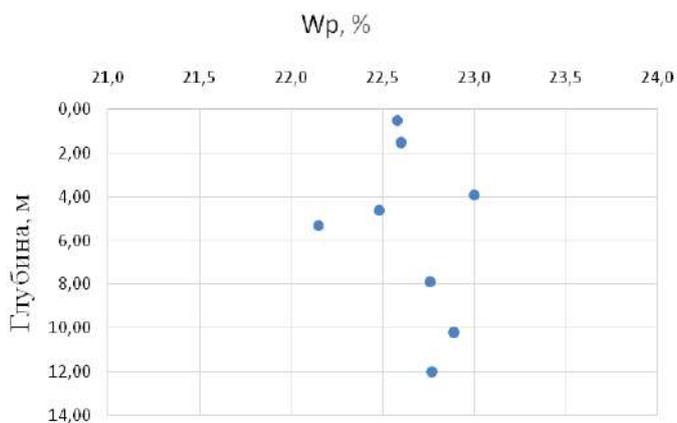


Рисунок 2.8 – Изменчивость влажности на границе раскатывания суглинка твердого по глубине

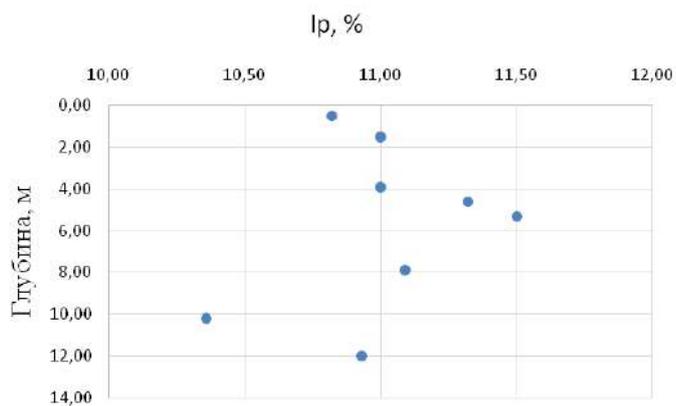


Рисунок 2.9 – Изменчивость числа пластичности суглинка твердого по глубине

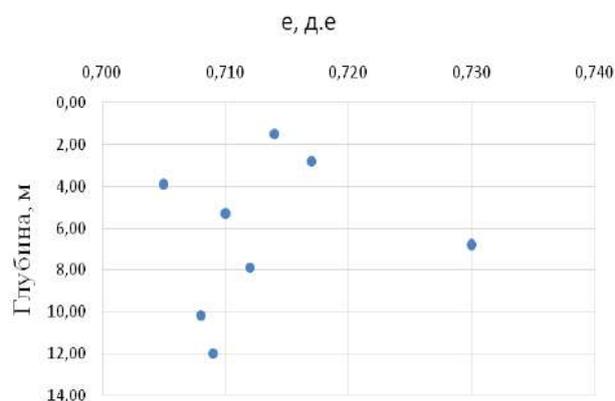


Рисунок 2.10 – Изменчивость коэффициента пористости суглинка твердого по глубине

Для предварительно выделенного ИГЭ № 2 – суглинка легкого пылеватого тугопластичного (Ia I-II tg) графики изменения свойств грунтов по глубине представлены на рисунках 2.11-2.15.

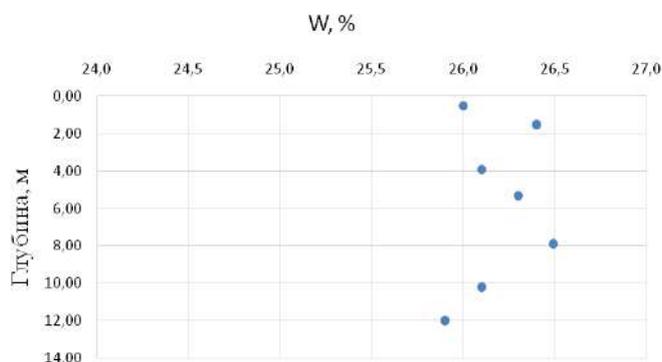


Рисунок 2.11 – График изменчивости природной влажности суглинка тугопластичного по глубине

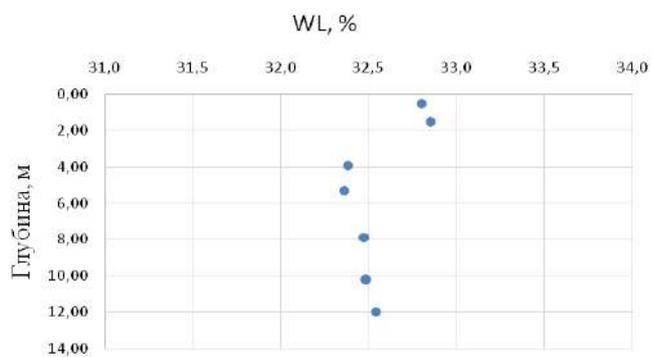


Рисунок 2.12 – Изменчивость влажности на границе текучести суглинка тугопластичного по глубине

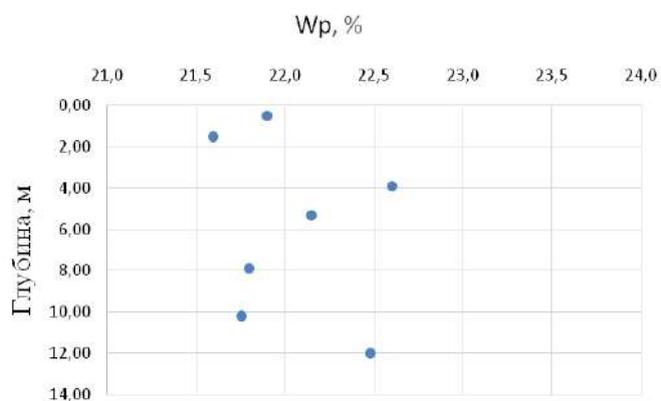


Рисунок 2.13 – Изменчивость влажности на границе раскатывания суглинка тугопластичного по глубине

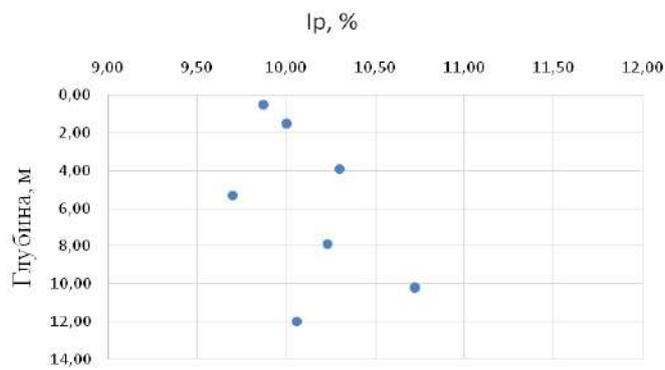


Рисунок 2.14 – Изменчивости числа пластичности суглинка тугопластичного по глубине

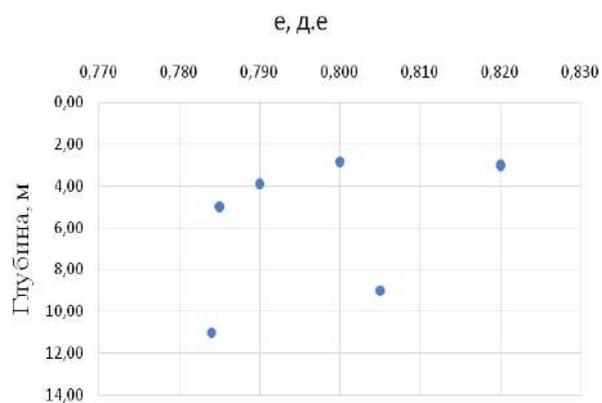


Рисунок 2.15 – Изменчивость коэффициента пористости суглинка тугопластичного по глубине

Графики изменения показателей свойств грунтов по глубине, для предварительно выделенного ИГЭ № 3 – суглинка легкого пылеватого мягкопластичного (Ia I-II tg), представлены на рис. 2.16-2.20.

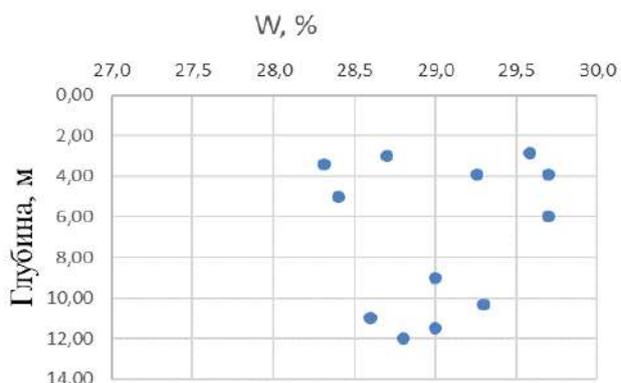


Рисунок 2.16 – Изменчивость природной влажности суглинка мягкопластичного по глубине

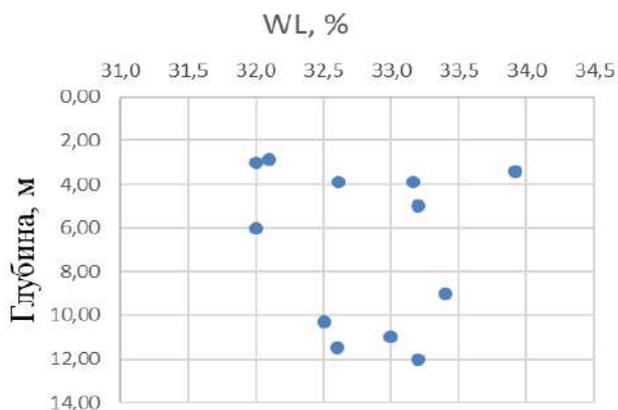


Рисунок 2.17 – Изменчивость влажности на границе текучести суглинка мягкопластичного по глубине

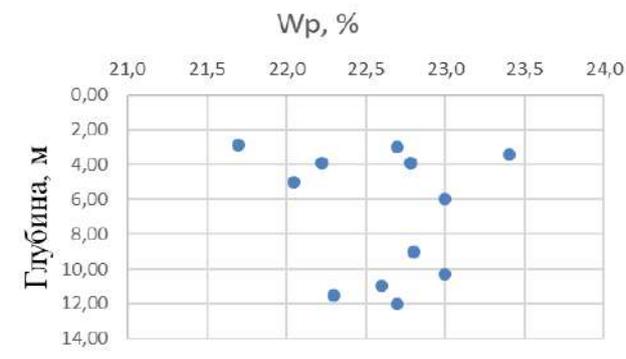


Рисунок 2.18 – Изменчивость влажности на границе раскатывания суглинка мягкопластичного по глубине

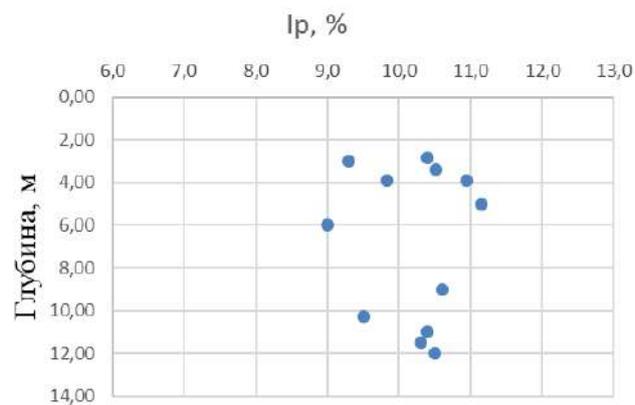


Рисунок 2.19 – Изменчивость числа пластичности суглинка мягкопластичного по глубине

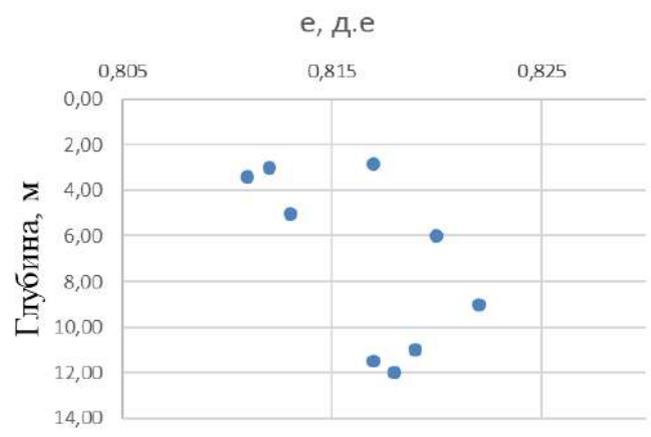


Рисунок 2.20 – Изменчивость коэффициента пористости суглинка мягкопластичного по глубине

Анализируя представленные выше графики видно, что показатели свойств грунтов во всех трех предварительно выделенных ИГЭ (ИГЭ № 1,

ИГЭ № 2, ИГЭ № 3) изменяются незакономерно, разброс значений предельно мал.

