

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

Инженерная школа природных ресурсов
 Специальность: 21.05.02 «Прикладная геология»
 Отделение геологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Инженерно-геологические условия центральной части Лазаревского района г. Сочи и проект инженерно-геологических изысканий для реконструкции автомобильной дороги поселка Дагомыс – села Солохаул

УДК 624.131.3:625.7.089.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
217В	Спиридонова Ирина Андреевна		16.05.2022

Руководитель ВКР

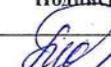
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОГ	Леонова А.В.	К.Г.-М.Н.		14.05.2022

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Буровые работы»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОНД	Бер А.А.			25.05.2022

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Т.Г.	К.Э.Н.		23.05.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ООД	Гуляев М.В.			20.05.2022

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Бракоренко Н.Н.	К.Г.-М.Н		06.06.2022

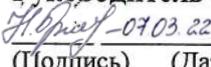
Планируемые результаты обучения по ОПП

Код	Результат освоения ООП*
Универсальные компетенции	
P1	Применять базовые и специальные математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения комплексных инженерных проблем в области прикладной геологии.
P2	Использовать базовые и специальные знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления комплексной инженерной деятельностью.
P3	Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности в области прикладной геологии.
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных проблем.
P5	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения комплексной инженерной деятельности в области прикладной геологии.
P6	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.
P7	Осознавать необходимость и демонстрировать способность к самостоятельному обучению и непрерывному профессиональному совершенствованию.
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.
P9	Выполнять комплексные инженерные проекты технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
P10	Проводить исследования при решении комплексных инженерных проблем в области прикладной геологии, включая прогнозирование и моделирование природных процессов и

Код	Результат освоения ООП*
Универсальные компетенции	
	явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.
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.
P12	Демонстрировать компетенции, связанные с особенностью проблем, объектов и видов комплексной инженерной деятельности,

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

Инженерная школа природных ресурсов
 Специальность: 21.05.02 «Прикладная геология»
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 - 07.03.22 **Бракоренко Н.Н.**
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

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

Студенту:

Группа	ФИО
217В	Спиридоновой Ирине Андреевной

Тема работы:

Инженерно-геологические условия центральной части Лазаревского района г. Сочи и проект инженерно-геологических изысканий для реконструкции автомобильной дороги поселка Дагомыс – села Солохаул	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	25.03.2022 № 84-16/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.05.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Фактический фондовый материал изысканий организации ООО «ЦЕНТР-ПРОЕКТ», опубликованная литература, нормативные документы, материалы производственной работы автора
---------------------------------	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p>	<p>В общей части привести характеристику физико-географических, геологических, изученности, гидрогеологических условий и характеристику геологических процессов и явлений центральной части Лазаревского района г. Сочи.</p> <p>В специальной части охарактеризовать инженерно-геологические условия участка проектируемых работ, рассчитать коэффициент устойчивости склона, дать рекомендацию по противооползневым мероприятиям и сооружениям.</p> <p>В проектной части разобрать проект инженерно-геологических изысканий для реконструкции автомобильной дороги.</p>
<p>Перечень графического материала</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Геологическая карта неоген-четвертичных образований (фрагмент); 2. Карта инженерно-геологических условий 3. Фрагмент инженерно-геологического разреза по линии I-I 4. Фрагмент инженерно-геологического разреза по линии II-II 5. Расчет коэффициента устойчивости склона по методу «горизонтальных сил» Маслова-Берера 6. Расчетная схема 7. Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 18 м

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Т.Г.
Социальная ответственность	Гуляев М.В.
Буровые работы	Бер А.А.

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Леонова А.В.	К.Г.-М.Н.		17.03.22

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
217В	Спиридонова И.А.		17.03.22

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
217В		Спиридонова Ирина Андреевна	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

Тема ВКР:

Инженерно-геологические условия центральной части Лазаревского района г. Сочи и проект инженерно-геологических изысканий для реконструкции автомобильной дороги поселка Дагомыс – села Солохаул

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

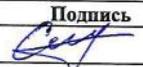
Введение	<p>Объект исследования: Инженерно-геологические условия центральной части Лазаревского района г. Сочи и проект инженерно-геологических изысканий для реконструкции автомобильной дороги поселка Дагомыс – села Солохаул</p> <p>Область применения: обоснование видов, методов и объемов инженерно-геологических работ для разработки проекта</p> <p>Работы проводятся:</p> <p>В полевых условиях (рекогносцировка, топогеодезические работы, буровые работы, полевые работы);</p> <p>В лабораторных условиях (определение состава и свойств грунтов);</p> <p>В офисе (камеральная обработка).</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:	<p>Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p> <p>Инженерно-геологические изыскания проводятся в три этапа:</p> <ul style="list-style-type: none"> - В полевых условиях (рекогносцировка, топогеодезические работы, буровые работы, полевые работы); - В лабораторных условиях (определение состава и свойств грунтов); - В офисе (камеральная обработка).
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:	<p>Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов при полевых, лабораторных и камеральных работах в рамках производства инженерно-геологических изысканий для реконструкции автомобильной дороги.</p> <p>Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы;

	<ul style="list-style-type: none"> - Производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха; - Движущиеся объекты, наносящие удар по телу работающего; - Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий; - Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; - Повышенный уровень вибрации; - Отсутствие или недостаток искусственного и естественного освещения; - Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума; - Производственные факторы, связанные с электромагнитными полями, неионизирующими ткани тела человека; - Монотонность труда, вызывающая монотонию; - Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса; - Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека.
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	Воздействие на литосферу, гидросферу, атмосферу. Решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения:	<ul style="list-style-type: none"> - Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого здания и сооружения; - Выбор наиболее типичной ЧС; - Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий; - Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович			07.03.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
217В	Спиридонова Ирина Андреевна		07.03.2022

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

Студенту:

Группа	ФИО
217В	Спиридонова Ирина Андреевна

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Специалитет	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	1. Рассчитать сметную стоимость проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	2. Справочник базовых цен на инженерно-геологические работы.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	3. Нормативно-правовые акты различной юридической силы.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

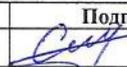
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности инженерных решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Технический план видов и объемов работ по проекту
2. Планирование и формирование бюджета	2. Расчёт затрат времени
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	3. Расчет сметной стоимости работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.02.2022
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	К.Э.Н.		01.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
217В	Спиридонова Ирина Андреевна		01.02.2022

Реферат

Дипломный проект состоит из 129 страниц, 27 рисунков, 32 таблиц, 71 источник, 7 листов графического материала.

Ключевые слова: инженерно-геологические изыскания, инженерно-геологические условия, физико-механические свойства, инженерно-геологический элемент, устойчивость склона, противооползневые сооружения, объемы работ, социальная ответственность, смета.

Объектом исследования являются инженерно-геологические условия центральной части Лазаревского района г. Сочи.

Целью работы является комплексное изучение инженерно-геологических условий района участка работ и разработка проекта для реконструкции автомобильной дороги п.Дагомыс-с.Солохаул.

В процессе исследования сделан обзор, анализ и оценка ранее проведенных работ и литературы, изучены состав, состояние и свойства грунтов, определена сфера взаимодействия сооружений с геологической средой, проведен анализ устойчивости оползневого склона с использованием расчетных методов.

В результате исследования запроектировано противооползневое сооружение, намечены виды и объемы работ для инженерно-геологических изысканий на стадии рабочего проекта, рассчитана сметная стоимость инженерно-геологических работ.

Текст дипломный проект выполнен в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2019, листы графического материала выполнены в программе AutoCAD 2021, при построении таблиц использован Microsoft Office Excel 2019.

Содержание

Введение.....	13
1 Общая часть. Природные условия района строительства	14
1.1 Физико-географическая характеристика.....	14
1.1.1 Рельеф.....	15
1.1.2 Гидрография	15
1.1.3 Климатическая характеристика	15
1.2 Изученность инженерно-геологических условий	17
1.3 Геологическое строение района работ (стратиграфия, литология, тектоника, неотектоника, геоморфология).....	18
1.3.1 Стратиграфия.....	18
1.3.2 Магматизм.....	27
1.3.3 Тектоника	27
1.3.4 Геоморфология	28
1.4 Гидрогеологические условия	29
1.5 Геологические процессы и явления.....	29
1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района	30
2 Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ.....	32
2.1 Рельеф участка	32
2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости.....	32
2.3 Физико-механические свойства грунтов.....	34
2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-2020) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522-2012).....	34
2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов (ГОСТ 20522-2012)	35
2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств инженерно-геологических элементов	41

2.4	Гидрогеологические условия	42
2.5	Геологические и инженерно-геологические процессы	45
2.6	Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка.....	48
2.7	Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процесс изысканий, строительства и эксплуатации сооружений	49
2.7.1	Расчет коэффициента устойчивости оползневого склона. Противооползневые мероприятия и сооружения (специальный вопрос).	49
3	Проектная часть. Проект инженерно-геологических изысканий на участке	55
3.1	Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания. Задачи изысканий...	55
3.2	Обоснование видов и объемов проектируемых работ.....	56
3.2.1	Сбор, изучение и систематизация материалов изысканий и исследований прошлых лет, оценка возможности их использования при выполнении полевых и камеральных работ.....	57
3.2.2	Рекогносцировочное обследование.....	58
3.2.3	Топогеодезические работы.....	59
3.2.4	Буровые работы.....	59
3.2.5	Опробование	60
3.2.6	Полевые опытные работы	62
3.2.7	Лабораторные исследования.....	63
3.2.8	Камеральные работы.....	65
3.3	Методика проектируемых работ.....	66
3.3.1	Сбор, изучение и систематизация материалов изысканий и исследований прошлых лет, оценка возможности их использования при выполнении полевых и камеральных работ.....	66
3.3.2	Инженерно-геологическая рекогносцировка	68
3.3.3	Топогеодезические работы.....	68
3.3.4	Буровые работы.....	69

3.3.5	Опробование	76
3.3.6	Полевые работы.....	78
3.3.7	Лабораторные работы.....	79
3.3.8	Камеральные работы.....	88
4	Социальная ответственность при проведении инженерно-геологических изысканий.....	89
	Введение.....	89
4.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения.....	89
4.1.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	89
4.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны...	90
4.2	Производственная безопасность при разработке проектного решения	90
4.2.1	Анализ потенциально возможных вредных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия	93
4.2.2	Анализ потенциально возможных опасных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия	103
4.3	Экологическая безопасность	105
4.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	105
	Выводы по разделу	108
5	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	108
5.1	Технический план видов и объемов работ по проекту	108
5.2	Затраты времени на выполнение работ	110
5.3	Расчет сметной стоимости.....	116
	Заключение	121
	Список литературы	122

Введение

Настоящая работа представляет собой проект инженерно-геологических изысканий для реконструкции автомобильной дороги IV категории на стадии рабочего проекта. Участок трассы автомобильной дороги, требующий реконструкции, имеет протяженность 500 м и ширину проезжей части 6 м. Участок изысканий находится в центральной части Лазаревского района г. Сочи Краснодарского края.

Цель работы – комплексное изучение инженерно-геологических условий района участка работ и разработка проекта для реконструкции автомобильной дороги п. Дагомыс-с. Солохаул.

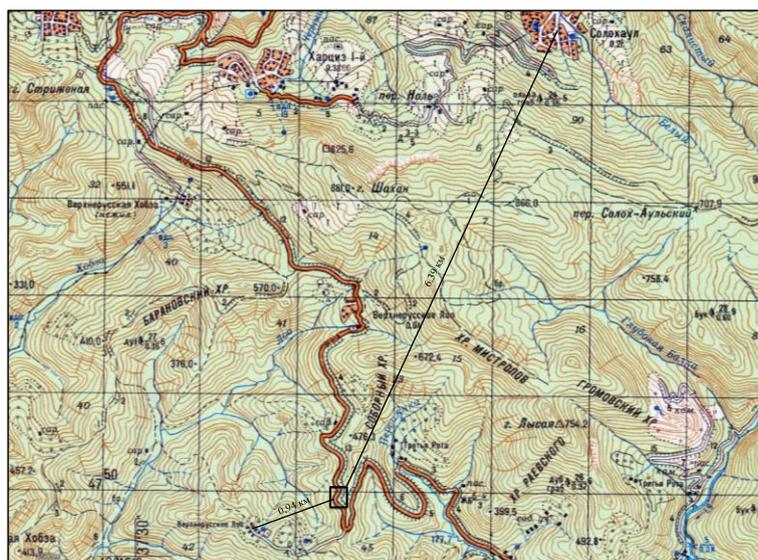
В связи с этим будут решаться следующие задачи:

- комплексное изучение природный условий района строительства и инженерно-геологических условий участка изысканий;
- изучение состава, состояния и свойств грунтов;
- изучение геологических процессов и явлений и прогноз возможного изменения инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой;
- разработка защитных мероприятий;
- расчет сметной стоимости комплекса инженерно-геологических изысканий.

1 Общая часть. Природные условия района строительства

1.1 Физико-географическая характеристика

Участок изысканий для реконструкции автомобильной дороги п. Дагомыс – с. Солохаул расположен в центральной части Лазаревского района города-курорта Сочи Краснодарского края на автодороге между населенными пунктами с.Верхнерусское Лоо и с. Солохаул. Участок работ показан на ситуационном плане (Рисунок 1.1). Расстояние от участка изысканий до населенных пунктов с.Верхнерусское Лоо – 0,94 км, с.Солохаул – 6,39 км. [63]



□ - Участок работ

Рисунок 1.1 - Расположение исследуемого участка

Лазаревский район площадью 1744 км² располагается вдоль побережья Черного моря в Краснодарском крае, является крупнейшим одним из четырех административных районов города-курорта Сочи (Рисунок 1.2). Район граничит на севере с Апшеронским районом, на северо-востоке с республикой Адыгея, на востоке с Центральным и Хостинским районами, а также с Туапсинским районом на западе. Административным центром Лазаревского района является микрорайон Лазаревское, расположенный в 30,8 км к северо-западу от участка изысканий, г. Сочи находится на расстоянии 18,9 км юго-восточней. [64]



Рисунок 1.2 – Административное деление г. Сочи

1.1.1 Рельеф

Рельеф участка работ характеризуется среднегорным эрозионно-тектоническим рельефом Большого Кавказа. Изученный участок приурочен к горному морфогенетическому типу рельефа, междуречье (водораздел и склоны) рек Хобза и Лоо.[54]

1.1.2 Гидрография

Гидрография района работ представлена реками Лоо, Западный Дагомыс, ложбинами и ручьями без названия (левобережные притоки р. Лоо). Река Лоо берет начало в 3 км севернее участка изысканий у г. Шахан (873 м). Общая длина реки Лоо составляет 13 км, площадь водосборного бассейна – 36,6 км². Река Западный Дагомыс берет начало в 6,8 км северо-западнее участка изысканий, г. Зубцы (900 м). Общая длина реки Западный Дагомыс составляет 21 км, площадь водосборного бассейна – 48 км². Питание рек смешанное, водный режим паводковый. [1]

1.1.3 Климатическая характеристика

Район изысканий расположен на юге Краснодарского края, на побережье Чёрного моря, и относится к умеренному климатическому поясу, северочерноморскому подсубтропическому району.

Среднегодовая температура воздуха на территории района изысканий 14,3 °С. Средняя температура воздуха самого холодного месяца (января) положительная и составляет 6,1 °С, самого теплого месяца (августа) 23,6 °С. Абсолютный минимум достигает минус 13,0 °С, абсолютный максимум 39,0 °С. Амплитуда колебаний абсолютных температур воздуха 52,0 °С. [2]

Температурный режим почвы, в большей степени, чем температура воздуха, подвержен влиянию локальных микроклиматических факторов, прежде всего - состояния поверхности почвы, её типа, механического состава, влажности, растительного покрова и т.д. Среднегодовая температура поверхности почвы на территории изысканий 16 °С, абсолютная максимальная 61 °С, абсолютная минимальная минус 20 °С. Амплитуда колебаний абсолютных температур на поверхности почвы составляет 81 °С. [2]

Нормативная глубина сезонного промерзания грунта, принимаемая равной средней из максимальных наблюдаемых глубин сезонного промерзания грунтов по данным наблюдений ближайшей метеостанции Сочи, составляет 0 м.

Ветровой режим территории района изысканий определяется взаимодействием общей циркуляции атмосферы и орографическими особенностями местности. Учитывая горный рельеф местности, результате механического и термического влияний на воздушные течения рельефа и подстилающей поверхности в районе изысканий отчетливо проявляются периодические и не периодические местные ветры, которые являются одной из типичных климатических особенностей этого района. [1]

Район изысканий расположен в зоне достаточного и избыточного увлажнения. Средние значения относительной влажности воздуха на территории района исследований изменяются в пределах – 71-78 %. Влажность воздуха в районе исследований зависит как от местного испарения, так и от того, откуда приходят воздушные массы. Абсолютный максимум

относительной влажности составляет 100 % и может наблюдаться в любой из месяцев года. Абсолютный минимум 11% приходится на март. [2]

Среднее количество садков за год на территории района изысканий по данным ближайшего пункта наблюдений в с. Солохаул - 2321 мм. Наибольшее количество осадков приходится на холодный период (ноябрь-март) - 55 % (1280 мм), на тёплый период (апрель-октябрь) приходится 45 % годового количества осадков (1041 мм). Несмотря на преобладающее количество осадков холодного периода, преобладающими в течение всего года являются жидкие осадки. [2]

Особый интерес вызывают сильные дожди. Наблюдаются они преимущественно в теплое время года. Суточный максимум осадков по данным в/п с. Солохаул составляет 254 мм, что превышает месячную норму более чем в 1,7 раза, по м. ст. Сочи – 245 мм, что превышает месячную норму более чем в 2,2 раза. [2]

Снежный покров на рассматриваемой территории появляется в среднем во второй декаде января, устойчивый снежный покров отсутствует. Сведения о высоте снежного покрова по снегосъемкам, плотности и запасе воды не приводятся, ввиду отсутствия устойчивого снежного покрова. [1]

1.2 Изученность инженерно-геологических условий

Исследуемая район характеризуется средней степенью геологической, инженерно-геологической и гидрогеологической изученности.

На исследуемую территорию имеется следующий картографический материал:

- государственная геологическая карта масштаба 1:100 000, 1:200 000;
- геоморфологическая карта масштаба 1:50 000, 1:25 000;
- гидрогеологическая карта масштаба 1:200 000;
- тектоническое строение, новейшая тектоника и сейсмоструктура масштаба 1:200 000 – 1:50 000;
- карта инженерно-геологических условий Краснодарского края масштаба 1:200 000.

Государственная геологическая карта масштаба 1:200 000 лист К-37-IV (Сочи) составлена в Федеральном государственном унитарном геологическом предприятии «Кавказгеолсъемка» с использованием материалов по акватории моря ГНЦ ГГЦ НПО «Южморгеология». Карта утверждена НРС МПР РФ 22 декабря 2002г. [54]

1.3 Геологическое строение района работ (стратиграфия, литология, тектоника, неотектоника, геоморфология)

1.3.1 Стратиграфия

В исследуемом районе распространены осадочные, магматические и метаморфические стратифицированные образования протерозойского, палеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов, слагающие четыре структурных этажа: доверхнепалеозойский, верхнепалеозойско-триасовый, нижнесреднеюрский (киммерийский) и альпийский (верхняя юра – неоген). [54]

Участок работ расположен в центральной части Лазаревского района г. Сочи, которая приурочена к территориям Чвежипсинской, Абхазо-Рачинской и Краснополянской структурно-фациальных зон (Рисунок 1.3).

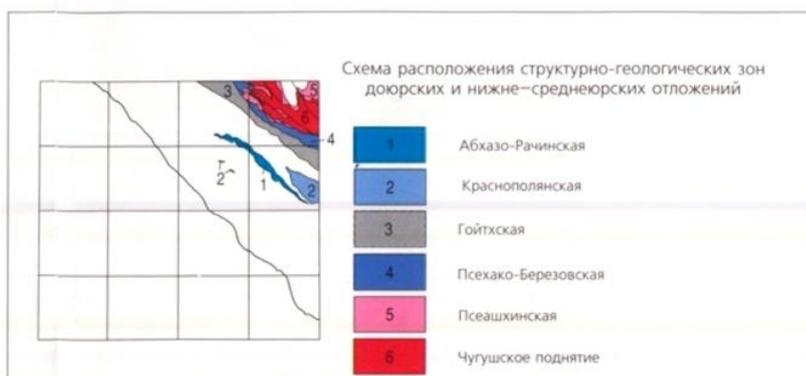


Рисунок 1.3 – Схема расположения структурно-геологических зон [65]

В геологическом строении центральной части Лазаревского района на исследованную глубину 3,0-27,0 м принимают участие отложения мезозойского и кайнозойского возрастов.

Нижнесреднеюрский этаж сложен терригенными и вулканогенно-терригенными отложениями различных структурно-фациальных зон (СФЗ), которые формировались на островной дуге (Абхазо-Рачинская СФЗ), на шельфе (Краснополянская). Альпийский структурный этаж представлен карбонатными и терригенно-карбонатными отложениями задугового флишевого бассейна Чвежипсинской СФЗ. [54]

МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА

ЮРСКАЯ СИСТЕМА

СРЕДНИЙ ОТДЕЛ

Анчхойская свита (J_{2an}) выделена в Абхазо-Рачинской и Краснополянской СФЗ. На дневную поверхность эти отложения выходят только в пределах последней, где согласно подстилают ачишхинскую свиту. Разрез представлен аргиллитами рассланцованными с прослойками глинистых сидеритов и пирит-марказитовыми и сидеритовыми конкрециями. Мощность свиты – 800 м.

Порфиритовая серия (J_{2pr}) выделяется в Абхазо-Рачинской СФЗ и объединяет кутыкух-скую, ацетукскую, рицинскую и ризгинскую свиты. Она обнажается в ядре Дагомысской антиклинали. Отложения серии представлены туфобрекчиями, переслаивающимися с алевро-псаммитовыми туфами основного состава, реже аргиллитами. Изредка встречаются горизонты лав базальтов. Неполная ее мощность оценивается в 1000-1200 м.

Бетагская свита (J_{2bt}) в пределах изученной территории не обнажается, а на разрезах согласно перекрывает порфиритовую серию и ачишхинскую свиту. В соседних с востока районах в Абхазо-Рачинской СФЗ она представлена аргиллитами, чередующимися с алевролитами, песчаниками, туфопесчаниками, линзами известняков, конкрециями

глинистых сидеритов. Общая мощность свиты составляет 530-580 м. В Краснополянской СФЗ она сложена грубым 0,3-0,6 м переслаиванием песчаников, иногда с «плавающей» галькой кварца и алевритистых аргиллитов общей мощностью более 350 м.

СРЕДНИЙ И ВЕРХНИЙ ОТДЕЛЫ

Аибгинская свита (J_{2-3ab}) распространена в Чвежипсинской СФЗ, где она со срывом перекрывает отложения порфиритовой серии. В основании залегают темно-серые карбонатные песчаники с редкими прослоями аргиллитов. Их перекрывают окремненные аргиллиты с прослоями зеленовато-серых вулканомиктовых алевролитов и песчаников. Мощность свиты – 260 м. [54]

Аибгинская и агепстинская свиты объединенные ($J_{2-3ab+ag}$) прослеживаются в тектонических клиньях вдоль Краснополянского разлома. В основании разрез представлен чередованием аргиллитов и карбонатных песчаников с септариями известняков. Выше залегают коричневатые-серые пелитоморфные известняки с прослоями серых мергелей и коричневатых-серых кремней. Мощность отложений более 170 м.

ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ

Агепстинская свита (J_{3ag}) распространена в Чвежипсинской зоне и прослеживается в ядре Дагомысской антиклинали. Она согласно залегает на терригенных образованиях аибгинской свиты и перекрывается мергелями свиты Кепш. В основании разреза залегает толща массивных, часто брекчированных известняков. Их перекрывают пестрые пелитоморфные известняки с прослоями серых мергелей и аргиллитов, линзами коричневатых-серых кремней. Мощность свиты – 150 м.

