

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

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

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема проекта
Инженерно-геологические условия Октябрьского района г. Красноярска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина на Николаевской сопке (Красноярский край)

УДК 624.131.1:685.659.32(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Рубашкин Александр Сергеевич		24.05.2019

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Строкова Л.А.	д.г.-м.н.		27.05.2019

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Н.В.	д.и.н.		27.05.2019

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоев Е.В.	к.т.н.		27.05.2019

По разделу «Буровые работы»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шестеров В.П.			14.05.2019

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузеванов К.И.	к.г.-м.н.		29.05.2019

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результаты 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
 Отделение геологии
 Специальность 21.05.02 Прикладная геология
 Профиль: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП


29.05.2019 Кузванов К.И.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
3-213Б	Рубашкину Александру Сергеевичу

Тема работы:

Инженерно-геологические условия Октябрьского района г. Красноярска и проект
 инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина на Николаевской
 сопке (Красноярский край)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№1018/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Фондовые материалы АО "Гражданпроект" В общей части дать характеристику физико-географических, геологических, гидрогеологических условий. В специальной части необходимо охарактеризовать условия залегания и состав пород, выделить инженерно-геологические элементы и определить нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств грунтов. В проектной части дать обоснование видов и объемов работ, методику их проведения. В разделе социальная ответственность разработать мероприятия по производственной и экологической безопасности. В разделе финансовый менеджмент рассчитать технико-экономические показатели и сметную
--	--

	стоимость проекта.
Перечень графического материала	1. Лист 1. Фрагмент государственной геологической карты Октябрьского района г. Красноярск и геологический разрез. Масштаб 1:50 000. 2. Лист 2. Карта инженерно-геологических условий и инженерно-геологический разрез. Масштаб карты 1:500, разреза горизонтальный 1:500, вертикальный 1:100. 3. Лист 3. Таблица нормативных и расчетных показателей физико-механических свойств грунтов и расчетная схема. 4. Лист 4. Расчет устойчивости склона. 5. Лист 5. Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 12 метров и глубиной 10 м.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Геология	Строкова Л.А.
Бурение	Шестеров В.П.
Социальная ответственность	Белоенко Е.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение	Трубникова Н.В.

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Строкова Людмила Александровна	Д.Г.-М.Н.		01.02.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Рубашкин Александр Сергеевич		01.02.19

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «Геология»

Студенту:

Группа	ФИО
3-213Б	Рубашкину Александру Сергеевичу

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

Исходные данные к разделу «Геология»:

1. Инженерно-геологические отчеты производственной организации, учебная литература, интернет-ресурсы	1. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях «Трамплин HS-20. Г. Красноярск, Октябрьский район, Николаевская сопка». - Красноярск: АО «Гражданпроект», 2018. 2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Серия Минусинская. Лист О-46-XXXIII (Красноярск). Объяснительная записка. - М., 2001. 3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Изд. 2-е. Серия Минусинская. Лист N-46-III (Дивногорск). Объяснительная записка. - СПб., 2009. 4. http://www.vsegei.com/
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала:

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Строкова Людмила Александровна	Д.Г.-М.Н.		01.02.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Рубашкин Александр Сергеевич		01.02.19

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «Буровые работы»

Студенту:

Группа	ФИО
3-213Б	Рубашкину Александру Сергеевичу

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

Инженерно-геологические условия Октябрьского района г. Красноярска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина на Николаевской сопке (Красноярский край)

Исходные данные к разделу «Буровые работы»:

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала:

Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 12 м и инженерно-геологической скважины для проведения штампоопытов глубиной 10 м

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шестеров В.П.			01.02.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Рубашкин Александр Сергеевич		01.02.19

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-213Б	Рубашкину Александру Сергеевичу

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

Тема ВКР:

Инженерно-геологические условия Октябрьского района г. Красноярска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина на Николаевской сопке (Красноярский край)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: Инженерно-геологические условия Октябрьского района и проект инженерно-геологических изысканий для строительства трамплина на Николаевской сопке. Область применения: для проектирования и строительства новых зданий и сооружений.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Конституция 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	– отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; – превышение уровней шума и вибрации; – тяжесть физического труда; – отклонение показателей микроклимата в помещении; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – утечки токсических и вредных веществ в рабочую зону; – повышенный уровень электромагнитных излучений; – повреждения в результате контакта с насекомыми; – движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования; – электрический ток.
3. Экологическая безопасность:	– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы, выхлопные газы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы, утечка горюче-смазочных материалов);

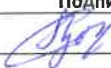
	– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, нарушение естественного залегания пород); – решение по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Перечень возможных ЧС на объекте: <i>техногенного характера</i> – пожары и взрывы в зданиях, транспорте. <i>Природного характера</i> – землетрясения. Выбор наиболее типичной ЧС: - пожар; – 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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Е. В.	К.Т.Н		01.02.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Рубашкин А.С.		01.02.19

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

Студенту:

Группа		ФИО	
3-213Б		Рубашкину Александру Сергеевичу	
Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОГ
Уровень образования	Дипломированный специалист	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально технические расходы – 176 008р; человеческие ресурсы – 9 человек; совокупная заработная плата -106 825,52р.;
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Районный коэффициент 1,3
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%. Налоговый кодекс РФ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Анализ конкурентных технических решений
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта
3. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Определение затрат на проектирование Формирование бюджета НТИ
4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Определение капиталовложений в проект
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности и оценка сравнительной эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений
2. Карта сегментирования рынка
3. Матрица SWOT
4. Календарный план-график проведения работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН ШБИП ТПУ	Трубникова Н.В.	д.и.н., доцент		01.02.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Рубашкин А.С.		01.02.19

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 145 страниц, 31 рисунок, 33 таблицы, 67 источников, 5 листов графических приложений.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, геологическое строение, геологические процессы, трамплин, расчет устойчивости склона.