Проверим условие:

$$V < V_{\text{доп}}$$

В таблице 2.2 – 2.4 приведены значения коэффициентов вариации для предварительно выделенных элементов ИГЭ № 1 – суглинок легкий твердый (Ia I-II tg), ИГЭ № 2 – суглинок легкий пылеватый тугопластичный (Ia I-II tg) и ИГЭ № 3 – суглинок легкий пылеватый и мягкопластичный (Ia I-II tg) по природной влажности, влажности на границе текучести и границе раскатывания, числу пластичности и коэффициенту пористости.

Таблица 2.2 – Статистические данные по ИГЭ № 1 – суглинок легкий пылеватый мягкопластичный (Ia I-II tg)

Характеристики физических свойств	Среднеквадратичное отклонение, $\sigma$	Среднее значение параметра, X	Коэффициент вариации, V
Естественная влажность ( $W_{\text{ест}}$ )	0,43	19,61	0,026
Влажность на границе текучести, ( $W_L$ )	0,23	33,63	0,012
Влажность на границе раскатывания, ( $W_P$ )	0,34	22,58	0,021
Число пластичности, ( $I_P$ )	0,36	11,05	0,032
Коэффициент пористости, ( $e$ )	0,005	0,715	0,038

Анализируя результаты расчетов, приведенных в таблице 2.2, можно сделать вывод, что коэффициент вариации не превышает допустимого значения (0,15) ни по одному из показателей характеристик предварительно выделенного ИГЭ № 3 – суглинок легкий твердый (Ia I-II tg), следовательно, не требуется его дополнительного деления.

Таблица 2.3 – Статистические данные по ИГЭ № 2 – суглинок легкий пылеватый тугопластичный (Ia I-II tg)

Характеристики физических свойств	Среднеквадратичное отклонение, $\sigma$	Среднее значение параметра, X	Коэффициент вариации, V
Естественная влажность, $W_{\text{ест}}$	0,33	26,26	0,021
Влажность на границе текучести, $W_L$	0,29	32,57	0,012
Влажность на границе раскатывания, $W_P$	0,41	22,21	0,026
Число пластичности, $I_p$	1,5	10,36	0,141
Коэффициент пористости, e	0,0021	0,790	0,027

По результатам, приведенным в таблице видно, что для предварительного выделенного ИГЭ № 2 – суглинок легкий пылеватый тугопластичный, показатели свойств не превышают допустимого значения 0,15 ни по одному показателю. Дальнейшего разделения не требуется.

Таблица 2.4 – Статистические данные по ИГЭ № 3 – суглинок легкий пылеватый мягкопластичный (Ia I-II tg)

Характеристики физических свойств	Среднеквадратичное отклонение, $\sigma$	Среднее значение параметра, X	Коэффициент вариации, V
Естественная влажность, $W_{\text{ест}}$	0,57	29,06	0,023
Влажность на границе текучести, $W_L$	0,65	32,81	0,027
Влажность на границе раскатывания, $W_P$	0,44	22,58	0,024
Число пластичности, $I_p$	0,71	10,21	0,071
Коэффициент пористости, e	0,0038	0,82	0,046

По результатам, приведенным в таблице видно, что для предварительного выделенного ИГЭ № 3 – суглинок легкий пылеватый мягкопластичный (Ia I-II tg), показатели свойств не превышают допустимого значения 0,15 ни по одному показателю. Дальнейшего разделения не требуется.

Окончательно на участке можно выделить 3 инженерно-геологических элемента:

- ИГЭ № 1 – суглинок легкий твердый ранне-среднечетвертичный тайгинской свиты (Ia I-II tg);
- ИГЭ № 2 – суглинок легкий пылеватый тугопластичный ранне-среднечетвертичный тайгинской свиты (Ia I-II tg);
- ИГЭ № 3 – суглинок легкий пылеватый мягкопластичный ранне-среднечетвертичный тайгинской свиты (Ia I-II tg).

### 2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов

Расчетные значения физических и механических характеристик грунтов, необходимых для проектирования сооружения, устанавливаются на основе статической обработки согласно ГОСТ 20522-2012.

$X_n$  – нормативное значение всех физических и механических характеристик грунтов,  $X$  – среднеарифметическое значение:

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

где  $n$  – число определений характеристики;  $X_i$  – частные значения характеристики, получаемые по результатам отдельных  $i$ -ых опытов.

Расчетные значения получают при делении нормативной характеристики на коэффициент безопасности по грунту. Данные значения устанавливают для характеристик, которые используются в расчетах оснований и фундаментов (удельное сцепление, угол внутреннего трения, модуль деформации).

Расчетные значения показателей свойств приводятся для всех трех ИГЭ.

Сводная таблица нормативных и расчетных значений показателей физико-механических свойств грунтов приведена в приложении 3.

## **2.4 Гидрогеологические условия**

На изучаемом участке подземные воды приурочены к зоне региональной трещиноватости мощностью от 20 до 80 м, которая развита в верхней части разреза толщи и по зонам тектонического дробления. По условиям залегания воды относятся к трещинному типу. Питание осуществляется за счет разгрузки водоносных горизонтов склона Томь-Яйского водораздела и инфильтрации атмосферных осадков.

В процессе изысканий на исследуемую глубину до 13 метров на данной территории подземные воды встречены не были.

## **2.5 Геологические процессы и явления**

В соответствии с картой общего сейсмического районирования ОСР-2015, для объектов нормальной и пониженной ответственности по карте ОСР-2015-А, а также для объектов повышенной ответственности по карте ОСР-2015-В и ОСР-2015-С интенсивность землетрясения на территории размещения проектируемого объекта составляет 6 (шесть) баллов.

Категория опасности эндогенных процессов (землетрясения) оценивается как умеренно опасная согласно СП 115.13330.2011.

## **2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий**

Категория сложности инженерно-геологических условий района работ согласно СП 47.13330.2016, приложение Г.

- Геоморфологические условия – участок относится к I категории сложности, так как находится в пределах одного геоморфологического элемента, поверхность слабонаклонная, нерасчлененная. Категория сложности оценивается как простая
- Геологические условия – в разрезе выделяется один литологический слой, залегающий слабо наклонно. I категория сложности (простая).

- Гидрогеологические условия – I категория сложности, подземные воды на изучаемую глубину 13 м отсутствуют. Категория сложности оценивается как простая

- Опасные процессы – отсутствуют. I категория сложности (простая).

- Специфические грунты – отсутствуют. I категория сложности (простая).

- Техногенные воздействия и изменения освоенных территорий – I категория сложности. Незначительные и могут не учитываться при изысканиях.

Анализируя вышеперечисленные факторы, принимаем первую (простую) категорию сложности инженерно-геологических условий [15].

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

На исследуемой территории в разрезе присутствуют увлажненные глинистые грунты низкой несущей способности, которые в процессе работ могут усложнить строительство объекта и последующую эксплуатацию.

### **3 Проектная часть. Проект инженерно-геологических изысканий на участке строительства**

Проектные работы предусматривают инженерно-геологическую разведку, для этого необходимо определить границы сферы взаимодействия сооружения с геологической средой.

#### **3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружения с геологической средой**

Сфера взаимодействия (СВ) – это массив грунтов, определяющий устойчивость сооружения и воспринимающий от него различного рода воздействия, приводящие к изменению напряженного состояния грунтов, температурного и водного режимов [8].

Сфера взаимодействия позволяет определить границы (площади и глубины) инженерно-геологической разведки. В результате взаимодействия сооружения с геологической средой происходит изменение состояния грунта. Меняется его температура, влажность и прочность. В связи с этим необходимо определять сферу взаимодействия сооружения с геологической средой.

Границы сферы взаимодействия зависят от свойств геологической и характера проектируемой деятельности – назначение, тип, конструкция, методы строительства и эксплуатации сооружения.

Границы сферы взаимодействия сооружения с геологической средой позволяют определить площадь и глубину проведения инженерно-геологических изысканий, а в дальнейшем объемы и методы выполнения работ.

Работы назначаются только тогда, когда определено точное местоположение проектируемого объекта, разработана его конструкция и режим эксплуатации. Также перед началом работ необходимо выявить и изучить основные черты геологического строения участка строительства и его гидрологические условия.

Важным фактором при строительстве являются инженерно-геологические процессы и явления, которые могут привести в неустойчивое состояние проектируемое сооружение. О наличии и пространственном положении зон развития таких процессов также необходимо знать.

Согласно табл. 8.1 СП 11-105-97 часть IV расстояния между горными выработками следует устанавливать с учетом ранее пройденных выработок в зависимости от сложности инженерно-геологических условий и уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений. По нашим данным расстояния между горными выработками для зданий и сооружений II уровня ответственности и I категории сложности составляет 50-40 м.

По техническому заданию запроектированная глубина погружения свай составляет 7 м. Глубина ростверка 0,5 м. Согласно СП 24.13330.2011, для того чтоб определить глубину горной выработки необходимо к глубине погружения сваи прибавить 5 метров, согласно СП 24.13330.2011. Глубина сферы взаимодействия будет равна 12 м, по площади сфера взаимодействия 62\*52 м (графическое приложение 3).

Таблица 3.1 – Техническая характеристика проектируемого объекта

Вид и назначение проектируемого здания и сооружения	Габариты (длина, ширина, высота), м	Тип фундамента	Этажность	Уровень ответственности
1	2	3	4	5
Торговый центр	60×50	Свайный	2	II

Согласно СП 24.13330.2011 по условиям взаимодействия свай с грунтом выбираем висячие сваи (сваи трения), так как у нас сваи опираются на деформируемые грунты и передают нагрузку на основание боковой поверхностью и нижним концом.

По анализу сферы взаимодействия проектируемых сооружений с геологической средой составлена расчетная схема основания (графическое приложение 3).

Расчетная схема – это инженерно-геологический разрез сферы взаимодействия, который отображает технические характеристики сооружения, инженерно-геологические элементы, гидрогеологические условия, нужный для расчета набор показателей физико-механических свойств пород (графическое приложение 3).

Анализ сферы взаимодействия и характера взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой позволяет определить набор показателей состава, физических и физико-механических свойств грунтов. Данные показатели будут использоваться проектировщиками при расчетах оснований по деформациям и несущей способности.

Расчетная схема позволяет установить границы проявления инженерно-геологических процессов; выбрать оптимальные методы расчета, позволяющие получить количественный пространственно-временной прогноз процесса; установить границы распространения тех значений показателей свойств грунтов, которые будут использоваться в расчетах.

### **3.2 Обоснование видов и объёмов проектируемых работ**

Схема организации работ по инженерно-геологическим изысканиям включает три основных периода:

- а) подготовительный;
- б) период выполнения основных объемов работ по утвержденной программе;
- в) заключительный период (заключительная обработка материалов и составление инженерно-геологического заключения).

Подготовительный период включает в себя работы организационно-методического и организационно-технического содержания, в итоге составляется программа инженерно-геологической разведки, проводится обеспечение работ материально-техническими средствами и кадрами исполнителей.

Период выполнения основных объемов работ включает в себя время выполнения буровых, геофизических, лабораторных, опытных и других видов работ, которые предусматривает программа. Ведется камеральная обработка материалов, полученных ранее, вносятся необходимые изменения в системы инженерно-геологической разведки и опробования. Останавливаются те или иные виды работ по достижении результата.

Заключительный период инженерно-геологической разведки наступает по завершению всех запланированных полевых и лабораторных работ, после того как предварительно обработаны полученные материалы. Составляется заключение, которое содержит все сведения, предусмотренные программой. Назначаются рекомендации по учету влияния ИГ факторов на проектируемые сооружения.

Инженерно-геологические изыскания включают в себя следующие работы:

- сбор и обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет, рекогносцировочные работы;
- топографо-геодезические работы;
- буровые работы;
- инженерно-геологическое опробование;
- полевые опытные работы;
- лабораторные работы;
- камеральные работы.

### **3.2.1 Сбор и обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет, рекогносцировочные работы**

Согласно СП 11-105-97 часть IV сбор и анализ материалов изысканий и материалов прошлых лет необходимо выполнять при инженерно-геологических изысканиях для каждого этапа (стадии) разработки

предпроектной и проектной документации, с учетом результатов сбора на предшествующем этапе.

Сбору и обработке подлежат материалы:

– инженерно-геологических изысканий прошлых лет, выполненных для обоснования проектирования и строительства объектов различного назначения – технические отчеты об инженерно-геологических изысканиях, гидрогеологических, геокриологических, геофизических и сейсмологических исследованиях, стационарных наблюдениях и другие данные, сосредоточенные в государственных, территориальных и ведомственных фондах и архивах;

– геолого-съёмочных работ, региональных исследований, режимных наблюдений и др.;

– аэрокосмических съёмок территорий различных лет;

– научно-исследовательских работ и научно-технической литературы, в которых обобщаются данные о природных условиях территории и их компонентах и (или) приводятся результаты новых разработок по методике и технологии выполнения инженерно-геологических изысканий.

При составлении программы по инженерно-геологическим изысканиям использовались материалы ранее проведенных исследований в объеме необходимом для определения природных условий и предварительной оценки геологических, инженерно-геологических особенностей изучаемой территории.

Рекогносцировочное обследование выполняется с целью выявления геологических и инженерно-геологических процессов и явлений, их приуроченности к тем или иным геоморфологическим элементам.

Выявить наиболее характерные особенности геологического строения района и отметить участки с развитием опасных физико-геологических процессов и явлений.

