

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

Школа природных ресурсов
 Специальность : 21.05.02
 Отделение школы (НОЦ) : отделение геологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Инженерно-геологические изыскания под строительство подъездной дороги от автомобильной дороги Илатово-Золотаревка-Добровольное к п. Правосогорлыкский (Труновский район, Ставропольский край)
УДК 624.131.1:625.711(470.63)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Лялина Екатерина Сергеевна	<i>Лялина</i>	1.06.2019

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Строкова Л.А.	д. т. - м.н.	<i>Строкова</i>	3.06.2019

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бракоренко Н.Н.	к.т. - м.н.	<i>Н.Н. Бракоренко</i>	3.06.19

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Трубникова Н.В.	д.и.н., доцент	<i>Трубникова</i>	3.06.2019

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Белоенко Е.В.	к.т.н.	<i>Белоенко</i>	22.02.19

По разделу «Буровые работы»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шестеров В.П.		<i>Шестеров</i>	25.05.19

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Кузеванов К.И.	к.т. - м.н.	<i>Кузеванов</i>	07.06.2019

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	<u>Фундаментальные знания:</u> Применять базовые и специальные математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения комплексных инженерных проблем.
P2	<u>Инженерный анализ:</u> 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.
P3	<u>Инженерное проектирование:</u> Выполнять комплексные инженерные проекты технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P4	<u>Исследования:</u> Проводить исследования при решении комплексных инженерных проблем в области прикладной геологии, включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.
P5	<u>Инженерная практика:</u> Создавать, выбирать и применять необходимые ресурсы и методы, современные технические и ИТ-средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом возможных ограничений.
P6	<u>Специализация и ориентация на рынок труда:</u> Демонстрировать компетенции, связанные с поисками и разведкой подземных вод и инженерно-геологическими изысканиями.
Универсальные компетенции	
P7	<u>Проектный и финансовый менеджмент:</u> Использовать базовые и специальные знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления комплексной инженерной деятельностью.
P8	<u>Коммуникации:</u> Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты деятельности.
P9	<u>Индивидуальная и командная работа:</u> Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных проблем.
P10	<u>Профессиональная этика:</u> Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения комплексной инженерной деятельности.
P11	<u>Социальная ответственность:</u> 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.
P12	<u>Образование в течение всей жизни:</u> Осознавать необходимость и демонстрировать способность к самостоятельному обучению и непрерывному профессиональному совершенствованию.

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

 07.06.19г. Кузеванов К.И.
 (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
3-213Б	Лялина Екатерина Сергеевна

Тема работы:

Инженерно-геологические изыскания под строительство подъездной дороги от автомобильной дороги Ипатово-Золотарёвка-Добровольное к п. Правоегорлыкский (Труновский район, Ставропольский край)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	13.05.2019 3635/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

	01.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

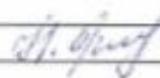
Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Фактический фондовый материал изысканий организации ОАО «Сибгипротранс», опубликованная литература, нормативные документы, материалы производственной работы автора.
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>В общей части привести общие сведения о районе исследований, рассмотреть природные условия Ставропольского края, климат, геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия. В специальной части рассмотреть инженерно-геологические условия участка проектируемых работ. В проектной части разработать проект изысканий для строительства подъездной автодороги. Определить основные виды и объемы работ, изложить методику их проведения.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фрагмент карты четвертичных отложений Ставропольского края и геологический разрез по линии А3-А4-А5 2. Карта инженерно-геологических условий 3. Инженерно-геологический разрез по линии I-I 4. Расчетная схема оснований 5. Геолого-технический наряд на бурение геологической скважины

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Трубникова Н.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Белоенко Е.В.</p>
<p>Буровые работы</p>	<p>Шестеров В.П.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p> </p>	
<p> </p>	
<p> </p>	

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Строкова Л.А.	д.г.-м.н.		
ст. преподаватель	Бракоренко Н.Н.	к.г.-м.н.		3.06.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213 Б	Лялина Е.С.		3.06.19

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «БУРОВЫЕ РАБОТЫ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-213Б	Лялина Екатерина Сергеевна

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

Тема ВКР:

Инженерно-геологические условия территории морского порта «Суходол» и проект инженерно-геологических изысканий под строительство административного здания (Шкотовский район, Приморский край)	
Исходные данные к разделу «Буровые работы»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: Инженерно-геологические изыскания под строительство подъездной дороги от автомобильной дороги Ипатово-Золоторевка-Добровольное к п. Правоегорлыкский Область применения: для проектирования и строительства автодороги и мостового перехода.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Геолого-технические условия бурения	Отмечается количество проектируемых скважин и глубина бурения, описание геологического разреза участка, классификация горных пород по буримости
2. Выбор конструкции скважины	В зависимости от глубины бурения, особенностей геологического разреза, вида и характера использования скважин производится выбор типовой конструкции скважины. Выбор типа скважин по назначению.
3. Выбор способа бурения	Способ бурения инженерно-геологических скважин выбирается с учетом свойств проходимых грунтов, назначения, глубины скважин.
4. Выбор буровой установки и технологического инструмента	В соответствии со способом бурения и конструкцией скважины осуществляется выбор буровой установки, приводится техническая характеристика установки. Выбор породоразрушающего инструмента в зависимости от свойств горных пород. Отмечается интервал закрепления стенок скважины обсадными трубами при наличии неустойчивых пород.
5. Технология бурения	Характеристика и особенности способа бурения. Указываются параметры режима бурения, скорость и производительность.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
Геолого-технический наряд на бурение наблюдательной инженерно-геологической скважины глубиной : 30м.	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шестеров В.П.		<i>Шестеров</i>	25.05.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Лялина Е.С.	<i>Лялина</i>	25.05.19

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-213Б	Лялиной Екатерине Сергеевне

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения»:	
1. Стоимость ресурсов инженерных решений (ИР): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.	<p>Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по Ставропольскому краю, оклады в соответствии с положением об оплате труда ОАО "Сибгипротранс"</p> <p>Материально-технические ресурсы: 31174, 22</p> <p>Информационные ресурсы: фондовая литература</p> <p>Человеческие ресурсы: 5 человек</p>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов.	<p>Норма амортизации - 15%</p> <p>20% накладные расходы</p> <p>1,3 % районный коэффициент</p>
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.	<p>Ставка налога на прибыль 20%</p> <p>Страховые взносы 30%</p> <p>Налог на добавленную стоимость 20 %</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения ИР с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Произведен предпроектный анализ. Определен целевой рынок и произведено его сегментирование. Выполнен FAST, SWOT-анализ проекта.
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	Определены цели и ожидания, требований проекта. Определены заинтересованные стороны и их ожидания.
3. Планирование процесса управления ИР: структура и график проведения, бюджет, риски.	Составлен календарный плана проекта. Определен бюджет ИР

4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективностей.	Произведена оценка экономической эффективности существующего и альтернативного проекта
---------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Н.В.	д.и.н. доцент		3.06.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Лялина Е.С.		3.06.19

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-213Б	Лялиной Екатерине Сергеевне

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

Тема ВКР:

Инженерно-геологические изыскания под строительство подъездной дороги от автомобильной дороги Ипатово-Золотаревка-Добровольное к п. Правоегорлыкский (Труновский район, Ставропольский край)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Участок проектируемого подъезда к пос. Правоегорлыкский расположен в Ставропольском крае, в Труновском районе. Область применения: для проектирования и строительства автодороги и моста через канал.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Конституция РФ ТК РФ ГОСТ 12.2.032-78 ГОСТ 17.1.3.06-82 ГОСТ 17.1.3.02-77 ГОСТ 17.4.3.04-85 НПБ 105-03 ГОСТ Р 12.1.019-2009
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> – отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; – превышение уровней шума и вибрации; – тяжесть физического труда; – отклонение показателей микроклимата в помещении, – недостаточная освещенность рабочей зоны; – монотонность труда. – движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; – вероятность поражения электрическим током.
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы, выхлопные газы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы, утечка

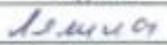
	<p>горючесмазочных материалов);</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, нарушение естественного залегания пород); – решение по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Перечень возможных ЧС на объекте:</p> <p><i>техногенного характера</i> – пожары и взрывы в зданиях, транспорте.</p> <p><i>Природного характера</i> – землетрясения.</p> <p>Выбор наиболее типичной ЧС: - пожар;</p> <ul style="list-style-type: none"> – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.02.19
------------------------------------------------------	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Е. В.	к.т.н		22.02.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Лялина Е.С.		22.02.19

Реферат

Выпускная квалификационная работа 111 с., рисунков 12, 60 таблиц и 5 листов графического материала.

Ключевые слова: инженерно-геологические изыскания, грунты, проект изысканий, объемы и виды работ, инженерно-геологические условия, смета.

Объектом исследования является – инженерно-геологические условия под строительство автомобильной дороги и мостового перехода через канал Правоегорлыкский на территории Ставропольского края, Труновского района.

Цель работы – комплексное изучение инженерно-геологических условий участка, изучения состава, состояния и свойств грунтов, геологических процессов и явлений и обоснования оптимальных видов работ, их объемов и методики изысканий для получения достоверности инженерно-геологической информации.

В результате исследования, обоснованы необходимые виды и объемы работ, составлена смета на выполнение работ.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word, с помощью ET Excel, а так же Autodesk AutoCAD 2017.

Содержание

Введение	4
1. Общая часть. Природные условия района строительства.....	6
1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика.....	6
1.1.1 Рельеф	6
1.1.2 Климатическая характеристика	6
1.1.3 Гидрография.....	11
1.2 Изученность инженерно-геологических условий.....	12
1.3 Геологическое строение	12
1.4 Гидрогеологические условия	17
1.4 Характеристика инженерно-геологических условий.....	19
2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ	22
2.1 Рельеф участка.....	22
2.2. Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости	22
2.3. Физико-механические свойства грунтов	23
2.3.1. Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-2011) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522-2012).....	23
2.3.3. Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов	30
2.4. Гидрогеологические условия	36
2.5 Геологические процессы и явления на участке	37
2.6. Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка.....	44
2.7. Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации сооружений.....	45
3. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ. ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКЕ	46
3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемой основания. Задачи изысканий	46
3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ	48
3.2.2 Инженерно-геологическая рекогносцировка.....	49
3.2.3 Топогеодезические работы.....	49
3.2.4 Буровые работы	49
3.2.5 Гидрогеологические работы.....	51
3.2.6 Статическое зондирование.....	51
3.2.5 Опробование	52
3.2.6 Лабораторные работы.....	52
3.2.7 Камеральные работы	53
3.3 Методика проектируемых работ.....	54
3.3.1 Рекогносцировка и топогеодезические работы	54
3.3.2 Буровые работы	55
3.3.3 Выбор буровой установки (бурового оборудования).....	55
3.3.5 Опробование	63
3.3.6 Лабораторные исследования грунтов	64
3.3.7 Камеральные работы.....	72
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	73
4.1 Техническое задание на производство инженерно-геологических изысканий и объем проектируемых работ	73
4.1 Анализ конкурентных технических решений.....	75
4.2 График выполнения проекта	80
4.3 Бюджет научного исследования	83
4.4 Рентабельность.....	88

4.5 Оценка сравнительной эффективности исследования	91
4.6 Реестр рисков проекта.....	93
5 Социальная ответственность при инженерно-геологических изысканиях.....	95
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	96
5.2 Производственная безопасность	97
5.3 Анализ выявленных вредных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия.....	98
5.4 Анализ выявленных опасных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия.....	102
5.5 Экологическая безопасность.....	104
5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	105
Заключение	107
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ	108

Введение

Тема дипломного проекта «Инженерно-геологические изыскания под строительство подъездной дороги от автомобильной дороги Ипатово-Золотарёвка-Добровольное к п. Правоегорлыкский (Труновский район, Ставропольский край)».

Целью работы является изучение инженерно-геологических условий участка проектируемой автодороги и строительства моста через канал «Правоегорлыкский».

Задачи:

- оценка инженерно-геологических условий участка проектируемого строительства, включающая рельеф и геоморфологические условия, данные о грунтовом строении, гидрогеологических условиях, состоянии и свойствах грунтов, химическом составе подземных вод и грунтов, их коррозионной агрессивности к конструкциям, выявление наличия и состояния современных физико-геологических процессов и явлений, и изменений условий освоенных (застроенных) территорий,

- составление прогноза возможных изменений инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия проектируемых объектов с геологической средой на основании как имеющихся фондовых и архивных материалов, так и выполняемых полевых, лабораторных и камеральных работ, с целью получения необходимых и достаточных материалов для проектирования (строительства).

Для комплексной оценки инженерно-геологических условий участка строительства автомобильной дороги проектом предусмотрено выполнение следующего комплекса работ:

- рекогносцировочное обследование;
- буровые работы;
- опробование грунтов и воды;
- полевые испытания грунтов методом статического зондирования на площадке мостового перехода;
- лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов
- камеральные работы.



— ось проектируемой автодороги

Рисунок 1.1 – Обзорная схема

1. Общая часть. Природные условия района строительства

1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика

1.1.1 Рельеф

Рассматриваемая территория находится в пределах Ставропольской возвышенности и характеризуется сложным долинно-балочным расчленением с преобладающим радиально-коленчатым направлением речной сети. Истоки главных ставропольских рек — Калаус и Егорлык — лежат на южном крае возвышенности, а их водораздел несколько смещен к западу, на Ставропольские высоты. Восточный склон возвышенности расчленяется левыми притоками Кумы, истоки которых лежат на Прикалаусских высотах. Для главных рек Ставропольской возвышенности характерно одностороннее развитие притоков: у Егорлыка развиты правые притоки, у Калауса — левые, [66].

1.1.2 Климатическая характеристика

Территория Ставропольского края относится к умеренно континентальному климату. Средняя температура января минус 2,9°С, июля - 22,1°С. Осадков выпадает 545 мм в год.

Климатические характеристики района проектирования приведены по данным метеостанции Светлоград, расположенной в 50 км на юго-восток от проектируемого объекта, недостающие данные взяты по метеостанции Ставрополь, расположенной в 70 км на юго-запад, а также на основании следующих материалов:

- СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» Актуализированная редакция[38];

- Научно-прикладной справочник по климату СССР Серия 3 Части 1-6 Выпуск 13.

Атмосферная циркуляция

По географическому положению рассматриваемая территория находится под воздействием различных по физическим свойствам и происхождению воздушных масс: холодных из Арктики, морских с Атлантики, сухих из Казахстана, тропических со Средиземного бассейна.

Начало зимних синоптических процессов связано с вторжением воздуха из Арктики. Увеличивающаяся повторяемость этих вторжений вызывает резкие похолодания и морозы. С установлением зимы преобладает влияние западного отрога сибирского антициклона, который обеспечивает интенсивное выхолаживание, низкие температуры и холодные ветры восточной составляющей. Сибирский антициклон нередко пополняется антициклонами, продвигающимися главным образом из Арктики.

Затоки воздуха из Атлантики, Средиземного и Черного морей приносят значительные осадки, гололеды и метели.

Температура воздуха

В среднем за год температура воздуха - положительная и составляет 9,4⁰С. Самым холодным месяцем является январь, а наиболее теплым – июль. Их среднемесячная температура соответственно равна минус 2,9⁰С и 22,1⁰С. Абсолютный минимум равен минус 31⁰С, а абсолютный максимум 40⁰С.

Таблица 1.1.2.1 - Средняя месячная и годовая температура воздуха, ⁰С
(СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»)

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ставрополь	-2,9	-2,4	2,2	9,8	15,0	19,0	22,1	21,4	16,2	9,8	3,7	-0,7	9,4

Таблица 1.1.2.2 - Абсолютный максимум и минимум температуры воздуха, ⁰С
(Справочник по климату СССР, части 1-6, выпуск 13)

м/ст Ставрополь - максимум	40 ⁰ С	1948г.
м/ст Ставрополь - минимум	-31 ⁰ С	1907г.,1924г.

Таблица 1.1.2.3 - Даты наступления среднесуточных температур воздуха и количество дней с температурой, превышающей эти пределы м/ст Ставрополь

Характеристика	0 ⁰	5 ⁰	10 ⁰	15 ⁰	20 ⁰
Начало	20.II	24.III	17.IV	12.V	13.VI
Окончание	8.XII	11.XI	19.X	24.IX	17.VIII
Продолжительность (дни)	285	233	186	136	66

Глубина промерзания грунтов

Глубина промерзания грунтов определена на основании СП 22.13330.2011 п.5.5.3 «Основания зданий и сооружений» и приведена в таблице 2.3.4.

По м/ст Ставрополь М_t=- 6⁰С.

Таблица 1.1.2.4 – Глубина промерзания грунтов, м

Метеостанция	Суглинки и глины,м	Супеси, пески мелкие и пылеватые,м	Пески гравелистые, крупные и средней крупности,м	Крупнообломочные грунты,м
Ставрополь	0,56	0,69	0,73	0,83

Влажность воздуха

Годовой ход абсолютной влажности аналогичен ходу температуры воздуха. Наименьшие значения ее наблюдается зимой в январе, наибольшие в июле.

Наиболее высокая относительная влажность вследствие низких температур наблюдается в январе (83%). Минимальные значения относительной влажности приходятся на август (58%).

Таблица 1.1.2.5- Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха, %

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ставрополь	82	82	79	66	64	60	59	58	65	74	81	83	71

Таблица 1.1.2.6 - Среднее месячное и годовое парциальное давление водяного пара, гПа

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ставрополь	4,2	4,3	5,3	7,6	11,2	13,5	14,8	14,1	11,5	8,7	6,6	5,0	8,9

Осадки

Рассматриваемая территория относится к зоне недостаточного увлажнения.

Среднее количество осадков составляет 653 мм, с максимумом апрель-октябрь – 457 мм и минимумом – 196 мм за ноябрь-март. Из общего количества осадков 15% приходится на твердые (снег), 77% на жидкие и 8% на смешанные. Суточный максимум осадков по м/ст Ставрополь составляет 102 мм.

Таблица 1.1.2.7 – Среднее месячное и годовое количество осадков, мм
(Справочник по климату СССР, части 1-6, выпуск 13)

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ставрополь	35	30	37	53	74	93	79	56	56	46	47	47	653

Снежный покров

Устойчивый снежный покров образуется в среднем 28 декабря. Средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова 20 февраля, схода снежного покрова – 28 марта.

Средняя высота снежного покрова за зиму составляет 8,9 см, наибольшая – 85 см.

Ветер

На исследуемой территории зимой и летом преобладают ветры восточного направления. Средняя годовая скорость ветра составляет 4,0 м/сек. Самый сильный ветер весной - 5 м/сек, летом - 3,2 м/сек. Максимальная скорость ветра достигает 40 м/сек.

Таблица 1.1.2.8 - Средняя месячная и годовая скорость ветра, м/сек
м/ст Ставрополь

Высота флюгера, м	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
11,0	4,0	4,5	5,0	4,9	4,2	3,6	3,3	3,2	3,3	3,8	4,4	3,9	4,0

Таблица 1.1.2.9 - Максимальная скорость ветра по флюгеру и анеморумбометру, м/сек

м/ст Ставрополь

Хар-ка	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Скорость	40ф	40ф	40ф	40ф	28ф	34ф	18ф	20ф	24ф	28ф	28ф	28ф	40ф
Порыв							24ф			35ф	30ф		

Таблица 1.1.2.10 - Повторяемость направления ветра и штилей, %

Период	С	ССВ	СВ	ВСВ	В	ВЮВ	ЮВ	ЮЮВ	Ю	ЮЮЗ	ЮЗ	ЗЮЗ	З	ЗСЗ	СЗ	ССЗ	Штиль
Год	1.9	1.4	2.8	3.8	11.9	7.1	9.3	3.5	2.8	2.4	3.7	4.4	7.0	4.9	2.7	2.3	28,1

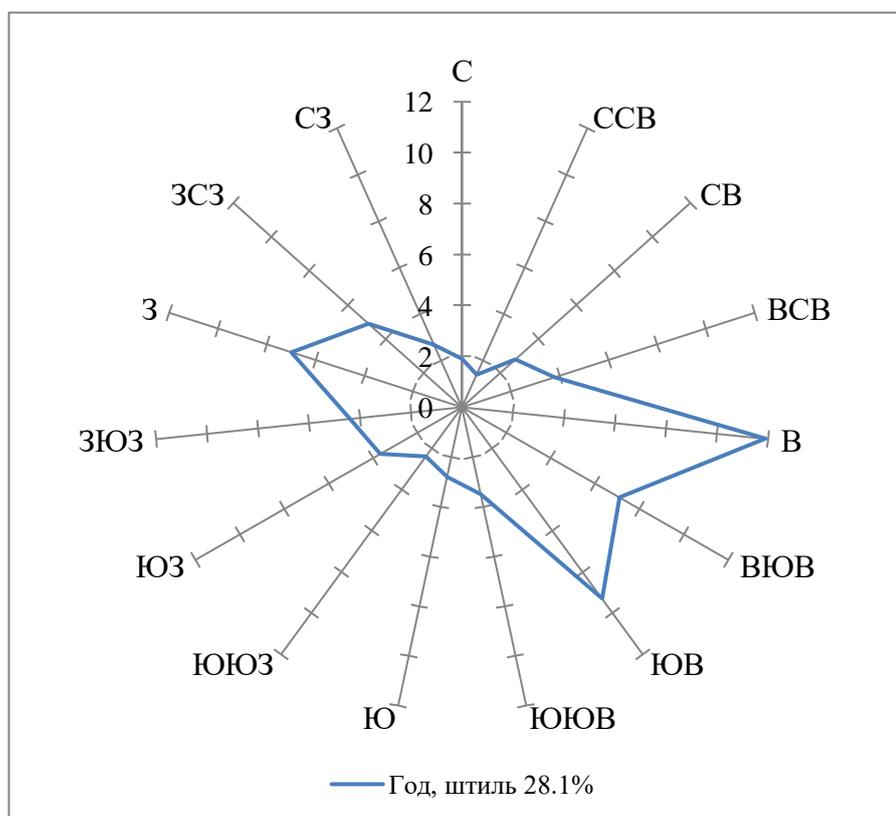


Рисунок 1.1.2.1 - Повторяемость направлений ветра в %. Метеостанция Светлоград

Атмосферные явления

К наиболее часто образующимся атмосферным явлениям в городе относятся туманы, метели, грозы.

Туманы

Туманы наиболее часто образуются в августе - октябре (2-3 дней с туманами в месяц), а в среднем за год число дней с туманом достигает 16.

Сведения о туманах приведены в таблице 2.3.11.

Таблица 1.1.2.11 – Среднее число дней и продолжительность туманов за год, час

Метеостанция	Среднее число дней с туманом			Средняя продолжительность туманов за год, час
	X-III	IV-IX	Год	
Ставрополь	31	5	36	402,3

Метели

Метели на данной территории отмечаются сравнительно редко, наблюдаются с октября по апрель. Среднее за год - 9 дней,[38].

Грозы

Число дней с грозой составляет около 16 за год, с наибольшим значением в июле, около 4 дней,[38].

Таблица 1.1.2.12 Основные климатические показатели

(СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* Научно-прикладной справочник по климату СССР серия 3 части 1-6 выпуск 13)

Характеристика	Величина	Метеостанция
Абсолютная температура воздуха в °С: минимум	-31	Ставрополь
Абсолютная температура воздуха в °С: максимум	40	Ставрополь
Средняя годовая скорость ветра, м/сек	4,0	Ставрополь
Максимальная скорость ветра, м/сек	40	Ставрополь
Преобладающее направление ветра	зима	В
	лето	В
Сумма атмосферных осадков, в мм	XI-III	196
	IV-X	457
	год	653
Максимальное суточное количество осадков 1% обеспеченности, мм	111	Светлоград
Средняя дата образования устойчивого снежного покрова	28.12	Ставрополь
Средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова	20.02	Ставрополь
Число дней со снежным покровом	52	Ставрополь
Среднее многолетнее за год число дней с туманом	16	Ставрополь
Среднее многолетнее за год число дней с метелью	9	Ставрополь
Среднее многолетнее за год число дней с грозой	16	Ставрополь
Среднее многолетнее за год число дней с градом	0,30	Ставрополь
Толщина стенки гололёда, превышаемая раз в 5 лет, мм	15	СП 20.13330.2011

Характеристика	Величина	Метеостанция	
Ветровое давление, кПа	0,48	Светлоград	
Вес снегового покрова, кПа	1,2	Светлоград	
Глубина промерзания в см:		Ставрополь (СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений» п.5.5.3)	
а) глинистых и суглинистых грунтов	0,56		
б) супесей и песков пылеватых	0,69		
в) песков гравелистых и крупных	0,73		
г) крупнообломочных грунтов	0,83		
Среднее за год число дней с обледенением (по визуальным наблюдениям)	Гололёд	12,7	Ставрополь
	Изморозь	13,23	
	Обледенение всех видов	34,55	

Максимальное суточное количество осадков 1% обеспеченности определено на основании РПВ том 7 Донской район, рис. 73.

Ветровой район –IV, по толщине стенки гололеда – IV, по весу снегового покрова - II (СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*).

Согласно схематической карте климатического районирования для строительства (СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*) территория относится к климатическому району III, к подрайону III Б.

Согласно СП 34.13330 участок изысканий расположен в IV дорожно-климатической зоне. [43]

1.1.3 Гидрография

Основной рекой в пределах рассматриваемого района является река Малая Кугульта, правобережный приток р. Егорлык. Относится к Донскому речному бассейну. Длина водотока составляет 48 км, площадь водосборного бассейна 710 км². Река Малая Кугульта мелководная, типично степная, вследствие чего перегорожена множеством водохранилищ,[3].

Кроме естественных водотоков, в районе проектирования существует ирригационная сеть, представленная рядом оросительно-обводнительных водных систем и участком Правоегорлыкского канала, главного канала Право-Егорлыкской оросительно-обводнительной системы. Источником питания системы является река Кубань,[3].