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

Целью работы является изучение инженерно-геологических условий Октябрьского района г. Красноярска и разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина на Николаевской сопке на стадии проектной документации.

В процессе исследования проводились анализ и обобщение литературных сведений о районе работ, также анализировались изыскания прошлых лет, проведенные организацией АО «Гражданпроект» в 2018 г.

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

Область применения: инженерно-геологические изыскания для строительства.

Текст дипломного проекта оформлен в текстовом редакторе MS Word, таблицы и расчеты выполнены в редакторе электронных таблиц MS Excel, графические приложения выполнены с помощью САПР AutoCAD, инженерно-геологические разрезы выполнены в программном комплексе Credo ГЕОЛОГИЯ.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	13
1 Общая часть. Природные условия района строительства.....	16
1.1 Экономический очерк.....	16
1.2 Физико-географическая и климатическая характеристика	17
1.2.1 Рельеф и растительность.....	17
1.2.2 Гидрографическая сеть	18
1.2.3 Климатическая характеристика	20
1.3 Изученность инженерно-геологических условий.....	23
1.4 Геологическое строение района работ.....	24
1.4.1 Стратиграфия	24
1.4.2 Тектоника	28
1.4.3 Геоморфология	30
1.4.4 Гидрогеологические условия.	32
1.5 Геологические процессы и явления	34
1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района работ	37
2 Специальная часть.	39
2.1 Рельеф участка	39
2.2 Состав и условия залегания пород.....	39
2.3 Физико-механические свойства грунтов	41
2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-2011) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522-2012).....	41
2.3.2 Выделение инженерно-геологических элементов.....	43
2.3.3 Расчет нормативных и расчетных значений	58
2.4 Гидрогеологические условия.....	60
2.5 Геологические процессы и явления	60
2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка	61
2.7 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации.....	63
2.8 Расчет устойчивости склона	64
2.8.1 Инженерно-геологическая оценка устойчивости склона	64
2.8.2 Метод круглоцилиндрической поверхности скольжения	66
3 Проектная часть.....	71
3.1 Определение сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемой основания. Конкретные задачи изысканий.....	71

3.2	Обоснование видов и объемов проектируемых работ	73
3.3	Методика проектируемых работ	80
3.3.1	Топографо-геодезические работы.....	80
3.3.2	Буровые работы	81
3.3.3	Полевые работы.....	88
3.3.4	Опробование	91
3.3.5	Лабораторные исследования	92
3.3.6	Камеральные работы	97
4	Социальная ответственность.....	99
	Введение	99
4.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	99
4.2	Производственная безопасность	101
4.2.1	Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению воздействия	102
4.2.2	Анализ опасных производственных факторов обоснование мероприятий по снижению воздействия	109
4.3	Экологическая безопасность	111
4.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	113
	Выводы.....	115
5	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	116
5.1	Оценка коммерческого и инновационного потенциала проекта	116
5.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	116
5.1.2	Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	118
5.2	Формирование плана и графика внедрения проекта	123
5.3	Бюджет затрат на проектирование	128
5.4	Оценка сравнительной эффективности исследования	133
5.5	Расчет сметной стоимости проектируемых инженерно-геологических работ	136
	Заключение	140
	Список литературы.....	141

Введение

Постановлением Правительства Красноярского края N 656-п от 2 ноября 2017 года была утверждена государственная программа Красноярского края "Развитие физической культуры и спорта". Данным постановлением трамплин HS-20 был включен в перечень объектов недвижимого имущества государственной собственности Красноярского края, подлежащих строительству, реконструкции, техническому перевооружению или приобретению в период 2017-2020 гг. В связи с чем возникла необходимость проведения инженерно-геологических изысканий для разработки проектной документации под строительство трамплина HS-20 на Николаевской сопке в Октябрьском районе г. Красноярска.

В административном отношении объект инженерно-геологических изысканий находится на территории Октябрьского района г. Красноярска. Октябрьский район – составная часть г. Красноярска, который является региональным центром и самым крупным городом Красноярского края. Ближайшие населенные пункты городского, сельского и поселкового типа: г. Дивногорск, с. Овсянка, с. Дрокино, п. Минино, п. Солонцы, п. Слизнево, п. Элита, п. Емельяново, д. Дрокино. Обзорная схема участка работ приведена на рисунке 1.