МЕЛОВАЯ СИСТЕМА

НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Медовеевская свита (K_{1md}) выделена в Северной подзоне Чвежипсинской СФЗ. Подстилающие отложения на изученной площади не известны, но восточнее, в долине р. Мзымты, она согласно залегает на породах

агепстинской свиты. Медовеевская свита представлена аргиллитами фукоидными темно-серыми, буроватыми, зеленоватыми с прослоями песчаников, алевролитов и реже темных кремней. В районе Дагомысской антиклинали в основании разреза отмечаются мергелистые аргиллиты с прослоями мергелей. Ее мощность превышает здесь 400 м.

Свита Кети (K₁кр) является возрастным аналогом медовеевской свиты и обнажается в Южной подзоне Чвежипсинской СФЗ, в ядре Дагомысской антиклинали. Она согласно подстилается агепстинской свитой. Вышележащие отложения на изученной площади неизвестны. В районе селения Солох-Аул разрез представлен мергелями фукоидными зеленовато-серыми. В нижней части встречаются прослои известняков, а в верхней – горизонты буроватых мергелей и прослойки алевролитов и кремней. Мощность – более 380 м. [54]

ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ

Вулканогенно-терригенная толща (K₂vt) распространена в Чвежипсинской зоне и обнажается в долинах рек Псий, Шахе, Агва и Ушха. Контакт с нижележащей медовеевской свитой согласный. На крыльях Дагомысской антиклинали в ее основании обнажается пачка черных тонколистоватых окремнелых аргиллитов, содержащих обломки, гальку и глыбы рифогенных известняков. Иногда встречаются прослои пелитоморфных известняков шоколадного цвета. Выше залегают известняково-базальтовые туфобрекчии. Далее следует чередование базальтов с их туфами, лавобрекчиями, туффитами и яшмовидными породами. Общая мощность толщи 200 м.

Пестроцветная толща (K₂pt) распространена в Чвежипсинской зоне и обнажается на крыльях Дагомысской антиклинали и в долине р. Ац. Она согласно залегает на вулканогенно-терригенной толще и представлена чередованием известняков бурых, серовато-зеленых и пестрых мергелей. Мощность толщи – 250 м.

Мергельно-известняковая толща (K₂mi) распространена в Чвежипсинской зоне и прослеживается в междуречье Шахе-Сочи. Она

согласно залегает на пестроцветной толще, и представлена ритмичным чередованием известняков, мергелей и алевролитов. Мощность толщи – 350 м.

Мергельная толща (K_{2m}) распространена в Чвежипсинской зоне в междуречье Шахе-Сочи, а в районе п. Чемитоквадже погружается в акваторию Черного моря. Она представлена крупно-ритмичным переслаиванием темно-серых слюдистых мергелей и светлых фукоидных известняков. В нижней части разреза встречаются прослой алевролитов и песчаников. Мощность толщи – 800 м. [54]

КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА

ПАЛЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА

ПАЛЕОЦЕНОВЫЙ ОТДЕЛ

Дагомысская свита (P_{1dg}) распространена в Чвежипсинской зоне от устья р. Шахе до истоков р. Хосты. Контакт с нижележащими верхнемеловыми отложениями согласный. Разрез представлен флишевым переслаиванием окремнелых мергелей, известняков, песчаников и алевролитов. Мощность свиты – 450 м.

Свита Казачьей Щели (P_{1ksč}) согласно перекрывает дагомысскую и представлена переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. В кровле преобладают окремненные аргиллиты, алевролиты и мергели. Мощность свиты – 220 м.

Пластунская свита (P_{1pl}) согласно залегает на свите Казачьей Щели. В долине р. Западный Дагомыс она представлена аргиллитами с прослоями песчаников и алевролитов, изредка встречаются известняки. Мощность – 275 м, восточнее она увеличивается до 370 м.

Головинская свита (P_{1gl}) согласно залегает на пластунской и представлена переслаиванием окремненных аргиллитов, песчаников и алевролитов. Мощность свиты – 100 м.

ЭОЦЕНОВЫЙ ОТДЕЛ

Мамайская свита (P_{2mt}) распространена в Чвежипсинской зоне, где

согласно залегает на породах головинской свиты. Выше разрез представлен ритмичным переслаиванием аргиллитов известковистых, фукоидных мергелей, известковистых песчаников и алевролитов. В средней части отмечаются редкие прослои известняков. Мощность свиты – 500-570 м. [54]

Навагинская свита (P_{2nv}) согласно залегает на отложениях мамынской свиты. В ее основании выделяется горизонт пестроцветных аргиллитов с редкими прослоями песчаников. Выше идет переслаивание песчаников известковистых, битуминозных мергелей, алевролитов и зеленовато-серых аргиллитов. В кровле преобладают аргиллиты. Видимая мощность навагинской свиты – 110 м. [54]

ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА

Четвертичные отложения, в виде покровного, или прерывистого чехла, распространены практически повсеместно (лист 1). Перекрывающие их склоновые образования сняты.

НЕОПЛЕЙСТОЦЕН

НИЖНЕЕ ЗВЕНО

Морской ундалювий Идукопасской (верхнечаудинской) террасы (mv^{idF}) развит в приустьевых частях главных речных долин на высоте до 100-108 м. Повсеместно он залегает на коренном цоколе и представлен переслаиванием конгломератов, галечников и песков с редкой ракушкой. Мощность – 3-5 м.

НИЖНЕЕ ЗВЕНО НЕРАСЧЛЕНЕННОЕ

Морской ундалювий комплекса нижненеоплейстоценовых террас (mvI) развит в междуречье Осохой-Якорная щель, где слагает до трех слившихся уровней террас (выс. 90-130 м), сnivelированных плоскостными процессами в одну наклонную поверхность. Отложения представлены валунно-галечниками, конгломератами, песками с редкой морской ракушкой. Мощность – до 8 м.

СРЕДНЕЕ ЗВЕНО НЕРАСЧЛЕНЕННОЕ

Средненеоплейстоценовый морской ундалювий комплекса средненеоплейстоценовых террас ($mvII$) закартирован на разных участках

побережья, где объединяет до четырех сближенных уровня, сложенных валунно-галечниками, гравием и песками с редкой ракушкой. Общая мощность отложений – до 5-12 м. Сверху они полностью или частично перекрыты более молодыми склоновыми образованиями.

Аллювий комплекса средненеоплейстоценовых террас неразделенный (aII) объединяет до 3-х уровней террас, высотой от 43 до 77 м в долинах рек Аше, Шахе, Дагомыс. Представлены валунниками, галечниками, гравийными песками с глинистым заполнителем. Мощность комплекса – от 3-5 м до 15-20 м.

ВЕРХНЕЕ ЗВЕНО

Морской ундалювий Шахейской террасы ($mv^{sh}III_1$) представлен галечниками, детритусовыми песками с прослоями глин с редкой ракушкой. Мощность отложений – до 20-25 м. [54]

Аллювий IV (Пугачевской) террасы ($a^{pg}III_1$) развит во всех крупных долинах на высотах до 30-32 м, проникая далеко в горы. Осадки представлены валунно-галечниками с прослоями и линзами глин, песков, конгломератов, мощностью до 15-20 м. [54]

Морской ундалювий Раннеагойской террасы ($mv^{ag}III_2$) залегает на коренном цоколе, на высотах 16-20 м в районе пос. Агой, Чемитоквадже, Дедеркой и др. Состоит из галечников, гравийников и песков мощностью 5-6 м.

Морской ундалювий Позднеагойской террасы ($mv^{ag_2}III_2$) высотой 9-14 м имеет тот же гранулометрический состав и сходную фауну моллюсков. Мощность – до 3-4 м.

Аллювий III (Поповской) террасы ($a^{pp}III_2$) широко распространен в близбереговой полосе моря в долинах рек. В разрезах преобладают валунно-галечные отложения с песчано-гравийным и песчано-суглинистым заполнителем. Отмечаются прослой старичных и пойменных глин, суглинков и алевритов. Мощность обычно не более 10 м, в долинах малых рек – 3-4 м.

ВЕРХНЕЕ ЗВЕНО НЕРАСЧЛЕНЕННОЕ

Нерасчлененные отложения морского и аллювиального генезиса объединяют все или несколько уровней террас этого звена.

Морской ундулювий комплекса верхнеоплейстоценовых террас (mvIII) выделен между устьями рек Сочи-Мамайка, где представлен валунниками, галечниками, гравийными песками, ракушечниками общей мощностью – до 7 м.

Аллювий комплекса верхнеоплейстоценовых террас (aIII) слагает узкие наклонные поверхности в долинах крупных рек на высотах от 18 м вблизи моря до 80 м в горах. Рыхлый материал представлен галечниками с валунами в песчано-гравийном заполнителе. Обычно он перекрыт более молодыми глинисто-щебнистыми отложениями. Мощность аллювия изменяется от 5 до 45 м. [54]

СРЕДНИЙ НЕОПЛЕЙСТОЦЕН-ГОЛОЦЕН НЕРАСЧЛЕНЕННЫЕ

Деляпсий, десерпций, дерупций, делювио-десерпций и прочие образования склонового ряда (GrII-IV) наиболее распространенные. Максимальное развитие они получают на склонах, сложенных глинистыми образованиями палеоген-неогена и частично – нижнего мела. В составе отложений – глыбы (вплоть до скальных отторженцев), дресва, щебень в глинистой массе. Максимально известные мощности – до 50-80 м.

Коллювио-делювий предгорий (cdII-IV) пространственно тесно связан с распространением вышеописанных отложений и покрывает, в основном, привершинные части склонов. Представлен щебнем и глыбами в дресвяно-глинистой массе. Мощность – до 7-10 м.

ВЕРХНИЙ НЕОПЛЕЙСТОЦЕН – ГОЛОЦЕН НЕРАСЧЛЕНЕННЫЕ

Элювио-делювий (edIII-IV) развит спорадически, в основном, на участках уплощенных водоразделов прибрежной зоны. Представлен маломощными дресвяными глинами и тяжелыми суглинками монтмориллонитового состава, слагающими коры выветривания и педокомплексы. Часто встречаются красноцветная и пестроцветная коры

выветривания с реликтовой структурой дочетвертичных пород и многочисленными гипергенными новообразованиями. Мощность – 3-8 м.

Делювий подножий склонов (dIII-IV) аккумулируется на выположенных участках долин, днищах замкнутых котловин, поверхностях морских и речных террас. Представлен щебнистыми суглинками и глинами мощностью от 2-3 до 15 м.

Коллювио-делювий (cdIII-IV) пользуется широким распространением. В качестве «горного делювия» он покрывает большие площади относительно крутых склонов среднегорий в пределах развития устойчивых к процессам разрушения пород. В типичных разрезах представляет нестратифицированные толщи щебнистых и дресвяных глин с включениями глыб разной величины. Мощность – от 1 до 5-8 м. [54]

ГОЛОЦЕН

Ундалювий черноморский (mvIVčr) объединяет древнечерноморские и новочерноморские отложения. Ундалювий древнечерноморский (mv IV dč) включает бугазские, витязевские и каламитские слои и залегает на новоэвксинских отложениях. Представлен толщиной песков, галечников и глин с прослоями лагунных торфяников. Мощность отложений – до 40-50 м.

Пролювий (pIV) образует различной величины и формы конусы выноса, которые зачастую перекрывают аллювий пойм, первой и второй надпойменных террас. В устьях горных ручьев насчитывается до 2-3 генераций вложенных конусов, сложенных угло-ватыхми и слабооглаженными глыбами, галечниками селевых фаций с линзами грязекаменного материала. Мощность – до 15-20 м.

Аллювий русел, пойм, стадияльных пойменных террас (aIV) широко развит в руслах рек, ручьев и состоит из галечников с валунами, гравия, реже песков мощностью до 15-20 м. [54]

Сверху залегают современные четвертичные отложения техногенного и оползневого генезиса. Отложения не отражены на карте четвертичных отложений, так как появились позже в связи с оползновыми процессами и

деятельностью человека (отсыпка склона и автомобильной дороги).

1.3.2 Магматизм

Магматизм на территории не проявлен.

1.3.3 Тектоника

В региональном тектоническом плане район работ расположен на территории Чвежипсинской складчатой зоны (Рисунок 1.4). Современный облик складчатой зоны является результатом взаимодействия Закавказской и Скифской плит. [54]

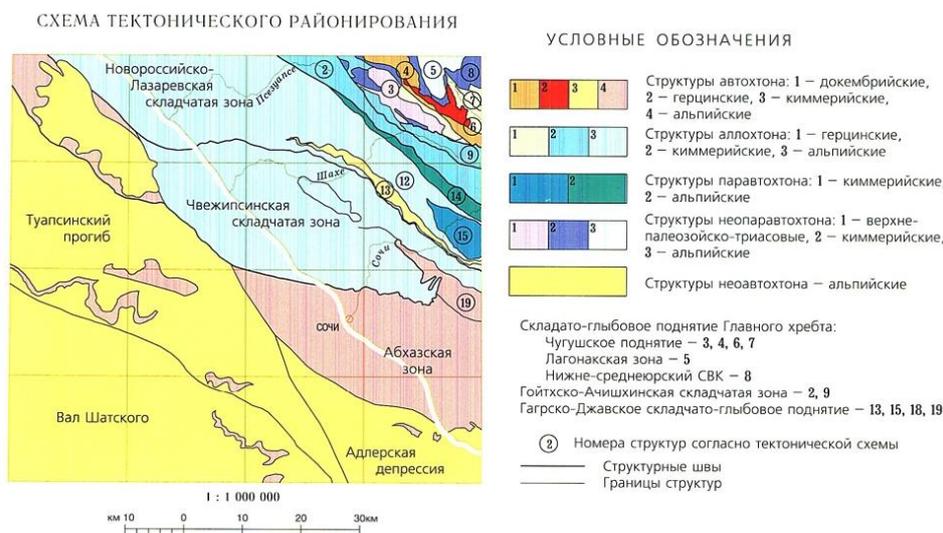


Рисунок 1.4 – Схема тектонического районирования [65]

Чвежипсинская складчатая зона охватывает район от нижнего течения р. Шахе до р. Сочи и сложена верхнеюрскими, меловыми и палеогеновыми флишевыми терригенными и терригенно-карбонатными осадками задугового бассейна мощностью более 3860 м, находящимися в аллохтонном залегании. С севера и северо-востока Чвежипсинский аллохтон ограничен Краснополянским разломом, южная его граница эрозионно-тектоническая. Внутренняя структура этой части аллохтона характеризуется развитием линейных или брахиформных симметричных складок, а также складок антиформного типа. К числу первых принадлежит субширотная Псийская антиклиналь, вторых – Дагомысская. Фронт Чвежипсинского аллохтона представлен на суше Пластунской мульдой. Оба крыла синклинали осложнены складками, разрывными нарушениями и надвигами высоких

порядков с южной вергентностью. На восточном фланге Чвежипсинского аллохтона расположена Воронцовская антиформа. Линия сопряжения фронтальной и тыльной частей аллохтона, а также осевые плоскости антиформ занимают диагональное положение по отношению к северному и южному ограничениям Чвежипсинского покрова, подчеркивая его формирование в условиях левого сдвига. Основным тектоническим швом рассматриваемого аллохтона является Воронцовский надвиг. На севере Чвежипсинской зоны надвиг обнажен на крыльях Дагомысской антиформы. [54]

1.3.4 Геоморфология

В геоморфологическом отношении район работ характеризуется среднегорным эрозионно-тектоническим рельефом Большого Кавказа.

Средневысотные структурно-денудационные горы расположены на ассиметрично складчатых структурах. Эти горы охватывают область развития флишевых отложений Северо-Западного Кавказа. В формировании рельефа участвуют преимущественно процессы водной эрозии и денудации (плоскостной смыв, эрозия, оползневые процессы). [54]

Хребты характеризуются округленностью своих форм. Склоны их внизу крутые, а к приповерхностной части становятся более пологими. Вершины покрыты элювием, склоны делювиальными и пролювиально-делювиальными отложениями. Северо-Западная флишевая область характеризуется преобладанием структурно-тектонических форм рельефа и продольным эрозионным расчленением. Отдельные хребты большей частью представляют антиклинальные своды или их крылья, между которыми располагаются продольные синклинальные долины.

Склоны района работ эрозионно-денудационные, крутизной от 20° до 70°. Абсолютные отметки колеблются от 310.00 м до 455.00 м. Склоны задернованные, поросшие деревьями различной крупности и возраста. [1]

Непосредственно участок реконструкции автомобильной дороги проходит по склону водораздела юго-западной экспозиции, разделенный автодорогой на верховой и низовой склоны.

1.4 Гидрогеологические условия

В гидрогеологическом отношении исследуемый район расположен в юго-западной части Кавказской гидрогеологической складчатой области. Территория является частью гидрогеологической провинции Кавказского сложного бассейна пластово-блоковых, пластовых и покровно-поточных безнапорных и напорных вод. [54]

Водоносный горизонт оползневых отложений I-ый. Подземные воды рассматриваемого водоносного горизонта приурочены к верхней части оползневых отложений. Глубина залегания подземных вод обычно изменяется в пределах 0,5-4,0 м, еще больше уменьшаясь к руслу ручьев.

Еще один горизонт в оползневых отложениях приурочен к плоскости скольжения. Глубина залегания II-го горизонта изменяется от 6,0 до 10,0 м. Водоносный горизонт II залегает в элювии коренных пород –трещинные воды на глубинах 5,0-10,0м.

Тип режима – оползневой и трещинных вод. Уровни подземных вод находятся в тесной зависимости от атмосферных осадков и выклинивание воды со склонов.

Источниками питания являются атмосферные осадки и поверхностные воды, они же являются и основными режимообразующими факторами. Разгрузка подземных вод осуществляется непосредственно вниз по склонам в ручьи. [1]

1.5 Геологические процессы и явления

Экзогенные процессы

Территория исследуемого района имеет сильную пораженность экзогенными процессами, связанными с действием гравитационных сил, а именно осыпями, обвалами, селями, а также оползнями. [66]

Кроме этого, на участке изысканий распространены следующие процессы:

1. Эрозионно-аккумулятивные процессы представлены донной, боковой и струйчатой эрозией. Процессы донной и боковой эрозии характерны для определенных участков промоин и ручьев.

2. Процессы подтопления. Процессы подтопления отмечаются, в основном, в пониженных участках.

3. Процессы выветривание, плоскостной смыв развиты на всей территории изысканий. [1]

Эндогенные процессы

Сейсмичность территории района изысканий согласно СП 14.13330.2018 [4] для сооружений нормального уровня ответственности – 8 баллов (карта ОСР-2015-А), для карт ОСР-2015 В, С – 9 баллов. В соответствии с приложением Б СП 115.13330.2016 категория опасности природных процессов (землетрясения, подтопления) оценивается как опасная по карте ОСР-2015-А и весьма опасная по картам ОСР-2015-В, С. [3]

1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района

Участок изысканий для реконструкции автомобильной дороги п. Дагомыс – с. Солохаул расположен в центральной части Лазаревского района города-курорта Сочи Краснодарского края на автодороге между населенными пунктами с.Верхнерусское Лоо и с. Солохаул.

Район изысканий расположен на юге Краснодарского края, на побережье Чёрного моря, и относится к умеренному климатическому поясу, северочерноморскому подсубтропическому району. Среднегодовая температура воздуха на территории района изысканий 14,3 °С. [2]

Гидрография района работ представлена реками Лоо, Западный Дагомыс, ложбинами и ручьями без названия (левобережные притоки р. Лоо).

Исследуемая территория характеризуется средней степенью геологической, инженерно-геологической и гидрогеологической изученности.

В геологическом строении центральной части Лазаревского района на исследованную глубину 3,0-27,0 м принимают участие отложения мезозойского и кайнозойского возрастов.

Четвертичные отложения, в виде покровного, или прерывистого чехла, распространены практически повсеместно (лист 1). Перекрывающие их склоновые образования сняты.

Сверху залегают современные четвертичные отложения техногенного и оползневого генезиса. Отложения не отражены на карте четвертичных отложений, так как появились позже в связи с оползновыми процессами и деятельностью человека (отсыпка склона и автомобильной дороги).

Магматизм на территории не проявлен.

В региональном тектоническом плане район работ расположен на территории Чвежипсинской складчатой зоны. Современный облик складчатой зоны является результатом взаимодействия Закавказской и Скифской плит. [54]

В геоморфологическом отношении участок работ характеризуется среднегорным эрозионно-тектоническим рельефом Большого Кавказа. Склоны района работ эрозионно-денудационные, крутизной от 20° до 70°. Абсолютные отметки колеблются от 310.00 м до 455.00 м. [1]

В гидрогеологическом отношении исследуемый участок расположен в юго- западной части Кавказской гидрогеологической складчатой области. Территория является частью гидрогеологической провинции Кавказского сложного бассейна пластово-блоковых, пластовых и покровно-поточных безнапорных и напорных вод. [54]

На территории района изысканий получили распространение экзогенные и эндогенные процессы, которые влияют на строительство и эксплуатацию сооружений. К ним относятся осыпи, оползни, обвалы, сели, эрозионно-аккумулятивные процессы, подтопление, выветривание, а также высокая сейсмичность. [66]

2 Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ

2.1 Рельеф участка

В геоморфологическом отношении рассматриваемая территория размещается в междуречье (водораздел и склоны) рек Хобза и Лоо. Склоны осложнены оползнями, оврагами, ручьями, промоинами. Рельеф участка работ горный, возвышенный.

Верховой склон крутой, уклон 31° , абсолютные отметки в пределах съемки изменяются от 386,50 м до 404,94 м. На протяжении всего участка, в основании верхового склона, на месте примыкания к автодороге, склон подрезан, высота откоса от 1,7 до 9,0 м.

Поверхность низового склона крутая, уклон 27° . Абсолютные отметки в пределах съемки изменяются от 386,77 м до 367,0 м. Наблюдаются следы плоскостного смыва и эрозионные борозды глубиной до 0,1-0,5 м. [1]

2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости

Геологический разрез исследуемого участка представлен 4 стратиграфо-генетическими комплексами: верхнемеловые отложения нерасчлененных кампанской и маастрихской свит, верхнечетвертичные и современные нерасчленённые отложения элювиально-делювиального генезиса, современные отложения оползневого и техногенного генезиса. Отложения состоят из дисперсных, техногенных и скальных грунтов.

Условия залегания грунтов, их распространение и мощности отражены на опорных разрезах I-I и II-II на листе графики 3-4. Подробное описание представлено ниже.

Верхнемеловые отложения

Кампанская и маастрихская свиты, нерасчлененные

Отложения представлены флишевым прослаиванием мергеля известковистого, различной прочности. Грунт выветрелый, трещиноватый, местами ожелезненный, с прослоями раздробленного кальцита. Распространен

на территории изысканий повсеместно в нижних частях разреза в интервале глубин от 1,1-7,5 до изученной глубины. Максимальная вскрытая мощность 21,5 м.

*Верхнечетвертичные и современные нерасчлененные отложения
элювиально-делювиального генезиса*

Отложения представлены щебенистым грунтом с глиной и мергелем выветрелым до щебенистого грунта с суглинком (элювий коренных пород, вовлеченный в оползневой процесс). Распространен на территории повсеместно, кроме скважины 10 и шурфа 2, залегает на верхнемеловых отложениях в интервале глубин от 0,0-4,8 до 1,1-7,5 м, мощность слоя 0,5-3,1 м.

Современные отложения оползневого генезиса

Отложения представлены глинами твердыми и тугопластичными с щебнем, щебенистым грунтом с глиной.

Щебенистый грунт с глиной твердой распространен на территории изысканий повсеместно, кроме скважин 13, 1 и 11, залегает на элювиально-делювиальных и верхнемеловых отложениях в интервале глубин 0,9-3,8 до 1,9-4,4 м, мощность слоя 0,7-2,7 м.