В условиях Донского района источником питания рек в основном являются талые снеговые воды, несмотря на то, что наибольшее количество осадков выпадает летом. Летние осадки не оказывают существенного влияния на поверхностный сток вследствие большой сухости почв в летнее время и значительного испарения.

Зимнее снегонакопление обеспечивает обильную отдачу воды, формирующую в случае достаточно сильного промерзания почвы высокое и продолжительное весеннее половодье, в течение которого проходит преобладающая часть годового стока. В

отдельные же теплые зимы со слабым промерзанием почвы объем стока весеннего половодья значительно уменьшается,[3].

Летом на реках устанавливается устойчивая межень с низкими уровнями воды, которые изредка нарушаются небольшими кратковременными дождливыми паводками, а иногда и сильными ливнями, наблюдающимися в июне-июле.

В октябре, реже ноябре на реках начинается плавный и медленный подъем уровня. Зимняя межень устанавливается в конце ноября – начале декабря.

После образования ледостава уровни воды на реках опять начинают спадать до минимума в конце декабря – начале января.

1.2 Изученность инженерно-геологических условий

На территории Ипатовского и Труновского районов Ставропольского края ОАО «Сибгипротранс» инженерно-геологические изыскания были проведены в 2017 году.

В ходе сбора материалов геологической изученности территории изысканий были проанализированы опубликованные данные, такие как: Геологическая карта четвертичных отложений РФ, лист L-38-XIX, «Геология СССР. Том 9. Северный Кавказ» и «Инженерная-геология СССР. Том 8 Кавказ Крым. Карпаты»,[1].

1.3 Геологическое строение

Район изысканий приурочен к Ставропольскому сводовому поднятию входящего в состав Предкавказской части Скифской плиты Русской платформы,[4].

Проектируемая трасса автодороги проходит в пределах Кугультинского поднятия.

В геоморфологическом отношении территория изысканий относится к области аккумулятивных равнин Кубанской впадины, эрозионно-денудационных высоких равнин и депрессий. Участок проектируемой автодороги приурочен к территории развития эрозионно-аккумулятивной холмисто-увалистой поверхности эоплейстоцен – четвертичного возраста и входит в зону развития эоловых и эолово-делювиальных отложений эо – неоплейстоцена, представленных лессовидными суглинками,[4].

В геологическом строении исследуемого участка прохождения проектируемой автодороги принимают участие современные (голоценовые) и подстилающие их плейстоценовые образования,[4].

Фанерозойская эонотема

Кайнозойская эратема

Неогеновая система

Плиоцен

Ставропольский свод обрамляется мощной толщей континентальных осадков, относимых относимых к армовирской свите, которая на восточном склоне Ставропольского свода и Минераловодского выступа трансгрессивно налегает на разные горизонты миоцена и олигоцена. Здесь она представлена прибрежными песками,

песчаниками и конгломератами, которые постепенно в восточном направлении сменяются глинами с фауной мактр кардит акчагыла. Выше глин местами вскрыты (скважинами) отложения с фауной дрейссензий, гибробий и монодакт апшеронского яруса. На западе Ставропольского свода, где армавирская свита развита наиболее плотно, она расчленяется на две подсвиты: нижнюю и верхнюю,[4].

Нижняя часть нижней подсвиты сложена переслаивающимися глинами, глинистыми песками и известняками, залегающими на размытой поверхности глин с *Mastra crassicolis*, относимых к верхнему сармату. Верхняя часть подсвиты представлена плотными, кирпично-красными неслоистыми глинами с большим количеством известковистых стяжений и пятен железисто-марганцовистых солей, [4].

Верхняя подсвита сложена чередующимися породами красноватых и красно-бурых известковистых глин с прослоями известковистых стяжений, глинистых песков, песчаников и конгломератов. Красноватые глины по внешнему облику иногда сходны с глинами нижней подсвиты, но по составу резко отличаются от них повышенной песчаностью, а в отдельных разрезах переходят в глинистые пески. Севернее Старой Станицы эта подсвита выражена колосистыми средне- и крупнозернистыми глинистыми песками с редко рассеянной галькой и с линзовидными прослоями гравия,[4].

Песчаные отложения мощностью до 7 м, залегающие на верхнем сармате отмечаются Н.С. Волковой (1905 г.) юго-западнее г.Ставрополя. Общая мощность верхней подсвиты 40 м, [4].

Непосредственно в Армавирском районе эта свита мощностью 50-60 м, представлена красно-бурыми и серыми глинами и песками аллювиально-дельтового и озерного происхождения, залегают с размывом на верхнесарматских отложениях, [4].

В предакчагыльское время в Каспийской области происходили сильные орогенические движения, выразившиеся в поднятии Центрального Предкавказья и опускании Восточного Предкавказья и Дагестана, а в целом Прикаспийской области, [4].

Породы акчагыльского яруса залегают трансгрессивно на размытой поверхности различных стратиграфических горизонтов от континентальных отложений нижнего плиоцена до майкопской серии включительно,[4].

Восточнее Пятигорских лакколлитов в основании акчагыльских отложений залегают континентальные лагунно-озерные пресноводные осадки с растительными остатками и крупными раковинами. Сложены они жирными зеленовато-серыми глинами с грубой и скрытой слоистостью, вверху с прослоями песка. Мощность пачки 3 м,[4].

Выше трансгрессивно залегают мелководно-прибрежные фациально неустойчивые терригенные образования, состоящие из косослоистых песков и песчаников с подчиненными прослоями песчаных глин,[4].

Погружаясь к востоку, мелководно-прибрежные отложения сменяются более глубоководными, представленными известковисто-песчанистыми глинами зеленовато-серыми с прослоями песков, песчаников и реже – мергелей. Мощность морских отложений увеличивается с запада на восток от 50 м до 300 м,[4].

Апшеронскому ярусу в Центральном Предкавказье соответствует континентальная толща, состоящая из трех литологических различных горизонтов: армянского, бурундукского и армавирского,[4].

Армянский горизонт трансгрессивно с размывом налегает на фаунистически охарактеризованные отложения акчагыльского яруса. Литологически он сложен галечниками и конгломератами, развитыми на самой высокой террасе р. Подкумок. Верхнеплиоценовый возраст террасы определяется находками костей *Elephas meridionalis* в травертинах горы Машук, приуроченных к денудационному уровню, общему с армянской террасой, распространяющейся в междуречье Этока – Подкумок и на правобережье р. Юца. Мощность горизонта изменяется от 10 – 15 до 2 – 3 м, [4].

Бурундукский горизонт впервые выделен Н.И. Лупаревым и Н.М. Прохоренко (1955г.) и распространен в юго-восточной части Ставропольского свода – от г. Прикумск до сел. Незлобного, где он представлен пачкой (10–15 м) зеленовато-желтых пластинчатых глин, перекрытых комковатыми темно-бурыми глинами (до 5 м). Выше по разрезу следует пачка глин с пластом (0,6 м) светло-серого неслоистого известняка,[4].

Армавирский горизонт красных глин был в первые описан В.П. Колесниковым (1931 г.) как верхняя часть армавирской свиты и отнесен к среднему плиоцену. Впоследствии Н.И. Лупарев (1955 г.) установил, что этот горизонт подстилается фаунистически охарактеризованными слоями среднего апшерона и на этом основании отнес его к верхнему апшерону,[4].

Мощность горизонта непостоянна и колеблется в пределах 10–15 м.

Четвертичная система

Согласно принятым в СССР представлениям к четвертичной системе относятся все отложения начиная с бакинского яруса,[4].

Континентальные антропогенные образования Северного Кавказа представлены различными генетическими типами осадков и их фациальными разновидностями. Это аллювиальные, аллювиально-пролювиальные, ледниковые, флювиогляциальные, озерные, делювиальные, делювиально-эоловые, отложения обвалов, осыпей, селей, вулканогенные

образования и др. Накопление этого сложного комплекса осадков происходило в течении антропогена в условиях неравномерных тектонических движений области Кавказа, резких колебаний климата и связанных с этим колебанием речного стока и уровня моря,[4].

Неравномерность новейших тектонических движений во времени в течении неогена и антропогена обусловило характерное строение неогеново-четвертичных толщ Северного Кавказа с ритмичным чередованием в их разрезе грубообломочных и тонкозернистых осадков и с образованием речных террас в долинах рек. Изменение климата в антропогене также влияло на состав и характер отложений,[4].

Новейшие тектонические движения одного и того же времени на разных участках Северного Кавказа проявились дифференцированно, с разной амплитудой и знаком. Это привело к делению Северного Кавказа на ряд структурных зон с присущим им рельефом, характером осадконакопления и типом осадочных формаций. Наиболее крупными зонами являются горная область Северного склона Большого Кавказа с комплексом аллювиальных, ледниковых и обвально-осыпных отложений и область предкавказских равнин и низменностей, где развита сложно построенная формация предгорной молассы.

Так как наибольшую значимость для инженерно-геологических изысканий четвертичные отложения, ниже приводятся их характеристика,[4].

Современные (голоценовые) образования представлены биогенными (bQ_{IV}) и техногенными (tQ_{IV}) отложениями.

Биогенные отложения (bQ_{IV})

Распространены с поверхности, практически по всей территории участка изысканий, представлены почвенно-растительным слоем мощностью от 0,1 до 0,4 м.

Техногенные отложения (tQ_{IV})

Распространены локально, слагают насыпи существующих автодорог и обваловку Правоегорлыкского канала пересекаемого проектируемой автодорогой на ПК 12+90. Вскрытая мощность изменяется от 0,7 до 4,0 м.

Плейстоценовые отложения

Представлены покровными отложениями в составе которых выделяются нижнескифские лессовые и делювиальные образования, представленные пестроцветными глинами и суглинками, на возвышенностях распространены зурмутинские лессовые отложения, представленные суглинками и лессовидными суглинками. Нижнескифские и зурмутинские отложения рассматриваются как единые покровные отложения средне - верхнеплейстоценового возраста.

Эоплейстоценовые отложения

Представлены армавирскими лессовыми и элювиальными отложениями,

бесструктурными кирпично-красными глинами (до 40м).

Нижнескифскими лессовыми и элювиальными образованиями. Престроцветные глины и суглинки с прослоями хемогенных известняков и мощных красных погребенных почв (до 88м).

Неоплейстоценовые отложения

Представлены в нижнем звене нижебакинскими озерными и морскими отложениями, переслаивание песков и глин (до 34 м, только на разрезе и схеме соотношений). Кугультинские аллювиальные отложения представлены песками и галечниками до 12 м (месторождения песчано-гравийного материала, песков строительных. Софийские лессовые и элювиальные пестроцветные суглинки и глины с прослоями песков до 49,5 метров.[4]

В среднее звено представлено: 1) аллювиальными песками, галечниками, гравием на IV надпойменной террасы (месторождения песчано-гравийного материала, песков строительных). 2) Калаусский педокомплекс представлен двумя горизонтами коричневыми погребенными почвами, разделенные суглинками (до 7 м). 3) Чограский лесс преимущественно эолово-делювиального происхождения (суглинки, лессовидные суглинки до 7 м). 4) Аллювий III надпойменной террасы представлен песками, супесями, суглинками, галечниками до 17 м). Зурмутские лессовые отложения преимущественно эолово-делювиального происхождения, суглинки, лессовидные суглинки до 15 м. Аллювий II надпойменной террасы представлен песками, супесями, галечниками 1,2-4,5 метров (водозабры). Зеленокумские лессовые отложения преимущественно эолово-делювиального происхождения. Прикумский лесс преимущественно эолово-делювиального происхождения (суглинки, лессовидные суглинки и лесс 5-12,2м), [4].

Верхнее звено представлено отложениями склонов речных долин, представленными в свою очередь несортированными суглинисто-щебенисто-дресвянными и глинистыми породами. Коллювиальные и делювиальными отложения (суглинки с дресвой и глинистые породы и щебнем до 7 метров. Элювиально-делювиальные суглинки с дресвой и щебнем, дресвой до 1,5 м. Делювиальные суглинки и глины с дресвой и щебнем 7-8 м,[4].

Голоценовые отложения

Голоценовые отложения представлены: 1) Озерными и болотными суглинками, илистыми глинами, торфами до 2 метров. 2) Делювиально-аллювиальными отложениями, суглинками со щебнем до 3 метров. 3) Аллювиально-пролювиальными суглинками с прослоями песка и щебня. 4) Эоловыми отложениями песка и супеси до 3 метров. 4) Пойменным аллювием (песчано-гравийные отложения, супеси, илы 1-7 м. 5) Элювиальными суглинками с щебнем и дресвой, пески (0,1-0,5 м),[4].

1.4 Гидрогеологические условия

Район изысканий приурочен к Ставропольскому сводовому поднятию входящего в состав Предкавказской части Скифской плиты Русской платформы, [3].

На юге Ставропольского сводового поднятия расположены эрозионно-денудационные, глубоко расчлененные высокие равнины и депрессии. Это обширные понижения рельефа, в пределах которых разработаны широкие долины рек. Эрозийная сеть развита слабо. На склонах, сложенных майкопскими глинами, широко распространены оползни, оплывины, грязевые потоки. В центральной части области и на побережье р. Колауса находятся останцовые структурно-денудационные платообразные возвышенности, которые связаны с выходами на поверхность карбонатных и терригенно-карбонатных пород,[3].

С запада, востока и севера область окаймляется эрозионно-аккумулятивной равниной, сложенной красноцветными глинами, перекрытыми лессовидными суглинками. Равнины расчленены террасовидными долинами главных рек и балочной сетью. На водоразделах, сложенных лессовидными суглинками, широко развиты просадочные явления. Грунтовые воды в области залегают в нижней части лессовидных суглинков и в подстилающих их дочетвертичных отложениях на западном склоне на глубине 10-20 м, на северном и восточном – на глубине 30 – 50м. Подземные воды обладают сульфатной агрессивностью. Освоение территории осложнено вследствие интенсивно развитой эрозионной сети, карстовых процессов карбонатных пород и оползневых явлений на склонах, сложенных породами майкопской свиты,[3].

Водоносный горизонт эолово-делювиальных отложений развиты в равнинной части Северного Кавказа – к северу, западу и востоку от Ставропольской возвышенности. Они приурочены к лессовидным суглинкам, супесям и глинистым пескам, залегающим в виде прослоев среди мощных толщи суглинков различного возраста (от современного до нижнего отдела четвертичной системы включительно,[3].

Глубины залегания грунтовых вод различны: в эрозионных врезках они обычно небольшие и варьируют от 2 до 10 м, а на водоразделах и их склонах увеличиваются до 25-50 м и более, [3].

Водообильность вод слабая. Дебиты многочисленных колодцев, которыми широко пользуется местное население, в среднем не превышает 2-10 м³/сутки; коэффициенты фильтрации суглинков составляют 0,001-0,0001 м/сутки и менее,[3].

Воды имеют весьма пеструю минерализацию (0,3-10 г/л). Слабо минерализованные воды (до 1 г/л) по составу относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-

кальциевым (магниевым и натриевым); воды повышенной минерализации (от 1 до 3 г/л) – к сульфатно-гидрокарбонатно натриевым, сульфатно-натриевым и сульфатно-хлоридно-натриевым (кальциевым и магниевым); с сухим остатком 3-5 г/л – к сульфатно-хлоридно-натриевым и реже к хлоридно-натриевым,[3].

Пестрота минерализации и химического состава вод обусловлена различной засоленностью суглинков и их фильтрационными свойствами как по площади, так и по разрезу, также характером рельефа местности. На территории Азово-кубанской впадины преобладают воды с минерализацией менее 1 г/л, а в пределах Ставропольского поднятия они имеют преимущественно повышенную (1-3 г/л) минерализацию,[3].

Питание описываемого горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков. На склонах Ставропольского поднятия напорные воды некоторых дочетвертичных отложений частично разгружаются в выше лежащие эолово-делювиальные образования, принимая участие в дополнительном питании их,[3].

Разгрузка описываемых грунтовых вод происходит в долинах рек и балок. Движение грунтового потока весьма замедленное; направление его, как правило, соответствует уклону местности,[3].

Режим водоносного горизонта в течении года претерпевает большие изменения летом, при минимальном количестве выпадающих осадков, уровни воды в колодцах резко понижаются, причем минерализация вод увеличивается. Весной и осенью, в периоды выпадения максимального количества осадков, уровень грунтовых вод повышается и минерализация их уменьшается,[3].

Воды эолово-делювиальных отложений используются населением для питьевых и хозяйственных нужд. Наиболее широко они эксплуатируются на территории Краснодарского края, а также в засушливых степных районах Ставропольского края, где воды дочетвертичных отложений не могут быть использованы в целях водоснабжения вследствие их высокой минерализации, [3].

Водоносный горизонт эоловых отложений. Грунтовые воды в эоловых отложениях имеют спорадическое распространение,[3].

Водосодержащими породами служат пески и супеси, залегающие в виде прослоев и линз мощностью до 30 м. Глубины залегания грунтовых вод находятся в прямой зависимости от рельефа местности и колеблются от 2 до 12 м и более. Водоупорами являются менее водопроницаемые суглинки, залегающие на различных глубинах в нижней части разреза под супесями или эоловыми песками. Водообильность горизонта незначительная – дебиты колодцев обычно не превышают 0,11 л/сек. Воды этих отложений отличаются пестрой минерализацией (0,5-30 г/л). По химическому составу

воды с минерализацией до 0,5 г/л чаще относятся к гидрокарбонатно-кальциевым. Воды с более высокой общей минерализацией имеют самый различный ионный состав,[3].

Питание горизонта происходит за счет атмосферных осадков и конденсации водяных паров воздуха. Режимы его зависят напрямую от выпадающих осадков,[3].

Воды эоловых отложений используются для водоснабжения лишь на участках, где артезианские воды дочетвертичных отложений не могут быть использованы ввиду высокой минерализации.

1.4 Характеристика инженерно-геологических условий

По инженерно-геологическим условиям строительства на территории Ставропольского края выделены территории с условиями для строительства.

- 1) территории с относительно благоприятными условиями для строительства;
- 2) территории с условиями средней сложности для строительства;
- 3) территории со сложными условиями для строительства;
- 4) территории с условиями повышенной сложности для строительства;
- 5) территории с особо сложными условиями, не рекомендуемые для строительства

Территории с условиями средней сложности для строительства расположены на равнинной части Ставропольского края. В геологическом строении участвуют просадочные (I тип), набухающие грунты, возможно незначительное проявление подтопления, эрозии и мелких оползней. Сейсмичность – 5-6 баллов. Комплексное воздействие геологических процессов слабое. Возможно бесперебойное функционирование инженерных сооружений и нейтрализация воздействия негативных явлений в процессе эксплуатации,[67].

Территории со сложными условиями для строительства фиксируются в равнинной и горной части Ставропольского края. В геологическом строении участвуют просадочные (I и II тип) и набухающие породы четвертичного возраста. Территории поражены эрозионными и оползневыми процессами, часто подтопленные. Уровень подземных вод на глубине < 3 м. Сейсмичность – 5-8 баллов. Опасность комплексного воздействия геологических процессов средняя. Возможны значительные повреждения инженерных сооружений. Необходимы специальные сложные инженерные мероприятия для обеспечения их нормальной эксплуатации,[67].

Территории с относительно благоприятными условиями для строительства – расположены в геоморфологической провинции с равнинным рельефом, чаще всего в северной и юго-восточной части Ставропольского края. В геологическом строении верхней части разреза участвуют полигенетические отложения четвертичного возраста

(глины, суглинки с гравием, галькой, гравийно-галечниковыми отложениями). Уровень подземных вод на глубине > 3 м. Сейсмичность – 5-6 баллов. Опасность комплексного воздействия геологических процессов отсутствует,[67].

Территории с условиями для строительства повышенной сложности расположены в основном в южной горной части Ставропольского края. Территории сложены четвертичными глинистыми породами, склонными к оползанию, нередко подтоплены, нарушены крупными оползнями. Сейсмичность – 6-8 баллов. Опасность комплексного воздействия геологических процессов высокая. Возможен выход из строя инженерных сооружений с полным или частичным их разрушением. Требуются сложные дорогостоящие мероприятия по инженерной подготовке и защите территории от опасных геологических процессов,[67].

Территории с особо сложными условиями, не рекомендуемые для массового освоения строительством – это области высокогорного рельефа, пораженные оползнями, а также территории, затапливаемые паводком 1% обеспеченности. Сейсмичность – 8 баллов. Территории рекомендуются для рекреации,[67].

Инженерно-строительное районирование отражено на карте-схеме «Опасные геологические процессы. Инженерно-строительное районирование»,[67].

2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ

2.1 Рельеф участка

Проектируемая ось автомобильной дороги находится в долине реки Малая Кугульта, пересекая реку и ее притоки. Территория представляет собой долинно-балочную систему. Отметки колеблются от 150 до 120 м БС. Небольшой участок проектируемой трассы проходит вдоль высокой насыпилевой ветви Право-Егорлыкского канала, пересекая его вблизи существующего моста. Наивысшие отметки насыпи обваловки Право-Егорлыкского канала достигают 141,69 м БС.

Территория относится к степной зоне. Характерной чертой, которой является господство на водоразделах злаковых степей и слабая облесенность.

Преобладающим типом почв являются темно каштановые и каштановые,[66].

2.2. Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости

В геологическом строении исследуемого участка прохождения проектируемой дороги принимают участие современные (голоценовые) и подстилающие их неоплейстоценовые образования.

На исследуемом участке современные четвертичные отложения представлены биогенными отложениями (tQ_{IV}) и техногенными отложениями (tQ_{IV}). Неоплейстоценовые отложения представлены: эолово-делювиальными отложения. Прикумский лесс (LPrk) софийскими лессовыми и эоловыми отложениями (LElsf).

Биогенные отложения (bQ_{IV})

Биогенные отложения (tQ_{IV}) распространены в пределах проектируемой трассы за исключением участков, перекрытых насыпными грунтами, мощность изменяется от 0,1 до 0,4 м.

Техногенные отложения (tQ_{IV})

Техногенные отложения (tQ_{IV}) широкого распространения не имеют и распространены в местах примыкания к существующим дорогам, а также слагают обваловку Правоегорлыкского канала. Вскрытая мощность от 0,6 до 4,0 м (обваловка Правоегорлыкского канала).

Неоплейстоценовые эолово-делювиальные отложения. Прикумский лесс (LPrk)

Отложения распространены в пределах всего участка изысканий вскрыты на глубинах от 0,1 до 4,0 м, вскрытая мощность от 2,5 до 27,0 м. представлены суглинками и глинами различной консистенции.

Неоплейстоценовые софийские лессовые и эоловые отложения (LElsf)

Отложения представлены суглинками сильнопросадочными. Распространены до глубины 6 метров.

2.3. Физико-механические свойства грунтов

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

По результатам инженерно-геологических изысканий, в соответствии с ГОСТ 25100-2011[21], в толще вскрытых отложений (до глубины 8,0 м) на основании анализа пространственной изменчивости частных показателей свойств грунтов и с учетом особенностей геолого-литологического строения в разрезе предварительно выделено 7 ИГЭ и 1 слоя.

Биогенные отложения (bQ_{IV})

Почвенно-растительный слой с корнями трав, редко кустарников.

Техногенные отложения (tQ_{IV})

Насыпной грунт: суглинок тяжелый пылеватый (суглинок тяжелый) полутвёрдый, с прослоями туго- и мягкопластичной, супеси твердой, в отдельных прослоях с примесью органического вещества до 5%.

Неоплейстоценовые софийские лессовые и эоловые отложения (LElsf)

Суглинок тяжелый пылеватый (суглинок тяжёлый), твёрдый, сильнопросадочный, с прослоями слабопросадочного, слабонабухающий, с примесью органического вещества.

Неоплейстоценовые эолово-делювиальные отложения. Прикумский лесс (LPrk)

Суглинок тяжелый пылеватый (суглинок тяжёлый), полутвёрдый, с прослоями твёрдого, редко с примесью органического вещества.

Суглинок тяжёлый пылеватый (суглинок тяжёлый), тугопластичный, с прослоями полутвёрдого, с примесью органического вещества.

Суглинок тяжёлый пылеватый (суглинок тяжёлый), мягкопластичный, с примесью органического вещества.

Суглинок лёгкий пылеватый (суглинок лёгкий), текучепластичный, редко с примесью органического вещества.

Глина лёгкая пылеватая (глина пылеватая), полутвёрдая.

2.3.2. Выделение инженерно-геологические элементы

Выделение инженерно-геологических элементов проводится в предварительно разделяют на ИГЭ с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей, вида, подвида или разновидности в соответствии с ГОСТ 25100-2011, а также сведений об объекте строительства.

Почвенно-растительный слой с корнями трав, редко кустарников.

ИГЭ(1) – Насыпной грунт: суглинок тяжелый пылеватый (суглинок тяжелый) полутвёрдый, с прослоями туго- и мягкопластичной, супеси твердой, в отдельных прослоях с примесью органического вещества до 5%.

ИГЭ(2) – Суглинок тяжелый пылеватый (суглинок тяжёлый), твёрдый, сильнопросадочный, с прослоями слабопросадочного, слабонабухающий, с примесью органического вещества.

ИГЭ(3) – Суглинок тяжелый пылеватый (суглинок тяжёлый), полутвёрдый, с прослоями твёрдого, редко с примесью органического вещества.

ИГЭ(4) – Суглинок тяжёлый пылеватый (суглинок тяжёлый), тугопластичный, с прослоями полутвёрдого, с примесью органического вещества.

ИГЭ(5) – Суглинок тяжёлый пылеватый (суглинок тяжёлый), мягкопластичный, с примесью органического вещества.

