

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Отделение геологии  
 Специальность: 21.05.02 Прикладная геология  
 Профиль: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

### ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема проекта
<b>Инженерно-геологические условия г. Красноярска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство общежития</b>
УДК 624.131.1:685.659.32(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-216Б	Веревкина Дарья Юрьевна		03.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Леонова А.В.	К.Г.-М.Н.		03.06.2022

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук И.В.	К.Т.Н.		

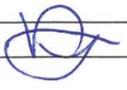
По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	Д.Т.Н.		06.06.2022

По разделу «Буровые работы»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Бер А.А.			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузеванов К.И.	К.Г.-М.Н.		

Томск – 2022 г.

## Результаты освоения ООП

Код	Результат освоения ООП*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Универсальные компетенции		
Р1	Применять базовые и специальные математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения комплексных инженерных проблем в области прикладной геологии.	Требования ФГОС ВО (ОПК-1, ОПК-5, ПК-1), СУОС ТПУ (УК-1, УК-2), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ- 3 а, с, h, j)
Р2	Использовать базовые и специальные знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления комплексной инженерной деятельностью.	Требования ФГОС ВО (ОПК-4), СУОС ТПУ (УК-2) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ-3e,k)
Р3	Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности в области прикладной геологии.	Требования ФГОС ВО (ОПК-2), СУОС ТПУ (УК- 4) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ-3g)
Р4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных проблем.	Требования ФГОС ВО (ОПК-6), СУОС ТПУ (УК-3) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ-3d)
Р5	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения комплексной инженерной деятельности в области прикладной геологии.	Требования ФГОС ВО (ОПК-3), СУОС ТПУ (УК- 2, УК-6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ-3d)
Р6	Вести комплексную инженерную деятельность 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 (ОПК-1, ОПК-9) СУОС ТПУ (УК-7, УК-8) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ-3с,h,j)

Код	Результат освоения ООП*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Универсальные компетенции		
P7	Осознавать необходимость и демонстрировать способность к самостоятельному обучению и непрерывному профессиональному совершенствованию.	Требования ФГОС ВО (ОПК-5), СУОС ТПУ (УК-6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ-3i)
Профессиональные компетенции		
P8	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей.	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-3, ПК-14, ПК-15, ПСК-2.1 ) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ-3b)
P9	Выполнять комплексные инженерные проекты технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС ВО (ОПК-7, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-8, ПК-14, ПСК-2.1, ПСК-2.2, ПСК-2.4) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ-3с)
P10	Проводить исследования при решении комплексных инженерных проблем в области прикладной геологии, включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-6, ПК-12, ПСК- 2.1-2.4, ПСК 2.6-2.8) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ-3b,c)
P11	Создавать, выбирать и применять необходимые ресурсы и методы, современные технические и IT средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом возможных ограничений.	Требования ФГОС ВО (ОПК-8, ПК-2, ПК-7, ПК-13, ПСК-2.1-2.8) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ-3e, h)
P12	Демонстрировать компетенции, связанные с особенностью проблем, объектов и видов комплексной инженерной деятельности,	Требования ФГОС ВО (ПК-14, ПК-16, ПСК-2.1-2.8) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ-3 a, c, h, j)

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Отделение геологии  
 Специальность 21.05.02 Прикладная геология  
 Профиль: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

 \_\_\_\_\_ Кузванов К.И.  
 (Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломного проекта
--------------------

Студенту:

Группа	ФИО
3-216Б	Веревкиной Дарье Юрьевне

Тема работы:

Инженерно-геологические условия г. Красноярска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство общежития	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№89-45/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b>	Фондовые материалы "Красноярскжелдорпроект" филиала АО «Росжелдорпроект» г. Красноярск
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<p>В общей части дать характеристику физико-географических, геологических, гидрогеологических условий.</p> <p>В специальной части необходимо охарактеризовать условия залегания и состав пород, выделить инженерно-геологические элементы и определить нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств грунтов.</p> <p>В проектной части дать обоснование видов и объемов работ, методику их проведения.</p> <p>В разделе социальная ответственность разработать мероприятия по производственной и экологической безопасности.</p>

	В разделе финансовый менеджмент рассчитать технико-экономические показатели и сметную стоимость проекта.
<b>Перечень графического материала</b>	<p>1. Лист 1. Фрагмент государственной геологической карты Железнодорожного района г. Красноярска и геологический разрез. Масштаб 1:50 000.</p> <p>2. Лист 2. Карта инженерно-геологических условий и инженерно-геологический разрез. Масштаб карты 1:500, разреза горизонтальный 1:500, вертикальный 1:100.</p> <p>3. Лист 3. Таблица нормативных и расчетных показателей физико-механических свойств грунтов и расчетная схема.</p> <p>4. Лист 4. Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 25 метров.</p>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Геология	Леонова А.В.
Бурение	Бер А.А.
Социальная ответственность	Федорчук Ю.М.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение	Кащук И.В.

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Леонова Анна Владимировна	к.г.-м.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-216Б	Веревкина Дарья Юрьевна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «Геология»

Студенту:

Группа	ФИО
3-216Б	Веревкиной Дарье Юрьевне

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение	Геологии
Уровень образования	Специалитет (инженер)	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

### Исходные данные к разделу «Геология»:

1. Инженерно-геологические отчеты производственной организации, учебная литература, интернет-ресурсы	1. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях «Реконструкция учебного корпуса Красноярского УЦПК». - Красноярск: "Красноярскжелдорпроект" филиал АО «Росжелдорпроект», 2021. 2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Серия Минусинская. Лист О-46-XXXIII (Красноярск). Объяснительная записка. - М., 2001. 3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Изд. 2-е. Серия Минусинская. Лист N-46-III (Дивногорск). Объяснительная записка. - Спб., 2009. 4. <a href="http://www.vsegei.com/">http://www.vsegei.com/</a>
--	--

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

1. Физико-географическая и климатическая характеристика	Описание климатических условий, рельефа, гидрографической сети района.
2. Изученность инженерно-геологических условий	Описать изученность инженерно-геологических условий района работ.
3. Геологическое строение района работ	Описать геологическое строение, стратиграфию, тектоническую зону. Раздел проиллюстрировать геологической картой с указанием участка работ.
4. Гидрогеологические условия	Отмечается положение участка в гидрогеологической структуре, характеризуются гидрогеологические комплексы и вмещающие их породы, условия питания и разгрузки.
5. Геологические процессы и явления на участке	Дается краткая характеристика современных геологических процессов и явлений района проектируемых работ.
6. Общая инженерно-геологическая характеристика района	Приводятся результаты инженерно-геологического районирования и дается краткая характеристика. Отмечаются факторы инженерно-геологических условий, которые могут повлиять на строительство или эксплуатацию сооружения.

### Перечень графического материала:

Фрагмент государственной геологической карты г. Красноярска и геологический разрез. Масштаб 1:50 000

### Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

### Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Леонова Анна Владимировна	К.Г.-М.Н.		

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-216Б	Веревкина Дарья Юрьевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«Буровые работы»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-216Б	Веревкиной Дарье Юрьевне

<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа природных ресурсов</b>	<b>Отделение</b>	<b>Геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	<b>Специалитет (инженер)</b>	<b>Направление/специальность</b>	21.05.02 Прикладная геология

**Исходные данные к разделу «Бурение»:**

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Геолого-технические условия бурения	Отмечается количество проектируемых скважин и глубина бурения, описание геологического разреза участка, классификация горных пород по буримости.
2. Выбор конструкции скважины	В зависимости от глубины бурения, особенностей геологического разреза, вида изысканий и характера использования скважин производится выбор типовой конструкции скважины. Выбор типа скважин по назначению.
3. Выбор способа бурения	Способ бурения инженерно-геологических скважин выбирается с учетом свойств проходимых грунтов, назначения, глубины скважин, а также способа отбора монолитов.
4. Выбор буровой установки и технологического инструмента	В соответствии со способом бурения и конструкцией скважины осуществляется выбор буровой установки, приводится техническая характеристика установки. Выбор породоразрушающего инструмента в зависимости от свойств горных пород. Выбор инструментов отбора образцов ненарушенного и нарушенного сложения. Отмечается интервал закрепления стенок скважины обсадными трубами при наличии неустойчивых пород.
5. Технология бурения	Характеристика и особенности способа бурения. Указываются параметры режима бурения, скорость и производительность.
<b>Перечень графического материала:</b>	
Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 25 м	

<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>
Ст. преподаватель	Бер А.А.			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-216Б	Веревкина Дарья Юрьевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-216Б	Веревкиной Дарье Юрьевне

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Дипломированный специалист	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

Тема ВКР:

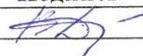
<b>Инженерно-геологические условия г. Красноярск и проект инженерно-геологических изысканий под строительство общежития</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: Инженерно-геологические условия г. Красноярск и проект инженерно-геологических изысканий под строительство общежития. Область применения: для проектирования и строительства новых зданий и сооружений.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Производственная безопасность:</b> 1.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов <ul style="list-style-type: none"> <li>• Природа воздействия</li> <li>• Действие на организм человека</li> <li>• Нормы воздействия и нормативные документы (для вредных факторов)</li> <li>• СИЗ коллективные и индивидуальные</li> </ul> 1.2. Анализ выявленных опасных факторов: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Термические источники опасности</li> <li>• Электробезопасность</li> <li>• Пожаробезопасности</li> </ul>	1. Вредные факторы: 1.1 Недостаточная освещенность; 1.2 Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры; 1.3 Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ; 1.4 Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ; 2. Опасные факторы: 2.1 Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R <sub>заземления</sub> , СКЗ, СИЗ; Проведен расчет освещения рабочего места; представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ; 2.2 Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.
<b>2. Экологическая безопасность:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Выбросы в окружающую среду</li> <li>• Решения по обеспечению экологической безопасности</li> </ul>	Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, вторцвет- и чермет, пластмасса, перегоревшие люминесцентные лампы, оргтехника) и способы их утилизации.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>• разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>• разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте); 2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.
<b>4. Перечень нормативно-технической документации.</b>	<input type="checkbox"/> ГОСТы, СанПиНы, СНиПы

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		06.06.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	
3-216Б	Веревкина Д. Ю.		

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

Студенту:

Группа		ФИО	
3-216Б		Веревкиной Дарье Юрьевне	
Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОГ
Уровень образования	Дипломированный специалист	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально технические расходы – 103 918р; человеческие ресурсы – 9 человек; совокупная заработная плата -192 447,73р.;
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства (СБЦ-2006) Единые нормы времени и расценки на изыскательские работы в двух частях (ЕНВиР-И) Районный коэффициент 1,3
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%. Налоговый кодекс РФ

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

1. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта
2. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Сметный расчет стоимости выполняемых работ; сводный сметный расчет.

**Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей)

Линейный календарный график выполнения работ

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП	Кашук И.В.	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-216Б	Веревкина Д.Ю.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 124 страницы, 39 рисунков, 22 таблицы, 53 источника, 5 листов графических приложений.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, геологическое строение, геологические процессы, просадочные грунты.

Объектом исследования является состояние грунтов, их физические свойства, состав, закономерности залегания, а также геологические процессы и явления.

Целью работы является изучение инженерно-геологических условий г. Красноярска и разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство общежития на стадии проектной документации.

В процессе исследования проводились анализ и обобщение литературных сведений о районе работ, также анализировались изыскания прошлых лет, проведенные проектно-изыскательским институтом «Красноярскжелдорпроект» - филиалом АО «Росжелдорпроект» в 2021 г.

В результате исследования заложены виды работ, объёмы и приведена их методика, а также составлена смета на выполнение данных работ.

Область применения: инженерно-геологические изыскания для строительства.

Текст дипломного проекта оформлен в текстовом редакторе MS Word, таблицы и расчеты выполнены в редакторе электронных таблиц MS Excel, графические приложения выполнены с помощью САПР AutoCAD.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	14
1 Общая часть. Природные условия района строительства.....	16
1.1 Экономический очерк.....	16
1.2 Физико-географическая и климатическая характеристика.....	17
1.2.1 Рельеф и растительность.....	17
1.2.2 Гидрографическая сеть.....	19
1.2.3 Климатическая характеристика.....	20
1.3 Изученность инженерно-геологических условий.....	21
1.4 Геологическое строение района работ.....	26
1.4.1 Стратиграфия.....	26
1.4.2 Тектоника.....	28
1.4.3 Геоморфология.....	28
1.4.4 Гидрогеологические условия.....	30
1.5 Геологические процессы и явления.....	30
1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района работ.....	34
2 Специальная часть.....	36
2.1 Рельеф участка.....	36
2.2 Состав и условия залегания пород.....	36
2.3 Физико-механические свойства грунтов.....	38
2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-2011) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522-2012).....	38
2.3.2 Выделение инженерно-геологических элементов.....	38
2.3.3 Расчет нормативных и расчетных значений.....	51
2.4 Гидрогеологические условия.....	52
2.5 Геологические процессы и явления.....	53
2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка.....	56
2.7 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации.....	57
2.8 Просадочные грунты.....	59
2.8.1 Специфические свойства просадочных грунтов.....	59
2.8.2 Типы грунтовых условий по просадке.....	60
2.8.3 Мероприятия, исключаяющие или снижающие до допустимых пределов просадки оснований.....	62

2.8.4	Сравнительный анализ физико-механических характеристик грунта до и после реализации работ по укреплению грунта (газовая силикатизация).....	63
3	Проектная часть.....	66
3.1	Определение сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемой основания. Конкретные задачи изысканий.....	66
3.2	Обоснование видов и объемов проектируемых работ.....	68
3.3	Методика проектируемых работ.....	74
3.3.1	Топографо-геодезические работы.....	74
3.3.2	Буровые работы.....	75
3.3.3	Полевые работы.....	80
3.3.4	Опробование.....	82
3.3.5	Лабораторные исследования.....	83
3.3.6	Камеральные работы.....	88
4	Социальная ответственность.....	90
	Введение.....	90
4.1	Производственная безопасность.....	90
4.1.1	Недостаточная освещенность.....	91
4.1.2	Отклонение показателей микроклимата в помещении.....	94
4.1.3	Превышение уровня шума.....	95
4.1.4	Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	96
4.1.5	Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, Rзаземления, СКЗ, СИЗ.....	97
4.1.6	Пожарная опасность.....	98
4.2	Экологическая безопасность.....	99
4.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	101
4.4	Перечень нормативно-технической документации.....	101
5	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	104
5.1	Формирование плана и графика внедрения проекта.....	104
5.2	Бюджет затрат на проектирование.....	110
5.3	Расчет сметной стоимости проектируемых инженерно-геологических работ.....	115
	Заключение.....	119
	Список литературы.....	120

## Введение

В декабре 1945 года в соответствии с приказом Наркома путей сообщения был образован Красноярский учебный центр профессиональных квалификаций красноярской железной дороги. В то время он назывался школа паровозных машинистов. На данный момент в учебном центре можно получить профессию более чем по пятидесяти специальностям железнодорожного профиля [50]. Обучение в очном формате получают будущие сотрудники железной дороги из различных регионов страны. В этой связи и возникла необходимость проведения инженерно-геологических изысканий для разработки проектной документации под строительство общежития в Железнодорожном районе г. Красноярска.

В административном отношении объект инженерно-геологических изысканий находится на территории Железнодорожного района г. Красноярска. Железнодорожный район, расположенный на левом берегу Енисея, является самым молодым, самым компактным, но при этом самым густонаселённым среди 7 районов г. Красноярска.

Обзорная схема участка работ приведена на рисунке 1.1.

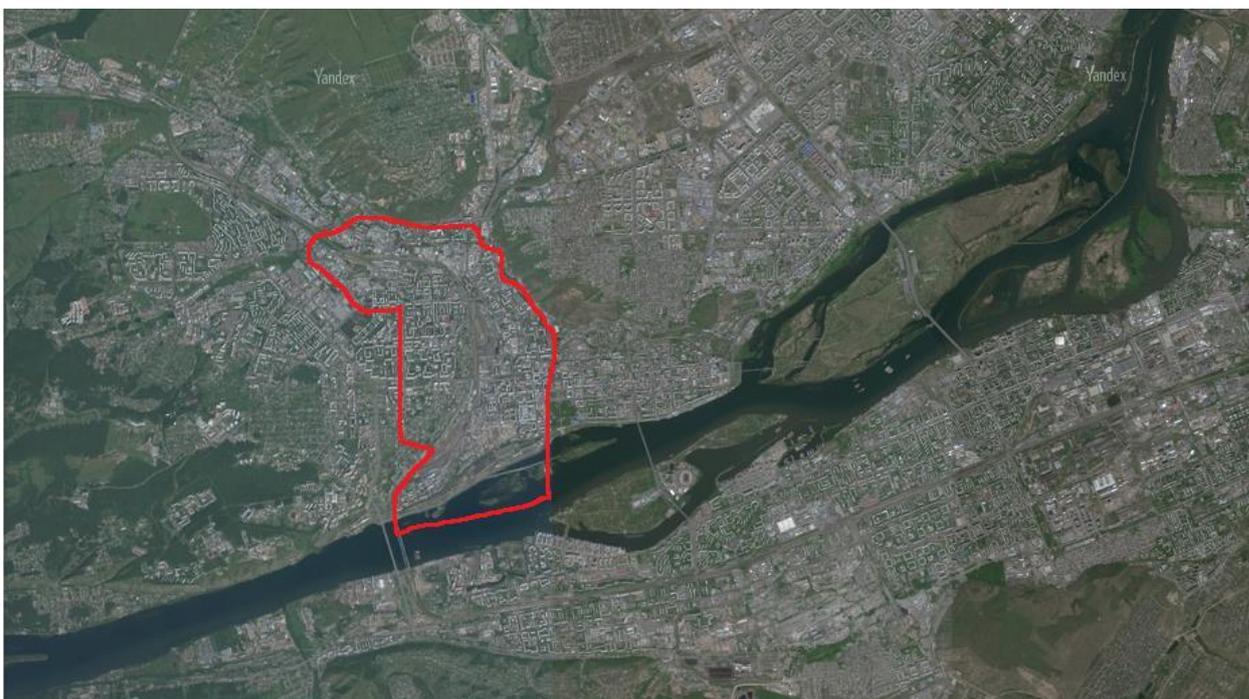


Рисунок 1.1 – Обзорная схема района работ [1]

Целью проектирования является изучение инженерно-геологических условий г. Красноярска и разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство общежития на стадии проектной документации.

В связи с поставленной целью выявляются следующие задачи: изучение геологического строения, гидрогеологических условий, инженерно-геологических процессов и явлений, определение физико-механических свойств грунтов на участке проектирования.

При написании данной работы будут рассмотрены следующие вопросы: обоснование видов, объёмов и методик исследований, выбор оборудования для проведения инженерно-геологических работ, рассмотрены аспекты производственной и экологической безопасности, а также составлена смета.

В проектировании используются действующие нормативные документы, фондовые материалы Красноярского проектно-изыскательского института «Красноярскжелдорпроект» – филиала АО «Росжелдорпроект», а также справочная и учебная литература.

Материалы предоставлены Красноярским проектно-изыскательским институтом «Красноярскжелдорпроект» – филиала АО «Росжелдорпроект», в котором работает автор.

## **1 Общая часть. Природные условия района строительства**

### **1.1 Экономический очерк**

Экономическая характеристика обусловлена расположением объекта инженерно-геологических изысканий на территории г. Красноярска. Красноярск является крупнейшим экономическим и промышленным центром Восточной Сибири.

Основные отрасли экономики – цветная металлургия, гидроэнергетика, космическая промышленность и машиностроение, химическая, деревообрабатывающая промышленность. Красноярск является крупным транспортно-распределительным и транзитным узлом [5]. Транспортный комплекс представлен всеми видами транспорта: железнодорожным, автомобильным, воздушным и водным. Население города на 1 января 2022 года составляет 1 103 023 человека.

В Красноярске развита и строительная отрасль экономики. По имеющимся данным, в 2021 году построили 1346,8 тысячи м<sup>2</sup>, что на 3% больше, чем в 2020 году.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжение Красноярска, главным образом, используются инфильтрационные поверхностные воды реки Енисей. На сегодняшний день система водоснабжения города включает в себя семь единиц водозаборных сооружений проектной мощностью 810 тыс. м<sup>3</sup>/сутки [57].

Красноярский край имеет лидирующие позиции в энергетическом комплексе страны, обеспечивая производство 5-6% российской электроэнергии. Основную мощность дают гидроресурсы.

Обобщая имеющиеся данные, можно сделать вывод, что с точки зрения таких экономических факторов, как наличие путей сообщения, рабочей силы, электроэнергии, водоснабжения, возможности аренды помещений и транспорта, условия проведения инженерно-геологических изысканий в данном районе оцениваются как благоприятные.

## 1.2 Физико-географическая и климатическая характеристика

Город Красноярск находится на обоих берегах реки Енисей в котловине, образованной самыми северными отрогами Восточного Саяна, на стыке Западно-Сибирской равнины, Среднесибирского плоскогорья и Саянских гор.

В административном отношении район работ находится в Железнодорожном районе г. Красноярска, на левом берегу р. Енисей (рисунок 1.2).

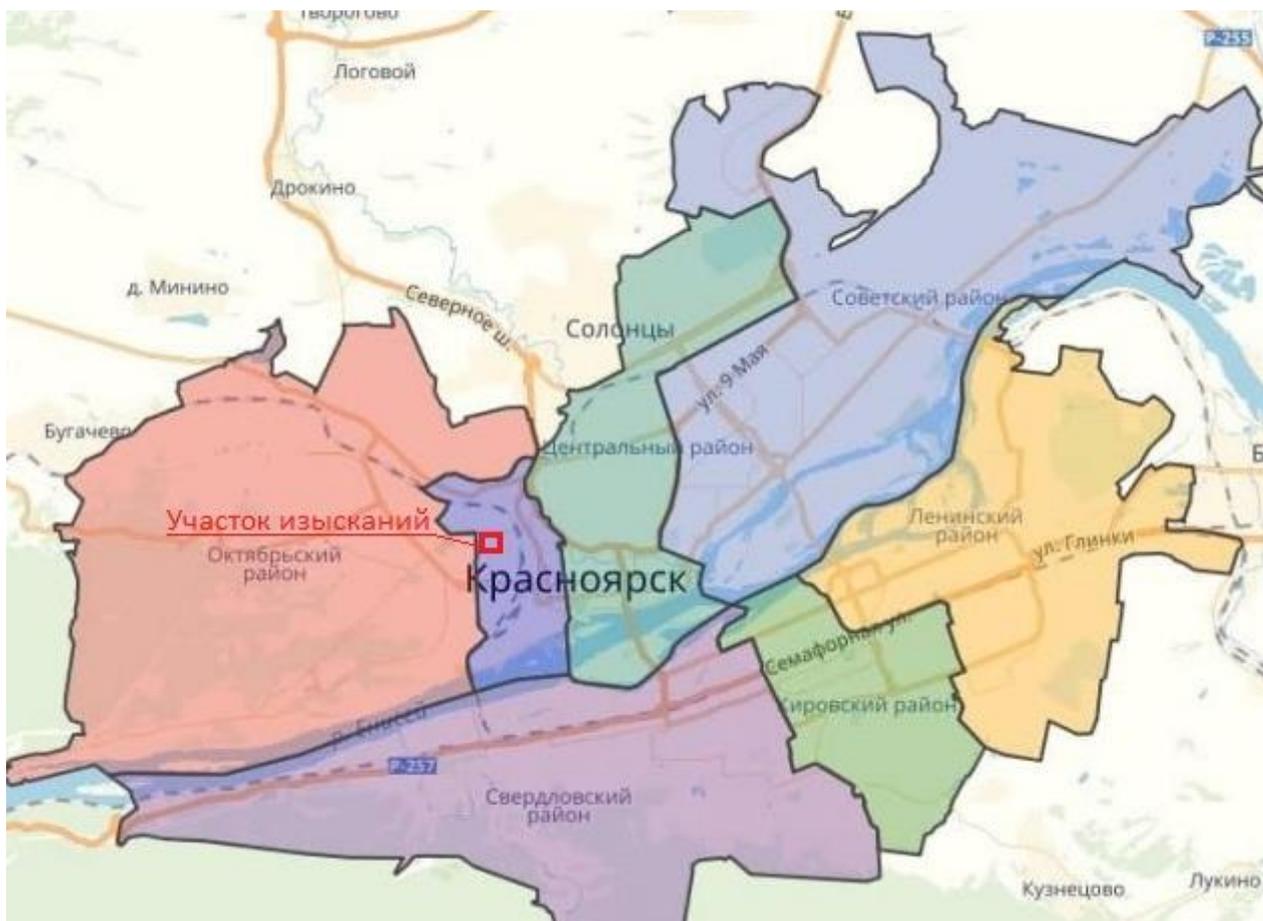


Рисунок 1.2 – Схема административного расположения участка изысканий

### 1.2.1 Рельеф и растительность

Город Красноярск и его окрестности находятся на стыке двух геоморфологических стран – Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горно-складчатой области.

В горно-таежной части района произрастают смешанные леса, состоящие из березы, сосны, ели, пихты, редко кедрача. В лесостепной части

преобладает сосна, осина, акация, ольха, ива, рябина, черемуха. Кое-где сохранились сосновые боры. Северная часть почти безлесна, исключая отдельные участки вдоль рек, где растут преимущественно ива, черемуха и кустарниковые формы.

По почвенно-географическому районированию СССР [4] район работ находится в подзоне типичной лесостепи. Почвы, входящие в городскую черту г. Красноярска, в большинстве случаев, представляют собой искусственные образования, полученные путем перемешивания естественных почвенных горизонтов в результате градостроительных работ.