Произвести фото фиксацию всех встреченных процессов и явлений. Полевую документацию произвести в соответствии с действующими нормативными документами (СП 11-105-97) [12].

### **3.2.2 Топогеодезические работы**

Согласно СП 47.13330.2016, ИГ изыскания должны обеспечивать получение топогеодезических материалов и данных, инженерно-топографических планов, составленных в цифровом и (или) в графическом виде, а также сведений, необходимых для подготовки и обоснования документов территориального планирования и подготовки проектной документации.

Целью проектирования топографо-геодезических работ является привязка трех скважин и семи точек статического зондирования с помощью системы GPS.

### **3.2.3 Буровые работы**

Буровые работы позволяют изучить геологическое строение разреза и отобрать образцы проб с ненарушенной структурой.

Общее количество скважин в пределах контуров здания II уровня ответственности должно быть, не менее трех с учетом ранее пройденных, для каждого здания. В зависимости от категории сложности условий и уровня ответственности сооружения, устанавливается расстояние между горными выработками, которые располагаются по контуру или осям проектируемого сооружения. Проектом предусмотрено бурение трех скважин глубиной 13 м. Схема расположения скважин представлена на рисунке 3.1.

### **3.2.4 Инженерно-геологическое опробование**

Инженерно-геологическое опробование – комплекс работ, целью которых является более точное изучение состава и свойств пород, а также

закономерностей их изменения в пространстве и во времени под влиянием естественных и техногенных факторов.

Инженерно-геологическое опробование включает:

- определение системы размещения точек изучения состава, свойств и состояния пород;
- отбор, упаковку, транспортировку и хранение образцов пород в соответствии с ГОСТ 12071-2014 [22].

Опробование необходимо проводить качественно, так как от него зависит точность определений характеристик грунта, выбор типа фундамента и другие важные показатели, которые в дальнейшем будут оказывать влияние на безопасность сооружения.

Лабораторные определения физико-механических характеристик грунтов по образцам из горных выработок следует осуществлять на участках каждого проектируемого здания и сооружения или их группы согласно СП 47.13330.2016 [15].

Количество определений одинаковых характеристик грунтов, которые являются необходимыми для вычисления нормативных и расчетных значений в результате статистической обработки результатов испытаний следует устанавливать расчетом в зависимости от степени неоднородности грунтов основания, заданной точности (при требуемой доверительной вероятности) вычисления характеристики и с учетом уровня ответственности и вида (назначения) проектируемых зданий и сооружений.

Интервал и шаг опробования являются числовой характеристикой плотности точек опробования. Под интервалом опробования понимается расстояния между точками определения показателей свойств грунтов в разрезе по вертикали. Шаг опробования – расстояние между точками определения показателей свойств грунтов по горизонтали.

Интервал опробования определяется по формуле:

$$n = \frac{H_{\text{ср}}}{N_{\text{опт}}} \cdot \text{количество скважин}$$

где  $n$  – интервал опробования, м;  $H_{cp}$  – средняя мощность ИГЭ, м;  $N_{opt}$  – необходимое количество образцов.

Расстояния между горными выработками следует устанавливать с учетом ранее пройденных выработок в зависимости от сложности инженерно-геологических условий и уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений в соответствии с пунктом 8.4 СП 11-105-97. Инженерно-геологические условия участка работ относятся к первой категории сложности, уровень ответственности проектируемого здания – II, следовательно, расстояние между скважинами должно быть не более чем 100 м.

Исходя из выше указанной формулы расстояние между скважинами:

$$\frac{\sqrt{60^2+50^2}}{2} = 39,05 \text{ м.}$$

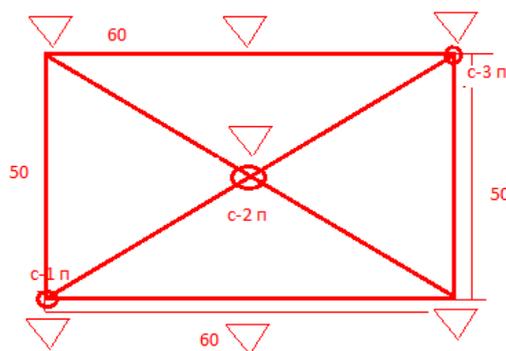


Рисунок 3.1 – Схема расположения скважин на участке

▽ точки статического зондирования.

Виды лабораторных исследований и количество образцов грунтов следует устанавливать соответствующими расчетами в программе изысканий для каждого ИГЭ в зависимости от требуемой точности определения их свойств, степени неоднородности грунтов и уровня ответственности проектируемого объекта. При отсутствии требуемых для расчетов данных следует обеспечивать по каждому ИГЭ получение частных значений в количестве не менее 10 характеристик состава и состояния грунтов или не менее 6 характеристик механических свойств грунтов, в соответствии с

СП11-105-97. Необходимые значения частных характеристик свойств грунта приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Необходимое количество частных значений характеристик грунтов

ИГЭ	Плотность, $\rho$	Плотность частиц грунта, $\rho_s$	Естественная влажность, $W_{ест}$	Влажность на границе текучести, $W_L$	Влажность на границе раскатывания, $W_p$	Модуль деформации, $E$	Сцепление, $C$ ; угол внутреннего трения, $\phi$	Количество образцов
								МОНОЛИТ
ИГЭ-1– суглинок легкий твердой консистенции	10	10	10	10	10	6	6	10
ИГЭ-2 – суглинок легкий пылеватый тугопластичной консистенции	10	10	10	10	10	6	6	10
ИГЭ-3 – суглинок легкий пылеватый мягкопластичной консистенции.	10	10	10	10	10	6	6	10

Зная необходимое количество образцов, рассчитываем интервал опробования для каждого ИГЭ:

$$n=1.3/10*3=0.4 \text{ м – ИГЭ № 1;}$$

$$n=2.4/10*3=0.7 \text{ м – ИГЭ № 2;}$$

$$n=9.6/10*3=2.88 \text{ м – ИГЭ № 3.}$$

Для ИГЭ № 3 примем интервал опробования 2 м, т.к. по опыту изыскательских организаций он не должен превышать 2 м. Увеличится количество образцов. Таким образом количество образцов для данного ИГЭ составит 15 и увеличится количество лабораторных определений показателей свойств.

Отбор, упаковка и транспортировка образцов грунтов выполняется согласно требованиям ГОСТ 12071-2014 и руководства по определению

физических, теплофизических и механических характеристик мерзлых грунтов.

### **3.2.5 Лабораторные исследования грунта**

Согласно СП 47.13330.2016 лабораторные исследования грунтов выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 30416 – 2012.

Образцы ненарушенной структуры (монолиты) будут использоваться с целью определения физических (влажности, консистенции) и физико-механических свойств грунтов (физических, деформационных и прочностных).

Таким образом, проектируются следующие лабораторные определения:

Планируются следующие лабораторные определения:

- определение влажности;
- определение плотности грунта;
- определение плотности частиц грунта;
- определение влажности на границе текучести;
- определение влажности на границе раскатывания;
- испытания на компрессионное сжатие;
- определение сопротивления срезу.

### **3.2.6 Камеральная обработка**

Завершающим этапом всех запланированных полевых и лабораторных работ является камеральная обработка материалов. Камеральная обработка предусматривает составление отчета о проделанных работах с заключением. Составление инженерно-геологических разрезов, колонок, сводной таблицы нормативных и расчетных показателей свойств грунтов для ИГЭ.

Отчет об инженерно-геологических условиях участка включает в себя:

- пояснительную записку;

– сводную таблицу нормативных и расчетных показателей свойств грунтов выделенных инженерно-геологических элементов;

– графическую часть в виде инженерно-геологических разрезов, графиков и т.д.

Таблица 3.4 – Виды и объемы работ

№ п/п	Наименование видов работ	Ед. измерения	Объем работ
<b>Полевые работы</b>			
1	Рекогносцировка	Площадь, м <sup>2</sup>	4200
2	Топогеодезические работы	точка	10
3.	Проходка горных выработок	Скв/пог. м	3/39
4	Статическое зондирование	точка	7
5.	Отбор образцов ненарушенной структуры	образец	35
<b>Лабораторные работы</b>			
6.	Определение влажности	опр.	35
7.	Определение влажности на границе текучести	опр.	35
8.	Определение влажности на границе раскатывания	опр.	35
9.	Определение плотности грунта	опр.	35
10.	Определение плотности частиц грунта	опр.	35
11.	Компрессионные испытания грунтов (Е)	опр.	18
12.	Определение прочностных свойств	опр.	18
13	Определение коррозионной активности грунтов	опр.	6
14	Технический отчет	отчет	1

### 3.3 Методика проектируемых работ

#### 3.3.1 Сбор и анализ материалов изысканий и материалов прошлых лет

Согласно СП 11-105-97 часть IV в состав материалов, подлежащих сбору и обработке, следует включать сведения о климате, гидрографической

сети района, характере рельефа, геоморфологических особенностях, геологическом строении, гидрогеологических условиях, геологических, инженерно-геологических процессах, физико-механических свойствах грунтов, составе подземных вод, техногенных воздействиях и последствиях хозяйственного освоения территории, включая сведения о характере распространения многолетнемерзлых грунтов, обильности и химическом составе подземных вод, об изменениях геокриологических условий под влиянием естественных и техногенных факторов, опыта строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

При сборе и обработке материалов о криогенных процессах и образованиях следует особое внимание уделять установлению закономерностей их формирования в зависимости от процессформирующих факторов (особенностей климатических, геокриологических условий, рельефа, состава, температуры грунтов и др.), активности процессов в естественных и нарушенных условиях, негативном воздействии процессов на здания и сооружения и экологию ландшафтов.

На основании собранных материалов формулируется рабочая гипотеза об инженерно-геокриологических условиях исследуемой территории и устанавливается категория сложности этих условий, в соответствии с чем в программе изысканий по объекту строительства устанавливаются состав, объемы, методика и технология изыскательских работ.

Все имеющиеся материалы изысканий прошлых лет должны использоваться для отслеживания динамики изменения геокриологических условий под влиянием техногенных воздействий и динамики изменения климата.

### **3.3.2 Инженерно-геологическая рекогносцировка**

Инженерно-геологическое рекогносцировочное обследование территории в полосе съемки выполняется с целью комплексного изучения и оценки инженерно-геологических, геокриологических и гидрогеологических условий площадки работ на основании требований СП 11-105-97

часть IV [12].

В задачу рекогносцировочного обследования входит выявление условий проведения изысканий, осмотр территории проведения работ, визуальная оценка рельефа, описание внешних проявлений неблагоприятных процессов и явлений, оказывающих влияние на строительство и эксплуатацию проектируемого сооружения, а так же предварительное размещение геологических выработок.

Рекогносцировочное обследование проектируется проводить методом маршрутного инженерно-геологического обследования в границах съемки с детальностью необходимой для М 1:500.

В состав рекогносцировочного обследования входит: описание местности (точки маршрутных наблюдений с координатной привязкой совмещаются с точками бурения скважин и точками вертикального электрического зондирования); прослеживание геологических границ; оконтуривание геоморфологических элементов; описание гидрологических и геокриологических особенностей территории.

Результаты инженерно-геологического рекогносцировочного обследования будут представлены на карте инженерно-геологических условий и при необходимости на профилях и инженерно-геологических разрезах.

### **3.3.3 Топографо-геодезические работы**

Для обеспечения планово высотной привязки пробуренных скважин проводятся топографо-геодезические работы.

Работы проводятся согласно СП 47.13330.2016. Привязанные выработки (точки наблюдений) закрепляются временными знаками. В соответствии с требованиями СП 11-104-97 привязка производится инструментально, средняя погрешность не более 1 мм в масштабе топографического плана. Геодезические работы рекомендуется выполнять с использованием теодолита RGK Т 05 (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Теодолит RGK T 05

В технический отчет по топографо-геодезическим работам входит:

- пояснительная записка с указанием объекта, сроках и видах работ;
- схема планово-высотного расположения выработок;
- каталог координат выработок;
- топографические планы;
- ведомости вычисления координат;
- акты передачи документации, ответственным лицам.

### **3.3.4 Буровые работы**

Целью буровых работ является изучение геологического строения разреза и отбор образцов проб с ненарушенной и структурой. Данный проект предусматривает бурение трех геологических скважин, глубиной 13 м.

Вид и способ бурения скважин выбирается исходя из целей и назначения выработок. Также учитываются условия залегания, вид, состав и состояние грунтов, крепость пород, наличие вод.

Способ бурения необходимо выбирать такой, чтоб он обеспечивал хорошее качество инженерно-геологической информации и высокую производительность.

На изыскиваемой территории проектируемая глубина скважин составляет 13 м. Для изучения инженерно-геологического разреза данной территории необходимо выполнить бурение 3 скважин.

Категории грунтов, слагающих геологический разрез, по буримости в соответствии с классификацией, представленной в пособии Б.М. Ребрика «Бурение инженерно-геологических скважин» следующие:

- ИГЭ № 1 – II категория пород по буримости;
- ИГЭ № 2 – II категория пород по буримости;
- ИГЭ № 3 – II категория пород по буримости.

Скважины будут пробурены колонковым способом.