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

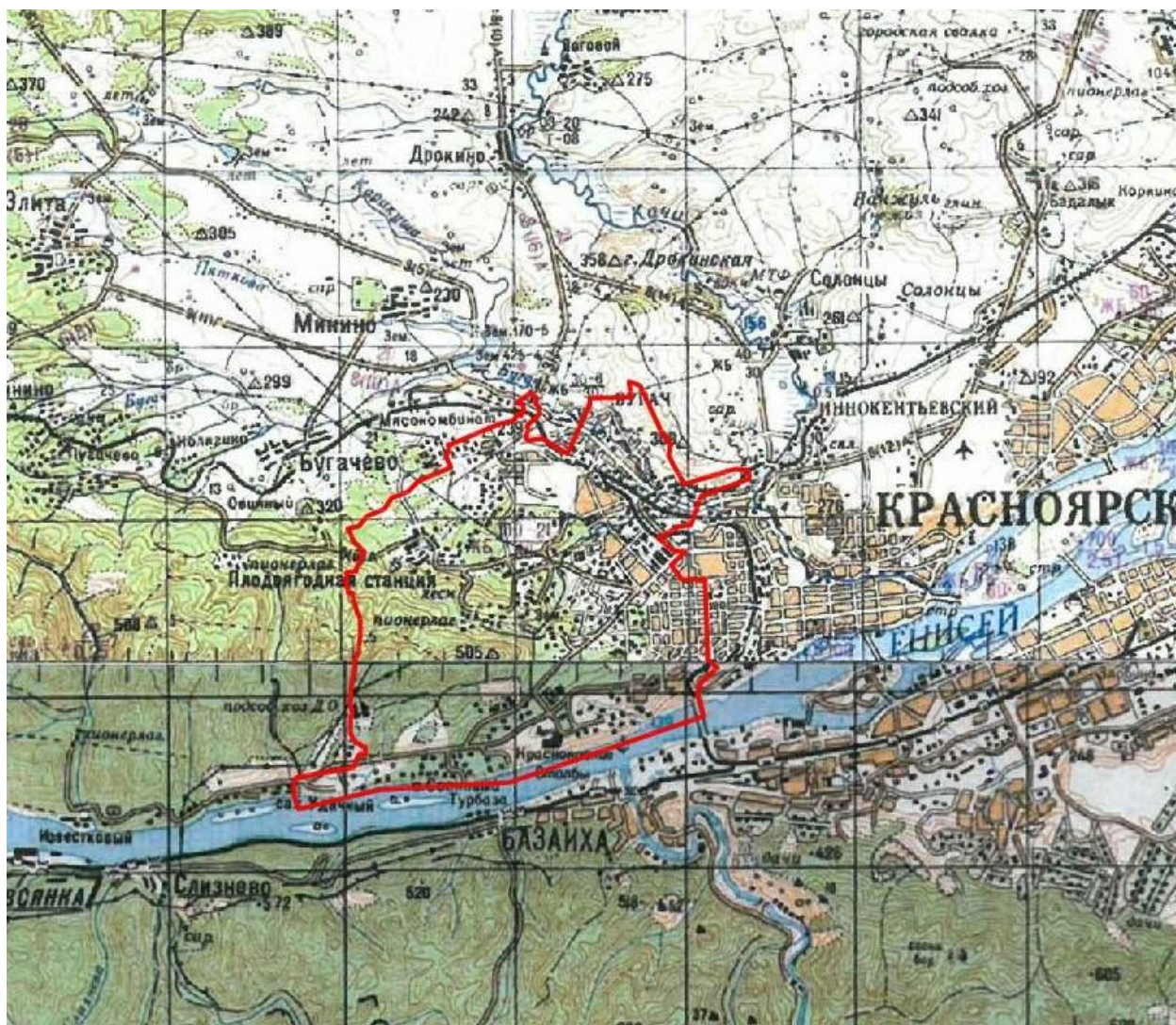


Рисунок 1 – Обзорная схема района работ [1]

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

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

В проектировании используются действующие нормативные документы, фондовые материалы АО "Гражданпроект", а также справочная и учебная литература.

Материалы предоставлены организацией АО "Гражданпроект", в которой работает автор.

1 Общая часть. Природные условия района строительства

1.1 Экономический очерк

Экономика района работ определена нахождением на его площади крупного промышленного центра – г. Красноярска, где развита металлургическая, химическая, лесоперерабатывающая, машиностроительная и другие отрасли промышленности. Красноярск является административным центром Красноярского края.

Красноярск – развитый центр промышленности. На территории Красноярска расположены более семнадцати тысяч предприятий, организаций, учреждений. Ведущие отрасли: космическая промышленность, цветная металлургия, машиностроение, деревообработка, транспорт, химическая, пищевая, розничная и оптовая торговля, услуги. Красноярск является узлом пересечения крупных железнодорожных и автотранспортных магистралей, в период навигации действует речной порт, в районе п. Емельяново находятся аэропорты международный и местных линий. В топливно-энергетический комплекс города входят крупные теплоэлектроцентрали.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение изучаемой территории осуществляется посредством комплекса технических систем, в составе которых 7 единиц водозаборных сооружений проектной мощностью 810 тыс. м³/сутки [60].

С точки зрения таких экономических факторов, как наличие путей сообщения, рабочей силы, электроэнергии, водоснабжения, возможности аренды помещений и транспорта, условия проведения инженерно-геологических изысканий в данном районе оцениваются как благоприятные.

1.2 Физико-географическая и климатическая характеристика

Исследуемая территория расположена на стыке структур Западно-Сибирской плиты и Алтае-Саянской складчатой области. В административном отношении участок работ располагается в Октябрьском районе г. Красноярска (рисунок 1.1). Октябрьский район – один из семи районов г. Красноярска, расположен на левом берегу р. Енисей.