Выше залегает глина легкая пылеватая щебенистая твердая с содержанием щебня, распространена на склоне по почвенно-растительным слоем и вдоль дороги под техногенными грунтами. Залегает в интервале глубин от 0,4-1,5 до 0,9-2,0 м, мощность слоя 0,3-1,5 м.

Глина тяжелая пылеватая щебенистая тугопластичная с содержанием щебня, распространена на оползневом низовом склоне на щебенистом грунте в интервале глубин от 0,0-2,5 до 1,0-3,8 м, мощностью слоя 1,0-1,7 м.

Выше на глинах залегает техногенный грунт, представленный насыпями автодороги, смещенными во время оползня – щебенистый грунт с глиной, неоднородный, с обломками асфальта и бетонных плит размером до 1,5-2,0 м. Распространён в теле оползня, в верхней части низового склона, вскрыт в скважинах 3, 5 в интервале глубин 1,5-1,7, мощность слоя 0,8-1,0 м.

Современные отложения техногенного генезиса

Техногенные отложения на территории представлены насыпью дорожной одежды, а также отсыпкой оползневого склона, после разрушения дороги, в результате оползневых процессов.

Отсыпка склона представлена насыпным грунтом – щебнистый грунт с глиной, неоднородный, распространён на оползневом склоне в качестве отсыпки, залегает на оползневых отложениях, вскрыт в скважинах 3, 5, 6 в интервале глубин от 0,2-0,3 м до 1,5-1,7 м, мощность слоя 1,2-1,5 м.

Дорожная одежда представлена насыпным грунтом – щебенистый грунтом с глинистым заполнителем. Грунт распространен вдоль дороги под асфальтом, залегает в интервале глубин от 0,1-0,4 до 0,6-1,5 м, мощность слоя 0,4-1,2 м.

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)

Значения физико-механических свойств были получены по результатам лабораторных испытаний, взятых по опорным скважинам с разрезов I-I и II-II.

Выделение инженерно-геологических элементов необходимо производить согласно ГОСТ 20522-2012. Грунты предварительно разделяют на инженерно-геологические элементы основываясь на их возраст, происхождение, текстурно-структурные особенности и номенклатурный вид. [5]

Таким образом, в разрезе предварительно выделено 4 инженерно-геологических элемента и 3 слоя:

1. слой-1 – щебенистый грунт с глинистым заполнителем (tQ_{IV});
2. слой-2 – щебнистый грунт с глинистым заполнителем (tQ_{IV});
3. слой-3 – щебенистый грунт с глинистым заполнителем (dpQ_{IV});
4. ИГЭ-1 – глина щебенистая (dpQ_{IV});
5. ИГЭ-2 – щебенистый грунт с глинистым заполнителем (dpQ_{IV});

6. ИГЭ-3 – щебенистый грунт с глинистым заполнителем (edQ_{III-IV});

7. ИГЭ-4 – мергель известковистый (K₂mi+m).

Для подтверждения правильности предварительного выделения ИГЭ необходимо оценить пространственную изменчивости характеристик грунта, для это необходимы показатели физико-механических свойств грунтов (Таблица 2.1). [5]

Таблица 2.1 - Физико-механические свойства предварительно выделенных ИГЭ

ИГЭ	W	WL	W _p	e	I _p	Гран.состав (фракция >10 мм)	R _c
	д.ед.	д.ед.	д.ед.	д.ед.	д.ед.	%	МПа
Щебенистый грунт с глинистым заполнителем 31 % (tQIV)	0,20-0,23	0,45-0,51	0,21-0,29	-	0,20-0,30	53,6-82,5	-
Щебенистый грунт с глиной 21 % (tQIV)	0,18-0,25	0,45-0,55	0,21-0,31	-	0,18-0,30	42,1-76,3	-
Щебенистый грунт с глиной 20 % (dpQIV)	0,22-0,26	0,42-0,51	0,18-0,28	-	0,21-0,33	59,1-65,1	-
Глина щебенистая (dpQIV)	0,20-0,37	0,43-0,68	0,18-0,29	0,651-1,141	0,22-0,45	-	-
Щебенистый грунт с глиной 25 % (dpQIV)	0,18-0,28	0,48-0,55	0,21-0,29	-	0,26-0,30	51,2-81,5	-
Щебенистый грунт с суглином 11 % (edQ _{III-IV})	0,15-0,23	0,40-0,60	0,25-0,40	-	0,15-0,28	70,2-100,0	-
Мергель известковистый (K ₂ mi-m)	0,015-0,028	-	-	-	-	-	32,7-73,5

Подробное описание выделения ИГЭ произведено ниже.

2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов (ГОСТ 20522-2012)

Таким образом, в разрезе предварительно выделено 4 инженерно-геологических элемента и 3 слоя.

За единый инженерно-геологический элемент принимаются грунты, представленные часто сменяющимися тонкими слоями и линзами различными по виду, подвиду или разновидности грунтами. Слои и линзы, глинистого грунта или рыхлого песка с показателем текучести более 0,75, а также слои органоминерального или органического грунта и другие, оказывающие

существенное влияние на проектное решение, следует рассматривать как отдельные инженерно-геологические элементы независимо от их мощности. К таким типам могут быть отнесены слои льда, насыпного щебенистого грунта и органический грунт-торфа, а также толщи грунта с показателем текучести более 0,75 - гравийный грунт, заранее выделенные слой 1, слой 2, слой 3 (ГОСТ 20522-2012. пункт 5.4) [5].

Для подтверждения правильности предварительного выделения ИГЭ необходимо оценить пространственную изменчивости характеристик грунта, для этого по исходным данным строятся графики изменчивости свойств с глубиной. Данную процедуру производят с целью исключить резко отличающиеся значения, которые либо исключают, если это ошибка определения характеристик, либо относят к другому ИГЭ. [5]

Изучения характера изменчивости производят с использованием следующих показателей свойств грунтов:

для крупнообломочных грунтов – гранулометрический состав, естественная влажность заполнителя W ;

для глинистых грунтов – пределы (W_L , W_P) и число пластичности I_p , коэффициент пористости e и естественная влажность W ;

для скальных грунтов – естественная влажность W и предел одноосного сжатия R_c . [5]

Графики пространственной изменчивости показателей свойств грунтов по глубине представлены на Рисунок 2.1, Рисунок 2.2, Рисунок 2.3, Рисунок 2.4.

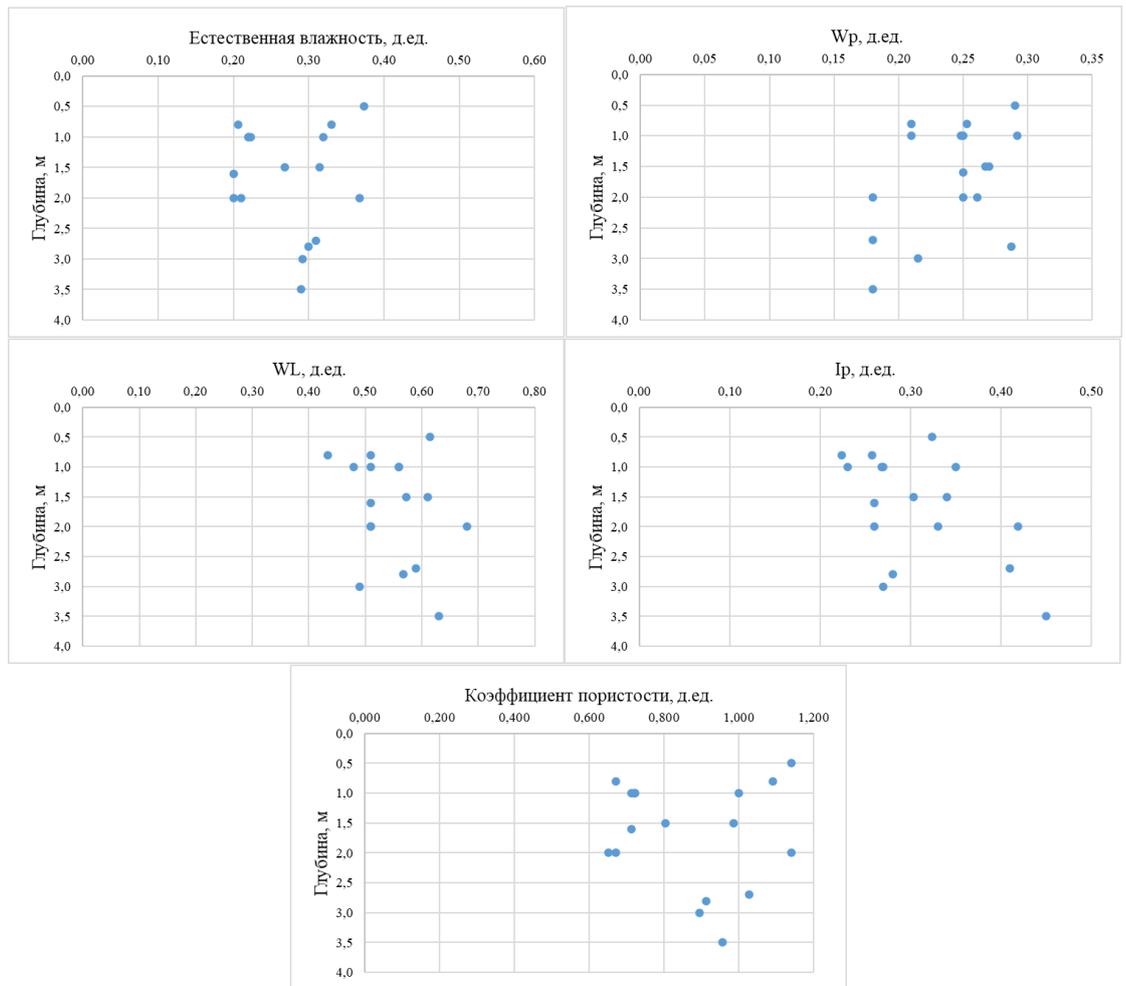


Рисунок 2.1 – Изменение показателей свойств по глубине (ИГЭ-1)

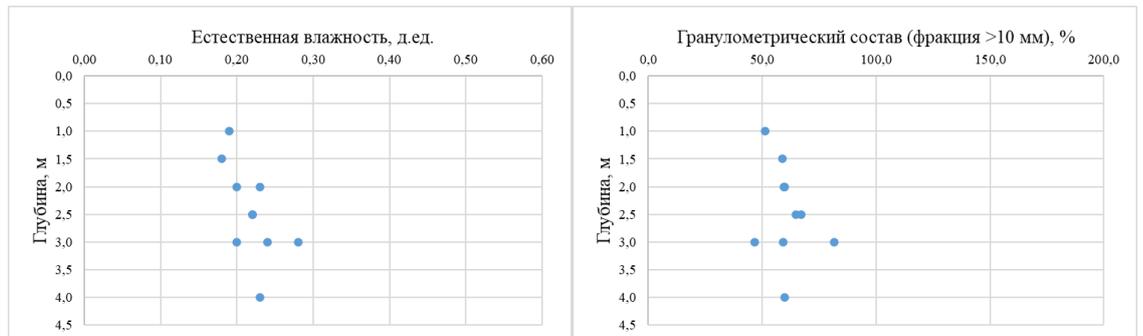


Рисунок 2.2 – Изменение показателей свойств по глубине (ИГЭ-2)

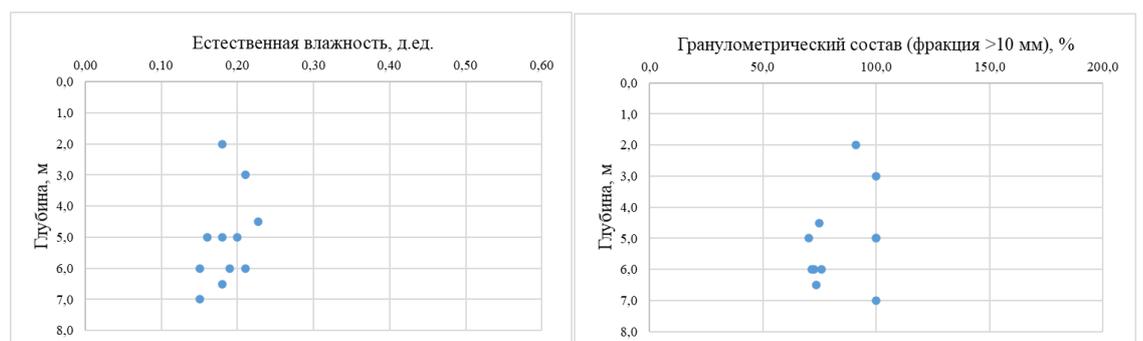


Рисунок 2.3 – Изменение показателей свойств по глубине (ИГЭ-3)

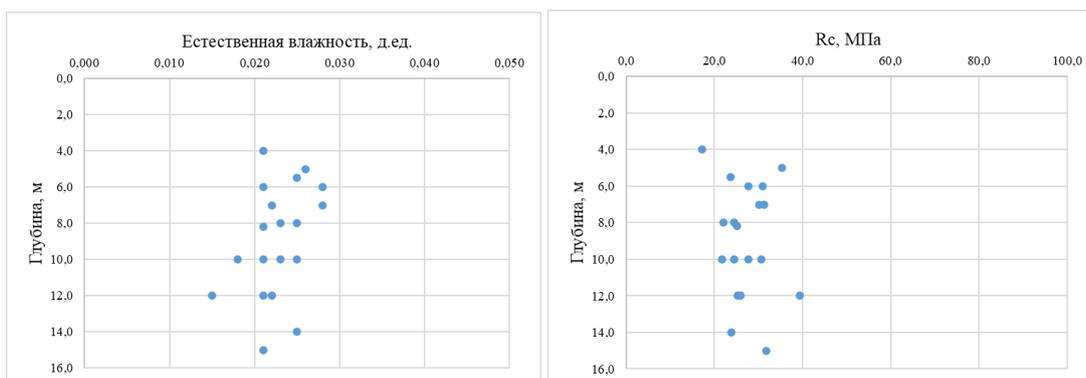


Рисунок 2.4 – Изменение показателей свойств по глубине (ИГЭ-4)

По полученным графикам пространственной изменчивости можно сделать вывод, что изменчивость значений показателей свойств грунтов с глубиной, в целом, имеет незакономерное распределение и минимальный разброс значений, кроме ИГЭ-1.

Далее в соответствии с ГОСТ 20522-2012 [5] рассчитаем коэффициент вариации. Он рассчитывается в случае, если есть закономерное изменения характеристик грунтов в каком-либо направлении.

Коэффициент вариации рассчитывается по следующей формуле:

$$V = \frac{S}{X_n}, \quad (1)$$

где S – среднеквадратичное отклонение,

X_n – среднее значение параметра.

Дополнительное разделение ИГЭ не проводят, если выполняется условие:

$$V < V_{\text{доп}}, \quad (2)$$

где V – коэффициент вариации;

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

В таблицах Таблица 2.2, Таблица 2.3, Таблица 2.4, Таблица 2.5 представлена статистическая обработка данных.

Таблица 2.2 - Статистическая обработка данных по ИГЭ-1

Характеристика физических свойств	Среднее значение, X_n	Средне-квадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации, V
Естественная влажность W, д.ед.	0,27	0,059	0,21
Влажность на границе текучести WL, д.ед.	0,55	0,063	0,11
Влажность на границе раскатывания W_p , д.ед.	0,24	0,038	0,16
Коэффициент пористости e, д.ед.	0,87	0,17	0,2

По Таблица 2.2 видно, что коэффициент вариации не превышает 0,15 только по WL, в остальных случаях превышает, следовательно, необходимо разделение.

Таблица 2.3 - Статистическая обработка данных по ИГЭ-2

Характеристика физических свойств	Среднее значение, X_n	Средне-квадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации, V
Естественная влажность W, д.ед.	0,22	0,029	0,132
Гранулометрический состав (фракция >10 мм), %	61	9	0,15

По Таблица 2.3 видно, что коэффициент вариации не превышает 0,15 для физических свойств.

Таблица 2.4 - Статистическая обработка данных по ИГЭ-3

Характеристика физических свойств	Среднее значение, X_n	Средне-квадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации, V
Естественная влажность W, д.ед.	0,19	0,025	0,137
Гранулометрический состав (фракция >10 мм), %	84	13	0,16

По Таблица 2.4 видно, что коэффициент вариации не превышает 0,15 для физических свойств.

Таблица 2.5 – Статистическая обработка данных по ИГЭ-4

Характеристика физических свойств	Среднее значение, X_n	Средне-квадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации, V
Естественная влажность W, д.ед.	0,023	0,003232691	0,14
Предел прочности на одноосное сжатие, Мпа	27,3	5,2	0,19

По Таблица 2.5 видно, что коэффициент вариации не превышает 0,15 для физических свойств и 0,30 для механических свойств.

Для ИГЭ-1 необходимо произвести дополнительное разделение:

ИГЭ-1 – глина тяжелая пылеватая тугопластичная щебенистая;

ИГЭ-1а – глина легкая пылеватая твердая полутвердая щебенистая.

В таблицах Таблица 2.6, Таблица 2.7 представлена статистическая обработка данных.

Таблица 2.6 – Статистическая обработка данных по ИГЭ-1

Характеристика физических свойств	Среднее значение, X_n	Средне-квадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации, V
Естественная влажность W, д.ед.	0,33	0,03	0,10
Влажность на границе текучести WL, д.ед.	0,57	0,07	0,13
Влажность на границе раскатывания Wp, д.ед.	0,24	0,04	0,15
Коэффициент пористости e, д.ед.	1,04	0,09	0,09

Таблица 2.7 – Статистическая обработка данных по ИГЭ-1а

Характеристика физических свойств	Среднее значение, X_n	Средне-квадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации, V
Естественная влажность W, д.ед.	0,23	0,03	0,14
Влажность на границе текучести WL, д.ед.	0,53	0,05	0,10
Влажность на границе раскатывания Wp, д.ед.	0,25	0,04	0,14
Коэффициент пористости e, д.ед.	0,76	0,11	0,14

По таблицам Таблица 2.6, Таблица 2.7 видно, что коэффициент вариации не превышает 0,15 для физических свойств.

В ходе предварительного разделения на ИГЭ, и анализа пространственной изменчивости их характеристик было выделено 5 ИГЭ и 3 слоя:

1. слой-1 – щебенистый грунт с глинистым твердым заполнителем 31 % (tQ_{IV});
2. слой-2 – щебнистый грунт с глинистым заполнителем 21 % (tQ_{IV});
3. слой-3 – щебенистый грунт с глинистым заполнителем 20 % (dpQ_{IV});
4. ИГЭ-1 – глина тяжелая пылеватая тугопластичная щебенистая, содержание щебня 32 % (pdQ_{IV});
5. ИГЭ-1а – глина легкая пылеватая твердая полутвердая щебенистая, содержание щебня 31 % (pdQ_{IV});
5. ИГЭ-2 – щебенистый грунт с глинистым заполнителем 25 % (pdQ_{IV});
6. ИГЭ-3 – щебенистый грунт с суглинистым и глинистым заполнителем 11 % (edQ_{III-IV});

7. ИГЭ-4 – мергель известковистый малопрочный и средней прочности, плотный размягчаемый ($K_2 m_i + m$).

2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств инженерно-геологических элементов

Для каждого инженерно-геологического элемента необходимо определить нормативные и расчетные значения прямых показателей. Согласно СП 22.13330.2016 пункт 5.3.15 [6] нормативные и расчетные значения характеристик грунтов следует устанавливать на основе статистической обработки результатов испытаний по методике, изложенной в ГОСТ 20522-2012. [5]

Нормативное значение характеристик инженерно-геологических элементов согласно ГОСТ 20522-2012 [5] следует рассчитывать, как среднее значение показателей физико-механических свойств грунтов выделенных ИГЭ. Формула для расчета представлена ниже:

$$X_n = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad (3)$$

где n – число определений характеристики;

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

Расчетные значения характеристик грунта определяют с учетом их возможных отклонений в неблагоприятную сторону от их нормативных значения. Их следует устанавливать для характеристик, используемых в расчетах оснований и фундаментов (удельное сцепление, угол внутреннего трения, плотность и предел прочности на одноосное сжатие) и получают эти значения по следующей формуле:

$$X = \frac{X_n}{\gamma_g}, \quad (4)$$

где X_n – нормативное значение данной характеристики;

γ_g - коэффициент надежности по грунту.

Коэффициент надежности по грунту рассчитывается по формуле:

$$\gamma_g = \frac{1}{1 - \rho_\alpha}, \quad (5)$$

где ρ_α – это показатель точности (погрешности) среднего значения, рассчитываемый по формуле:

$$\rho_\alpha = \frac{t_\alpha V}{\sqrt{n}}, \quad (6)$$

где t_α – коэффициент, принимаемый по таблице Е.2 приложения Е ГОСТ 20522-2012 [5] в зависимости от заданной односторонней доверительной вероятности α и числа степеней свободы $K = n - 1$.

По СП 22.13330.2016 п.5.3.17 доверительную вероятность расчетных значений характеристик грунтов принимают равной при расчетах оснований по первой группе предельных состояний 0,95, по второй группе - 0,85 [6].

Таблица нормативных и расчетных значений показателей свойств выделенных ИГЭ представлена на листе 6.

Так как для крупнообломочных грунтов определялись показатели механических свойств по методике ДальНИИС [55], а плотность определялась в полевых условиях методом лунки, были получены единичные значения данных показателей.

В случае, если нет достаточного количества образцов, то согласно ГОСТ 20522-2012 нормативные определения могут быть охарактеризованы по единичным определениям [5]. Расчетные значения в таком случае принимают при следующих коэффициентах надежности по грунту:

для угла внутреннего трения $\gamma_{g,II} = 1,1$ и $\gamma_{g,I} = 1,15$;

для удельного сцепления $\gamma_{g,II} = 1,25$ и $\gamma_{g,I} = 1,5$;

для плотности $\gamma_{g,II} (\gamma_{g,I}) = 1$. [4]

2.4 Гидрогеологические условия

В период проведения инженерно-геологических изысканий на исследуемой территории подземные воды вскрыты на глубинах от 3,3 до 11,0 м. Установившийся уровень зафиксирован на глубинах от 1,0 до 8,0 м. [1]

Водоносный горизонт трещинных вод.

Водоносный горизонт трещинных вод отложений верхнего мела в мергелях выветрелых (зона повышенной трещиноватости) вскрыт в низовом склоне двумя скважинами – скв.2, скв.9, на глубинах 11,0 м и 9,0 м соответственно. Установившийся уровень зафиксирован на глубинах 8,0 м и 6,0 м. Водоупором являются глинистые прослои и более прочные прослои мергеля.

Поровые воды склоновых отложений.

Водоносный горизонт склоновых отложений вскрыт в низовом склоне на глубинах от 3,3 м до 6,0 м. Установившийся уровень зафиксирован на глубинах от 1,0 м до 3,8 м. Водовмещающими грунтами являются глины щебенистые ИГЭ-1, и щебенистые грунты ИГЭ-2, 3. Водоупором являются глинистые прослои с низким содержанием крупнообломочного материала.

Прогнозный уровень подземных вод ожидается на глубинах от 0,0 до 7,0 м.

При выпадении обильных атмосферных осадков происходит водонасыщение всего склона. Участок изысканий относится к подтопленной территории.

Питание горизонта происходит за счет просачивания атмосферных осадков из верхних слоев и за счет подпитки из водоносных горизонтов коренного склона.

Разгрузка подземных вод происходит в сторону базиса эрозии, вниз по склону, в безымянный ручей.

Верховодка.

В период сильных дождей на участке работ возможно развитие временного водоносного горизонта, на кровле глин ИГЭ-3, 3а, который разгружаясь вниз по склону, способствует образованию обводненной зоны скольжения.

Результаты химического анализа подземных вод приведены в Таблица 2.8.