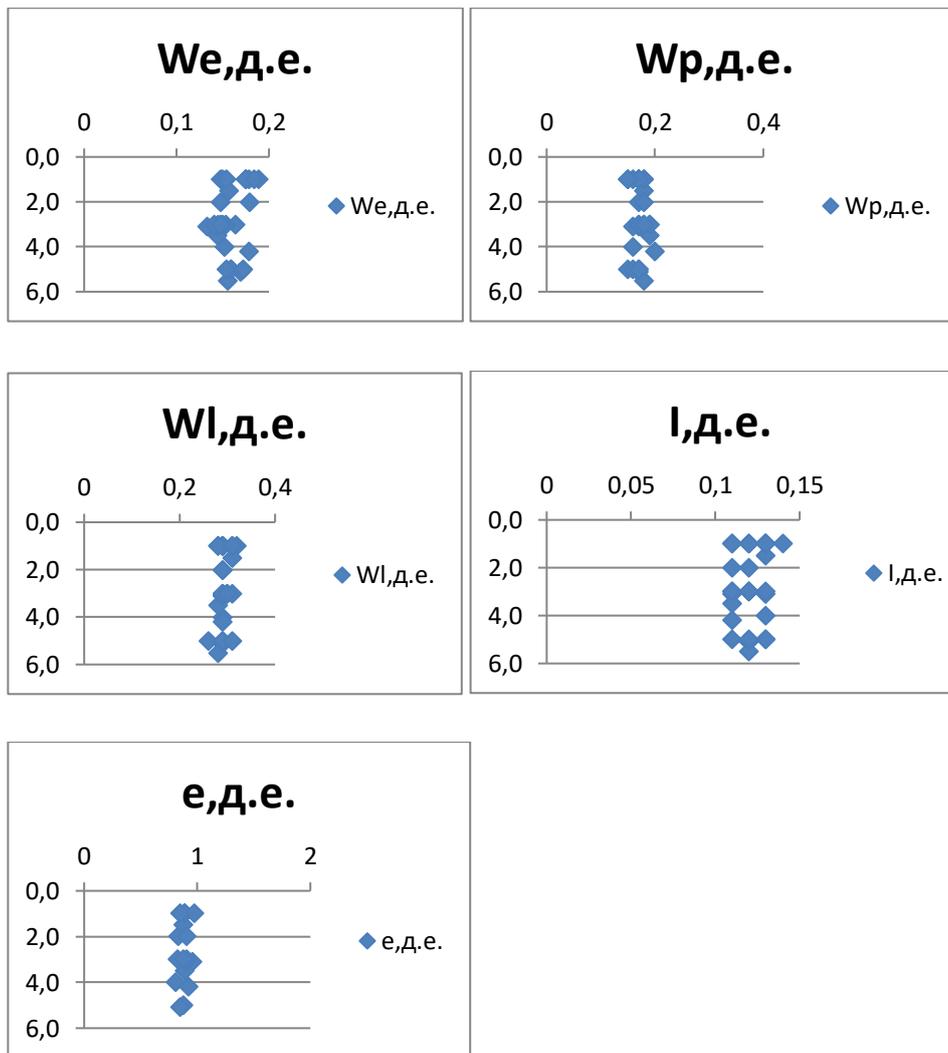
ИГЭ(6) – Суглинок лёгкий пылеватый (суглинок лёгкий), текучепластичный, редко с примесью органического вещества.

ИГЭ(7) – Глина лёгкая пылеватая (глина пылеватая), полутвёрдая

Для изменения характера изменчивости свойств грунтов, в пределах выделенного ИГЭ, для глинистых грунтов используются следующие показатели:

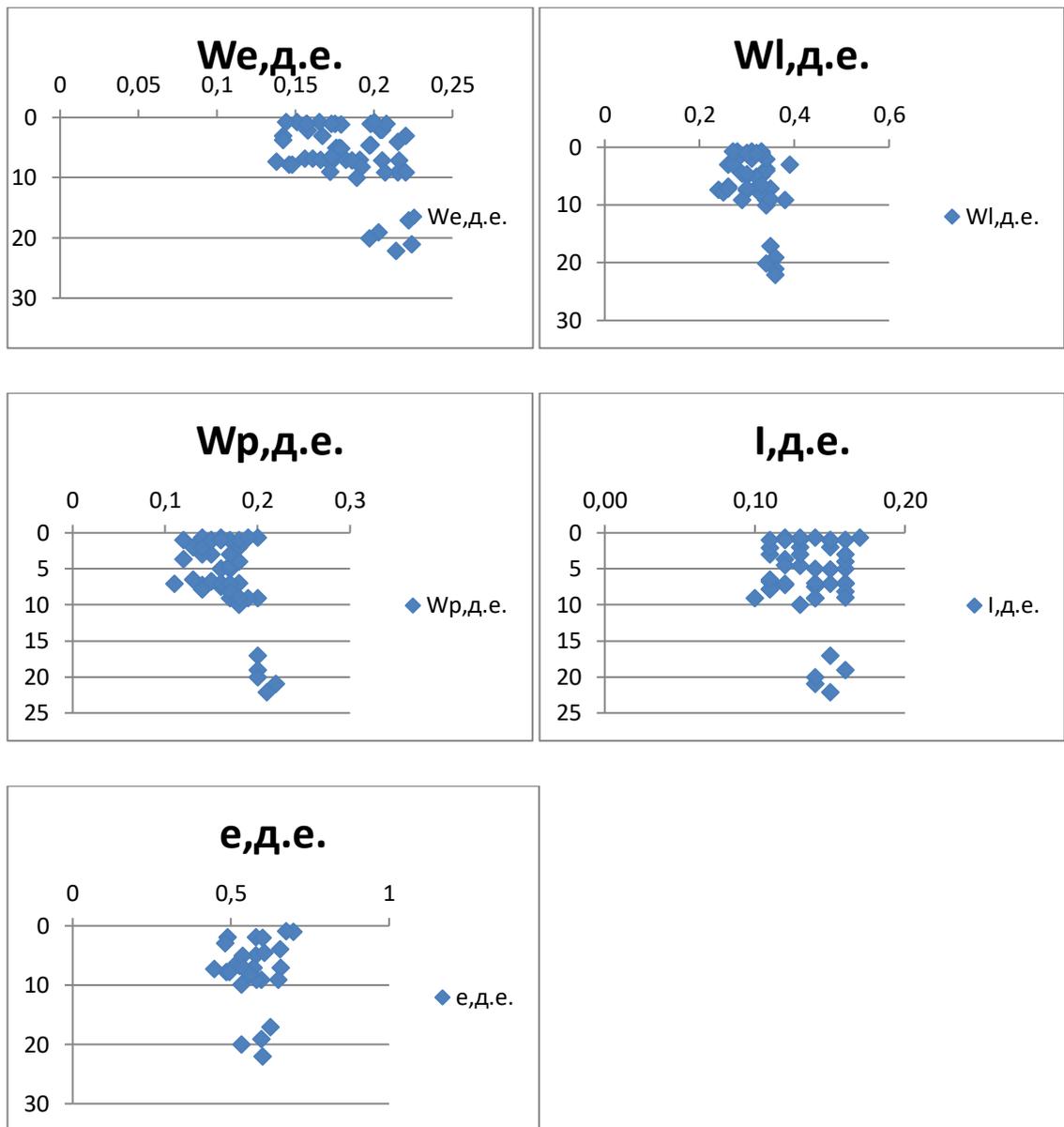
- Естественная влажность;
- Характеристики пластичности (влажность на границах текучести и раскатывания и число пластичности)
- Коэффициент пористости.

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



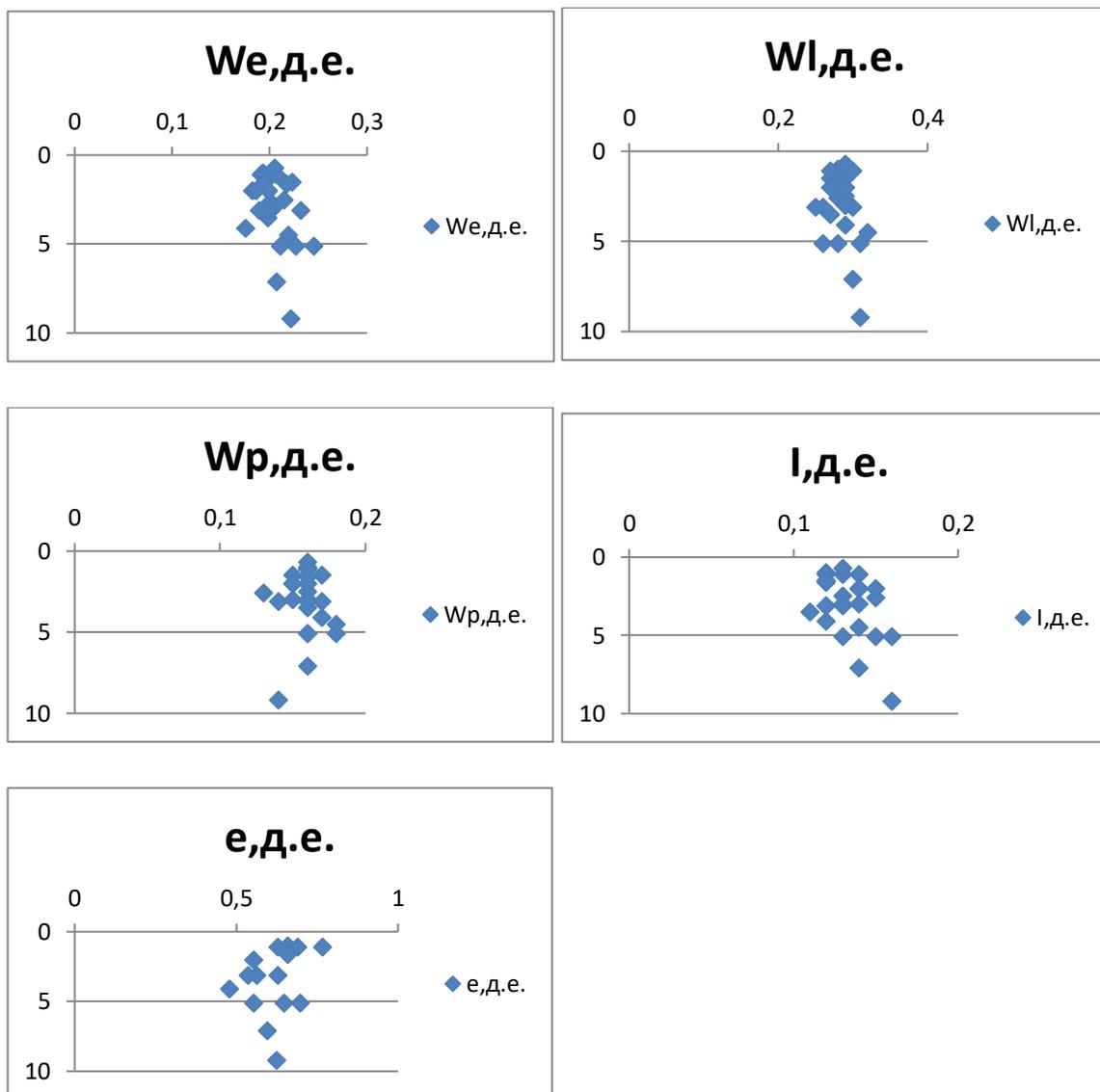
2.3.2.1 Графики изменчивости показателей свойств по глубине (ИГЭ-2)

Распределение частных значений показателей свойств грунтов носит случайный характер, а коэффициенты изменчивости характеристик грунта не превышают допустимых значений.



2.3.2.1 Графики изменчивости показателей свойств по глубине (ИГЭ-3)

Распределение частных значений показателей свойств грунтов носит случайный характер, а коэффициенты изменчивости характеристик грунта не превышают допустимых значений.



2.3.2.1 Графики изменчивости показателей свойств по глубине (ИГЭ-4)

Распределение частных значений показателей свойств грунтов носит случайный характер, а коэффициенты изменчивости характеристик грунта не превышают допустимых значений.

По полученным ранее в ходе изысканий на прилегающем участке лабораторным данным характеристики грунтов в каждом предварительно выделенном ИГЭ анализируют согласно ГОСТ 20522-2012 с целью установления и исключения значений, резко отличающихся от большинства значений, возможно вызванных ошибками в лабораторных опытах или принадлежащие другим ИГЭ.[62]

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что физико-механические характеристики предварительно выделенных ИГЭ изменяются не закономерно, разброс значений допустимых значений минимальный.[62]

О необходимости дополнительного разделения ИГЭ также можно судить по выполнению следующего условия:

$$V < V_{\text{доп}},$$

где V – коэффициент вариации исследуемой характеристики;

$V_{\text{доп}}$ – допустимое значение коэффициент вариации, принимаемое равным для физических характеристик 0,15, для механических характеристик и для параметров зондирования – 0,30.[62]

Если коэффициент вариации производится по формуле:

$$V = S / X_n, \quad (1)$$

где X_n – нормативное значение характеристик грунтов,

S – среднеквадратическое отклонение характеристики.

При наличии закономерности в изменении характеристике грунта по глубине ИГЭ дальнейшее его расчленение не проводят, если коэффициент вариации не превышает:

- для физических характеристик не более 0,15;
- для физико-механических характеристик не более 0,30.

Таблица 2.5 - Результаты статистической обработки данных ИГЭ

ИГЭ-1	W,%	W₁,%	W_p,%	I_p,%	е, д.е
Нормативные значения, X _n	20.4	31	17	14	0.659
Среднеквадратическое отклонение характеристики, S	2.8	3.2	1.0	-	-
Коэффициент вариации, v	0.14	0.10	0.06	-	-
Число определений, n	6	6	6	-	-
ИГЭ-2	W,%	W₁,%	W_p,%	I_p,%	е, д.е
Нормативные значения, X _n	12.9	29	17	12	0.876
Среднеквадратическое отклонение характеристики, S	2.0	2.0	1.5	-	-
Коэффициент вариации, v	0.15	0.07	0.09	-	-
Число определений, n	21	29	29	-	-
ИГЭ-3	W,%	W₁,%	W_p,%	I_p,%	е, д.е
Нормативные значения, X _n	18.	31	17	14	0.572
Среднеквадратическое отклонение характеристики, S	2.7	4.1	2.4	-	-
Коэффициент вариации, v	0.15	0.13	0.14	-	-
Число определений, n	42	44	47	-	-
ИГЭ-4	W,%	W₁,%	W_p,%	I_p,%	е, д.е
Нормативные значения, X _n	20.7	29	16	13	0.619
Среднеквадратическое отклонение характеристики, S	3.0	4.3	1.5	-	-
Коэффициент вариации, v	0.15	0.15	0.09	-	-
Число определений, n	27	27	26	-	-
ИГЭ-5	W,%	W₁,%	W_p,%	I_p,%	е, д.е
Нормативные значения, X _n	23.3	28	16	12	0.639
Среднеквадратическое отклонение характеристики, S	1.9	2.0	1.3	-	-
Коэффициент вариации, v	0.08	0.07	0.08	-	-
Число определений, n	34	34	34	-	-
ИГЭ-6	W,%	W₁,%	W_p,%	I_p,%	е, д.е
Нормативные значения, X _n	26.2	28	16	12	0.689
Среднеквадратическое отклонение характеристики, S	3.6	3.9	2.1	-	-
Коэффициент вариации, v	0.14	0.14	0.13	-	-
Число определений, n	29	31	31	-	-
ИГЭ-7	W,%	W₁,%	W_p,%	I_p,%	е, д.е
Нормативные значения, X _n	25.1	45	22	23	0.702
Среднеквадратическое отклонение характеристики, S	3.7	7.0	3.4	-	-
Коэффициент вариации, v	0.15	0.15	0.15	-	-
Число определений, n	52	52	52	-	-

Коэффициенты вариации для грунтов не превышают 0,15 (ГОСТ 20522-2012 пункт 5.5) по всем характеристикам физических свойств грунта, следовательно, дополнительное разделение ИГЭ не требуется.

Таким образом, выделен 1 слой и 7 ИГЭ, классифицирующийся по ГОСТ 25100-2011

ИГЭ(1) – Насыпной грунт: суглинок тяжелый пылеватый (суглинок тяжелый) полутвёрдый, с прослоями туго- и мягкопластичной, супеси твердой, в отдельных прослоях с примесью органического вещества до 5%.

ИГЭ(2) – Суглинок тяжелый пылеватый (суглинок тяжёлый), твёрдый, сильнопросадочный, с прослоями слабопросадочного, слабонабухающий, с примесью органического вещества.

ИГЭ(3) – Суглинок тяжелый пылеватый (суглинок тяжёлый), полутвёрдый, с прослоями твёрдого, редко с примесью органического вещества.

ИГЭ(4) – Суглинок тяжёлый пылеватый (суглинок тяжёлый), тугопластичный, с прослоями полутвёрдого, с примесью органического вещества.

ИГЭ(5) – Суглинок тяжёлый пылеватый (суглинок тяжёлый), мягкопластичный, с примесью органического вещества.

ИГЭ(6) – Суглинок лёгкий пылеватый (суглинок лёгкий), текучепластичный, редко с примесью органического вещества.

ИГЭ(7) – Глина лёгкая пылеватая (глина пылеватая), полутвёрдая

2.3.3. Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов

Статическая обработка физических и физико-механических характеристик грунтов проводится для вычисления их нормативных значений, не обходимых для проектирования сооружения. Нормативное значение X_n физических (влажности, плотности, пластичности и т.п.) и механических характеристик грунтов (модуля деформации и т.п.) принимают равным среднеарифметическому значению X и вычисляют по формуле:

$$X_n = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad (2.3.3.1)$$

где n – число определений характеристики; X_i – частные значения характеристики, получаемые по результатам отдельных i – х опытов

Расчетное значение, согласно ГОСТ 20522-2012 [62], представляет собой нормативное значение характеристик выделенных ИГЭ деленное на коэффициент надежности (безопасности) по грунту.

$$X = \frac{X_n}{\gamma_g}, \quad (2.3.3.2)$$

где γ_g – коэффициент надежности по грунту, который равен (формула 2.6):

$$\gamma_g = \frac{1}{1 \pm \rho_\alpha}, \quad (2.3.3.3)$$

где ρ_α – показатель точности X_n , который находится по формуле (2.7):

$$\rho_\alpha = \frac{t_\alpha V}{\sqrt{n}} \quad (2.3.3.4)$$

где t_α – коэффициент, принимаемый по таблице Ж.2 ГОСТ 20522-2012 [62] в зависимости от заданной односторонней доверительной вероятности α и числа степеней свободы $K = n - 1$.

В соответствии с п.5.3.16 СП 22.13330.2011 [40] доверительная вероятность α расчетных значений характеристик грунтов принимается при расчетах оснований по несущей способности $\alpha = 0,95$, по деформации- $\alpha = 0,85$.

Нормативные значения угла внутреннего трения φ_n , удельного сцепления c_n и модуля деформации E допускается по Приложению 1 СП 22.13330.2011 [40].

Нормативное значение X_n всех физических (влажности, плотности, пластичности и т.п.) и механических характеристик грунтов (модуля деформации, угла внутреннего трения и удельного сцепления) принимают равным среднеарифметическому значению X .

Ниже приводятся нормативные и расчетные показатели свойств грунтов (по элементам).

ИГЭ 1 – Насыпной грунт: суглинок тяжелый пылеватый (суглинок тяжелый) полутвёрдый, с прослоями туго- и мягкопластичной, супеси твердой, в отдельных прослоях с примесью органического вещества до 5%.

Грунты характеризуются следующими нормативными значениями физических свойств:

- влажность природная, W , д.е.....	0,204
- влажность на границе текучести, W_L , д.е.....	0,31
- влажность на границе раскатывания, W_P , д.е.....	0,17

- число пластичности, I_p 0,14
- показатель текучести, I_L 0,24
- плотность, ρ т/м³..... 1,98
- коэффициент пористости, e 0,659
- коэффициент водонасыщения, S_r 0,84

Расчётные значения характеристик грунтов

Характеристики грунта при доверительной вероятности			
<u>0,98</u> 0,95	<u>0,90</u> 0,85	<u>0,98</u> 0,95	<u>0,90</u> 0,85
Плотность грунта, т/м ³		Удельный вес грунта, кН/м ³	
ρ_I	ρ_{II}	σ_I	σ_{II}
<u>1,84</u> 1,89	<u>1,92</u> 1,93	<u>18,0</u> 18,5	<u>18,8</u> 18,9

Неоплейстоценовые софийские лессовые и золовые отложения (LEIsf)

ИГЭ 2 - Суглинок тяжелый пылеватый (суглинок тяжёлый), твёрдый, сильнопросадочный, с прослоями слабопросадочного, слабонабухающий, с примесью органического вещества.

Грунты характеризуются следующими нормативными значениями физических свойств:

- влажность природная, W , д.е..... 0,129
- влажность на границе текучести, W_L , д.е..... 0,29
- влажность на границе раскатывания, W_P , д.е..... 0,17
- число пластичности, I_p 0,12
- показатель текучести, I_L <0
- плотность, ρ т/м³..... 1,64
- коэффициент пористости, e 0,876
- коэффициент водонасыщения, S_r 0,40
- относительное содержание органического вещества I_r , д.е..... 0,040

Расчётные значения характеристик грунтов

Характеристики грунта при доверительной вероятности								
<u>0,98/0,9</u> $\frac{8sat}{0,95/0,9}$ 5sat	<u>0,90/0,90</u> $\frac{sat}{0,85/0,85}$ sat	<u>0,98/0,98</u> $\frac{sat}{0,95/0,95}$ sat	<u>0,90/0,90</u> $\frac{sat}{0,85/0,85}$ sat	<u>0,98/0,98</u> $\frac{sat}{0,95/0,95}$ sat	<u>0,90/0,90</u> $\frac{sat}{0,85/0,85}$ sat	<u>0,98/0,98</u> $\frac{sat}{0,95/0,95}$ sat	<u>0,90/0,90</u> $\frac{sat}{0,85/0,85}$ sat	Модуль деформации, МПа
Плотность грунта, т/м ³		Удельный вес грунта, кН/м ³		Удельное сцепление грунта, кПа		Угол внутреннего трения, град.		
ρ_I	ρ_{II}	ρ_I	ρ_{II}	C_I	C_{II}	ϕ_I	ϕ_{II}	E/Esat
<u>1,58</u> 1,60	<u>1,61</u> 1,61	<u>15,5</u> 15,7	<u>15,8</u> 15,8	<u>92/15</u> 99/17	<u>104/18</u> 107/18	<u>26/18</u> 27/18	<u>28/19</u> 29/19	10/1,9

*Расчетное значение модуля деформации принято на основании сопоставительной корреляции значений, полученных различными методами.

Неоплейстоценовые эолово-делювиальные отложения. Прикумский лесс (ЛПрк)

ИГЭ 3 Суглинок тяжелый пылеватый (суглинок тяжёлый), полутвёрдый, с прослоями твёрдого, редко с примесью органического вещества.

Грунты характеризуются следующими нормативными значениями физических свойств:

- влажность природная, W , д.е.....	0,180
- влажность на границе текучести, W_L , д.е.....	0,31
- влажность на границе раскатывания, W_P , д.е.....	0,17
- число пластичности, I_p	0,14
- показатель текучести, I_L	0,07
- плотность, ρ т/м ³	2,04
- коэффициент пористости, e	0,572
- коэффициент водонасыщения, S_r	0,86
- относительное содержание органического вещества I_g , д.е.....	0,038

Расчётные значения характеристик грунтов

Характеристики грунта при доверительной вероятности								Модуль деформации, МПа
<u>0,98</u> 0,95	<u>0,90</u> 0,85	<u>0,98</u> 0,95	<u>0,90</u> 0,85	<u>0,98</u> 0,95	<u>0,90</u> 0,85	<u>0,98</u> 0,95	<u>0,90</u> 0,85	
Плотность грунта, т/м ³		Удельный вес грунта, кН/м ³		Удельное сцепление грунта, кПа		Угол внутреннего трения, град.		E
<u>ρ_I</u>	<u>ρ_{II}</u>	<u>ρ_I</u>	<u>ρ_{II}</u>	<u>C_I</u>	<u>C_{II}</u>	<u>ϕ_I</u>	<u>ϕ_{II}</u>	
<u>2,00</u> 2,01	<u>2,02</u> 2,02	<u>19,6</u> 19,7	<u>19,8</u> 19,8	<u>90</u> 94	<u>98</u> 100	<u>23</u> 24	<u>24</u> 25	

*Расчетное значение модуля деформации принято на основании сопоставительной корреляции значений, полученных различными методами.

ИГЭ(4) – 10ж3 - Суглинок тяжёлый пылеватый (суглинок тяжёлый), тугопластичный, с прослоями полутвёрдого, с примесью органического вещества.

Грунты характеризуются следующими нормативными значениями физических свойств:

- влажность природная, W , д.е.....	0,207
- влажность на границе текучести, W_L , д.е.....	0,29
- влажность на границе раскатывания, W_P , д.е.....	0,16
- число пластичности, I_p	0,13
- показатель текучести, I_L	0,36
- плотность, ρ т/м ³	2,03
- коэффициент пористости, e	0,619
- коэффициент водонасыщения, S_r	0,91
- относительное содержание органического вещества I_g , д.е.....	0,035

Расчётные значения характеристик грунтов

Характеристики грунта при доверительной вероятности								Мо ду ль де
<u>0,98</u>	<u>0,90</u>	<u>0,98</u>	<u>0,90</u>	<u>0,98</u>	<u>0,90</u>	<u>0,98</u>	<u>0,90</u>	

0,95	0,85	0,95	0,85	0,95	0,85	0,95	0,85	
Плотность грунта, т/м ³		Удельный вес грунта, кН/м ³		Удельное сцепление грунта, кПа		Угол внутреннего трения, град.		
ρ_1	ρ_2	γ_1	γ_2	C_1	C_2	φ_1	φ_2	E
<u>1,99</u> 2,00	<u>2,00</u> 2,01	<u>9,5</u> 19,6	<u>19,6</u> 19,7	<u>40</u> 42	<u>44</u> 45	<u>15</u> 16	<u>17</u> 17	9,3

*Расчетное значение модуля деформации принято на основании сопоставительной корреляции значений, полученных различными методами.