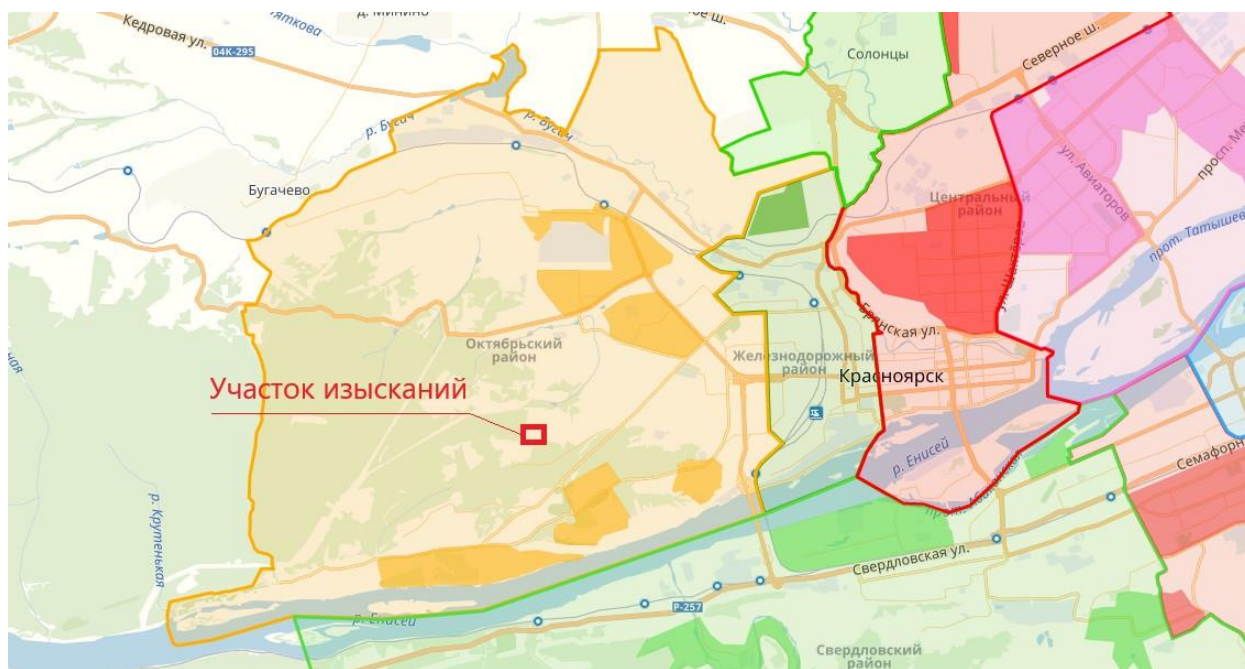


Рисунок 1.2 – Схема административного расположения участка изысканий

1.2.1 Рельеф и растительность

Местность представляет собой лесостепную зону с массивами лесов. Тип рельефа равнинно-холмистый. Абсолютные отметки изменяются от 130-135 м в пойме р. Енисей до 160-250 м на водораздельных массивах [9, с. 10]. Наиболее распространенные формы рельефа – холмы, речные долины, плоскогорья.

Преобладающую часть города занимает долина р. Енисей. Левобережная долина, где расположен район работ, шириной около 0,7-1,0 км, значительно расширяется до 2,0-8,0 км только при впадении р. Кача. Левобережные террасы состоят из аллювиальных и наносных отложений и практически не наблюдаются в Октябрьском районе, проходя узкой полосой

по левобережью, и переходят в структурно-денудационный рельеф Гремячей Гривы, образовавшийся в результате препарировки древних вулканических покровов и вулканических аппаратов с широким развитием на водоразделах поверхностей выравнивания.

Район работ расположен в лесостепной зоне, характеризующейся растительностью – преимущественно березово-сосновыми лесами; кустарничковыми и травянисто-кустарничковыми, лиственнично-сосновыми и осиновыми насаждениями. Преобладающими почвами являются лесные, подзолистые и черноземные [1].

1.2.2 Гидрографическая сеть

Гидрографическая сеть района изысканий представлена р. Енисей с впадающими в него левобережным притоком – р. Кача. Средний коэффициент речной сети для всей территории составляет 0,5 км/км², в лесостепных районах – 0,3 км/км².

Основной водный объект района изысканий – р. Енисей (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – р. Енисей в городской черте г. Красноярска (вид на Октябрьский район) [66]

Енисей относится к типу рек смешанного питания, с преобладанием снегового, его режим от истоков до выхода из гор у г. Саяногорска имеет

типичные черты горных рек: затяжное половодье, обусловленное одновременным таянием снега на разных высотах и выпадением дождей в этот период.

Рассматриваемый участок р. Енисей с 1967 года зарегулирован Красноярской ГЭС. Режим уровней и расходов воды в реке определяются пусками ГЭС. Основные данные по режиму уровней и расходам в черте г. Красноярска приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Режим расходов и уровней р. Енисей

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

В черте города Красноярск русло р. Енисей изобилует многочисленными протоками, разделенными островами, наиболее крупными из которых являются Казачий, Посадный, Отдыха, Молокова, Татышева, Осередыш, Верхне-Атамановский, Нижне-Атамановский, Попова и другие.

Максимальный наблюденный уровень воды соответствует максимальным сбросным расходам – 12400 м³/с, которые отмечались 01.08.1988 г и составили для в/поста «Красноярск» 141,18 м БС.

Участок изысканий находится на расстоянии 2,5 км от русла р. Енисей [3].

1.2.3 Климатическая характеристика

Климатическая характеристика района составлена по данным «Научно-прикладного справочника по климату СССР. Выпуск 21. Красноярский край и Тувинская АССР» и СП 131.133330.2012 Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* по метеостанциям Красноярск-АМСГ Северный и Красноярск - опытное поле. Согласно карте климатического районирования (рисунок А1 СП 131.133330.2012) территория г. Красноярска относится к климатическому району I, подрайон IV.

Среднегодовая температура воздуха в Красноярске положительная и составляет плюс 1,2 °С. Переход температуры воздуха через 10 °С, характеризующий начало летнего сезона, происходит 15-20 мая. Продолжительность летнего сезона составляет 100-110 дней. Наиболее высокие температуры приурочены к июлю, средняя температура которого равна 16-19 °С. Средняя максимальная температура июля – 24,5 °С.