Таблица 2.8 – Химический состав жидкой среды для определения степени агрессивности к металлическим и железобетонным конструкциям [1]

Показатели агрессивности	Обозначение	Единицы измерения	Водоносный горизонт №1
1. Бикарбонатная щелочность	HCO_3^-	мг-экв/дм ³	8,9
2. pH			7,1
3. Углекислота агрессивная	CO_2^{2-}	мг/дм ³	
4. Магний	Mg^{2+}	мг/дм ³	77,8
5. Аммоний	NH_4^+	мг/дм ³	
6. Едкие щелочи	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	мг/дм ³	712,9
7. Общее содержание солей		мг/дм ³	3333,6
8. Жесткость общая	Жо	нем.град.	15,8
9. Сульфаты	SO_4^{2-}	мг/дм ³	1787,1
10. Хлориды	Cl^-	мг/дм ³	24,1
11. Коэффициент фильтрации		м/сут	

Степень агрессивного воздействия подземных вод приводится по наихудшему показателю согласно таблицам В.3, В.4, В.5, Г.2, Х.3, Х.5 по СП 28.13330.2017. [7]

Вода неагрессивная к бетонам марок цемента по водонепроницаемости W4, W6, W8, W10-W12 по всем показателям агрессивности по результатам анализов и в соответствии с таблицей В.3 СП 28.13330.2017. [7]

Подземная вода сильноагрессивная к бетонам на портландцементе по ГОСТ 10178, ГОСТ 31108 для марок цемента по водонепроницаемости W4, W6, W8 по максимальному содержанию сульфатов, при содержании HCO_3 свыше 6 мг-экв/дм³, в соответствии с таблицей В.4 СП 28.13330.2017. [7]

В соответствии с таблицей В.4 СП 28.13330.2017 [7] подземные воды по максимальному содержанию сульфатов в пересчете на ионы SO_4^{2-} характеризуются как неагрессивные для бетонов марки по водонепроницаемости W4, W6, W8 для портландцемента с содержанием в клинкере C3S не более 65%, C3A - не более 7%, C3A+C4AF - не более 22% и шлакопортландцемент и неагрессивные для сульфатостойких цементов.

В соответствии с таблицами В.5 СП 28.13330.2017 [7], подземные воды по максимальному содержанию сульфатов в пересчете на ионы SO_4^{2-}

характеризуются как среднеагрессивные для бетонов марок по водонепроницаемости W10-W14, слабоагрессивные к W16-W20 для портландцемент по ГОСТ 10178, ГОСТ 31108 и неагрессивные для бетонов портландцемент с содержанием в клинкере C3S не более 65%, C3A - не более 7%, C3A+C4AF - не более 22% и шлакопортландцемент, и так же неагрессивные для сульфатостойких цементов.

В соответствии с таблицей Г.2 СП 28.13330.2017 [7] подземная вода неагрессивная на арматуру железобетонных конструкций из бетона марки по водонепроницаемости не менее W6 при постоянном погружении и периодическом смачивании, по содержанию хлоридов.

Подземная вода среднеагрессивная на металлические конструкции по суммарной концентрации сульфатов и хлоридов, при значении водородного показателя 7,1 и в соответствии с таблицей Х.3 СП 28.13330.2017. [7]

Степень агрессивного воздействия грунтов ниже уровня подземных вод характеризуется как среднеагрессивная на металлические конструкции по суммарной концентрации сульфатов и хлоридов (1,8 г/л), при значении водородного показателя 7,1; при средней годовой температуре воздуха свыше 6 градусов, и в соответствии с таблицей Х.5 СП 28.13330.2017. [7]

2.5 Геологические и инженерно-геологические процессы

На участке производства работ развиты следующие опасные геологические и инженерно-геологические процессы:

Экзогенные процессы: затопление, эрозионные процессы, плоскостной смыв, нарушение естественного стока поверхностных вод, накопление отложений у подножия склона, оползневые процессы.

Эндогенные процессы: высокая сейсмичность. [1]

Затопление бетонного лотка развито у подножия верхового склона во время атмосферных осадков.

Прикромочный лоток переполняется водой, часть воды собирается на обочине и фильтрует в основание насыпи земляного полотна, под автодорогу, что способствовало срыву левого борта дороги.

Плоскостной смыв. При интенсивных осадках и таянии снега на склонах формируется плоскоструйчатый сток, смывающий рыхлые продукты выветривания. Процесс плоскостного смыва характерен для относительно крутых (свыше $8-25^{\circ}$) в зависимости от литологических особенностей геологического субстрата склонов, лишенных почвенного слоя и многолетней растительности.

Процессу подвержено 60-80% территории.

Нарушение естественного стока поверхностных вод происходит главным образом на присклоновом участке. Нарушение стока приводит в свою очередь к затоплению территории.

Накопление отложений у подножья склонов. В результате эрозионных и денудационных процессов, которые развиваются на предгорных склонах, у подножья склонов происходит накопление разрушенного и переработанного материала. Это в свою очередь также способствует нарушению естественного стока поверхностных вод со склонов.

Непосредственно на участке работ накопление рыхлых отложений у подножия верхового склона не имеет большой мощности.

Оползневые процессы.

На участке ремонта автодороги, в июне 2018 г. в нижней части склона сформировался оползень сдвига (скольжения) – сползание грунтовых масс под воздействием силы тяжести, после водонасыщения (Рисунок 2.5, Рисунок 2.6).



Рисунок 2.5 – Фото обрушения автодороги на участке оползня (ООО «ЦЕНТР-ПРОЕКТ») [1]

На месте обрыва оползня под дорогой хорошо видна стенка срыва Рисунок 2.6.



Рисунок 2.6 – Фото оползня, стенка срыва оползня (ООО «ЦЕНТР-ПРОЕКТ») [1]

Оползневое тело сложено глинами щебенистыми, а также щебенистыми грунтами с глинами.

Оползень образовался в результате подрезки склона при строительстве автодороги, некачественной организации сброса ливневых вод в прикромочном лотке с верхнего склона, водонасыщению грунтов поверхностными и подземными водами, ослаблению структурных связей в грунтах и обрушению дорожного полотна.

Согласно общему сейсмическому районированию территории СП 14.13330.2018 [4] по карте ОСР-2015-А для при степени сейсмической опасности 10 % интенсивность сейсмического воздействия принимается 8 баллов.

В соответствии с СП 115.13330.2016 [3] категория опасности процесса оценивается как весьма опасная.

2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка

Оценка категории сложности инженерно-геологических условий производится в соответствии с СП 47.13330.2016 [8] (Таблица Г.1, Приложение Г) по совокупности факторов, представленных в данной таблице. В примечание сказано, что определяющим фактором, по которому устанавливается категория сложности инженерно-геологических условий, является тот фактор, который относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии основных проектных решений [8].

На участке изысканий категория сложности относится к III (сложной), так как прослеживаются следующие инженерно-геологические условия:

1. По геоморфологическому фактору III (сложная) категория, так как территория представлена несколькими геоморфологическими элементами разного генезиса, а также поверхность имеет крутой склон.

2. По геологическому фактору III (сложная) категория, так как имеется более четырех грунтов разного подвида, а также неравномерное изменение мощности слоев.

3. По гидрогеологическому фактору II (средняя) категория, так как на территории изысканий два водоносных горизонта подземных вод.

4. По опасным геологическим и инженерно-геологическим процессам III (сложная), так как на территории широко развиты оползневые процессы, а также высокая сейсмичность района.

5. Специфические грунты представлены техногенными и элювиальными грунтами II (средняя), не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений.

6. Техногенные воздействия существенно влияют на выбор проектных решений III категория, так как неправильная деятельность человека может повлечь за собой возникновение опасных процессов.

Таким образом, на данном участке изысканий инженерно-геологические условия относятся к III (сложной) категории сложности.

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

Основной причиной ухудшения инженерно-геологических условий участка в процессе ремонта и эксплуатации автодороги является оползневой процесс. В районе изысканий присутствуют все условия для развития оползня. В следствие чего в 2018 году уже происходил оползневый процесс, оползень образовался в результате подрезки склона при строительстве автодороги, некачественной организации сброса ливневых вод в прикромочном лотке с верхнего склона, водонасыщению грунтов поверхностными и подземными водами, ослаблению структурных связей в грунтах и обрушению дорожного полотна. [1]

Для прогноза устойчивости оползневого склона необходимо провести анализ его устойчивости с использованием расчетных методов.

2.7.1 Расчет коэффициента устойчивости оползневого склона. Противооползневые мероприятия и сооружения (специальный вопрос)

Согласно СП 115.13330.2016 оползень – это смещение горных пород со склонов под действием веса грунта, объемных и поверхностных сил. Данный процесс относится к экзогенным процессам, связанным с действием гравитационных сил. [3]

Территория участка трассы автомобильной дороги находится на склоне с углом наклона земной поверхности около 27-31°. Условиями развития оползней являются наличие склонов, а также нарушение равновесия склона. В данном случае выполняются все условия.

Причинами развития оползня на участке изысканий являются:

1. Увеличение крутизны склона в следствии его подрезки при строительстве автомобильной дороги;
2. Снижение прочности пород на склоне в результате водонасыщения грунтов поверхностными и подземными водами.

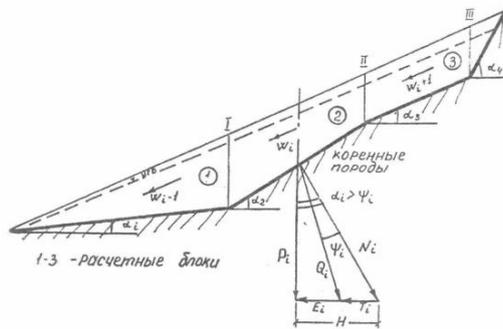
Также на развитие оползня могло повлиять внешнее воздействие на склон: движение транспорта и сейсмические колебания.

Границы оползня определены по изысканиям прошлых лет и показаны на карте инженерно-геологических условий (лист 2). Оползневое тело сложено глинами щебенистыми, а также щебенистыми грунтами с глинами. Длина оползня 43 м, ширина в районе автомобильной дороги 35 м. По структуре склона и форме поверхности скольжения оползень – консеквентный, по характеру смещения пород по склону – деляпсивный. По механизму – сдвиг блоков пород.

Количественной мерой устойчивости склона является значение коэффициента устойчивости K_y . В основании расчет лежит нахождения коэффициента устойчивости в отношении сдвигающих и удерживающих сил. Сдвигающие силы – это касательная составляющая веса блока, удерживающие – прочностные характеристики грунта. Когда сдвигающие силы равны удерживающим силам – склон находится в состоянии предельного равновесия ($K_y = 1$). Склон устойчив (K_y больше 1), если сдвигающие силы меньше удерживающих, и не устойчив, если больше (K_y меньше 1). [56]

Поверхность скольжения была выбрана с учетом изысканий прошлых лет и показана на разрезе II-II (лист 5), она приурочена к кровле коренных пород, а именно скальному грунту – мергелю. В таком случае для оценки

устойчивости склона подойдет метод «горизонтальных сил» Маслова-Берера (Рисунок 2.7).



Отклонение реакции Q_i от N_i определяется углом сопротивления сдвигу ψ_p ;

N_i – распор, т.е. давление, которое данный блок оказывал бы на нижерасположенный блок, если бы отсутствовали силы трения и сцепления ($\psi_w = 0, c_w = 0$) на границе между блоками и на поверхности скольжения;

T_i – часть распора H ; воспринимаемая (погашенная) грунтом за счет сил трения и сцепления ($\psi_w \neq 0, c_w \neq 0$) по поверхности скольжения;

E_i – активная (непогашенная) часть распора H .

Рисунок 2.7 – Принцип использования метода «горизонтальных сил» Маслова-Берера [57]

Порядок расчета по методу «горизонтальных сил» Маслова-Берера [57]:

1. Вычерчен профиль склона в масштабе (лист 5);
2. Оползневой массив поделен на одиннадцать расчетных блоков, с учетом угла поверхности скольжения, чтобы вертикальные границы совпадали с точками перелома поверхности скольжения;
3. Найдена площадь каждого блока и определен его вес по формуле:

$$P = \gamma * F, \quad (7)$$

где P – вес блока, кН/м;

γ – удельный вес грунта, кН/м³;

F – площадь блока, м².

Удельный вес рассчитывается по формуле:

$$\gamma = \rho * g, \quad (8)$$

где ρ – плотность грунта, г/см³;

g – ускорение свободного падения, 9,8 м/с²;

4. Для каждого расчетного блока найдены величины:

$$H = P * tg(\alpha), \quad (9)$$

$$E = P * tg(\alpha - \varphi_p), \quad (10)$$

$$T = H - E, \quad (11)$$

где H – давление, которое данный блок оказывал бы на нижерасположенный блок при отсутствии сил трения и сцепления на границе между блоками и на поверхности скольжения, кН/м;

T – часть H , погашенная грунтом за счет сил трения и сцепления по поверхности скольжения, кН/м;

E – непогашенная часть H , кН/м;

α – угол наклона поверхности скольжения, град;

φ_p – угол сдвига, град.

Угол сдвига находится по формуле:

$$\varphi_p = \arctg(F_p), \quad (12)$$

$$F_p = \operatorname{tg}(\varphi) + \frac{C}{P_0}, \quad (13)$$

$$P_0 = \frac{P}{l}, \quad (14)$$

где F_p – коэффициент сдвига;

φ – угол внутреннего трения грунта, град.;

C – удельное сцепление грунта, кПа;

P_0 – удельное давление, кПа;

l – длина основания блока, м.

5. Найден коэффициент устойчивости по формуле:

$$K_y = \sum \frac{T}{H}, \quad (15)$$

Профиль склона, таблица с промежуточными и окончательными расчетами представлена на листе 5.

В ходе расчетов коэффициент устойчивости склона получился $K_y = 1,02$, то есть склон находится в предельном равновесии. Это говорит о том, что склон в начальной стадии смещения.

Необходимо провести противооползневые мероприятия. Согласно СП 116.13330.2012 противооползневыми мероприятиями и сооружениями являются [9]:

- изменение рельефа склона, регулирование стока подземных и поверхностных вод;

- удерживающие сооружения;

- улавливающие сооружения;

- агролесомелиорация, защитные покрытия и закрепление грунтов.

На территории реконструкции автомобильной дороги при проектировании инженерной защиты от оползневых процессов следует рассматривать целесообразность применения следующих мероприятий и сооружений, направленных на предотвращение и стабилизацию этого процесса:

- изменение рельефа склона в целях повышения его устойчивости;

- регулирование стока поверхностных вод;

- устройство удерживающих сооружений и конструкций. Так же при проектировании инженерной защиты следует учесть, что на исследуемой площадке процессы водной эрозии временными водотоками и оползневые процессы тесно взаимосвязаны.

Основным методом предотвращения оползневого процесса будет удерживающее сооружение. В качестве удерживающего сооружения будет проектироваться подпорная стенка на свайном фундаменте. Выбор типа подпорного сооружения осуществляется проектировщиком на основании технико-экономического сравнения вариантов. В данном случае будет уголковая подпорная стена из монолитного железобетона на свайном фундаменте, подобная стенка уже использовалась в похожих условиях и показала положительный результат. Такие подпорные стенки применяются при строительстве транспортных сооружений, а так как подпорная стенка будет находится на склоне, то в качестве свайного фундамента необходимо использовать буровые сваи-стойки, которые будут заполнены бетонной смесью.

Для проектирования подпорного сооружения необходимо выполнить инженерно-геологические изыскания. Состав инженерно-геологических

изысканий определяется согласно требованиям, приведенным в таблице В.1 приложения В СП 381.1325800.2018. [10]

В соответствии с техническим заданием уровень ответственности сооружения нормальный, категория сложности инженерно-геологических условий 3 (сложная), таким образом, геотехническая категория сооружения согласно СП 22.13330.2016 [6] будет 3 (сложная).

3 Проектная часть. Проект инженерно-геологических изысканий на участке

Проектом предусмотрен инженерно-геологические изыскания для капитального ремонта автомобильной дороги IV категории протяженностью 0,5 км., разрушенной вследствие оползневых явлений, а также подпорная стенка, используемая в качестве противооползневого сооружения (карта ИГУ представлена на листе 2).

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

Автомобильная дорога

Техническая характеристика автомобильной дороги представлена в Таблица 3.1.

Таблица 3.1 – Техническая характеристика автомобильной дороги

Категория дороги	IV
Длина трассы проектируемого участка, км	0,5
Число полос движения	2
Ширина земляного полотна, м	10,0
Ширина проезжей части, м	6,0
Ширина обочины, м	2,0
Класс нагрузки для автодороги	АК-11,5/НК-14

Согласно таблице 7.2 СП 446.1325800.2019 [11] глубина горных выработок для автомобильных дорог составляет 3-5 м, но не менее чем на 2 метра ниже глубины промерзания. Таким образом, проектная глубина скважин 1, 5, 7, 8, 9, 10, 11 составит 5 м.

На участках развития геологических и инженерно-геологических процессов (согласно п. 7.1.10 СП 446.1325800.2019 [11]) выработки следует проходить на 3-5 м ниже зоны активного развития процесса. Таким образом, скважины номер 3 и номер 4, проектируемые на участках развития оползня, предусмотрено проходить до глубины 10 м и 8 м соответственно. Руководствуясь п. 7.1.10 СП 446.1325800.2019 глубина скважин номер 6, 2

составит 7 м, а глубина скважин 1, 5, 7, 8, 9, 10, 11 составит 5 м, с учетом заглубления на 1-2 метра в скальные грунты.

Подпорная стенка

Техническая характеристика подпорной стенки представлена в Таблица 3.2.

Таблица 3.2 – Техническая характеристика подпорной стенки

Длина, м	60
Тип фундамента	Свайный
Нагрузки	НК-14
Глубина заложения фундамента, м	16

Согласно таблицы В.1 приложения В СП 381.1325800.2018 [10] глубину скважин для подпорной стенки следует принимать до коренных грунтов или на 10 м ниже расчетной поверхности скольжения, кроме того, в СП 446.132580.2019 п.7.2.11 [11] сказано, глубина инженерно-геологических скважин для свайных фундаментов должна ниже проектируемой глубины заложения нижнего конца свай на глубину сжимаемой толщи, но не менее чем на 5 м, при опирании или заглублении свай в скальные грунты следует принимать ниже проектируемой глубины погружения нижнего конца свай на 2 м, но не менее чем на 1-2 м ниже кровли слабых скальных грунтов. Таким образом, проектная глубина скважин 12, 13, 14, 15 составит 18 м.

По результатам анализа сферы взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой составляется расчетная схема с обоснованиями данных, необходимых для расчета фундамента, несущей способности оснований и инженерно-геологических процессов. Расчетная схема для автомобильной дороги и подпорной стенки представлена на листе 6.

3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ

Объемы и виды проектируемых работ определяются несколькими факторами: типом сооружения, этапом исследований, сложностью

инженерно-геологических условий с действующими нормами. Исходя из этого в комплекс работ включены:

1. Сбор, изучение и систематизация материалов изысканий и исследований прошлых лет, оценка возможности их использования при выполнении полевых и камеральных работ;
2. Рекогносцировочное обследование;
3. Топогеодезические работы;
4. Буровые работы;
5. Опробование;
6. Полевые опытные работы;
7. Лабораторные работы;
8. Камеральные работы.

Согласно СП 446.1325800.2019 для сейсмических районов для уточнения исходной сейсмичности необходимо проводить сейсмическое микрорайонирование [11]. Согласно п.6.1.7 СП 47.13330.2016 при выполнении инженерно-геологических изысканий допускается использование результатов инженерно-геологических изысканий прошлых лет с учетом сроков давности материалов [8]. В соответствии с таблицей 6.1 (п.6.1.7 СП 47.13330.2016) для сейсмических условий срок давности неограничен, поэтому сейсмическое микрорайонирование можно исключить из видов работ для данного проекта, в данном случае будут использоваться результаты прошлых лет.

3.2.1 Сбор, изучение и систематизация материалов изысканий и исследований прошлых лет, оценка возможности их использования при выполнении полевых и камеральных работ

Сбору, изучению и систематизации подлежат:

- результаты инженерно-геологических изысканий прошлых лет, выполненных для обоснования проектирования и строительства объектов различного назначения, данные локального мониторинга (стационарных наблюдений), сведения о природных условиях территории, содержащиеся в Федеральной государственной информационной системе территориального

планирования, информационных системах обеспечения градостроительной деятельности, государственных и негосударственных фондах; [8]

- материалы государственных геолого-съёмочных работ (геологические, гидрогеологические, тектонические и другие карты масштабов 1:1000000-1:200000 и более крупных), материалы специального гидрогеологического и инженерно-геологического картирования и других региональных исследований;

- материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), включая аэрокосмические снимки территорий;

- комплекты нормативных карт общего сейсмического районирования (ОСР);

- результаты научно-исследовательских работ (фондовых и опубликованных), в которых обобщаются данные о природных условиях и техногенных воздействиях. [8]

3.2.2 Рекогносцировочное обследование

В соответствии с установленными конкретными задачами изысканий и изученностью участка работ, а также на основании действующих нормативных документов, инженерно-геологическое изучение участка должно начинаться с инженерно-геологической рекогносцировки (обследования) данного участка.

В ходе инженерно-геологической рекогносцировки будет изучено:

- геоморфология участка проведения изысканий;
- геология участка по имеющимся естественным обнажениям;
- гидрогеология участка, водопроявления, положение уровня грунтовых вод в колодцах, первичные свойства грунтовых вод;

- экзогенные геологические процессы. [8]

Маршрут рекогносцировочных обследований составит 0,5 км.

3.2.3 Топогеодезические работы

Топогеодезические работы проводятся для привязки горных выработок и создания топографического плана [8], масштаб которого 1:500. Запланирована планово-высотная привязка 15 скважин и двух точек испытание сваей.

Топогеодезические работы заканчиваются тем, что составляется план, на котором показано положение плановое и высотное проектируемого сооружения с основными привязочными данными. Также составляется каталог скважин с координатами.

3.2.4 Буровые работы

Проходка горных выработок осуществляется с целью:

1) установления или уточнения геологического разреза, условий залегания грунтов и подземных вод; определения глубины залегания уровня подземных вод;

2) отбора образцов грунтов для определения их состава, состояния и свойств.

Автомобильная дорога

Согласно СП 446.1325800.2019 табл. 7.2 [11] расстояние между скважинами для автомобильных дорог должно составлять 350-500 м, длина проектируемой дороги составляет 500 м, так как на территории изысканий распространены оползневые процессы рационально будет расставить скважины через 250 м вдоль трассы.

Так как реконструируемый участок автодороги находится на территории с широко развитыми оползневыми процессами, то согласно СП 446.1325800.2019 табл. 7.4 [11] расстояние по оси трассы должно составлять 25 метров (так как категория сложности –III). Проектом предусмотрено 5 скважин по оси. Также в соответствии с табл. 7.4 СП 446.1325800.2019 [11] необходимо заложить поперечники, не менее 3 скважин на расстоянии 25 м, таким образом всего предусмотрено проектом 11 скважин.

Согласно таблице 7.2 СП 446.1325800.2019 [11] глубина горных выработок для автомобильных дорог составляет 3-5 м, но не менее чем на 2 метра ниже глубины промерзания. Глубина промерзания составляет 0 м. Но стоит также учитывать следующие условия.

Согласно п. 7.1.10 при инженерно-геологических изысканиях на участках развития геологических и инженерно-геологических процессов выработки следует проходить на 3-5 м ниже зоны активного развития процесса. [11]

Ранее (по материалам прошлых лет), было установлено, что зона активного развития оползня составляет 0,0-8,1 метров. Следовательно, проектом предусмотрено бурение скважины номер 3 до глубины 10 метров, скважина номер 4 до глубины 8 метров. Также в пределах предполагаемой глубины залегают скальные грунты, их необходимо проходить на 1-2 м ниже кровли слабо трещиноватых грунтов. Таким образом, скважины номер 6 и 2, будет пройдены до глубины 7 метров, а скважины 1, 5, 7, 8, 9, 10, 11 до глубины 5 метров.