Городская агломерация расположена на всхолмленной равнине с высотными отметками менее 400 м и относительными превышениями до 200 м) [13].

В орографическом отношении рассматриваемая площадь охватывает северные предгорья Восточного Саяна и юго-восточную часть Чулымо-Енисейской впадины. Восточный Саян представляет собой низкогорье с глубоко врезанными долинами. Абсолютные отметки поверхности водоразделов достигают от 500 до 700 м, отметки низких террас в долинах рек от 200 до 400 м.

Чулымо-Енисейская впадина характеризуется равнинно-холмистым типом рельефа. Абсолютные отметки поверхности водоразделов здесь не превышают 400 м, а абсолютные отметки низких террас 240 м. Долины имеют U-образный поперечный профиль. Особое место в орографии района занимает долина р. Енисей, представляющая ступенчатую эрозионно-аккумулятивную равнину сложного строения. В ее поперечном профиле насчитывается семь поколений террас с относительными высотами от 8 до 160 м. Террасы левобережной части города ограничены плато, которое в северной окраине города называется Караульной горой (высота до 100 м) [8].

Левобережная долина, где расположен район работ, шириной около 0,7-1,0 км, значительно расширяется до 2,0-8,0 км только при впадении р. Кача. Левобережные террасы состоят из аллювиальных и наносных отложений.

## 1.2.2 Гидрографическая сеть

Основной водной артерией является р. Енисей (рисунок 1.3) с притоками – реками Кача, Караульная, Бузим, Миндерла. В районе г. Красноярска р. Енисей относится к среднему течению. Ширина его вместе с островами колеблется от 0,5 до 3,0 км. Крупными островами являются: Татышев, Отдыха, Худоноговский и Молокова.



Рисунок 1.3 – р. Енисей в городской черте г. Красноярска (вид на Центральный и Железнодорожный районы) [48]

Питание р. Енисей происходит за счет снего-дождевых вод (около 84%), и частично, за счет подземных вод (около 16 %). По характеру водного режима р. Енисей относится к восточно-сибирскому типу рек: с высоким весенне-летним половодьем, систематическими летне-осенними паводками и низким стоком зимой.

Гидрологический режим р. Енисей регулируется работой каскада ГЭС и зависит от объема сбрасываемой воды с Красноярского водохранилища.

При сбросе излишних расходов воды с Красноярского водохранилища, характерные уровни воды у г. Красноярска определены «Основными положениями правил использования водных ресурсов Красноярского водохранилища на р. Енисей» института Гидропроект им. С.Я. Жука.

Режим уровней и расходов воды в реке определяются попусками ГЭС. Основные данные по режиму уровней и расходам в черте г. Красноярска приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Режим расходов и уровней р. Енисей

Характеристика	Сбросные расходы Красноярской ГЭС, м <sup>3</sup> /с	Уровень, м	
		в/п Базаиха «0» = 134.41мБС	в/п г. Красноярск (реч. вокзал) «0» = 134.26мБС
Средний минимальный зимний уровень за период наблюдений 1971-2004 гг		136,65	135,40
Максимальные зарегулированные расходы и уровни весеннего половодья, обеспеченностью:			
0,1%	13500	142,85	141,60
1%	13000	142,65	141,40
5%	12500	142,40	141,15
10%	7500	140,15	138,90

Река Кача является одним из крупных левых притоков р. Енисей. Река Кача имеет наибольшие годовые колебания уровня воды в марте-апреле, наименьшие – в августе. Среднегодовой расход воды в реке составляет 1,6 м<sup>3</sup>/с. В зимнее время река местами замерзает и остается лишь подрусловый сток.

Площадка работ расположена на расстоянии 1 км южнее реки Бугач и на расстоянии 2,8 км севернее реки Енисей. Поверхностные воды рек Бугач и Енисей не оказывают влияние на гидрогеологические условия площадки изыскания [1].

### 1.2.3 Климатическая характеристика

Климат Красноярска умеренный резко континентальный. Находится он на стыке двух климатических областей: западносибирской и восточносибирской, граница между которыми проходит как раз по Енисею, протекающему через центр города. Река как бы знаменует собой конец влияния Атлантики и начало господства Арктики. Впрочем, и сам Енисей серьезно влияет на климат Красноярска: летом он смягчает серьезную жару,

но зимой выступает скорее не как источник тепла, а как источник влаги (после строительства красноярской ГЭС Енисей в районе Красноярска перестал замерзать даже в самые суровые зимы). Зимой Красноярск попадает под влияние Сибирского антициклона. Условия атмосферной циркуляции затрудняют доступ атлантических и тихоокеанских воздушных масс, в итоге главным поставщиком выступает Арктика. Поэтому зимы обычно холодные.

Климатическая характеристика района работ дается по данным метеорологической станции Красноярск, приведенной в «Научно-прикладном справочнике по климату СССР», серия 3, ч. 1-6, выпуск 21 и СП 131.133330.2020 [25] Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* по метеостанциям Красноярск-АМСГ Северный и Красноярск - опытное поле. Согласно карте климатического районирования (рисунок А1 СП 131.133330.2020) территория г. Красноярска относится к климатическому району I, подрайон IV с большой годовой и суточной амплитудой колебания температуры воздуха.

Средняя годовая температура воздуха положительная и составляет 1,2 °С. Самый холодный месяц в году – январь со среднемесячной температурой минус 16,0 С, самый теплый – июль со среднемесячной урой плюс 18,7 °С (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Средняя месячная и средняя годовая температура воздуха, °С

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-16	-14	-6,3	1,9	9,7	16	18,7	15,4	8,9	1,5	-7,5	-13,7	1,2

Летом Красноярск попадает под влияние столь же обширной термической депрессии (области пониженного атмосферного давления). По ее западной окраине с севера притекает холодный воздух и движется далее на юг в субтропическую зону. Это приводит к значительным перепадам температуры на фоне теплой летней погоды вплоть до 15-20 градусов. Но в целом, температура в июле около плюс 19 °С. Продолжительность теплого периода года (температура воздуха выше 0 °С) составляет 194 дня, а

продолжительность холодного периода года (температура воздуха ниже 0 °С) – 171 день.

В годовом ходе осадков проявляется характерный для континентальных районов умеренных широт летний максимум осадков (в июле выпадает 76 мм осадков). Годовое количество осадков с поправками на смачивание 471 мм. Наименьшее месячное количество осадков (7-10 мм) отмечается в январе-марте, наибольшее (62-67 мм) – с июля по август.

Тепловой режим почвы определяется радиационным и тепловым балансом ее поверхности и зависит от температуры воздуха, механического состава почвы, ее влажности, наличия растительного и снежного покрова. Годовой ход температуры почвы аналогичен годовому ходу температуры воздуха. Средняя годовая температура поверхности почвы – плюс 1 °С. Самая низкая температура поверхности почвы – минус 18 °С приходится на декабрь-февраль. Самая высокая – плюс 24 °С отмечена в июле.

Снежный покров очень редко устанавливается сразу. Средняя дата образования устойчивого снежного покрова – 2 ноября. Наибольшая высота снежного покрова по данным снегосъемок составила 76 см. Средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова – 6 апреля.

Режим ветра непосредственно связан с распределением атмосферного давления и его сезонными измерениями. Роза ветров приведена на рисунке 1.4.

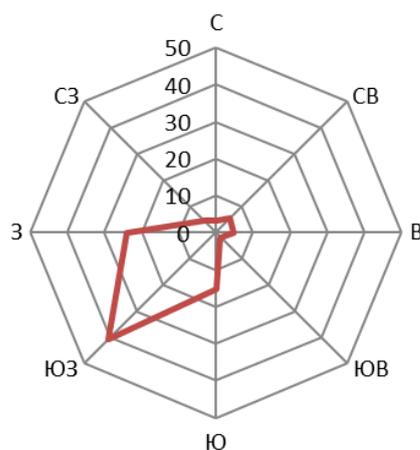


Рисунок 1.4 – Роза ветров по метеостанции г. Красноярск

Средняя месячная и годовая скорость ветра представлена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с)

Месяц												Год
Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.	
3,1	2,7	2,9	3,3	3,3	2,5	1,9	1,9	2,5	3,3	3,6	3,2	2,8

Нормативное значение ветрового давления для района строительства, принадлежащего III ветровому району, составляет 38 кгс/м<sup>2</sup> или 0,38 кПа.

Отмечается целый ряд таких неблагоприятных атмосферных явлений как: туманы, метели, грозы, град.

Согласно СП 20.13330.2016 [19] район строительства находится в пределах III района по весу снегового покрова (180 кг/м<sup>2</sup>), III району по толщине стенки гололеда, III району по давлению ветра (0,38 кПа). Толщина стенки гололеда равна средняя 0,3 мм, максимальная 4,9 мм.

Среднее из максимальных значений глубина промерзания почвы за период 1953-2017 годы составила 145 см.

Климатические условия суровые. Отмеченные климатические характеристики определяют ряд факторов, негативно влияющих на условия строительства и эксплуатации объектов. Основные климатические показатели рассматриваемой территории, определенные по картам климатического районирования и данных обработки многолетних наблюдений по метеостанции Красноярск оп. поле приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Основные климатические показатели рассматриваемой территории

Характеристика	Величина
Строительно-климатическая зона	IV
Район по толщине стенки гололеда	III
Толщина стенки гололеда, мм	10
Район по ветровому давлению	III
Район по весу снегового покрова	III
Средняя толщина стенки гололеда, мм	0,3
Максимальная толщина стенки гололеда, мм	4,9
Расчетная толщина стенки гололеда, мм	1,6
Абсолютная температура воздуха, минимум, °С	-48
максимум, °С	+37
Температура воздуха наиболее холодных суток, с обеспеченностью 0,92, °С	-42
с обеспеченностью 0,98, °С	-39

<b>Характеристика</b>	<b>Величина</b>
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, с обеспеченностью 0,92, °С	-37
с обеспеченностью 0,98, °С	-40
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца, °С	8,4
Максимальная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца, °С	25,7
Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха ниже 0 °С (сут.)	171
Среднегодовая температура воздуха, °С	1,2
Средняя максимальная температура наиболее теплого месяца, °С	25,8
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца, °С	12
Максимальная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца, °С	19,8
Среднее за год число дней в году с переходом температуры воздуха через 0 °С	76
Преобладающее направление ветра за декабрь - февраль	3
Преобладающее направление ветра за июнь - август	3
Нормативное значение ветрового давления, кгс/м <sup>2</sup>	38
Скорость ветра, вероятность превышения которой составляет 5 %, м/с	6,3
Годовое количество осадков, мм	471
Суточный максимум осадков, мм	96,5
Сумма атмосферных осадков, в мм ноябрь-март	104
апрель-октябрь	367
Средняя дата образования устойчивого снежного покрова	02.11
Дата схода снежного покрова	6.04
Наибольшая высота снежного покрова за зиму, см	76
Среднее из максимальных значений глубины промерзания почвы, см	145
Среднее годовое число дней с туманом	11
Среднее за год число дней с метелью	45
Среднее за год число дней с грозой	23

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

Первые сведения о геологическом строении были получены еще в 30-х годах XX века. Благоприятные экономико-географические условия г. Красноярска и богатства его недр привлекли внимание планирующих и проектирующих организаций из различных областей промышленности, стремящихся разместить здесь свои предприятия. Это обстоятельство потребовало массового отвода строительных площадок в черте города и производства на них инженерно-геологических исследований, необходимых для проектирования предприятий. Таким образом, в течение многих лет

накопился огромный фактический материал, который был собран и систематизирован в 1945-1947 гг. В результате чего была составлена и

н На территории г. Красноярска вплоть до настоящего времени продолжается интенсивная застройка, а, следовательно, и инженерно-геологическое изучение застраиваемых территорий. Учитывая давность и длительность процесса застройки территории города можно с уверенностью говорить о высокой степени ее инженерно-геологической изученности.

р В районе работ проектно-изыскательским институтом «Красноярскжелдорпроект» - филиалом АО «Росжелдорпроект» ранее инженерно-геологические изыскания проводились в 2021 г. по объекту: «Реконструкция учебного корпуса Красноярского УЦПК» (шифр 4626-ИГИ). Инженерно-геологические работы были выполнены с целью изучения геологического строения, установления состава, состояния, физико-механических, просадочных и коррозионных свойств грунтов, а также гидрогеологических условий площадки проектируемого строительства. Изыскания выполнены по улице Толстого в г. Красноярске, в аналогичных инженерно-геологических условиях.

и Геологическое строение площадки изучено до глубины бурения 32 м. В разрезе грунтов основания вскрыты отложения четвертичного возраста, и элювиальные отложения дисперсной зоны коры выветривания пород павловской свиты среднедевонского возраста. Подземные воды на период выполнения инженерно-геологических изысканий вскрыты всеми скважинами на глубине 8,8-9,7 м от поверхности земли и приурочены к отложениям четвертичного возраста.

к

а

р

т

а

г

## 1.4 Изученность инженерно-геологических условий

### 1.4.1 Стратиграфия

В геологическом строении района работ принимают участие два отдела девонской системы: средний (павловская свита) и верхний (кунгусская свита) (рисунок 1.5) и верхнечетвертичные отложения (рисунок 1.6).

Павловская свита ( $D_2pv$ ) девонского возраста представлена средней и верхней подсвитой. Наблюдается свита в пределах Красноярской моноклинали, где она в виде полосы шириной до 12 км протягивается в северо-западном направлении от г. Красноярска до п. Памяти 13 Борцов. Сложена свита конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами, аргиллитами, мергелями и известняками, окрашенными в бурые и красные тона. Свита трансгрессивно залегает на додевонских отложениях и согласно перекрывается породами кунгусской свиты верхнего девона [2].

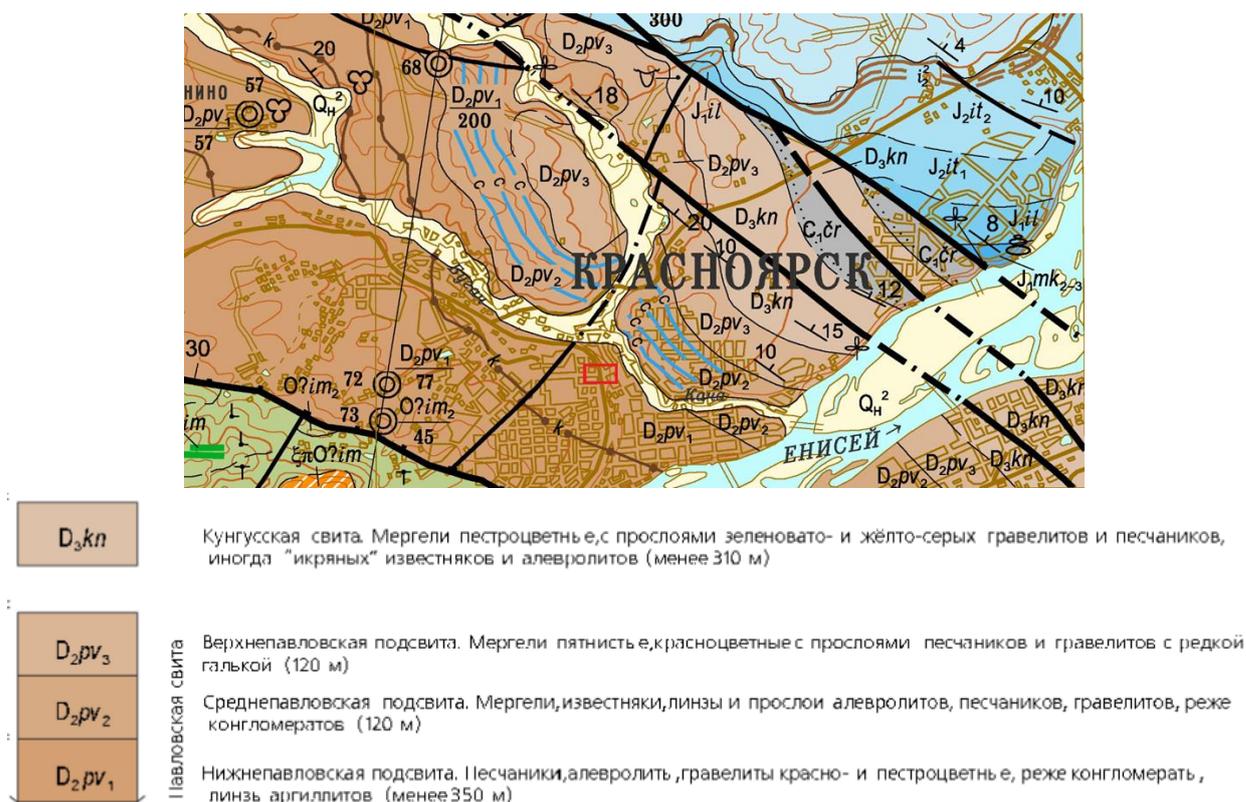


Рисунок 1.5 – Фрагмент геологической карты минусинской серии О-46-XXXIII (Красноярск)

□ Участок работ

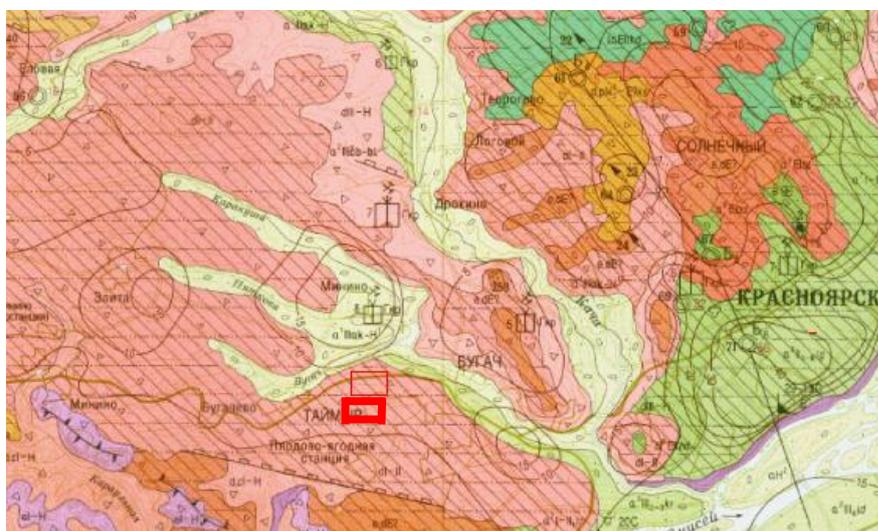
Кунгусская свита ( $D_3kn$ ) ограниченно распространена в районе г. Красноярска, протягиваясь от р. Енисей до п. Солонцы. Сложена она

мергелями, реже алевролитами, песчаниками и гравелитами. В верхней части разреза встречаются прослои (до 1 м) «икряных» известняков. Окраска пород кирпично-красная, лилово-бурая, лилово-серая, зеленая, зеленовато-, желтовато-, розовато-, голубовато-серая. Мощность свиты не превышает 310 м [2].

Четвертичные отложения представлены делювиальными (отложения неоплейстоцена, нижнее-среднее звенья) и аллювиальными отложениями (третья надпойменная терраса р. Енисей).

Отложения неоплейстоцена, нижнее-среднее звенья нерасчлененные представлены суглинками с галькой, супесями, суглинками с дресвой.

Отложения аллювия третьей надпойменной террасы ( $a^3III_{2-3kr}$ ) р. Енисей. Высота террасы составляет 18-25 м. Терраса аккумулятивная, сложена галечниками с линзами песка. Местами галечник покрыт лессовидными суглинками и буграми перевеянных песков. Мощность осадков 20 м [2].



$dl-II$	Делювиальные отложения долин рек. Суглинки с гальками, супеси, суглинки с дресвой (до 8 м)
$a^2III_4ld$	Аккемский горизонт. Ладейский аллювий второй надпойменной террасы (высота 11–15 м). Галечники, супеси, суглинки (14–20 м)
$a^3III_{2-3kr}$	Чибитский–бельтирский горизонты. Красноярский аллювий третьей надпойменной террасы (высота 18–25 м). Пески, галечники, суглинки (до 20 м). В нижней части – тундрово-степной СПК. <i>Mammuthus primigenius</i> (поздний тип)
$a^1IIIak-H^1$	Аккемский горизонт–голоцен, нижняя часть. Аллювий первой надпойменной террасы (высота 7–12 м). Галечники, пески, супеси (до 15 м)
$a^2IIIcb-bl$	Чибитский–бельтирский горизонты. Аллювий второй надпойменной террасы (высота 15–25 м). Суглинки, пески с галькой, галечники (до 15 м)

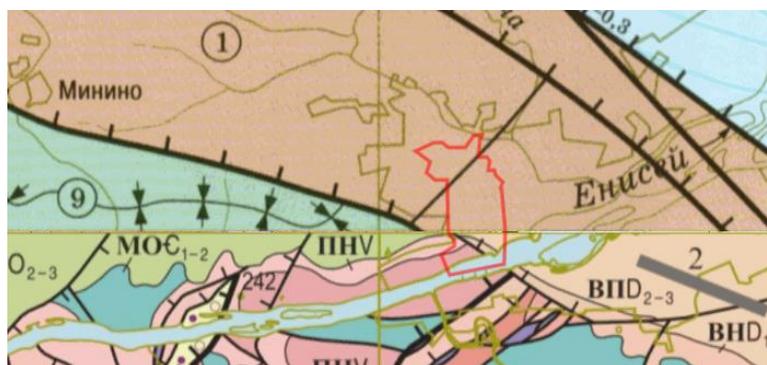
Рисунок 1.6 – Фрагмент геологической карты неоген-четвертичных образований минусинской серии О-46-XXXIII (Красноярск).

Участок работ

### 1.4.2 Тектоника

Район работ находится в пределах Красноярской моноклинали, являющейся западным крылом Кемчугской впадины. Красноярская моноклинали имеет сегментную форму, ограниченную разрывными нарушениями Канско-Агульского разлома. Ее протяженность в северо-западном направлении составляет 45 км, в северо-восточном – до 15 км.

Внутреннее строение моноклинали – это серия усложняющих ее антиклинальных и синклиналиных складок, выполненных красноцветными терригенными образованиями павловской свиты, с углами залегания от 5 до 16-20°, иногда до 40°, и осложненных разрывными нарушениями северо-восточного направления (рисунок 1.7). К востоку она усложняется, переходя в серию параллельных сближенных синклиналей, срезанных с северо-востока разрывными нарушениями. Эти структуры выполнены верхнепавловской подсвитой, кунгусской и чаргинской свитами среднего девона-раннего карбона. Углы залегания слоев от 10 до 20° [2].



① Кемчугская впадина. Красноярская моноклинали

Рисунок 1.7 – Тектоническая схема Железнодорожного района г. Красноярск и его окрестностей (Комплект Госгеолкарты лист О-46-XXXIII и лист N-46-III)

### 1.4.3 Геоморфология

Рассматриваемая территория расположена в пределах Красноярской моноклинали Кемчугской впадины.

Холмисто-куесто-грядовая равнина в южной части Кемчугской впадины (2VI) образовалась в результате препарировки пластов терригенно-

карбонатных девонских образований. Куэстовый рельеф пространственно совпадает с Красноярской моноклиной, расположенной между разрывными нарушениями Канско-Агульского разлома, имеет абс. отметки 230-420 м и вертикальное расчленение 30-70 м. Водоразделы характеризуются небольшой шириной и уклоном согласно с падением бронирующих пластов. Речная сеть юго-восточного простирания имеет широкие днища, ящикообразный асимметричный профиль с крутым левым и пологим правым склонами.

Прямолинейные склоны, уступы, спрямленные участки речных долин образовывались в процессе препарировки древних разрывных дислокаций. Структурно-денудационные уступы отчетливо выражены вдоль границ орографических элементов: горных сооружений и прилегающих впадин. Все они пространственно совпадают с зонами унаследования развивавшихся разломов и представляют собой крутые (30-40°, реже 70°) участки склонов с резко выраженной бровкой [2].

В геоморфологическом отношении площадка изысканий расположена на склоне водораздела между рек Бугач и Енисей (рисунок 1.8).

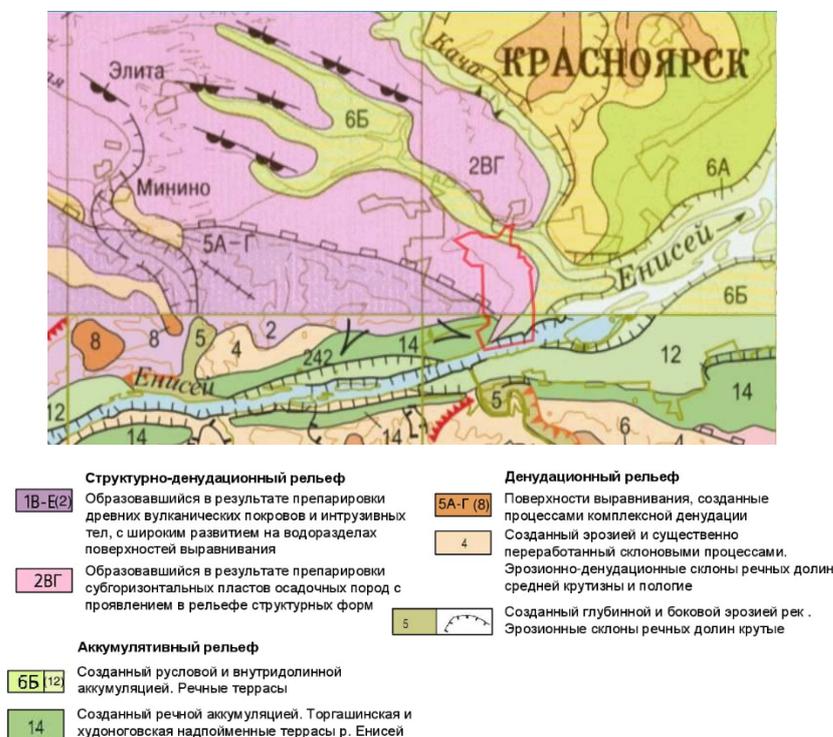


Рисунок 1.8 – Геоморфологическая схема Железнодорожного района г. Красноярска и его окрестностей (Комплект Госгеолкарты лист О-46-XXXIII и лист N-46-III)

#### **1.4.4 Гидрогеологические условия.**

Площадь района работ входит в состав Чулымо-Енисейского артезианского бассейна.