Колонковое бурение – один из наиболее широко распространенных способов проходки скважин. Основные преимущества: универсальность, т.е. возможность проходки скважин почти во всех разновидностях горных пород, возможность получения керна с незначительными нарушениями природного сложения грунта. Сравнительно большие глубины бурения, наличие крупного парка выпускаемых промышленностью высокопроизводительных буровых станком как самоходных, так и стационарных, так и стационарных, хорошая освоенность технологии бурения и т.д.

Бурение «всухую» – наиболее распространенная разновидность колонкового бурения при изысканиях [5].

Проектом предусматривается бурение 3 скважин глубиной 13 м. Общий метраж бурения составляет 39 м.

### **Конструкция инженерно-геологических скважин**

Бурение скважины на изысканиях проходят для изучения геологического разреза, отбора образцов грунта с целью определения его

состава, состояния и физико-механических свойств; постановки различного рода опытных работ в скважинах.

Задачи, решаемые с помощью бурения, определяют род специфических требований к этому процессу, предъявляемых инженерными изысканиями.

При помощи учебного пособия Б.М. Ребрика была выбрана конструкция скважины. Особенности приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Конструктивные особенности скважины

Вид скважины по диаметру	Тип скважин	Группа скважин	Глубина скважин, м	Диаметр скважин, мм	Число колонн обсадных труб	Особенности геологического разреза	Вид изысканий и характер использования скважин
Малого диаметра	II	б	7-30	108-168	1	Неустойчивые породы, требующие закрепления большей части интервала скважины	Инженерно-геологическое и гражданское строительство.

Конструкция скважины определяется: минимальным диаметром монолита, глубиной скважины и сложностью геологического разреза, способом, технологией и техникой бурения.

#### 3.3.4.1 Полевые опытные работы (статическое зондирование)

Для определения плотности сложения, прочностных и деформационных характеристик грунтов, а также несущей способности свай, на данном участке предусматривается выполнить статическое зондирование грунтов в пределах проектируемого сооружения. Необходимо не менее семи точек на каждое здание по сетке 25x25 м в соответствии с СП 24.13330.2011. Проектом предусматривается проведение 7 опытов статического зондирования на глубину сферы взаимодействия (12 м).

### 3.3.4.2 Выбор буровой установки

Проект предусматривает бурение разведочных скважин буровой установкой ПБУ 2 (передвижная буровая установка) на базе автомобиля ЗИЛ-131. (рис.3.3). В качестве породоразрушающих инструментов применять твердосплавные коронки диаметром до 160 мм. С целью изучения инженерно-геологического разреза бурение сопровождать необходимым объемом отбора проб с ненарушенной и нарушенной структурой.



Рисунок 3.3 – Буровая установка ПБУ 2 на базе автомобиля ЗИЛ

Назначение буровой установки ПБУ 2:

- инженерные изыскания;
- бурение скважин различного назначения при выполнении строительных работ;
- сейсморазведка;
- геологоразведка;
- бурение гидрогеологических скважин.

Машина ПБУ-2 имеет основу с дизельным мотором автоматического типа. Такая особенность прекрасно сочетает установку с другими ходовыми рамами: ЗИЛ, УРАЛ, КамАЗ, МАЗ, гусеницы.

Таблица 3.6 – Технические характеристики ПБУ-2

Ход подачи, м	1,8; 3,5*
Усилие подачи, кгс: - вверх - вниз	3500 - 10000* 3500 – 10000*
Частота вращения шпинделя, об/мин	25 - 430
Крутящий момент, кгм	500
Грузоподъемность лебедки, кгс	1600
Условная глубина бурения, м: - шнеками - шнековым буром - «летающим» шнековым буром оригинальнойконструкции, скользящим по штангам: - с продувкой - с промывкой	60 25 16 100 100 - 120
Диаметр бурения, макс., мм: - шнеками - шнековым буром - с промывкой (конечный) - с продувкой (конечный) - ударно-канатное со значением	400 850 190,5 190,5 168
<b>Примечание: * - в зависимости от модификации</b>	

### **Породоразрушающий инструмент**

Работы будут выполняться ребристым типом коронок – коронки типа М1. Породоразрушающий инструмент имеет диаметры 132, 112 мм.

### **Технология бурения скважин**

Колонковое бурение «всухую» – это вращательное бурение кольцевым забоем скважин малого диаметра в породах малой твердости последовательными рейсовыми углублениями.

Этот вид бурения достаточно широко применяется на изысканиях 000

Проводится бурение укороченными рейсами (длина рейса не превышает 1-1,5 м), при 80-150 об/мин и осевой нагрузке на забой 3-6 кН.

Заклинивание керна проводят «затиркой», для этого необходимо последние 5-10 см рейса пройти с повышенной осевой нагрузкой. Для получения керна высокого качества величину рейса следует устанавливать 0,5-0,7м. Механическая скорость данного вида бурения составляет 005-0,5 м/мин, производительность не более 20 м/смену.

### **Вспомогательные работы, сопутствующие бурению**

Предусматривается следующий комплекс вспомогательных работ, которые сопутствуют бурению:

- крепление скважины трубами;
- монтаж-демонтаж буровой установки;
- документация керна.

В процессе бурения выработок делается порейсовое описание всех встреченных литологических разновидностей грунтов с отражением их текстурных и структурных особенностей, производился отбор проб для лабораторных исследований свойств грунтов и их химического анализа. Номенклатура грунтов определяется в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [20].

Полевая документация ведется в соответствии с требованиями «Пособия по составлению и оформлению документации инженерных изысканий для строительства», часть 2.

После окончания полевых работ выработки ликвидируются выбуренным грунтом с послышной трамбовкой, что необходимо для исключения загрязнения природной среды и активизации геологических и инженерно-геологических процессов. Все выработки закреплены знаками для инструментальной привязки. Планово-высотная привязка выработок производится инструментально и наносится на топографические планы.

#### **3.3.5 Инженерно-геологическое опробование**

При бурении горных выработок отбираются пробы ненарушенной структуры.

Отбор, упаковка и хранение проб грунта проводится согласно требованиям ГОСТ 12071-2014 [22].

На монолите (керне) грунта после отбора отмечать его верх. Монолиты (керны) и образцы нарушенного сложения снабдить этикеткой. Этикетка должна содержать:

- наименование объекта (участка);

- название, вид, номер выработки;
- глубину отбора образца;
- должность и фамилию лица, производившего отбор образца, его подпись;
- дату отбора образца.

Количество образцов грунта ненарушенной структуры, отобранных в процессе изысканий, должно быть не менее 6-10 (согласно СП 11-105-97 ч. IV) для каждого слоя.

В случае вскрытия горизонта подземных вод отбирается проба воды на проведение стандартного химического анализа, определения агрессивности и коррозионных свойств. Каждый встреченный водоносный горизонт опробуется не менее чем 3 пробами воды.

Отбор, консервацию, хранение и транспортирование проб воды для лабораторных исследований следует осуществлять в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000. Подземные воды отбираются из скважины после предварительного желонирования в чистые пластиковые бутылки емкостью 1,5-2,0 л. Перед отбором необходимо сполоснуть бутылку отбираемой на анализ водой. После отстаивания от механических примесей (грунта) заполнить бутылку водой доверху, так чтобы часть ее перелилась через край. Плотнo закрыть бутылку, наклеить этикетку с указанием наименования объекта (участка); номера пробы; номера скважины; глубины отбора; должность и фамилию лица, производившего отбор; дату отбора пробы воды. Отобранные пробы воды упаковывают в ящики, перекладывая поролоном или мягкой тканью (марлей), и отправляют в лабораторию не позднее 10 дней от даты отбора.

### **3.3.6 Лабораторные исследования грунтов**

Лабораторные исследования грунтов выполняются для определения их состава, состояния, физических, механических, химических свойств для выделения классов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей в

соответствии с ГОСТ 25100–2011. Что в последствии позволяет определить их нормативные и расчетные значения характеристик, выявить степень однородности грунтов по площади и глубине, выделить инженерно-геологические элементы, прогнозировать изменение состояния и свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации объекта.

В лабораторных условиях изучаются такие показатели как: плотности ( $\rho$ ,  $\rho_s$ ), естественная влажность ( $W_e$ ), влажность на границе текучести ( $W_L$ ), влажность на границе раскатывания ( $W_P$ ), число пластичности ( $I_P$ ), показатель текучести ( $I_L$ ), модуль деформации ( $E$ ), сцепление ( $C$ ) и угол внутреннего трения ( $\varphi$ ).

Естественная влажность грунтов ( $W_e$ ) определяется методом высушивания до постоянной массы ГОСТ 5180-15 [24].

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

$$W_e = 100 * (m_1 - m_0) / (m_0 - m)$$

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 [24].

Влажность на границе текучести ( $W_L$ ) определяют методом балансируемого конуса Васильева А.И. по ГОСТ 5180-15. Породу предварительно подготавливают к проведению опыта, разбавляя ее водой до однородной массы. Затем устанавливают балансирующий 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 [24].

Влажность на границе раскатывания ( $W_P$ ) определяется методом раскатывания в жгут по ГОСТ 5180-15. 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 кусочков взвешивают, высушивают и определяют  $W_p$ .

Число пластичности ( $I_p$ ) и показатель 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 границе текучести;  $W_p$  – влажность на границе раскатывания;  $W_e$  – естественная влажность. [24]

Плотность грунта определяется методом режущего кольца по ГОСТ 5180-15, 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,  $\text{см}^3$ .

Плотность частиц грунта ( $\rho_s$ ) определяется пикнометрическим методом по ГОСТ 5180-15. Для проведения опыта необходимы: пикнометр емкостью 100  $\text{см}^3$ , 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 [24].

Механические свойства грунтов будут определяться в соответствии с ГОСТ 12248-2010 [26].

Деформационные свойства грунтов будут изучаться на образцах природной влажности и насыщенных водой в приборах АКР-2 с площадью кольца 60 см<sup>2</sup>. Нагрузка передается ступенями по 0,05 МПа (0,5 кг/см<sup>2</sup>) со стабилизацией осадок на каждой ступени нагрузки. На ступени 3,0 кг/см<sup>2</sup> 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  $\beta$ , учитывающим отсутствие поперечного расширения грунта в одомере, и коэффициентом  $m_k$  (коэффициент Агишева), учитывающим переход от испытаний в приборе к работе грунта в массиве [25].

Прочностные характеристики грунтов будут определяться на сдвиговых приборах.

### **3.3.7 Определение коррозионной активности грунтов**

Способность грунта к физико-химическому взаимодействию с металлом, называется коррозионной активностью грунта.

Коррозионному разрушению подвергаются металлические конструкции, эксплуатирующиеся в подземных условиях и соприкасающиеся с грунтом. Такими конструкциями являются газопроводы, нефтепроводы, сваи и другие.

#### **Факторы, влияющие на коррозионную активность**

Коррозионная активность грунта зависит от таких факторов, как влажность, пористость, проницаемость грунта, наличие органических соединений, состав газовой фазы, электропроводимость грунтов, минерализация, величина рН и состав минеральных солей.

Характеристика коррозионной активности напрямую зависит от величины их электрической проводимости. Чем больше показатель электропроводности, тем выше коррозионная активность грунта.

Способностью грунтов проводить электрический ток, называется электропроводность.

Электропроводность зависит от минерального состава грунтов, их структурно-текстурных особенностей, дисперсности, температуры, давления, химического состава, влажности. Под действием этих факторов удельное электрическое сопротивление может меняться в широких пределах.

Сухие грунты имеют ниже электропроводимость, чем влажные, а значит, будут менее активны по отношению к металлу. Это объясняется тем, что удельные электрические сопротивления воздуха и воды имеют значительную разницу.

Наличие в грунтах водных растворов значительно повышает их электропроводность. Наибольшие изменения электропроводности с повышением влажности можно отметить в осадочных горных породах. При постепенном увлажнении пород, например сухого песчаника, электропроводимость возрастает также постепенно. В связных грунтах с увеличением влажности до 10-12% скорость коррозионной активности растет, с 12 до 25% остается неизменной. Дальнейшее увлажнение грунтов ведет к спаду коррозии, так как водный раствор затрудняет проникновение воздуха к металлу и не дает возможности протекания дальнейшей электрохимической коррозии. При увеличении влажности в слабозасоленных грунтах возможно уменьшение электропроводности вследствие разбавления, содержащегося в порах раствора электролита.

Абсолютно сухие грунты не проявляют коррозионных свойств, это обусловлено отсутствием электролитов.

Слоистые грунты характеризуются электрической анизотропией: электропроводность слоистых грунтов перпендикулярно напластованию ниже, чем вдоль напластования. Это свойство характеризует коэффициент

анизотропии, т.е. отношение сопротивления перпендикулярно и вдоль напластования. Величины этого коэффициента от 1,1 до 2,75. Также в некоторых случаях анизотропия электрических свойств обусловлена ориентировкой пор и частиц в грунтах.

Немаловажным фактором электропроводности является температура. С увеличением температуры повышается электропроводность, например при увеличении температуры на 40-50 °С электропроводность повышается в два раза. С понижением температур электропроводность уменьшается.

Давление также играет значительную роль в электропроводности грунтов. При увеличении давления, пористость грунтов уменьшается вследствие чего, наблюдается повышение электропроводности. Кроме того это связано с повышением степени влажности у не полностью водонасыщенных грунтов.