Подпорная стенка

Согласно таблицы В.1 приложения В СП 381.1325800.2018 шаг скважин по трассе подпорного сооружения не должен превышать 20 м, а их количество не менее трех на сооружение [10]. Будет пробурить 4 скважины по 18 м (скв.12, скв.13, скв.14, скв.15).

Таким образом, запроектировано пробурить в общем 15 скважин: 6 скважин (скв.1, скв.5, скв.7, скв.8, скв.9, скв.10, скв.11) по 5,0 м, 2 скважины (скв.2, скв.6) по 7,0 м, 1 скважину (скв.4) по 8,0 м, 1 скважину (скв.3) по 10 м, 4 скважины (скв.12, скв.13, скв.14, скв.15) по 18 м. Всего получается 139 п.м. Для получения информации о составе и свойствах грунтов необходимо провести опробование.

3.2.5 Опробование

Инженерно-геологическое опробование проводят для определения состава, строения, состояния и свойств грунтов, подземных вод и газов. Отбор,

упаковку, транспортировку и хранение образцов пород проводят в соответствии с ГОСТ 12071-2014. [12]

Числовой характеристикой плотности точек опробования являются интервал и шаг опробования. Для определения количества образцов используется нормативный метод. Согласно 446.1325800.2019 по каждому выделенному инженерно-геологическому элементу необходимо обеспечивать получение частных значений в количестве не менее 10 характеристик состава и состояния грунтов или не менее 6 характеристик механических (прочностных и деформационных) свойств грунтов. [11] Необходимое количество частных определений представлено в Таблица 3.3.

Таблица 3.3 – Количество частных определений

ИГЭ	Гран.состав	Естественная влажность W	Консистенция WL/Wp	Плотность, ρ	Плотность частиц, ρs	Коэффициент истираемости ke	Предел прочности на одноосное сжатие Rc	Угол внутреннего трения, φ	Удельное сцепление, C	Модуль деформации, E	Коррозионная агрессивность грунта	Нарушенного сложения, шт	Ненарушенного сложения, шт
Слой-1 - Щебенистый грунт с глинистым заполнителем	10	10	10	-	10	6	-	-	-	-	3	10	-
Слой-2 - Щебенистый грунт с глинистым заполнителем	10	10	10	-	10	6	-	-	-	-	3	10	-
Слой-3 - Щебенистый грунт с глинистым заполнителем	10	10	10	-	10	6	-	-	-	-	3	10	-
ИГЭ-1 - Глина тяжелая пылеватая тугопластичная щебенистая	10	10	10	10	10	-	-	6	6	6	3	-	10
ИГЭ-1а - Глина легкая пылеватая твердая полутвердая щебенистая	10	10	10	10	10	-	-	6	6	6	3	-	10
ИГЭ-2 - Щебенистый грунт с глинистым заполнителем	10	10	10	-	10	6	-	-	-	-	3	10	-
ИГЭ-3 - Щебенистый грунт с суглинистым и глинистым заполнителем	10	10	10	-	10	6	-	-	-	-	3	10	-
ИГЭ-4 - Мергель известковистый малопрочный и средней прочности, плотный размягчаемый	-	10	-	10	-	-	6	-	-	-	3	-	10
ВСЕГО	70	80	70	30	70	30	6	12	12	12	24	74	30

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

$$n = \frac{N_{\text{ср}}}{N} * \text{КОЛ} - \text{во скважин}, \quad (16)$$

где $N_{\text{ср}}$ – это средняя мощность ИГЭ;

N – количество образцов.

Расчет интервалов опробование приведен ниже.

Для образцов нарушенного сложения:

$$n = \frac{0,8}{10} * 6 = 0,5 \text{ м (Слой - 1)},$$

$$n = \frac{1,1}{10} * 3 = 0,3 \text{ м (Слой - 2)},$$

$$n = \frac{1,0}{10} * 3 = 0,3 \text{ м (Слой - 3)},$$

$$n = \frac{1,5}{10} * 12 = 1,8 \text{ м (ИГЭ - 2)},$$

$$n = \frac{2,2}{10} * 13 = 2,7 \text{ м (ИГЭ - 3)}.$$

Для образцов ненарушенного сложения:

$$n = \frac{1,1}{10} * 4 = 0,4 \text{ м (ИГЭ - 1)},$$

$$n = \frac{0,8}{10} * 8 = 0,6 \text{ м (ИГЭ - 1а)}.$$

По опыту прошлых изысканий ИГЭ-4 необходимо отобрать по 1-2 пробы с каждой скважины, так как данный слой распространен повсеместно.

В процессе опробования, если ИГЭ-1 и ИГЭ-1а не получается отобрать монолитами, то отбирают образцы нарушенной структуры. Для слоя-2, слоя-3 и ИГЭ-1 недостающее количество проб можно будет отобрать с поверхности.

Проектируемые точки опробования показаны красным цветом на инженерно-геологическом разрезе.

3.2.6 Полевые опытные работы

В полевые работы входят: определение плотности грунта методом лунки и методом гамма-гамма-каротажа.

Вследствие того, что в разрезе наблюдаются крупнообломочные грунты, плотность грунтов будет определяться полевым методом за счет замещения объема (метод лунки) для грунтов, которые расположены на поверхности, и гамма-гамма методом для остальных грунтов.

Определение плотности грунта методом лунки будет проводиться для слоя-1, слоя-2, при необходимости для ИГЭ-1 (если не будет возможности отобрать монолит, всего необходимо будет проделано 20 определений (по 10 на каждый ИГЭ)). Определение плотности грунта методом лунки будет проводиться в соответствии с ГОСТ 28514 – 90 [13].

Определение плотности грунта гамма-гамма методом будет производиться в скважине 3 и скважине 2, они захватывают все необходимые слои и ИГЭ. Определение плотности грунта гамма-гамма методом производиться в соответствии с ГОСТ 23061-2012 [14].

Так как подпорная стенка на свайном фундаменте, необходимо провести испытание сваей. Согласно п. 7.2.3 СП 24.13330.2021 для расчетов основания сооружений КС-3 и КС-2, а также оснований сложенных выветрелыми, размягчаемыми со слабыми прослойками скальными грунтами, несущую способность свай-стойки следует принимать по результатам испытаний свай статической нагрузкой [15]. Согласно ГОСТ 5686-2020 п.4.5 расстояние от горных выработок не более 5 м и не менее 1 м [16]. Согласно СП 446.1325800.2019 п.7.2.22.8 проводим два испытания натурными сваями [11]. Испытания проводят в соответствии с ГОСТ 5686-2020.

3.2.7 Лабораторные исследования

По окончании полевых работ необходимо провести лабораторные исследования. Лабораторные исследования грунтов следует выполнять с целью определения их состава, состояния, физических, механических, химических свойств для выделения классов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2020 [17], определения их нормативных и расчетных характеристик, выявления степени однородности (выдержанности) грунтов по площади и глубине, выделения инженерно-

геологических элементов, прогноза изменения состояния и свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации объектов.

Перечень определяемых показателей согласовывают с техническим заказчиком и устанавливают в программе выполнения инженерно-геологических или инженерно-геотехнических изысканий.

Таким образом, планируются следующие лабораторные определения:

Гранулометрический анализ – слой-1, слой-2, слой-3, ИГЭ-1, ИГЭ-1а, ИГЭ-2, ИГЭ-3;

Природная влажность – слой-1, слой-2, слой-3, ИГЭ-1, ИГЭ-1а, ИГЭ-2, ИГЭ-3, ИГЭ-4;

Влажность на границе текучести и раскатывания – слой-1, слой-2, слой-3, ИГЭ-1, ИГЭ-1а, ИГЭ-2, ИГЭ-3;

Плотность частиц – слой-1, слой-2, слой-3, ИГЭ-1, ИГЭ-1а, ИГЭ-2, ИГЭ-3;

Плотность грунта – ИГЭ-1, ИГЭ-1а, ИГЭ-4;

Определение предела прочности на одноосное сжатие – ИГЭ-4;

Определение коэффициента истираемости в полочном барабане - слой-1, слой-2, слой-3, ИГЭ-2, ИГЭ-3;

Определение содержания карбонатов – ИГЭ-4;

Определение химического анализа воды

Показатели прочностных и деформационных свойств (модуль деформации, угол внутреннего трения, удельное сцепление) – ИГЭ-1, ИГЭ-1а.

Определение коррозионной агрессивности грунтов по отношению к бетонам и к арматуре в бетонах – слой-1, слой-2, слой-3, ИГЭ-1, ИГЭ-1а, ИГЭ-2, ИГЭ-3, ИГЭ-4;

Определение коррозионной агрессивности грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали - слой-1, слой-2, слой-3, ИГЭ-1, ИГЭ-1а, ИГЭ-2, ИГЭ-3, ИГЭ-4.

3.2.8 Камеральные работы

Камеральные работы необходимо осуществлять в процессе производства полевых работ и после их завершения и выполнения лабораторных исследований. Главная задача камеральных работ – составление отчета об инженерно-геологических условиях участка проектируемого строительства, содержащего все сведения, предусмотренные проектом, а также рекомендации по учету влияния инженерно-геологических факторов на проектируемое сооружение [8].

Виды и объёмы инженерно-геологических изысканий для стадии рабочей документации приведены в Таблица 3.4.

Таблица 3.4 – Виды и объемы работ

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Примечание
Рекогносцировка	км	0,5	СП 47.13330.2016
Топогеодезические работы	скв	17	СП 47.13330.2016
Буровые работы:			
скважины глубиной 5 м	скв/п.м	7/35,0	РСН 74-88
скважины глубиной 7 м		2/14,0	
скважины глубиной 8 м		1/8,0	
скважины глубиной 10 м		1/10,0	
скважины глубиной 18 м		4/72,0	
Полевые испытания грунтов:			
определение плотности методом замещения объема (метод лунки)	Определение	20	ГОСТ 28514-90
испытание натурной сваей	точка	2	ГОСТ 5686-2020
определение плотности гамма-гамма методом (ГГМ)	точка/м	2	ГОСТ 23061-2012
Опробование:			
Отбор проб грунта ненарушенного сложения	монолит	30	ГОСТ 12071-2014
Отбор проб грунта нарушенного сложения	проба	50	
Отбор проб грунта для определения коррозионной агрессивности грунта	проба	24	
Лабораторные исследования:			
определение гранулометрического состава	Определение	70	ГОСТ 12536-2015
определение природной влажности		80	ГОСТ 5180-2015
определение влажности на границы текучести и раскатывания		70	ГОСТ 5180-2015
определение плотность грунта		30	ГОСТ 5180-2015
определение плотность частиц грунта		70	ГОСТ 5180-2015
определение показателей прочностных свойств		12	ГОСТ 12248.1-2020
определение показателей деформационных свойств		12	ГОСТ 12248.4-2020

Продолжение таблицы 3.4

определение коэффициента истираемости		30	Методика ДальНИИС
определение предела прочности на одноосное сжатие		6	ГОСТ 21153.2-84
определение содержания карбонатов		10	ГОСТ 34467-2018
определение коррозионной агрессивность грунтов по отношению к бетонам и к арматуре в бетонах		24	СП 28.13330.2017
определение коррозионной агрессивность грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали		24	ГОСТ 9.602-2016
определение химического состава воды		6	СП 28.13330.2017
Камеральные работы	отчет	1	

3.3 Методика проектируемых работ

3.3.1 Сбор, изучение и систематизация материалов изысканий и исследований прошлых лет, оценка возможности их использования при выполнении полевых и камеральных работ

Сбор, изучение и систематизацию материалов изысканий и исследований прошлых лет необходимо выполнять при инженерно-геологических изысканиях для подготовки документов территориального планирования, документации по планировке территории и выбора площадок (трасс) строительства (обоснования инвестиций), при подготовке проектной документации объектов капитального строительства, строительстве и реконструкции зданий и сооружений (СП 446.1325800.2019 п. 5.3). [11]

Сбору, изучению и систематизации подлежат:

- результаты инженерно-геологических изысканий прошлых лет, выполненных для обоснования проектирования и строительства объектов различного назначения, данные локального мониторинга (стационарных наблюдений), сведения о природных условиях территории, содержащиеся в Федеральной государственной информационной системе территориального планирования, информационных системах обеспечения градостроительной деятельности, государственных и негосударственных фондах;

- материалы государственных геолого-съёмочных работ (геологические, гидрогеологические, тектонические и другие карты масштабов 1:1000000-1:200000 и более крупных), материалы специального

гидрогеологического и инженерно-геологического картирования и других региональных исследований;

- материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), включая аэрокосмические снимки территорий;

- комплекты нормативных карт общего сейсмического районирования (ОСР); [8]

- результаты научно-исследовательских работ (фондовых и опубликованных), в которых обобщаются данные о природных условиях и техногенных воздействиях.

В состав материалов, подлежащих сбору, изучению и систематизации, следует включать сведения о климате, гидрографической сети района исследований, характере рельефа, геоморфологических особенностях, геологическом строении, гидрогеологических условиях, геологических и инженерно-геологических процессах, физико-механических свойствах грунтов, составе подземных вод, техногенных воздействиях и последствиях хозяйственного освоения территории. Следует также собирать другие данные, необходимые для проектирования и строительства, сведения о деформациях зданий и сооружений и результаты обследования грунтов их оснований, об опыте строительства других сооружений в районе изысканий, а также сведения о чрезвычайных ситуациях, происшедших в данном районе.

На основании собранных материалов формируется представление об инженерно-геологических условиях исследуемой территории, устанавливается категория сложности этих условий, в программе планируются и обосновываются состав, объемы и методика инженерно-геологических работ.

Категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по совокупности отдельных факторов (с учетом их влияния на принятие основных проектных решений) в соответствии с СП 47.13330.2016 (приложение Г). [8]

3.3.2 Инженерно-геологическая рекогносцировка

С целью оценки площадного развития опасных геологических процессов и явлений, определения степени их опасности, на изучаемой территории была проведена инженерно-геологическая рекогносцировка (маршрутные наблюдения).

При проведении инженерно-геологической рекогносцировки ведется журнал инженерно-геологического обследования. В журнале ведется описание всех проводимых маршрутов: детальное описание и зарисовка местности, описываются естественные обнажения, все неблагоприятные участки развития физико-геологических процессов и явлений.

Наибольшее внимание необходимо уделять следующим неблагоприятным для строительства участкам территории:

- с наличием опасных геологических и инженерно-геологических процессов, специфических грунтов, текучих и текучепластичных глинистых грунтов, рыхлых песков;
- с наличием близкого залегания грунтовых вод, значительной расчлененностью рельефа и т.п. [8]

3.3.3 Топогеодезические работы

Задачами инженерно-геодезических изысканий являются: развитие плано-высотного съемочного обоснования, выполнение топографической съемки, разбивка и привязка геологических скважин, составление топографических планов.

Работы проводятся в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016. [8]

Топогеодезические работы проводятся для привязки горных выработок и создания топографического плана, масштаб которого 1:500. Запланирована привязка 15 скважин и 2 точек испытание свай, с помощью системы GPS. По окончании работ предоставляется каталог координат.

3.3.4 Буровые работы

Проведение буровых работ осуществляется после согласований с местными службами подземных и наземных коммуникаций, имеющих на участке работ, и согласованной схемы организации движения и ограждения зоны производства работ в местном ГИБДД.

Цель проходки скважины – это изучение геологического разреза, а также определение физико-механических свойств грунтов.

Согласно п.1.1 РСН 74-88 выполнение буровых работ должно соответствовать требованиям СП 47.13330.2016 [18]. Способы проходки горных выработок должны обеспечивать достоверную геологическую документацию и высокую производительность труда на конкретном объекте изысканий. При производстве горнобуровых работ должны осуществляться мероприятия по экономии материальных ресурсов, соблюдению правил эксплуатации, ремонта и профилактики бурового и горнопроходческого оборудования. [18]

Геолого-технические условия бурения

На выбор конструкции скважины, способа бурения, типа бурового станка и режима проходки скважины оказывает влияние такие факторы:

1. Назначение буровых скважин;
2. Проектная глубина скважин;
3. Крепость пород и их устойчивость против обрушения стенок;
4. Географические условия проведения буровых работ. [58]

Скважины предназначены для изучения геологического разреза, поэтому по назначению будут разведочными.

Проектом предусмотрено бурение для реконструкции автомобильной дороги 7 скважин по 5 м, 2 скважины по 7 м, 1 скважину по 8 м, 1 скважину по 10 м и для подпорной стенки 4 скважины по 18 м. Общий объем бурения 139 п.м. Расположение проектных скважин представлено на карте инженерно-геологических условий (лист 2).

На примере скважины 13 глубиной 15 м в Таблица 3.5 приведен проектный литологический разрез. Разрез сложен породами IV-V категорий по буримости.

Таблица 3.5 – Проектный литологический разрез

№	Разновидности грунтов	Интервал залегания			Категория пород по буримости
		от	до	мощность	
1	Слой-2 (tQ _{IV}) – щебенистый грунт с глинистым заполнителем 21 %	0,0	1,3	1,3	V
2	Слой-3 (dpQ _{IV}) – щебенистый грунт с глинистым заполнителем 20 %	1,3	1,7	0,4	V
3	ИГЭ-1 (dpQ _{IV}) – глина тяжелая пылеватая тугопластичная щебенистая, содержание щебня 32 %	1,7	3,1	1,4	IV
4	ИГЭ-2 (dpQ _{IV}) – щебенистый грунт с глинистым заполнителем 25 %	3,1	4,5	1,4	V
5	ИГЭ-3 (edQ _{III-IV}) – щебенистый грунт с суглинистым и глинистым заполнителем 11 %	4,5	7,3	2,8	V
6	ИГЭ-4 (K _{2mi+m}) – мергель известковистый малопрочный и средней прочности, плотный размягчаемый	7,3	18,0	10,7	IV

Географические условия буровых работ относятся к тяжелым, так как участок изысканий относится горному типу рельефа, его склоны имеют крутизну 20-70°.

Конструкция инженерно-геологических скважин

Для данных условий можно применить типовую конструкцию. Конструкция скважины определяется ее глубиной и диаметром, таким образом, скважины малого диаметра и глубиной 7-18 м будут отнесены к Пв типу. Конструктивные особенности данного типа скважины представлены в Таблица 3.6.

Таблица 3.6 – Конструктивные особенности скважины типа Пв [58]

Диаметр скважины	Число колонн обсадных труб	Особенности геологического разреза
108-168	2	Неустойчивые породы, требующие закрепления большей части интервала скважины

Конструкция скважины представлена на Рисунок 3.1.

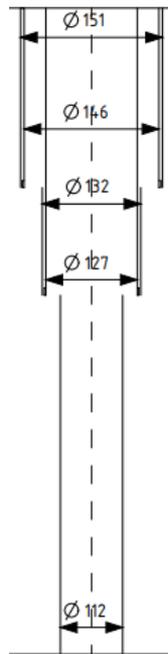


Рисунок 3.1 – Типовая конструкция инженерно-геологической скважины (Шв)

Способ бурения

Наиболее распространенном способом проходки скважины является колонковое бурение. Данный вид бурения имеет достаточно преимуществ, одним из которых является универсальность (возможность проходки скважин почти во всех разновидностях горных пород). [58]

В интервале 0,0-18,0 м будет использоваться колонковое бурение с прямой промывкой водой, так как использование жидкости в обязательном порядке при разбуривание скальных и полускальных пород, бурение с продувкой не рекомендуется так как имеется водоносный горизонт.

Буровая установка

Буровые работы будут выполняться в тяжелых условиях, в районе работ встречаются участки, где применение самоходных и передвижных буровых установок затруднено, такими участками являются крутые склоны. В данных условиях следует использовать малогабаритные установки.

В качестве буровой установки целесообразно использовать малогабаритную буровую установку ББУ 000 «Опенок» блочного варианта (Рисунок 3.2). Проектом предусмотрено бурение колонковым способом с промывкой, выбранной буровой установкой применяется данная технология бурения. Технические характеристики буровой установки приведены в Таблица 3.7.

Таблица 3.7 – Технические характеристики [67]

Наименование параметра или характеристики	Значение параметра или характеристики
Габаритные размеры	
Длина, мм	1800-2590***
Ширина, мм	1550
Высота, мм	2000
Высота с лебедкой/ с мачтой и лебедкой, мм	2635/4175
Максимальная масса блока, кг	120
Масса установки (без мачты с лебедкой), кг	625-695***
Механизм подачи	
Ход подачи вращателя, мм	1400
Угол наклона мачты к горизонту при бурении, град.	0-45, 90
Максимальное усилие подачи, Н (кгс)	15000 (1500)
Максимальное усилие подъёма инструмента, Н (кгс)	15000 (1500)
Максимальная длина применяемой бурильной трубы, мм	1000/750
Максимальная длина применяемых обсадных труб, мм	2000
Максимальный диаметр обсадных труб, мм	168
Вращатель подвижный гидроприводной	
Крутящий момент, Н*м (кгс*м)	1500 (150)
Частота вращения, об/мин	0-700
Скорость подачи вращателя, м/с	0,4
Мачта с лебедкой	
Грузоподъемность лебедки, кгс	400

Одно из важных преимуществ данной буровой установки – это удобная транспортировка установки на объект буровых работ за счет малых габаритов и веса, что позволяет производить буровые работы на склонах. Для перемещения установки на объекте используется буксировочная тележка. Привод станка будет осуществляться от дизельного двигателя.



Рисунок 3.2 – Буровая установка ББУ 000 «Опенок» [67]

Промывка будет осуществляться комплектом для промывки (Рисунок 3.3), предназначенным для данной установки. В состав комплекта входят: мотопомпа производительностью 570 л/мин, высота подъема – 67 метров, вес – 55 кг с комплектом рукавов и сальником.

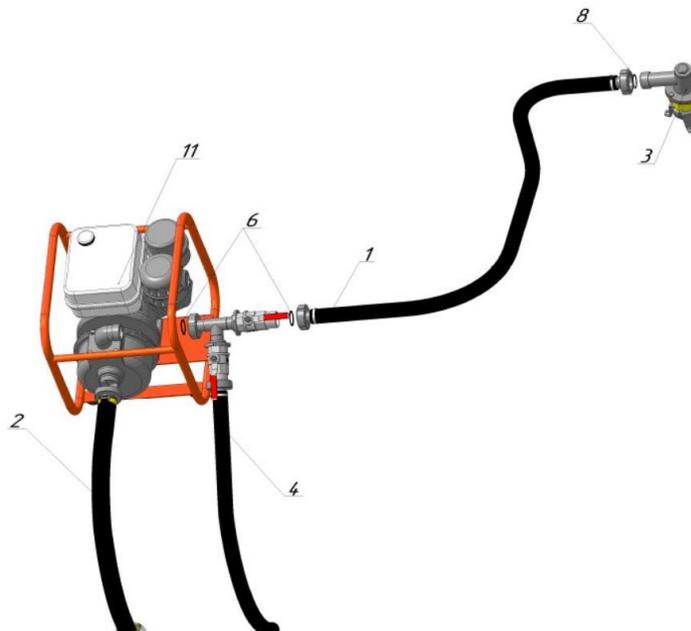


Рисунок 3.3 – Комплект для бурения с промывкой [67]

(1 – линия нагнетания, 2 – линия всасывания, 3 – сальник, 4 – линия слива, 5 – прокладка, 6- кольцо 048-052-30-22, 11 – мотопомпа Koshin serh-

50)

Технологический инструмент

В состав инструмента для колонкового бурения входят:

- породоразрушающие инструменты;
- расширители;
- кернователи;
- колонковые трубы;
- бурильные трубы;
- промывочные сальники;
- вспомогательные инструменты и принадлежности. [58]

На инженерных изысканиях при колонковом бурении используются твердосплавные коронки. При данных условиях будет использоваться коронки ребристого типа (коронки типа М5). Коронка тип М5 (Рисунок 3.4) предназначена для пород II-IV, частично V категории по буримости. Диаметр породоразрушающего инструмента 112, 132, 151 мм.