Подземные воды четвертичных отложений приурочены к долине р. Енисей. В долине р. Енисей водоносными являются гравийно-галечные отложения поймы и 1-3 надпойменных террас мощностью 10-40 м. Удельные дебиты скважин составляют от 1,2 до 20 л/с и более [2].

Обводненность характеризуется дебитами скважин 0,1-1,3 л/с, уровень грунтовых вод расположен на глубине 2-10 м. Химический состав вод четвертичных отложений гидрокарбонатный магниевый-кальциевый с минерализацией 0,4-1 г/л. В пределах г. Красноярска наблюдается значительное загрязнение грунтовых вод.

Подземные воды девонских отложений приурочены к проницаемым зонам открытой трещиноватости песчаников, алевролитов, конгломератов мощностью от 25-60 до 200 м. Обводненность пород неравномерная. Глубина залегания подземных вод изменяется от 10 до 50 м. Дебиты скважин и колодцев 0,01-0,36, реже до 3,5 л/с. Воды гидрокарбонатные и натриево-кальциевые, часто с повышенным содержанием хлоридов и сульфатов, с минерализацией от 0,8 до 1,2 г/л [2].

Подземные воды на период выполнения инженерно-геологических изысканий вскрыты всеми скважинами на глубине 8,8-9,7 м (отм. 177,57-176,31 м) от поверхности земли и приурочены к отложениям четвертичного возраста.

#### **1.5 Геологические процессы и явления**

Геологические процессы и явления осложняют освоение и использование территорий, повышая уровень опасности для населения и объектов экономики и требуют развёртывания средств инженерной защиты.

На рассматриваемой территории возможно развитие следующих процессов и явлений:

- просадочность грунта, связанная со способностью грунтов к уменьшению объема вследствие замачивания при постоянной внешней нагрузке и/или нагрузки от собственного веса;
- морозное пучение, связанное с увеличением объема грунта и поднятием его поверхности при промерзании;
- сейсмические явления, связанные с движением грунта, вызванным природными или техногенными факторами (землетрясения, взрывы, движение транспорта, работа промышленного оборудования), обуславливающими движение, деформации, иногда разрушение сооружений и других объектов.
- прочие явления, связанные с инженерно-хозяйственной деятельностью человека.

Просадочность грунта. Это механическое свойство глинистых грунтов быстро уменьшаться в объеме при увлажнении под нагрузкой. Данная нагрузка может быть нескольких видов: от собственного веса грунта и от сооружения.

В просадочных грунтах при замачивании водой неводостойкие и маловодостойкие структурные связи ослабевают, и в дальнейшем, под действием прилагаемой нагрузки, разрушаются. Одновременно с этим твердые частицы смещаются относительно друг друга, и их упаковка становится более компактной. В процессе просадочности у грунта наблюдается увеличение влажности и уменьшение пористости. Вместе с тем изменяется и консистенция грунта: грунт переходит в более пластичное состояние (полутвердое или тугопластичное).

Просадочностью обладают лёссовые грунты, которые представлены супесями, суглинками и глинами. Они отличаются от других своеобразным составом и свойствами. Характерными особенностями просадочных грунтов являются: содержание пылеватых частиц до 60—70%; невысокие значения плотности скелета грунта; низкое число пластичности; наличие крупных пор, видимых невооруженным глазом (макропор).

Просадочные свойства грунтов характеризуются разными показателями. По существующим строительным нормам и правилам они характеризуются величиной относительной просадочности, под которой понимается дополнительное относительное сжатие грунта под действием замачивания.

Морозное пучение. Морозное пучение грунта происходит в результате объемного расширения воды (приблизительно на 9%). Вода находится в грунте до промерзания, а также дополнительно мигрирует к границе промерзания в процессе перехода воды из жидкого состояния в твердое (лед). Процесс морозного пучения протекает в зоне сезонного промерзания, а в случае с многолетней мерзлотой - в сезонно-талых слоях.

Пучение проявляется в неравномерном поднятии грунта при промерзании и сопровождается осадкой при оттаивании. Напряжения и деформации, возникающие при пучении грунтов основания, разуплотняют грунты и снижают несущую способность, а также вызывают деформацию и нарушают эксплуатационную пригодность подземных и надземных конструкций зданий и сооружений.

Основными факторами, влияющими на интенсивность и глубину сезонного промерзания грунта в естественных условиях, являются: длительность и суровость зимнего периода (считают количество отрицательных градусо-дней), уровень снежного покрова, время выпадения осадков (твердых и жидких). Также большое влияние на течение процесса морозного пучения оказывают: вид и состав грунта и его теплофизические и влажностные характеристики, естественная влажность и ее динамика во времени, наличие и характер растительного покрова, экспозиция местности, глубина залегания подземных вод, рельеф местности и многое другое.

Больше всего морозному пучению подвержены глинистые грунты. При этом можно наблюдать увеличение объема грунта на 10-15%. Значительно меньше пучинятся песчаные грунты. Каменистые и скальные грунты морозному пучению практически не подвержены.

Сейсмические явления. К особым, специфическим условиям территории следует отнести возможность проявления сейсмических явлений (землетрясений). Сейсмические процессы в виде упругих колебаний возникают в результате разрядки внутренних напряжений Земли. Землетрясения тектонической природы составляют 95% от общего их числа.

Интенсивность землетрясения зависит от состава, физического состояния и мощности рыхлых покровных отложений, условий их залегания, а также от условий залегания подземных вод, обводненности водовмещающих пород и инженерно-геологических условий в целом.

Интенсивность сейсмического воздействия для г. Красноярска принимается равной 6 баллов и оценивается по картам «А» (объекты массового строительства) и «В» (объекты повышенной ответственности), отражающим соответственно 10% и 5% вероятность возможного превышения указанного значения сейсмичности. Для особо ответственных зданий сейсмичность оценивается по карте «С», отражающей соответственно 1% вероятность возможного превышения указанного значения сейсмичности и принимается равной 8 баллов [18].

Согласно неотектонической схемы разломно-блокового строения Красноярской промышленной агломерации и схемы геодинамических рисков (вероятной сотрясаемости грунтов), разработанной научным инженерным центром геодинамики и сейсмостойкого строительства (НИИЦГиСС), рассматриваемая территория расположена в пределах блока земной коры с тенденцией к погружению со средней скоростью вертикальных движений равных 0,22 мм/год. С точки зрения геодинамических рисков территория по сотрясаемости грунтов варьирует от слабоустойчивой до среднеустойчивой.

Количественную оценку сейсмичности площадки строительства с учетом грунтовых и гидрогеологических условий следует проводить на основе сейсмического микрорайонирования. При сейсмическом микрорайонировании изучаются не источники сейсмической опасности, а реакция грунтов на сейсмическое воздействие.

Явления, связанные с инженерно-хозяйственной деятельностью человека. Из техногенных факторов, влияющих на развитие или проявление тех или иных процессов и явлений, можно отметить такие как: нарушение условий поверхностного стока, проведение вертикальной планировки, разработка котлованов и траншей, прокладка разного рода водонесущих коммуникаций, утечки техногенных вод из систем водоснабжения и водоотведения, а также некоторые другие. Выше названные факторы способствуют образованию техногенных подземных вод типа «верховодка», повышению или понижению существующего уровня подземных вод при нарушении условий их разгрузки и питания, изменению влажностного режима грунтов в результате их дополнительного замачивания, иногда достигающего предельных величин, нарушающих необходимые условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений и вызывающих развитие негативных процессов (просадок, сползания грунтовых масс, пучения, деформаций оснований).

## **1.6 Особенности инженерно-геологических условий**

В геоморфологическом отношении площадка изысканий расположена на склоне водораздела между рек Бугач и Енисей. Данная территория является благоприятной для строительного освоения, не требующая сложных мероприятий по инженерной подготовке.

Район работ расположен в области преимущественного развития элювиальных и делювиальных четвертичных отложений, расположенных на размытой поверхности ордовикских и девонских образований. Четвертичные отложения, представленные щебенистыми грунтами, суглинками с дресвой, приурочены к водоразделам горной области и поверхностям выравнивания.

Большая часть Железнодорожного района г. Красноярска, является обжитой и застроенной территорией. Равнинная пониженная область способствует накоплению достаточно мощных глинистых отложений. В надпойменных террасах и поймах р. Бугач накапливаются аллювиальные

отложения в виде галечниковых, гравийных и песчаных грунтов. Рельеф ровный со слабым расчленением, местами получил техногенное изменение. Ровная поверхность территории также благоприятна для строительства.

В инженерно-геологическом отношении область относится к менее благоприятной для строительства из-за наличия просадочных глинистых грунтов, достигающих местами мощности до 10-15 м. При строительстве на таких грунтах необходимо предусмотреть целый комплекс соответствующих дополнительных мероприятий. В рассматриваемом районе выделены территории с разными типами грунтовых условий по просадке (I и II типа).

Гидрогеологические условия области характеризуются залеганием подземных вод на глубине более 10 м, местами, в связи с плотной застройкой, могут накапливаться горизонты вод на глубине 5-10 м.

## **2 Специальная часть**

### **2.1 Рельеф участка**

Участок проектируемого строительства расположен на склоне водораздела между рек Бугач и Енисей. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 184 до 187,5 м.

Участок работ расположен на застроенной территории учебного центра с развитой сетью подземных коммуникаций, внутривозрадных дорог и большим количеством мелких элементов ситуации (трассы коммуникаций). Современный рельеф участка преобразован в результате хозяйственной деятельности человека.

По глубине расчленения и форме по А. И. Спиридонову рассматриваемый район относится к равнинам плоским, не расчлененным или слабо расчлененным, с амплитудами относительных высот до 10 м на протяжении не более 2 км

### **2.2 Состав и условия залегания пород**

Геологическое строение площадки проектируемых объектов изучено до глубины 30-32 м.

В границах участка изысканий под строительство залегают образования двух стратиграфо-генетических комплексов – ранне- и среднечетвертичные делювиальные отложения долин рек (dI-II) и современные техногенные отложения (tQIV).

Геологическая карта Железнодорожного района г. Красноярска и его окрестностей приведена на листе 1 графических приложений.

Делювиальные отложения долин рек залегают под насыпными грунтами и распространены до разведанной глубины 31-32 м.

Делювиальные отложения залегают повсеместно с глубины 1,3 м и представлены: суглинками и супесями слабопросадочными; суглинками и супесями непросадочными.

Просадочная толща представлена делювиальными суглинками с консистенцией от твердых до тугопластичных, супесями твердыми и распространена в интервале глубин с 1,3 до 14,5-17,5 м [1].

Суглинки коричневые тугопластичные слабопросадочные с включением карбонатов и следами ожелезнения имеют ограниченное распространение на площадке проектируемого здания и вскрыты в скважинах 18-2 и 18-3 в виде выклинивающегося слоя в интервале глубин от 1,3 до 5,5 м, мощностью от 1 до 4,2 м. Суглинки коричневые твердые, полутвердые слабопросадочные переслаиваются с супесями коричневыми твердыми слабопросадочными и залегают до глубины 14,5-17,5 м. В супесях и суглинках твердых, полутвердых отмечены включения карбонатов и следы ожелезнения, мощность слоев суглинков изменяется от 2 до 6,8 м, мощность супесей твердых слабопросадочных – от 1 до 6 м.

Непросадочные супеси твердые, пластичные и суглинки тугопластичные встречены с глубины 14,5-17,5 м и распространены до разведанной глубины 31-32 м.

Супеси коричневые твердые непросадочные с гидроокислами железа распространены под просадочными грунтами и вскрыты с глубины 14,5-17,5 м и залегают в виде невыдержанного по мощности слоя от 2 до 3,3 м. Ниже по разрезу залегают супеси коричневые пластичные, мощностью от 3 до 5,2 м. Супеси пластичные с глубины 22,5-23 м подстилают суглинки тугопластичные непросадочные. В суглинках тугопластичных отмечаются редкие линзы суглинков мягкопластичных. Вскрытая мощность суглинков тугопластичных непросадочных изменяется от 8,0 до 9,5 м [1].

Площадка с поверхности покрыта техногенными грунтами, частично заасфальтирована и задернована. Вскрытая мощность асфальта 0,05 м. Техногенные отложения залегают с поверхности и образованы в результате планировки территории. Насыпные грунты в южной части площадки представлены суглинками дресвяными твердыми с включением гравия и залегают до 1,3 м. На остальной территории площадки распространены

щебенистые грунты с суглинистым заполнителем до глубины 1,3 м. В насыпных грунтах отмечено наличие органических остатков.

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

### **2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-2020) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522-2012)**

По результатам проведенных инженерно-геологических изысканий на участке проектируемого строительства выделены два стратиграфо-генетических комплекса. При проведении лабораторных испытаний были получены частные значения физико-механических свойств.

К стратиграфо-генетическому комплекс делювиальных отложений долин рек относятся:

- суглинки коричневые с включением карбонатов и следами ожелезнения слабопросадочные;
- супеси коричневые с включением карбонатов и следами ожелезнения слабопросадочные;
- супеси коричневые непросадочные;
- суглинки коричневые непросадочные распространены до разведанной глубины 31,0-32,0 м. Вскрытая мощность грунтов изменяется от 7,0 до 9,5 м.

Стратиграфо-генетический комплекс современных техногенных отложений.

Насыпной грунт: щебенистый грунт с суглинистым твердым заполнителем (менее 30 %) и примесью органического вещества. Мощность техногенных грунтов изменяется от 1,25 до 1,3 м.

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

За ИГЭ принимают некоторый объем грунта одного и того же происхождения, подвида или разновидности при условии, что значения характеристик грунта изменяются в пределах элемента случайно

(незакономерно) либо наблюдающаяся закономерность такова, что ею можно пренебречь [38].

Согласно ГОСТ 20522-2012 было проведено выделение инженерно-геологических элементов.

Исследуемую толщу грунтов предварительно разделяют на ИГЭ с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей, вида, подвида или разновидности [38].

Предварительное разделение на ИГЭ было проведено на основании данных, полученных в результате выполненных лабораторных работ, с учетом происхождения и вида. В соответствии с ГОСТ 20522-2012 предварительно можно выделить 4 инженерно-геологических элементов:

1. *Суглинок слабопросадочный (dI-II).*
2. *Супесь слабопросадочная (dI-II).*
3. *Супесь непросадочная (dI-II).*
4. *Суглинок непросадочный (dI-II).*

Окончательное выделение ИГЭ проводят на основе оценки характера пространственной изменчивости характеристик грунтов и их коэффициента вариации или сравнительного коэффициента вариации. При этом необходимо установить, изменяются ли характеристики грунтов в пределах предварительно выделенного ИГЭ случайным образом или имеет место их закономерное изменение в каком-либо направлении [38].

Для анализа используют физические характеристики, а при достаточном количестве – и механические.

Графики изменения показателей свойств грунтов с глубиной для глинистых грунтов строятся по физическим характеристикам:

- влажность –  $W_{\text{ест}}$ , %.
- влажность на границе текучести –  $W_L$ , %.
- влажность на границе раскатывания –  $W_p$ , %.
- число пластичности, –  $I_p$ , %.
- коэффициент пористости, –  $e$ , д.е.

Значения характеристик грунтов в каждом предварительно выделенном ИГЭ анализируют с целью установить и исключить значения, резко отличающиеся от большинства значений, если они вызваны ошибками в опытах или принадлежат другому ИГЭ [38].

По исходным данным строим графики изменчивости свойств грунтов с глубиной.

На рисунках 2.1-2.20 приведены графики изменчивости  $W$ ,  $I_L$ ,  $I_p$ ,  $W_p$ ,  $e$  грунтов по глубине.

*Суглинок слабопросадочный (dI-II).*

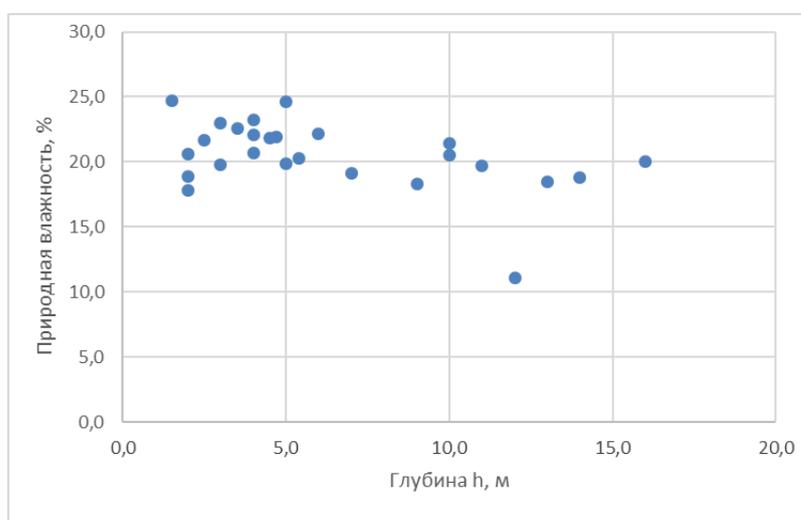


Рисунок 2.1 – График изменчивости  $W$  для суглинка слабопросадочного (dI-II)

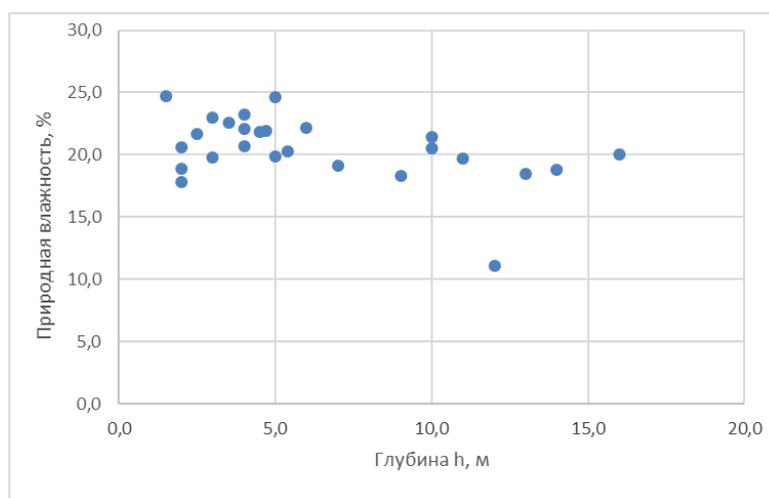


Рисунок 2.2 – График изменчивости  $W_L$  для суглинка слабопросадочного (dI-II)

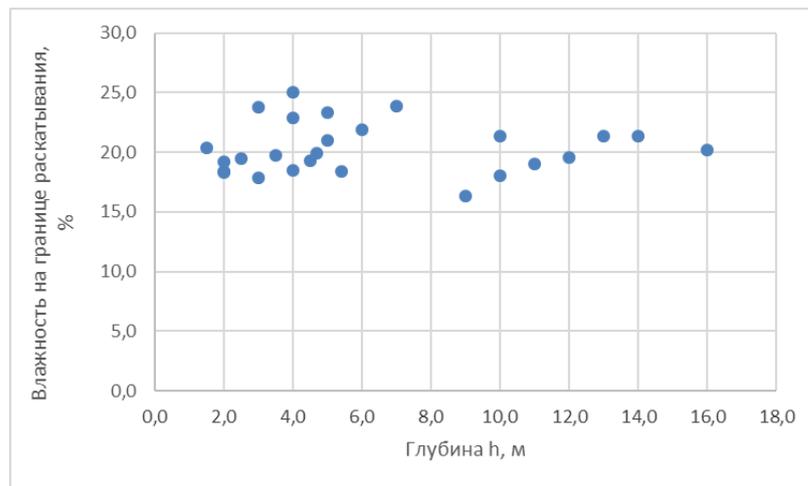


Рисунок 2.3 – График изменчивости  $W_p$  для суглинка слабопросадочного (dI-II)

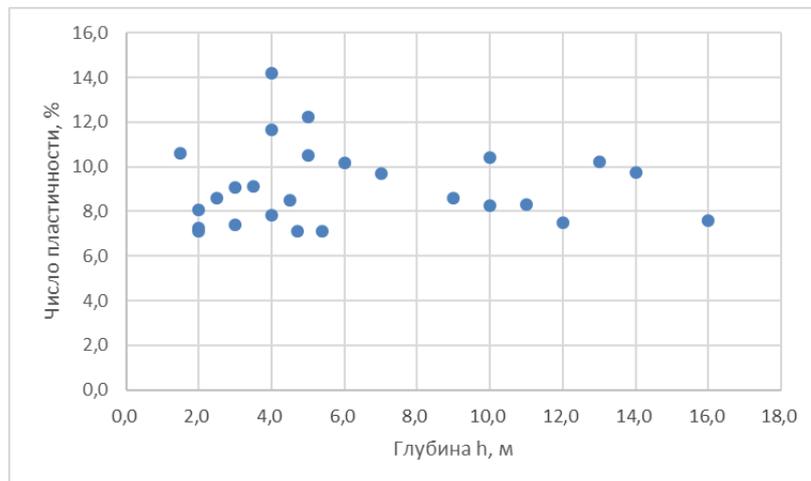


Рисунок 2.4 – График изменчивости  $I_p$  для суглинка слабопросадочного (dI-II)

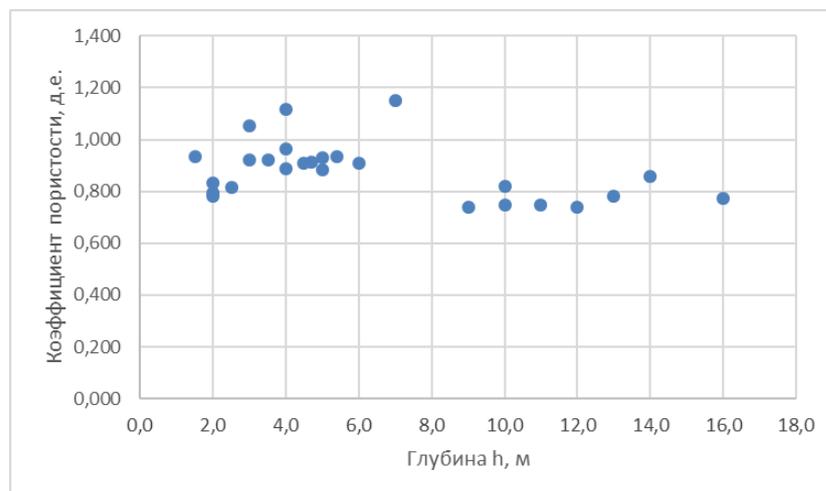


Рисунок 2.5 – График изменчивости  $e$  для суглинка слабопросадочного (dI-II)

Супесь слабопросадочная (dI-II).