Коррозионная активность грунтов имеет тесную связь с их химическим составом и зависит от наличия и состава водорастворимых соединений. Данные соединения влияют на протекание всего процесса коррозии, так как играют важную роль в образовании порового электролита и формировании его удельного электрического сопротивления. Грунты, в состав которых входят хлориды, способны интенсивно разрушать металлы. Сульфатные грунты напротив, характеризуются меньшей электропроводностью.

Катионы  $Ca^{+2}$  и  $N^{+}$  оказывают большое влияние на коррозионные свойства грунтов. От этих соединений зависит водо- и воздухопроницаемость. Соотношение жидкой и газообразной компоненты в грунтах способны изменять коррозионные свойства грунтов.

Высокие значения кислотности (pH=2-3) и щелочности (pH=11-14) грунтов увеличивают интенсивность коррозии грунтов, в нейтрально-щелочной среде коррозионная активность будет зависеть от других факторов.

### **Типы грунта и их коррозионная активность**

Классификация грунтов по коррозионной активности:

- высококоррозионные грунты (торфяные, тяжелые глинистые, способные удерживать влагу);
- среднекоррозионные грунты (суглинки);
- практически инертные грунты в коррозионном отношении (песчаные почвы).

Глинистые грунты способны долго удерживать влагу, что приводит к увеличению коррозионной агрессивности среды по отношению к металлическим конструкциям.

Песчаные грунты по отношению к глинистым относятся к инертным в коррозионном отношении почвам.

Высококоррозионными являются торфяные и болотистые грунты, так как имеют большое количество органических кислот. Грунты с низким показателем рН увеличивают интенсивность коррозии.

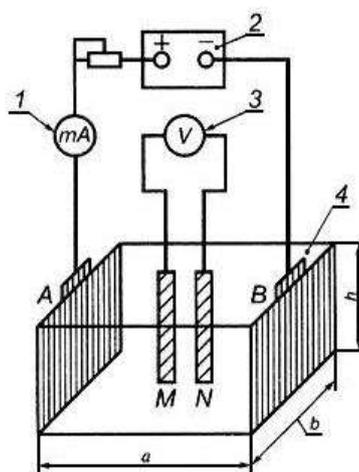
Также повышенная коррозионная активность наблюдается у суглинков, имеющих повышенную щелочность, что способствует ускорению коррозионной активности.

### **Прибор для измерения коррозионной активности грунта**

Для качественной и количественной оценки коррозионной агрессивности грунта предназначен анализатор коррозионной активности АКАГ.

Анализатор предназначен для работы в полевых и лабораторных условиях. Выполнение всех измерительных процедур анализа прибором осуществляется автоматически. Диапазон рабочих температур прибора от +5 до +45 °С. Прибор определяет удельное сопротивление грунта и плотность тока катодной защиты углеродистой и низколегированной стали на основании анализа образцов грунта.

Анализатор реализует способы измерения удельного сопротивления грунта и плотности катодного тока описанные в ГОСТ 9.602-2016. Электрическая схема и устройство измерительной ячейки для определения удельного сопротивления грунта приведена на рис.2.21.



1 – миллиамперметр; 2– источник тока; 3 – вольтметр; 4 – измерительная ячейка размерами  $a$ ,  $b$ ;  $h$ ; А и В – внешние электроды; М и N – внутренние электроды

Рисунок 2.21– Схема установки для определения удельного электрического сопротивления грунта в лабораторных условиях

### Средства контроля и вспомогательные устройства

Источник постоянного или низкочастотного переменного тока любого типа.

Миллиамперметр любого типа класса точности не ниже 1,5 с диапазонами 200 или 500 мА.

Вольтметр любого типа с внутренним сопротивлением не менее 1 МОм.

Допускается использовать специальные приборы.

Ячейка прямоугольной формы внутренними размерами  $a=100$  мм;  $b=45$  мм;  $h=45$  мм из диэлектрического материала (стекло, фарфор, пластмасса) или стали с внутренней футеровкой изоляционным материалом.

Электроды внешние (А, В) размером 44x40 мм (40 мм – высота электрода) в виде прямоугольных пластин (из углеродистой или нержавеющей стали) с ножкой, к которой крепят или припаивают

проводник-токоподвод. Одну сторону каждой пластины, которая примыкает к торцовой поверхности ячейки, изолируют.

Электроды внутренние (М, N) из медной проволоки или стержня диаметром от 1 до 3 мм и длиной на 10 мм больше высоты ячейки.

Шкурка шлифовальная зернистостью 40 (или менее) по ГОСТ 6456.

Вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

Ацетон по ГОСТ 2768.

### **Отбор проб**

Для определения удельного электрического сопротивления грунта отбирают пробы грунтов в шурфах, скважинах и траншеях из слоев, расположенных на глубине прокладки сооружения, с интервалами от 50 до 200 м на расстоянии от 0,5 до 0,7 м от боковой стенки трубы. Для пробы берут от 1,5 до 2 кг грунта, удаляют твердые включения размером более 3 мм. Отобранную пробу помещают в полиэтиленовый пакет и снабжают паспортом, в котором указывают номера объекта и пробы, место и глубину

Отобранную пробу песчаных грунтов смачивают до полного влагонасыщения, а глинистых – до достижения мягкопластичного состояния. Если уровень грунтовых вод ниже уровня отбора проб, смачивание проводят дистиллированной водой.

Электроды зачищают шлифовальной шкуркой, обезжиривают ацетоном и промывают дистиллированной водой. Внешние электроды устанавливают вплотную к внутренним торцовым поверхностям ячейки. При сборе ячейки пластины размещают друг к другу неизолрованными сторонами. Затем в ячейку помещают грунт, послойно утрамбовывая его. Высота грунта должна быть на 4 мм менее высоты ячейки. Устанавливают внутренние электроды вертикально, опуская их до дна по центральной линии ячейки на расстоянии 50 мм друг от друга и 25 мм – от торцовых стенок ячейки.

Удельное электрическое сопротивление грунта определяют по четырехэлектродной схеме на постоянном или низкочастотном переменном

токе (рис. 2.21). Внешние электроды с одинаковой площадью рабочей поверхности  $S_p$  поляризуют током определенной силы  $I_1$  и измеряют падение напряжения  $V_1$  между двумя внутренними электродами при расстоянии  $L_{MN}$  между ними.

### Обработка результатов измерения

Электрическое сопротивление грунта  $R_{г.л}$ , Ом, вычисляют по формуле

$$R_{г.л} = \frac{V_1}{I_1}, \quad (1)$$

где  $V_1$  – падение напряжения между двумя внутренними электродами, В;  $I_1$  – сила тока в ячейке, А.

Примечание – При отсутствии тока разность потенциалов между двумя внутренними электродами  $V_{01}$  может отличаться от нуля в пределах от 10 до 30 мВ, тогда для расчета электрического сопротивления грунта используют формулу:

$$R_{г.л} = \frac{V_1 - V_{01}}{I_1} \quad (2)$$

Удельное электрическое сопротивление грунта  $\rho$ , Ом·м, вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{R_{г.л} S_p}{L_{MN}} \quad (3)$$

где  $R_{г.л}$  – электрическое сопротивление грунта, рассчитанное по формуле (1), Ом,

$S_p$  – площадь поверхности рабочего электрода, м<sup>2</sup>,

$L_{MN}$  – расстояние между внутренними электродами, м.

При использовании специальных приборов измерения при определении электрического сопротивления грунта проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

Результаты измерений и расчетов заносят в протокол по форме А.2 в соответствии с ГОСТ 9.602-2016 [25].

### 3.3.8 Камеральные работы

Камеральная обработка материалов изысканий будет выполняться согласно СП 11-105-97, часть III. Во время камеральных работ необходимо будет выполнить:

- инженерно-геологические разрезы;
- паспорта по определению механических характеристик грунтов;
- таблицы нормативных и расчётных значений характеристик грунтов.

В техническом отчете для стадии рабочей документации ИГ изысканий должны быть отражены данные по объемам и характере изыскательских работ, с указанием исполнителя и сроков работ.

Содержание технического отчета: введение, физико-географический очерк, сведения о геологическом строении и геоморфологии, гидрогеологических условиях, физико-механических свойствах грунтов, условиях строительства и рекомендации по выполнению работ.

Материалы о инженерно-геологических изысканиях будут обрабатываться на ПК с применением следующих программ: AutoCAD-2018, пакета Microsoft Office XP. С использованием данных программ будет составлен и технический отчет.

## 4 Социальная ответственность при выполнении инженерно-геологических работ

Площадка изысканий под строительство ТЦ расположена по адресу г.Томск, микрорайон Зеленая долина, ул. Сиреневая, 12.

В геоморфологическом отношении участок приурочен к поверхности Томь-Яйского водораздела и первой и второй правобережным надпойменным террасам р. Ушайки. Рельеф местности равнинный. С абсолютными отметками от 188 до 191 м.

Климат рассматриваемого района резко континентальный, с продолжительной суровой зимой и коротким, но теплым летом. В течение года наблюдаются значительные колебания температуры воздуха. Наиболее тёплым месяцем является июль, наиболее холодным – январь.

Проведение полевых, лабораторных и камеральных работ могут сопровождаться возникновением вредных и опасных факторов. Анализ возможных ОВПФ проведен согласно ГОСТ 12.0.003-15[31].

### 4.1 Производственная безопасность

Таблица 4.1 – Опасные и вредные факторы при инженерно-геологических изысканиях и разработке проекта под строительство торгового центра в микрорайоне «Зеленая долина».

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы по (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1)Топогеодезические работы; 2)Бурение скважин. 3)Полевое испытание грунтов статическим зондированием; 4)Опробование грунтов.	1.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 2.Превышение уровней шума и вибрации; 3.Повышенная загазованность воздуха рабочей среды.	1.Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; 2.Поражение электрическим током; 3.Контакт с насекомыми или животными.	ГОСТ 12.2.003-91 ГОСТ 12.1.038-82 ГОСТ 12.1.003-2014 ГОСТ 12.1.012-2004 ГОСТ 12.1.003-2014

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы по (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Лабораторные и камеральные работы: 1)Определение прямых и косвенных показателей свойств пород; 2)Камеральные работы.	1.Отклонение показателей микроклимата в помещении; 2.Повышенные уровни электромагнитных и ионизирующих излучений; 3.Недостаточная освещенность рабочей зоны.	1.Поражение электрическим током; 2.Статическое электричество.	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 2.2.1/2.1.1.127 8-03

#### 4.1.1 Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению

##### Полевой этап

##### Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

Полевые работы при инженерно-геологических изысканиях проходят в определенных метеорологических условиях.

Климат района работ резко континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет 0,5 °С. Самый холодный зимний месяц – январь (-19,2°С), самый теплый – июль (18,1 °С).

Неблагоприятные климатические условия могут негативно сказываться на здоровье человека, снижать его трудоспособность и производительность труда. Все полевые работы планируется проводить в осенний период с сентября по октябрь.

При повышенной температуре воздуха рабочей зоны организм человека не справляется с терморегуляцией и возникает перегрев, сопровождающийся повышением температуры тела до 38°С.

В тяжелых случаях появляется возможность получения теплового удара, при этом температура тела повышается до 40°C, и пострадавший теряет сознание. Высокая температура воздуха также усиливает потоотделение, которое приводит к судорожной болезни.

Для предотвращения перегрева человека на открытом воздухе на площадке, где будут отбираться пробы, предусматривается сооружение навесов, палаток. Одежда рабочих должна быть легкой и свободной, из тканей светлых тонов. Необходимо закрывать кожные покровы, чтоб избежать ожогов ультрафиолетовыми лучами.

Переохлаждение – состояние организма, при котором температура тела падает ниже нормы, при этом нарушается обмен веществ и нормальное функционирование организма. Чаще всего от переохлаждения страдают недостаточно защищенные конечности – пальцы рук и ног.

Отморожения возникают при температуре окружающей среды ниже 10°C. При длительном пребывании вне помещения, особенно при высокой влажности и сильном ветре, отморожение можно получить осенью и весной, при температуре воздуха выше нуля. Глубокие обморожения, которые могут привести к необратимым процессам в тканях, требуют срочной медицинской помощи.

Летний и осенний период в районе изысканий характеризуется выпадением большого количества осадков, что также может повлиять на работоспособность персонала. На время неблагоприятных погодных условий работы рекомендуется прекратить.

Для защиты от неблагоприятного воздействия климатических факторов предусматриваются следующие виды средств индивидуальной защиты:

1. Спецодежда (костюм хлопчатобумажный, костюм с водоотталкивающей пропиткой, костюм от дождя);
2. Специальная обувь (ботинки кожаные, сапоги резиновые);
3. Средства защиты рук (перчатки хлопчатобумажные и резиновые);
4. Головные уборы (солнцезащитные шапки и панамы);

5. Теплая спецодежда (костюм для защиты от пониженных температур, рукавицы, теплый головной убор и т.д.).

Так же в холодное время года необходимо предоставить помещение с регулируемым микроклиматом и организовать технический перерыв ГОСТ12.4.011-89. [43]

### **Повышенный уровень шума**

Оценка условий труда зависит от интенсивности шума.