ИГЭ(5) – 10ж4 - Суглинок тяжёлый пылеватый (суглинок тяжёлый), мягкопластичный, с примесью органического вещества.

Грунты характеризуются следующими нормативными значениями физических свойств:

- влажность природная, W, д.е.....	0,233
- влажность на границе текучести, W _L , д.е.....	0,28
- влажность на границе раскатывания, W _P , д.е.....	0,16
- число пластичности, I _p	0,12
- показатель текучести, I _L	0,61
- плотность, ρ т/м ³	2,05
- коэффициент пористости, e.....	0,639
- коэффициент водонасыщения, S _r	0,99
- относительное содержание органического вещества I _g , д.е.....	0,035

Расчётные значения характеристик грунтов

Характеристики грунта при доверительной вероятности								Модуль деформации, МПа
<u>0,98</u> 0,95	<u>0,90</u> 0,85	<u>0,98</u> 0,95	<u>0,90</u> 0,85	<u>0,98</u> 0,95	<u>0,90</u> 0,85	<u>0,98</u> 0,95	<u>0,90</u> 0,85	
Плотность грунта, т/м ³		Удельный вес грунта, кН/м ³		Удельное сцепление грунта, кПа		Угол внутреннего трения, град.		E
ρ_1	ρ_2	γ_1	γ_2	C_1	C_2	φ_1	φ_2	
<u>2,03</u> 2,03	<u>2,04</u> 2,04	<u>19,9</u> 19,9	<u>20,0</u> 20,0	<u>26</u> 27	<u>28</u> 29	<u>11</u> 12	<u>13</u> 13	7,9

*Расчетное значение модуля деформации принято на основании сопоставительной корреляции значений, полученных различными методами.

ИГЭ(6) – 10ж5 - Суглинок лёгкий пылеватый (суглинок лёгкий), текучепластичный, редко с примесью органического вещества.

Грунты характеризуются следующими нормативными значениями физических свойств:

- влажность природная, W, д.е.....	0,262
- влажность на границе текучести, W _L , д.е.....	0,28
- влажность на границе раскатывания, W _P , д.е.....	0,17
- число пластичности, I _p	0,11
- показатель текучести, I _L	0,85
- плотность, ρ т/м ³	2,03
- коэффициент пористости, e.....	0,689
- коэффициент водонасыщения, S _r	1,00

Расчётные значения характеристик грунтов

Характеристики грунта при доверительной вероятности								Модуль деформации, МПа
<u>0,98</u>	<u>0,90</u>	<u>0,98</u>	<u>0,90</u>	<u>0,98</u>	<u>0,90</u>	<u>0,98</u>	<u>0,90</u>	
0,95	0,85	0,95	0,85	0,95	0,85	0,95	0,85	
Плотность грунта, т/м ³		Удельный вес грунта, кН/м ³		Удельное сцепление грунта, кПа		Угол внутреннего трения, град.		E
ρ_1	$\rho_п$	γ_1	$\gamma_п$	C_1	$C_п$	φ_1	$\varphi_п$	
<u>2,01</u>	<u>2,02</u>	<u>19,7</u>	<u>19,8</u>	<u>20</u>	<u>24</u>	<u>10</u>	<u>12</u>	6,8
2,01	2,02	19,7	19,8	22	25	11	12	

*Расчетное значение модуля деформации принято на основании сопоставительной корреляции значений, полученных различными методами.

ИГЭ(7) – 10з2 - Глина лёгкая пылеватая (глина пылеватая), полутвёрдая.

Грунты характеризуются следующими нормативными значениями физических свойств:

- влажность природная, W , д.е.....	0,251
- влажность на границе текучести, W_L , д.е.....	0,45
- влажность на границе раскатывания, W_p , д.е.....	0,22
- число пластичности, I_p	0,23
- показатель текучести, I_L	0,13
- плотность, ρ т/м ³	2,02
- коэффициент пористости, e	0,702
- коэффициент водонасыщения, S_r	0,98

Расчётные значения характеристик грунтов

Характеристики грунта при доверительной вероятности								Модуль деформации, МПа
<u>0,98</u>	<u>0,90</u>	<u>0,98</u>	<u>0,90</u>	<u>0,98</u>	<u>0,90</u>	<u>0,98</u>	<u>0,90</u>	
0,95	0,85	0,95	0,85	0,95	0,85	0,95	0,85	
Плотность грунта, т/м ³		Удельный вес грунта, кН/м ³		Удельное сцепление грунта, кПа		Угол внутреннего трения, град.		E
ρ_1	$\rho_п$	γ_1	$\gamma_п$	C_1	$C_п$	φ_1	$\varphi_п$	
<u>2,00</u>	<u>2,01</u>	<u>19,6</u>	<u>19,7</u>	<u>119</u>	<u>128</u>	<u>22</u>	<u>24</u>	17,3
2,00	2,01	19,6	19,7	124	130	23	24	

*Расчетное значение модуля деформации принято на основании сопоставительной корреляции значений, полученных различными методами.

Расчетное значение, согласно ГОСТ 20522-2012 [62], представляет собой нормативное значение характеристик выделенных ИГЭ деленное на коэффициент надежности (безопасности) по грунту.

$$X = \frac{X_n}{\gamma_g}, \quad (2.3)$$

где γ_g – коэффициент надежности по грунту, который равен (формула 2.6):

$$\gamma_g = \frac{1}{1 \pm \rho_\alpha}, \quad (2.3.3.5)$$

где ρ_α – показатель точности X_n , который находится по формуле (2.7):

$$\rho_\alpha = \frac{t_\alpha V}{\sqrt{n}} \quad (2.3.3.6)$$

где t_α – коэффициент, принимаемый по таблице Ж.2 ГОСТ 20522-2012 [62] в зависимости от заданной односторонней доверительной вероятности α и числа степеней свободы $K = n-1$.

В соответствии с п.5.3.16 СП 22.13330.2011 [62] доверительная вероятность α расчетных значений характеристик грунтов принимается при расчетах оснований по несущей способности $\alpha = 0,95$, по деформации- $\alpha = 0,85$.

Нормативные значения угла внутреннего трения φ_n , удельного сцепления c_n и модуля деформации E допускается по Приложению 1 СП 22.13330.2011 ,[62].

Нормативное значение X_n всех физических (влажности, плотности, пластичности и т.п.) и механических характеристик грунтов (модуля деформации, угла внутреннего трения и удельного сцепления) принимают равным среднеарифметическому значению X .

2.4. Гидрогеологические условия

Водовмещающими породами являются мягко-текучепластичные суглинки. Классификация грунтовых вод по химическому составу представлена в таблице 2.4.1

Грунтовые воды по содержанию сульфатов обладают сильноагрессивной редко средне и слабоагрессивной степенью воздействия по отношению к бетону марок W4 – W8 по водонепроницаемости на портландцементе по ГОСТ 10178, ГОСТ 31108 и неагрессивны по отношению к бетонам на портландцемент по ГОСТ 10178, ГОСТ 31108 с содержанием в клинкере C_3S не более 65%, C_3F - не более 7%, C_3A+C_4AF - не более 22% и шлакопортландцементе,[1].

Таблица 2.4.1 Классификация грунтовых вод

Показатель		Значение		Наименование
		от	до	
По минерализации, мг/л		3449	6821	соленые
		1021	2701	солончатые
		638	671	пресные
По жесткости, ммоль/л		11,4	64,8	Очень жесткие
		7,2		жесткие
Реакция воды		7,2	7,6	Щелочная
		7,0		Нейтральная
		6,8		Кислая
По О.А.Алекину	Класс	Сульфатный		
		Гидрокарбонатный		
	Группа	II		
		III		
	Тип	Калиево-натриевая		
		Магниева		
Кальциевая				

Грунтовые воды по содержанию сульфатов обладают сильноагрессивной редко средне и слабоагрессивной степенью воздействия по отношению к бетону марок W4 – W8 по водонепроницаемости на портландцементе по ГОСТ 10178, ГОСТ 31108 и неагрессивны по отношению к бетонам на портландцемент по ГОСТ 10178, ГОСТ 31108 с содержанием в клинкере C_3S не более 65%, C_3F - не более 7%, C_3A+C_4AF - не более 22% и шлакопортландцементе, [1].

По содержанию хлоридов степень агрессивного воздействия грунтовых вод на арматуру железобетонных конструкций из бетона марки по водонепроницаемости не менее W6 при постоянном погружении – неагрессивная, при периодическом смачивании среднеагрессивная (редко слабоагрессивная), [1].

Степень агрессивного воздействия грунтовых вод на металлические конструкции - среднеагрессивная.

Оценка агрессивности воды-среды по СП 28.13330.2012[45], т.В.3, В.4, Г.2, Х.3.

2.5 Геологические процессы и явления на участке

Исследуемый участок характеризуется наличием опасных геологических и инженерно-геологических процессов.

На участке трассы пк 0+00 до пк 12+00 в верхней части разреза распространены просадочные грунты, представленные суглинком тяжелым пылеватым, твердым (ИГЭ-2). Вскрыты под почвенно-растительным слоем. Максимальная мощность 6,0 м зафиксирована в начале трассы.

По результатам определения относительной деформации просадочности в соответствии с ГОСТ 25100-2011 грунты преимущественно среднепросадочные, редко сильно и чрезвычайно просадочные. Относительная деформация просадочности изменяется от 0,038 до 0,070 для среднепросадочных, от 0,077 до 0,081 для сильнопросадочных, и от 0,124 до 0,139 для чрезвычайно просадочных. Просадка от собственного веса превышает 5 см. Тип грунтовых условий по просадочности – II [1].

Просадочный грунт: преимущественно структурно-неустойчивый, глинистый (лессовый) грунт, в котором при повышении влажности выше определенного уровня происходит потеря его прочности под воздействием внешней нагрузки (или) собственного веса происходит его дополнительное уплотнение- просадка грунта.

Грунтовые условия строительных площадок, сложенных просадочными грунтами, в зависимости от возможности проявления просадки грунтов подразделяются на два типа. При проектировании фундаментов на просадочных грунтах должен быть установлен тип грунтов по просадочности.

Первый тип по просадочности – просадка S_{sl} грунта происходит в основном в пределах деформируемой зоны основания от внешней нагрузки, а просадка от собственного веса грунта практически отсутствует или не превышает 5 см.

Второй тип просадочности – просадка происходит преимущественно в нижней части просадочной толщи. При наличии внешней нагрузки просадка происходит помимо этого и в верхней части просадочной толщи и превышает 5 см.

Тип грунтовых условий по просадочности определяется на основе лабораторных исследований или в полевых условиях путем замачивания грунтов в опытных котлованах.

Количественными показателями, характеризующими просадочные свойства грунтов являются:

- относительная просадочность ε_{sl} - относительное сжатие грунтов при заданном давлении после их замачивания;
- начальное просадочное давление p_{sl} - минимальное давление, при котором проявляются просадочные свойства грунтов при их полном водонасыщении;
- начальная просадочная влажность w_{sl} - минимальная влажность, при которой проявляются просадочные свойства грунтов,[55].

Относительная просадочность грунта ε_{sl} определяется из лабораторных компрессионных испытаний методом "одной" или методом "двух кривых".

Грунты относятся к просадочным при относительной просадочности $\epsilon_{sl} \geq 0.01$. За начальное просадочное давление принимается давление, при котором $\epsilon_{sl} = 0.01$

Просадочные грунты на участке следует относить ко второму типу грунтовых условий, так как суммарная просадка более 5 см. Для устранения просадочности грунтов могут быть применены следующие мероприятия:

1. В состав мероприятий, устраняющих или уменьшающих деформации оснований, сложенных просадочными грунтами, входят:

– глубинное уплотнение с предварительным замачиванием нижних слоев грунта (в том числе глубинными взрывами), регулируемое замачивание, а также другие, проверенные на практике, методы;

– прорезка толщи свайными фундаментами из забивных, набивных, буронабивных и других типов свай, а также столбами или лентами из грунта, закрепленного химическим, термическим или другими способами;

– уплотнение грунта тяжелыми трамбовками или устройством грунтовой подушки, препятствующей замачиванию грунтов сверху;

– водозащитные мероприятия, снижающие вероятность замачивания грунтов и величину просадки, а также уменьшающие вероятность подтопления территорий и подъема уровня подземных вод, [49].

2. Уплотнение просадочных грунтов предварительным замачиванием (в том числе глубинными взрывами) следует применять при просадочных толщах глубиной свыше 8 м для устранения просадочности грунтов в нижних слоях толщи, снижения их деформативности и повышения несущей способности, [49].

Здания и сооружения на основаниях, уплотненных предварительным замачиванием (в том числе глубинными взрывами), следует проектировать с учетом неравномерных осадок грунтов от внешней нагрузки и длительности времени их консолидации.

3. Регулируемое замачивание в грунтовых условиях I и II типов по просадочности с просадкой грунтов от собственного веса до 1,5 м следует применять для устранения просадочных свойств грунтов замачиванием их в процессе возведения зданий (сооружений) и уплотнением под воздействием внешней нагрузки и собственного веса грунта, [49].

В грунтовых условиях I и II типов по просадочности с просадкой грунтов от собственного веса до 0,5 м следует применять одностадийное замачивание в процессе возведения объекта. При просадке грунтов от собственного веса свыше 0,5 м замачивание

следует осуществлять в две стадии: первая - до возведения здания (сооружения), вторая - в процессе его возведения, [49].

При одностадийном замачивании здания (сооружения) следует проектировать с учетом неравномерных осадок замоченного грунта под действием внешней нагрузки, а в грунтовых условиях II типа по просадочности - на деформационное воздействие неравномерного оседания грунтов от собственного веса.

При двухстадийном замачивании здания (сооружения) следует проектировать с учетом неравномерных осадок от внешней нагрузки, исходя из условия завершения оседания грунтов от собственного веса в период предварительной стадии замачивания.

4. Свайные фундаменты на просадочных грунтах следует проектировать с полной прорезкой всех слоев просадочных и других видов грунтов, прочностные характеристики которых снижаются при замачивании. Опирание концов свай следует, как правило, предусматривать в малосжимаемые грунты (скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем, плотные и средней плотности песчаные и пылевато-глинистые), [49].

5. Допускается применять висячие сваи при условии полной прорезки просадочных грунтов в тех случаях, когда сваи-стойки нельзя устраивать из-за отсутствия на необходимой глубине скальных или малосжимаемых грунтов. Здания (сооружения) следует проектировать в этих случаях с учетом неравномерных осадок свайного фундамента, вызванных силами отрицательного трения по боковой поверхности свай при подъеме уровня подземных вод или при замачивании грунтов из внешнего источника под частью здания (сооружения), [49].

6. Частичное устранение просадочных свойств грунтов в верхней части просадочной толщи рекомендуется применять в сочетании с водозащитными и конструктивными мероприятиями.

Уплотнение тяжелыми трамбовками грунтов со степенью влажности $S_r \approx 0,7$ и плотностью $\rho_d \approx 0,55 \text{ т/м}^3$ производится в целях:

- устранения просадочных свойств грунтов в пределах всей или части деформируемой зоны основания;
- создания в основании здания (сооружения) сплошного маловодопроницаемого экрана, препятствующего интенсивному замачиванию нижележащих просадочных грунтов;
- повышения плотности, прочностных характеристик и уменьшения сжимаемости грунтов при последующем их водонасыщении. Уплотнение грунтов тяжелыми

трамбовками допускается на расстоянии от существующих зданий и сооружений, достаточном для устранения влияния на них динамических воздействий.

Устройством грунтовых подушек следует предусматривать замену просадочного грунта в пределах всей или части деформируемой зоны местным глинистым грунтом, послойно уплотненным укаткой или трамбовкой.

Грунтовые подушки следует устраивать:

– при степени влажности просадочных грунтов в основании фундаментов $S_r > 0,7$ для создания в основании фундаментов уплотненного слоя большей толщины, чем при уплотнении тяжелыми трамбовками;

– при расположении строительной площадки на расстоянии, менее допустимого по условиям безопасности окружающей застройки при применении тяжелых трамбовок;

– при отсутствии механизмов для использования тяжелых трамбовок.

Допускается устройство двухслойного основания, включающего уплотнение грунта тяжелыми трамбовками, и грунтовой подушки, [49].

7. Водозащитные мероприятия при строительстве зданий (сооружений) на просадочных грунтах следует предусматривать для предотвращения или снижения вероятности замачивания основания зданий (сооружений) и развития неравномерных осадок и просадок грунтов, контроля за состоянием водонесущих сетей и для возможности их осмотра и ремонта, [49].

8. В состав водозащитных мероприятий должны входить:

– компоновка генерального плана;

– вертикальная планировка застраиваемой территории;

– устройство под зданиями маловодопроницаемых экранов из уплотненного грунта (при строительстве с комплексом мероприятий);

– качественное уплотнение обратной засыпки пазух котлованов и траншей;

– устройство отмосток по наружному периметру зданий (сооружений);

– прокладка наружных и внутренних водонесущих коммуникаций с учетом предотвращения возможности утечки из них воды в грунт и обеспечения контроля коммуникаций, их ремонта, сброса аварийных вод, [49].

9. Отмостки, устраиваемые по периметру зданий и сооружений, следует предусматривать, как правило, совмещенными с тротуарами и проездами. Ширина отмосток должна быть не менее 2 м на площадках с грунтовыми условиями II типа по просадочности и не менее 1,5 м на площадках с грунтовыми условиями I типа, а также на

площадках с грунтовыми условиями II типа по просадочности при устранении просадочных свойств грунтов или прорезке их сваями, [49].

10. Водозащиту грунтов основания зданий и сооружений следует предусматривать в соответствии со СП 30.13330.2016 „Внутренний водопровод и канализация зданий“ устройством водонепроницаемых полов в подвалах, подпольях и т. п., применением компенсаторов в местах пересечения деформационных швов трубопроводами или гибкими стыками трубопроводов и т. п., [49].

11. Внутренние трубопроводы следует прокладывать выше уровня пола подвальных этажей с приспособлениями или компенсаторами, исключающими возможность повреждения трубопроводов при неравномерных осадках фундаментов. Внутренние трубопроводы должны быть доступны для осмотра и ремонта, [49].

12. В грунтовых условиях I типа по просадочности в подвальных этажах допускается прокладывать транзитные водонесущие сети и сети канализации, а также предусматривать выпуски канализации выше пола подвала, [49].

Разрешается прокладка транзитных коммуникаций через помещения подземного хозяйства производственных зданий (технологические подвалы, приемки и т. п.) в случаях, когда это не нарушает технологического процесса и удовлетворяет требованиям техники безопасности.

13. В грунтовых условиях II типа по просадочности транзитные коммуникации, содержащие жидкость, прокладываемые ниже отметки пола 1-го этажа, не должны пересекать помещений подземного хозяйства цехов, приемков с технологическим оборудованием, а также лестничных клеток, мусоропроводов и т.п. Но допускается пересечение канализационными трубопроводами деформационных швов между смежными частями зданий и сооружений.

Вводы водопровода и теплосетей, а также выпуски канализации на участках между зданием (сооружением) и контрольным колодцем, должны быть проложены в водонепроницаемых железобетонных каналах, [49].

14. Примыкание каналов к фундаментам зданий и сооружений должно быть герметичным, его следует выполнять с учетом возможных просадок канала и фундамента здания (сооружения). Минимальные расстояния в плане от наружных поверхностей водопроводных и канализационных труб до граней фундаментов следует принимать.

в грунтовых условиях I типа по просадочности - не менее 5 м;

в грунтовых условиях II типа по просадочности - по следующей таблице:

Толщина слоя просадочного	Расстояние, м, при диаметре труб, мм		
	грунта, м	до 100	св. 100 до 300
До 12	5	7,5	10
Св. 12	7,5	10	15

Прокладку трубопроводов следует предусматривать в водонепроницаемых каналах с уплотнением дна траншей и с обязательным устройством выпусков аварийных вод из каналов в контрольные устройства с удалением из них воды, [49].

15. При отсутствии в районе строительства ливнесточной канализации воду из внутренних стоков допускается выпускать в открытые водонепроницаемые лотки, проложенные через зеленые зоны, отмостки или тротуары (проезды) в местную ливнесточную сеть. Выпуск воды из внутренних водостоков в хозяйственно-бытовую канализацию не допускается, [49].

16. Отопительные системы зданий и сооружений следует предусматривать такими, чтобы подводки к нагревательным приборам не пересекали деформационные швы здания (сооружения).

Внутренние канализационные сети следует группировать в объединенные выпуски из зданий (сооружений) через контрольные колодцы с последующим подключением их к ближайшему колодцу сети канализации, [49].

17. Напорные и самотечные трубопроводы в грунтовых условиях I типа по просадочности допускается проектировать без учета просадочности грунтов. В грунтовых условиях II типа по просадочности трубопроводы следует проектировать в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84 „Водоснабжение. Наружные сети и сооружения" и СНиП 2.04.03-85 „Канализация. Наружные сети и сооружения", [49].

18. Водозащиту просадочных грунтов следует дублировать установкой предохранительных и сигнализационных устройств в системах сброса аварийных вод для оповещения об утечках, монтируемых в специальных водонепроницаемых прямках или контрольных колодцах, в которых также должны быть расположены запорные устройства трубопроводов, температурные компенсаторы теплофикационных сетей и т. п.

Аварийные воды из контрольных колодцев следует откачивать, а при наличии местных условий - сбрасывать самотеком на участки территорий, не подлежащих застройке, [49].

19. На случай аварии водонесущих сетей и для немедленного отключения аварийных участков трасс в распоряжении обслуживающего персонала производственных предприятий, жилых кварталов, микрорайонов и т. п. должны быть детальные схемы водонесущих сетей обслуживаемой территории с указанием их вводов и выпусков, смотровых и контрольных колодцев, мест расположения запорных устройств, задвижек на водоводах и т. п., [49].

20. Отвод атмосферных вод с кровли зданий и покрытий сооружений должен осуществляться в наружную ливнесточную или общесплавную канализационную сеть. При отсутствии указанной сети отвод воды следует осуществлять в местную ливнесточную сеть со сбросом в безопасные места за пределами территории, подлежащей застройке.

Организованный наружный водоотвод допускается только в III и IV строительно-климатических зонах для зданий высотой не более пяти этажей включительно. Попадающая на отмостку вода должна поступать в ливнесточную сеть через водоприемники или лотки. Отвод воды из водостоков в хозяйственно-бытовую канализацию не допускается, [49].

2.6. Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка

Оценка категории сложности инженерно-геологических условий (ИГУ) была проведена согласно СП 11-105-97 [50].

Геоморфологические условия. Участок изысканий расположен в пределах нескольких геоморфологических элементов с горизонтальной, нерасчлененной поверхностью - II категория (средняя сложность).

Геологические условия в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой. Геологический разрез участка работ сложен двумя различными по литологии слоями (суглинки, глины), мощность которых выдержана по простиранию. В предполагаемой сфере взаимодействия сооружения с геологической средой выделяется не более четырех литологических слоев - II категория (простая).

Гидрогеологические условия в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой. В сфере взаимодействия присутствуют воды водоносного горизонта с однородным химическим составом - II категория (простая).

Геологические и инженерно - геологические процессы, отрицательно влияющие на условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений. Просадочные грунты

имеют ограниченное распространение, не оказывают существенного влияния - II категория (средняя сложность).

Специфические грунты в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой. Имеют ограниченное распространение - II категория (средняя сложность).

Согласно примечанию СП 47.13330-2016 приложению Б - *Категории условий следует устанавливать по совокупности факторов, указанных в настоящем приложении. Если какой - либо отдельный фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии основных проектных решений, то категорию сложности инженерно - геологических условий следует устанавливать по этому фактору.* Следовательно, инженерно-геологические условия участка изысканий относятся к II категории сложности, то есть являются средней сложности.

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

Основной причиной ухудшения инженерно-геологических условий площадок в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений является избыточное увлажнение вследствие обильных дождей и тд.

Учитывая просадочные свойства грунтов, рекомендуется выполнить мероприятия для устранения или предотвращения проявления просадочных явлений как, то:

- механическое уплотнение;
- предварительное замачивание;

-организация мероприятий исключающих замачивание грунтов основания: устройство водонепроницаемого экрана в основании насыпи, устройство дренажных сооружений, обеспечивающих сток атмосферных вод.

3. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ. ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКЕ

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

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

Под сферой взаимодействия здания или сооружения с геологической средой следует понимать массив грунтов, определяющий устойчивость сооружения и воспринимающий от него различного рода воздействия, приводящие к изменению напряженного состояния грунтов, их температурного и водного режима.

Сферу взаимодействия необходимо определять, в ней происходит:

- 1) изменение напряженного состояния грунта;
- 2) изменение влажностного состояния грунта;
- 3) изменение температурного состояния грунта (до 7⁰ С).

Все это существенно влияет на устойчивость здания или сооружения.

Границы сферы взаимодействия зависят не только от свойств геологической среды, но и от характера проектируемой деятельности – назначение, тип, конструкция, методы строительства и эксплуатации сооружения. Определяются расчетами.

Границы сферы взаимодействия сооружения с геологической средой в свою очередь определяют площадь и глубину проведения инженерно-геологических изысканий, а в конечном итоге – объемы и методы выполнения работ, которые могут быть установлены в том случае, если:

- определено точное местоположение проектируемого сооружения;
- разработаны его конструкция и его режим эксплуатации;
- выявлены и изучено геологическое строение участка, и его гидрогеологические условия.

Проектом предусмотрено строительство автодороги IV категории, общей протяженностью 3,5 км.

Таблица 3.1.1 Техническая характеристика проектируемого сооружения

Наименование	Тип фундамента	Нагрузка на п.м., м ² , сваю, колонну	Чувствительность	Уровень ответственности
Мостовой переход	Свайный, Длина сваи 12 метров, глубина заложения 1-2м от поверхности	35 тон	Чувствительное	II

Сфера взаимодействия проектируемого мостового перехода со свайным фундаментом, на геологическую среду ограничена:

По глубине – нижней границей активной зоны, принимаемой в зависимости от типа фундамента и нагрузки на него СП 28.13330-2012.