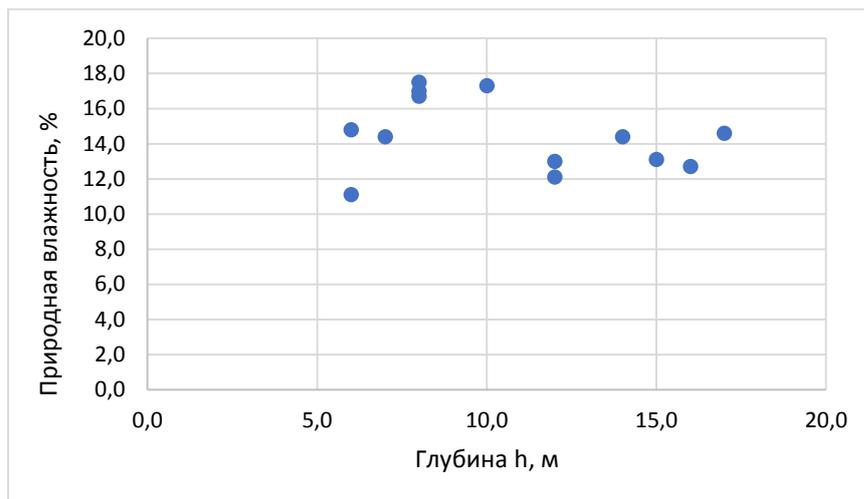


Рисунок 2.6 – График изменчивости  $W$  для супеси слабопросадочной (dI-II)

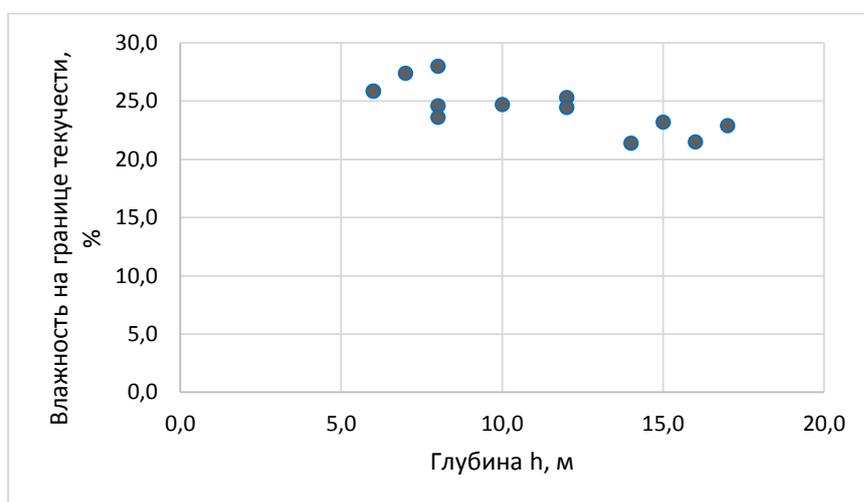


Рисунок 2.7 – График изменчивости  $W_L$  для супеси слабопросадочной (dI-II)

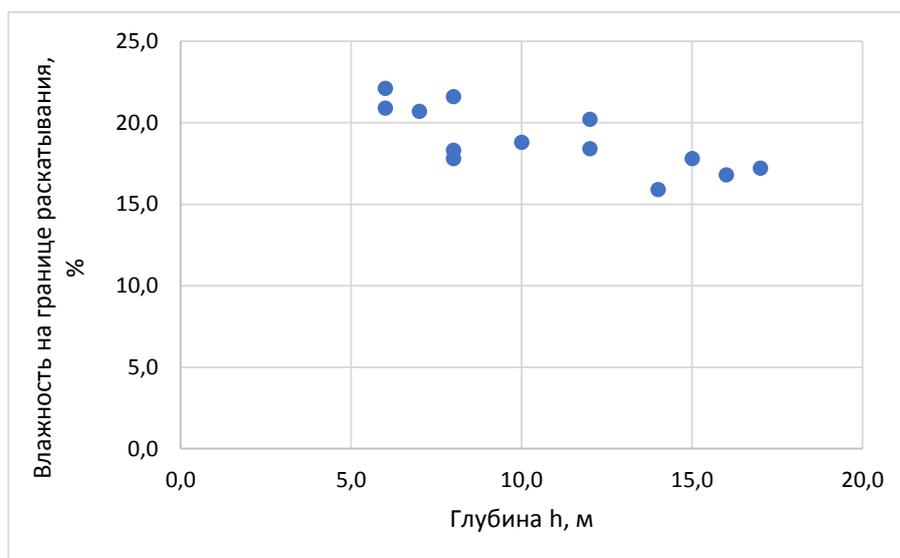


Рисунок 2.8 – График изменчивости  $W_P$  для супеси слабопросадочной (dI-II)

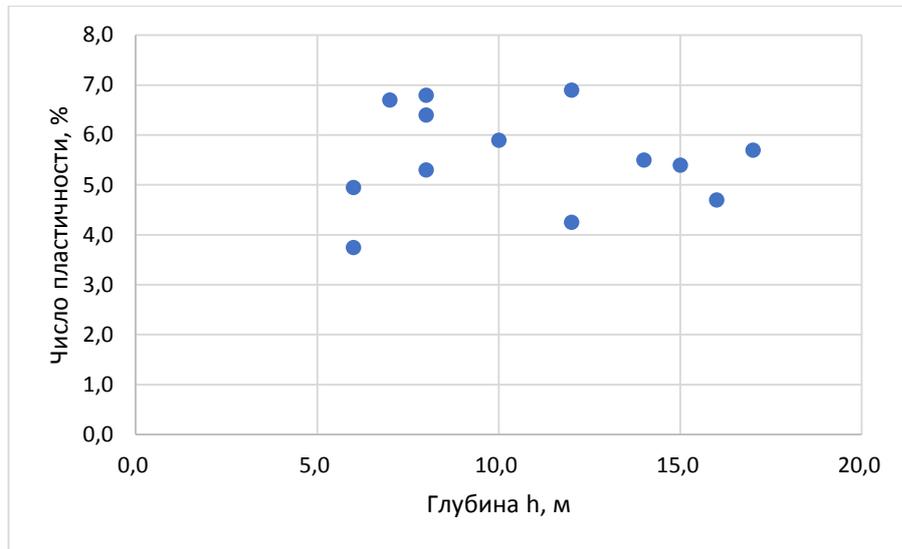


Рисунок 2.9 – График изменчивости  $I_p$  для супеси слабопросадочной (dI-II)

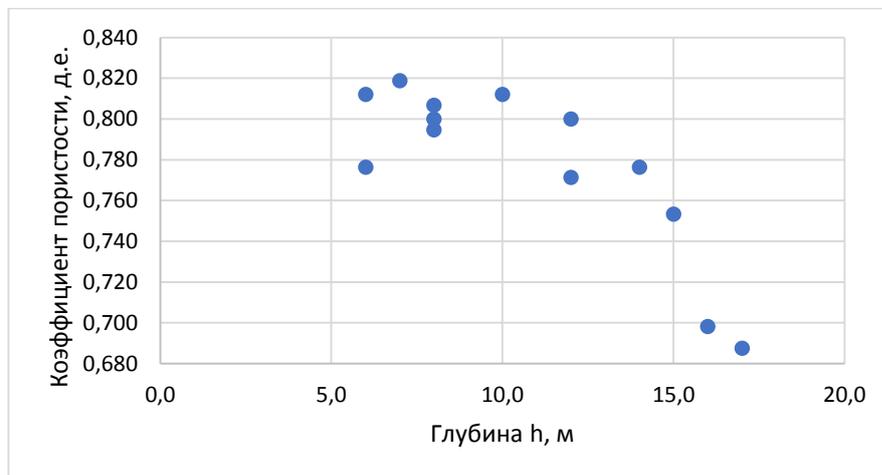


Рисунок 2.10 – График изменчивости  $e$  для супеси слабопросадочной (dI-II)

*Супесь непросадочная (dI-II).*

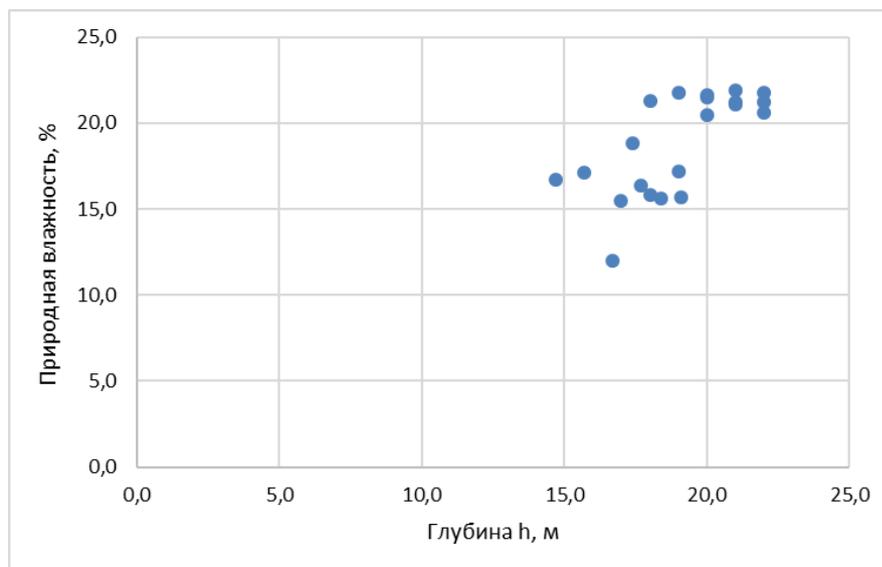


Рисунок 2.11 – График изменчивости  $W$  для супеси непросадочной (dI-II)

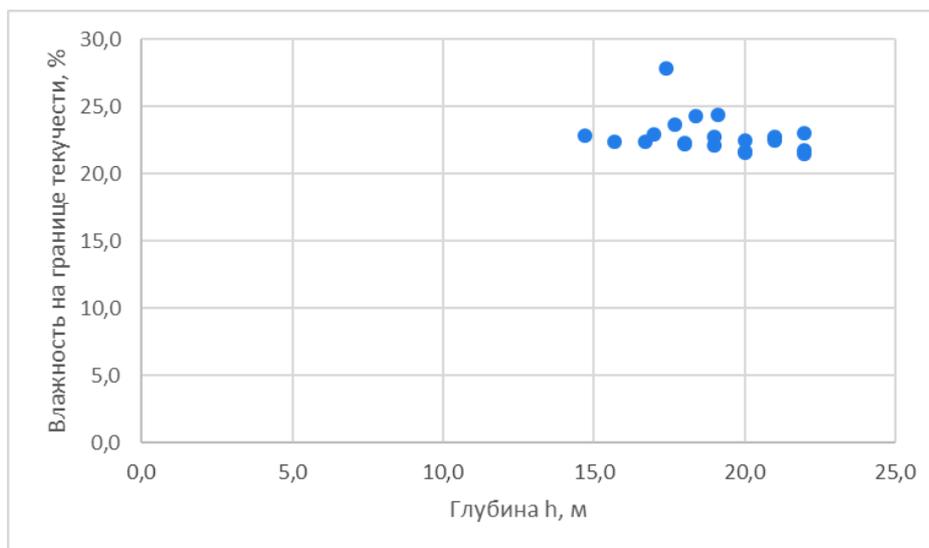


Рисунок 2.12 – График изменчивости  $W_L$  для супеси непросадочной (dI-II)

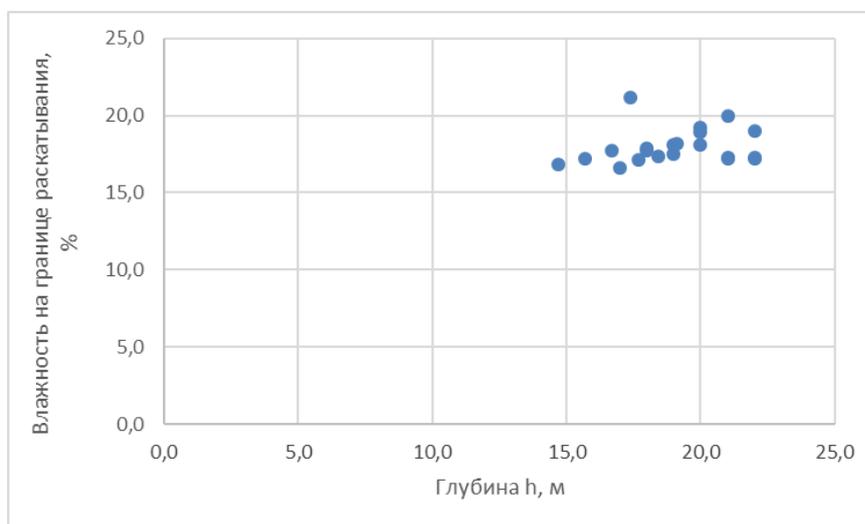


Рисунок 2.13 – График изменчивости  $W_P$  для супеси непросадочной (dI-II)

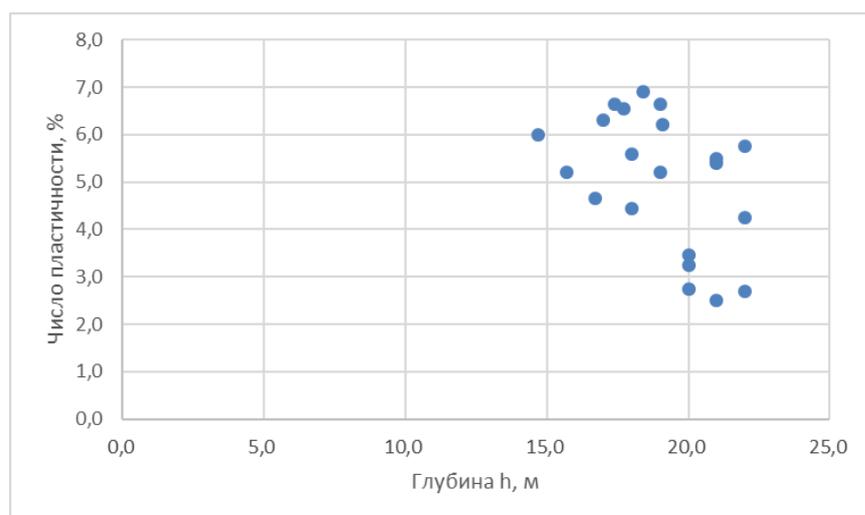


Рисунок 2.14 – График изменчивости  $I_p$  для супеси непросадочной (dI-II)

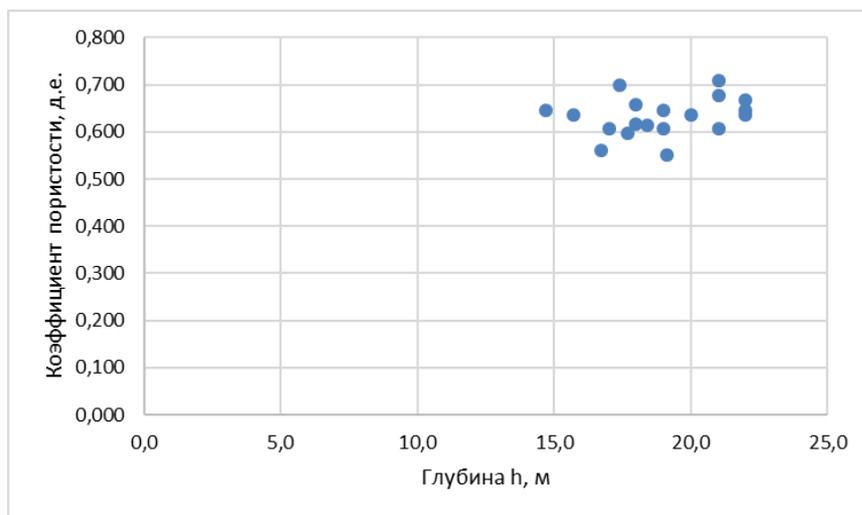


Рисунок 2.15 – График изменчивости  $e$  для супеси непросадочной (dI-II)  
*Суглинок непросадочный (dI-II).*

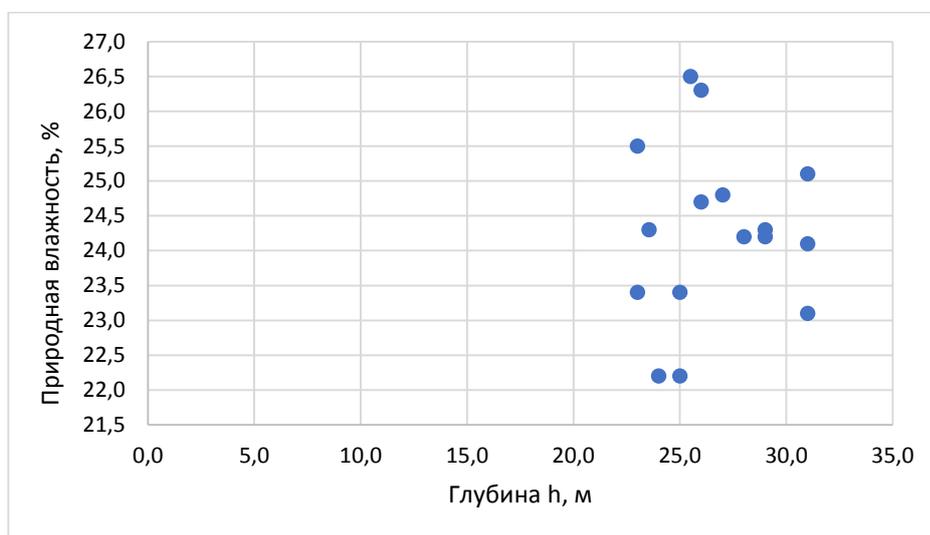


Рисунок 2.16 – График изменчивости  $W$  для суглинка непросадочного (dI-II)

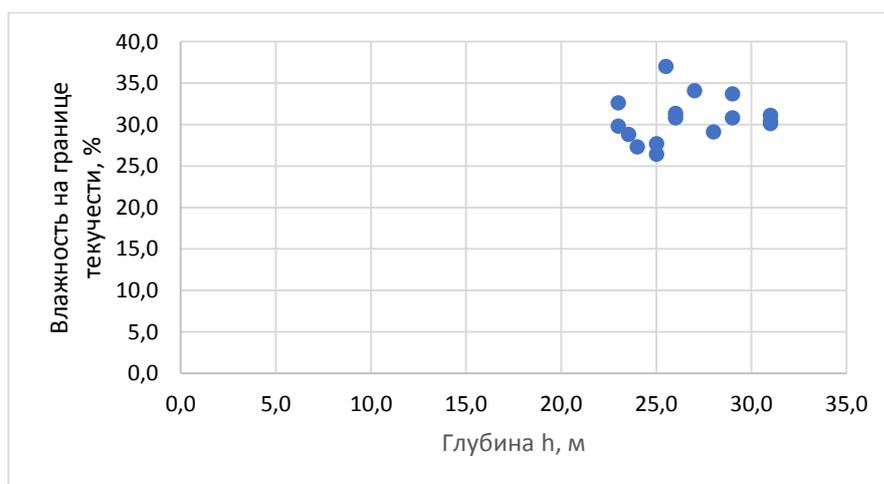


Рисунок 2.17 – График изменчивости  $W_L$  для суглинка непросадочного (dI-II)

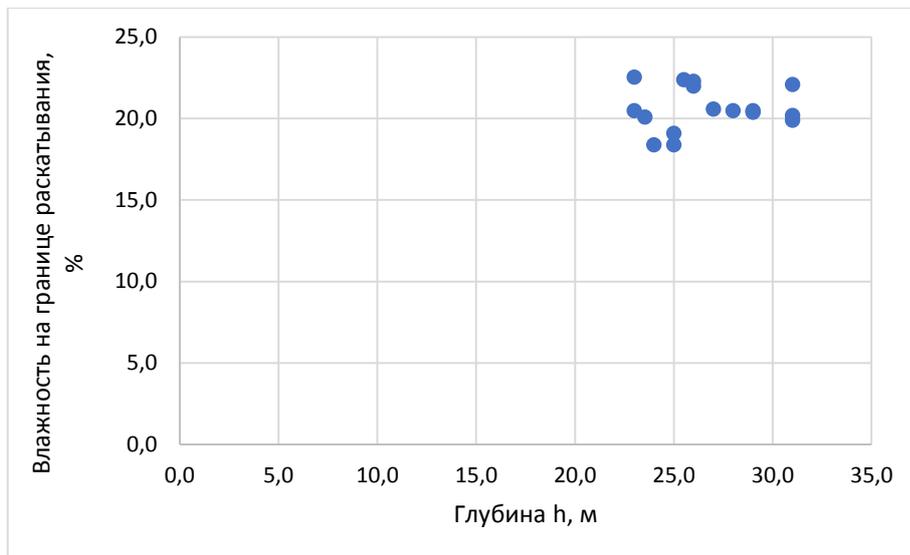


Рисунок 2.18 – График изменчивости  $W_p$  для суглинка непросадочного (dI-II)

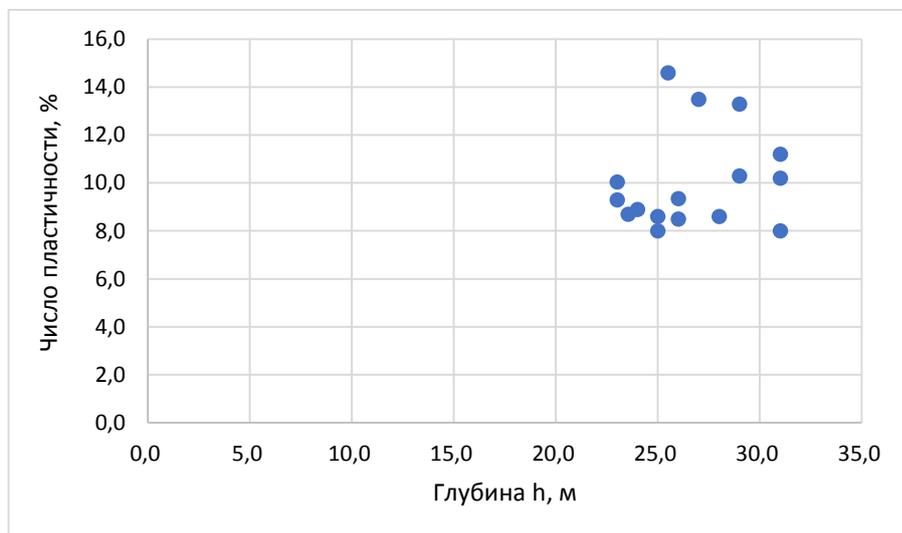


Рисунок 2.19 – График изменчивости  $I_p$  для суглинка непросадочного (dI-II)

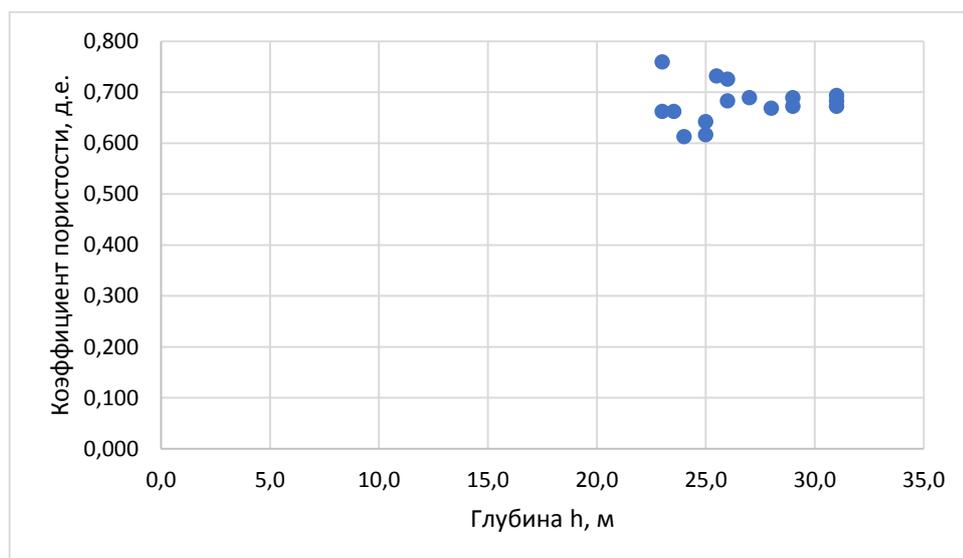


Рисунок 2.20 – График изменчивости  $e$  для суглинка непросадочного (dI-II)

При наличии закономерного изменения характеристик грунтов в каком-либо направлении следует решить вопрос о необходимости разделения предварительно выделенного ИГЭ на два или несколько новых ИГЭ [38]. Анализируя построенные графики изменчивости, выявлены закономерные изменения характеристик грунтов в двух слоях: суглинок слабопросадочный (dI-II) и супесь непросадочная (dI-II). Проведем дополнительное разделение ИГЭ, разделив грунт по показателю текучести, и рассчитаем коэффициент вариации.

Дополнительное разделение ИГЭ не проводят, если выполняется условие:

$$V < V_{\text{доп}}, \quad (1)$$

где  $V$  – коэффициент вариации;

$V_{\text{доп}}$  – допустимое значение  $V$ , принимаемое равным для физических характеристик 0,15, а для механических – 0,30.

Коэффициент вариации  $V$  вычисляется по формуле:

$$V = \frac{S}{X_n}, \quad (2)$$

где  $X_n$  – нормативное значение характеристики,  $S$  – среднеквадратичное отклонение.

Среднеквадратичное отклонение  $S$  определяется по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_n - X_i)^2}. \quad (3)$$

Нормативное значение характеристики грунта принимается как среднее арифметическое и находится по формуле:

$$X_n = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i. \quad (4)$$

Если коэффициент вариации превышает допустимое значение, дальнейшее разделение ИГЭ проводят так, чтобы для вновь выделенных ИГЭ выполнялось условие (1).

Определение коэффициента вариации представлено в табл. 2.1.

Согласно приведенным данным по таблице 2.1 коэффициенты вариации  $V$ , рассчитанные для приведенных ИГЭ не превышает допустимого значения для физических характеристик – 0,15; для механических характеристик – 0,30. Следовательно, дальнейшего разделения не производим.

Окончательно выделяем 6 инженерно-геологических элементов:

- 1) *Суглинок тугопластичный, слабопросадочный (dI-II).*
- 2) *Суглинок твердый, полутвердый, слабопросадочный (dI-II).*
- 3) *Супесь твердая, слабопросадочная (dI-II).*
- 4) *Супесь твердая, непросадочная (dI-II).*
- 5) *Супесь пластичная, непросадочная (dI-II).*
- 6) *Суглинок тугопластичный, непросадочный (dI-II).*

Карта инженерно-геологических условий и инженерно-геологический разрез приведены на листе 2 графических приложений.