Шум – звуковые колебания в диапазоне слышимых частот, возникающие при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах, способные оказать вредное воздействие на безопасность и здоровье работника.

Источником шума при проектируемых инженерно-геологических изысканиях могут являться буровые установки, установки статического зондирования.

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты. В результате ухудшаются условия труда, оказывается вредное воздействие на организм человека. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются в ГОСТ 12.1.003-2014. [38]

Воздействие шума не должно превышать 80 дБА. Допустимые уровни шума представлены в таблице 5.1.

Таблица 4.2 – Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня.

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

Борьба с производственным шумом осуществляется методами, обозначенными четырьмя группами:

1. Устранение причин шума в источнике его образования;
2. Звукоизоляция;
3. Звукопоглощение;
4. Применение организационно-технических мероприятий.

Наиболее действенным способом борьбы с шумом является уменьшение его в источнике образования путем применения технологических и конструктивных мер, организацией правильной наладки и эксплуатации оборудования. Так же, при работе с буровой установкой необходимо применять средства индивидуальной защиты –противошумные наушники, противошумные вкладыши, шлемофоны ГОСТ12.1.029-80 ССБТ[33].

### **Повышенный уровень вибрации**

Источником вибрации при проведении инженерно-геологических изысканий является буровая установка и установка статического зондирования.

Под действием вибрации у человека развивается вибрационная болезнь. Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 при выполнении работ

(технологического процесса) на работающих воздействуют местная и общая вибрация.

К основным законодательным документам, регламентирующим вибрацию, относится ГОСТ 12.1.012-2004 [36].

Таблица 4.3 - Гигиенические нормы уровней виброскорости

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
Транспортно-технологическая	-	117	108	102	101	101	101	-	-	-	-
Технологическая	-	108	99	93	92	92	92	-	-	-	-

Для борьбы с вибрацией машин и оборудования используются различные методы. Наиболее часто используются эффект вибродемпфирования – превращение энергии механических колебаний в тепловую. Для предотвращения общей вибрации используют установку вибрирующих машин на самостоятельные виброгасящие фундаменты.

В качестве индивидуальных средств виброзащиты используется виброобувь и виброрукавицы, вкладыши и прокладки из упругодемпфирующих материалов. Коллективные средства защиты: амортизационные подушки в соединениях блоков, оснований, эластичные прокладки, виброизолирующие хомуты на напорных линиях буровых насосов ГОСТ 12.4.011–89 ССБТ [43].

В случае необходимости проводится также профилактика вибрационной болезни. Она включает в себя ряд мероприятий технического, организационного и лечебно-профилактического характера. Это уменьшение вибрации в источниках, своевременная смазка и регулировка оборудования и внедрение рационального режима труда и отдыха.

При выполнении указанных требований условия труда по вибрационному фактору допустимые.

## **Контакт с насекомыми и животными**

В летнее время во время работ на открытом воздухе необходимо использовать средства индивидуальной защиты от гнуса. Работники должны обеспечиваться специальными костюмами и репеллентами за счет предприятия. Также для работников должна быть организована вакцинация от клещевого энцефалита.

## **Лабораторный и камеральный этапы**

### **Отклонение показателей микроклимата в помещении**

Микроклимат помещений – это состояние внутренней среды здания, которое оказывает как положительное, так и отрицательное воздействие на человека, характеризуется показателями температуры, подвижности и влажности.

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 41-01-2003) [50].

Параметры микроклимата приведены в таблице 5.3.

Для поддержания соответствующего микроклимата в помещении необходимо использовать отопление и вентиляции, а так же проводить конденционирование воздуха.

Таблица 4.4– Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Теплый	Іб	22-24	21-25	60-40	0,2
Холодный	Іб	21-23	20-24	60-40	0,1

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

Будет использоваться приточная вентиляция. Подачу воздуха осуществляет вентиляционный агрегат, а удаление воздуха – дефлекторы. Нормы подачи свежего воздуха в помещении, где расположены компьютеры, регламентированы СП 60.13330.2016.

Норма подачи воздуха на человека, в помещении объемом до 20 м<sup>3</sup>, составляет не менее 30 м<sup>3</sup>/чел.\*час.

### **Повышенные уровни электромагнитных и ионизирующих излучений**

Источниками электромагнитных полей являются любые электрические приборы. Большая часть электромагнитного излучения, создаваемого ЭВМ происходит не от экрана монитора, а от видеокабеля и системного блока.

Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряжений электрического и магнитного полей, потока энергии, диапазона частот, продолжительности облучения, характера излучения, режима облучения, размера облучаемой поверхности тела и индивидуальных особенностей организма.

Нарушения в организме человека при воздействии электромагнитных полей незначительных напряжений носят обратимый характер.

При воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов пищеварения и некоторых биологических показателей крови.

В настоящее время разработаны документы, регламентирующие правила пользования дисплеями. Среди наиболее безопасных выделяются мониторы с маркировкой LowRadiation, компьютеры с жидкокристаллическими экранами и мониторы с установленной защитой по

методу замкнутого круга. Допустимые параметры электромагнитного поля приведены в СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 (табл. 4.5).

Для снижения воздействия дисплеев рекомендуется работать на дисплеях с защитными экранами и фильтрами. Фильтрами полной защиты пользователей являются отечественные фильтры «Русский щит» и DehenderErgan.

Мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 50мм от экрана не должна превышать 0.1 мбэр/ч.

Таблица 4.5–Допустимые уровни ЭМП, создаваемые ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 к Гц	25 нТл
Напряженность электрического поля		15 кВ/м
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

К основным методам защиты от электромагнитных излучений относятся:

1. Рациональное размещение излучающих и облучающих объектов.
2. Ограничение времени нахождения работающих в электромагнитном поле (не более двух часов в день).
3. Защита расстоянием не менее 600-700 мм от экрана дисплея.
4. Для снижения воздействия дисплеев рекомендуется работать на дисплеях с защитными экранами

#### **Недостаточная освещенность в рабочей зоне**

Одним из немало важных факторов создания нормальных условий труда является освещение рабочего места. При неправильно организованном освещении нарушается зрение и нервная система человека, а так же безопасность в процессе производства.

Естественное и искусственное освещение в помещении должно соответствовать указаниям СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 [48].

Естественное освещение осуществляется через окна, ориентированные на восток и запад. Для обеспечения нормальной работы следует соблюдать следующие нормы освещенности помещений СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 (табл. 4.6).

Яркость светящихся поверхностей, находящихся в поле зрения не должна превышать 200нт/м<sup>2</sup>. Недостаточную освещенность устраняют при помощи дополнительных (искусственных) источников освещения.

В качестве источников искусственного освещения рекомендуется использовать светодиодные светильники. Они обладают рядом преимуществ, таких как больший КПД и меньший коэффициент пульсации. Так же обычно используются люминесцентные лампы типа ЛБ, которые попарно объединяются в светильники.

Таблица 4.6 – Нормируемые параметры естественного искусственного освещения

Наименование помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г- горизонтальная, В- вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение КЕО, %		Совмещенное освещение КЕО, %		Искусственное освещение		
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При комбинированном освещении		При общем освещении
						всего	От общего	
Конструкторские и проектные организации, научно-исследовательские учреждения								
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300
Помещения для работы с дисплеями и видеотерминалами и залы ЭВМ	Г-0,8 Экран Монитора В-1,2	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400 200

## **4.1.2 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению**

### **Полевой этап**

#### **Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования**

При работе в полевых условиях используются движущиеся механизмы (шестеренки, валы, ударный патрон, бурильные трубы), а также оборудование, которое имеет острые кромки. Все это может привести к несчастным случаям (открытым ранам, сопровождающимся кровотечением - капиллярным, венозным или артериальным; ушибам, растяжениям связок, разрывам связок, переломам костей), поэтому очень важным считается проведение различных мероприятий и соблюдение техники безопасности. При работе с движущимися механизмами необходимо пользоваться ГОСТ 12.2.003-91 [40].

Для предупреждения несчастных случаев каждого поступающего на работу человека обязательно нужно проинструктировать по технике безопасности при работе с тем или иным оборудованием; обеспечить медико-санитарное обслуживание.

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.

Запрещается использовать неисправное оборудование, а также использовать его не по назначению. Необходимо использовать приспособления и средства индивидуальной защиты согласно ГОСТ 12.4.011-89. К инструментам с режущими кромками и лезвиями следует относиться с особой осторожностью, переносить и перевозить их необходимо в защитных чехлах.

Строительство ведется в жилом районе, поэтому необходимо обезопасить жителей. Для этого следует установить предупреждающие знаки

и все опасные зоны оборудовать ограждениями. Согласно ГОСТ 12.2.061-81 [41] и ГОСТ 12.2.062-81 [38].

Все работы должны выполняться по наряду- допуску. Лица, непосредственно работающие с оборудованием должны пройти аттестацию обучение.

### **Поражение электрическим током**

Опасность поражения электрическим током зависит от окружающей обстановки. Согласно правилу устройства электроустановок все участки работ на земле под открытым небом относятся к III классу – особо опасные помещения.

Во избежание электротравм следует проводить следующие мероприятия:

- контролировать состояние заземления
  - контролировать исправность изоляции токопроводных частей оборудования
  - соблюдение правил безопасности при использовании электроустановок
- Электробезопасность должна обеспечиваться:
- конструкцией электроустановок;
  - техническими способами и средствами защиты;
  - организационными и техническими мероприятиями.

Электрические установки, в данном случае установка статического зондирования, представляют для человека большую потенциальную опасность, т.к. органы чувств человека не могут на расстоянии обнаружить наличия электрического напряжения на оборудовании.

Для защиты персонала от поражения электрическим током применяется защитное заземление и индивидуальные средства защиты. Такие как диэлектрические перчатки, переносные заземления, диэлектрические инструменты, и другие средства индивидуальной и коллективной защиты. Также немаловажна роль предупредительных плакатов.

Выбор и использование средств индивидуальной защиты производится в соответствии с ГОСТ 12.4.011-89 [43].

### **Камеральный этап**

#### **Поражение электрическим током**

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

- влажность воздуха превышающая 75%;
- наличием токопроводящей пыли;
- наличием токопроводящих полов;
- температура воздуха превышающая 35°C.

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

В процессе лабораторных и камеральных работ источником опасности является компьютерное оборудование, в процессе пользования которым человек может прикоснуться к частям, оказавшемся под напряжением. Предельно допустимые уровни напряжений и токов регламентированы ГОСТ 12.1.038-82 [39].

По характеру воздействия на человека электрического тока выделяют: термическое, электролитическое, биологическое.

Опасность заключается в токоведущих частях оборудования, которые при повреждении изоляции могут оказать поражение.

Поражения электрическим током можно избежать при правильной организации работ с соблюдением правил эксплуатации электрического оборудования и техники безопасности при работе на нем.

Рабочие места должны быть оборудованы отдельными щитами с общим рубильником электропитания, который должен находиться в легкодоступном месте, иметь закрытый зануленный металлический корпус с указанием величины номинального напряжения.

Требования электробезопасности при работе на ЭВМ: 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 работ и предупредительных ремонтов.

Статическое электричество.

Источником статического электричества является –электростатическое поле (ЭСП), возникающее в результате облучения экрана монитора ПЭВМ потоком заряженных частиц. Неприятности, вызванные им, связаны с пылью, накапливающейся в электростатически заряженных экранах, которая летит на оператора во время его работы за монитором.

Нормирование уровней напряженности ЭСП осуществляют в соответствии с ГОСТ 12.1.045-84 в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряжения ЭСП равен 60 кВ/м в течение 1ч. Воздействие электростатического поля (ЭСП) на человека связано с протеканием через него слабого тока (несколько микроампер). Электротравм никогда не наблюдается, однако вследствие

рефлекторной реакции на ток возможна механическая травма при ударе о рядом расположенные элементы конструкций, падении с высоты.

Предотвратить образование статического электричества или уменьшить его величину можно наведением зарядов противоположного знака, изготовлением трущихся поверхностей из однородных материалов. Ускорению снятия зарядов способствует заземление оборудования, увеличение относительной влажности воздуха и электропроводности материалов с помощью антистатических добавок.

#### **4.2 Экологическая безопасность (охрана окружающей среды)**

Безопасность окружающей среды занимает важное место при инженерно-геологических работах. Экологическая безопасность представляет собой состояние природной среды, обеспечивающее экологический баланс в природе и защиту окружающей среды и человека от вредного воздействия неблагоприятных факторов, вызванных естественными процессами и антропогенным воздействием, включая техногенное (промышленность, строительство) и сельскохозяйственное.

Экологически вредное воздействие представляет собой воздействие объекта хозяйственной или иной деятельности, приводящее к значительным, иногда необратимым изменениям в природной среде и оказывающее негативное влияние на человека.

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

##### **Влияние на атмосферу**

Выхлопные газы от работы буровой установки и установки для статического зондирования будут являться источником загрязнения атмосферы.

Для исключения выброса в атмосферу загрязняющих веществ, превышающего норму, планируются установки, которые ежемесячно будут контролировать выброс загрязняющих веществ.

### **Влияние на гидросферу**

Загрязнение гидросферы возможно путем слива использованных промывочных жидкостей и прочих химических реагентов в открытые и водные бассейны. Также вредные вещества могут попасть в гидросферу путем просачивания через почву.