В годовом ходе средняя суточная амплитуда колебания температуры воздуха наименьшие значения имеет с октября по февраль (2-4 °С), наибольшего значения она достигает в июне-июле (8° С).

Средняя месячная и годовая температура воздуха по данным метеостанции г. Красноярск – опытное поле представлена в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Средняя месячная и годовая температура воздуха (°С)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
м/ст Красноярск												
-16,0	-14,0	-6,3	1,9	9,7	16,0	18,7	15,4	8,9	1,5	-7,5	-13,7	1,2

Наибольшие суточные колебания температуры воздуха наблюдаются в июне–июле 8,3–8,1 °С, наименьшие в ноябре (2,2 °С) и декабре (1,6 °С).

Район расположения проектируемого объекта относится к зоне достаточного увлажнения. За теплый период года выпадает в среднем 78 % осадков от годового, холодный – 22 %. Наиболее дождливый месяц – июль (месячное количество осадков – 81 мм). Месячное и годовое количество

осадков по метеостанции Красноярск – Опытное поле приведено в таблице 1.2.3.2. Суточный максимум в г. Красноярске составляет 97 мм, в окрестностях города – 148 мм.

В многолетнем ходе наибольших суточных осадков отмечается цикличность с повторяемостью максимумов через 2-4 года, наиболее выдающихся – через 10 лет.

На рассматриваемой территории среднее годовое количество осадков составляет 454 мм в год (табл. 1.3).

Таблица 1.3 – Месячные и годовые суммы осадков (мм)

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Красноярск – Опытное поле	14	11	12	24	44	60	81	75	47	38	29	19	454

По данным многолетних наблюдения на метеостанции г. Красноярск – опытное поле наибольшая глубина промерзания почвы составила 253 см. Промерзание грунта начинается в конце октября – начале ноября, оттаивание – в апреле. Полное оттаивание мерзлого грунта обычно заканчивается после прохождения весеннего половодья.

Наиболее низкая относительная влажность (53-62%) наблюдается в апреле-июне, наиболее высокая относительная влажность (72-76%) наблюдается в августе и ноябре-декабре. По степени влажности рассматриваемая территория относится к сухой зоне.

Осадки на рассматриваемой территории в зависимости от сезона выпадают в виде снега, дождя или имеют смешанный характер. Рассматриваемая территория отличается достаточной степенью увлажнения.

Общее количество осадков, выпадающих в виде снега, колеблется от 10 до 30 % от общей годовой суммы. Устойчивый снежный покров образуется в начале ноября, в годы с ранним похолоданием на 20-25 суток раньше. При теплой осени снежный покров приобретает устойчивый характер на 15-25

суток позднее. Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова колеблется от 140 до 200 суток.

Снеготаяние наступает в третьей декаде марта, и продолжается 10-14 дней, со средней интенсивностью 3-5 мм/сутки. Характерные даты снеготаяния по метеостанции Красноярск – Опытное поле приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Сроки появления и схода снежного покрова по м/с Красноярск – Опытное поле

Появление снежного покрова			Образование устойчивого снежного покрова			Наступление максимальных снеготопливных запасов			Сход устойчивого снежного покрова			Окончательный сход снега		
ранн ее	средн ее	поздн ее	ранн ее	средн ее	поздн ее	ранн ее	средн ее	поздн ее	ранн ее	средн ее	поздн ее	ранн ее	средн ее	поздн ее
4/IX	7/X	30/X	12/X	4/XI	2/XII	31/X	29/I	10/IV	8/I	1/IV	24/IV	31/III	9/V	11/VI

Высота и плотность снежного покрова определяют запас воды в снеге, который в декады с наибольшей высотой снежного покрова составляет 52-55 мм.

Согласно СП 20.13330.2016, по снеговым нагрузкам территория г. Красноярска относится к III снеговому району, расчетное значение снеговой нагрузки составляет 150 кгс/м² или 1,5 кПа.

Район гололедности – II, толщина стенки гололеда – 10 мм. Снеговой район III, расчетное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности принимается 1.8 кПа.

Атмосферное давление имеет ярко выраженный годовой ход: максимум приходится на декабрь-февраль, а минимум на июнь-июль.

Преобладающее направление ветра западное, совпадает с направлением долины р. Енисей. Средние скорости 4-5 м/с (апрель, май, октябрь и ноябрь). В период прохождения циклонов скорость ветра достигает 8-11 м/с, отдельные порывы бывают до 30 м/с. Сильные ветры со скоростью 15 м/с и более наблюдаются в течение всего года. Среднегодовая скорость ветра по метеостанции Красноярск-опытное поле 2,8 м/с, ветровой район – III, нормативное значение ветрового давления – 0,38 кПа.

Согласно СП 20.13330.2016 район изысканий относится к III ветровому району, нормативное значение ветрового давления составляет 38 кгс/м^2 [3].

1.3 Изученность инженерно-геологических условий

В 1960-62 гг. Новосибирским геофизтрестом проведена гравиметрическая съемка масштаба 1:100000. В 1976-78 гг. «Красноярскгеология» осуществила гравиметрическую съемку масштаба 1:200000, в результате которой были выделены тектонические блоки, нарушения, участки развития интрузий различного состава [4, с. 7].

С 1988 г. Красноярской гидрогеологической экспедицией проводилось инженерно-геологическое картирование масштаба 1:200000 района г. Красноярска. Составлена специальная инженерно-геологическая карта, проведено районирование территории по условиям подземного строительства, перспективы организации водоснабжения [4, с. 7].