Таблица 2.1 – Определение коэффициента вариации

Номер ИГЭ	Наименование грунта	Глубина отбора проб, м	Влажность, %			Число пластичности, %	Показатель текучести, д.е.	Коэффициент водонасыщения, д.е	Плотность, г/см <sup>3</sup>		Пористость, %	Коэффициент пористости, д.е	Компрессионный модуль деформации грунта в естественном состоянии, МПа	Компрессионный модуль деформации грунта в замоченном состоянии, МПа	Угол внутреннего трения грунта в естественном состоянии, град	Угол внутреннего трения грунта в замоченном состоянии, град	Удельное сцепление грунта в естественном состоянии, кПа	Удельное сцепление грунта в замоченном состоянии, кПа	
			природная	на границе текучести	на границе раскатывания				частиц грунта	грунта									
			w	w <sub>L</sub>	w <sub>p</sub>				I <sub>p</sub>	I <sub>L</sub>									S <sub>r</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	Суглинок тугопластичный, слабопросадочный	n	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	7	6	7	6	7
		X <sub>n</sub>	21,9	27,7	19,3	8,4	0,30	0,66	2,70	1,74	47,4	0,903	4,0	2,6	19,0	14,3	24,7	17,1	
		S	0,017	0,022	0,010				0,000	0,000					0,009	0,018	0,018	0,028	
		V	0,08	0,08	0,05				0,00	0,03					0,05	0,13	0,07	0,16	
2	Суглинок твердый, полутвердый, слабопросадочный	n	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	12	11	6	6	6	6
		X <sub>n</sub>	19,7	30,5	21,0	9,6	-0,15	0,62	2,71	1,75	46,1	0,864	4,9	3,4	18,5	14,0	29,5	15,8	
		S	0,028	0,039	0,025				0,000	0,001					0,037	0,029	0,061	0,032	
		V	0,145	0,13	0,12				0,00	0,05					0,20	0,21	0,21	0,20	
3	Супесь твердая, слабопросадочная	n	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	10	9	6	6	6	6
		X <sub>n</sub>	14,5	24,5	19,0	5,6	-0,80	0,50	2,70	1,74	43,8	0,778	6,7	4,1	20	10	26	6	
		S	0,021	0,020	0,020				0,000	0,000					0,040	0,018	0,075	0,014	
		V	0,145	0,08	0,10				0,00	0,03					0,21	0,18	0,29	0,24	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
4	Супесь твердая, непросадочная	n	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	6	6	6	6	6	
		X <sub>n</sub>	16,1	23,5	17,7	5,8	-0,35	0,70	2,70	1,94	38,2	0,617	6,9	5,9	27	17	26	8	
		S	0,018	0,017	0,013				0,000	0,000						0,010	0,014	0,036	0,015
		V	0,109	0,07	0,07				0,00	0,02						0,04	0,08	0,14	0,18
5	Супесь пластичная, непросадочная	n	11	11	11	9	11	11	9	9	9	9	6	6	6	6	6	6	
		X <sub>n</sub>	21,3	22,2	18,2	4,0	0,78	0,88	2,70	1,98	39,6	0,656	3,4	2,9	20	14	15	7	
		S	0,005	0,005	0,010				0,000	0,000						0,023	0,019	0,038	0,010
		V	0,02	0,02	0,05				0,00	0,02						0,11	0,14	0,25	0,15
6	Суглинок тугопластичный, непросадочный	n	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	7	6	6	7	6	7	
		X <sub>n</sub>	24,3	30,7	20,6	10,1	0,36	0,96	2,71	2,01	40,6	0,684	4,1	3,8	19	18	27	23	
		S	0,012	0,027	0,013				0,000	0,000						0,040	0,017	0,051	0,027
		V	0,05	0,09	0,07				0,00	0,01						0,21	0,10	0,19	0,12
	n	– количество значений;																	
	X <sub>n</sub>	– нормативные показатели грунта;																	
	S	– среднеквадратическое отклонение;																	
	V	– коэффициент вариации.																	

### 2.3.3 Расчет нормативных и расчетных значений

Нормативные и расчетные характеристики физико-механических свойств грунтов используются при проектировании оснований и фундаментов сооружений.

Основными параметрами физико-механических свойств, определяющими несущую способность оснований, являются плотность  $\rho$ , угол внутреннего трения  $\varphi$ , удельное сцепление  $c$ , модуль деформации  $E$ .

Нормативные значения характеристик грунтов следует принимать равными их математическим ожиданиям, полученным на основании обработки результатов испытаний [20].

Расчетные значения характеристик грунтов определяются с учетом их возможного отклонения в неблагоприятную сторону от их нормативных значений. Учет подобных отклонений выполняется с помощью использования частных коэффициентов надежности по грунту  $\gamma_g$  [20].

Расчетные значения характеристик грунтов  $X$  вычисляются по формуле:

$$X = \frac{X_n}{\gamma_g}, \quad (5)$$

где  $X_n$  – нормативное значение характеристики,  $\gamma_g$  – коэффициент надежности по грунту.

Коэффициент надежности по грунту при вычислении расчетных значений прочностных характеристик  $\varphi$  и  $c$  дисперсных грунтов и  $R_c$  скальных грунтов, а также плотности грунта  $\rho$  устанавливаются в зависимости от изменчивости этих характеристик, числа определений и значения доверительной вероятности  $\alpha$ . Для прочих характеристик грунта допускается принимать  $\gamma_g = 1$  [20].

Доверительную вероятность расчетных значений характеристик грунтов  $\alpha$  принимают равной при расчетах оснований по первой группе (по несущей способности) предельных состояний 0,95, по второй группе (по деформациям)

– 0,85. Расчетные значения  $c$ ,  $\varphi$ ,  $\rho$  для расчетов по несущей способности обозначают  $c_B$ ,  $\varphi_B$ ,  $\rho_B$ , для расчетов по деформациям –  $c_{II}$ ,  $\varphi_{II}$ ,  $\rho_{II}$  [20].

Коэффициент надежности по грунту  $\gamma_g$  вычисляется по формуле:

$$\gamma_g = \frac{1}{1 - \rho_\alpha}, (7)$$

где  $\rho_\alpha$  – показатель точности среднего значения характеристики.

$$\rho_\alpha = \frac{t_\alpha V}{\sqrt{n}}, (8)$$

где  $t_\alpha$  - коэффициент, принимаемый по таблице Е.2 приложения ГОСТ 20522-2012 в зависимости от заданной односторонней доверительной вероятности  $\alpha$  и числа степеней свободы  $K=n-1$  [38].

Для полученных элементов составляем таблицу нормативных и расчетных значений прямых показателей свойств грунтов (графическое приложение лист 3).

## 2.4 Гидрогеологические условия

На период изысканий подземные воды вскрыты в скважинах на глубине от 19,2 до 19,8 м, что соответствует абсолютным отметкам 165,06-166,65 м [1].

Подземные воды порово-пластового типа, безнапорные, приурочены к делювиальным отложениям.

Водовмещающими грунтами являются супеси пластичные (ИГЭ-5). Водоупором служат суглинки тугопластичные непросадочные (ИГЭ-6). Мощность водоносного горизонта составила от 3,0 до 3,3 м.

Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также вод техногенного происхождения, в случае их утечек из водонесущих коммуникаций. Нарушение условий поверхностного стока и дальнейших утечек из водонесущих коммуникаций будут способствовать дальнейшему увеличению влажности глинистых водонепроницаемых и слабоводопроницаемых грунтов и могут вызвать

переувлажнение территории и образование водоносного горизонта типа «верховодки».

Ориентировочная амплитуда сезонного колебания уровня подземных вод в течение года составляет 2,0 м.

Поверхностные воды рек Бугач и Енисей не оказывают влияние на гидрогеологические условия площадки изыскания.

По химическому составу подземные воды относятся к гидрокарбонатному натриево-кальциевому типу и гидрокарбонатному кальциево-магниевому, с нейтральной реакцией (согласно классификации Александра В. А.). Воды прозрачные, без запаха. Подземные воды относятся к неагрессивным как по отношению ко всем маркам бетона по водонепроницаемости, так и по содержанию хлоридов воды на арматуру из железобетона при постоянном погружении и при периодическом смачивании. Степень коррозионной активности вод по отношению к свинцовой оболочке кабеля высокая, по отношению к алюминиевой оболочке кабеля – средняя. Подземные воды по водородному показателю и суммарной концентрации сульфатов и хлоридов являются среднеагрессивными на металлические конструкции при свободном доступе кислорода [1].

Значение коэффициента фильтрации представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Значение коэффициента фильтрации [1]

Наименование грунта	Коэффициент фильтрации, м/сут
Суглинок тугопластичный, слабopосадочный	$2,2 \cdot 10^{-3}$
Суглинок твердый, полутвердый, слабopосадочный	$3,7 \cdot 10^{-2}$
Супесь твердая, слабopосадочная	$2,1 \cdot 10^{-2}$
Супесь твердая, непросадочная	$9,2 \cdot 10^{-3}$
Супесь пластичная, непросадочная	$9,9 \cdot 10^{-3}$
Суглинок тугопластичный, непросадочный	$5,0 \cdot 10^{-2}$

## 2.5 Геологические процессы и явления

К инженерно-геологическим процессам, неблагоприятно влияющим на условия строительства, устойчивость и нормальную эксплуатацию сооружений, а также требующим принятия специальных проектных решений

и мероприятий, в материалах инженерно-геологических изысканий отнесены процессы просадочности и сейсмичности.

Просадочные грунты залегают в виде слоев со вскрытой мощностью от 0,5 до 16,2 м. Залегают грунты в интервале глубин от 1,3 до 17,5 м. Приурочены грунты к слабонаклонному участку рельефа. Для грунтов характерно наличие включений карбонатов, которые характеризуются средней степенью вскипаемости при взаимодействии с 10 % соляной кислотой (HCl). Источниками замачивания просадочных грунтов выступают атмосферные осадки и длительные во времени утечки из существующих коммуникаций.

Абсолютная отметка подошвы просадочной толщи на площадке под новое здание изменяется от 167,92 до 170,36 м.

При полном водонасыщении механические показатели свойств (модуль деформации компрессионный, угол внутреннего трения, удельное сцепление) грунтов уменьшаются.

На участке распространения просадочных грунтов был определен тип грунтовых условий по просадочности в соответствии с СП 22.13330.2016 [20]. Для просадочных грунтов, распространенных в пределах площадки под новое здание характерен II тип грунтовых условий по просадочности.

Грунты II типа грунтовых условий по просадочности характеризуются изменением начального просадочного давления от 0,093 до 0,300 МПа. Максимальные значения относительной деформации просадочности при различных давлениях составляют следующие значения: 0,05 МПа – 0,019; 0,1 МПа – 0,020; 0,2 МПа – 0,028; 0,3 МПа – 0,047, 0,4 МПа – 0,019, 0,5 МПа – 0,019. Суммарная просадка от собственного веса по расчету просадочности составляет 9,47 см.

Для просадочных грунтов, распространенных в пределах площадки рядом и под существующим зданием, характерен I тип грунтовых условий по просадочности.

Грунты I типа грунтовых условий по просадочности характеризуются изменением начального просадочного давления от 0,020 до 0,300 МПа.

Максимальные значения относительной деформации просадочности при различных давлениях составляют следующие значения: 0,05 МПа – 0,025; 0,1 МПа – 0,035; 0,2 МПа – 0,055; 0,3 МПа – 0,069. Суммарная просадка от собственного веса по расчету просадочности составляет от 2,17 до 3,51 см [1].

На площадке изысканий вскрыты суглинки, обладающие просадочными свойствами, значение относительной деформации просадочности при нагрузке 0,3 МПа изменяется от 0,010-0,047.

Следует отметить, что в пределах площадки исследований произошло локальное и неравномерное замачивание глинистых грунтов (увеличилась их природная влажность, а значения величины относительной просадочности снизились), в связи с чем в разрезе появились туго- и мягкопластичные суглинки, сохранившие просадочные свойства в меньшей степени или потерявшие их полностью. Вероятными причинами этого явились нарушение условий поверхностного стока и утечка воды из существующих коммуникаций. Перечисленные выше причины неравномерного увлажнения толщи глинистых грунтов могут привести к тому, что в период строительства и эксплуатации проектируемого здания и инженерных сетей произойдет дальнейшее накопление влаги в глинистых слабопроницаемых грунтах до состояния полного водонасыщения или близкого к нему, ухудшение их физико-механических свойств. Кроме того, замачивание глинистых просадочных грунтов, залегающих в основании проектируемых сооружений, приведет к проявлению ими просадочных свойств, что, в свою очередь, непременно вызовет деформации.

Просадочные процессы по площадной пораженности составляют более 60-70% и оцениваются как весьма опасные (СП 115.13330.2016, таблица 5.1 [24]).

2) В пределах участка изысканий распространены грунты второй и третьей категории по сейсмическим свойствам:

- II категория: ИГЭ № 2, ИГЭ № 4, ИГЭ № 6.
- III категория: ИГЭ № 1, ИГЭ № 3, ИГЭ № 5.

Учитывая назначение объекта исходная сейсмичность района изысканий принята по карте ОСР-2015 В равной 6 баллам по шкале MSK-64. На этом же уровне принята исходная сейсмичность участка исследования.

В соответствии с таблицей 5.1 СП 115.13330.2016 [24] категории опасных природных воздействий по сейсмической интенсивности – опасные.

## 2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка

Используя приложение Г СП 47.13330.2016 [22] проведем оценку категорий сложности инженерно-геологических условий участка. Категории сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по совокупности факторов, указанных в настоящем приложении (табл. 2.3). Если какой-либо отдельный фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии основных проектных решений, то категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по этому фактору [22].

Таблица 2.3 – Совокупности факторов ИГУ участка изысканий

Факторы, определяющие производство изысканий		Категории сложности
Геоморфологические условия	Площадка (участок) в пределах одного геоморфологического элемента. Поверхность горизонтальная, нерасчлененная	I (простая)
Геологические в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Не более двух слоев грунтов различных подвидов, залегающих горизонтально или слабо наклонно. Мощность выдержана по простирацию. Существенное изменение характеристик свойств грунтов в плане или по глубине.	I (простая)
Гидрогеологические в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Имеется один выдержанный горизонт подземных вод с однородным химическим составом	I (простая)

Факторы, определяющие производство изысканий		Категории сложности
Геологические и инженерно-геологические процессы, отрицательно влияющие на условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений	Имеют широкое распространение и оказывают решающее влияние на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов	III (сложная)
Специфические грунты в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Имеют широкое распространение и (или) оказывают решающее влияние на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов	III (сложная)
Техногенные воздействия изменения освоенных территорий	Незначительные и могут не учитываться при инженерно-геологических изысканиях и проектировании	I (простая)

Площадка проектируемого строительства здания относится к III категории по сложности инженерно-геологических условий из-за решающего влияния на выбор проектных решений инженерно-геологических процессов и специфических грунтов.

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

Для оценки и прогноза инженерно-геологических условий рассматриваемой территории проектируемого строительства нового здания используются приведенные выше сведения о климате, рельефе, геологическом строении, литологическом составе пород, слагающих грунтовое основание в зоне взаимодействия с геологической средой, а также о возможности проявления инженерно-геологических процессов, негативно влияющих на условия строительства и последующую эксплуатацию сооружения.

К инженерно-геологическим процессам, неблагоприятно влияющим на условия строительства, устойчивость и нормальную эксплуатацию сооружений, а также требующим принятия специальных проектных решений и мероприятий, в материалах инженерно-геологических изысканий отмечены процессы просадочности и сейсмичности.

При строительном освоении участка возможно изменение гидрогеологических условий, связанное с инженерно-хозяйственной деятельностью человека и проявляющееся в образовании маломощных водоносных горизонтов типа «верховодка» и изменении влажностного режима грунтов, в результате дополнительного замачивания, иногда достигающего предельных величин. К основным факторам, способствующим тем или иным изменениям гидрогеологической обстановки площадки относятся: нарушение условий поверхностного стока, проведение вертикальной планировки, разработка котлованов и траншей, прокладка разного рода водонесущих коммуникаций, утечки техногенных вод из систем водоснабжения и водоотведения, а также гидрометеорологические (инфильтрация атмосферных осадков), особенно в периоды снеготаяния и выпадения ливневых дождей.

Перечисленные выше причины неравномерного увлажнения толщи глинистых грунтов могут привести к тому, что в период строительства и эксплуатации проектируемого здания и инженерных сетей произойдет дальнейшее накопление влаги в глинистых слабопроницаемых грунтах до состояния полного водонасыщения или близкого к нему, ухудшение их физико-механических свойств. Кроме того, замачивание глинистых просадочных грунтов, залегающих в основании проектируемых сооружений, приведет к проявлению ими просадочных свойств, что, в свою очередь, непременно вызовет деформации.

При полном водонасыщении механические показатели (модуль деформации компрессионный, угол внутреннего трения, удельное сцепление) грунтов уменьшаются.

Интенсивность сейсмического воздействия для г. Красноярска принимается равной 6 баллов и оценивается по карте «А» (объекты массового строительства), отражающей 10% вероятности возможного превышения указанного значения сейсмичности согласно СП 14.13330-2018 [18].

Все вышеперечисленные инженерно-геологические процессы и явления, в случае их развития, несомненно, осложнят условия строительства и

эксплуатацию объекта. Для предупреждения развития и проявления этих процессов в период производства строительных работ в обязательном порядке необходимо выполнить определенную инженерную подготовку и проводить ряд профилактических и практических мероприятий. Выбор и применение тех или иных мероприятий должен быть предусмотрен при проектировании.

## **2.8 Просадочные грунты**

### **2.8.1 Специфические свойства просадочных грунтов**

На сегодняшний день одним из сложных и наиболее ответственных задач является проектирование и строительство зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения на структурно-неустойчивых грунтах. К таким грунтам относятся и просадочные грунты.

Особенностью таких грунтов является то, что они при замачивании проявляют дополнительную деформацию, называемую просадкой. В связи с этим, при строительстве зданий и сооружений на таких грунтах предусматриваются различные строительные мероприятия по повышению несущей способности просадочного грунтового основания.

Просадочностью обладают лёссовые грунты, которые представлены супесями, суглинками и глинами. Они отличаются от других своеобразным составом и свойствами. Для просадочных лёссовых грунтов характерны следующие свойства [11]:

- высокая пылеватость (более 50%);
- низкая плотность скелета грунта ( $< 1,5 \text{ г/см}^3$ );
- повышенная пористость ( $> 45\%$ );
- наличие макропор ( $d = 1 \dots 3 \text{ мм}$ ).

Основными специфическими характеристиками просадочных грунтов являются:

- относительная деформация просадочности, т.е. относительное сжатие грунта при повышении его влажности  $\varepsilon_{st}$  д.е.  $\geq 0,1$ ,

- начальное просадочное давление  $P_{sl}$ , представляющее минимальное давление от внешней нагрузки (фундамента, земляного сооружения и т.п.) и собственного веса грунта, при котором начинает возникать просадка грунта в условиях полного водонасыщения;

- начальная просадочная влажность  $W_{sl}$  – влажность просадочного грунта, при которой с учетом напряженного состояния от внешней нагрузки и его собственного веса начинает проявляться просадка грунта [20].

За начальное просадочное давление принимают давление, соответствующее:

- при лабораторных испытаниях грунтов в компрессионном приборе - давлению, при котором относительная просадочность  $\varepsilon_{sl}$  равна 0,01;

- при полевых испытаниях штампами предварительно замоченных грунтов - давлению, равному точке перегиба на графике «нагрузка-осадка»;

- при замачивании грунтов в опытных котлованах - вертикальному напряжению от собственного веса грунта на глубине, начиная с которой происходит просадка грунта от собственного веса.

Основными характеристиками грунтовых условий площадок, сложенных просадочными грунтами, являются:

- расчетная или экспериментально полученная величина просадки грунта от собственного веса  $S_{sl,g}$ ;

- просадочная толщина  $H_{sl}$ ;

- тип грунтовых условий по просадочности [20].

### **2.8.2 Типы грунтовых условий по просадке**

Одним из наиболее важных вопросов инженерно-геологических изысканий на площадках, сложенных просадочными грунтами, является правильное установление типа грунтовых условий по просадочности, который может быть определен:

а) на основе анализа общего инженерно-геологического строения рассматриваемого участка и местного опыта строительства;

б) по данным лабораторных испытаний грунтов на просадочность;

в) по данным лабораторных испытаний грунтов на просадочность, например, замачиванием опытных котлованов.

Грунтовые условия площадок, сложенных просадочными грунтами, в зависимости от возможности проявления просадки грунтов от собственного веса подразделяют на два типа:

1) тип I - грунтовые условия, в которых возможна в основном просадка грунтов от внешней нагрузки, а просадка грунтов от собственного веса отсутствует или не превышает 5 см;

2) тип II - грунтовые условия, в которых помимо просадки грунтов от внешней нагрузки возможна их просадка от собственного веса и ее величина превышает 5 см.

При проектировании оснований и сооружений на просадочных грунтах с типом II грунтовых условий необходимо учитывать дополнительные нагрузки от сил нагружающего (негативного) трения, возникающие при просадках грунтов от собственного веса по боковым поверхностям подземных (заглубленных) частей сооружений и отдельных фундаментов, а также глубоких фундаментов.

Чтобы рассчитать тип грунтовых условий по просадочным свойствам необходимо рассчитать величину просадки грунта от собственного веса. Для этого рассчитывают относительную величину просадки при бытовом давлении на середину слоя. Для визуализации расчетов строят графики изменения относительной просадочности по глубинам при различных давлениях, схему распределения давления от собственного веса по глубине и схему распределения относительной просадочности по глубине.

Пример расчета типа грунтовых условий по просадочным свойствам представлен на листе 4 графических приложений.

### **2.8.3 Мероприятия, исключаяющие или снижающие до допустимых пределов просадки оснований**

При возможности замачивания грунтов основания (сверху из внешних источников и (или) снизу при подъеме уровня подземных вод; или накопления влаги в грунте вследствие инфильтрации поверхностных вод и экранирования поверхности) следует предусматривать одно из следующих мероприятий [20]:

а) устранение просадочных свойств грунтов в пределах всей просадочной толщи или только в ее верхней части;

б) прорезку просадочной толщи фундаментами, в том числе свайными и массивами из закрепленного грунта;

в) комплекс мероприятий, включающий частичное устранение просадочных свойств грунтов, водозащитные и конструктивные мероприятия.

В грунтовых условиях типа II наряду с устранением просадочных свойств грунтов или прорезкой просадочной толщи фундаментами глубокого заложения следует предусматривать водозащитные мероприятия, а также соответствующие компоновку генплана и вертикальную планировку застраиваемого участка.

Выбор мероприятий следует проводить с учетом типа грунтовых условий, вида возможного замачивания, расчетной просадки, взаимосвязи проектируемых сооружений с сооружениями окружающей застройки.

Устранение просадочных свойств грунтов достигается:

а) в пределах верхней зоны просадки или ее части - уплотнением тяжелыми трамбовками, устройством грунтовых подушек, вытрамбовыванием котлованов, в том числе с устройством уширения из жесткого материала (бетона, щебня, песчано-гравийной смеси), уплотнением ступенчато возрастающей нагрузкой сваедавливающими установками СВУ, химическим или термическим закреплением;

б) в пределах всей просадочной толщи - глубинным уплотнением, пробивкой скважин с заполнением их уплотненным глинистым грунтом с предварительным замачиванием грунтов основания, в том числе с

глубинными взрывами, уплотнением ступенчато возрастающей нагрузкой сваяедавливающими установками после предварительного замачивания грунтов основания, химическим или термическим закреплением, а также разгрузкой грунтового массива путем частичной срезки грунта при выполнении вертикальной планировки или устройства под сооружения глубоких подвалов, подземных этажей.

#### **2.8.4 Сравнительный анализ физико-механических характеристик грунта до и после реализации работ по укреплению грунта (газовая силикатизация)**

Сотрудниками научно-инженерного дорожного центра НИЛ «Геология, основания и фундаменты» было проведено опытно-производственное укрепление грунтов основания фундамента уже построенного здания учебного центра профессиональных квалификаций методом газовой силикатизации с проверкой (уточнением) и отработкой технологических параметров усиления.

Нагнетание компонентов осуществлялось через забивной иньектор захватками по 1 м. Всего на каждую иньекцию выполнялось по 3 захватки (с поддергиванием иньектора на 1 м). схематический разрез опытной иньекции представлен на рис. 2.21.

Последовательность производства работ по опытным иньекциям:

- забивка иньектора на глубину 6,8 м;
- подача углекислого газа через иньектор для предварительной активации грунта;
- подача силиката натрия рабочей концентрации через иньектор;
- подача углекислого газа через иньектор для отверждения раствора;
- поддергивание иньектора на 1 м сверху – повторение всех операций;
- извлечение иньектора.

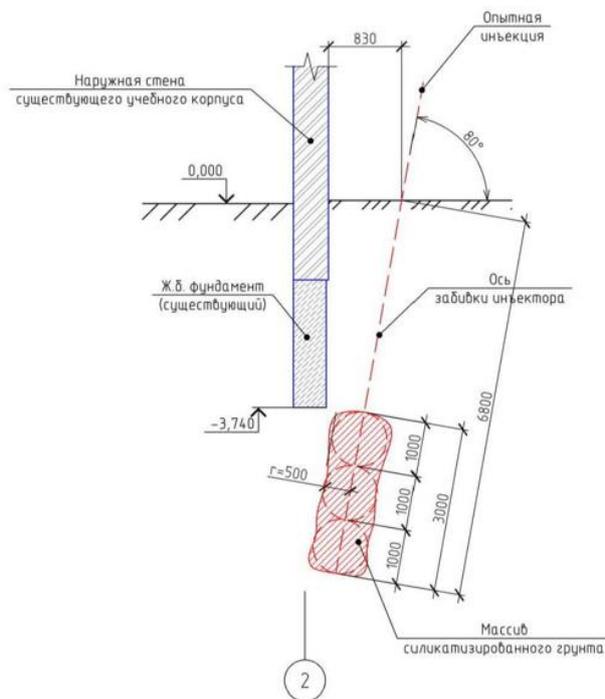


Рисунок 2.21 – Схематический разрез опытной инъекции

Для оценки геометрических параметров закрепленного опытными инъекциями грунтового массива на участке опытного усиления выполнено вскрытие шурфа глубиной 6 м. По результатам прямых замеров геометрических параметров было установлено, что фактический радиус закрепления составил от 0,512 до 0,547 м, фактическая глубина усиления составила 3,0...3,3 м, объем закрепленного грунта от 0,823 до 0,939 м<sup>3</sup> [1].

Из шурфа производился отбор образцов силикатизированного грунта, кроме того, в тех-же горизонтах в стороне от закрепления производился отбор образцов исходного (незакрепленного) грунта.

Ниже приводится сопоставление физико-механических характеристик грунтов до и после реализации силикатизации (табл. 2.4) [1]:

*Естественное состояние грунта*

- плотность грунта увеличилась на 2,3 %;
- влажность грунта уменьшилась на 4,1 %;

*Состояние полного водонасыщения*

- плотность грунта увеличилась на 1,6 %;
- влажность грунта уменьшилась на 21,8 %.