Рисунок 3.4 – Коронка тип М5 [68]

Отбор образцов нарушенного и ненарушенного сложения

Отбор образцов нарушенного сложения производится из инструмента, углубляющим скважины, ненарушенного сложения только грунтоносами. [58]

Согласно ГОСТ 12071-2014 для скальных и полускальных грунтов используется вращательный способ погружения грунтоноса двойной

колонковой трубой. Для глинистых грунтов полутвердой и тугопластичной консистенции вдавливающим способом грунтоносом ГВ-1. [12]

Технология бурения

Колонковое бурение с промывкой имеет следующие факторы технологического режима: осевая нагрузка, частота вращения инструмента, количество подаваемой промывочной жидкости и величина рейса. В Таблица 3.8 приведены значения режимных параметров бурения, величины параметров должны уточняться в каждом конкретном случае.

Таблица 3.8 – Режим бурения [58]

Тип коронки	Наружный диаметр коронки, мм	Осевая нагрузка на коронку, кН	Частота вращения снаряда, об/мин	Расход промывочной жидкости, л/мин
М5	151	7,2-14,4	120-190	150-240
	132	7,2-14,4	150-225	130-220
	112	4,8-9,6	170-260	110-175

Повышенные требования к качеству отбираемого керна обуславливают снижение частоты вращения снаряда. Необходимо также использовать двойные колонковые трубы, заклинивание керна следует проводить затиркой всухую. Величина рейса не должна превышать: в рыхлых – 0,5-1,0 м, в скальных – 0,8-2,0 м. [58]

Вспомогательные работы

В процессе буровых работ предусматриваются следующие вспомогательные работы:

- укрепление скважин обсадными трубами;
- документация керна;
- ликвидация скважины по окончанию работы.

Разрез сложен неустойчивыми породами. Для того, чтобы избежать обрушения стенок скважины, необходимо закрепить их обсадными трубами, в данном случае будет использоваться две обсадные трубы 146, 127 мм. [58]

В журнале по мере бурения необходимо описывать состав вскрываемых пород с отметкой их глубины, записываются наблюдения за уровнем подземных вод.

После завершения буровых работ необходимо ликвидировать скважину путем заполнения ее породой, которая была извлечена на поверхность в процессе бурения.

Проходка скважин сопровождалась отбором образцов грунтов ненарушенной структуры (монолитов) и нарушенной (проб), а также гидрогеологическими наблюдениями с отбором проб подземных вод. Отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов грунтов осуществлялись в соответствии с требованиями ГОСТ 12071-2014. [12]

3.3.5 Опробование

Согласно ГОСТ 12071-2014, отбор образцов грунта и объем проб нарушенного или природного сложения (монолитов) осуществляют для описания грунтов и определения их свойств в лабораторных условиях. [12]

Отбор образцов грунта нарушенного сложения

Образцы нарушенного сложения из буровых скважин отбирают точечным методом с помощью инструмента согласно ГОСТ 12071-2014 п. 4.2.3. [12]

Масса образцов нарушенного сложения для определения стандартного набора показателей физико-механических свойств должна составлять:

- 1,5-2,0 кг - для глинистых грунтов;
- 3,0-5,0 кг - для крупнообломочных грунтов.

Отбор монолитов

При отборе монолитов из открытых горных выработок применяют точечный метод отбора образцов с помощью инструмента согласно ГОСТ 12071-2014 п. 4.2.1. [12]

Из инженерно-геологических скважин монолиты следует отбирать грунтоносами с уровня зачищенного забоя скважины. Бурение скважин при этом осуществляется без подлива воды с перекрытием водоносных горизонтов

обсадными трубами. При проходке оплывающих и осыпающихся грунтов обязательно применяют обсадные трубы. Тип грунтоноса, его конструкцию и параметры погружения следует выбирать в зависимости от наименования грунта.

Упаковка образцов

Образцы грунта нарушенного сложения, для которых не требуется сохранение природной влажности, укладывают в тару, обеспечивающую сохранение мелких частиц грунта. В мешочек с образцом грунта нарушенного сложения, для которого требуется определение природной влажности, дополнительно укладывают бюкс. Бюкс должен быть заполнен полностью грунтом и закрываться герметичной крышкой. Внутри тары вместе с образцом грунта нарушенного сложения укладывают этикетку, завернутую в полиэтиленовую пленку. Содержание этикетки допускается наносить на тару. [12]

Для упаковки монолитов применяют современные паро- и влагонепроницаемые материалы, в частности полиэтиленовую стрейчпленку, толщиной 17-25 мкм. На верхнюю грань монолита следует положить этикетку, завернутую в полиэтиленовую пленку, монолит по всей поверхности обмотать не менее чем четырьмя-пятью слоями стрейч-пленки. Для фиксации упаковки оборачивают монолит клейкой лентой. [12]

На этикетке необходимо указать:

- наименование организации, проводящей изыскания;
- наименование объекта (участка);
- наименование выработки и ее номер;
- номер образца;
- глубину отбора образца;
- краткое описание грунта (визуальное);
- должность и фамилию лица, проводящего отбор образцов, и его подпись;

– дату отбора образца.

Этикетки должны заполняться четко, простым графитовым карандашом, исключая возможность обесцвечивания или расплывания записей.

Монолиты грунта при транспортировании не должны подвергаться резким динамическим и температурным воздействиям.

Отбор, упаковку, транспортировку и хранение образцов осуществляют по ГОСТ 12071-2014. [12]

3.3.6 Полевые работы

Определение плотности грунта методом лунки

Согласно ГОСТ 28514-90, данное испытание проводят на выровненном, уплотненной участке. Выкапывают специальным совком лунку объемом примерно 3-5 см³, диаметром около 20 см и высотой 10-15 см. Грунт собирают в поддон и взвешивают. При большом количестве крупных включений объем лунки следует увеличить до 10 л. [13]

Для определения объема, над лункой устанавливают двойную жестяную воронку. В лунку через верхнюю воронку насыпают грунт, объем, которого измеряют мерными стеклянными цилиндрами емкостью 0,1-1 л/с точностью до 5 см³. Грунт в цилиндр насыпают через обычную воронку без встряхивания. Вычитая из общего объема грунта его объем, находящийся в воронке, получим объем лунки. Разделив вес грунта, извлеченного из лунки, на его объем, определяют объемный вес влажного грунта. [13]

Определение плотности грунта гамма-гамма методом

Определение плотности гамма-гамма методом производится согласно ГОСТ 23061-2012. Данный метод основан на зависимости между плотностью грунта и характеристиками ослабления и рассеяния измеряемого потока энергии гамма-излучения. Измеряю плотность радиоизотопным плотнометром. [14]

Испытания сваей

При испытаниях буровыми сваями начало испытаний назначают не ранее достижения бетоном свай 80% проектной прочности. Статические испытания свай – это комплекс мероприятий, направленный на проверку соответствия несущей способности опорных столбов расчетным нагрузкам, установленным в проекте возводимого сооружения. Суть метода заключается в том, что на опоры оказывает давление гидравлический домкрат, постепенно увеличивающий величину нагрузки. Полученные при каждом «подходе» данные фиксируются – на их основании и делается вывод о целесообразности использования выбранных свай. Испытания проводят согласно ГОСТ 5686-2020. [16]

3.3.7 Лабораторные работы

Гранулометрический анализ

Согласно ГОСТ 12536-2014 гранулометрический состав грунта – это процентное содержание первичных (т.е. не связанных в агрегаты) частиц различной крупности по фракциям, выраженное по отношению к их общей массе. [19]

Гранулометрический состав для крупнообломочных грунтов проводят в соответствии с ГОСТ 12536-2014 (Рисунок 3.5). Для определения гранулометрического (зернового) состава грунтов используют ситовой метод с промывкой.



Рисунок 3.5 – Фото процесса определения гранулометрического состава

(автор: Спиридонова И.А.)

Результаты анализа регистрируют в журнал, в котором указывают процентное содержание в грунте фракций.

Природная влажность

Природная влажность грунта будет определяться методом высушивания до постоянной массы согласно п.5 ГОСТ 5180-2015 (Рисунок 3.6). Влажность грунта следует определять как отношение массы воды, удаленной из грунта высушиванием до постоянной массы, к массе высушенного грунта. [20]



Рисунок 3.6 – Фото высушивания грунта до постоянной массы в сушильном шкафу (автор: Спиридонова И.А.)

Результаты испытаний следует внести в журнал.

Влажность на границе текучести и раскатывания

Влажность на границе текучести определяется методом балансного конуса согласно п.7 ГОСТ 5180-2015 (Рисунок 3.7). Границу текучести следует определять как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой балансированный конус погружается под действием собственного веса за 5 с на глубину 10 мм. [20]

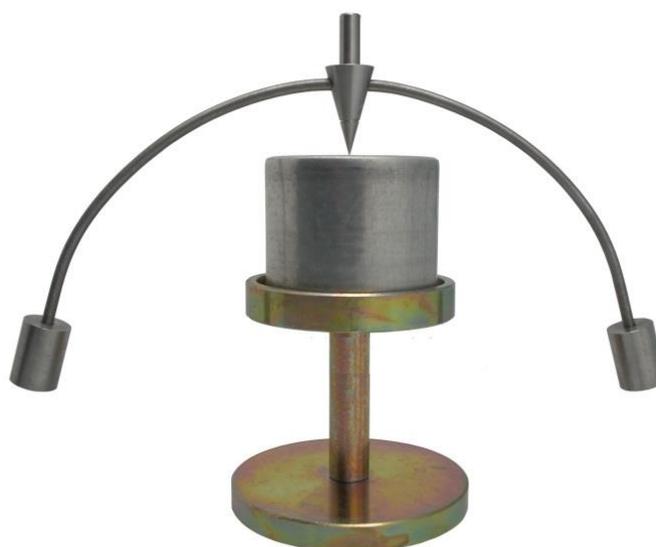


Рисунок 3.7 – Оборудование (конус Васильева) [69]

Влажность на границе раскатывания определяется согласно п.8 (ГОСТ 5180-2015) (Рисунок 3.8), границу раскатывания следует определять как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой паста, раскатываемая в жгут диаметром 3 мм, начинает распадаться на кусочки длиной 3-10 мм. [20]



Рисунок 3.8 – Фото жгутов грунта (автор: Спиридонова И.А.)

Результаты испытаний следует внести в журнал.

Плотность грунта

Согласно п.10 ГОСТ 5180-2015 плотность глинистого грунта с щебнем и скального грунта будет определяться методом взвешивания в воде (Рисунок 3.9). Монолит покрывают плотной парафиновой оболочкой, охлажденный

парафинированный образец взвешивают, затем парафинированный образец взвешивают в сосуде с водой. [20]



Рисунок 3.9 – Фото взвешивания парафинированного образца (автор: Спиридонова И.А.)

Результаты испытаний следует внести в журнал.

Плотность частиц грунта

Плотность частиц грунта определяется пикнометрическим методом согласно п. 13 ГОСТ 5180-2015. Плотность частиц грунта определяется отношением массы частиц грунта к их объему. [20]

Определение предела прочности на одноосное сжатие

Определение производится для скального грунта методом одноосного сжатия образцов правильной формы плоскими плитами согласно ГОСТ 21153.2-84. Сущность метода заключается в измерении максимального значения разрушающего давления, приложенного к плоским торцам правильного цилиндрического или призматического образца через плоские стальные плиты. [21]

Определение коэффициента истираемости в полочном барабане

Коэффициент истираемости определяется испытанием обломков на истирание во вращающемся полочном барабане до точки отказа согласно методике ДальНИИС (Рисунок 3.10). Определяется для дальнейшего определения показателей механических свойств крупнообломочных грунтов с глинистым заполнителем по методике ДальНИИС. [55]



Рисунок 3.10 – Полочный барабан [70]

Модуль деформации

Показатель деформационных свойств определяется методом компрессионного сжатия согласно ГОСТ 12248.4-2020. Испытания методом компрессионного сжатия проводят в компрессионных приборах (одометрах), исключающих возможность бокового расширения образца при его нагружении вертикальной нагрузкой (Рисунок 3.11). По результатам компрессионных испытаний определяется зависимость деформации образца от нагрузки.

Компрессионные испытания проводят для определения коэффициента сжимаемости, секущего одометрического модуля деформации, касательного одометрического модуля деформации, модуля повторного нагружения. [22]



Рисунок 3.11 – Фото компрессионного прибора (одомер) (автор: Спиридонова И.А.)

В процессе испытаний грунтов при автоматизации процесса испытаний и обработки данных с помощью компьютерных программ результаты опыта выводятся на компьютер в форме паспорта испытания.

Удельное сцепление и угол внутреннего трения грунта

Определение характеристик прочности производится методом одноплоскостного среза согласно ГОСТ 12248.1-2020 на сдвиговых приборах (Рисунок 3.12). Консолидированно-дренированные испытания грунта методом одноплоскостного среза проводят для определения следующих характеристик прочности: эффективных и остаточных значений угла внутреннего трения и удельного сцепления. [23]



Рисунок 3.12 – Фото сдвигового прибора (автор: Спиридонова И.А.)

В процессе испытаний грунтов при автоматизации процесса испытаний и обработки данных с помощью компьютерных программ результаты опыта выводятся на компьютер в форме паспорта испытания.

Определение химического анализа воды

По отобранным пробам подземных вод должен быть выполнен стандартный химический анализ. Химический анализ воды будет проведен в соответствии СП 28.13330.2017. [7]

Определение содержание карбонатов

Определение содержания карбонатов производится согласно ГОСТ 34467-2018. Принцип действия кальциметра основан на измерении (визуальном или автоматическом) давления выделившегося углекислого газа. Содержание карбоната кальция в грунте определяют путем обработки 1 г воздушно-сухого образца грунта 1 н-водным раствором соляной кислоты HCl в герметичном реакционном цилиндре. В результате протекания химической реакции давление, создаваемое в герметичном реакционном цилиндре, пропорционально содержанию карбоната кальция в образце грунта. Это давление измеряют с помощью манометра (или эквивалентного устройства для измерения давления). [24]

Коррозионная агрессивности грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали

Коррозионная агрессивность грунта по отношению к стальным подземным сооружениям характеризуется значениями удельного электрического сопротивления грунта; средней плотностью катодного тока; наличием (или отсутствием) признаков биокоррозии. Если при определении первого показателя (удельного электрического сопротивления грунта) установлена высокая коррозионная агрессивность грунта, то другой показатель не определяют. Определение данных показателей производится с помощью прибора АКАГ (Рисунок 3.13).

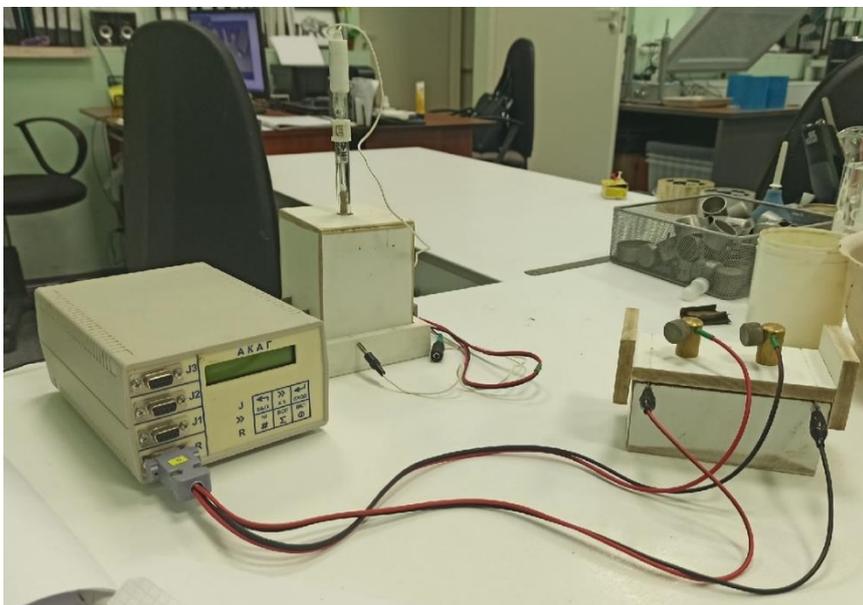


Рисунок 3.13 – Фото прибора АКАГ (автор: Спиридонова И.А.)

Степень коррозионной агрессивности по отношению к стали определяют по таблице 1 ГОСТ 9.602-2016. [25]

Коррозионная агрессивность грунтов по отношению к бетону

Степень агрессивности грунтов по отношению к бетону зависит от содержания ионов хлорида, сульфата и водородного показателя среды и определяется методом водной вытяжки согласно ГОСТ 26423-85 [26]:

- Определение водородного показателя среды (рН) проводят в соответствии с ГОСТ 26423-85 потенциометрическим методом на приборе рН-метр (Рисунок 3.14). [26]



Рисунок 3.14 – Фото определение водородного показателя (автор: Спиридонова И.А.)

Сущность метода заключается в извлечении водорастворимых солей из почвы дистиллированной водой при отношении почвы к воде 1:5 и определении pH с помощью pH-метра. [26]

- Определение содержания иона хлорида в водной вытяжке проводят в соответствии с ГОСТ 26425-85 аргентометрическим методом.

Сущность метода заключается в титровании иона хлорида в водной вытяжке раствором азотнокислого серебра, образующим с ионом хлорида труднорастворимое соединение (Рисунок 3.15). [27]



Рисунок 3.15 – Фото титрования (автор: Спиридонова И.А.)

- Определение содержания иона сульфата в водной вытяжке проводят в соответствии с ГОСТ 26426-85 весовым методом.

Сущность метода заключается в осаждении иона сульфата раствором хлористого бария (Рисунок 3.16) и взвешивании прокаленного остатка. [28]



Рисунок 3.16 – Фото осаждения иона сульфата (автор: Спиридонова И.А.)

3.3.8 Камеральные работы

Камеральная обработка результатов, выполненных полевых и лабораторных работ будет произведена камеральной группой в соответствии с требованиями действующих нормативных документов СП 47.13330.2016 [8], СП 116.13330-2012 [9], ГОСТ 25100-2020 [17], ГОСТ 20522-2012 [5], ГОСТ 21.302-2013 [29] и включает следующие виды работ:

обработка полевых материалов;

обработка результатов лабораторных исследований грунтов;

построение литологических колонок, инженерно-геологических разрезов;

составление отчета по результатам инженерно-геологических изысканий. [8]

4 Социальная ответственность при проведении инженерно-геологических изысканий

Введение

Участок изысканий автомобильной дороги п. Дагомыс – с. Солохаул расположен в центральной части Лазаревского района города-курорта Сочи Краснодарского края на автодороге между населенными пунктами с.Верхнерусское Лоо и с. Солохаул.

Целью выполнения инженерно-геологических изысканий является комплексное изучение инженерно-геологических условий участка и разработка проекта для реконструкции участка трассы автомобильной дороги п.Дагомыс-с.Солохаул.

Район работ относится к умеренному климатическому поясу, северочерноморскому подсубтропическому району. Среднегодовая температура воздуха на территории района изысканий 14,1 °С. Средняя температура воздуха самого холодного месяца (января) положительная и составляет 6,0 °С, самого теплого месяца (августа) 23,3 °С. Абсолютный минимум достигает минус 13,4 °С, абсолютный максимум 39,4 °С.

Рельеф участка работ горный, возвышенный. Склоны участка работ эрозионно-денудационные, крутизной от 20° до 70°. Абсолютные отметки колеблются от 310.00 м до 455.00 м.

Все намеченные полевые работы планируется проводить в летний период.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения

4.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Согласно Трудовому кодексу РФ [29] к выполнению инженерно-геологических работ допускаются лица, возраст которых соответствует установленному, прошедшие медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, имеющие соответствующую квалификацию и допущенные к самостоятельной работе.

Работники в зависимости от условий работы и принятой технологии производства должны быть проинструктированы по безопасности труда и обеспечены соответствующими средствами индивидуальной и коллективной защиты.

Инженерно-геологические изыскания проводятся в три этапа: полевые работы, лабораторные работы и камеральные работы. При проведении данных работ необходимо следовать «Правилам техники безопасности при геолого-разведочных работах» [31] и организационно-техническому предписанию по охране труда и технике безопасности.

4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 [32] и ГОСТ 12.2.033-78 [33] конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим данным человека, а также характеру работы. Кроме того, рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и методических указаний по безопасности труда.

Конструкция и обустройство рабочего места должны обеспечивать оптимальную рабочую позу работника, учитывающую и не препятствующую естественным физиологическим процессам организма работника и обеспечивающую оптимальную возможность выполнения работы, для которой предназначено рабочее место. [32]

4.2 Производственная безопасность при разработке проектного решения

Инженерные-геологические изыскания для реконструкции автомобильной дороги предусматривают три этапа: полевые, лабораторные и камеральные работы.

В процессе проведения установленных этапов работ могут возникнуть опасные и вредные факторы, которые приведены в Таблица 4.1.

Таблица 4.1 – Потенциально вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 [34])	Этапы работ			Нормативные документы
	Полевые работы	Лабораторные работы	Камеральные работы	
Вредные:				
1. Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;	+	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 [35] Р 2.2.2006-05 [36]
2. Повышенный уровень вибрации;	+	-	-	СанПиН 1.2.3685-21 [35] ГОСТ 12.1.012-2004 [37] ГОСТ 31192.2-2005 [38] ГОСТ 31319-2006 [39]
3. Отсутствие или недостаток искусственного и естественного освещения;	-	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 [35] СП 52.13330.2016 [40]
4. Производственные факторы, связанные с электромагнитными полями, неионизирующими ткани тела человека;	-	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 [35] ГОСТ 12.1.006-84 [41]
5. Монотонность труда, вызывающая монотонию;	-	-	+	Р 2.2.2006–05 [36] МР 2.2.9.2311 – 07 [42]
6. Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума;	+	+	-	СанПиН 1.2.3685-21 [35] ГОСТ 12.1.003-2014 [43]
7. Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса;	+	-	-	Р 2.2.2006–05 [36]

Продолжение таблицы 4.1

8. Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой;	-	-	+	MP 2.2.9.2311 – 07 [42] P 2.2.2006–05 [36]
9. Производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха;	+	+	-	СанПиН 1.2.3685-21 [35] ГОСТ 12.1.005-88 [44]
10. Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека.	-	+	-	СанПиН 1.2.3685-21 [35] P 2.2.2006-05 [36]
Опасные:				
1. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы;	+	-	-	ГОСТ 12.2.003-91 [45]
2. Движущиеся объекты, наносящие удар по телу работающего;	+	-	-	ГОСТ 12.2.003-91 [45] ГОСТ 12.2.062-81 [46] ГОСТ 12.4.026-2015 [47]
3. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий;	-	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017 [48]

Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов приведен согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [34].

4.2.1 Анализ потенциально возможных вредных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия

1. Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего.

Оценка микроклимата заключается в сопоставлении его показателей на всех местах пребывания работника в течении смены с нормативными согласно СанПиН 1.2.3685-21 [35].

Полевые работы (на открытом воздухе)

Параметрами, характеризующими микроклимат, согласно ГОСТ Р 2.2.2006-05 [36] являются: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха и интенсивность теплового излучения.

При проведении работ на открытом воздухе уточняются климатические характеристики района изысканий. Нормы параметров микроклимата при работе на открытом воздухе зависят от тяжести и времени выполняемых работ согласно Р 2.2.2006-05 [36]. По результатам анализа выбирают мероприятия, способствующие снижению неблагоприятного воздействия климата на организм рабочего.

Работы будут проводится в летний период, при повышенной температуре воздуха рабочей зоны организм человека не справляется с терморегуляцией и возникает перегрев. Для предотвращения перегрева работников необходимо предусмотреть солнцезащитное сооружение, а также места для отдыха. Одежда рабочего персонала должна быть легкой, свободной, преимущественно из тканей светлых тонов. Также на случай неблагоприятных погодных условий работники должны иметь спецодежду.