Руководствуясь СП 28.13330-2012 глубину горных выработок для свайного фундамента в дисперсных грунтах следует принимать ниже проектируемой глубины погружения нижнего конца свай не менее чем на 5 метров.

Так как запроектированная глубина свай мостового перехода 12 метров, глубиной заложения 2 метра. Таким образом, сфера взаимодействия здания с геологической средой составит 19,0 метров. Глубина горных выработок принимается 19,0 метров.

Согласно СП 47.13330-2012, для типового проектирования ширину полосы трассы, глубину горных выработок и расстояние между ними принимают в соответствии с таблицей 6.4 и составляет 3 метра.

В результате анализа сферы взаимодействия проектируемых сооружений с геологической средой составлена расчетная схема основания с обоснованием данных, необходимых для расчета фундамента, несущей способности оснований и инженерно-геологических процессов. [50]

При анализе полученной сферы взаимодействия и характера взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой определяется набор показателей состава, физических и физико-механических свойств грунтов, который будет использоваться проектировщиками при расчетах оснований по двум предельным состояниям: деформации и несущей способности. [50]

На основе составленной расчетной схемы основания свайного фундамента, с учетом требований нормативных документов, формируются конкретные задачи изысканий в пределах сферы взаимодействия проектируемого сооружения:

- Изучение всех факторов инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия сооружения с геологической средой;
- Расчленение геологического разреза в сфере взаимодействия на инженерно-геологические категории грунтов;
- Детальное изучение физико-механических свойств грунтов сферы взаимодействия и выделение инженерно-геологических элементов в разрезе;
- Определение нормативных и расчетных значений показателей свойств для инженерно-геологических элементов с целью составления инженерно-геологических процессов в сфере взаимодействия расчетным методом, с целью составления расчетной схемы: основание-сооружение или геологическая среда-сооружение.

3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ

На основе нормативных документов, строения геологического разреза участка и технических характеристик проектируемого здания необходимо провести следующие виды работ:

1. рекогносцировочное обследование и топогеодезические работы;
2. проходка горных выработок;
3. гидрогеологические работы;
4. полевые опытные работы;
5. статическое зондирование;
6. опробование;
7. лабораторные работы;

8. камеральные работы.

3.2.2 Инженерно-геологическая рекогносцировка

В задачу рекогносцировочного обследования территории входит: осмотр и описание места изыскательских работ; визуальная оценка рельефа, а также описание водопроявлений и внешних проявлений геодинамических процессов.

В процессе рекогносцировки решаются следующие задачи:

- собираются и оцениваются данные об инженерно-геологических условиях площадки;
- уточняются нерешенные вопросы;
- проводится сравнение инженерно-геологических условий имеющихся вариантов строительства;
- делается прогноз изменения геологической среды в результате влияния на неё проектных сооружений и зданий.

3.2.3 Топогеодезические работы

Топографо-геодезические работы - это комплекс работ, направленных на выявление и изучение природных факторов, имеющих большое значение для принятия технически правильных и экономически целесообразных решений при проектировании и застройки на предполагаемом участке строительства. [41]

Топогеодезические работы применяются для привязки горных выработок и создания топографического плана, масштаб которого 1:1000 и 1:1500.

Завершающим этапом топогеодезических работ является составление плана на котором нанесены положение плановое и высотное проектируемого сооружения с привязочными данными.

Проектом предусмотрено выполнение привязки 21-ой буровой скважины и 2 точек статического зондирования.

3.2.4 Буровые работы

Проходка горных выработок осуществляется с целью:

- установления или уточнения геологического разреза, условий залегания грунтов,
- отбора образцов грунтов для определения их свойства, состояния и свойств,
- проведение полевых исследований свойств грунтов.

Согласно СП 47.13330.2012 согласно п.6.3.26 для типового проектирования ширину полосы трассы, глубину горных выработок и расстояние между ними принимают в соответствии с таблицей 6.4.[39].

Таблица 6.4

Вид линейных объектов	Ширина полосы трассы, м	Расстояние между скважинами по трассе, м	Глубина скважин, м	
Железная дорога	200-500	350-500	До 5	На 2 м ниже нормативной глубины промерзания грунта
Автомобильная дорога	200-500	350-500	До 3	
Магистральный трубопровод	100-500	300-500	На 1-2 м ниже глубины заложения трубопровода	
Эстакада для наземных коммуникаций	100	100-200	3-7	
Воздушная линия связи и электропередачи напряжением, кВ: до 35; свыше 35	100-300	500-1000	3-5	
	100-300	500-1000	7-10	
Кабельная линия связи	50-100	500-1000	На 1-2 м ниже глубины заложения трубопровода (шпунта, острия свай)	На 1-2 м ниже нормативной глубины промерзания грунта
Водопровод, канализация, теплосеть и газопровод	100-200	100-300		
Подземные коллекторы - водосточный и коммуникационный	100-200	100-200	На 2 м ниже предполагаемой глубины заложения коллектора (шпунта, острия свай)	
Примечания				
1 Минимальные расстояния следует принимать в сложных, а максимальные - в простых инженерно-геологических условиях.				
2 На участках распространения специфических грунтов, развития опасных геологических процессов следует уменьшать расстояние между выработками и закладывать поперечники из 3-5 выработок. Глубину выработок определяют по 6.3.7 и 6.3.8.				
3 Если в коридоре трассы предполагается проектирование нескольких линейных объектов, то число и глубину выработок устанавливают исходя из минимальных расстояний и максимальных глубин для соответствующих линейных объектов.				

Таким образом учитывая расстояние между скважинами 350 м проектом предусмотрено бурение 11 скважин по оси проектной автодороги. Глубина бурения этих скважин: в просадочных грунтах – 6 метро (скв. 1, скв. 2, скв. 3, скв. 4), в не просадочных грунтах 3 метра, согласно таблице 6.4 СП 47.13330-2012. Для мостового перехода проектом предусмотрено бурение двух скважин, глубиной 19 м.

Кроме того согласно с таблицей 6.4 на участках распространяются специфические грунты. Необходимо заложить поперечники. Таким образом проектом предусмотрено бурение 8 поперечников.

Всего проектом предусмотрена проходка 21 скважины.

3.2.5 Гидрогеологические работы

При прохождении водоносных горизонтов и грунтов неустойчивой консистенции скважины обсаживаются трубами и ведутся гидрогеологические наблюдения (фиксируются уровни появления и установления подземных вод). Из скважин будут отбираться пробы воды для определения ее химического состава с последующей оценкой степени агрессивного воздействия воды на бетон и металлические конструкции.

В соответствии с пунктом 8.19 СП 11-105-97 количество проб подземных вод, отбираемых из горных выработок, должно быть не менее трех из каждого водоносного горизонта. Таким образом проектируется отбор 3-х проб. [50]

3.2.6 Статическое зондирование

Статическое зондирование проводится с целью выделения ИГЭ, оценки пространственной изменчивости, состава и свойств грунтов, оценки возможности забивки свай и определения глубины их погружения, несущей способности свай, приближенной количественной оценки физико-механических характеристик грунтов.[62]

Согласно п. 5.3.10 СП 50-101-2004 , значения C , ϕ , E глинистых грунтов могут быть определены методом статического зондирования ГОСТ 19912-2001.

Для сооружения I уровня ответственности значения C , ϕ , E по данным зондирования должны уточняться на основе их сопоставления с результатами параллельно проводимых испытаний того же грунта, в данном проекте лабораторные методы (ГОСТ 12248 -10).

Количество точек зондирования определяется в зависимости от решаемой задачи и категории сложности ИГУ. Проектом предусмотрено проведение 2-х точек статического зондирования (графическое приложение 2).

3.2.5 Опробование

В зависимости от свойств грунтов и целевого назначения инженерно-геологических работ в программе изысканий необходимо устанавливать систему опробования.

Под *инженерно-геологическим опробованием* понимается комплекс последовательных операций по определению их состава, состояния и свойств пород, изучение закономерностей их изменение в пространстве и во времени под влиянием естественных факторов и техногенной деятельности человека.

Интервал опробования в скважинах по оси проектной автодороги принят 2 метра, учитывая опыт инженерно-геологических работ организации «Сибгипротранс»

Таким образом, проектом предусмотрен отбор 46 образцов ненарушенного сложения монолитов. Для мостового перехода проектом предусмотрен также отбор проб через 2 м, таким образом, предусмотрен отбор 20 монолитов.

3.2.6 Лабораторные работы

Целью лабораторных испытаний грунтов является определение классификационных показателей, используемых для установления по таблицам расчетных характеристик грунтов. Проектом предусмотрены следующие виды лабораторных работ:

- влажность природная, W ;
- влажность на границе текучести, W_l ;
- влажность на границе раскатывания, W_p ;
- плотность, ρ ;
- плотность частиц грунта, ρ_s ;
- определение относительной просадочности ϵ_{sl} ;
- определение деформационных и прочностных свойств.

Выбор вида, состава и методов лабораторных определений характеристик грунтов производится в соответствии с обязательным приложением М СП 11-105-97 .[50]

3.2.7 Камеральные работы

Камеральная обработка проектируется после завершения всех запланированных полевых и лабораторных работ. Основной задачей камеральных работ является составление и анализ отчета об инженерно-геологических условиях участка проектируемого строительства, содержащего всю информацию, предусмотренную проектом, рекомендации по учету влияния инженерно-геологических факторов на проектируемое сооружение.

Отчет об инженерно-геологических условиях участка содержать должен:

- графическую часть в виде инженерно-геологических разрезов, карт различного содержания, графиков и т.д.;
- пояснительную записку по проекту;
- сводную таблицу нормативных и расчетных показателей физических и физико-механических свойств грунтов для инженерно-геологических элементов.

Камеральные работы необходимо осуществлять в процессе полевых изысканий (текущих, предварительных) и после их завершения и выполнения лабораторных исследований (итоговую камеральную обработку и составление технического отчета или заключения о результатах инженерно-геологических изысканий).

Виды и объемы инженерно-геологических изысканий для стадии рабочей документации приведены в таблице 3.2.7.

Таблица 3.2.7 - Сводная таблица видов и объемов работ

Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Нормативные документы
	1	2	3
Полевые работы			
1. Инженерно-геологическая рекогносцировка II кат. сложности, км.	1 км маршрута	3,5	СП 11-105-97
2. Топогеодезические работы: Разбивка и плано-высотная привязка выработок	точка	23	СП 11-104-97
3. Буровые работы: Колонковое бурение технических скважин установкой ПБУ-2 диаметром 132-151 мм	м	111	РСН 74-88
4. Полевые испытания: Испытание грунта методом статического зондирования	точка	2	ГОСТ 19912-2012
1	2	3	4

5. Опробование Отбор проб ненарушенного сложения Отбор проб воды	монолит проба	66 15	ГОСТ 12071-2014 ГОСТ Р 51593
Лабораторные работы			
6. Лабораторные исследования: <i>Глинистые грунты:</i> Определение природной влажности Определение пределов пластичности Определение плотности грунта Определение плотности частиц грунта Определение относительной просадочности Определение деформационных свойств (компрессия до 0,3-0,6 МПа)	определение	66 66 66 66	ГОСТ 5180-15 ГОСТ 5180-15 ГОСТ 5180-15 ГОСТ 5180-15
Определение прочностных свойств (конс-недрен. сдвиг) <i>Песчаные грунты:</i>		66	ГОСТ 12248-10
Коррозионная агрессивность грунтов к углеродистой стали Коррозионная активность к бетону и железобетону Сокращенный химический анализ воды и определение агрессивной углекислоты <i>Другие исследования грунтов:</i>	определение определение проба	9 9 15	ГОСТ 9.602-16 ГОСТ 10178-85 ВНМД-10-72
Водная вытяжка	образец	9	ВНМД-10-72
Камеральные работы			
Камеральный отчет		1	ГОСТ 21.301-14

3.3 Методика проектируемых работ

3.3.1 Рекогносцировка и топогеодезические работы

Рекогносцировочное обследование выполняется в соответствии с требованиями СП 11-105-97 с использованием имеющихся картографических материалов.

В задачу рекогносцировочного обследования входило:

- осмотр места изыскательских работ;
- визуальная оценка рельефа;
- описание имеющихся обнажений, в том числе карьеров, строительных выработок;
- описание выходов подземных вод (родники, мочажины и т.п.) и других водопроявлений;
- описание проявлений геологических и инженерно-геологических процессов, типов ландшафтов, геоморфологических условий.

Общая протяженность рекогносцировочного обследования составила 3,5 пог.км.

3.3.2 Буровые работы

Согласно РСН 74-88 (п.1.1) буровые работы следует выполнять в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016[39], с учетом требований в ГОСТ 20276-2012 [15], ГОСТ 23278-2014, так же настоящих норм строительных норм. Способы проходки должны обеспечивать качественную геологическую документацию и высокую производительность труда.

Проходка горных выработок осуществляется с целью:

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

По классификации (Б.М. Ребрика) слагающие данный разрез грунты относятся к II, III, IV категории буримости,[7].

В данном проекте это будут 2 скважины глубиной 21 м для мостового перехода и по оси автодороги 4 скважины по 6 метров и 7 скважин по 3 метра, и на поперечниках 8 скважин по 6 метров, т.к. они позволят наиболее полно изучить разрез и отобрать требуемое.

Буровые работы

Разведочное бурение скважин будет осуществляться с целью изучения состава и состояния грунтов основания и условий залегания подземных вод, отбора проб нарушенной и ненарушенной структуры для определения физических и физико-механических характеристик грунтов, также отбора проб подземных вод для определения состава воды и ее агрессивных свойств к бетону и железобетонным конструкциям. В данной работе проектом предусмотрено бурение 12 скважины 6 м, 7 скважин до глубины 3 м и 2 скважины до 19 м. Общий метраж бурения составляет 111 м.

3.3.3 Выбор буровой установки (бурового оборудования)

Основные факторы, определяющие выбор буровой установки – целевое назначение, конечный диаметр скважин, глубина бурения, характер и свойства проходимых грунтов, природные условия местности. Выбираемая буровая установка должна быть в достаточной степени эффективной технологически и выгодной экономически, обладать хорошей транспортабельностью.

Разведочное бурение будет выполняться самоходной буровой установкой типа УРБ-2А2 на колесном ходу (рис. 3.3.3.1) с начальным диаметром бурения 132-151мм.



Рисунок 3.3.3.1 Буровая установка УРБ-2А2

Основные показатели при бурении	Глубина бурения, м*	Диаметр бурения, мм*
Колонковое бурение		
твердосплавными коронками с промывкой или продувкой	300	76–225
твердосплавными коронками «всухую»	60	76–225
Шарошечными долотами с промывкой	200	76–244,5
Шнеками «всухую»	60	360
Пневмоударником	100	88–180
Ударно-канатное бурение (желонирование) – зависит от длины и диаметра троса	24 (до 40)	93–194
Угол наклона скважины, градусов	45–95 (вертикально вниз)	

Буровая установка УРБ-2А2 предназначена для бурения геологоразведочных скважин и шурфов с отбором или без отбора керна, а также для бурения эксплуатационных, технических и других скважин:

- вращательным способом с очисткой забоя шнеком (в том числе полым);

- вращательным способом короткими рейсами с очисткой забоя грунтоносом, спиральным или ложковым бурами;
- вращательным способом с промывкой забоя;
- ударно-вращательным способом пневмоударником с продувкой забоя;
- ударным или ударно-забивным способом с помощью лебёдки с механизмом свободного сброса.

Бурение в неустойчивых или водонасыщенных породах может производиться с креплением стенок скважины при помощи обсадных колонн.

Выбор конструкции скважины

Конструкция скважины должна обеспечивать качественное выполнение геологического задания, максимально использовались прогрессивные способы бурения, снижалась металлоемкость и повышалась производительность работ. Следовательно, качество и эффективность буровых работ определяется конструкцией скважины.

При разработке конструкции скважины учитываются возможные сложности при бурении, которые можно избежать, предусмотрев соответствующие мероприятия, наиболее эффективными из которых являются закрепление стенок скважины тампонированием или обсадными трубами; необходимо предусмотреть постановку обсадных колонн, их количество и интервалы их установки, интервалы тампонирующего затрубного пространства без установки обсадных колонн (крепление глиной, смолами, цементированием), [6].

Многообразие целей, задач и условий бурения скважин на изысканиях требует определенной систематизации буровых работ. На выбор конструкции скважины, способа бурения, типа бурового станка, инструмента и режима проходки скважин решающее влияние оказывают следующие основные факторы:

1. назначение буровых скважин;
2. проектная глубина бурения;
3. крепость пород, их устойчивость против обрушения стенок;
4. условия проведения буровых работ.

Исходя из задач, которые необходимо решить при бурении, а именно детально изучить геологический разрез, отобрать образцы грунта, изучить последовательность

залегания слоев грунта, их мощность и положение контактов, структурных и текстурных особенностей грунта. В данном проекте скважины по назначению будут техническими. В технических скважинах основное назначение которых заключается в отборе образцов грунта с ненарушенным природным сложением (монолитов) для определения физико-механических свойств, также в них будут производиться опытные работы (статическое зондирование).

Техническая скважина – это скважина, из которой отбираются монолиты и проводят полевые испытания (статическое зондирование), следовательно, буровой бригаде необходимо иметь грунтонос, а буровая установка должна обеспечить возможность его погружения.

В основу разработки типовых конструкций инженерно - геологических скважин были положены следующие принципы:

1. Конструкции скважин должны отвечать современному состоянию производства изысканий и возможному их техническому прогрессу;
2. Конструкции скважин должны исходить и учитывать существующие нормативно - методические документы;
3. Конструкции скважин должны учитывать современное техническое оснащение изысканий буровыми станками;
4. Должны учитывать возможность применения самых прогрессивных способов бурения;
5. Конструкции скважин должны способствовать совершенствованию процесса и технологии бурения.

Выбор способа бурения

Крепость пород и устойчивость стенок скважины являются определяющими факторами при выборе способа и технологии бурения, типа породоразрушающего инструмента, способ крепления стенок и т.д.

Выбранный способ бурения должен обеспечивать удовлетворительное качество инженерно-геологической информации о грунтах и достаточно высокую производительность.

Скважины будут пройдены колонковым механическим способом «всухую» с полным отбором керна (табл.3.3.3.1)[6].

Колонковое бурение получило столь большое распространение по следующим причинам:

1. Получать образцы (керны) породы ненарушенной структуры по всему стволу скважины, что обеспечивает высокую геологическую информативность результатов бурения;
2. Бурить скважины в породах любой твердости под любым углом (вертикальные, наклонные, горизонтальные и восстающие из подземных выработок);
3. Бурить породоразрушающими инструментами малых диаметров на большие глубины при сравнительно компактном и легком оборудовании с небольшими затратами энергии и средств.

Таблица 3.3.3.1- Особенности бурения «всухую»

Способ бурения	Особенности способа бурения
Колонковый «всухую»	Вращательное бурение кольцевым забоем скважин малого диаметра в породах малой твердости с последовательными рейсовыми углублениями, в основном твердосплавным породоразрушающим инструментом (коронками), с передачей крутящего момента с помощью бурильных труб вращателем подвижного типа, с низкой частотой вращения, без принудительного удаления продуктов разрушения, с получением керна и с отделением последнего путем затирки «всухую».

Сущность колонкового вращательного бурения заключается в том, что горная порода разрушается по наружной кольцевой части поперечного сечения скважины с сохранением столбика породы - керна.

Диаметр породоразрушающего инструмента:

- в интервале 0,0-7,4 м -151 мм;
- в интервале 7,4-30,0 м -132 мм.

Крепление стенок скважины обсадными трубами диаметром 146 мм будет производиться в интервале 0,0-7,4 м.

Выбор технологического инструмента

Технологический инструмент - это буровой инструмент, с помощью которого буровой установкой производится бурение скважины. Набор технологического инструмента, соединённого в определённой последовательности, называется буровым снарядом.

В интервале 0,0-7,4 м проектом предусмотрено использование ребристых коронок М 5 диаметром 151 мм (рис.3.3.3.2), в интервале 7,4-30,0 м – СМ 3 диаметром 132 мм (рис.3.3.3.2).

Техническая характеристика и удельные значения режимных параметров для данных типов коронок представлены в таблице 3.7.



Рисунок 3.3.3.2 Коронки типа М5 (слева) и СМ3 (справа)

Таблица 3.3.3.2 - Техническая характеристика и удельные значения режимных параметров коронок типа М5 и СМ3

Тип коронки	Категория пород по буримости	Наружный диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм	Число основных резцов	Число подрезных резцов	Удельная нагрузка, кН	Окружная скорость, м/с
М5	II-IV	151	107	24	6	30-60	1,5-1,0
СМ3	IV-VI	132	114	12	9	60-100	1,6-1,0

Кернорвательное устройство (кернорватель) - это часть колонкового набора, предназначенная для отрыва керна от массива горной породы и удержания его в колонковой трубе при подъёме бурового снаряда.

Технологический инструмент (буровой снаряд) при колонковом бурении состоит из колонкового набора (буровой коронки, кернорвательного устройства, колонковой трубы, трубного переходника, шламовой трубы) и бурильной колонны (бурильных труб и их соединений),[6].

Колонковые трубы являются частью колонкового снаряда, предназначенной для приёма и сохранения керна. На обоих концах колонковой трубы нарезана внутренняя трапецидальная резьба с шагом 4 мм, с углом наклона боковых сторон профиля 5⁰.

Колонковые изготавливаются длиной 1,5;3,0;4,5;6,0 м в зависимости от наружного диаметра трубы. В длинный колонковый набор колонковые трубы собираются с помощью ниппелей,[6].

Трубные переходники служат для соединения элементов бурового снаряда, отличающихся по диаметру или резьбе.

Шламовые трубы являются частью колонкового набора и служат для сбора во время бурения крупных и тяжёлых частиц,[6].

Наиболее важным звеном в цепи станок - забой является бурильная колонна, от возможности работы которой зависит и производительность буровых работ. Колонна бурильных труб служит для соединения породоразрушающего инструмента, работающего на забое с буровой установкой, смонтированной на поверхности,[6].

Обсадные трубы служат для крепления неустойчивых стенок скважины, а также для изоляции одних пластов от других. При колонковом бурении применяются безшовные цельновытянутые обсадные трубы с гладкой наружной и внутренней поверхностью, соединяемые нипелями или безнипельные трубы. На обоих концах обсадных труб ниппельного соединения нарезана цилиндрическая, трапецеидальная резьба с шагом 4 мм. Обсадные трубы безнипельного соединения имеют резьбу того же профиля, но на одном конце трубы нарезается наружная резьба, а на другом внутренняя,[6].

Образцы нарушенного сложения отбирают из инструмента, которым углубляют скважину; для отбора образцов ненарушенного сложения применяют специальные устройства – грунтоносы. В данном случае выбираем вдавливающий тонкостенный грунтонос ГЗТ-1 с наружным диаметром 127 мм, разработанный в ЗапСибТИСИЗе (рис.3.3.3.3), [6].

Грунтонос состоит из гильзы, переходника и резинового кольца. Монолит из грунтоноса выталкивается специальным штоком. Для облегчения выталкивания монолита внутренняя поверхность выполнена полированной.

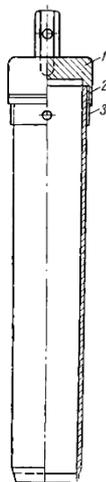


Рисунок 3.3.3.3 - Грунтонос ГЗТ-1 конструкция ЗапСибТИСИЗа.

1- переходник; 2- гильза; 3-резиновое кольцо

По результатам всех вышеперечисленных сведений составлен геолого-технический наряд на бурение скважин глубиной 30,0 м (лист 5 графических приложений).

3.3.4 Полевые испытания. Статическое зондирование

Статическое зондирование грунтов проводят по инструкции, изложенной в ГОСТ 19912–2012. Метод полевого испытания статическим зондированием заключается в задавливании в грунт зонда с коническим наконечником. По тем сопротивлениям, которые оказывают грунты проникновению в них зонда, судят об их физико-механических свойствах. Статическое зондирование применяется для испытания не мерзлых и талых песчано-глинистых грунтов, содержащих не более 25 % частиц крупнее 10 мм. Для статического зондирования применяют разнообразные установки и станки,[7].

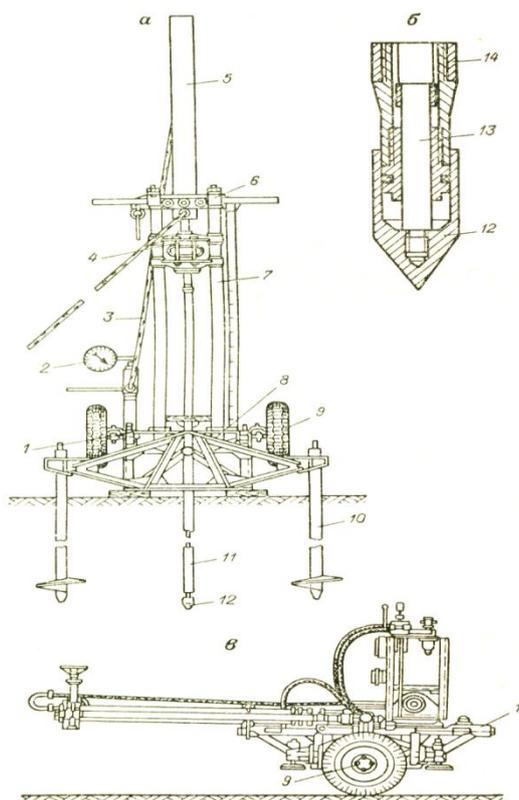


Рис. 3.2 Установка С – 979 конструкции ГПИ Фундаментпроект для производства статического зондирования

а – рабочее положение; б – конический наконечник; в – транспортное положение установки.