В 2001 году составлен и издан комплект Государственной геологической карты масштаба 1:200000, серия Минусинская, лист О-46-XXXIII (Красноярск) под редакцией Е.И. Берзон, В.Е. Барсегян. В 2009 г. подготовлен и издан комплект Государственной геологической карты масштаба 1:200000, серия Минусинская, лист N-46-III (Дивногорск) под редакцией Е.И. Берзон [4]. Материалы данных комплектов использованы для характеристики геологического, гидрогеологического строения, геоморфологических условий района работ.

В 2011 году в пределах исследуемого района проводились инженерно-геологические изыскания для обоснования разработки проекта планировки и межевания спортивно-тренировочного комплекса «Академия зимних видов спорта» в районе «Николаевская сопка» Октябрьского района г. Красноярска. В процессе изысканий было проведено обзорное изучение инженерно-геологических условий территории размещения объектов спортивно-тренировочного комплекса [2].

В июне-сентябре 2015 г., на прилегающей территории, ОАО «Красиндорпроект» были выполнены инженерно-геологические изыскания на стадии проектной и рабочей документации под строительство комплекса «Академии зимних видов спорта» [1].

По данным изысканий в геологическом строении участка работ выявлены породы палеозойского возраста (Pz), представленные гранит-порфирами и сиенит-порфирами, прорванными телами трахиандезитов, вскрытой мощностью 2,0-3,8 м по склонам. В верхней части разреза, отмечаются четвертичные отложения элювиального, делювиального генезиса, представленные щебенистым грунтом с супесчаным заполнителем, супесями твердыми, пластичными и суглинками от полутвердой до текучей консистенций. Мощность четвертичных отложений изменяется от 1,00 до 25,00 м [1].

1.4 Геологическое строение района работ

1.4.1 Стратиграфия

В геологическом строении территории работ принимают участие отложения верхнего протерозоя, кембрия, девона и четвертичные отложения.

Вендская система

По стратиграфическому положению и литологическому составу выделяются две свиты: овсянковская (Vov) - карбонатная и тюбильская (Vtb) терригенная с прослоями известняков.

Карбонатно-терригенные отложения венда распространены в приустьевых частях бассейнов рек Базаиха и Мана, по левому берегу р. Енисея в районе Академгородка. Анастасьинская (тюбильская) свита сложена достаточно однообразными полимиктовыми, слюдистыми, известковистыми песчаниками, алевролитами, глинистыми сланцами, черными известняками, конгломератами, гравелитами. Окраска терригенных пород зеленая и темно-серая. Породы нередко существенно рассланцованы.

Свита со структурным несогласием залегает на подстилающих отложениях. Мощность более 1000 м [5, с. 30].

Овсянковская свита (Vov). Развита по левобережью р. Енисей выше устья р. Караульная. Овсянковская свита имеет существенно карбонатный состав. Ее слагают доломиты, доломитистые известняки, известковистые доломиты, доломитовые брекчии, редко известняки, иногда песчанистые доломиты, фосфорсодержащие. Доломитовые породы разнообразны по цвету и текстуре. Наблюдаются все оттенки серого (от светло-серого до темно-серого), иногда породы желтоватые [5, с. 34].

Кембрийская система

По литологическим признакам и стратиграфическому положению в районе работ выделяется унгутская свита (C_{1un}). Свита сложена известняками, доломитистыми известняками, доломитами, алевролитами [5, с. 36].

Ордовикская система

Имирская свита. Вулканогенные породы свиты занимают значительную площадь, протягиваясь от верховьев р. Бирюсы до г. Красноярска. Вместе с субвулканитами вулканогенные породы образуют имирский вулканический комплекс. Свита фациально изменчива как по латерали, так и по разрезу, и разделяется на две подсвиты.

Нижнеимирская подсвита (O_{2-3im_1}) со структурным несогласием залегает на различных образованиях, кембрия и докембрия, а также на ордовикских гранитоидах беллыкского комплекса. Сложена подсвита на 80-90 % потоками и покровами, в основном, трещинного излияния, базальтов, трахибазальтов и редко андезибазальтов. Мощность их от 1-5 до 30-40 м редко до 60-70 м [5, с. 42].

Верхнеимирская подсвита (O_{2-3im_2}) сложена подсвита сложена лавовыми потоками и покровами дацитов, риодацитов, трахидацитов, трахитов, трахириолитов, реже риолитов, базальтов и трахибазальтов,

трахиандезитов (крайне редко) а также туфами и туфолавами. Мощность лавовых покровов от 10 до 100-110 м [5, с. 45].

Имирские вулканогенные образования, залегающие в виде потоков и покровов, прорваны дайкообразным телом сиенит-порфиров ($\xi\pi O_{2-3}im$).

Девонская система

Девон представлен средним отделом – павловской свитой. Свита наблюдается в пределах Красноярской моноклинали, где она в виде полосы шириной до 12 км протягивается в северо-западном направлении от г. Красноярска до п. Памяти 13 борцов. Павловская свита подразделяется на 3 подсвиты: нижнепавловскую терригенную, среднепавловскую карбонатно-терригенную, верхнепавловскую глинисто-карбонатно-терригенную [4, с. 15].