Лабораторные и камеральные работы (в помещении)

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 [35] показателями, характеризующими микроклимат на рабочих местах в производственных помещениях, являются: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха и интенсивность теплового облучения.

Гигиенические нормативы физических факторов в условиях производственной среды определяются как предельно допустимые уровни факторов, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не вызывают заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений [36].

За основу разделения на категории работ берется интенсивность энергозатрат в Вт. Лабораторные и камеральные работы относятся к Па и Пб категориям соответственно. В Таблица 4.2 приведены допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещениях.

Таблица 4.2 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещениях [35]

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температур воздуха не более	Для диапазона температур воздуха не более
Холодный	Па	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0	15-75	0,1	0,3
	Пб	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2
Теплый	Па	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	15-75	0,1	0,4
	Пб	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75	0,1	0,3

Для обеспечения требуемого микроклимата в рабочей зоне предусмотрены следующие мероприятия:

- осуществление терморегуляции в помещении с целью поддержания оптимальной температуры;
- установка вентиляционного оборудования для поддержания нормального воздухообмена;
- проветривания помещения во время перерывов; регулярная влажная уборка помещения.

Таким образом, микроклимат на открытом воздухе и в закрытом помещении соответствует норме.

2. Повышенный уровень вибрации.

Полевые работы (на открытом воздухе)

Источником вибрации при инженерно-геологических изысканиях является буровая установка.

Основным документом, устанавливающим общие требования к обеспечению вибрационной безопасности, является ГОСТ 12.1.012-2004 [37]. Вибрация, помимо разрушительного действия на машины и механизмы, оказывает вредное влияние на здоровье людей. Различают общую и локальную вибрацию. В результате развития вибрационной болезни нарушается нервная регуляция, теряется чувствительность пальцев, расстраивается функциональное состояние внутренних органов.

Основным средством обеспечения вибрационной безопасности является создание условий работы, при которых вибрация, воздействующая на человека, не превышает некоторых установленных пределов (гигиенических нормативов).

Значения нормируемых параметров вибрации определяют по результатам измерений на рабочих местах: локальной вибрации - по ГОСТ 31192.2 [38]; общей вибрации - по ГОСТ 31319 [39].

Предельно допустимые значения и уровни производственной вибрации представлены в Таблица 4.3.

Таблица 4.3 – Предельно допустимые значения и уровни производственной вибрации [35]

Вид вибрации	Направление действия	Фильтр частотной коррекции	Эквивалентные корректированные уровни виброускорения	
			м/с ²	дБ
Локальная	Хл, Yл, Zл	Wh	2,0	126
Общая	Zo	Wk	0,28	109
	Xo, Yo	Wd	0,2	106

Предусмотрены следующие мероприятия для уменьшения вредного влияния вибрации:

- использование машин с меньшей виброактивностью;
- использование материалов и конструкций, препятствующих распространению вибрации и воздействию ее на человека;
- проведение послеремонтного и периодического контроля виброактивных машин;
- индивидуальные средства защиты: виброобувь и виброручкавицы, вкладыши и прокладки из упругодемпфирующих материалов; коллективные средства защиты: амортизационные подушки в соединениях блоков, оснований, эластичные прокладки, виброизолирующие хомуты на напорных линиях буровых насосов.

Таким образом, уровень вибрации на рабочем месте соответствует норме.

3. Отсутствие или недостаток искусственного и естественного освещения.

Лабораторные и камеральные работы (в помещении)

При лабораторных и камеральных работах рабочее место должно освещаться естественным и искусственным освещением. Плохое освещение оказывает отрицательное влияние на зрение человека, состояние его нервной системы, а также подвергает опасности в процессе производства.

Естественное и искусственное освещение рабочих помещений должно соответствовать СП 52.13330.2016 [40]. Нормы освещенности рабочих мест приведены в Таблица 4.4.

Таблица 4.4 – Требования к освещенности рабочих мест [35]

Наименование помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – Горизонтальная) и высота плоскости над полом, м.	Естественное освещение КЕО, %		Совмещенное освещение КЕО, %		Искусственное освещение		
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При комбинированном освещении		При общем освещении
						всего	От общего	
Аналитическая лаборатория	Г-0,8	4,0	1,5	2,4	0,9	600	400	500
Залы персональных компьютеров	Г-0,8 Экран монитора В-1,2	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400

Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящие элементы не попадали в поле зрения работающих на освещаемом рабочем месте и на других рабочих местах. Местное освещение рабочих мест, как правило, должно быть оборудовано регуляторами освещения.

Таким образом, освещение в помещении соответствует норме.

4. Производственные факторы, связанные с электромагнитными полями, неионизирующими ткани тела человека.

Лабораторные и камеральные работы (в помещении)

Персональные ЭВМ являются источниками электромагнитных излучений, воздействие (превышающие допустимые значения) которого

оказывают отрицательное воздействие на организм человека, а также могут быть причиной многих серьезных заболеваний.

Уровни электромагнитного поля регламентируются согласно ГОСТ 12.1.006-84 [41]. Уровни ЭМП на рабочих местах контролируются измерением в диапазоне частот 60 кГц - 300 МГц напряженности электрической и магнитной составляющих, в диапазоне частот 300 МГц - 300 ГГц плотности потока энергии ЭМП с учетом времени пребывания персонала в зоне облучения. Предельно допустимые значения представлены в Таблица 4.5.

Таблица 4.5 – Предельно допустимые значения [41]

Параметры	Предельные значения в диапазонах частот, МГц		
	от 0,06 до 3	св. 3 до 30	св. 30 до 300
$E_{пд}$, В/м	500	300	80
$H_{пд}$, А/м	50	-	-
$\text{Э}N_{E_{пд}}$, $(\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$	20000	7000	800
$\text{Э}N_{H_{пд}}$, $(\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$	200	-	-

Максимальная напряженность электрической составляющей ЭМП достигается на коже дисплея, поэтому следует регулярно удалять пыль с поверхности монитора сухой тканью.

Таким образом, значения напряженности электрического и магнитного поля соответствует норме.

5. Монотонность труда, вызывающая монотонию.

Камеральные работы (в помещении)

Камеральные работы требуют от человека длительного выполнения однообразных действий, а также непрерывной и устойчивой концентрации внимания, что является монотонностью труда.

Установлено, что монотонный труд вызывает, прежде всего, изменения в функциональном состоянии центральной нервной системы, что проявляется в увеличении процента расторможенных дифференцировок, замедлении способности к переключению внимания, снижению подвижности основных

нервных процессов. Наряду с изменением физиологических функций при монотонной работе часто отмечаются изменения, характеризующие психологический статус работающих, их субъективные ощущения и переживания, к которым относятся скука, сонливость, неудовлетворенность работой и др.

Мероприятия для утомляемости: необходимо делать каждые 2 часа перерывы, а также желательно стараться более 4 часов не заниматься одной и той же работой. Также согласно МР 2.2.9.2311 – 07 [42] для профилактики стрессовых необходимо внедрение рациональных режимов труда и отдыха, комплекса оздоровительно-профилактических мероприятий для предупреждения воздействия стресс-факторов на организм работающих.

Таким образом, данный фактор соответствует норме.

6. Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума.

Полевые работы (на открытом воздухе) и лабораторные работы (в помещении)

Источником шума является работающее оборудование - буровая установка, полочный барабан, вытяжка. Шум оказывает вредное воздействие на организм человека, ухудшает условия труда: затрудняет разборчивость речи, вызывает необратимые изменения в органах слуха, а также повышает утомляемость.

Гигиеническими нормативами, используемыми для оценки уровней воздействия шума на рабочих местах согласно СанПиН 1.2.3685-21 [43], являются:

- эквивалентный уровень звука (L_{pAeqT} , дБА);
- максимальные уровни звука A , измеренные с временными коррекциями S и I ($L_{pA max}$);
- пиковый скорректированный по C уровень звука ($L_{pC peak}$);

Нормативным эквивалентным уровнем звука, на рабочих местах, является 80 дБА. Максимальными уровнями звука, измеренными с

временными коррекциями S и I, являются 110 дБА и 125 дБА соответственно. Пиковым скорректированным по С уровнем звука ($L_{pC\ peak}$), дБС является 137 дБС.

Основным документом, устанавливающим общие требования к шуму, является ГОСТ 12.1.003-2014 [43].

Предусмотрены следующие мероприятия для уменьшения вредного влияния шума:

- использование малошумных машин;
- использование материалов и конструкций, которые будут препятствовать распространению шума;
- использование средств индивидуальной защиты против шума.

Таким образом, уровень шума соответствует норме.

7. Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса.

Полевые работы (на открытом воздухе)

Тяжесть труда может стать причиной снижения работоспособности, а также профессионального заболевания. По тяжести труда различают несколько классов, характеристики которых приведены в Р 2.2.2006-05 [36].

Согласно табл. 17 Р 2.2.2006-05 [36], по большинству показателей тяжести трудового процесса класс условий труда является оптимальным. По показателю 6 – допустимый класс. По рабочей позе – класс вредный первой степени. По массе поднимаемого и перемещаемого груза вручную постоянно в течении рабочей смены – вредный класс от первой до второй степени.

Для облегчения тяжелого физического труда необходимо использовать машины, обеспеченных системой управления, а также чередование режимов труда и отдыха, и производственную гимнастику.

Таким образом, данный фактор соответствует норме.

8. Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой.

Камеральные работы (в помещении)

Умственный труд классифицируется по напряженности труда.

В соответствии с Р 2.2.2006-05 [36] класс условий труда по напряженности трудового процесса характеризуется как вредный:

- решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работа по серии инструкции);
- обработка, проверка и контроль за выполнением задания;
- работа в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат.

Мероприятия для утомляемости: необходимо делать каждые 2 часа перерывы, а также желательно стараться более 4 часов не заниматься одной и той же работой. Также согласно МР 2.2.9.2311 – 07 для профилактики стрессовых необходимо внедрение рациональных режимов труда и отдыха, комплекса оздоровительно-профилактических мероприятий для предупреждения воздействия стресс-факторов на организм работающих [42].

Таким образом, данный фактор соответствует норме.

9. Производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха.

Полевые работы (на открытом воздухе) и лабораторные работы (в помещении)

При проведении полевых и лабораторных работ в воздух выделяются вредные вещества. Пыль является основной производственной вредностью в инженерно-геологических изысканиях. Попадая в организм человека, пыль оказывает фиброгенное воздействие. Длительное вдыхание пыли вызывает профессиональные заболевания легких – пневмокониоз.

Для воздуха рабочей зоны производственных помещений и открытых площадок в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 [44] устанавливаются предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ. ПДК пыли приведены в Таблица 4.6.

Таблица 4.6 – Предельно допустимые концентрации пыли [44]

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Агрегатное состояние	Класс опасности
Пыль растительного и животного происхождения: - с примесью диоксида кремния	4	аэрозоль	IV

Для снижения содержания пыли в воздухе рабочей зоны в лабораториях следует использовать вытяжку, вентиляцию. Во время работы для защиты от большого количества пыли необходимо использовать респираторы.

Таким образом, содержание пыли соответствует ПДК.

10. Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека.

Лабораторные работы (в помещении)

Выполнение лабораторных работ (химический анализ грунта и воды) сопровождается выделением в воздушную среду вредных веществ, химическое воздействие на организм работающего человека может оказывать отрицательное влияние, может вызвать отравление и химические ожоги.

Для обеспечения поддержания в воздухе безопасной концентрации вредных веществ, здания и помещения лаборатории должны быть устроены и оборудованы в соответствии с санитарно-эпидемиологическими правилам. Основным документом, устанавливающим общие требования к содержанию вредных веществ, является Р 2.2.2006-05 [36].

Для предупреждения химических ожогов необходимо соблюдать правила безопасности при разливе и переноске реактивов. Все операции, связанные с применением ядовитых, огне- или взрывоопасных веществ, необходимо проводить в вытяжном шкафу под тягой на удалении от других работ, при работающей вентиляции, с обязательным соблюдением всех мер предосторожности.

Спецодежда служит для защиты работающих от неблагоприятных воздействий производственной среды (механических, химических, термических) и природных факторов.

Таким образом, данный фактор соответствует норме.

4.2.2 Анализ потенциально возможных опасных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия

1. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы.

Полевые работы (на открытом воздухе)

Во время полевых работ используются различные инструменты, которые могут нанести механические повреждения при неосторожном обращении с ними.

Инструмент должен содержаться в исправности и чистоте, соответствовать техническим условиям завода - изготовителя и эксплуатироваться в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации. Ручной инструмент (кувалды, молотки, ключи, лопаты и т.п.) должен содержаться в исправности. Инструменты с режущими кромками и лезвиями следует переносить и перевозить в защитных чехлах и сумках, согласно ГОСТ 12.2.003-91 [45].

При работе в полевых условиях может произойти повреждение в результате контакта с животными, насекомыми, а также пресмыкающимися. Наиболее распространенные заболевания:

- весенне-летний клещевой энцефалит, туляремия, гельминтоз;
- укусы, удары и другие повреждения, нанесенные животными и пресмыкающимися;
- укусы и ужаливания ядовитых насекомых, пресмыкающимися и животными.

К необходимым профилактическим мероприятиям относятся прививки, а также средства индивидуальной защиты.

Таким образом, данный фактор соответствует норме.

2. Движущиеся объекты, наносящие удар по телу работающего.

Полевые работы (на открытом воздухе)

К основным движущимся объектам при проведении полевых работ относятся буровая установка, рабочие машины. Удар движущимся объектом по телу работающего может привести к несчастным случаям.

Прежде чем приступить к буровым работам, каждый сотрудник инструктируется по технике безопасности. Основным документом, устанавливающим требования по работе с движущимися объектами, является ГОСТ 12.2.003-91 [45].

Согласно ГОСТ 12.2.062-81 [46] опасные зоны должны оборудоваться специальными ограждениями, а согласно ГОСТ 12.4.026-2015 [47] рядом следует вывешивать инструкции и плакаты по технике безопасности, а также предупредительные надписи и знаки. Кроме этого, рабочие снабжаются необходимой спецодеждой.

Таким образом, данный фактор соответствует норме.

3. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.

Лабораторные и камеральные работы (в помещении)

Источником электрического тока при лабораторных и камеральных работах является ЭВМ и лабораторное оборудование. Условия электробезопасности также зависят от параметров окружающей среды (влажность, температура и др.).

Электрический ток может привести не только к травмам, но и к летальному исходу. Основной причиной смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током – нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ 12.1.019-2017 [48].

Мероприятия, направленные на защиту от электрического тока:

- контроль за состоянием изоляции электропроводов и кабелей;
- соблюдение правил при работе с электроприборами;
- своевременное проведение ремонтных работ.

Таким образом, данный фактор соответствует норме.

4.3 Экологическая безопасность

Работы, которые проводятся при инженерно-геологические изыскания, наносят вред окружающей среде. При производстве работ следует выполнять положение по охране недр, окружающей среды и д.р. Основными документами, устанавливающими требования по экологической безопасности, являются ГОСТ 17.1.3.06.82 [49], ГОСТ 17.1.3.02.-77 [50], ГОСТ 17.4.3.04-85 [51].

При проведение полевых работ происходит уничтожение и повреждение почвенного слоя, загрязнение почвы и грунтовых вод горюче-смазочными материалами и производственными отходами, нарушение состояние геологической среды и физико-механических свойств грунтов, а также загрязнение атмосферного воздуха выхлопными газами.

При проведение лабораторных и камеральных работ основным отходом является офисная бумага и мусор из офисных помещений.

При проведение лабораторных работ могут загрязняться сточные воды, при мойке оборудования небольшое количества вещества (химические реагенты, грунтовые воды, образцы грунтов) могут попадать в сточные воды.

По окончанию буровых работ необходимо проводить тампонирующее буровых скважин, рекультивацию земель, вывоз и захоронение отходов.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

По происхождению чрезвычайные ситуации классифицируются как антропогенные (связанные с производственной деятельностью человека) и природные.

На проектируемом участке в процессе проведения полевых работ могут возникнуть следующие ЧС:

- природные – оползни, землетрясения;
- техногенные – пожары, взрывы.

При лабораторных и камеральных работах:

- техногенные – пожары, взрывы.

Наиболее вероятным ЧС при проведение инженерно-геологических изысканий является оползень.

Оползень

Предупредительными мероприятиями являются: изучение информации о возможных местах и примерных границах оползней, запоминание сигналов оповещения об угрозе возникновения оползня, а также порядок действия при подаче этого сигнала.

При возникновении ЧС необходимо эвакуироваться в безопасное место и, при необходимости, помочь спасателям в откопке, извлечении из обвала пострадавших и оказании им помощи.

Пожаровзрывоопасность

Причинами возникновения пожаров в полевых условиях являются: неосторожное обращение с огнем; неисправность и неправильная эксплуатация электрооборудования, разряды статического и атмосферного электричества, чаще всего происходящее при отсутствии заземлений и молниеотводов; неисправность производственного оборудования и нарушения технологического процесса.

Причинами возникновения пожаров при проведении лабораторных и камеральных работ являются: несоблюдение техники противопожарной безопасности; неисправное состояние электропроводки и техники.

Федеральным законом от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [52]. Согласно данному закону помещения, здания и сооружения, в которых предусмотрена система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, оборудуются автоматическими установками пожарной сигнализации и пожаротушения в соответствии с уровнем пожарной опасности помещений.

Автоматические установки пожарной сигнализации, пожаротушения должны быть оборудованы источниками бесперебойного электропитания.

Все работники проходят специальную противопожарную подготовку.

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

Помещение относится к П-Па зоне по пожароопасности. П-Па - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

На производстве могут возникнуть следующие классы пожаров:

- класс «А» - пожары, в которых горят различные твердые вещества и материалы;

- класс «Е» - происшествия, затрагивающие исключительно электроустановки под большим напряжением.

Для каждого класса пожара предназначен свой огнетушитель.

Для быстрой ликвидации возможного пожара при производстве работ располагается стенд с противопожарным оборудованием, который находится в производственном помещении, содержание которого должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004-91 [53].

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

Первичными средствами пожаротушения являются:

- переносные и передвижные огнетушители (например, ОП-3, ОУ-3);

- пожарные краны и средства обеспечения их использования;
- пожарный инвентарь;
- покрывала (противопожарное полотно) для изоляции очага возгорания;
- генераторные огнетушители аэрозольные переносные.

В местах проведения работ и расположения объектов следует иметь первичные средства пожаротушения.

Выводы по разделу

Социальная ответственность является важной и неотъемлемой частью при инженерно-геологических работах. В данном разделе были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, проведен анализ вредных и опасных факторов при полевых, лабораторных и камеральных работах в рамках производства инженерно-геологических изысканий, изучена нормативная документация и предложены мероприятия по снижению влияния опасных и вредных факторов. Также были рассмотрены экологическая безопасность и безопасность в чрезвычайных ситуациях.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Технический план видов и объемов работ по проекту

Целью выполнения инженерно-геологических изысканий является комплексное изучение инженерно-геологических условий участка и разработка проекта для реконструкции участка трассы автомобильной дороги п. Дагомыс-с. Солохаул.

Участок изысканий находится в центральной части Лазаревского района г. Сочи Краснодарского края.

Согласно СП 47.13330.2016 (Таблица Г.1, Приложение Г) инженерно-геологические условия территории оцениваются как сложные III категории [8]. Виды и объемы работ были определены в соответствии с СП 47.1333.2016 [8], СП 446.1325800.2019 [11], а также с учетом типа сооружения, этапа исследований, сложности инженерно-геологических условий. Виды и объёмы

инженерно-геологических изысканий для стадии рабочего проекта приведены в тТаблица 5.1.

Таблица 5.1 – Сводная таблица видов и объемов работ

Наименование работ	Еденица измерения	Объем работ	Примечание	
Рекогносцировка	км	0,5	СП 47.13330.2016	
Топогеодезические работы	скв	17	СП 47.13330.2016	
Буровые работы:				
скважины глубиной 5 м	скв/п.м	7/35,0	РСН 74-88	
скважины глубиной 7 м		2/14,0		
скважины глубиной 8 м		1/8,0		
скважины глубиной 10 м		1/10,0		
скважины глубиной 18 м		4/72,0		
Полевые испытания грунтов:				
определение плотности методом замещения объема (метод лунки)	Определение	20	ГОСТ 28514-90	
испытание натурной сваей	точка	2	ГОСТ 5686-2020	
определение плотности гамма-гамма методом (ГГМ)	точка/м	2	ГОСТ 23061-2012	
Опробование:				
Отбор проб грунта ненарушенного сложения	монолит	30	ГОСТ 12071-2014	
Отбор проб грунта нарушенного сложения	проба	50		
Отбор проб грунта для определения коррозионной агрессивности грунта	проба	24		
Лабораторные исследования:				
определение гранулометрического состава	Определение	70	ГОСТ 12536-2015	
определение природной влажности		80	ГОСТ 5180-2015	
определение влажности на границы текучести и раскатывания		70	ГОСТ 5180-2015	
определение плотность грунта		30	ГОСТ 5180-2015	
определение плотность частиц грунта		70	ГОСТ 5180-2015	
определение показателей прочностных свойств		12	ГОСТ 12248.1-2020	
определение показателей деформационных свойств		12	ГОСТ 12248.4-2020	
определение коэффициента истираемости		30	Методика ДальНИИС	
определение предела прочности на одноосное сжатие		6	ГОСТ 21153.2-84	
определение содержания карбонатов		10	ГОСТ 34467-2018	
определение коррозионной агрессивность грунтов по отношению к бетонам и к арматуре в бетонах		24	СП 28.13330.2017	
определение коррозионной агрессивность грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали		24	ГОСТ 9.602-2016	
определение химического состава воды		6	СП 28.13330.2017	
Камеральные работы		отчет	1	

Ниже производится расчет затраты времени на выполнения работ.

5.2 Затраты времени на выполнение работ

Для планируемых работ инженерно-геологических изысканий установлены нормы времени на выполнение данного объема работ согласно ЕНВиР-И [59], ССН-93 [60].

Для расчета продолжительности работ используется формула:

$$T_{\text{пл}} = \frac{N_{\text{общ}}}{8}, \quad (17)$$

где $T_{\text{пл}}$ – плановое время на вид работ при их выполнении одной бригадой, смена;

8 – количество часов в смене;

$N_{\text{общ}}$ – затраты времени на вид работ, ч.

Рекогносцировочные работы

В ходе инженерно-геологической рекогносцировки изучают:

- геоморфологию участка проведения изысканий;
- геологию участка по имеющимся естественным обнажениям;
- гидрогеологию участка, водопроявления, положение уровня грунтовых вод в колодцах, первичные свойства грунтовых вод;
- экзогенные геологические процессы.

Рекогносцировочные работы производятся инженером-геологом I категории. При объеме работ 0,5 км количество смен на выполнение работ будет 1 смена при 8 часовом рабочем дне.

Топогеодезические работы

Топогеодезические работы проводятся для привязки горных выработок и создания топографического плана, масштаб которого 1:500. Запланирована плано-высотная привязка 15 скважин и 2 испытаний сваей. Работы выполняются инженером-геодезистом I категории. Затраты времени на проведение данного типа работ, представлены в Таблица 5.2.

Таблица 5.2 – Затраты времени на выполнение топогеодезических работ

Вид работ	Единицы измерения	Объем работ	Норма времени смена в ед.изм	Итого	Обоснование
Топогеодезические работы:					
Привязка точек геологоразведочных наблюдений теодолитными ходами точности 1:500	точка	17	0,02	0,34	ССН-93 вып.9 табл.52

На топогеодезические работы одна бригада затратит 0,34 смены.

Буровые работы и опробование

Проходка горных выработок осуществляется с целью:

- 1) установления или уточнения геологического разреза, условий залегания грунтов и подземных вод; определения глубины залегания уровня подземных вод;
- 2) отбора образцов грунтов для определения их состава, состояния и свойств.

Инженерно-геологическое опробование проводят для определения состава, строения, состояния и свойств грунтов, подземных вод и газов.