Таблица 2.4 – Результаты сравнительного анализа характеристик силикатизированного грунта для суглинка твердого, полутвердого, слабопросадочного (ИГЭ № 2)

Наименование	Естественная влажность		Полное водонасыщение			
	плотность, г/см <sup>3</sup>	влажность, д.е.	плотность, г/см <sup>3</sup>	влажность, д.е.	модуль деформации, МПа	сопротивление одноосному сжатию, МПа
Силикатизированный грунт (ср. значение)	1,75	0,185	1,88	0,254	107,4	1,60
Исходный грунт (ср. значение)	1,71	0,193	1,91	0,325	9,3	-
Расхождение	2,3%	4,1%	1,6%	21,8%	1054,8%	-

Сравнительный анализ физико-механических характеристик грунта до и после реализации силикатизации, позволяет сделать вывод, что изменение плотности грунта и влажности после силикатизации при естественном состоянии несущественно и лежит в пределах допустимого статистического разброса.

Существенное изменение плотности и влажности грунта после силикатизации в состоянии полного водонасыщения может объясняться тем, что при нагнетании в грунт силиката натрия происходит частичное заполнение (склеивание) пор, в результате для полного водонасыщения такого усиленного грунта требуется меньшее количество влаги (в сравнении с несиликатизированным грунтом).

Также следует обратить внимание на существенно возросшее значение модуля деформации и на значение сопротивления одноосному сжатию. Полученные данные говорят о том, что после силикатизации грунт фактически становится полускальным.

### 3 Проектная часть

#### 3.1 Определение сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемой основания. Конкретные задачи изысканий

Под *сферой взаимодействия геологической среды с сооружением* следует понимать подстилающую (вмещающую) сооружение область литосферы, внутри которой в результате взаимодействия с сооружением развиваются инженерно-геологические процессы [6]. Массив грунтов, в котором происходит взаимодействие *сооружения с геологической средой*, определяет устойчивость сооружения и воспринимает от него различного рода воздействия, которые приводят к изменению напряженного состояния грунтов, их температурного и водного режимов.

Сферу взаимодействия предварительно намечают перед началом инженерно-геологической разведки и уточняют после получения необходимых данных для выделения инженерно-геологических тел, данные конструкции сооружения. Окончательное определение границ сферы взаимодействия происходит при выполнении следующих условий:

- определено точное местоположение проектируемого сооружения;
- разработаны тип, конструкция и режим эксплуатации проектируемого сооружения;
- выявлены и изучены геологические, гидрогеологические условия участка работ, состояние и свойства грунтов.

На рассматриваемом участке проектируется общежитие учебного центра профессиональных квалификаций.

Технические характеристики проектируемого сооружения на участке строительства приводятся согласно техническому заданию в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Характеристики проектируемого сооружения

Вид сооружения	Уровень ответственности	Конструктивные особенности	Габариты сооружения, м	Намечаемый тип фундамента и глубина заложения	Нагрузка на опору фундамента, (т)
Общежитие	Нормальный	Сборный ж/б	51,1*12,9*10,0 м	свайный – ростверк 3,5, длина сваи 20 м	30,0

Согласно СП 11-105-97 таблица 8.1 [16] количество горных выработок для сооружений III категории сложности инженерно-геологических условий и II уровня ответственности составляет не менее трех с расстоянием между горными выработками 30-25 м. В рамках данного проекта количество буровых выработок составит 3 скважины. Глубина горных выработок должна быть не менее чем на 5 м ниже проектируемой глубины заложения нижних концов свай при их рядовом расположении и нагрузках на куст свай до 3 МН согласно п. 7.2.11 СП 446.1325800.2019 [26]. Глубина скважин составит 25,0 м.

Расчетная схема сферы взаимодействия сооружения с геологической средой представлена в приложении 3, представляет собой инженерно-геологический разрез, на котором показаны конструкция фундамента, границы активной зоны и условного фундамента, инженерно-геологические элементы, и требуемый набор показателей физико-механических свойств грунтов, для расчета оснований и фундаментов.

На основании составленной расчетной схемы и с учетом требований нормативных документов определены следующие конкретные задачи изысканий в пределах предполагаемой сферы взаимодействия свайного фундамента проектируемого общежития с геологической средой:

- расчленение геологического разреза в сфере взаимодействия на инженерно-геологические категории грунтов;
- детальное изучение физико-механических свойств грунтов сферы взаимодействия и выделение инженерно-геологических элементов в разрезе;
- определение нормативных и расчетных значений показателей свойств для инженерно-геологических элементов с целью составления

инженерно-геологических разрезов, прогноза развития инженерно-геологических процессов в сфере взаимодействия расчетным методом, с целью составления расчетной схемы: основание-сооружение или геологическая среда-сооружение.

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

Целью инженерно-геологических изысканий является изучение рельефа, геологического строения, гидрогеологических и геоморфологических условий, инженерно-геологических процессов и явлений, и определения физико-механических свойств грунтов на участке проектирования общежития. Данные работы проводятся с целью получения необходимых и достаточных материалов для проектирования, строительства и безопасной эксплуатации объекта, а также инженерной защиты сооружения.

Общая схема организации работ включает в себя три этапа:

1. Подготовительный этап.
2. Полевой этап работ по утвержденному проекту инженерно-геологических изысканий.
3. Заключительный этап (обработка полученных материалов и составление инженерно-геологического отчета).

На основании полученного от Заказчика технического задания на проведение инженерно-геологических работ начинается подготовка и дальнейшее выполнение изысканий.

В подготовительный период проводится сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет, а также анализируются литературные и фондовые источники. Далее разрабатывается программа работ по инженерно-геологическим изысканиям, в которой определяется виды, состав, объем и методика выполняемых работ. На основании программы осуществляется подготовка к полевым работам, составляется смета на проведение работ и график выполнения, производится обеспечение запроктированных работ материально-техническими средствами и кадрами исполнителей.

Полевой этап затрагивает буровые, полевые, лабораторные, геофизические и другие виды работ и исследований.

Камеральный этап включает в себя окончательную камеральную обработку и составление технического отчета об инженерно-геологических изысканиях.

Основное содержание геолого-методической части программы сводится к обоснованию видов и объемов необходимых работ и методов их проведения. При инженерно-геологических изысканиях необходимо провести следующий комплекс работ:

- топографо-геодезические работы;
- буровые работы;
- полевые исследования грунтов;
- опробование грунтов;
- лабораторные исследования;
- камеральные работы.

#### Топографо-геодезические работы

Назначение работ – получение современного инженерно-топографического плана масштаба 1:500, в электронном виде и на бумажном носителе, а также данных о ситуации, рельефе местности, существующих сооружениях и инженерных коммуникациях в табличном виде, необходимых для комплексной оценки природных и техногенных условий территории объекта и обоснования проектирования, строительства и эксплуатации объекта.

Также проектируется привязка устьев трех скважин.

#### Буровые работы

Буровые работы запроектированы с целью уточнения геологического разреза участка, условий залегания грунтов, определения наличия или отсутствия подземных вод, проведения полевых испытаний грунтов, а также отбора образцов грунта нарушенной и естественной структуры для проведения детальных лабораторных исследований.

Запроектированная глубина горных выработок в контуре проектируемого сооружения составляет 25,0 метров (три скважины глубиной 25,0 м), исходя из длины свай (20,0 метров), абсолютных отметок торцов свай и пункта п. 7.2.11 СП 446.1325800.2019 [26], где говорится, что, глубина выработки должна быть не менее чем на 5 м ниже проектируемой глубины заложения нижних концов свай при их рядовом расположении и нагрузках на куст свай до 3 МН. Согласно пунктам 7.2.4 СП 446.1325800.2019 [26] горные выработки необходимо располагать в пределах контуров проектируемых зданий и сооружений. Общее количество горных выработок – 3, общий объем буровых работ составит 75 п.м.

#### Полевые работы

Опытные полевые работы проводятся с целью получения деформационных характеристик грунтов с целью определения данных для расчета свайных фундаментов. Основными методами получения деформационных показателей в массиве грунта являются испытания штампом, прессиометрия, а также в сочетании с ними статическое зондирование. Для данного объекта предусмотрено статическое зондирование. Согласно п. 7.13 СП 11-105-97 часть I [16] точки зондирования следует, как правило, размещать в створах горных выработок в количестве не менее шести для каждого инженерно-геологического элемента.

#### Опробование

Отбор проб нарушенной и естественной структуры из инженерно-геологических выработок производят для определения свойств грунтов, их строения и состава.

В процессе инженерно-геологического опробования сначала устанавливается число точек получения информации, затем выбирают систему опробования (СППИНФ) и рассчитывают его параметры [6]. Далее после в процессе проведения буровых работ проводится отбор образцов грунта и их консервация в соответствии с ГОСТ 12071-2014 [33].

Согласно пункту 8.19 СП 11-105-97 [16] лабораторные определения физико-механических характеристик грунтов по образцам из горных выработок следует осуществлять на участках каждого проектируемого здания и сооружения или их группы в соответствии с требованиями п 5.11 из всех инженерно-геологических элементов в сфере взаимодействия этих зданий и сооружений с геологической средой [16].

Количество определений одноименных характеристик грунтов, необходимых для вычисления нормативных и расчетных значений на основе статистической обработки результатов испытаний следует устанавливать расчетом в зависимости от степени неоднородности грунтов основания, требуемой точности (при заданной доверительной вероятности) вычисления характеристики и с учетом уровня ответственности и вида (назначения) проектируемых зданий и сооружений [16].

Согласно пункту 7.16 СП 11-105-97 [16] при отсутствии необходимых данных для расчета количества определений характеристик грунтов следует обеспечивать на участке каждого здания (сооружения) или их группы по каждому выделенному инженерно-геологическому элементу не менее 10 характеристик состава, физических свойств и состояния грунтов или не менее 6 характеристик механических свойств грунтов [16]. Количество необходимых определений приведено в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Требуемое количество необходимых определений

ИГЭ	Плотность		Влажность, %			Гранулометрический состав	Угол внутреннего трения, град.	Удельное сцепление, кПа	Модуль деформации, мПа	Относительная просадочность	Образцы	
	Естественная, г/см <sup>3</sup>	Частиц грунта г/см <sup>3</sup>	Естественная. грунта	На границе текучести	На границе раскатывания						Ненарушенной структуры	Нарушенной структуры
	$\rho$	$\rho_s$	$W$	$W_L$	$W_P$							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ИГЭ № 1 Суглинок тугопластичный слабопросадочный (dI-II)	10	10	10	10	10	10	6	6	6	6	10	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ИГЭ № 2 Суглинок твердый, полутвердый, слабопросадочный (dI-II)	10	10	10	10	10	10	6	6	6	6	10	-
ИГЭ № 3 Супесь твердая, слабопросадочная (dI-II)	10	10	10	10	10	10	6	6	6	6	10	-
ИГЭ № 4 Супесь твердая, непросадочная (dI-II)	10	10	10	10	10	10	6	6	6	6	10	-
ИГЭ № 5 Супесь пластичная, непросадочная (dI-II)	10	10	10	10	10	10	6	6	6	6	6	4
ИГЭ № 6 Суглинок тугопластичный, непросадочный (dI-II)	10	10	10	10	10	10	6	6	6	6	10	-
Всего:	60	60	60	60	60	60	36	36	36	36	56	4

Числовой характеристикой плотности расположения точек отбора образцов являются интервал и шаг опробования.

Интервалом называется расстояние между точками определения однотипных показателей свойств грунтов по вертикали (в разрезе буровой скважины, шурфа), а шагом – расстояние между этими точками по горизонтали.

Общее требуемое количество образцов нарушенной структуры – 4, ненарушенной – 56.

Интервал опробования определяется следующим образом:

$$n = H_{cp}/N^* \text{ количество литологических слоев, (9)}$$

где n - интервал опробования, м;

$H_{cp}$  – средняя мощность инженерно-геологического элемента, м;

N – необходимое количество образцов.

Интервалы опробования для образцов:

n (ИГЭ 1) =  $4,2/10 \cdot 1 \approx 0,4$  м, т.е. с полным отбором керна;

n (ИГЭ 2) =  $6,8/10 \cdot 3 \approx 2,0$  м;

n (ИГЭ 3) =  $5,3/10 \cdot 3 \approx 1,6$  м;

n (ИГЭ 4) =  $2,6/10 \cdot 3 \approx 0,8$  м;

$$n(\text{ИГЭ } 5) = 3,8/10 \cdot 3 \approx 1,1 \text{ м};$$

$$n(\text{ИГЭ } 6) = 2,3/10 \cdot 3 \approx 0,7 \text{ м}.$$

Таким образом, проект предусматривает отбор проб нарушенной структуры в количестве 4 шт. и отбор проб ненарушенной структуры в количестве 56 шт.

### Лабораторные исследования

По завершению всех полевых работ планируется лабораторные исследования грунтов. Данные работы требуются для определения состава грунтов, их состояния, также для определения физических, механических и прочих характеристик, которые нужны для выделения классов, групп, подгрупп и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2020 [40]. Также будут определены нормативные и расчетные характеристики, выявляется степень однородности грунтов по площади и глубине, выделяются ИГЭ и составляется прогноз изменения состояния и свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации объекта.

Виды и объемы работ приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Сводная таблица видов и объемов работ

№	Вид работ	Единица измерения	Объем	Примечание
1	Топографо-геодезические работы	скв	3	СП 11-104-97 [15]
2	Буровые работы	п.м.	75,0	РСН-74-88 [45]
3	Полевые работы – статическое зондирование	точка	7	ГОСТ 19912-2012 [37]
4	Опробование: – образцы ненарушенной структуры – образцы нарушенной структуры.	монолит проба	56 4	ГОСТ 12071-2014 [33]
5	Лабораторные работы:			ГОСТ 5180-2015 [42]
	– определение естественной влажности;	образец	60	ГОСТ 12536-2014 [36] ГОСТ 12248.4-2020 [35]
	– определение влажности на границе текучести;	образец	60	ГОСТ 23161-2012 [39]
	– определение влажности на границе раскатывания;	образец	60	ГОСТ 12248.1-2020 [34]
	– определение гранулометрического состава;	образец	60	ГОСТ 28622-2012 [41] ГОСТ 9.602-2016 [27]
	– определение плотности грунта;	образец	60	СП 28.13330.2017 [21]
	– определение плотности частиц грунта;	образец	60	
	– определения модуля деформации;	образец	36	

№	Вид работ	Единица измерения	Объем	Примечание
	– определения характеристик просадочности;	образец	36	
	– определение сопротивления срезу;	образец	36	
	– определение агрессивных свойств к стали и бетону;	образец	3	
	– химический анализ воды	проба	3	
6	Камеральные работы	отчет	1	

### Камеральные работы

В итоге проектируется камеральная обработка полученных в ходе полевых и лабораторных работ данных. Ее результатом становится инженерно-геологический отчет, содержащий в себе сведения о инженерно-геологических условиях площадки проектируемого сооружения, рекомендации по учету влияния инженерно-геологических факторов на проектируемое сооружение, а также все данные, предусмотренные проектом.

Данный отчет должен содержать в себе:

- графическую часть с инженерно-геологическими разрезами, графиками и картами;
- пояснительную записку;
- сводную таблицу нормативных и расчетных показателей свойств грунтов инженерно-геологических элементов.

## **3.3 Методика проектируемых работ**

### **3.3.1 Топографо-геодезические работы**

Инженерно-геодезические изыскания должны выполняться в порядке, установленном действующим законодательством и нормативными актами Российской Федерации, в соответствии с требованиями СП 11-104-97 [15].

Основными работами являются плановая привязка сети, плановая и высотная привязка скважин. Планируемая продолжительность работ – 1-2 дня.

Для определения координат и высот точек местности при топографической съёмке местности, при разбивочных работах, выносе на

местность высот и координат проектных точек применяют тахеометр (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Тахеометр Leica TS07 R500 (1").

### 3.3.2 Буровые работы

#### Геолого-технические условия бурения

Бурение выполняется для установления литологического состава грунтов, условий их залегания, отбора проб грунтов.

В соответствии с генеральным планом, в контуре проектируемого сооружения осуществляется проходка трех инженерно-геологических скважин глубиной до 25,0 м.

Количество скважин и расстояние между ними назначается в соответствии с требованиями СП 11-105-97 [16]. Бурение выработок производится самоходной буровой установкой ПБУ-2 колонковым способом укороченными рейсами в сухую, с начальным диаметром бурения 168 мм.

Описание грунтов производится по интервално. При описании используются термины и определения согласно ГОСТ 25100-2020 [40]. Отбор образцов грунта производится в соответствии с требованиями ГОСТ 12071-2014 [33]. В процессе буровых работ осуществляется отбор образцов грунта ненарушенной структуры (монолиты) и нарушенной структуры.

Все горные выработки после окончания работ ликвидируются обратной засыпкой с целью исключения загрязнения природной среды и активизации геологических и инженерно-геологических процессов.

Геологический разрез в настоящее время изучен на глубину до 32,0 метров, представлен преимущественно дисперсными глинистыми грунтами.

В классификации горных пород по буримости для механического вращательного бурения скважин, представленной в справочнике Б.М. Ребрика «Бурение инженерно-геологических скважин» [12], вышеперечисленные грунты относятся к следующим категориям:

1. Суглинок тугопластичный слабопросадочный (dI-II) относится ко II категории.
2. Суглинок твердый, полутвердый, слабопросадочный (dI-II) относится к III категории.
3. Супесь твердая, слабопросадочная (dI-II) относится ко II категории.
4. Супесь твердая, непросадочная (dI-II) относится ко II категории.
5. Супесь пластичная, непросадочная (dI-II) относится к I категории.
6. Суглинок тугопластичный, непросадочный (dI-II) относится ко II категории.

#### Выбор конструкции скважины

Согласно пункту 5.6 СП 11-105-97 [16] Выбор вида горных выработок, способа и разновидности бурения скважин следует производить исходя из целей и назначения выработок с учетом условий залегания, вида, состава и состояния грунтов, крепости пород, наличия подземных вод и намечаемой глубины изучения геологической среды [16].

Виды и характеристики грунтов, представленных в разрезе, позволяют выбрать колонковый способ бурения "всухую" согласно приложению Г СП 11-105-97 [16]. Диаметр бурения для данного способа составляет от 89 до 219 мм.

Согласно предложенной Б.М. Ребриком классификации типовых конструкций инженерно-геологических скважин [12] для бурения проектируемых выработок подходит типовая конструкция скважины – II в.

Данная конструкция полностью удовлетворяет особенностям геологического разреза, а также вида и характера изысканий

Во всех трех скважинах возможно сужение стенок в интервале глубин 17,5-23,0 м из-за наличия неустойчивой супеси пластичной (с показателем текучести 0,78 д.е.), соответственно в скважинах планируется крепление стенок обсадными трубами до глубины 23,5 м. Следовательно конструкция данных скважин будет выглядеть следующим образом: до глубины 5,0 м скважина будет иметь диаметр 168 мм и будет обсажена трубами диаметром 127 мм до 23,5 м, далее до глубины 25,0 метров диаметр скважины будет составлять 108 мм, крепление стенок скважины производиться не будет. Конструкция скважины представлена в геолого-техническом наряде на бурение скважины глубиной 25,0 м, лист 5 графических приложений.

#### Выбор способа бурения

Выбор способа бурения зависит от свойств проходимых пород, назначения и глубины скважины, а также от условий производства работ.

Согласно приложению Г СП 11-105-97 [16] часть I способ бурения выбирается колонковый «всухую» для проходки инженерно-геологических скважин для отбора проб грунта. Колонковое бурение «всухую» является самым распространенным способом бурения на изысканиях.

Отбор монолитов грунтов из скважин следует осуществлять задавливанием тонкостенных грунтоносов, при этом допускается использование одноударного способа с предварительной зачисткой забоя скважины. Этот способ является одним из широко применяемых способов проходки скважин. Основные преимущества данного метода: простота технологии; удовлетворительное качество геологической документации; сравнительно высокая производительность.

#### Выбор буровой установки и технологического инструмента

Буровая установка выбирается исходя из принятого способа бурения и выбранной конструкции скважины. При бурении скважин на участке будет применяться буровая установка ПБУ-2 (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Буровая установка ПБУ-2 [55]

Установка ПБУ-2 смонтирована на шасси автомобиля КАМАЗ 43118. Установка обслуживается бригадой из двух человек. Технические характеристики данной буровой установки приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Технические характеристики буровой установки ПБУ-2 [51]

Характеристика:	Значение:
Ход подачи, мм	1800 / 3500*
Частота вращения шпинделя, об/мин	25 - 430
Крутящий момент, кгсм	500
Усилие подачи, кгс:	
- вверх	8000
- вниз	10000
Максимальная грузоподъемность лебедки, кгс	2 600
Условная глубина бурения, м:	
- шнеками	60
- шнековым буром	25
- шнековым буром, скользящим по штангам	16
- с продувкой	100

<b>Характеристика:</b>	<b>Значение:</b>
- с промывкой	100-120
- ударно-канатное	50
Диаметр бурения, макс, мм:	
- шнеками	400
- шнековым буром	850
- с промывкой	215,9
- с продувкой	250
- ударно-канатное	168

Для выбранного колонкового способа бурения следует произвести выбор породоразрушающего инструмента, в зависимости от категории пород по буримости. Для бурения по глинистым грунтам целесообразно будет применить твердосплавные коронки типа М2 диаметром 168, 127 и 108 мм. Данный вид твердосплавных коронок подходит для мягких однородных пород I и II категории по буримости, которые составляют предполагаемый разрез.

В составе необходимого бурового инструмента также необходимы бурильные, колонковые и обсадные трубы.

Бурильные трубы служат для спуска бурового снаряда в скважину, передачи вращения и осевой нагрузки породоразрушающему инструменту и его извлечению из скважины. В проекте предусмотрено использование бурильных труб производства «Геомаш» типоразмера ТБСУ-63,5 длиной от 1,5 до 4,5 м.

Колонковые трубы предназначены для приема керна, последующего транспортирования его на поверхность и поддержания заданного направления ствола скважины в процессе бурения. В проекте предусмотрено использование колонковых труб из стали марки 45, диаметрами 168, 127 и 108 мм, толщиной стенки 6 мм, длиной 3,0 и 2,0 м.

Для предотвращения сужения стенок скважины планируется использовать обсадные трубы ниппельного соединения применяются в процессе бурения скважин для перекрытия соответствующих интервалов.

Трубы обсадные соединяются в колонну посредством ниппелей, имеющих на обоих концах наружную резьбу.

Для отбора проб ненарушенной структуры в глинистых грунтах используется грунтонос задавливаемый лепестковый ГК 105х500 Л компании АО «МОЗБТ», наружным диаметром 105 мм, длина керноприемника – 500 мм. Данный грунтонос позволяет отбирать грунты твердой, полутвердой, тугопластичной и мягкопластичной консистенции и извлекать керн с забоя скважины с сохранением структуры близкой к естественному сложению.

#### Технология бурения скважин

Колонковое бурение «всухую» самый распространенный способ бурения при проходке инженерно-геологических скважин. Бурение будет производиться укороченными рейсами 0,5-1,0 м. Частота вращения инструмента принята до 120 об/мин, осевая нагрузка до 8,4 кН.

Заклинивание керна проводят затиркой, для чего необходимо последние 0,05-0,1 м рейса пройти с повышенной осевой нагрузкой на забой.

Для извлечения керна из колонковой трубы допускается использовать сжатый воздух [12].

Технологические параметры бурения приняты по рекомендациям справочника Б.М. Ребрика [12]. При производстве буровых работ на месте допускается изменение и корректировка параметров бурения для улучшения проходки скважин.

### **3.3.3 Полевые работы**

В соответствии с СП 11-105-97 [16] количество точек статического зондирования должно быть не менее шести на каждом геоморфологическом элементе. Данный проект предусматривает 7 точек статического зондирования.

Испытание грунта методом статического зондирования проводят с помощью специальной установки, обеспечивающей вдавливание зонда в грунт согласно п. 5.1.1 ГОСТ 19912-2012 [37].

При статическом зондировании по данным измерения сопротивления грунта под наконечником и на боковой поверхности зонда определяют:

- удельное сопротивление грунта под наконечником (конусом) зонда  $q_c$ ;
- общее сопротивление грунта на боковой поверхности  $Q_s$  (для механического зонда);
- удельное сопротивление грунта на участке боковой поверхности (муфте трения) зонда  $f_s$  (для электрического зонда) [37].

В зависимости от принципа измерения сопротивлений грунта зонды могут быть следующих типов [37]:

- механический (тип I) - зонд с наконечником из конуса и кожуха;
- электрический (тип II) - зонд с наконечником из конуса и муфты трения.

В соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов или техническим заданием на изыскания могут использоваться специальные зонды, имеющие дополнительные измерительные устройства и датчики (датчики порового давления, температуры, радиоактивного каротажа, электрического сопротивления, сейсмодатчик, инклинометр и др.), позволяющие измерять дополнительные характеристики грунта или контролировать процесс зондирования [37].

Статическое зондирование следует выполнять путем непрерывного вдавливания зонда в грунт, соблюдая порядок операций, предусмотренный инструкцией по эксплуатации установки. При непрерывном зондировании перерывы в погружении зонда допускаются только для наращивания штанг зонда.

Показатели сопротивления грунта внедрению зонда и другие измеряемые параметры зондирования (для специальных зондов) следует регистрировать одновременно, непрерывно или с интервалами по глубине погружения зонда не более 0,2 м для механического зонда и не более 0,05 м - для электрического зонда.