1 – рама; 2 – манометр; 3 – шланг; 4 – измерительная головка с динамометром; 5 – гидравлический домкрат; 6 – верхняя траверса; 7 – направляющие стойки; 8 – нижняя траверса; 9 – шасси; 10 – винтовые анкерные сваи; 11 – зонд; 12 – конический наконечник; 13 – внутренний стержень; 14 – наружная штанга зонда.

3.3.5 Опробование

Отбор проб является важной операцией во многом определяющей правильность конечных результатов опробования и оценки ИГУ строительства сооружений. Для ИГИ предусматривается отбор образцов и монолитов. Для отбора монолитов грунтов будут применяться грунтоносы. Образцы нарушенной структуры будут отбираться в бюксы на влажность. Нарушенные образцы грунтов, в которых требуется сохранить естественную влажность, укладываться в металлические или пластмассовые банки (бюксы) с герметически закрывающимися крышками. Для сохранения влажности образца грунта горловинную часть банки, закрытую крышкой, следует запарафинировать. Отбор, упаковку, транспортировку и хранение образцов осуществляют по ГОСТ 12071-2014,[12].

3.3.6 Лабораторные исследования грунтов

Целью лабораторных испытаний грунтов является определение классификационных показателей, используемых для установления по таблицам расчетных характеристик грунтов. Определение физических свойств грунтов выполняется в соответствии с ГОСТ 5180-84.[16]

Определение влажности

Показатели естественной влажности, влажности на границе текучести и на границе раскатывания, плотности грунта и плотности частиц грунта будут определять по ГОСТ 5180-2015.[16]

Определение влажности методом высушивания до постоянной массы

Согласно ГОСТ 30416-2012, влажность грунта следует определять как отношение массы воды, удаленной из грунта высушиванием до постоянной массы, к массе высушенного грунта.

Проведение испытания. Пробы грунта взвешивают в закрытой бюксе, затем бюксу открывают и помещают в нагретый сушильный шкаф. Грунт высушивают до постоянной массы при температуре $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Высушенный грунт в бюксе охлаждают в эксикаторе с хлористым кальцием до комнатной температуры и взвешивают. Высушивание производят до получения разности масс грунта со стаканчиком при двух последующих взвешиваниях не более 0,02 г.

Определение влажности на границе текучести

Границу текучести следует определять как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой балансирный конус погружается под действием собственной массы за 5 с на глубину 10 мм.

Для определения границы текучести отбираются монолиты или образцы нарушенного сложения, для которых требуется сохранение природной влажности.



Рисунок. 3.3.6.2 – Балансированный конус

Определение влажности на границе раскатывания

Согласно п.8 (ГОСТ 5180-2015), 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. Кусочки распадающегося жгута собирают в бюксу. Когда масса грунта достигнет 10-15 г, определяют влажность в соответствии с требованиями п. 5.2-5.3.

Плотность и плотность частиц грунта

Согласно п.9. (ГОСТ 5180-2015), плотность будет определяться методом режущего кольца для глинистых грунтов. Для этого, кольцо пробоотборник смазывается с внутренней стороны тонким слоем вазелина, верхнюю часть грунта выравнивают и устанавливают на нее режущий край кольца, затем вдавливают кольцо в грунт. Грунт находящийся снаружи вдавленного кольца обрезают. После заполнения кольца грунтом, его отделяют от монолита, а затем взвешивают.[16]

Согласно п.13. (ГОСТ 5180-2015)[16], плотность частиц грунта – будет определяться пикнометрическим методом. Образец грунта в воздушно-сухом состоянии размельчают в фарфоровой ступке, отбирают методом квартования по ГОСТ 8735-88 среднюю пробу массой 100-200 г и просеивают сквозь сито с сеткой 2 мм, остаток на сите растирают в ступке и просеивают сквозь то же сито.

Из перемешанной средней пробы берут навеску грунта из расчета 15 г на каждые 100 мл емкости пикнометра и высушивают до постоянной массы в соответствии с требованиями 5.2-5.3. Навеску заторфованного грунта или торфа следует отбирать из средней пробы из расчета 5 г сухого грунта на каждые 100 мл емкости пикнометра, которая в этом случае должна быть не менее 200 мл. Пикнометр, наполненный на 1/3 дистиллированной водой, взвешивают.

Затем через воронку всыпают в него высушенную пробу грунта и снова взвешивают.

Пикнометр с водой и грунтом взбалтывают и ставят кипятить на песчаную баню.

После кипячения пикнометр следует охладить и долить дистиллированной водой до мерной риски на горлышке, а если пикнометр с капилляром в пробке - до шейки пикнометра.

После охлаждения пикнометра следует поправить положение мениска воды в нем, добавляя из капельницы дистиллированную воду. В пикнометре с мерной риской низ мениска должен совпадать с ней. Пикнометр вытирают снаружи и взвешивают.

Компрессионное сжатие

Согласно ГОСТ 12248-2010 [14] испытание грунта методом компрессионного сжатия проводят для определения следующих характеристик деформируемости в соответствии с заданием и программой испытаний: коэффициента сжимаемости, модулей деформации и для ветвей первичного и повторного нагружения, коэффициентов фильтрационной и вторичной консолидации и для песков мелких и пылеватых, глинистых грунтов, органо-минеральных и органических грунтов.

Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в компрессионных приборах (одометрах), исключающих возможность бокового расширения образца при его нагружении вертикальной нагрузкой.

Результаты испытаний должны быть оформлены в виде графиков зависимостей деформаций образца от нагрузки при определении m_0 и E и их изменения во времени при определении значений c_v и c_a .

Для просадочных грунтов применяют метод одной и двух кривых.[13]

Количественными показателями для этих методов, характеризующими просадочные свойства грунтов являются:

- относительная просадочность es_l - относительное сжатие грунтов при заданном давлении после их замачивания;
- начальное просадочное давление ps_l - минимальное давление, при котором проявляются просадочные свойства грунтов при их полном водонасыщении;
- начальная просадочная влажность ws_l - минимальная влажность, при которой проявляются просадочные свойства грунтов.

Относительная просадочность грунта es_l определяется из лабораторных компрессионных испытаний методом одной или методом двух кривых.

Грунты относятся к просадочным при относительной просадочности $es_l \geq 0.01$. За начальное просадочное давление принимается давление, при котором $es_l = 0.01$ [13]

Методы определения относительной просадочности

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

Испытания проводят на образцах грунта ненарушенной структуры с природной влажностью и с замачиванием их водой при давлении, последовательно увеличиваемом степенями.[13]

При испытаниях по схеме "одной кривой" нагрузку штампа на образец грунта с природной влажностью следует прикладывать степенями до заданного давления. Значения следует принимать равным (с погрешностью $\pm 10\%$) значению суммарного давления от собственного веса грунта в водонасыщенном состоянии и от проектируемого фундамента или только от веса грунта с учетом веса возможной планировочной насыпи,

но не менее +50 кПа (в зависимости от вида просадочных деформаций, для расчета которых определяются характеристики просадочности) на глубине отбора образца.[13]

После условной стабилизации осадки образца грунта на последней ступени давления, соответствующей, образец грунта необходимо замочить водой, продолжая замачивание до условной стабилизации просадки.[13]

Испытания по схеме "двух кривых" надлежит проводить на двух образцах грунта, отобранных из одного монолита. Один образец следует испытывать по схеме "одной кривой", второй образец необходимо до его нагрузки замочить (без применения арретира) до полного водонасыщения, начиная замачивание не менее чем за 3 ч до передачи первой ступени давления при испытаниях просадочных супесей и пылеватых песков и 6 ч - при испытаниях просадочных суглинков и глин. Затем следует провести нагружение штампа на образец ступенями до заданного давления, продолжая замачивание.[13]

Обработка результатов

Относительную просадочность грунта при заданном давлении по испытаниям по схеме "одной кривой" следует определять как дополнительное относительное сжатие образца грунта в результате замачивания по формуле:



Значения относительной просадочности ε_{sl} для различных давлений при испытаниях по схеме "двух кривых" надлежит определять как разность значений относительного сжатия образцов в водонасыщенном состоянии ε_w и природной влажности ε_e или разности ординат соответствующих кривых графика $\varepsilon = f(p)$. По значениям ε_{sl} следует строить график зависимости относительной просадочности от давления $\varepsilon_{sl} = f(p)$. [13]

Начальное просадочное давление p_{sl} следует определять по графику зависимости относительной просадочности от давления $\varepsilon_{sl} = f(p)$, принимая за величину p_{sl} давление, при котором относительная просадочность составляет 0,01.[13]

Результаты определения относительной просадочности необходимо выражать с точностью 0,001, начального просадочного давления - с точностью 10 кПа и регистрировать в журнале испытаний с указанием наименования вида грунта и значений его физических характеристик.[13]

Графики испытания просадочного грунта в компрессионном приборе

Масштаб графиков рекомендуется принимать:

- для давления: 100 кПа – 20 мм;
- для относительного сжатия: 0,01 – 10 мм.

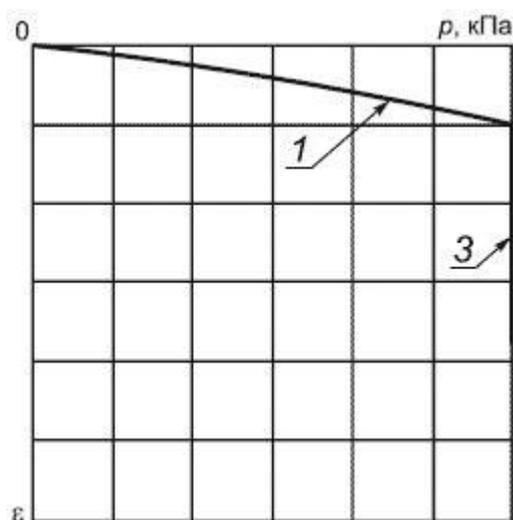


Рисунок 3.3.6.1 График испытания просадочного грунта по схеме «одной кривой»

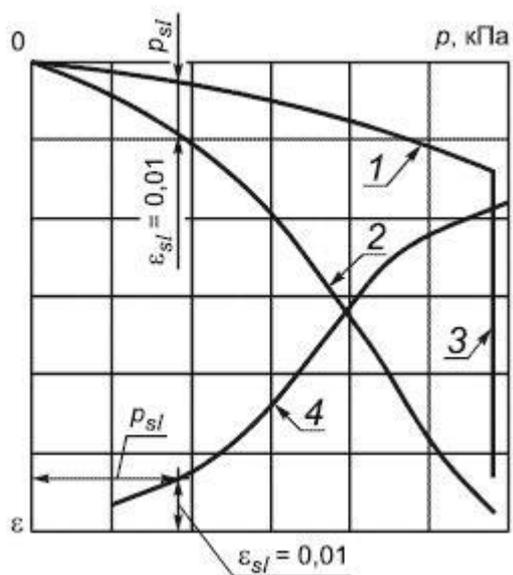


Рисунок 3.3.6.2 График испытания просадочного грунта по схеме «двум кривым»

Испытания просадочного грунта в компрессионном приборе ускоренной методикой по "комбинированной схеме"

Испытание просадочного грунта ускоренной методикой по "комбинированной схеме" следует проводить с учетом требований на одном образце грунта в два этапа. В начале испытывают грунт при его природной влажности путем нагружения его ступенями по 25-50 кПа до давления, близкого к значению начального просадочного давления, но не более 100 кПа. После этого замачивают образец грунта по 7.1-7.6 ГОСТ 23161-2012 до полного водонасыщения в течение не менее 6 ч глинистого грунта и 3 ч супесей и песков.

Затем при непрерывном замачивании продолжают нагружение образца грунта ступенями по 25-50 кПа до заданного (конечного) давления на грунт. Результаты испытаний заносят в журнал.[13]

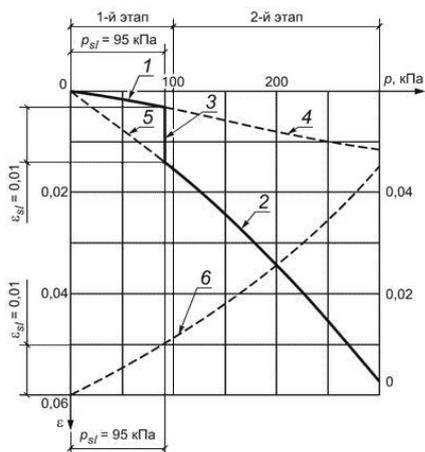


Рисунок 3.3.6.2 График испытания просадочного грунта по «комбинированной схеме»

Испытания просадочного грунта в компрессионном приборе для определения начальной просадочной влажности (при наличии соответствующего требования технического задания),[13].

Испытания просадочного грунта для определения начальной просадочной влажности следует производить по схеме "четырёх-пяти кривых", включающей испытания двух образцов по схеме "двух кривых" и испытания дополнительных двух-трех образцов по схеме "одной кривой", предварительно увлажненных до неполного водонасыщения идентичных образцов грунта до промежуточных значений влажности, разделяющих предел изменения влажности от природной до полного водонасыщения (0,9) примерно на равные интервалы,[13].

Результаты испытаний по определению начальной просадочной влажности используют для определения относительной просадочности при неполном водонасыщении грунта,[13].

Повышение влажности образцов грунтов до заданных промежуточных значений неполного водонасыщения проводят заливкой в него расчетного количества воды, определяемого по формуле:

$$Q_3 = \frac{\rho_d (w_3 - w) V_k}{\rho_w}$$

После впитывания воды образец в рабочем кольце, с целью выравнивания влажности по всему объему образца грунта, помещают на 2-3 сут. в эксикатор, затем

образец взвешивают; определяют плотность сухого грунта после увлажнения и уточняют полученное значение влажности по формуле:

$$w_3 = \frac{\rho_3 - \rho_d}{\rho_d}$$

При повышении влажности грунта в рабочем кольце паром вначале образец подогревают в сушильном шкафу в течение 3-5 мин до температуры 40 °С - 50 °С, затем покрывают резиновой прокладкой, помещают на металлическую сетку над сосудом с кипящей водой и в течение 3-5 мин через него пропускают пар. После этого рабочее кольцо с грунтом помещают между двумя резиновыми прокладками и охлаждают под вентилятором, а затем взвешивают. В результате одного цикла пропаривания влажность грунта повышается обычно на 0,02-0,04. Полученную влажность рассчитывают по формуле. При недостаточном увлажнении циклы пропаривания повторяют до тех пор, пока не будет достигнута требуемая влажность грунта в образце,[13].

Испытания образцов грунтов с заданной влажностью и обработку их результатов проводят в соответствии с разделами 7 и 8 ГОСТ 23161-2012.

Коррозионная активность грунта

В лабораторных условиях согласно СП 11–105–97 [50] приложение М будут выполняться исследования коррозионной активности грунтов к стали, бетону, свинцу и алюминию.

Для определения коррозионной активности грунтов будет оцениваться удельное электрическое сопротивление грунтов и плотность катодного тока согласно ГОСТ 9.602-2001 [56]. Для этих измерений проектом предусматривается использование комплексного анализатора коррозионной активности грунта «АКАГ» (рис 23).



Рисунок 3.3.6.3 Комплексного анализатора коррозионной активности грунта «АКАГ»

Для определения коррозионной активности грунтов к бетону, свинцу и алюминию предусматривается определения химического состава водной вытяжки из грунтов ,согласно ГОСТ 9.602-2016 [57] по следующим показателям: рН; НСО₃; Cl; SO₄; Mg; Ca; Na+K.

При выполнении лабораторных работ ведутся журналы согласно ГОСТ 5180-15 [16], ГОСТ 12248-10 [14], ГОСТ 9.602-2016 [57].

Химический анализ водной вытяжки

Согласно п.4. для анализа используют фильтраты вытяжек, приготовленных по ГОСТ 26423-2016.

Для определения ионов карбоната и бикарбоната отбирают дозатором или пипеткой 20 см³ водной вытяжки в химический стакан и помещают стакан на магнитную мешалку. Заполняют бюретку раствором серной кислоты концентрации 0,02 моль/дм³. В пробу вытяжки погружают электродную пару и кончик дозирующей трубки бюретки. На блоке автоматического титрования задают значение рН-конечной точки титрования, равное 8,3. Включают магнитную мешалку, рН-метр и блок автоматического титрования. Когда показания рН-метра устанавливаются, открывают кран бюретки, титруют пробу до рН 8,3 и регистрируют расход кислоты. Затем задают на блоке автоматического титрования значение рН конечной точки, равное 4,4 и продолжают титрование. По окончании титрования регистрируют расход кислоты по бюретке.

Таблица 3.3.6.1 - Виды, методы и нормативные документы лабораторных определений свойств грунтов

Виды лабораторных определений	Метод определения	Нормативные документы
Природная влажность	Весовой	ГОСТ 5180-15
Плотность частиц грунта	Пикнометрический	
Плотность	Режущего кольца	ГОСТ 5180-15
Влажность на границе текучести	Балансированного кольца	
Влажность на границе раскатывания	Раскатывания	
Модуль деформации	Компрессионные испытания	ГОСТ 12248-10
Химический анализ состава воды и агрессивных свойств воды	Стандартный анализ	ГОСТ 26423-2016

3.3.7 Камеральные работы

По завершению полевых и лабораторных работ, в камеральных условиях будет проведена обработка результатов полевых исследований и лабораторных испытаний и в соответствии с вышеуказанной методикой, используя физические характеристики, будут рассчитаны: удельное сцепление, угол внутреннего трения, модуль деформации.

Основной целью заключительного периода является составление заключения об ИГУ участка строительства, которое должно содержать:

- графические материалы, к ним относятся инженерно-геологические разрезы по скважинам, графики изменчивости свойств и др.;
- пояснительную записку;
- сводную таблицу нормативных значений показателей свойств грунтов применительно к выделенным ИГЭ.

Обработка результатов полевых исследований, лабораторных испытаний, составление разрезов и графиков производится на ЭВМ с использованием программ MS Word, MS Excel, Auto CAD.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Техническое задание на производство инженерно-геологических изысканий и объем проектируемых работ

Цель работы изучить инженерно-геологические условия Ставропольского края.

Результат – карта инженерно-геологического районирования объекта территории, разработка рекомендаций к мониторингу.

Область применения лежит в сфере камерального этапа инженерно-геологических изысканий.

Целевая аудитория результата научно-технического исследования представлена юридическими лицами Ставропольского края, ведущими свою деятельность в сфере гражданского проектирования и строительства, а также в проектно-изыскательском сопровождении этой деятельности (табл. 1).

Таблица 1 – «Портрет» потребителя НТИ

Параметры	Краткое описание
Организационно-правовая форма	Юридические лица
Географическое местоположение	Ставропольский край
Отрасль экономики	Инженерные изыскания
Вид деятельности	Архитектурно-строительное проектирование; инженерные изыскания

Пользователями данного решения являются инженер-геологи, выполняющие камеральную обработку и составление отчета по инженерно-геологическим изысканиям. Так же возможными пользователями могут быть инженеры-проектировщики (таблица 2).

Рассматриваемый вопрос выпускной квалификационной работы выполняется на этапе инженерно-геологических изысканий. Однако исходные данные для проведения расчетов являются результатом полевых и лабораторных работ. Поэтому для раздела включен полевой этап. Цели и результат проекта в области ресурсоэффективности представлены в таблице 3.

Таблица 2 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Инженеры-геологи изыскательских организаций	Ознакомление с методикой геологического районирования
Инженеры-проектировщики	Своевременное получение параметров природной среды для принятия проектных решений на предпроектной стадии

Таблица 3 – Цели и результат проекта в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения

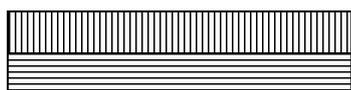
Цели проекта:	1. Сократить сроки выполнения проектных работ.
Ожидаемые результаты проекта:	1. Экономия временных затрат при выполнении проектных работ. 2. Повышение рентабельности проектно-изыскательских работ.
Критерии приемки результата проекта:	Соответствие результатов целям проекта.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Сокращение сроков выполнения проектных работ на 5%
	Повышение рентабельности проектно-изыскательских работ на 5%

Сегментирование рынка – разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

Сегментируем рынок по следующим критериям: вид заказчика (изыскательская или проектная организация); вид услуги (комплексный продукт, инженерные изыскания, проектирование). Данные представим в таблице 4.

Таблица 4 – Карта сегментирования рынка услуг по выполнению инженерных изысканий и расчету устойчивости откосов

		Услуга (продукт)		
		Комплексный продукт (изыскания+построение карты)	Инженерные изыскания	Построение карты геологического районирования
Заказчики	Изыскательские организации			
	Проектные организации			



Фирма А - работает в сфере инженерных изысканий

Фирма Б - работает в сфере проектирования и строительства

По результату сегментирования рынка видно, что сегмент по предложению комплексных услуг не занят. Таким образом, целесообразно рассмотреть возможность разработки комплексного продукта, сочетающего инженерные изыскания и построение

карты, который, при соответствующем обосновании, должен быть интересен как изыскателям, так и проектным организациям.

4.1 Анализ конкурентных технических решений

Проведем оценку сравнительной эффективности научной разработки с помощью оценочной карты. Для этого отберем две организации, осуществляющих деятельность отдельно в сфере инженерных изысканий (условно Бк1) и в проектирования и строительства (условно Бк2). Третья организация (Бф) осуществляет деятельность в сфере инженерных изысканий, но в качестве продукта предлагает комплексный подход – построение карт геологического районирования на основании выполненных собственными силами инженерных изысканий.

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

Среди технических критериев оценки ресурсоэффективности выделим следующие:

Повышение производительности труда пользователя. По данному критерию организация Бф проигрывает, т.к. комплексность работ снижает производительность, а специализация ее увеличивает.

- Удобство в эксплуатации. Для заказчика комплексный подход всегда предпочтителен, поэтому организация Бф выигрывает у конкурентов.
- Энергоэкономичность. Комплексность всегда ведет к экономии энергозатрат, организация Бф получает более высокую оценку.
- Надежность. По данному критерию организация Бф уступает, т.к. комплексность, учитывая предпроектный этап работ, снижает надежность расчетов.

К экономическим критериям оценки эффективности отнесем следующие:

- Конкурентоспособность продукта. Комплексный продукт более конкурентоспособен, этим организация Бф выигрывает у конкурентов.
- Цена. При создании комплексного продукта возможности для оптимизации материальных затрат больше, Бф получает более высокую оценку.
- Срок выполнения работ. При создании комплексного продукта возможности для оптимизации временных затрат больше (за счет независимости от исходных данных, которые находятся в рамках одной организации), Бф получает более высокую оценку.

- Уровень проникновения на рынок. Новому продукту только предстоит занять место на рынке, в то же время существующие продукты уже занимают на рынке определенное место. Бф получает меньшую оценку.

Полученные результаты сведем в таблицу 5. В строке «Итого» указана сумма всех конкурентоспособностей по каждой организации. Анализ технических и экономических критериев показал, что организация, предлагающая комплексный продукт (Бф) обладает преимуществом по сравнению с конкурентами.

Таблица 5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
<i>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</i>							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,10	4,00	5,00	5,00	0,40	0,50	0,50
2. Удобство в эксплуатации	0,10	5,00	3,00	3,00	0,50	0,30	0,30
3. Энергоэкономичность	0,10	5,00	4,00	4,00	0,50	0,40	0,40
4. Надежность	0,26	4,00	5,00	5,00	1,04	1,30	1,30
<i>Экономические критерии оценки эффективности</i>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,11	5,00	4,00	3,00	0,55	0,44	0,33
2. Цена	0,15	5,00	4,00	4,00	0,75	0,60	0,60
3. Срок выполнения работ	0,13	5,00	4,00	4,00	0,65	0,52	0,52
4. Уровень проникновения на рынок	0,05	3,00	5,00	5,00	0,15	0,25	0,25
<i>Итого</i>	<i>1,00</i>				<i>4,54</i>	<i>4,31</i>	<i>4,20</i>

FAST-анализ

Суть данного анализа заключается в том, что затраты, связанные с созданием и использованием любого объекта, выполняющего заданные функции, состоят из необходимых для его изготовления и эксплуатации, и дополнительных, функционально неоправданных, излишних затрат, которые возникают из-за введения ненужных функций, не имеющих прямого отношения к назначению объекта, или связаны с несовершенством конструкции, технологических процессов, применяемых материалов, методов организации труда и т.д.

Объектом FAST-анализа выступает создание карт инженерно-геологического районирования.

Определим главную, основную и вспомогательную функции. Результаты внесем в таблицу 6.

Таблица 6 – Классификация функций, выполняемых объектом исследования

Наименование этапа работ	Выполняемая функция	Ранг функции		
		Главная	Основная	Вспомогательная
Определение параметров геологической среды	Выбор типового проекта		X	
Полевые и лабораторные работы	Получение исходных данных для расчетов			X
Геологическое районирование территории	Направляющая	X		X
Построение карт	Гарантирующая	X		

Определим значимость выполняемых функций, результат представим в таблицах 7 и 8.

Таблица 7 – Матрица смежности функций

	Выбор типового проекта	Получение исходных данных для расчетов	Направляющая	Гарантирующая
Выбор типового проекта	=	>	>	>
Получение исходных данных для расчетов	<	=	>	>
Направляющая	<	<	=	=
Гарантирующая	<	<	=	=

Таблица 8 – Матрица количественных соотношений функций

	Выбор типового проекта	Получение исходных данных для расчетов	Направл.	Гарантир.	Итого	Относительная значимость
Выбор типового проекта	1	1,5	1,5	1,5	5,5	0,34
Получение исходных данных для расчетов	0,5	1	1,5	1,5	4,5	0,28
Направляющая	0,5	0,5	1	1	3	0,19
Гарантирующая	0,5	0,5	1	1	3	0,19
					16	1,00

SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, применяется для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Перечислим сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы. Результат сведем в матрицу SWOT (таблица 10).