Буровые работы и опробование грунта осуществляется буровой бригадой в составе мастера буровой установки и помощника бурового мастера, под руководством инженера-геолога I категории. Затраты времени на выполнение буровых работ приведены в Таблица 5.3.

Таблица 5.3 – Затраты времени на выполнение буровых работ

Вид работ	Единицы измерения	Объем работ	Норма времени в ч. на ед.езм (смена на ед.изм)	Итого	Обоснование
Буровые работы:					
Колонковое бурение скважины:					
IV категория	м	85	0,06	5,1	ССН-93 вып.5 табл.10
V категория	м	54	0,09	4,86	

Продолжение таблицы 5.3

Крепление скважин обсадными трубами	м	66	0,044	2,904	ЕНВиР-И II часть 59б
Извлечение из скважины обсадных труб	м	66	0,056	3,696	ЕНВиР-И II часть 59г
Монтаж и демонтаж, и перемещение буровой установки	уст.	15	0,65	9,75	ССН-93 вып.5 табл.104

Продолжительности работ:

$$T_{\text{пл}} = \frac{6,6}{8} = 0,825 \text{ смен.}$$

На буровые работы одна бригада затратит 20,5 смены.

Затраты времени на опробование приведены в Таблица 5.4.

Таблица 5.4 – Затраты времени на выполнение опробования

Вид работ	Единицы измерения	Объем работ	Норма времени в ч. на ед.езм	Итого	Обоснование
Опробование:					
отбор образцов	образец	104	0,664	48,472	ЕНВиР-И II часть 368б
отбор проб воды	проба	6	0,619	3,714	ЕНВиР-И II часть 369а

Продолжительности работ:

$$T_{\text{пл}} = \frac{52,2}{8} = 6,5 \text{ смен.}$$

На опробование одна бригада затратит 6,5 смены.

Полевые работы

В полевые работы входят: определение плотности грунта методом лунки и методом гамма-гамма-каротажа, а также испытания свай. Данные работы выполняются бригадой в составе мастера буровой установки, помощник бурового мастера под руководством инженера геолога I категории. Затраты времени на выполнение полевых работ приведены в Таблица 5.5.

Таблица 5.5 – Затраты времени на выполнение полевых работ

Вид работ	Единицы измерения	Объем работ	Норма времени в ч. на ед.езм	Итого	Обоснование
Полевые работы:					
Гамма-гамма метод (ГГМ)	м	15	0,071	1,065	ЕНВиР-И II часть 1579
Испытание свай:					
монтаж (вдавливание)	количество	2	7,71	15,42	ЕНВиР-И II часть 986а
демонтаж (вдавливание)	количество	2	4,63	9,26	ЕНВиР-И II часть 986б
монтаж (выдергивание)	количество	2	5,35	10,7	ЕНВиР-И II часть 993а
демонтаж (выдергивание)	количество	2	3,19	6,38	ЕНВиР-И II часть 993б
Метод замещения объема (метод лунки)	определение	20	0,7	14	ЕНВиР-И II часть 1679

Продолжительности работ:

Гамма-гамма метод:

$$T_{\text{пл}} = \frac{1,065}{8} = 0,13 \text{ смен.}$$

Испытание свай:

$$T_{\text{пл}} = \frac{41,8}{8} = 5,2 \text{ смен.}$$

Метод замещения объема:

$$T_{\text{пл}} = \frac{14}{8} = 1,75 \text{ смен.}$$

На полевые работы одна бригада затратит 7,08 смены.

Лабораторные работы

Лабораторные исследования грунтов следует выполнять с целью определения их состава, состояния, физических, механических, химических свойств. Работы выполняются инженером-лаборантом I категории, инженером-лаборантом II категории и техником-лаборантом. Затраты времени на выполнение лабораторных работ приведены в Таблица 5.6.

Таблица 5.6 – Затраты времени на выполнение лабораторных работ

Вид работ	Единицы измерения	Объем работ	Норма времени в ч. на ед.езм	Итого	Обоснование
Лабораторные исследования:					
определение гранулометрического состава	Определение	70	0,383	26,81	ЕНВиР-И II часть 1654
определение природной влажности		80	0,126	10,08	ЕНВиР-И II часть 1622
определение влажности на границы текучести и раскатывания		70	0,954	66,78	ЕНВиР-И II часть 1631
определение плотность грунта		30	0,37	11,1	ЕНВиР-И II часть 1627
определение плотность частиц грунта		70	0,339	23,73	ЕНВиР-И II часть 1630
определение показателей прочностных свойств		12	2	24	ЕНВиР-И II часть 1637
определение показателей деформационных свойств		12	1,13	13,56	ЕНВиР-И II часть 1645
определение коэффициента истираемости		30	1,2	36	ЕНВиР-И II часть 1705
определение предела прочности на одноосное сжатие		6	0,25	1,5	ЕНВиР-И II часть 1703
определение содержания карбонатов		10	4,45	44,5	ЕНВиР-И II часть 1811
определение коррозионной агрессивности грунтов по отношению к бетонам и к арматуре в бетонах		24	4,58	82,44	ЕНВиР-И II часть 1807
определение коррозионной агрессивности грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали		24	0,175	3,15	ЕНВиР-И II часть 1831
определение химического состава воды		6	5,49	32,94	ЕНВиР-И II часть 1805

Продолжительности работ:

$$T_{\text{пл}} = \frac{376,6}{8} = 47,1 \text{ смен.}$$

На лабораторные работы один лаборант затратит 47,1 смены, три лаборанта 15,7 смен.

Камеральные работы

Главная задача камеральных работ – составление отчета об инженерно-геологических условиях участка проектируемого строительства, содержащего все сведения, предусмотренные проектом, а также рекомендации по учету влияния инженерно-геологических факторов на проектируемое сооружение.

Данный вид работ выполняется инженером-геологом I категории. Затраты времени на камеральные работы приведены в Таблица 5.7.

Таблица 5.7 – Затраты времени на выполнение камеральных работ

Вид работ	Единицы измерения	Объем работ	Норма времени в ч. на ед.езм	Итого	Обоснование
Камеральные работы:					
составление каталога выработок	10 выработок	1,5	0,523	0,7845	ЕНВиР-И II часть 1833
составление литологических колонок по выработкам в масштабе 1:100	1 дм ²	27,8	0,217	6,0326	ЕНВиР-И II часть 1840
нанесение на готовый топографический план выработок	10 точек	1,5	0,258	0,387	ЕНВиР-И II часть 1843
нанесение линий геологический разрезов на план	1 разрез	5	0,072	0,36	ЕНВиР-И II часть 1848
составление геологический разрезов при вертикальном масштабе 1:100	1 дм ²	55,6	0,3	16,68	ЕНВиР-И II часть 1867
нанесение условным обозначений и прочих данных	условный знак	150	0,045	6,75	ЕНВиР-И II часть 1874
вычисление грунтовых характеристик при помощи вспомогательных таблиц	1 вычисление	561	0,012	6,732	ЕНВиР-И II часть 1910
посчет всех видов агрессивности воды по действующим условиям и нормам	1 анализ	6	0,312	1,872	ЕНВиР-И II часть 1903

Продолжительности работ:

$$T_{пл} = \frac{39,6}{8} = 5 \text{ смен.}$$

На камеральные работы один инженер затратит 5 смен.

На проведение всех видов работ потребуется около 57 полных смен.

В Таблица 5.8 представлена диаграмма Ганта. Данная диаграмма отражает все этапы и виды работ, их общую продолжительность по периодам выполнения.

Таблица 5.8 – Диаграмма Ганта

Виды работ	сут.	Продолжительность выполнения работ		
		1.06-30.06	01.07-31.07	01.08-25.07
Проектно-сметные	15	■		
Подготовительные	4		■	
Организационные	11		■	
Полевые	35		■	
Лабораторные	16			■
Камеральные	5			■

В Таблица 5.9 представлен поэтапный календарный план проведения работ.

Таблица 5.9 – Календарный план проведения работ

Виды работ	Дата
Проектно-сметный	1 июня 2022 г. по 15 июня 2022 г.
Подготовительный	16 июня 2022 г. по 19 июня 2022 г.
Организационный	20 июня 2022 г. по 30 июня 2022 г.
Полевые работы	1 июля 2022 г. по 4 августа 2022 г.
Лабораторные работы	5 августа 2022г. по 20 августа 2022г.
Камеральные работы	21 августа 2022 г. по 25 августа 2022 г.

5.3 Расчет сметной стоимости

Смета составлена на основании видов и объемов инженерно-геологических работ, запроектированных под реконструкцию автомобильной дороги. Стадия проектирования: рабочий проект.

Стоимость инженерно-геологических работ по справочнику базовых цен (1999 г.) на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1991 г.) [61] и сборнику цен на изыскательские работы для капитального строительства. Раздел «Геофизические изыскания» [62]. Таблица 5.10 расчетов представлена ниже.

При расчете сметной стоимости используются следующие коэффициенты:

$K=56,40$ – инфляционный коэффициент к итогу сметной стоимости согласно письму Минстроя России от 29.04.2022 N 19281-ИФ/09. Период, на

который установлены индексы изменения сметной стоимости строительно-монтажных, проектных и изыскательских работ II квартал 2022 года; [71]

накладные расходы – 20 % от суммы основных расходов;

плановые накопления – 10 % от суммы основных расходов;

коэффициент к итогу сметной стоимости изысканий – 1,1.

Таблица 5.10 – Расчет сметной стоимости

СМЕТА						
на выполнение инженерно-геологических изысканий						
Наименование объекта:		автомобильная дорога IV п. Дагомыс-с. Солохаул, г. Сочи, Краснодарский край				
№ п/п	Наименование видов работ	Обоснование стоимости	Единица измерения	Объем	Расценка	Стоимость
Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства, ГОССТРОЙ РФ, 1999г.						
Раздел I. Полевые работы						
1	Инженерно-геологическая рекогносцировка при удовлетворительной проходимости, III категория сложности	табл.9 §2	1 км маршрута	0.5	0.5*36.0	18,0
2	Бурение скважины на склоне диаметром до 160 мм, глубиной до 15 м IV категории V категории	табл.17 §1	1 м	20.4	20.4*45.6*1.1	1023,3
			1 м	12.6	12.6*47.9*1.1	663,9
3	Бурение скважины диаметром до 160 мм, глубиной до 15 м IV категории V категории	табл.17 §1	1 м	13.2	13.2*45.6	601,9
			1 м	20.8	20.8*47.9	996,3
4	Бурение скважины диаметром до 160 мм, глубиной св.15 до 25 м IV категории V категории	табл.17 §2	1 м	51.4	51.4*41.0	2107,4
			1 м	20.6	20.6*43.4	894,0
5	Гидрогеологические наблюдения при бурении скважины диаметром до 160 мм глубиной до 15 и св. 15 до 25 м(измерение уровня, обор проб воды на химический анализ)	табл.18 §1	1 м	139.0	139.0*1.6	222,4
7	Крепление скважины при бурении диаметром до 160 мм глубиной до 15 и св. 15 до 25 м	табл.18 §4	1 м	66.0	66.0*2.1	138,6

Продолжение таблицы 5.10

8	Испытания грунтов статической вдавливающей нагрузкой на сваи с последующим испытанием выдергивающей нагрузкой	табл.51 §6	1 испытание	2	2*562*0.8*0.85	764,3
9	Отбор образцов с глубины до 10 м из буровых скважин (связные грунты) скальные породы	табл.57 §1	1 образец	55	55*22.9	1259,5
			1 образец	6	6*22.9*0.7	96,2
10	Отбор образцов с глубины св. 10 до 20 м из буровых скважин (связные грунты) скальные породы	табл.57 §2	1 образец	39	39*30.6	1193,4
			1 образец	4	4*30.6*0.7	85,68
11	Плановая и высотная привязка при расстоянии между геологическими выработками или точками до 50 м	табл.93 §1	1 выработка (точка)	15	15*10.8	162
11	Плановая и высотная привязка при расстоянии между геологическими выработками или точками св. 250 до 350 м	табл.93 §4	1 выработка (точка)	2	2*29.9	59,8
12	Гамма-гамма метод (ГГМ)	табл.280 §8	1 м	15	15*1.3	19,5
13	Метод замещения объема (метод лунки)		1 определение	20		договорная
14	Итого по разделу I					10306,2
15	Расходы по внутреннему транспорту	табл.4 §1	7.5 % от 10306.2			772,96635
16	Расходы по внешнему транспорту	табл.5 §2	15.4 % от 11079.2			1706,19439
17	Организация и ликвидация работ	п. 13 общ.ук	6 % от 11079.2			664,752
Всего по разделу I						13450,1
Раздел II. Лабораторные работы						
18	влажность глинистых грунтов	табл.62 §1	1 образец	70	70*4.0	280
19	влажность скальных грунтов	табл.67 §1	1 образец	10	10*1.9	19
20	плотность влажного грунта методом гидростатического взвешивания с парафинированием для глинистых грунтов	табл.62 §3	1 образец	20	20*5.7	114
21	плотность влажного грунта методом гидростатического взвешивания с парафинированием для скальных грунтов	табл.67 §2	1 образец	10	10*6.0	60
22	консистенция при нарушенной структуре	табл.63 §3	1 образец	70	70*18.2	1274

Продолжение таблицы 5.10

23	плотность частиц грунта пикнометрическим методом	табл.62 §5	1 образец	70	70*7.2	504
24	гранулометрический состав ситовым методом	табл.64 §7	1 образец	70	70*6.7	469
25	опробование на карбонатность скальных грунтов	табл.67 §5	1 образец	10	10*0.5	5
26	предел прочности при сжатии	табл.67 §9	1 образец	6	6*1.8	10,8
27	компрессионные испытания связных грунтов	табл.62 §30	1 образец	12	12*14.0	168
28	сопротивление срезу связных грунтов	табл.62 §29	1 образец	12	12*22.3	267,6
29	коэффициент истираемости	табл.76 §30	1 проба	30	30*11.3	339
30	коррозионная активность грунтов и грунтовых вод по отношению к бетону	табл.75 §5	1 проба	30	62*25.4	762
31	коррозионная активность грунтов по отношению к стали	табл.75 §4	1 проба	24	24*18.2	436,8
32	стандартный (типовой) анализ воды	табл.73 §2	1 проба	6	6*67.3	403,8
Всего по разделу II						5113
Раздел III. Камеральные работы						
33	сбор, изучение и систематизация материалов изысканий прошлых лет, III категории сложности:	табл.78				
	по горным выработкам	§1	1 м выработки	219.5	219.5*10.8	2370,6
	по цифровым показателям	§2	10 цифровых значений	11.8	11.8*4.3	50,74
34	составление программы производства работ, III категории сложности	табл.81 §2	1 программа	1	1*500*1.4	700
35	камеральная обработка материалов буровых и горнопроходческих работ, гидрогеологические наблюдения, III категория сложности	табл.82 §2	1 м выработка	139.0	139*10.7	1487,3
36	камеральная обработка полевого испытания грунтов статической нагрузкой на сваю	табл.83 §7	1 испытание	2	2*104.2	208,4
37	камеральная обработка комплексных исследований и отдельных определений физико-механических свойств грунтов:	табл.86				
	глинистых	§1		20 % от 3415.6		683,12
	скальных	§3		10 % от 94.8		9,48

Продолжение таблицы 5.10

38	камеральная обработка химического состава воды	табл.86 §5	15 % от 403.8			60,57
39	камеральная обработка определения коррозионной активности грунтов и воды	табл.86 §8	15 % от 1198.8			179,82
40	камеральная обработка гамма-гамма метода	гл.16 камер. геофиз.раб.	30 % от 19.5			5,85
41	камеральная обработка инженерно-геологической рекогносцировки при удовлетворительной проходимости, III категория сложности	табл.9 §2	1 км маршрута	0.5	0.5*24.4	11,7
42	составление отчета, III категории сложности	табл.87 §2	1 отчет	5767.58	5767.58*0.22*0.9*1.2	1370,37701
Всего по разделу III						7138,0
Итого сметная стоимость работ						25701,1
Итого сметная стоимость работ с учетом районного коэффициента (п.8 д общ.ук.) К=1,1						28271,2
Итого по смете с учетом инфляц.индекса 56.40						1594495,48
Накладные расходы						318899,1
Плановые накопления						159449,548
С учетом НДС 20 %						2487412,95
Составил:		Спиридонова И.А.				

Согласно сметному расчету, стоимость комплекса инженерно-геологических изысканий составит 2 487 412,95 рублей (два миллиона четыреста восемьдесят семь тысяч четыреста двенадцать рублей девяносто пять копеек), с учетом НДС.

Заключение

В данном дипломном проекте были рассмотрены инженерно-геологические условия центральной части Лазаревского района г. Сочи и составлен проект инженерно-геологических изысканий для реконструкции автомобильной дороги п. Дагомыс – с. Солохаул, общей протяженностью участка трассы 0,5 км.

В процессе проектирования был сделан обзор, анализ и оценка ранее проведенных работ и литературы, на основе которых была выполнена характеристика инженерно-геологических условий участка работ, а также характеристика природных условий изучаемой территории. Были изучены состав, состояние и свойства грунтов, в результате чего было выделено 5 ИГЭ и 3 слоя, для каждого инженерно-геологического элемента и слоя представлены нормативные и расчетные характеристики их физико-механических свойств.

Была определена сфера взаимодействия сооружений с геологической средой, на основе которой были запроектированы виды и объемы работ.

Для прогноза устойчивости изменения инженерно-геологических условий проведен анализ устойчивости оползневого склона с использованием расчетных методов, предоставлены рекомендации по противооползневым мероприятиям и запроектированы виды и объемы работ для противооползневого сооружения – подпорной стенки.

Работы будут выполнены в течении 57 календарных дней, в период с 1 июня по 25 августа 2022 года. Согласно сметному расчету, стоимость комплекса инженерно-геологических изысканий составит 2487412,95 рублей (два миллиона четыреста восемьдесят семь тысяч четыреста двенадцать рублей девяносто пять копеек), с учетом НДС.

Список литературы

Фондовая литература

1. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям для разработки проектной и рабочей документации на капитальный ремонт автодороги по объекту: «Автомобильная дорога п. Дагомыс - с. Солохаул, км 15+560 в городе-курорте Сочи», 2018 г.

Нормативная литература

2. СП 131.13330.2020 Строительная климатология СНиП 23-01-99*.
3. СП 115.13330.2016 Геофизика опасных природных воздействий. Актуализированная редакция СНиП 22-01-95.
4. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81* (с Изменением N 2).
5. ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
6. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями N 1, 2, 3, 4).
7. СП 28.13330.2017 "Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85" (с Изменениями N 1, 2, 3).
8. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96 (с Изменением N 1).
9. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003 (с Изменением N 1).
10. СП 381.1325800.2018 Сооружения подпорные. Правила проектирования.
11. СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ.

12. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
13. ГОСТ 28514-90 (СТ СЭВ 6016-87) Строительная геотехника. Определение плотности грунтов методом замещения объема.
14. ГОСТ 23061-2012 Грунты. Методы радиоизотопных измерений плотности и влажности (Переиздание).
15. СП 24.13330.2021 СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты.
16. ГОСТ 5686-2020 Грунты. Методы полевых испытаний сваями (с Поправками).
17. ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация.
18. РСН 74-88 Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству буровых и горнопроходческих работ.
19. ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
20. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
21. ГОСТ 21153.2-84 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии (с Изменениями N 1, 2,).
22. ГОСТ 12248.4-2020 Грунты. Определение характеристик деформируемости методом компрессионного сжатия.
23. ГОСТ 12248.1-2020 Грунты. Определение характеристик прочности методом одноплоскостного среза (с Поправкой).
24. ГОСТ 34467-2018 Грунты. Метод лабораторного определения содержания карбонатов.
25. ГОСТ 9.602-2016 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии (с Поправками).
26. ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.

27. ГОСТ 26425-85 Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке.
28. ГОСТ 26426-85 Почвы. Методы определения иона сульфата в водной вытяжке.
29. ГОСТ 21.302-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям (Переиздание).
30. Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022).
31. ПБ 08-37-2005 «Правила безопасности при геологоразведочных работах».
32. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
33. ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
34. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Поправками).
35. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
36. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
37. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.

38. ГОСТ 31192.2-2005 (ИСО 5349-2:2001) Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Требования к проведению измерений на рабочих местах.

39. ГОСТ 31319-2006 (ЕН 14253:2003) Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Требования к проведению измерений на рабочих местах.

40. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* (с Изменениями N 1, 2).

41. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля (с Изменением N 1, с Поправкой).

42. МР 2.2.9.2311-07 Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности.

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

44. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1).

45. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

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

47. ГОСТ 12.4.026-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний (с Поправками, с Изменением N 1).

48. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (с Поправкой).

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

50. ГОСТ 17.1.3.02-77 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Правила охраны вод от загрязнения при бурении и освоении морских скважин на нефть и газ (с Изменением N 1).

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

52. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 N 123-ФЗ.

53. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1).

Опубликованная литература

54. Объяснительная записка к государственной геологической карте Российской Федерации К-37-IV (Сочи). Издание второе. Серия Кавказская, масштаб: 1:200000, серия: Кавказская, составлена: ГНЦ ФГУГП Южморгеология, ФГУГП Кавказгеолсъёмка, 1999 г., редактор(ы): Пруцкий Н.И., 98 с.

55. Методика оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем и пылеватых и глинистых грунтов с крупнообломочными включениями: нормативно-производственное издание. Жарикова М.А. - М.: Стройиздат, 1999. - 24 с.

56. Основы гидрогеологии и инженерной геологии: учебное пособие / сост.: А.В. Леонова; Томский политехнический университет. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 149 с.

57. К курсовой работе по дисциплине "Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты: методические указания. Лапина Н.П. - М.: Московский государственный автомобильно-дорожный институт, 1993. - 39 с.

58. Справочник по бурению инженерно-геологических скважин. Б.М. Ребрик – М.: Недра, 1983-288 с.

59. Единые нормы времени и расценки на изыскательские работы. Ч. II. Инженерно-геологические изыскания / Госстрой СССР, Госкомтруд СССР, ВЦСПС. — 2-е изд., доп. и исправл. Лыкошин Л.Г. — М.: Стройиздат, 1983, — 440 с.

60. ССН-93 «Сборник сметных норм»-М.: 1993».

61. Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства/Госстрой России. — М. ПНИИС Госстроя России, 1999 г.

62. Сборник цен на изыскательские работы для капитального строительства. Раздел «Геофизические изыскания». — М. 1982 г.

Электронный ресурс

63. Лазаревский район [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Лазаревский_район (Дата обращения: 12.02.2022).

64. Лазаревский район г. Сочи [Электронный ресурс]. URL: <http://library-lazar.ru/lazarevskij-rajon-g-sochi.html> (Дата обращения: 12.02.2022).

65. Государственная геологическая карта России. Лист К-37-IV [Электронный ресурс]. URL: http://www.geolkarta.ru/list_200.php?idlist=K-37-IV (Дата обращения: 09.02.2022).

66. Научно-исследовательский геологический институт [Электронный ресурс]. URL: https://vsegei.ru/ru/info/gisatlas/yfo/krasnodarsky_kray/index.php (Дата обращения: 01.05.2022).

67. Бурова установка ББУ 000 «Опенок» (изыскания) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.geomash.ru> (Дата обращения: 10.05.2022).

68. Коронка М-5 [Электронный ресурс]. URL: http://sdi.ru/bur_instr/m-5/koronka-m-5-d-112-mm/ (Дата обращения: 10.05.2022).

69. Конус Васильева [Электронный ресурс]. URL: https://www.kip-partner.ru/goods/95332857-balansirny_konus_vasileva_kbv (Дата обращения: 14.02.2022).

70. Барабан полочный [Электронный ресурс]. URL: https://pribori24.ru/prod/baraban-polochnyj-kp-123/baraban-polochnyj-kp-123_3/ (Дата обращения: 14.02.2022).

71. Справочная информация: «Индексы изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексы изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ для строительства» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_39473/ (дата обращения: 08.05.2022).