Места временного хранения отходов должны быть оборудованы, во избежание попадания их в гидросферу. Будет предусмотрена обваловка площадок земляным валом, сооружение поддонов. После окончания работ отходы будут утилизированы ГОСТ 17.1.3.06–82.

### **Влияние на литосферу**

Загрязнение почвы возможно в процессе буровых работ.

Неправильная прокладка дорог и размещение буровых установок, а также несоблюдение правил и требований, могут привести к повреждению или уничтожению почвенного слоя.

Возможно загрязнение почвы в результате слива отработанных жидкостей.

Также значительное влияние на литосферу оказывает загрязнение производственными отходами.

По окончании буровых работ на участке будет проведен комплекс мероприятий по восстановлению земельных отводов. Все оборудования будут вывезены, остатки топлива и масла сожжены, другие остатки материалов также будут вывезены, нарушенный растительный покров закроют дерном и почвенным слоем. Также после окончания работ предусмотрено озеленение территории ГОСТ 17.1.3.13-86.

### **4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде,

значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

На территории проектируемого строительства ЧС могут быть техногенного и природного характера.

К ЧС техногенного характера можно отнести пожароопасность и подтопление.

Техногенное подтопление может привести к развитию опасных процессов и явлений, таких как карст, оползень.

Подтопление может быть вызвано:

1. Утечкой из систем водоснабжения, емкостей, возведенных водоемов и технологических накопителей воды.
2. Нарушением естественных условий поверхностного стока воды.
3. Ликвидацией естественных систем дренажа, разрушением путей движения грунтовых вод.

Для устранения подтопления на границе территории устраивают осушающие системы с механическим водоподъемом или, если позволяет рельеф местности, самотечные. Регулирование уровня грунтовых вод осуществляется с помощью горизонтальных дренажных систем.

Дренажная система – система закрытых искусственных водотоков (труб), расположенных на небольшой глубине параллельно поверхности земли с определенным уклоном для сбора и отвода за пределы осушаемой территории избыточных почвенно-грунтовых вод.

Если преждевременно проводить профилактические мероприятия по борьбе с этими процессами можно предотвратить повреждения сооружений и тем самым защитить людей от риска ГОСТ Р 22.0.07-95 [45].

### **Пожароопасность в полевых условиях**

Причины возникновения пожаров в полевых условиях:

- неосторожное обращение с огнем;
- неисправность электрооборудования;
- неправильное обращение с отопительными печами;

- разряды статического и атмосферного электричества;
- неисправность оборудования;
- нарушение технологического процесса.

По классификации пожароопасных зон относится к категории П-III (расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°С или твердые горючие вещества).

Для быстрой ликвидации возможного пожара на территории базы располагается стенд с противопожарным оборудованием согласно ГОСТ12.1.004-91.

1. Огнетушитель марки ОВП-10 и ОП-10 (з) 2 шт.
2. Ведро пожарное 2 шт.
3. Багры 3 шт.
4. Топоры 3 шт.
5. Ломы 3 шт.
6. Ящик с песком, 0,2 м<sup>3</sup> 2 шт.

Пожарный щит необходим для принятия неотложных мер по тушению возможного возгорания до приезда пожарной бригады. Инструменты должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать в случае необходимости возможность либо полной ликвидации огня, либо локализации возгорания. В качестве огнетушительных веществ для тушения пожаров применяются: вода в виде компактных струй – для тушения твердых веществ; пены воздушно-механические – для тушения твердых веществ, нефти и ее продуктов; порошковый состав (флюсы), песок – для тушения нефти, металлов и их сплавов; углекислота твердая (в виде снега) – для тушения электрооборудования и других объектов под напряжением; инертные газы – для тушения горючих газов и электрооборудования.

### **Пожароопасность в камеральных и лабораторных помещениях**

Согласно СП 12.13130.2009 камеральные помещения и лаборатории относятся к категории помещений по пожарной и взрывной опасности В4, так как присутствуют твердые горючие материалы (деревянная мебель).

К зданиям, в которых расположены лаборатория и помещения с ПЭВМ, предъявляются следующие общие требования:

- наличие инструкций о мерах пожарной безопасности;
- наличие схем эвакуации людей в случае пожара;
- система пожарной сигнализации.

Все работники должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа.

В помещении с ПЭВМ имеются электрические приборы, которые могут стать причиной возникновения пожара, а также деревянная мебель, пластиковые жалюзи, способные поддержать возникший пожар. Для предотвращения возникновения подобных случаев и обеспечения правильных действий во время пожара разработана «Инструкция о мерах пожарной безопасности для офисов». Данная инструкция содержит информацию об общих требованиях пожарной безопасности, требованиях безопасности перед началом работы, во время и после окончания работы; регламентирует действия рабочих и служащих в случае пожара; в ней описаны средства пожаротушения и порядок их применения.

Требования безопасности во время работы:

- проходы, выходы не загромождать различными предметами и оборудованием;
- не подключать самовольно электроприборы, исправлять электрическую сеть и предохранители;
- не пользоваться открытым огнем в служебных и рабочих помещениях;
- не курить, не бросать окурки и спички в служебных и рабочих помещениях;

– не пользоваться электронагревательными приборами в личных целях с открытыми спиралями;

– не оставлять включенными без присмотра электрические приборы и освещение.

Помещение лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности и быть укомплектовано средствами пожаротушения ОУ-3 2 шт. ОП-3-2 шт.

Требования и условия пожарной безопасности по совместному хранению веществ и материалов изложены в Федеральном законе от ФЗ-№123 (ред. от 10.07.2012) [53].

Для быстрой ликвидации возможного пожара при производстве полевых работ располагается стенд с противопожарным оборудованием, содержание которого должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004-91 (табл. 4.7).

Таблица 4.7 – 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 <sup>3</sup>	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.

Помещения для лабораторных и камеральных работ подлежат защите автоматическими установками пожаротушения или огнетушителями типа ОУ-5 и автоматической пожарной сигнализацией

После окончания работы все производственные помещения должны тщательно осматриваться лицом, ответственным за пожарную безопасность.

При проведении лабораторных и камеральных работ планируется использование персональных компьютеров, а также лабораторных приборов (печь, центрифуга) с напряжением 220/380 В.

#### **4.4 Правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности**

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

К выполнению буровых работ допускаются лица, возраст которых соответствует установленному законодательством, прошедшие медицинский осмотр в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, имеющие соответствующую квалификацию и допущенные к самостоятельной работе в установленном порядке. Перед допуском к самостоятельной работе рабочий проходит стажировку в течение 2-14 смен (в зависимости от характера работы, квалификации работника) под руководством специально назначенного лица. Каждый рабочий должен быть проинструктирован по безопасности труда. При работе не должно допускаться пренебрежение индивидуальными средствами защиты. Рабочие должны иметь четкое представление об опасных и вредных производственных факторах, связанных с выполнением работ и знать

основные способы защиты от их воздействия. При возникновении несчастного случая пострадавший или очевидец немедленно должен сообщить непосредственному руководителю работ, который обязан организовать первую помощь пострадавшему и его доставку в медицинский пункт, а также сообщить о случившемся руководителю подразделения.

Рабочий несет ответственность за:

1. соблюдение правил внутреннего трудового распорядка;
2. выполнение требований инструкций (паспортов) заводо-изготовителей оборудования и инструкции по охране труда, правил пожарной и электробезопасности;
3. качественное выполнение работ;
4. сохранность закрепленного за ним оборудования, приспособлений и инструмента;
5. аварии, несчастные случаи и другие нарушения, причиной которых явились действия рабочего, нарушающего требования инструкций (паспортов) заводо-изготовителей оборудования и инструкции по охране труда.

Перед началом работ рабочий должен:

1. Проверить наличие защитных средств;
2. Проверить наличие средств пожаротушения;
3. Ознакомиться с условиями производства и характером работ и поучить разрешение на производство работ у лица, ответственного за безопасное производство работ.

Во время работы станков и механизмов запрещается ремонтировать их, закреплять или снимать детали, чистить, смазывать, тормозить движущиеся части посторонними предметами, входить за ограждения, переходить через движущиеся троса, трубы, штанги и другие подтягиваемые или поднимаемые предметы. Необходимо следить за чистотой площадки, при наличии скользкого места посыпать его песком или шлаком.

Все предусмотренные проектом работы должны выполняться в соответствии с правилами и инструкциями, постановлениями и план-графиком мероприятий отряда.

Прием на работу в геологоразведочные организации 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.

## 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 5.1 Техническое задание

По проекту запланированы инженерно-геологические изыскания под строительство торгового центра по адресу микрорайон Зеленая долина, ул. Сиреневая 12, в г. Томске.

Таблица 5.1 – Техническая характеристика проектируемого объекта

1	Вид и назначение сооружения	Торговый центр
2	Габариты, м	50х60х12
3	Этажность	2
4	Уровень ответственности сооружения	2 (нормальный)
5	Вид строительства	Новое строительство
6	Сведения об этапе работ	Рабочая документация
7	Категория сложности инженерно-геологических условий	1 (простая)

### 5.2 Виды и объемы проектируемых работ

Для того чтоб определить продолжительность проектируемых работ необходимо иметь данные по видам и объемам работ (табл. 5.2). Общая продолжительность будет складываться из времени на выполнение отдельных видов работ.

Таблица 5.2 – Виды и объемы работ

№ п/п	Наименование видов работ	Ед. измерения	Объем работ
<b>Полевые работы</b>			
1	Топогеодезические работы		10
2	Проходка горных выработок	точка	3/39
3	Статическое зондирование	Скв/пог. м	7
4	Отбор образцов ненарушенной структуры	точка	35
5	Отбор образцов ненарушенной структуры	образец	35
<b>Лабораторные работы</b>			
6	Определение влажности	опр.	35
7	Определение влажности на границе текучести	опр.	35
8	Определение влажности на границе раскатывания	опр.	35

№ п/п	Наименование видов работ	Ед. измерения	Объем работ
9	Определение плотности грунта	опр.	35
10	Определение плотности частиц грунта	опр.	35
11	Компрессионные испытания грунтов (Е)	опр.	18
12	Определение прочностных свойств	опр.	18
13	Определение коррозионной активности грунтов	опр.	6
14	Технический отчет	отчет	1

### 5.3 Расчет затрат времени и труда по видам работ

Все дальнейшие расчеты будут выполняться в соответствии с ЕНВиР и ССН на изыскательские работы.

#### Топогеодезические работы

Топографо-геодезические работы проектируются для выноса в натуру, инструментальной плановой и высотной привязки горных выработок и мест проведения полевых испытаний. Объем топогеодезических работ составляет 10 точек.

Таблица 5.3 – Затраты времени на топогеодезические работы

Виды работ	Ед. изм.	Объем работ	Нормы времени	Затраты времени на объем (бр.-дн.)
Плановая и высотная привязка	точка	10	0,11	1,1
Итого:				1,1

Таблица 5.4 – Затраты труда на топогеодезические работы

Наименование должности	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Начальник	0,3	3
Инженер-геодезист 1 категории	0,11	1,1
Замерщик 3 разряда	0,11	1,1
Итого:		2,2

## Буровые работы

Буровые работы предназначены для отбора проб грунтов с целью изучения их состава и свойств в лабораторных условиях и составления геологического разреза. Проектом предусмотрено бурение скважин буровой установкой ПБУ 2 на базе автомобиля ЗИЛ-131. В качестве породоразрушающего инструмента применять твердосплавные коронки диаметром до 160 мм. Пробы отбирать ненарушенной структуры с интервалом от 0,4 до 2 м.

По проекту необходимо бурить 3 разведочные скважины на глубину 13 м. Общий объем работ 39 м.

Таблица 5.5 – Затраты времени на буровые работы

Виды работ	Категория пород	Объем работ	Нормы времени (ст.-смена/м)	Затраты времени на объем (ст.-см.)
Колонковое бурение	II	39	0,05	1,80
Крепление скважин обсадными трубами	II	13	0,03	0,54
Монтаж/демонтаж и перемещение буровой установки		3 скв	0,65	1,95
Итого:				4,29

Таблица 5.6 – Затраты труда на буровые работы

Наименование должности	Норма на ед. работ	Объем работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Инженер по буровым работам	0,05	36	1,8
Инженер-механик	0,10	36	3,6
Итого:			5,4

Таблица 5.7 – Затраты труда на монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки

Наименование должности	Норма на ед. работ	Объем работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
ИТР	0,36	3	1,08
Рабочие	2,1	3	6,3
Итого:			7,38

## Опробование грунтов

Опробование необходимо для выяснения состава и свойств грунтов. Запланировано отобрать 35 проб.

Таблица 5.8 – Затраты времени на опробование грунтов

Виды работ	Объем работ (шт.)	Нормы времени	Затраты времени на объем (бр.-см.)
Отбор образцов ненарушенной структуры	35	0,664	23,24
Итого:			23,24

## Полевые испытания

Статическое зондирование – полевой метод для изучения свойств грунтов. Данный метод позволяет определить литологическое строение площадки и количественные данные для расчета конкретных фундаментов. Объем работ составляет 7 точек.