Нижнепавловская подсвита (D_2pv_1) распространена в бассейнах правых притоков р. Кача (рр. Бугач, Еловая, Сухая, Бол. Ситик). Сложена она песчаниками, алевролитами, гравелитами, редко конгломератами, линзы аргиллитов. Окраска пород пестроцветная с преобладанием коричнево-красных тонов. Характерной особенностью подсвиты является ритмичное переслаивание пород. Ритмы имеют двух-трехчленное строение. Нижний элемент ритмов – это крупнозернистые песчаники и гравелиты, реже конгломераты, которые могут рассматриваться как маркирующие горизонты. Верхний – тонко-мелкозернистыми песчаники, алевролиты, реже аргиллиты. Количество грубообломочных пород увеличивается снизу вверх от 8-10 до 30%. В нижней и средней частях подсвиты преобладают песчаники и алевролиты, в верхней – песчаники и гравелиты [4, с. 15].

Среднепавловская подсвита (D_2pv_2) протягивается полосой шириной до 1,5 км от устья р. Кача до п. Дрокино. Сложена она мергелями, известняками, алевролитами, песчаниками, гравелитами и реже конгломератами. Нижняя часть разреза в основном терригенная, сложена алевролитами и песчаниками, верхняя – карбонатная, представлена преимущественно мергелями и известняками [4, с. 16-17].

Верхнепавловская подсвета (D_2pv_3) распространена ограниченно в районе г. Красноярска, где прослеживается в северо-западном направлении от р. Енисей на расстояние до 10 км. Сложена мергелями, реже песчаниками и гравелитами. Нижняя граница проводится по смене кирпично-красных мергелей среднепавловской подсветы гравелито-песчаниковыми породами [4, с. 18].

Четвертичные отложения района представлены элювиальными, делювиальными и аллювиальными образованиями.

Элювиальные отложения неоплейстоцена-голоцена ($eI-H$) приурочены к поверхностям выравнивания, выделены в горной области. Они представлены крупноглыбовым материалом, щебнем, суглинками со щебнем. Мощность до 2 м [4, с. 47].

Эоплейстоценовые нерасчлененные элювиальные и делювиальные отложения ($e, dE?$) развиты на выположенных склонах низкогорной области, представлены суглинками с дресвой. Состав обломков соответствует местным породам [4, с. 41].

Аллювиальные отложения района богаты и разнообразны, что обусловлено наличием в гидрографической сети района крупной реки.

Нижнее звено неоплейстоцена представлено торгашинском аллювием седьмой надпойменной террасы ($aItr$). Терраса цокольная, хорошо выражена в рельефе, с относительной высотой 80-100 м. в составе отложений присутствуют галечники, пески, суглинки. Мощность 5-20 м [5, с. 81].

Отложения верхнего эоплейстоцена представлены худоноговским аллювием восьмой надпойменной террасы р. Енисей.

Худоноговский аллювий восьмой надпойменной террасы р. Енисей ($aEIIhd$) с высотой цоколя 110-140 м. В районе г. Красноярска терраса сохранилась по левобережью Енисея у Часовенной горы (абсолютная отметка 263 м). Маломощный чехол аллювиальных отложений террасы по левому борту р. Енисей (район Часовенная Гора) представлен охристо-

бурыми песками с галькой кремнистых пород, гранита и песчаника, размером 1-10 см, видимой мощностью до 1,0 м [5, с. 79].

Верхнее звено неоплейстоцена представлено красноярским аллювием III надпойменной террасы р. Енисей (a^3III_{2-3kr}) высотой 18-25 м. Терраса аккумулятивная, сложена галечниками с линзами песка. Местами галечник покрыт лессовидными суглинками и буграми перевеянных песков. Мощность осадков 20 м [4, с. 45].



Рисунок 1.3 – Фрагмент карт четвертичных отложений Октябрьского района г. Красноярска и его окрестностей (Комплект Госгеолкарты лист О-46-XXXIII и лист N-46-III)

1.4.2 Тектоника

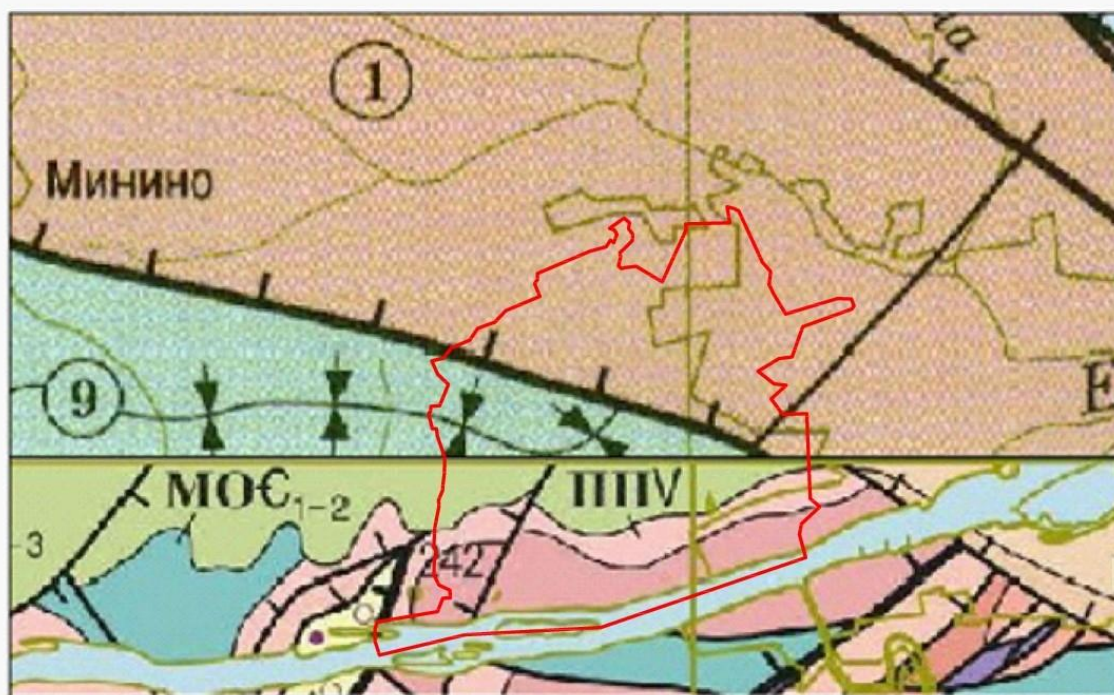
В тектоническом отношении район работ входит в структурный состав Красноярской моноклинали, которая имеет сегментную форму, ограниченную разрывными нарушениями Канско-Агульского разлома, и

Караульнинской синклинали (составной части Качинско-Лиственской вулканической депрессии).