Таблица 10 – матрица SWOT

	<i>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</i>	<i>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</i>
	С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность	Сл1. Необходимость наработки клиентской базы
	С2. Более низкая стоимость по сравнению с конкурентными предложениями	Сл2. Снижение надежности за счет комплексности
	С3. Более сжатые сроки выполнения по сравнению с конкурентными предложениями	Сл3. Необходимость приобретения специального программного обеспечения для построения карт
	С4. Комплексность (клиенториентированность)	Сл4. Необходимость дополнительного обучения сотрудников
<i>Возможности:</i>		
	В1. Появление спроса со стороны изыскательских и проектных организаций	
	В2. Сокращение сроков проектирования	
	В3. Благоприятная ситуация на рынке (не занятость ниши)	
	В4. Использование возможности по привлечению молодых специалистов	
<i>Угрозы:</i>		
	У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности (запрещение их совмещения)	
	У2. Повышение стоимости специального программного обеспечения	
	У3. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе	
	У4. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды	

Выявим соответствие сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. В рамках данного этапа построим интерактивные матрицы проекта. Ее использование поможет разобраться с различными комбинациями взаимосвязей матрицы SWOT. Данные сведем в таблицу 11.

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта

Интерактивная матрица проекта

<i>Сильные стороны проекта</i>					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	V1	+	+	+	+
	V2	+	-	+	+
	V3	0	+	+	+
	V4	-	-	-	0

V1B2C1, V1B2B3C3C4, V1B3C2

Интерактивная матрица проекта

<i>Слабые стороны проекта</i>					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	V1	+	-	-	-
	V2	0	-	+	0
	V3	+	0	+	0
	V4	0	-	0	+

V1B3Сл1, V2B3Сл3, V4Сл4

Интерактивная матрица проекта

<i>Сильные стороны проекта</i>					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-
	У3	-	+	0	0
	У4	-	-	-	-

У3С2

Интерактивная матрица проекта

<i>Слабые стороны проекта</i>					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	+	-
	У3	-	-	-	-
	У4	-	-	-	-

У2Сл3

По полученным результатам составим итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 12).

Таблица 12 – SWOT-анализ

	<i>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</i>	<i>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</i>
	С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность	Сл1. Необходимость наработки клиентской базы
	С2. Более низкая стоимость по сравнению с конкурентными	Сл2. Снижение надежности за счет комплексности

	предложениями	
	С3. Более сжатые сроки выполнения по сравнению с конкурентными предложениями	Сл3. Необходимость приобретения специального программного обеспечения для расчета устойчивости
	С4. Комплексность (клиенториентированность)	Сл4. Необходимость дополнительного обучения сотрудников
<i>Возможности:</i>		
В1. Появление спроса со стороны изыскательских и проектных организаций	В1В2С1, В1В2В3С3С4, В1В3С2	В1В3Сл1, В2В3Сл3, В4Сл4
В2. Сокращение сроков проектирования		
В3. Благоприятная ситуация на рынке (не занятость ниши)		
В4. Использование возможности по привлечению молодых специалистов		
<i>Угрозы:</i>		
У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности (запрещение их совмещения)	У3С2	У2Сл3
У2. Повышение стоимости специального программного обеспечения		
У3. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе		
У4. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды		

4.2 График выполнения проекта

В рамках проекта предусматривается ряд последовательно выполняемых работ, каждая из которых завершается определенным результатом.

Определим ключевые события проекта, даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты. Информацию сведем в таблицу 13.

Таблица 13 – Контрольные события проекта.

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
	Полевые работы (бурение инженерно-геологических скважин)	03.04.2019	Буровые журналы. Пробы грунта. Результаты статического зондирования.
	Лабораторные работы	18.04.2019	Ведомость физико-механических свойств грунта. Протоколы компрессионных испытаний.
	Камеральные работы	29.04.2019	Инженерно-геологические разрезы. Построение карт

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики. Линейный график представим в виде таблицы (табл. 14).

Таблица 14 – Календарный план проекта

<i>№ п/п</i>	<i>Название</i>	<i>Длительность, дни</i>	<i>Дата начала работ</i>	<i>Дата окончания работ</i>	<i>Состав участников</i>
	Составление полевого предписания	2	01.04.2019	02.04.2019	Главный специалист по геологии
	Полевые работы (бурение скважин)	14	03.04.2019	17.04.2019	Инженер-геолог; Буровой мастер; Машинист буровой установки; Помощник машиниста буровой установки; Водитель.
	Лабораторные работы	10	18.04.2019	28.04.2019	Лаборанты (2 чел.).
	Камеральные работы (подготовка графики и технического отчета)	7	29.04.2019	04.05.2019	Инженер-геолог
	Проверка технического отчета	1	05.05.2019	06.05.2019	Главный специалист по геологии
	Печать технического отчета	1	06.05.2019	07.05.2019	Инженер-геолог
Итого:		35	01.04.2019	07.05.2019	

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующими датами начала и окончания выполнения данных работ. На графике различной штриховкой выделены работы, в зависимости от ответственных исполнителей (табл. 15).

Таблица 15 – Календарный план-график проекта

Код работы (из ИСР)	Вид работ	Исполнители	Тк, кал. Дней	Продолжительность выполнения работ				
				март			апрель	
				1	2	3	1	2
1	Составление полевого предписания	Главный специалист по геологии	2					
2	Полевые работы (бурение скважин)	Инженер-геолог; Буровой мастер; Машинист буровой установки; Помощник машиниста буровой установки; Водитель.	14					
3	Лабораторные работы	Инженер-геолог; Лаборанты (2 чел.)	10					
4	Камеральные работы (подготовка графики и технического отчета)	Инженер-геолог	7					
5	Проверка технического отчета	Главный специалист по геологии	1					
6	Печать технического отчета	Инженер-геолог	1					



Инженер-геолог

Главный специалист по геологии

На основании данных графика можно сделать вывод, что продолжительность работ по получению исходных данных и проведению расчетов устойчивости займет 4 декады (35 дней) с первой декады апреля до второй декады апреля.

Длительность выполнения проекта в календарных днях равна:

- 3 дней (главный специалист по геологии);
- 32 дня (Инженер-геолог).

Наиболее трудоемким является этап полевых работ, т.к. он обладает наибольшей продолжительностью и на нем задействованы одновременно 4 человека. Трудоемкость

полевых работ составляет 98 человеко-дней или 63% от общей трудоемкости проекта (табл. 16).

Таблица 16 – Трудоемкость работ в человеко-днях

№, n/n	Вид работ	Продолжительность, раб. дней	Число исполнителей	Трудоемкость	
				человеко-дней	доля
1	Составление полевого предписания	2	1	2	2%
2	Полевые работы (бурение скважин)	14	4	56	63%
3	Лабораторные работы	10	2	20	23%
4	Камеральные работы (подготовка графики и технического отчета)	7	1	7	9%
5	Камеральные работы (расчеты устойчивости карьерных откосов)	1	1	1	1 %
6	Проверка технического отчета	1	1	1	1%
7	Печать технического отчета	1	1	1	1%
<i>Итого:</i>				88	100%

4.3 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. Сгруппируем планируемые затраты по статьям и представим их в таблице 21.

Таким образом, плановая себестоимость работ составит 307 563,85 рублей, без учета налогообложения. Далее рассмотрим статьи затрат более подробно.

Сырье и материалы

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, необходимых для выполнения работы. Данные сведены в таблицу 17.

Таблица 17 - Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Краска для принтера	-	1	500	500,00
Бумага для принтера	формат А4, пачка	2	350	700,00
Карандаш		4	50	200,00
Всего за материалы				1400,00
Транспортно-заготовительные расходы (5%)				2300,00
<i>Итого по статье</i>				<i>3700,00</i>

Специальное оборудование для выполнения работ

В данную статью включаются все затраты, связанные с приобретением оборудования (устройств и механизмов), необходимого для проведения работ. Стоимость оборудования, используемого при выполнении работы и имеющегося в организации, учитывается в виде амортизационных отчислений. Сведения по данной статье представим в таблице 18.

Таблица 18 – Специальное оборудование для выполнения работ

Наименование оборудования	Кол-во единиц	Цена оборудования	Амортизация за день 15% от цены за доставку и монтаж	Кол-во дней использования	Общая стоимость
Компрессионный прибор для исследования грунтов	1	124 500	51,16	10	511,64
Прибор испытания на сдвиг	1	165 000	67,80	10	678,08
Буровая установка	1	4 500 000	1 849,31	14	25 890,34
Термометрические датчики	70	490 000	14,38	14	201,36
Компьютер	1	60 000	24,65	5	123,28
Программное обеспечение AutoCAD	1	34 000	13,97	5	69,86
Итого					27 474,22

Основная заработная плата

В настоящую статью включается заработная плата работников, непосредственно участвующих в выполнении работ. Величина расходов по заработной плате зависит от трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сведен в таблицу 19.

Таблица 19 – Расчет основной заработной платы

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование этапов</i>	<i>Исполнители по категориям</i>	<i>Трудоемкость, чел.-дн.</i>	<i>Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., руб.</i>	<i>Всего заработная плата по тарифу, руб.</i>
1	Составление полевого предписания	Главный геолог	2	2000,00	4 000,00
2	Полевые работы	Инженер-геолог	14	1 800,00	25 200,00
		Буровой мастер	14	1 800,00	25 200,00
		Машинист буровой установки	14	1 500,00	21 000,00
		Помощник машиниста буровой установки	14	1 400,00	19 600,00
3	Лабораторные работы	Лаборант	10	1 000,00	10 000,00
		Лаборант	10	1 000,00	10 000,00
4	Камеральные работы (подготовка графики и технического отчета)	Инженер-геолог	7	1 900,00	13 300,00
6	Проверка технического отчета	Главный геолог	1	2 000,00	2 000,00
7	Печать технического отчета	Инженер-геолог	1	1 900,00	1900,00
<i>Итого:</i>					<i>132 200,00</i>

Таким образом, размер основной заработной платы при выполнении работы, по изучаемой теме составит 132 200,00 рублей.

Отчисления во внебюджетные фонды

Тарифы страховых взносов 2019 года разделены на несколько категорий:

- по пенсионному страхованию;
- отчисления, направляемые на медицинское страхование в рамках ОМС;
- взносы на социальное страховое обеспечение на случай заболеваний и материнства;
- средства, направляемые в ФСС, формирующие фонд возмещения при возникновении несчастного случая на производстве или профзаболеваний («травматизм»).

Первые три вида взносов регулируются положениями НК РФ (глава 34). Взносы по «травматизму» регламентируются нормами Закона от 24.07.1998 г. № 125-ФЗ, при этом тарифы по страхованию от несчастных случаев ежегодно пересматриваются и утверждаются отдельным законом. На период с 2018 по 2020 годы ставки этого вида взносов остались неизменными (закон от 31.12.2017 г. № 484-ФЗ).

Законом от 03.08.2018 г. № 303-ФЗ внесены поправки в НК РФ, касающиеся страховых взносов. Размеры страховых взносов представим в таблице 20.

Таблица 20 – Размер страховых отчислений во внебюджетные фонды

<i>Тип страховых взносов</i>	<i>Ставка в процентах</i>
ПФР	22
ФСС (ставка 2019) на случай болезни и материнства	2,9
ФФОМС (ставка 2019)	5,1
ФСС на «травматизм»	0,2
Итого:	30,2

Таким образом, общий размер страховых отчислений во внебюджетные фонды составляет 30,2%.

Прочие прямые расходы

В данной статье рассматриваются расходы, связанные с оплатой суточных членам полевой группы (5 чел.). Размер суточного содержания при выполнении полевых работ каждая организация устанавливает самостоятельно, в данном случае эта сумма составляет 550 руб. на человека в сутки. Таким образом, общий размер расходов на суточное содержание составит 550 р.*4 чел.*14 дней = 44 800,00 рублей.

Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление, хозяйственное обслуживание, ремонт оборудования, аренду помещений и т.д. Обычно накладные составляют 80-100% от суммы основной и дополнительной заработной платы работников, непосредственно

участвующих в выполнении работ по рассматриваемой теме. В данном случае накладные приняты в размере 20% и составляют = 47976,84рублей

Таблица 21 – Группировка затрат по статьям

№ п/п	Статья затрат	Сумма, руб.
1	Сырье, материалы	3700,
2	Специальное оборудование для выполнения работ (амортизация), руб.	27 474,22
3	Основная заработная плата, руб.	132 200,00
4	Отчисления во внебюджетные фонды (30,2%), руб.	31 710,00
5	Прочие прямые расходы, руб.	44 800,00
6	Накладные расходы (20% от п.1+...п.5), руб.	47976,844
7	Итого плановая себестоимость, руб.	287861,06

Таким образом, плановая себестоимость работ составит 287861,06 рублей, без учета налогообложения. Далее рассмотрим статьи затрат более подробно.

Капиталовложения по видам работ

Для определения капиталовложений по видам работ внесем полученные данные в таблицу 23.

Таблица 23 – Объемы капиталовложений по видам работ

№ п/п	Статья затрат	Этап работ		
		Полевые	Лабораторные	Камеральные
1	Сырье, материалы			3700
2	Специальное оборудование для выполнения работ (амортизация), руб.	26 091,70	1 189,72	193,14
3	Основная заработная плата, руб.	91 000,00	20 000,00	19 300,00
4	Отчисления во внебюджетные фонды (30,2%), руб.	27 300,00	9 000,00	5 790,00
5	Прочие прямые расходы, руб.	44 800,00		
6	Накладные расходы (20% от п. 3), руб.	81 900	18 000	17 370,00
7	Итого капиталовложений, руб.	271 091,70	48 189,72	46 353,14
		74%	13%	13%
		365634,56		

Таким образом, наибольший объем капиталовложений приходится на полевой этап работ (74%), на лабораторный этап 13% и камеральный этап приходится приблизительно по 13%.

Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта сформируем матрицу ответственности (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица ответственности

Этапы проекта	Главный геолог	Инженер-геолог	Буровой мастер	Лаборант
Составление полевого предписания	И, О			
Полевые работы (бурение скважин)	С	У	И	
Лабораторные работы	С	У		И
Камеральные работы (подготовка графики и технического отчета)	С	И		
Камеральные работы (расчеты устойчивости карьерных откосов)	С	И		
Проверка технического отчета	И, О			
Печать технического отчета	С	О, У,И		
<i>О – ответственный И – исполнитель У – утверждающее лицо С – согласующее лицо</i>				

4.4 Рентабельность

Рентабельность – это относительный показатель экономической эффективности. Рентабельность отражает степень эффективности использования материальных, трудовых, денежных и др. ресурсов. Коэффициент рентабельности рассчитывается как отношение прибыли к затратам, т.е. к себестоимости.

Рассчитаем сметную стоимость выполнения проекта. Сметная стоимость составляется на основании справочника базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства за 1999 год (СБЦ -99). Смету представим в виде таблицы 24.

Таблица 24 – Смета на выполнение инженерно-геологических изысканий по объекту
«Инженерно-геологические изыскания под строительство подъездной дороги от
автомобильной дороги Ипатово-Золотаревка-Добровольное к п. Правоегорлыкский»

№ п/п	Наименование видов работ	Обоснование стоимости	Единица измерения	Объем	Расчет стоимости	Стоимость
Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства, ГОССТРОЙ РФ, 1999г.						
Раздел I . БУРОВЫЕ И ГОРНОПРОХОДЧЕСКИЕ РАБОТЫ						
1	Инженерно-геологическая рекогносцировка - 2 категория сложности при хорошей проходимости	Глава 1, таблица 9, §1	км	3,5	23,3*3,5	81,55
2	Колонковое бурение скважин диаметром до 160 мм глубиной до 15 м в породах - 2 категория	Глава 4, таблица 17 §1 прим.	м	111	38,4*0,9*111	3732,48
3	Гидрогеологические наблюдения при бурении скважин диаметром до 160 мм глубиной до 15 м	Глава 4, таблица 18, §1 прим 8.	м	111	1,6*111	172,8
4	Плано-высотная привязка выработок при расстоянии до 50 м, 2 категория сложности	Глава 25, таблица 93, §1	точки	7	8,5*7	59,5
5	Предварительная разбивка	Глава 25, таблица 93, прим.1	точки		50%*162	81
6	Отбор монолитов из скважин - с глубины до 10 м - с глубины свыше 10 до 15 м	Глава 16, таблица 57 §1 §2	обр	57 9	22,9*57 30,6*9	1145 612
7	Итого по разделу I	ОУ таблица 2, п.8, п.14			1*0,85*5884,33	5792,53
Раздел II. ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ						
8	Статическое зондирование грунтов на глубину свыше 10 до 15 м	Глава 15, таблица 45, §5	опыт	2	172,5*2	345
11	Итого по разделу II	ОУ таблица 2, п.8, п.14			1*0,85*1225	1026,38
12	Всего по разделам полевых работ					8025,91
13	Внутренний транспорт	ОУ п.9			7,5%*8025,91	601,9
14	Организация и ликвидация работ	ОУ п.13			6%*8232	494
15	Всего с учетом районного коэффициента	ОУ таблица 3			1,08*8726	9424
Раздел III. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ						
17	Консистенция при ненарушенной структуре	Глава 17, таблица 63 §3	опыт	66	18,2	1274
18	Плотность грунта методом режущего кольца	Глава 17, таблица 62, §4	опыт	66	4,5*66	315
19	Плотность частиц грунта	Глава 17, таблица 62, §5	опыт	66	7,2*66	504

20	Консолидированный срез с нагрузкой до 0,6 МПа	Глава 17, таблица 63, §11	опыт	66	(135,0-47,1)*50	4395
21	Неконсолидированный срез с нагрузкой до 0,6 МПа	Глава 17, таблица 63, §13	опыт	0	0	0
22	Компрессионное испытание по одной ветви с нагрузкой до 0,6 МПа	Глава 17, таблица 63, §17	опыт	66	(101,9-47,1)*66	3836
23	Анализ водной вытяжки	Глава 18, таблица 71, §1	опыт	9	48,8*9	1024,8
24	Коррозионная агрессивность грунтов к стали	Глава 18, таблица 75, §4	опыт	9	18,2*9	382,2
25	Стандартный химический анализ воды	Глава 18, таблица 73, §2	опыт	15	67,3*15	1413,3
26	Коррозионная агрессивность грунтов к свинцовой и алюминиевой оболочке кабеля	Глава 18, таблица 75, §3	опыт	9	20,5*9	430,5
27	Итого по разделу с учетом районного коэффициента	ОУ таблица 3			1,08*18820,8	20326,5
Раздел IV. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ						
28	Камеральная обработка результатов геологической рекогносцировки 2 категория при хорошей проходимости	Глава 1, таблица 9, §1	км ²	3,5	18,5*3,5	64,75
29	Камеральная обработка результатов буровых работ с гидронаблюдениями	Глава 21, таблица 82, §2	м	111	9,3*111	1004,4
30	Камеральная обработка результатов испытаний грунтов статическим зондированием на глубину 15 м	Глава 21, таблица 83, §2	опыт	2	38,3*2	76,6
31	Камеральная обработка лабораторных исследований - глинистых грунтов - химсостава грунтов - химсостава воды - коррозионной агрессивности	Глава 21, таблица 86, §1 §4 §5 §8			20%*1674,4 12%*146 15%*202 15%*117	561 18 30 18
32	Составление инженерно-геологического отчета	Глава 22, таблица 87			21%*2025	425
33	Составление программы производства инженерно-геологических работ	Глава 20, таблица 81, §2			1,25*1100	1375
34	Итого по разделу с учетом районного коэффициента	ОУ таблица 3			1,08*4369,3	4719
35	ВСЕГО ПО РАЗДЕЛАМ					44026,26
36	ВСЕГО ПО РАЗДЕЛАМ С УЧЕТОМ ИНФЛЯЦИОННОГО ИНДЕКСА				47,12*44026,26	207518,31
37	Приобретение фондовых материалов и сведений по запросам (калькуляция субподрядной организации)					50000
38	НДС				20%*2124518,31	424903,66
39	Договорная стоимость работ					2549421,97

Таким образом, сметная стоимость без учетов налогов составит **2549421,97** рублей.

Вычитая из сметной стоимости себестоимость, получим прибыль. Далее вычислим рентабельность как отношение прибыли к затратам (себестоимости). Полученные данные сведем в таблицу 25.

Таблица 25 – Рентабельность проекта

№ п/п	Наименование показателя	Значение	Примечание
1	Выручка (сметная стоимость), руб.	2549421,97	
2	Затраты (себестоимость), руб.	365634,56	
3	Прибыль, руб.	2183787,41	п. 1 - п. 2
4	Рентабельность, %	275%	п. 3 / п. 2

Таким образом, рентабельность проекта составляет 275%, что является очень хорошим показателем и говорит о высоком экономическом эффекте: один вложенный рубль приносит прибыль 2,75 руб.

4.5 Оценка сравнительной эффективности исследования

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

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов объекта исследования можно определить следующим образом:

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

где I_m - интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов; a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a, b_i^p - балльная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

В качестве вариантов исполнения проекта рассмотрим три организации: две организации осуществляют деятельность отдельно в сфере инженерных изысканий (условно аналог 1) и в сфере геомеханического обоснования расчетов устойчивости карьерных откосов (условно аналог 2). Третья организация (текущий проект) осуществляет деятельность в сфере инженерных изысканий, но в качестве продукта предлагает комплексный подход – расчет устойчивости на основании, выполненных собственными силами, инженерных изысканий.

Экспертным путем устанавливаем балльную оценку для текущего проекта и аналогов. Расчеты проводим по формуле (1). Полученные данные сводим в таблицу 26.

Таблица 26 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект (комплексный подход)	Аналог 1 (только ИГИ)	Аналог 2 (только мониторинг)
1. Повышение производительности труда пользователя	0,10	4,00	5,00	5,00
2. Удобство в эксплуатации	0,10	5,00	3,00	3,00
3. Энергоэкономичность	0,10	5,00	5,00	4,00
4. Надежность	0,26	3,00	5,00	5,00
5. Конкурентоспособность продукта	0,11	5,00	4,00	3,00
6. Цена	0,15	5,00	4,00	4,00
7. Срок выполнения работ	0,13	4,00	4,00	4,00
8. Уровень проникновения на рынок	0,05	3,00	5,00	5,00
Итого:	1,00	4,15	4,41	4,20

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (2)$$

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

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

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

Стоимость вариантов исполнения представим в виде таблицы (табл. 27).

Таблица 27 – Стоимость вариантов исполнения

Текущий проект (комплексный подход)	Аналог (раздельное выполнение)	Максимальная стоимость исполнения
364 074,22	710 999,62	2549421,97

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

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^{\text{р}}}{I_{\text{финр}}^{\text{а}}}, \quad (3)$$

где $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ - сравнительная эффективность проекта; $I_{\text{финр}}^{\text{р}}$ - интегральный показатель эффективности разработки; $I_{\text{финр}}^{\text{а}}$ - интегральный показатель эффективности аналога.

Результаты расчетов сведем в таблицу 28.

Таблица 28 – Сравнительная эффективность разработки

Показатель	Текущий проект (комплексный подход)	Аналог (мониторинг)
Интегральный финансовый показатель разработки $I_{\text{ф}}^{\text{р}}$	0,45	0,74
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки $I_{\text{м}}$	4,15	4,20
Интегральный показатель эффективности $I_{\text{финр}}^{\text{р}}$	7,75	7,30
Сравнительная эффективность вариантов исполнения $\mathcal{E}_{\text{ср}}$	1,52	

Сравнение значений интегральных показателей позволяет сделать выбор в пользу текущего проекта. Интегральный финансовый показатель свидетельствует об удешевлении стоимости текущего проекта. Интегральный показатель ресурсоэффективности является наивысшим, что говорит о более высокой эффективности текущего проекта по сравнению с аналогами. Показатель сравнительной эффективности говорит о том, что с позиций финансовой и ресурсной эффективности текущий проект в 1,52 раза предпочтительнее аналога.

4.6 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информацию по рискам представим в виде таблицы 29.

Таблица 29 – Реестр рисков

Риск	Потенциальное воздействие	Вер-ть наступления (1-5)	Вли-е риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения	Условия наступления
Изменение законодательства в части технических требований к результату работ	Временная потеря заказов	3	4	средний	Мониторинг изменений в законодательстве	Принятие нового технического регламента
Повышение стоимости специализированно	Незапланированные издержки	4	3	средний	Формирование финансовых резервов.	Повышение стоимости ПО в одностороннем

го программного обеспечения					Заключение договора с банком о льготном кредитовании	порядке
«Текучка» кадров	Срыв сроков выполнения работ. Снижение качества результата работ	4	5	высокий	Разработка программы профессионального роста. Поддержка молодых специалистов	Низкая заработная плата. Отсутствие перспектив в проф. развитии
Снижение цены продукции из-за роста конкуренции	Снижение рентабельности, прибыли	4	5	высокий	Проведение маркетинговых исследований. Программа лояльности к постоянным клиентам	Увеличение количества фирм-конкурентов. Снижение рыночной цены продукции
Наложение одних объектов на другие при планировании работ	Срыв сроков выполнения работ. Снижение качества результата работ	4	4	высокий	Система планирования работ, мониторинг контрольных точек проектов. Система стимулирования сотрудников за досрочное выполнение работ	Большой объем заказов
Разрыв платежного баланса	Временная неплатежеспособность	5	5	высокий	Заключение договора с банком о льготном кредитовании, об оплате векселями	Выполнение работ без аванса с расчетом после активирования. Длительность выполнения работ

В результате выполнения данного раздела был выполнен анализ конкурентных технических решений. Анализ технических и экономических критериев показал, что организация, предлагающая комплексный продукт, обладает преимуществом по сравнению с конкурентами. В рамках разработки устава проекта были сформулированы цели, результат, область применения проекта. Был составлен «портрет» потребителя НТИ, выполнено сегментирование рынка, выполнены FAST-анализ, SWOT-анализ.