Таблица 5.9 – Затраты времени на полевые работы

Виды работ	Объем работ (точка)	Нормы времени	Затраты времени на объем (бр.-см.)
Статическое зондирование	7	0,191	1,337
Итого:			1,337

## Лабораторные работы

Лабораторные работы выполняются согласно ГОСТам. В ходе работ определяются физико-механические свойства пород.

Таблица 5.10 – Затраты времени на лабораторные работы

Виды работ	Объем работ (опр)	Нормы времени	Затраты времени на объем, ч
Определение влажности	35	0,126	4,41
Определение влажности на границе текучести	35	0,954	33,39
Определение влажности на границе раскатывания	35	0,954	33,39
Определение плотности грунта	35	0,296	10,36
Определение плотности частиц грунта	35	0,339	11,865
Компрессионные испытания грунтов	18	1	18
Определение прочностных свойств	18	1,3	23,4
Итого:			134,815

## Камеральные работы

Камеральные работы заключаются в интерпретации и обобщении собранной информации об участке работ. По итогу составляется технический отчет.

Таблица 5.11 – Затраты времени на камеральные работы

Виды работ	Объем работ	Нормы времени	Затраты времени на объем, ч
Нанесение на готовый топографический план выработок	1	0,258	0,258
Составление каталога выработок	1	0,348	0,348
Нанесение линий геологических разрезов на план	1	0,072	0,072
Составление геологического разреза при вертикальном масштабе 1:200	1	0,37	0,37
Нанесение на разрез цифровых значений свойств грунтов	4	0,068	0,272
Нанесение условных обозначений и прочих данных	150	0,045	6,75
Вычисление грунтовых характеристик при помощи вспомогательных таблиц	80	0,012	0,96
Составление графиков статического зондирования	7	0,413	2,891
Итого:			11,921

### 5.4 Расчет производительности труда, количества бригад, продолжительности выполнения отдельных работ

Для того чтоб рассчитать производительность труда необходимо пользоваться формулами

$$P_{\text{см}}=Q/N$$

$$P_{\text{мес}}=P_{\text{см}}*C$$

где  $P_{\text{см}}$  – производительность труда в смену

$P_{\text{мес}}$  – производительность труда в месяц;

$Q$  – объем работ;

$N_{\text{ср}}$  – затраты времени на данный вид работ;

$C$  – количество смен в месяц, при односменной работе  $C=25,4$ .

Для расчета продолжительности работ используется формула:

$$T_{\text{пл}} = N_{\text{общ}}/8$$

$T_{\text{пл}}$  – плановое время на данный вид работ при выполнении одной бригадой;

$N_{\text{общ}}$  – затраты времени на вид работ;

8 – количество часов в смене;

#### Топогеодезические работы

$$P_{\text{см}} = 10/0,11 = 90,9 \text{ т/см}$$

$$P_{\text{мес}} = 90,9 * 25,4 = 2308,86 \text{ т/мес}$$

$$T_{\text{пл}} = 1,1/8 = 0,14 \text{ см}$$

Итого одна бригада затратит 0,14 смен.

#### Буровые работы

$$P_{\text{см}} = 39/0,73 = 49,32 \text{ м/см}$$

$$P_{\text{мес}} = 49,32 * 25,4 = 1252,73 \text{ м/мес}$$

$$T_{\text{пл}} = 4,56/8 = 0,57 \text{ см}$$

Итого одна бригада затратит 0,57 смен.

#### Опробование

$$P_{\text{см}} = 35/0,664 = 52,71 \text{ обр/см}$$

$$P_{\text{мес}} = 52,71 * 25,4 = 1338,84 \text{ обр/мес}$$

$$T_{\text{пл}} = 23,24/8 = 2,90 \text{ см}$$

Итого одна бригада затратит 2,9 смен.

#### Полевые испытания

$$P_{\text{см}} = 7/0,191 = 36,65 \text{ м/см}$$

$$P_{\text{мес}} = 36,65 * 25,4 = 930,91 \text{ м/мес}$$

$$T_{\text{пл}} = 1,337/8 = 0,16 \text{ см}$$

Итого одна бригада затратит 0,16 смен.

#### Лабораторные работы

$$P_{\text{см}} = 211/4,969 = 42,46 \text{ оп/см}$$

$$P_{\text{мес}} = 42,46 * 25,4 = 1078,49 \text{ оп/мес}$$

$$T_{\text{пл}} = 134,815/8 = 16,85 \text{ см}$$

Итого один лаборант затратит 16,85 смен

## Камеральные работы

$$P_{\text{см}} = 1/1,586 = 0,63 \text{ отч/см}$$

$$P_{\text{мес}} = 0,63 * 25,4 = 16,02 \text{ отч/мес}$$

$$T_{\text{пл}} = 11,921/8 = 1,5 \text{ см}$$

Итого один инженер затратит 1,5 смен.

Таблица 5.12 – План работ

Количество рабочих дней	Виды работ (период)	Дата	Результат
10	Проектно-сметный	5.09.2018-15.09.2018	Определенный объем и содержание строительных работ, рассчитана смета
2	Подготовительный	15.09.2018-17.09.2018	Обеспечение проектно-сметной документацией, выбор площадки строительства
2	Организационный	18.09.2018-20.09.2018	Составление календарного плана, распределение работ между сотрудниками
10	Полевые работы	21.09.2018-1.10.2018	Уточнение, расчленение разреза, отбор образцов грунтов
12	Лабораторные	2.10.2018-14.10.2018	Определение физико-механических свойств грунтов в процессе строительства
5	Камеральные	15.10.2018-20.10.2018	Окончательные расчеты здания и строительных работ, составление рабочей документации

### 5.5 Расчет сметной стоимости

Расчет сметной стоимости произведен с использованием Справочника базовых цен (за 2006 год) на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства.

При расчете сметной стоимости были использованы коэффициенты:

$$\text{ИК (инфляционный коэффициент)} = 44,21$$

$$\text{РК (районный коэффициент)} = 1,3$$

Таблица 5.13 – Сметная стоимость работ

№ п/п	Виды работ	Расчет стоимости			Стоимость (руб.)
		Ед.изм.	Кол-во	Цена	
I. Топогеодезические работы					

1.1	Планово-высотная привязка инженерно-геологических выработок	точка	10	6,2	62
Итого:					62
II. Полевые работы					
2.1	Бурение скв. диаметром до 160 мм, глубиной до 15 м	м	39	38,4	1382,4
2.2	Крепление скв. диаметром до 160 м	м	13	2,1	25,2
2.3	Испытания грунта статическим зондированием	точка	7	172,5	1207,5
2.4	Отбор образцов грунта ненарушенной структуры	опр.	35	30,6	1071
Итого:					3698,7
III. Вспомогательные работы					
3.1	Содержание базы экспедиции при годовом объеме изысканий, 1 мес., св. 500 т.р.		1	5700	7410
3.2	Погрузка и разгрузка бурового оборудования и геологических образцов, 1т		3	2,8	10,92
Итого:					7420,92
IV. Лабораторные работы					
5.1	Полный комплекс определения физических свойств грунтов	опр.	35	193	6755
5.2	Компрессионные испытания	опр.	18	11,1	199,8
Итого:					6954,8
V. Камеральная обработка					
6.1	Камеральная обработка материалов буровых работ I категории сложности	п.м.	39	8	288
6.2	Камеральная обработка полевого испытания грунтов статическим зондированием с последующей корректировкой разреза по данным лабораторных работ	точка	7	38,3	268,1
6.3	Камеральная обработка лабораторных исследований	20% от 6954,8			1390,96
6.4	Составление сметы и программы производства работ	1100*0,5		1	550
№ п/п	Виды работ	Расчет стоимости			Стоимость (руб.)
		Ед.изм.	Кол-во	цена	
6.5	Составление отчета, I категория сложности	18% от кам.раб.			449,5
Итого:					2946,56
Всего по смете:					21082,98
	Накладные расходы	20% от 21082,98			4216,60
	Плановые накопления	8% от 25299,58			2023,97
	Компенсируемые расходы	2,6% от 27323,55			710,41
	Резерв	3% от 28033,96			841,02
	Итого стоимость работ				28874,98
	Итого стоимость работ с учетом ИК	44,21			1302839,1
	НДС	18%			234511,04
	Итого сметная стоимость работ				1537350,14

Весь комплекс работ будет выполняться в определенной последовательности. Сметная стоимость инженерно-геологических работ под строительство торгового центра с учетом НДС равна 1 537 350,14 рублей.

## Заключение

В настоящей работе были рассмотрены инженерно-геологические условия участка и разработан проект изысканий под строительство торгового центра, который располагается в г. Томске, мкрн. Зеленая долина.

В процессе исследования на основе анализа ранее проведенных работ была дана характеристика природных и инженерно-геологических условий исследуемого участка.

Была проделана работа по выделению инженерно-геологических элементов в разрезе и построены графики изменчивости свойств грунтов по глубине. Проведена статическая обработка данных физико-механических свойств. По всем ИГЭ представлены нормативные и расчетные значения характеристик физико-механических свойств.

Также в процессе работы определена сфера взаимодействия сооружения с геологической средой, которая позволила определить глубину горных выработок и виды, и объемы работ. Рассчитаны интервалы опробования.

Все работы будут выполняться по составленному плану и с соблюдением техники безопасности.

Определен календарный график работ. Планируется начать работы 5 сентября 2018г. И закончить 20 октября 2018г. Продолжительность работ составит 46 календарных дней.

Сметная стоимость работ с учетом НДС составила 1 537 350,14 рублей.

## Список использованных источников

1. Евсева Н.С. География Томской области. Природные условия и ресурсы. – Томск, ТГУ, 2001. – 223 с.
2. Врублевский В.А., Нагорский М.П., Рубцов А.Ф., Эрвье Ю.Ю. Геологическое строение области сопряжения Кузнецкого Алатау и Колывань-Томской складчатой зоны.–Томск: Изд-во Том.ун-та, 1987.– 96 с.
3. Инженерная геодинамика. Иванов И.П., Тржцинский Ю.Б – СПб Наука, 2001. – 416 с
4. Справочник по бурению инженерно-геологических скважин. Б.М. Ребрик – М.: Недра, 1983 – 288 с.
5. Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин. – М.: Недра, 1990 г. – 336 с.
6. Гидрогеология СССР. Том XVI. Западно-Сибирская равнина. – Москва, «Недра», 1970 г., 368 с.
7. Гудымович С.С. Геоморфология и четвертичная геология: Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 2001. – 202 с.
8. Бондарик Г.К. Инженерно-геологические изыскания. –Москва 2008.
9. Инженерная геология СССР. Западная Сибирь. –Москва, 1976.
10. Ольховатенко В.Е., Рутман М.Г., Лазарев В.М. Опасные природные и техноприродные процессы на территории г. Томска и их влияние на устойчивость природно-технических систем. – Томск: Печатная мануфактура, 2005. – 152 с. Фондовая литература
11. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий мкрн. Зеленая долина в г. Томске. ООО «ТКГЭ». Нормативная литература
12. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства.

13. СП 131.13330. 2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 – М.; Изд-во стандартов 2012. – 113 с.
14. СП.14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах СНиП II 7-81\* (актуализированного СНиП II-7-81\* "Строительство в сейсмических районах" (СП 14.13330.2011)).
15. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96.
16. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений.
17. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты.
18. СП 11-104-97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства.
19. ГОСТ Р 54257-2010. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования.
20. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. – 108 Введенные в действие 01.01.2013 г. взамен ГОСТ 25100-95 – М.; Изд-во стандартов 2011. – 78 с.
21. ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. - Введенные в действие 01.08.1996г.
22. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов.
23. ГОСТ 19912-2012 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием.
24. ГОСТ 5180-15 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
25. ГОСТ 9.602-2016 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.
26. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. – М.; Изд-во стандартов 2010. – 156 с.

27. ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.

28. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. Приложение Ж (рекомендуемое). Карты районирования территории Российской Федерации по климатическим характеристикам.

29. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.

30. ГОСТ 11108-70. Коронки твердосплавные для колонкового бурения пород средней твердости. Технические условия (с Изменениями N 1-4).

31. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные факторы».

32. ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности».

33. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума.

34. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».

35. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

36. ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность».

37. ГОСТ 12.1.019-2009 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видовзащиты».

38. ГОСТ 12.2.062-81 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные».

39. ГОСТ 12.1.038-82 «Электробезопасность».

40. ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общитребования безопасности».

41. ГОСТ 12.2.061-81 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам».

42. ГОСТ 12.2.062-81 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные».

43. ГОСТ 12.4.011-89 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация».

44. ГОСТ 12.4.026-2001 «Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний».

45. ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.

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

47. СанПиН 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

48. СанПиН 2.2.1/2.1.11278-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

49. СанПин 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

50. СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

51. СП 52.13330-2011 «Естественное и искусственное освещение».

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

53. ФЗ №123 "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 10.07.2012.

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

55. Справочник базовых цен на инженерные изыскания для строительства, 2006 г.

56. Единые нормы времени и расценки на изыскательские работы в двух частях, 1978 г.

57. <http://meteoweb.ru/arch.php>.

58. <https://2gis.ru/tomsk>