По данным измерений, полученным в процессе испытания, определяют значения  $q_c$ ,  $Q_s$  (для механического зонда) или  $q_c, f_s$  (для электрического зонда), других дополнительно измеряемых параметров (для специальных зондов), составляют таблицы и строят графики изменения этих величин по глубине зондирования и во времени (при прерывистом зондировании).

В данном проекте предполагается при проведении статического зондирования использовать комплект ТЕСТ-К4М (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Комплект ТЕСТ-К4М конструкции АО «Геотест» [49]

В соответствии с ГОСТ 19912–2012 п. 5.2.4: при испытании грунтов на глубину более 10 м следует применять зонды оснащённые инклинометром, показания которого необходимо использовать для определения фактической глубины зондирования и предотвращения поломки зонда.

### 3.3.4 Опробование

Все работы по опробованию проводятся в соответствии с ГОСТ 12071-2014 (Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов) [33].

Отбор образцов грунта нарушенной структуры, как описывалось выше, производится из колонковой трубы при бурении скважины без промывочной жидкости, чтобы сохранить природную влажность.

Монолиты отбирают с помощью специального грунтоноса, разбирая его для извлечения образца предельно осторожно, предотвращая повреждение или раскрашивание пробы. Высота отобранного монолита для грунтов твердой и

тугопластичной консистенции должна быть не менее 200 мм согласно ГОСТ 12071-2014 Таблица В.1 [33]. Все отобранные пробы обязательно документируются в журнале бурения и ведомости образцов, также заполняется этикетка, с указанием организации проводившей работы, названия или кодового шифра объекта, номера выработки, глубины отбора, краткого описания грунта, даты и фамилии геолога.

В соответствии с пунктом 4.2.6 ГОСТ 12071-2014 [33] для упаковки образцов грунта нарушенного сложения применяют тару, обеспечивающую сохранение мелких частиц грунта (мешочки из синтетической пленки, плотной ткани, водостойкой бумаги или полиэтилена); для образцов, требующих сохранения природной влажности, применяют бьюксы с герметически закрывающейся крышкой, вместе с образцом помещается этикетка.

Согласно пункту 4.5.4 ГОСТ 12071-2014 [33] монолит немерзлого грунта следует немедленно изолировать способом парафинирования, туго обмотать его слоем марли, пропитанной смесью парафина с гудроном. Затем весь монолит в марле надлежит покрыть слоем смеси парафина с гудроном, обмотать вторым слоем марли, пропитанной смесью парафина с гудроном, и еще раз покрыть слоем парафина с гудроном толщиной не менее 2 мм. До парафинирования на верхнюю грань монолита следует положить этикетку, завернутую в полиэтиленовую пленку. Смесью парафина с гудроном, применяемая для парафинирования, должна иметь температуру 55–60 °С.

Транспортировка образцов должна исключать динамические или температурные изменения. Хранение образцов должно соответствовать требованиям, изложенным в пункте 4.6.1 ГОСТ 12071-2014 [33].

### **3.3.5 Лабораторные исследования**

Лабораторные испытания проб грунтов выполняются по отдельному заданию, выдаваемому геологом, в зависимости от литологии участка работ.

На образцах нарушенной структуры определяют: гранулометрический состав, естественную влажность, плотность, пределы пластичности глинистых грунтов – для определения номенклатурного вида. На образцах ненарушенной структуры помимо определения физических характеристик проводится комплекс определений физико-механических свойств: компрессионные и сдвиговые характеристики.

Коррозионные свойства грунтов к бетону и стали выполняются согласно СП 28.13330.2017 [21], ГОСТ 9.602-2016 [27].

Коррозионные свойства природных вод определяются согласно СП 28.13330.2017 [21].

Все пробы привозятся в лабораторию. После проверки полевой документации и инженерно-геологических разрезов, увязанных в поле, количество отобранных проб для сдачи в лабораторию может быть сокращено главным геологом в пределах 10 для физических и 6 для механических характеристик.

Влажность грунта следует определять, как отношение массы воды, удаленной из грунта высушиванием до постоянной массы, к массе высушенного грунта [42].

Определение плотности грунта без включений производится методом режущего кольца (рисунок 3.4), суть метода заключается в определении объема грунта и его массы в данном объеме. Плотностью будет являться отношение массы к объему [42].



Рисунок 3.4 – Кольца режущие ПГ-200

Плотность частиц грунта определяется пикнометрическим методом. Плотность частиц грунта определяется отношением массы частиц грунта к их объему [42].

Границу раскатывания определяют, как влажность приготовленной из грунта пасты, которую раскатывают в жгут диаметром 3 мм до его распада на кусочки длиной 3-10 мм (метод раскатывания жгутиков) [42].

Границу текучести следует определять, как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой балансирный конус (рисунок 3.5) погружается под действием собственного веса за 5 с на глубину 10 мм [42].



Рисунок 3.5 – Балансирный конус Васильева

Характеристики просадочности следует определять по относительному сжатию, полученному по результатам испытаний образцов грунта ненарушенного сложения в компрессионных приборах без возможности бокового расширения образцов грунта (рисунок 3.6).

Испытания проводят на образцах грунта ненарушенной структуры с природной влажностью и с замачиванием их водой при давлении, последовательно увеличиваемом ступенями [39].

Испытания просадочных грунтов в компрессионных приборах следует проводить по следующим схемам:

- «одной кривой» - для определения относительной просадочности при одном заданном значении давления;

- «двух кривых» - для определения относительной просадочности при различных давлениях, начального просадочного давления

Определение характеристик деформируемости методом компрессионного сжатия - испытания методом компрессионного сжатия проводят в компрессионных приборах (одометрах), исключающих возможность бокового расширения образца при его нагружении вертикальной нагрузкой (рисунок 3.6).

Компрессионные испытания проводят для определения коэффициента сжимаемости  $m_0$ , секущего одометрического модуля деформации  $E_{oed}$ , касательного одометрического модуля деформации  $E_{koed}$ , модуля повторного нагружения  $E_{ur}$  [35].



Рисунок 3.6 – Устройство компрессионного сжатия АСИС Про

Для определения характеристик прочности грунта (угла внутреннего трения ( $\varphi$ ) и удельного сцепления ( $C$ ) для песков (кроме гравелистых и крупных), глинистых и органоминеральных грунтов) проводят испытание грунта методом одноплоскостного среза [34].

Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в одноплоскостных срезных приборах (рисунок 3.7) с фиксированной плоскостью среза путем сдвига одной части образца относительно другой его

части горизонтальной нагрузкой при предварительном нагружении образца нагрузкой, нормальной к плоскости среза.

Сопротивление грунта срезу определяют, как предельное среднее касательное напряжение, при котором образец грунта срезается по фиксированной плоскости при заданном нормальном напряжении. Для определения частных значений ( $\varphi$ ) и ( $C$ ) необходимо провести не менее трех испытаний идентичных образцов при различных значениях нормального напряжения.

Для испытаний используют образцы грунта ненарушенного сложения с природной влажностью, или в водонасыщенном состоянии, или образцы нарушенного сложения с заданными значениями плотности и влажности (в том числе при полном водонасыщении), или образцы, отобранные из массива искусственно уплотненных грунтов.



Рисунок 3.7 – Прибор одноплоскостного среза серии Стандарт ГТ 1.2.11

Коррозионную агрессивность грунтов по отношению к стали в местах укладки подземных сооружений, в частности стальных трубопроводов проводят в соответствии с ГОСТ 9.602-2016 [27]. В данном проекте планируется использовать анализатор коррозионной активности грунта АКАГ

(рис. 3.8). Выполнение всех измерительных процедур анализа прибором осуществляется автоматически. Прибор определяет удельное сопротивление грунта и плотность тока катодной защиты углеродистой и низколегированной стали на основании анализа образцов грунта.



Рисунок 3.8 – Анализатор коррозионной активности грунта АКАГ

Коррозионную агрессивность грунтов по отношению к бетону и стандартный химический анализ подземных вод определяют путем проведения химических анализов грунтовых вытяжек и проб подземных вод. Химические анализы проводятся методами: потенциометрии, титрования и спектрофотометрии.

### 3.3.6 Камеральные работы

В камеральный период проводится обработка аналитических исследований, оформление графических материалов и составление инженерно-геологического отчета. Камеральную обработку материалов следует производить при помощи программного комплекса «CREDO» и AutoCAD.

Результатом обработки полученных в ходе буровых, полевых, и лабораторных работ является инженерно-геологический отчет с текстовыми и

графическими приложениями, которые обязательно содержат следующие сведения и данные согласно СП 47.13330.2016 [22]:

- геолого-геоморфологические условия: уточненная характеристика геологического строения, описание выделенных стратиграфо-генетических комплексов и условий их залегания на участке проектируемого сооружения;
- гидрогеологические условия;
- специфические грунты: нормативные и расчетные значения физических, прочностных, деформационных, химических и других свойств специфических грунтов (в соответствии с требованиями для каждого ИГЭ);
- геологические и инженерно-геологические процессы и прогноз их развития в сферах их взаимодействия с геологической средой;
- описание инженерно-геологических условий участка изысканий;
- прогноз изменений инженерно-геологических условий;
- количественный прогноз возможных изменений во времени и в пространстве инженерно-геологических условий исследуемой территории (состава, состояния и свойств грунтов, рельефа, подземных вод, геологических и инженерно-геологических процессов) и рекомендации для принятия проектных решений по инженерной защите.

Графическая часть технического отчета должна содержать:

- карту фактического материала с указанием контуров проектируемого сооружения и экспликации в соответствии с генеральным планом, приложенным к заданию;
- инженерно-геологические разрезы под проектируемым сооружением с указанием контуров их подземной части (для площадных объектов);
- колонки инженерно-геологических скважин.

## **4 Социальная ответственность**

### **Введение**

В административном отношении участок проектируемого здания находится в Железнодорожном районе г. Красноярска. В геоморфологическом отношении рассматриваемая территория расположена в пределах Красноярской моноклинали Кемчугской впадины на склоне водораздела между рек Бугач и Енисей. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 184 до 187,5 м.

По глубине расчленения и форме по А. И. Спиридонову рассматриваемый район относится к равнинам плоским, не расчлененным или слабо расчлененные. Современный рельеф участка преобразован в результате хозяйственной деятельности человека.

Участок работ расположен на застроенной территории учебного центра с развитой сетью подземных коммуникаций, внутриплощадочных дорог и большим количеством мелких элементов ситуации (трассы коммуникаций).

Среднегодовая температура воздуха в Красноярске положительная и составляет плюс 1,2 °С. Продолжительность летнего сезона составляет 100-110 дней.

Цель работы – изучение инженерно-геологических условий г. Красноярска и разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство общежития.

Полевые работы планируется выполнять в летний период, в дневную смену.

### **4.1 Производственная безопасность**

Для решения задач по изучению инженерно-геологических условий участка проектирования здания общежития в Железнодорожном районе г. Красноярска предусмотрены следующие виды работ:

- топографо-геодезические работы;

- буровые работы;
- полевые исследования грунтов;
- опробование грунтов;
- лабораторные исследования;
- камеральные работы.

На основе запроектированных работ выявлены источники потенциальной опасности, распознавание которых приведено на основании ГОСТ 12.0.003-2015 [28].

#### **4.1.1 Недостаточная освещенность**

Производственное освещение – неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Производительность труда находится в прямой зависимости от рациональности освещения и повышается на 10-12%.

Основные требования и значения нормируемой освещённости рабочих поверхностей изложены в СП 52.13330.2016 [23] и СанПиН 1.2.3685-21 [44]. Выбор освещённости осуществляется в зависимости от размера объёма различения (толщина линии, риски, высота буквы), контраста объекта с фоном, характеристики фона.

Согласно СП 52.13330.2016 в кабинете камеральной обработки освещенность при системе общего освещения не должна быть ниже 200 Лк.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Рассчитаем количество светильников для кабинета камеральной обработки. Длина помещения  $A = 8,0$  м, ширина  $B = 4,5$  м, высота  $H = 2,9$  м. Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 0,95$  м [7].

Определим площадь помещения:

$$S = A \times B, (10)$$

где  $A$  – длина, м;  $B$  – ширина, м.

$$S = 8,0 \times 4,5 = 36 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор  $\rho_{cm}=50\%$ , свежепобеленного потолка  $\rho_n=70\%$ . Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен  $K_3 = 1,5$ . Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп  $Z= 1,1$ .

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен  $\Phi_{лд} = 2600$  Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДО-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем  $\lambda=1,2$ , расстояние светильников от перекрытия (свес)  $h_c = 0,3$  м.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДО:  $h_n = 2,9$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 2,9 - 0,95 - 0,3 = 1,65 \text{ м} (12)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda * h = 1,2 * 1,65 = 1,98 \text{ м} (13)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{4,5}{1,98} = 2,27 \approx 2 \text{ шт}, (14)$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{8}{1,98} = 4,0 \text{ шт}, (15)$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 2 \cdot 4 = 8 \text{ шт, (16)}$$

Из условий равномерности освещения определяем расстояния  $L_2$  и  $L_{2/3}$  по следующему уравнению:

$$4500 = L_2 + 2/3 \cdot L_2 + 2 \cdot 1227;$$

$$L_2 = 1228 \text{ мм; } L_{2/3} = 409 \text{ мм; (17)}$$

Размещаем светильники в три ряда. На рисунке 4.1 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

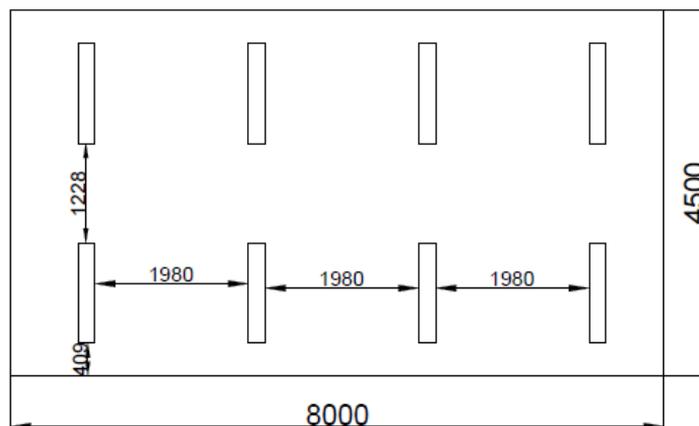


Рисунок 4.1 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A+B)} = \frac{8 \cdot 4,5}{1,65 \cdot (8+4,5)} = 1,7, (18)$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДО-2-40 с люминесцентными лампами при  $\rho_n = 70\%$ ,  $\rho_{ст} = 50\%$  и индексе помещения  $i = 1,7$  равен  $\eta = 0,58$  [7].

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{расч} = (E \cdot S \cdot K_z \cdot Z) / N \cdot \eta = (200 \cdot 36 \cdot 1,5 \cdot 1,1) / 8 \cdot 0,58 = 2560 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{ЛД} - \Phi_{расч}}{\Phi_{расч}} \cdot 100\% \leq 20\%,$$

$$\frac{\Phi_{Лд}-\Phi_{л}}{\Phi_{Лд}} \cdot 100\% = \frac{2600-2560}{2560} \cdot 100\% = 1,6\%$$

Таким образом, мы получили, что необходимый световой поток не выходит за пределы требуемого диапазона. Теперь рассчитаем мощность осветительной установки:

$$P=16*40=640Вт$$

#### 4.1.2 Отклонение показателей микроклимата в помещении

К микроклиматическим показателям относятся температура, влажность и скорость движения воздуха. Оценка факторов рабочей среды и трудового процесса, а также критерии и классификация условий труд проводят в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05 [46].

Допустимые нормы параметров микроклимата в рабочей зоне производственных помещений указаны в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Допустимые нормы параметров микроклимата в рабочей зоне производственных помещений [10]

Период года	Температура воздуха, С°		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
	Нижняя допустимая граница	Верхняя допустимая граница		
Холодный	15	24	20-80	<0.5
Теплый	22	28	20-80	<0.5

В помещениях, где планируется проводить лабораторные испытания грунтов и камеральную обработку должны присутствовать системы отопления и вентиляции. Система отопления должна обеспечить нагрев воздуха в помещении в холодный период, также отвечать нормам пожарной и взрывной безопасности. Вентиляция должна обеспечивать приток свежего воздуха из расчета 50-60 м<sup>3</sup> на одного человека и не менее двукратного воздухообмена в час. Параметры микроклимата поддерживаются при помощи увлажнителя и кондиционеров.

### 4.1.3 Превышение уровня шума

В процессе производства работ шум создается механизмами буровой установки. Производственный шум нарушает информационные связи, что вызывает снижение эффективности и безопасности деятельности человека, так как высокий уровень шума мешает услышать предупреждающий сигнал опасности. Кроме того, шум вызывает обычную усталость. При действии шума снижаются способность сосредоточения внимания, точность выполнения работ, связанных с приемом и анализом информации, и производительность труда

Установлено, что на буровых станках различных типов уровень шума в кабине машиниста и на рабочей площадке колеблется от 93 до 105 дБА. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 для колеблющегося во времени и прерывистого шума максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБА, а для импульсного шума- 125 дБА.

Основным источником шума в кабинете камеральной обработки являются компьютерные охлаждающие вентиляторы и. Уровень шума варьируется от 35 до 42 дБА. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, при выполнении основных работ на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 82 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть средства индивидуальной защиты (СИЗ) и средства коллективной защиты (СКЗ) от шума.

Средства коллективной защиты:

1. устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
2. изоляция источников шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов);
3. применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

В целях защиты также следует применять средства индивидуальной защиты (СИЗ): ушные вкладыши, наушники и шлемофоны.

#### **4.1.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений**

Источником повышенного уровня электромагнитных излучений являются электронно-вычислительные машины (ЭВМ).

Основными нормативными документами для этого вида вредных факторов являются ГОСТ 12.1.045-84 [32] и ГОСТ 12.1.006-84 [30].

Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг ВДТ не должна превышать 25В/м в диапазоне от 5Гц до 2кГц, 2,5В/м в диапазоне от 2 до 400кГц. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250 нТл, и 25нТл в диапазоне от 2 до 400кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500В. В ходе работы использовалась ПЭВМ типа Lenovo IdeaCentre со следующими характеристиками: напряженность электромагнитного поля 2,5В/м; поверхностный потенциал составляет 450 В.

Для защиты от опасного воздействия электромагнитного излучения применяют такие СКЗ: оградительные устройства; защитные покрытия; герметизирующие устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; устройства дистанционного управления; знаки безопасности, а также защита временем; снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения; защита рабочего места от излучения.

В качестве СИЗ применяют:

- очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного

характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

- вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова ( $\text{SnO}_2$ ).

#### **4.1.5 Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R<sub>заземления</sub>, СКЗ, СИЗ**

Основной причиной несчастных случаев, связанных с электрическим током в производственных помещениях, является неисправность электроприборов. При использовании электроприборов в лабораторный и камеральный периоды следует убедиться в их исправности, наличии заземления, целостности изоляции проводников. Нормативными документами являются ГОСТ Р 12.1.019-2017 [43] и ГОСТ 12.1.038-82 [31].

Кабинет камеральной обработки и лаборатория относятся к 1-му классу электробезопасности (помещение без повышенной опасности). Так как данное помещение сухое, с нормальной температурой воздуха, имеет оборудование 220 В, то есть отсутствует повышенная влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения токоведущих элементов с заземленными металлическими корпусами оборудования. Безопасные номиналами являются:  $I < 0,1 \text{ А}$ ;  $U < (2 - 36) \text{ В}$ ;  $R_{\text{зазем}} < 4 \text{ Ом}$ . В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного соприкосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены.

Для защиты от поражения электрическим током используют СИЗ и СКЗ. К средствам коллективной защиты от поражения электрическим током относятся:

- оградительный устройства;
- устройства автоматического контроля и сигнализации;
- изолирующие устройства и покрытия;

- устройства защитного заземления и зануления;
- устройства автоматического отключения;
- устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения;
- устройства дистанционного управления;
- предохранительные устройства;
- молниеотводы и разрядники;
- знаки безопасности.

К средствам индивидуальной защиты относятся: диэлектрические перчатки; изолирующие шланги; изолирующие и электроизмерительные клещи; слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками; указатели напряжений.

#### **4.1.6 Пожарная опасность**

Межгосударственный стандарт. Стандарты пожарной безопасности прописаны в ГОСТ 12.1.004-91 [29].

Согласно НПБ 105-03 лаборатория относится к категории В – горючие и трудно горючие жидкости, твердые горючие и трудно горючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых находится, не относятся к категории наиболее опасных А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СП 12.13130.2009 (выполнено из кирпича, которое относится к трудносгораемым материалам) [17].

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера: халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды. Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000В. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5.

Лаборатория полностью соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу. Общий вид плана эвакуации представлен на рис. 4.2.



Рисунок 4.2 – План эвакуации

## 4.2 Экологическая безопасность

*Утилизация промышленных отходов.* Для обеспечения экологической безопасности необходимо правильно утилизировать промышленные отходы:

1) Документы и бумагу-черновики для утилизации нужно освободить от скрепок, файлов, папок. Далее бумагу следует измельчать shredderом, прессовать, копить до транспортировочных объемов и отправлять на вторичную переработку;

2) Неликвидный вторцвет- и чермет организация продает компании, которая специализируется на его переработки. Среди основных этапов переработки металла, можно выделить несколько главных моментов:

- сборка. Производится сбор металлолома из личных домашних хозяйств, разных видов промышленности. Далее осуществляется вывоз лома черных металлов.

- сортировка металлолома. Выполняется сортировка металла по составу, по типу. Далее металлы упаковывают, копят до транспортных объемов и направляют в центры, специализирующиеся на утилизации металлического лома.

3) Пластмассовые изделия следует сдавать на специальные предприятия, где они проходят предварительную сортировку и очистку; далее измельчение, промывку и сепарацию, систематизацию по видам, сушку, гранулирование и превращение гранулята в конечный продукт;

4) Не работающие люминесцентные лампы немедленно после удаления из светильника должны быть упакованы в индивидуальную тару из гофрокартона или картонную коробку. Недопустимо выбрасывать отработанные лампы вместе с обычным мусором, превращая его в ртутьсодержащие отходы. Ртуть из мусора, в результате деятельности микроорганизмов преобразуется в растворимую в воде и намного более токсичную метилртуть, которая заражает окружающую среду.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 03.09.2010 № 681 не допускается самостоятельное обезвреживание, использование, транспортирование и размещение отработанных ртутьсодержащих ламп потребителями отработанных ртутьсодержащих ламп. Данными видами работ

могут заниматься только специализированные организации, так как в одной компактной люминесцентной лампе может содержаться от 1 до 70 мг ртути.

5) Оргтехника требует специальных комплексных методов утилизации. В этот комплекс мероприятий входят отделение металлических частей от неметаллических:

- металлические части классифицируют (сталь, медь, алюминий), минимизируют по объему, упаковывают, хранят на складе до накопления до 1 транспортной единицы и потом направляют на соответствующий металлургический передел;

- неметаллические части компьютера (пластик) измельчают, также накапливают объем до 1 транспортной единицы и могут быть направлены в дорожностроительную фирму в качестве пластифицирующей добавки дорожностроительной смеси.

В любой компьютерной и организационной технике содержится некоторое количество драгоценных металлов. Российским законодательством предусмотрен пункт, согласно которому все организации обязаны вести учет и движение драгоценных металлов, в том числе тех, которые входят в состав основных средств. Электронные платы, в которых содержатся драгметаллы, после переработки отправляются на аффинажный завод, после чего чистые металлы сдаются в Госфонд, а не оседают на свалках

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

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [47]. Чрезвычайные ситуации по источнику возникновения делятся на природные, техногенные, экологические и биолого-социальные.

### Чрезвычайные ситуации природного характера

*Сильные морозы зимой.* Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения.

В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели и дизельные генераторы. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

В случае переморозки электро-коммуникации, нужно обеспечить провода толстым слоем обогревающей обшивки и проводить постоянную проверку проводов и кабелей.

На грузоподъемные механизмы должны быть установлены обогреватели гидробака для того, чтобы заранее предотвращать их переморозку. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекращалась. Также обогревателями должны быть оснащена кабина машиниста буровой установки.

Помимо этого, работникам буровой бригады должны быть выделена специальная теплая одежда.

### Чрезвычайные ситуации техногенного характера

*Несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место.* Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

#### **4.4 Перечень нормативно-технической документации**

- 1) СП 12.13130.2009 Свод правил. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
- 2) СП 52.13330.2016 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
- 3) ГОСТ 12.0.003-2015 Межгосударственный стандарт. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 4) ГОСТ 12.1.004-91 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
- 5) ГОСТ 12.1.006-84 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
- 6) ГОСТ 12.1.038-82 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
- 7) ГОСТ 12.1.045-84 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
- 8) ГОСТ Р 12.1.019-2017 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 9) СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
- 10) Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 23.06.2016) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
- 11) Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труд.

## **5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **Введение**

Цель работы изучить инженерно-геологические условия г. Красноярска и разработать проект инженерно-геологических изысканий под строительство общежития учебного центра профессиональных квалификаций.

Результат – получение данных о природных условиях территории, данных о специфических грунтах, обоснование объемов, разработка видов и методики проведения инженерно-геологических изысканий.

Область применения лежит в сфере этапа разработки конструктивных и объемно-планировочных решений при проектировании сооружения.