При работе над планированием были определены этапы работ, их трудоемкость, разработан график Ганта. Продолжительность работ по получению исходных данных и проведению расчетов устойчивости займет 4 декады (35 дней) с первой декады марта до второй декады апреля.

В экономическом отношении были определены затраты на проектирование, плановая себестоимость работ составит 365 634,56 рублей, без учета налогообложения. Сметная стоимость без учетов налогов составит **2549421,97** рублей, прибыль – 2183787,41рублей. Рентабельность проекта составит 275%, что является очень хорошим показателем и говорит о высоком экономическом эффекте.

При оценке сравнительной эффективности было установлено, что с позиций финансовой и ресурсной эффективности текущий проект в 2,75 раза предпочтительнее аналога.

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

5 Социальная ответственность при инженерно-геологических изысканиях

Введение

Рассматриваемая территория находится в пределах Ставропольской возвышенности, располагается на 45⁰ северной широты и 42⁰ восточной долготы.

Климат района относится к категории засушливых районов. Лето продолжительное, жаркое, сухое со среднемесячной температурой июля +24 °С. Осень теплая и продолжительная, но заморозки очень часты. В летнее время восточный ветер приносит раскалённый воздух среднеазиатских пустынь. С ним связаны засухи и пылевые бури, начинающиеся при скорости ветра 15-20 м/с. Засухи и суховеи различной интенсивности - типичное явление; летом бывает 85-100 суховейных дней. Осень теплая и продолжительная, но заморозки очень частые.

Целью выполнения инженерных изысканий является подготовка данных для разработки проектной и рабочей документации для строительства автодороги и моста через Правоегорлывский канал в Ставропольском крае.

Техническим заданием на инженерно-геологические изыскания предусматриваются следующие виды работ:

- сбор и систематизация материалов прошлых лет;
- инженерно-геологическая съемка;
- проходка горных выработок;
- лабораторные исследования грунтов;
- камеральная обработка материалов.

Общая продолжительность полевых работ составит 1 месяц, из них 3 недели потребуется для бурения скважин глубиной 3-21 м установкой УРБ-2А2.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

37 статья Конституции РФ обеспечивает свободу труда, и дает право на труд, в тех условиях, которые отвечают специальным требованиям гигиены и безопасности. Пятый пункт выше указанной статьи гласит: «каждый имеет право на отдых». В конечном итоге, своим первоисточником охрана труда имеет Конституцию РФ.

Федеральный орган исполнительной власти осуществляет специализированные функции по надзору и контролю в сфере труда. Этот орган называется: «Федеральная служба по труду и занятости Министерства здравоохранения и социального развития Правительства РФ».

Данная служба руководствуется в своей деятельности федеральными законами, Конституцией РФ, указами Президента РФ и актами Правительства РФ, нормативными и правовыми актами Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации, международными договорами РФ и Трудовым кодексом РФ.

Главные задачи трудового законодательства: создание необходимых правовых условий для достижения согласования интересов сторон трудовых отношений, интересов государства, а также правовое регулирование трудовых отношений и иных непосредственно связанных с ними отношений.

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

на рабочих местах, о возможном риске для здоровья, о средствах индивидуальной защиты и компенсациях.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. Основным объектом в производственных условиях является рабочее место. Согласно ГОСТ 12.2.032-78 [88] при организации рабочих мест учитывают то, что конструкция рабочего места, его размеры и взаимное расположение его элементов должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим данным человека, а также характеру.

При выборе положения работающего учитывают: физическую тяжесть работ; размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ; технологические особенности процесса выполнения работ; статические нагрузки рабочей зоны; время пребывания.

5.2 Производственная безопасность

При проведении полевых, лабораторных и камеральных работ на участке работ могут возникнуть опасные и вредные факторы, анализ их проведен согласно ГОСТ 12.0.003-74 [61] и представлен в таблице 5.2.1.

Все предусмотренные проектом работы выполняются в соответствии с техническим заданием и план-графиком мероприятий.

Таблица 5.2.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Архивы	Лабораторные исследования	Обработка данных	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	ГОСТ 12.2.003-91 [76] ГОСТ 12.2.062-81 [45]
2.Превышение уровня шума		+	+	ГОСТ 12.3.009-76 [46] ГОСТ 12.4.011-89 [47]
3.Тяжесть физического труда		+		ГОСТ 12.4.125-83 [48] ГОСТ 12.1.005-88 [35]
4.Отклонение показателей микроклимата в помещении	+	+	+	ГОСТ 23407-78 [49] ГОСТ 12.1.030-81 [51] ГОСТ 12.1.006-84 [52]
5.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	ГОСТ 12.1.038-82 [53] ГОСТ 12.1.003-2014 [54] ГОСТ 12.4.002-97 [55] ГОСТ 12.4.024-76 [56] ГОСТ 12.1.007-76 [57] ГОСТ 12.1.004-91 [34]

6. Монотонность труда	+		+	
7. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования		+	+	
8. Вероятность поражения электрическим током	+	+	+	ГОСТ 12.1.045-84 [58] СанПиН 2.2.4.548-96 [60] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [61] СанПиН 2.2.4.3359-16 [628] СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [63] ГОСТ 12.1.003-2014 [54] СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [64] ГОСТ 12.1.012-2004 [65] ГОСТ 12.2.003-91 [76] ГОСТ 12.1.004-91 [34] ГОСТ 12.1.005-88 [35] СанПиН 2.2.1/2.1.11278-03 [69] ПУЭ [70] ГОСТ 17.2.1.03-84 [80] ГОСТ 17.4.3.04-85 [81]

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

Полевой этап

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе. Климат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, влияющий на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, подвижность воздуха, инфракрасное излучение, согласно ГОСТ 12.1.005-88 [71].

Метеорологические условия при изысканиях под строительство дороги на открытой площадке определяются климатическим поясом и сезоном года.

На данном участке работы будут проводиться в летнее время, поэтому возможен перегрев организма. При повышенной температуре воздуха рабочей зоны организм человека не справляется с терморегуляцией и возникает перегрев. Перегревание (гипертермия) сопровождается повышением температуры тела до 38°C.

В тяжелых случаях гипертермия протекает в форме теплового удара, при этом температура тела повышается до 40°C и пострадавший теряет сознание. Высокая температура воздуха усиливает потоотделение, которое приводит к судорожной болезни вследствие нарушения водно-солевого баланса. Поэтому на площадке работ, где будут отбираться пробы грунта, предусматривается навес. Кроме того, одежда рабочих должна быть светлых тканей, легкой и свободной.

В летний период может быть выпадение большого количество осадков в виде дождей, порывы ветра. От этого может зависеть прекращение работ на время неблагоприятных погодных условий.

Превышение уровней шума

Шум может создаваться работающим оборудованием (буровой установкой, установкой статического зондирования, установками воздуха, преобразователями напряжения).

Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются в ГОСТ 12.1.003-83 [72].

Воздействие шума не должно превышать 80дБ, наиболее благоприятный шум 10-30 дБ.

Для уменьшения шума необходимо устанавливать звукопоглощающие кожухи, применять противозумовые подшипники, глушители, вовремя смазывать трущиеся поверхности, а также использовать средства индивидуальной защиты: наушники, ушные вкладыши.

Превышение уровней вибрации

Источником вибрации является буровая установка и установка статического зондирования. Вибрация возникает при спуско-подъемных операциях (СПО) от работающих двигателей (лебедки, насосов, вибростит).

Под действием вибрации у человека развивается вибрационная болезнь. Наиболее опасна для человека вибрация с частотой 16-250 Гц.

Предельно допустимые значения, характеризующие вибрацию, регламентируются ГОСТ 12.1.012-2004 [65].

Таблица 5.2.2 – Гигиенические нормы уровней виброскорости (ГОСТ12.1.012- 2004) [65]

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Технологическая	–	108	99	93	92	92	92	–	–	–	–
Локальная вибрация	–	–	–	115	109	109	109	109	109	109	109
Транспортно- технологическая вибрация	–	108	99	93	92	92	92	–	–	–	–

В качестве средств индивидуальной защиты применяются рукавицы с прокладкой на ладонной поверхности и обувь на толстой мягкой подошве [47].

Тяжесть и напряженность физического труда. Работа в полевых условиях

связана с тяжелыми физическими нагрузками. Физическая работоспособность человека определяется силой мышц и мышечной выносливостью. Мышечная деятельность делится на два вида работы: статическую и динамическую.

Динамическая работа связана с перемещением груза вверх и вниз и сопровождается сокращением отдельных мышц. При статической работе развивается напряжение мышц без изменения их длины. Однако при таком напряжении мышц приводит к быстрому утомлению и снижению мышечной выносливости. Динамическую и статическую нагрузку характеризует такой показатель физического труда, как тяжесть.

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

Камеральный и лабораторный этапы

Отклонения показателей микроклимата в помещении. Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность.

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата для работ разной категории тяжести указаны в СанПиН 2.2.4.548-96 [40]. Отопление помещений проектируется в соответствии с требованиями СНиП 41.01-2003 [41].

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия соответствующие СанПиН 2.2.4.548-96 [40].

В лабораторном и камеральном помещении необходимо предусматривать систему отопления, которая должна обеспечить достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха в холодный период года, а также безопасность в отношении пожара или взрыва. При этом колебания температуры в течение суток не должны превышать 2-3°C. Эти требования выполняются в соответствии со СНиП 41.01-2003 [41].

В камеральном помещении необходимо обеспечить приток свежего воздуха, количество которого определяется технико-экономическим расчетом и выбором схемы системы вентиляции.

Для поддержания требуемого микроклимата в помещениях необходимо: осуществление терморегуляции с целью поддержания оптимальной температуры, установка вентиляционного оборудования, проветривание помещения во время перерывов, регулярная влажная уборка помещения.

Недостаточная освещенность рабочей зоны. Свет оказывает существенное влияние на условия труда. При недостаточном освещении человек работает менее

продуктивно, быстро устает, растет вероятность ошибочных действий, что может привести к травматизму. В зависимости от длины волны, свет может оказывать возбуждающее (оранжево-красный) или успокаивающее (желто-зеленый) действие. Освещение рабочих мест внутри помещения характеризуется освещенностью и яркостью. Естественное и искусственное освещение помещений вычислительных центров должно соответствовать СП 52.13330.2011 [59]. При этом естественное освещение должно осуществляться через окна и обеспечивать КЕО (табл. 5.2.3).

Таблица 5.2.3 – Нормы освещенности рабочих поверхностей [93]

Наименование помещений	Характеристика зрительной зоны	Размер объекта различения, мм	Нормы КЕО, %	Искусственная освещенность, лк	Тип светильника
Лаборатория и камеральные помещения	Средней точности	0.5-1	4 – верхнее или комбинированное; 1.5 - боковое	300	Люминисцентные газозарядные лампы (ЛД), для бокового освещения настольные лампы накаливания

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

Организация безопасности работы на ЭВМ и ВДТ регламентирована СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[57].

Утечки токсических и вредных веществ в атмосферу. Выполнение лабораторных работ, таких как химический анализ грунта, воды сопровождается выделением в воздушную среду вредных веществ находящимися в образцах, которые могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья человека. Для обеспечения поддержания в воздухе безопасной концентрации вредных веществ, здания и помещения лабораторий должны быть устроены и оборудованы в соответствии с Санитарно-эпидемиологическими правилами СП 2.2.1.1312-03 [79].

Монотонность труда и умственное перенапряжение. На данном этапе работы включают в себя все виды деятельности, требующие напряжения работы головного мозга, центральной нервной системы и зрительного напряжения.

Факторы трудового процесса: тяжесть труда и монотонность труда проводится в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05 [76].

Количественной оценкой умственного труда является степень нервно-эмоциональной напряженности.

Напряженность труда - характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку на ЦНС, органы чувств, эмоциональную сферу работника. Характеризуется интеллектуальными нагрузками (содержание работы, степень сложности задания), сенсорными (длительность наблюдения и число одновременно наблюдаемых объектов: контрольно-измерительные приборы, продукт производства), эмоциональными (степень ответственности, риска для собственной жизни и безопасности других лиц), степенью монотонности нагрузок, режимом работы (продолжительность рабочего дня, сменность работы).

На нормализацию условий труда направлены следующие мероприятия: - чередование периодов работы и отдыха;

- двукратный отпуск в течение одного года работы;

- целесообразность пятидневной рабочей недели с двумя выходными днями подряд

[6].

5.4 Анализ выявленных опасных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия

Полевой этап

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.

Механические травмы могут возникнуть при монтаже и демонтаже бурового оборудования, при спуско-подъемных операциях (СПО), из-за неправильного проведения операций по развинчиванию и свинчиванию труб, а также в процессе отбора керна из буровых скважин. В данном случае источником опасности служит комплекс оборудования, созданный на базе буровой установки УРБ-2А2. Непосредственными причинами травм могут служить вращающиеся части различных устройств, неправильная эксплуатация или неисправное оборудование, механизмы, инструменты, устройства блокировки, сигнализирующие приспособления и приборы.

К основным документам, регламентирующим работу с движущимися механизмами, относится ГОСТ 12.2.003-91 [64]. Погрузочно-разгрузочные работы ведутся согласно ГОСТ 12.3.009-76 [65].

Согласно ГОСТ 12.2.061-81 [66] и ГОСТ 12.2.062-81 [67] все опасные зоны оборудуются ограждениями. Согласно ГОСТ 12.4.026-76 [68] вывешиваются инструкции, и плакаты по технике безопасности, предупредительные надписи и знаки, а также используются сигнальные цвета. Вращающиеся части, и механизмы оборудуются

кожухами и ограждениями. Своевременно производится диагностика оборудования, техническое обслуживание и ремонт. Средство индивидуальной защиты: каска, которая выдается каждому работнику отряда, согласно ГОСТ 12.4.011-89 [63].

Вероятность поражения электрическим током. В полевых условиях во время гроз, источником опасности может служить разряд электрического тока (молния), который является опасным для человека.

Молния - электрический разряд между облаками или облаком и землей. Различают три типа воздействия тока молнии: прямой удар, вторичное воздействие заряда молнии и занос высоких потенциалов (напряжения) в здания (шаровая молния).

Для защиты от прямых ударов молний применяются молниеотводы. В целях грозозащиты металлические буровые вышки должны иметь заземление не менее чем в двух точках, отдельно от контура защитного заземления. Сопротивление заземляющих устройств не должно быть более 10 Ом. Запрещается во время грозы производить работы на буровой установке, а также находиться на расстоянии ближе 10 м от заземляющих устройств грозозащиты, согласно ГОСТ 12.1.019-79 [62].

Работники полевого отряда должны использовать средства индивидуальной защиты: спецодежду и диэлектрические резиновые перчатки, согласно ГОСТ 12.4.011-89 [63].

Камеральный и лабораторный этапы

Вероятность поражения электрическим током. Источником электрического тока в помещении может выступать неисправность электропроводки, выключателей, розеток, вилок, рубильников, переносимых ламп, любые неисправные электроприборы. Согласно ПУЭ [11] все голые токоведущие части электроприборов должны быть изолированы или закрыты кожухами.

Реакция человека на электрический ток возникает лишь при прохождении его через тело, поэтому необходимо соблюдать правила работы с электроприборами во избежание электротравматизма, согласно ГОСТ 12.1.019-79 [62].

При гигиеническом нормировании ГОСТ 12.1.038-82 [69] устанавливает предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц. Наиболее опасен переменный ток с частотой 50 Гц (в 4–5 раз опаснее постоянного).

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока

через тело человека: при длительности действия более 10 сек. - 2 мА, при 10 секунд и менее- 6 мА [6].

По опасности поражения людей электрическим током, помещения, в которых будут производиться лабораторные и камеральные работы, относится к 3 категории, согласно ПУЭ [11]. В соответствии с классификацией данные помещения относятся к помещениям без повышенной опасности, которые характеризуются отсутствием повышенной влажности воздуха (не превышает 75%), высокой температуры (не превышает 35°C), токопроводящей пыли и токопроводящих полов.

Мерами по обеспечению безопасности являются: организация регулярной проверки изоляции токоведущих частей оборудования лаборатории и камерального помещения; защитное заземление, с помощью которого уменьшается напряжение на корпусе относительно земли до безопасного значения; зануление; автоматическое отключение; обеспечение недоступности токоведущих частей при работе; регулярный инструктаж по оказанию первой помощи при поражении электрическим током.

Нормативные документы: ГОСТ 12.1.019-79 [62], ГОСТ 12.1.030-81 [70], ГОСТ 12.1.038-82 [69].

5.5 Экологическая безопасность

Инженерно-геологические работы, как и прочие производственные виды деятельности человека, наносят вред геологической среде (таблица 5.3.1). Экологическую безопасность регламентируют ГОСТ 17.1.3.13-86 [78], ГОСТ 17.5.3.06-85 [79], ГОСТ 17.4.3.02-85 [80], ГОСТ 17.2.3.02-78 [81].

Таблица 5.3.1 Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при инженерно-геологических работах

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

Подземные воды	Загрязнение производственными сточными водами и мусором, нефтепродуктами, буровым раствором	Сооружение водоотводов, складирование или вывоз мусора, обезвреживание сточных вод
Атмосфера	Загрязнение атмосферного воздуха при работе оборудования	Установление нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В районе работ могут возникнуть следующие чрезвычайные ситуации:

Техногенного характера:

1. Крушения и аварии на дороге;
2. Авиационные катастрофы в аэропорту;
3. Пожары (взрывы) в зданиях, сооружениях жилого, социального и культурного назначения;
4. Аварии на канализационных системах с массовым выбросом загрязняющих веществ;
5. Утечка химически и биологически вредных веществ в научно-исследовательских учреждениях;

Природного характера:

1. Землетрясения;
2. Береговая эрозия;
3. Высокие уровни вод (паводок);
4. Лесные пожары и так далее.

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией при проведении инженерно-геологических работ является *пожар*, который может возникнуть и в полевых, и в лабораторных, и в камеральных условиях. На случай возникновения пожара предусматривается план по ликвидации его последствия:

1. *При лесном пожаре (в полевых условиях).* В случае невозможности ликвидировать пожар и угрозе зданиям и сооружениям необходимо сообщить на базу отряда, немедленно обесточить здание и приступить к перебазировке отряда в безопасное место. Сообщить о пожаре местным органам власти, лесхозу.

2. *Пожар в здании.* При пожаре в здании необходимо:

- включить пожарную сигнализацию для оповещения о происшедшем возгорании сотрудников фирмы охраны, после чего охрана сообщает о включении пожарной сигнализации в пожарную охрану далее генеральному директору;

– по возможности ликвидировать очаг возгорания и имеющимися средствами пожаротушения;

– по возможности локализовать очаг возгорания: закрыть доступ кислорода (закрыть окна, двери).

– обесточить здание.

Для эвакуации людей, застигнутых пожаром, выбирают наиболее безопасные пути - лестничные клетки, двери, проходы.

Рабочий персонал должен быть подготовлен к проведению работ таким образом, чтобы возникновение аварий, стихийных бедствий не вызвало замешательства и трагических последствий [8].

При несчастном случае необходимо немедленно оказать пострадавшему медицинскую помощь, организовать его доставку в больницу и сообщить начальству о произошедшем.

Рабочий персонал должен быть подготовлен к оказанию первой медицинской помощи и иметь все необходимое для ее оказания, согласно принятой на предприятии инструкции по безопасности, чтобы избежать замешательства и трагических последствий [8].

Выводы по разделу

Таким образом, можно сделать вывод, о том, что социальная ответственность является важной и неотъемлемой частью при инженерно-геологических работах. Поскольку не соблюдение техники безопасности, неправильная организация рабочего места и другие нарушения в процессе инженерно-геологических работ могут привлечь за собой негативные последствия, опасные для жизни и здоровья человека, а так же вред окружающей среде.

Заключение

В дипломном проекте были рассмотрены инженерно-геологические условия района и составлен проект изысканий для строительства автодороги и мостового перехода. Проектируемые работы преследуют цель получение данных об инженерно-геологических условиях, достаточных для решения задач по дальнейшему проектированию сооружения.

В процессе написания дипломного проекта был сделан обзор, анализ и оценка ранее произведенных работ, на основе которых была дана характеристика инженерно-геологических условий участка работ, а так же составлен прогноз влияния строительства сооружения на геологическую среду.

В данном проекте, по фондовым материалам ОАО Сибгипростанс, рассчитана сфера взаимодействия сооружения с геологической средой, составлена расчетная схема, просчитаны коэффициенты вариации, 7 инженерно-геологических элементов, для которых составлена таблица с расчетными и нормативными характеристиками. Составлены карта инженерно-геологических условий и разрез участка проектируемого строительства.

1.06.2019

Лилия

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Фондовая литература

1. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий «Строительство подъезда к пос. Правоегорлыкский от автомобильной дороги Ипатово-Золотаревка-Добровольное». Фонды «Сибгипротранс» - 99с.

Опубликованная литература

2. Бондарик Г.К. Методика инженерно-геологических исследований – Недра, 1986 – 333с.
3. Гидрогеология СССР. Том IX. Северный Кавказ. – Недра, Москва, 1968 г., ;488 с.
4. Геология СССР. Том 9. Часть 1. Геологическое описание. Северный Кавказ. – Недра, Москва, 1968 г., 760 с.
5. Земляное полотно автомобильных дорог на слабых грунтах. Евгеньев И.Е., Казарновский В.Д.: «Транспорт», 1976. 271 с.
6. Инженерная геология СССР: В 8 т. / научный совет по инженерной геологии, геофизики и геохимии АН СССР; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова; Гл. редактор Е.М. Сергеев. – Из-во Московского ун-та, 1976 г.
7. Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин – Недра, 1983 г. – 332с.
8. Свиридов Ю.Ф., Крепша Н.В. Безопасность жизнедеятельности, учебно-методическое пособие, ТПУ, Томск, 2003.
9. Пояснительная записка к карте четвертичных отложений L – 38 – XIX, 2000 г.

Нормативная литература

10. ГОСТ 25100 – 2011 г. Грунты. Классификация;
11. ГОСТ 20522 – 2012. Грунты. Методы статической обработки результатов испытаний, 2012 г.;
12. ГОСТ 12071 – 2014. Грунты. Отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов, 2014 г.;
13. ГОСТ 23161 – 2012. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик просадочности, 2012.;
14. ГОСТ 12248 – 2010. Грунты. Методы определения характеристик прочности и деформируемости грунтов, 2010.;
15. ГОСТ 20276 – 2012 Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости грунтов, 2012.;
16. ГОСТ 5180 -2015 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик», 1984.;

17. ГОСТ 12.2.061 – 81. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам
18. ГОСТ 12.2.003 – 91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
19. ГОСТ 12.4.011 – 89. ССБТ. Средства защиты работающих. Общее требование и классификация, 1989. – 18 с.
20. ГОСТ 12.1.030 – 81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
21. ГОСТ Р12.1.019 – 2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
22. ГОСТ 12.1.038 – 82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
23. ГОСТ 12.1.004 – 91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования, 1991. – 15с.
24. ГОСТ 12.1.045 – 84 Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
25. ГОСТ 12.1.006 – 84 Электростатическое поле радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля, 1984. – 21с.
26. ГОСТ 12.1.012 – 90. Вибрационная безопасность. Общие требования, 199 г. – 25с.
27. ГОСТ 12.1.003 – 83 ССБТ Шум. Общие требования безопасности.
28. ГОСТ 12.1.005 – 88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01.01.89).
29. ГОСТ 12.004 – 91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования, 1991 – 15с.
30. ЕНВиР-И-83. Часть 2 Сборник единичных сметных расценок норм времени на инженерно-геологические изыскания – 1983 - 269с
31. НПБ 105-03 Нормы пожарной безопасности.
32. Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах (к СНиП 2.05.02. – 85) / СОЮЗДОРНИИ Минтрансстроя СССР – Стройиздат, 1989 – 192с.
33. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ» - Госкомсанэпиднадзор, 2003.
34. СанПиН 2.22.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996 45с.
35. СанПиН 2.1.4.1074.2012 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству питьевой воды централизованных систем питьевого водоснабжения, 2012;

36. Санпин 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
37. СП 52.13330.2016 Естественное освещение и искусственное освещение. СНИП 23-05-95*
38. СП 131.13330.2012. Строительная климатология
39. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения, 2012 г.
40. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Госстрой СССР – Минстрой России, 2011
41. СП 126.13330.2012 Геодезические работы в строительстве, 2012.
42. СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах, 2014
43. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги, 2012
44. СП 115.13330.2012 Геофизика опасных природных воздействий, 2012.
45. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии, 2012.
46. СН-93 Сборник сметных норм, - 1993.
47. Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства.- 1999.
48. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.
49. СНиП 2.01.09-91 ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ НА ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ И ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ
50. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов.
51. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 (с Изменением N1).
52. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ.
53. РСН 74-88 Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству буровых и горнопроходческих работ.
54. ГОСТ 23278-2014 Грунты. Методы полевых испытаний проницаемости.
55. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
56. ГОСТ 23161-2012 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик просадочности.
57. ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.

58. ГОСТ 26423-2016 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.
59. СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии.
60. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
61. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.
62. 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.
63. ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
64. ГОСТ 23740-2016. Грунты. Методы лабораторного определения содержания органических веществ.
65. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200000. Кума-Манычская серия. Карта дочетвертичных образований.
Лист L-38-XIX. ФГУГП «Кавказгеолсъемка», С.-Петербург, ВСЕГЕИ, 2000 г.;
66. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200000. Кума-Манычская серия. Карта четвертичных отложений. Лист L-38-XIX. ФГУГП «Кавказгеолсъемка», С.-Петербург, ВСЕГЕИ, 2000 г.;

Интернет ресурсы:

67. http://ashipunov.info/jurassic/j/Manuals&Classica/Geology_of_USSR/Geology_of_USSR_9-1.pdf (рельеф)
68. <https://studfiles.net/preview/4603350/page:7/> (инж.геол. хар-ка)