### **5.1 Формирование плана и графика внедрения проекта**

В данной работе реализацию проекта инженерно-геологических изысканий под строительство здания общежития учебного центра профессиональных квалификаций в Железнодорожном районе г. Красноярска осуществляет сектор геологии и геодезии отдела изысканий проектной организации, сектор выпуска проектной документации под руководством главного инженера проекта (ГИПа). Планирование работ позволяет распределить обязанности между исполнителями проекта, рассчитать заработную плату сотрудников, а также гарантирует реализацию проекта в срок. Последовательность и содержание работ, а также распределение исполнителей приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания на проведение инженерно-геологических изысканий под строительство здания общежития	Главный инженер проекта (ГИП)
Разработка программы работ на выполнение	2	Составление и утверждение программы работ на проведение инженерно-геологических	Инженер-геолог

Основные этапы	№	Содержание работы	Должность исполнителя
инженерно-геологических изысканий		изысканий под строительство здания общежития	
Полевые работы	3	Топографо-геодезические работы	Инженер-геодезист и топорабочий
	4	Буровые работы и геологическая документация	Машинист буровой установки (МБУ) (два чел), инженер-геолог
	5	Полевые исследования грунтов и их документация	Инженер-геолог, МБУ (два чел.)
Лабораторные работы	6	Определение физико-механических свойств грунтов и составление протоколов	Инженер-лаборант (два чел.)
Камеральные работы	7	Обработка полученных результатов буровых, полевых и лабораторных работ и составление отчета об инженерно-геологических изысканиях	Инженер-геолог
Оформление и выпуск отчета	8	Печать, фальцовка, переплет отчета	Инженер сектора выпуска

Проект инженерно-геологических изысканий реализуется в восемь этапов группой специалистов в общем количестве девяти человек: главный инженер проекта, инженер-геодезист, топорабочий, два машиниста буровой установки, инженер-геолог, два инженера-лаборанта, инженер сектора выпуска.

#### Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты являются основной частью стоимости разработки проекта.

Трудоемкость выполнения проекта оценивается в человеко-днях и носит вероятностный характер.

Среднее (ожидаемое) значение трудоемкости

$$t_{ожи} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, (9)$$

где  $t_{ожи}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, чел.-дн.;  $t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-

дн.;  $t_{maxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.

После определения ожидаемой трудоемкости работ необходимо рассчитать продолжительность каждой из работ в рабочих днях  $T_p$ . Величина  $T_p$  учитывает параллельность выполнения этих работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{Ч_i}, (10)$$

где  $t_{ожи}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;  $Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Результаты расчета приведены в таблице 5.2.

#### Разработка графика проведения проекта

*Диаграмма Ганта* представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по разрабатываемому проекту представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ (табл. 5.3).

Длительность каждого этапа работ из всех рабочих дней могут быть переведены в календарные дни с помощью следующей формулы:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{кал}, (11)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;  $T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;  $k_{кал}$  – коэффициент календарности.

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, (12)$$

где  $T_{кал}$  – количество календарных дней в году;  $T_{вых}$  – количество выходных дней в году;  $T_{пр}$  – количество праздничных дней в году. Для 2022 года принимаем  $T_{вых} + T_{пр} = 118$  дней.

Пример расчета для 1 этапа работ (составление и утверждение технического задания на проведение инженерно-геологических изысканий под строительство общежития).

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1,4 \text{ чел. - дн.}$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ д.}$$

Для пятидневной рабочей недели коэффициент календарности равен:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48.$$

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{кал} = 1,4 * 1,48 = 2,07 \approx 2 \text{ дня.}$$

Таблица 5.2 – Временные показатели проведения проекта инженерно-геологических изысканий под строительство общежития

Название работы	Трудоемкость работ															Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$			Длительность работ в рабочих днях, $T_{ki}$						
	$t_{min}$ , чел-дн					$t_{max}$ , чел-дн					$t_{ож}$ , чел-дн														
	ГИП	Инженер-геолог	МБУ (2 чел.)	Инж.-геодезист+топораб.	Инж.-лаборант (2 чел.)	Инженер сектора вып.	ГИП	Инженер-геолог	МБУ (2 чел.)	Инж.-геодезист+топораб.	Инж.-лаборант (2 чел.)	Инженер сектора вып.	ГИП	Инженер-геолог	МБУ (2 чел.)	Инж.-геодезист+топораб.	Инж.-лаборант (2 чел.)	Инженер сектора вып.	ГИП	Инженер-геолог	МБУ (2 чел.)	Инж.-геодезист+топораб.	Инж.-лаборант (2 чел.)	Инженер сектора вып.	
Составление и утверждение технического задания на проведение инженерно-геологических изысканий	1					2						1,4							1,4						2,07
Составление и утверждение программы работ на проведение инженерно-геологических изысканий		1					2						1,4							1,4					2,07
Топографо-геодезические работы				1					2					1,4								0,7			1,04
Буровые работы и геологическая документация			10					20						14							4,67				6,91
Полевые исследования грунтов и их документация			12					17						14							4,67				6,91
Определение физико-механических свойств грунтов и составление протоколов					15					30						21							10,5		15,54
Обработка полученных результатов буровых, полевых и лабораторных работ и составление отчета об инженерно-геологических изысканиях		15						25						19							19				28,12
Печать, фальцовка, переплет отчета					2						4					2,8									4,14

Таблица 5.3 – Календарный план-график проведения работ по инженерно-геологическим изысканиям под строительство общежития в г. Красноярске

№	Виды работ	Исполнители	$T_{ki}$ , календ. дней	Продолжительность выполнения работ (01 июля-02 сентября)								
				Июль			Август			Сентябрь		
				1	2	3	1	2	3	1		
1	Составление и утверждение технического задания на проведение изысканий	ГИП	2	■								
2	Составление и утверждение программы работ на проведение изысканий	Инженер-геолог	2	■								
3	Топографо-геодезические работы	Инженер-геодезист, топорабочий	1	■								
4	Буровые работы и геологическая документация	МБУ (два чел.), инженер-геолог	7		■	■	■					
5	Полевые исследования грунтов и их документация	МБУ (два чел.), инженер-геолог	7			■	■	■				
6	Определение физико-механических свойств грунтов и составление протоколов	Инженер-лаборант(2 чел.)	16				■	■	■	■		
7	Обработка полученных результатов буровых, полевых и лабораторных работ и составление отчета	Инженер-геолог	28						■	■	■	■
8	Печать, фальцовка, переплет отчета	Инженер сектора выпуска	4									■

На основе данных графика (таблица 5.3) можно сделать вывод, что продолжительность работ по выполнению инженерно-геологических изысканий займет 67 календарных дней. Начало работ приходится на первую декаду июля (01 июля), окончание работ произойдет в первой декаде сентября (05 сентября).

Значение реальной продолжительности работ может быть как меньше (при благоприятных обстоятельствах) посчитанного значения, так и больше (при неблагоприятных обстоятельствах), так как трудоемкость носит вероятностный характер.

## 5.2 Бюджет затрат на проектирование

При планировании бюджета проекта необходимо учесть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. Для формирования бюджета проекта используется следующая группа затрат:

- материальные затраты проекта;
- основная заработная плата исполнителей проекта;
- дополнительная заработная плата исполнителей проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

### Расчет материальных затрат проекта

К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, покупные материалы, канцелярские принадлежности, картриджи и т.п. (табл. 5.4).

Таблица 5.4 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, $Z_m$ , руб.
Буровые коронки М2 d=168 мм	шт.	3	1800	5400,0
Буровые коронки М2 d=127/151 мм	шт.	6	1500	9000,0
Буровые коронки М2 d=108/132 мм	шт.	3	1200	3600,0

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, $Z_m$ , руб.
Обсадная труба 168 мм длиной 3,0 м	шт.	2	8640	17280,0
Обсадная труба 127 мм длиной 3,5 м	шт.	6	5670	34020,0
Колонковая труба 108 мм длиной 2,0 м	шт.	1	2880	2880,0
Дизельное топливо	литр	450	65	29250,0
Краска для принтера	шт.	4	442	1768,0
Бумага А4 (500 листов)	пачка	2	360	720,0
Итого, руб				103918,0

В сумме материальные затраты составили 103918,0 рублей. Цены взяты средние по городу Красноярску.

### Основная заработная плата исполнителей проекта

Статья включает в себя основную заработную плату  $Z_{осн}$  и дополнительную заработную плату  $Z_{доп}$ :

$$Z_p = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (13)$$

Дополнительная заработная плата составляет 12-20 % от  $Z_{осн}$ . Основная заработная плата руководителя (инженера).

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_p \quad (14)$$

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

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d}, \quad (15)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 28 раб. дн.  $M = 11$  месяцев, 5-дневная неделя;  $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб.дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p, \quad (16)$$

где  $Z_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;  $k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{тс}$ );  $k_d$  – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;  $k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Красноярска).

### Дополнительная заработная плата исполнителей проекта

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}}, \quad (17)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Оклады взяты в соответствии со средними окладами по г. Красноярску в сфере инженерных изысканий.

Результаты расчета основной и дополнительной заработной платы, которые в сумме образуют совокупную заработную плату всех исполнителей приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Расчет заработной платы

Исполнитель проекта	$Z_{\text{тс}}$ , руб	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ , руб.	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{р, дн}}$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{доп}}$ , руб.	Итого, руб.
ГИП	35000	0,3	0,2	1,3	68250	3039,47	1,4	4255,26	0,135	574,46	4829,72
Инженер-геолог	27000	0,3	0,2	1,3	52650	2344,74	29,74	69732,47	0,135	9413,88	79146,36
МБУ №1	25000	0,3	0,2	1,3	48750	2171,05	9,34	20277,63	0,135	2737,48	23015,11
МБУ №2	25000	0,3	0,2	1,3	48750	2171,05	9,34	20277,63	0,135	2737,48	23015,11
Инженер-геодезист	25000	0,3	0,2	1,3	48750	2171,05	0,7	1519,74	0,135	205,16	1724,90
Топорабочий	20000	0,3	0,2	1,3	39000	1736,84	0,7	1215,79	0,135	164,13	1379,92
Инженер-лаборант	25000	0,3	0,2	1,3	48750	2171,05	10,5	22796,05	0,135	3077,47	25873,52
Ведущий инженер-лаборант	27000	0,3	0,2	1,3	52650	2344,74	10,5	24619,74	0,135	3323,66	27943,40
Инженер сектора выпуска	20000	0,3	0,2	1,3	39000	1736,84	2,8	4863,16	0,135	656,53	5519,68
<b>Итого основная зарплата по всем сотрудникам <math>Z_{\text{осн}}</math>, руб</b>											<b>169557,47</b>
<b>Итого дополнительная зарплата по всем сотрудникам <math>Z_{\text{доп}}</math>, руб</b>											<b>22890,26</b>
<b>Итого совокупная зарплата по всем сотрудникам <math>Z_{\text{п}}</math>, руб.</b>											<b>192447,73</b>

В результате данных расчетов посчитана основная заработная плата у исполнителей проекта. Из таблицы 5.5 видно, что ставка главного инженера проекта (ГИПа) наибольшая, но итоговая основная заработная плата получилась наибольшей у инженера-геолога, так как основная заработная плата зависит от длительности работы проекта.

#### Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством Российской Федерации нормы органов государственного социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные фонды:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (18)$$

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

На 2019 г. в соответствии с Федеральным законом 03.08.2018 г. № 303-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30 %.

В таблице 5.6 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей.

Таблица 5.6 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата $Z_{\text{осн}}$ , руб.	Дополнительная заработная плата $Z_{\text{доп}}$ , руб.
ГИП	4255,26	574,46
Инженер-геолог	69732,47	9413,88
МБУ №1	20277,63	2737,48
МБУ №2	20277,63	2737,48
Инженер-геодезист	1519,74	205,16
Топорабочий	1215,79	164,13
Инженер-лаборант	22796,05	3077,47
Ведущий инженер-лаборант	24619,74	3323,66
Инженер сектора выпуска	4863,16	656,53
<b>Итого, руб</b>	<b>169557,47</b>	<b>22890,26</b>

Исполнитель проекта	Основная заработная плата $Z_{осн}$ , руб.	Дополнительная заработная плата $Z_{доп}$ , руб.
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
ГИП	1448,92	
Инженер-геолог	23743,91	
МБУ №1	6904,53	
МБУ №2	6904,53	
Инженер-геодезист	517,47	
Топорабочий	413,98	
Инженер-лаборант №1	7762,06	
Инженер-лаборант №2	8383,02	
Инженер сектора выпуска	1655,91	
<b>Итого <math>Z_{внеб}</math>, руб.</b>	<b>57734,32</b>	

#### Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей} \div 4) * k_{нр}, \quad (19),$$

где  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16 %. Сумма статей формируется из последовательного сложения материальных затрат  $Z_{м} = 103918,00$  (руб.), основной зарплаты  $Z_{осн} = 169557,47$  (руб.), дополнительной зарплаты  $Z_{доп} = 22890,26$  (руб.) и отчислений во внебюджетные фонды  $Z_{внеб} = 57734,32$  (руб.).

$$Z_{накл} = (Z_{м} + Z_{осн} + Z_{доп} + Z_{внеб}) * 0,16, \quad (20)$$

$$Z_{накл} = (103918,00 + 169557,47 + 22890,26 + 57734,32) * 0,16 = 56656,01 \text{ руб.}$$

#### Формирование затрат на проектирование

Определение затрат на проектирование инженерно-геологических изысканий под строительство здание общежития в Железнодорожном районе г. Красноярска приведено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Бюджет затрат на проектирование инженерно-геологических изысканий под строительство общежития

Наименование статьи	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта, $Z_m$	103918,00	25,30
2. Затраты по основной заработной плате, $Z_{осн}$	169557,47	41,28
3. Затраты по дополнительной заработной плате, $Z_{доп}$	22890,26	5,57
4. Отчисления во внебюджетные фонды, $Z_{внеб}$	57734,32	14,06
5. Накладные расходы, $Z_{накл}$	56656,01	13,79
<b>Бюджет затрат на проектирование</b>	<b>410756,06</b>	<b>100,00</b>

Бюджет всех затрат проекта равен 410756,06 рублей. Наибольший процент бюджета составляет затраты по основной заработной плате (41,28%).

### 5.3 Расчет сметной стоимости проектируемых инженерно-геологических работ

Расчет сметы на инженерно-геологические изыскания выполняется исходя из запроектированных объемов.

Для расчета сметной стоимости инженерно-геологических изысканий будет применяться Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства 1999 г (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1991 года) [14].

В расчетах используется районный коэффициент для Красноярского края 1,3 (табл. 5.8).

Таблица 5.8 – Смета на производство инженерно-геологических изысканий

№ п/п	Описание вида работ	Ед. изм.	Объем работ	Обоснование	Расчет стоимости	Стоимость
Стоимость работ определена на основе СБЦ-99 г.						
К-1,15+1,15=1,3 -Таб. 3 § 5+п.8е-за район работ						
<b>I Полевые работы</b>						
1	Плано-высотная привязка, II категория сложности	1 выработка	3	Таб. 93 § 1	8,5 х 3	25,5
2	Механическое колонковое бурение скважин диаметром св 160 мм до 250 мм глубиной			Таб. 17 §7 К-0,9 прим. к табл.17		

	25,0 м всего 75 п. м. в том числе в породах:								
	I категории	п.м.	9,0		54,8	x	9,0	x 0,9	443,9
	II категории	п.м.	51,0		59,1	x	51,0	x 0,9	2 712,7
	III категории	п.м.	15,0		61,7	x	15,0	x 0,9	833,0
3	Крепление скважин при бурении скважин св 160 до 250 мм, св 250	п.м.	70,5	Таб. 18 §5 и 6	2,9	x	70,5		204,5
4	Отбор монолитов с глубин, м:								
	до 10	монолит	20	Таб. 57 §1	22,9	x	20		458,0
	св. 10 до 20	монолит	20	Таб. 57 §2	30,6	x	20		612,0
	св. 20 до 30	монолит	16	Таб. 57 §3	36,8	x	16		588,8
5	Статическое зондирование грунтов непрерывным вдавливанием зонда со скоростью не свыше 1 м/мин.			Таб. 45 §5					
	св. 15 до 20	точка	3		216,8	x	3		650,4
	св. 15 до 20 (с разбуриванием)	точка	4		216,8	x	4	x 1,5	1300,8
<b>Итого полевые работы</b>									<b>7 829,5</b>
<b>II прочие расходы</b>									
1	Внутренний транспорт до 5-10 км		0,0875	Таб. 4 §2	0,0875	x	28485		685
2	Организация и ликвидация работ - 6%		0,06	п. 13 общ.ук., прим.к=2,5	0,06	x	30977		511
<b>Итого прочих расходов:</b>									<b>1 196</b>
<b>Итого полевые работы и прочие расходы</b>									<b>9 025</b>
<b>III Лабораторные работы</b>									
1	Сокращенный комплекс физико-механических свойств грунта. Показатели сжимаемости и сопутствующие определения при компрессионных испытаниях по одной ветви с нагрузкой до 0,6 МПа (или определение просадочности)	образец	36	Таб. 63 §13	114,4	x	36		4 118
2	Испытание под одной нагрузкой не выше 2,5 МПа (консолидированный срез)	образец	36	Таб. 62 §31	16,2	x	36		583

3	Полный комплекс определений физических свойств для грунтов с включениями частиц диаметром более 1 мм (свыше 10 %)	образец	24	Таб.63 §8	47,1	x	24	1 130
4	Коррозионная активность грунтов по отношению к стали	образец	3	Таб.75 §4	18,2	x	3	55
5	Коррозионная активность грунтов по отношению к бетону	образец	3	Таб.75 §5	25,4	x	3	76
6	Стандартный (типовой) анализ воды	образец	3	Таб.73 §2	67,3	x	3	202
<b>Итого лабораторных работ</b>								<b>6 165</b>
<b>IV Камеральные работы</b>								
1	Составление программы работ, III категория сложности	1 программа	1	Таб. 81 §4	1100	x	1 x 0,5	550
2	Камеральная обработка буровых работ III категории	п.м.	75	Таб. 82 §1	9,4	x	75	705
3	Камеральная обработка лабораторных работ физико-механических свойств: Глинистых грунтов	%	20	Таб. 86 §1	0,2	x	5832	1 166
4	Камеральная обработка комплексных исследований и отдельных определений: химического и бактериологического состава воды	%	15	Таб. 86 §5	0,15	x	202	30
5	Камеральная обработка определения коррозионной активности грунтов	%	15	Таб. 86 §8	0,15	x	131	20
6	Составление отчета, III кат. сложности	%	25	Таб 87 §1	0,25	x	1921	480
<b>Итого камеральных работ</b>								<b>2 952</b>
Итого полевых, лабораторных и камеральных работ с р.к.1,3								18 142
Итого по смете с индексом К=56,4								1 023 195
<b>Всего с НДС 20%</b>								<b>1 227 834</b>

Сметная стоимость инженерно-геологических работ под строительство здания общежития учебного центра профессиональных квалификаций в Железнодорожном районе г. Красноярска составит один миллион двести

двадцать семь тысяч восемьсот тридцать четыре рубля (1 227 834 руб.) с учетом НДС.

### Выводы

При работе над планированием были определены этапы работ, их трудоемкость, разработан график Ганта. Продолжительность работ займет 67 календарных дней с первой декады июля до первой декады сентября.

В экономическом отношении были определены затраты на проектирование, плановая себестоимость работ составит 410756,06 рублей, без учета налогообложения. Сметная стоимость инженерно-геологических работ составит один миллион двести двадцать семь тысяч восемьсот тридцать четыре рубля (1 227 834 руб.) с учетом НДС.

## **Заключение**

При выполнении дипломного проекта были изучены инженерно-геологические условия г. Красноярска и разработан проект инженерно-геологических изысканий под строительство общежития учебного центра профессиональных квалификаций на стадии проектной документации; найдены оптимальные методы исследования, обеспечивающих получение достоверных данных необходимых для проектирования; получена информация о свойствах геологической среды – компонентах инженерно-геологических условий в пределах предполагаемой сферы ее взаимодействия с сооружениями.

Также определена категория сложности инженерно-геологических условий, согласно приложению Г СП 47.13330.2016 [22], район изысканий отнесен к III категории сложности.

Рассчитана сфера взаимодействия сооружения с геологической средой и составлена расчетная схема.

Запроектированы виды и объемы работ. Рассчитаны интервалы опробования и глубина горных выработок. Приведена методика выполнения проектируемых работ.

Разработаны нормы производственной и экологической безопасности при производстве работ.

Рассчитана сметная стоимость инженерно-геологических работ при проектировании общежития, которая составит один миллион двести двадцать семь тысяч восемьсот тридцать четыре рубля (1 227 834 руб.) с учетом НДС.

## Список литературы

### *Фондовая литература:*

1. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканиях «Реконструкция учебного корпуса Красноярского УЦПК». – Красноярск: «Красноярскжелдорпроект» – филиал АО «Росжелдорпроект», 2021.

### *Опубликованная литература:*

2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Серия Минусинская. Лист О-46-XXXIII (Красноярск). Объяснительная записка. - М., 2001.

3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Изд. 2-е. Серия Минусинская. Лист N-46-III (Дивногорск). Объяснительная записка. - Спб., 2009.

4. Афанасьева Т.В. Почвы СССР / Т.В. Афанасьева, В.И. Василенко, Т.В. Терешина, Б.В. Шеремет – М., Мысль, 1979. – 380 с.

5. Березовская С.И. Красноярскому краю – 85. Статистический очерк / С.И. Березовская, И.Р. Кузьмиченко, Н.Е. Калинина, О.Б. Соколова, Т.Л. Полунина, Т.А. Златкевич, М.В. Кононова, Я.О. Матвеевская, Е.В. Никотина, А.Е. Нота, А.А. Пахмутова, Ю.В. Пипинева, С.А. Садыкова, А.С. Юрьева, Е.В. Нечупей, О.Н. Роговцова. Красноярскстат. – Красноярск, 2019. – 128 с.

6. Бондарик Г.К. Инженерно-геологические изыскания: учебник / Г.К. Бондарик, Л.А. Ярг. – 2-е изд. – М.: КДУ, 2008.

7. Бородин Ю.В. Безопасность жизнедеятельности: практикум / Ю.В. Бородин, М.В. Василевский, А.Г. Дашковский, О.Б. Назаренко, Ю.Ф. Свиридов, Н.А. Чулков, Ю.М. Федорчук. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. — 101 с.

8. Климат Красноярска/Под ред. Ц.А. Швер и А.С. Герасимовой. – Ленинград Гидрометеиздат, 1982.

9. Конюший П.Р. – «Объяснительная записка к инженерно-геологической карте района г. Красноярск в масштабе 1:25000», 1947.
10. Кукин П.П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): Учеб. Пособие для вузов / П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев и др. - 4-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 2007. – 335 с.
11. Неволин А.П. Инженерная геология. Инженерно-геологические изыскания для строительства : учеб.-метод. Пособие / А.П. Неволин. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 85 с.
12. Ребрик Б. М. Бурение инженерно-геологических скважин: справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. / Б. М. Ребрик. – М.: Недра, 1990. – 336 с.
13. Сазонов А.М. Путеводитель по геологическим маршрутам в окрестностях г. Красноярск / А.М. Сазонов, Р.А. Цыкин, С.А. Ананьев, О.Ю. Перфилова, М.Л. Махлаев, О.В. Сосновская. Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2010. – 202 с.
14. Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства 1999 г  
*Нормативная литература:*
15. СП 11-104-97. Свод правил. Инженерно-геодезические изыскания для строительства.
16. СП 11-105-97 Свод правил. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ.
17. СП 12.13130.2009 Свод правил. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
18. СП 14.13330.2018 Свод правил. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81.
19. СП 20.13330.2016 Свод правил. Нагрузки и воздействия.
20. СП 22.13330.2016 Свод правил. Основания зданий и сооружений.
21. СП 28.13330.2017 Свод правил. Защита строительных конструкций от коррозии.

22. СП 47.13330.2016 Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
23. СП 52.13330.2016 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
24. СП 115.13330.2016 Свод правил. Геофизика опасных природных воздействий.
25. СП 131.133330.2020 Свод правил. Строительная климатология.
26. СП 446.1325800.2019 Свод правил. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ.
27. ГОСТ 9.602-2016 Межгосударственный стандарт. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.
28. ГОСТ 12.0.003-2015 Межгосударственный стандарт. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
29. ГОСТ 12.1.004-91 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
30. ГОСТ 12.1.006-84 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
31. ГОСТ 12.1.038-82 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
32. ГОСТ 12.1.045-84 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
33. ГОСТ 12071-2014 Межгосударственный стандарт. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
34. ГОСТ 12248.1-2020 Межгосударственный стандарт. Грунты. Определение характеристик прочности методом одноплоскостного среза.

35. ГОСТ 12248.4-2020 Межгосударственный стандарт. Грунты. Определение характеристик деформируемости методом компрессионного сжатия.
36. ГОСТ 12536-2014 Межгосударственный стандарт. Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) и микроагрегатного состава.
37. ГОСТ 19912-2012 Межгосударственный стандарт. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием.
38. ГОСТ 20522-2012. Межгосударственный стандарт. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
39. ГОСТ 23161-2012 Межгосударственный стандарт. Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности.
40. ГОСТ 25100-2020 Межгосударственный стандарт. Грунты. Классификация.
41. ГОСТ 30416-2020 Межгосударственный стандарт. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.
42. ГОСТ 5180-2015 Межгосударственный стандарт. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
43. ГОСТ Р 12.1.019-2017 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
44. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
45. РСН-74-88 Республиканские строительные нормы. Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству буровых и горнопроходческих работ.
46. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труд.

47. Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 23.06.2016) "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".

*Интернет-ресурсы:*

48. <https://gelio.livejournal.com/63762.html>

49. <http://krasstrom.ru>

50. <https://mintrans.gov.ru/ministry/transport-education>

51. <https://www.geomash.ru/catalog/>

52. <http://www.kraskom.com/work/vodosnab/>

53. <http://www.vsegei.com/>