Протяженность моноклинали в северо-западном направлении составляет 45 км, в северо-восточном – до 15 км. Она является западным крылом Кемчугской впадины, надвинутым на восточную часть Качинско-Лиственской депрессии. Внутреннее строение моноклинали – это серия усложняющих ее антиклинальных и синклинальных складок, выполненных красноцветными терригенными образованиями павловской свиты, с углами залегания от 5 до 16-20°, иногда до 40°, и осложненных разрывными нарушениями северо-восточного направления. К востоку она усложняется, переходя в серию параллельных сближенных синклиналей, срезанных с северо-востока разрывными нарушениями. Эти структуры выполнены верхнепавловской подсвитой, кунгусской и чаргинской свитами среднего девона – раннего карбона. Углы залегания слоев от 10 до 20° [4, с. 55].

Караульнинская синклиналь занимает восточную часть Качинско-Лиственской структуры. Она имеет вытянутую линейную форму (5х17,5 км) с простиранием оси в северо-западном направлении, центральные осевые части выполнены образованиями верхнеимирской подсвиты. Крылья синклинали осложнены Канско-Агульским нарушением [4, с. 55].

Среди разрывных нарушений в геологическом строении района работ участвует Канско-Агульский разлом, прослежен на поверхности и по геофизическим данным зоной высоких градиентов гравимагнитных полей шириной от 5 до 15 км. На юго-востоке изучаемой площади разлом выражен серией разрывных нарушений, форма которых меняется от прямолинейной до дугообразной, что указывает на его надвиговый характер. В висячем крыле сместителя с падением до 30° расположена павловская свита среднего девона, в лежащем – вулканиты ордовика. Канско-Агульский разлом заложился в геосинклинальный этап развития. С ним связано формирование вулкано-плутонических ассоциаций ордовика и нижнего девона [4, с. 57].



- ① Кемчугская впадина. Красноярская моноклираль
- ⑨ Качинско-Лиственская вулканическая депрессия. Караульнинская синклиналь

Рисунок 1.4 – Тектоническая схема Октябрьского района г. Красноярска и его окрестностей (Комплект Гостеолкарты лист О-46-XXXIII и лист N-46-III)

1.4.3 Геоморфология

В геоморфологическом отношении район изысканий входит в состав двух крупных морфоструктурных элементов: Красноярское поднятие (северо-западный выступ Восточного Саяна) и Кемчугская впадина (юго-западная часть Чулымо-Енисейского денудационного плато). Горная область Красноярского поднятия отделена от равнинной области зоной Канско-Агульского разлома. В пределах района изысканий выделяются две генетические категории рельефа: структурно-денудационный и аккумулятивный (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Геоморфологическая схема Октябрьского района г. Красноярска и его окрестностей (Комплект Госгеолкарты лист О-46-XXXIII и лист N-46-III)

Структурно-денудационный низкогорный рельеф начинается на юге района. Образован в результате препарировки древних вулканических покровов и локализованных в нем интрузий. Сглаженные, реже гребневидные водоразделы с абсолютными отметками 500-600 м расчленены глубоко врезаемыми долинами ручьев с узкой поймой, без террас, с крутыми обрывистыми склонами, с осыпями у основания и отдельными скалами останцами.

Далее на север низкогорный рельеф переходит в холмисто-куэсто-грядовую равнину, которая образовалась в результате препарировки пластов терригенно-карбонатных девонских образований. Куэстовый рельеф пространственно совпадает с Красноярской моноклиной, расположенной между разрывными нарушениями Канско-Агульского разлома, имеет

абсолютные отметки 230-420 м и вертикальное расчленение 30-70 м. Водоразделы характеризуются небольшой шириной и уклоном согласно с падением бронирующих пластов. Речная сеть юго-восточного простирания имеет широкие днища, ящикообразный асимметричный профиль с крутым левым и пологим правым склонами [4, с. 61].

Рельеф террас р. Бугач и р. Кача создан русловой и внутридолинной аккумуляцией. Долины имеют пологие склоны, плавно переходящие в террасовые поверхности [4, с 62-63].

1.4.4 Гидрогеологические условия.

В гидрогеологическом отношении район работ входит в состав Саяно-Солгонского гидрогеологического массива. Водотоками постоянного действия являются река Енисей и его притоки Кача и Бугач.

Характеристика гидрогеологических условий района работ приводится по результатам проведения гидрогеологического доизучения масштаба 1:200000 Красноярской промзоны, материалов отчета по инженерно-геологическим и гидрогеологическим работам для водоснабжения левого берега г. Красноярска [1].

Водоносный современный аллювиальный горизонт (aQ_{IV}) приурочен к пойменным отложениям р. Енисей и Кача. Грунтовый поток формируется в виде полосы, вытянутой вдоль русла Енисея и на островах.

Годовые амплитуды колебаний уровней грунтовых вод составляют 0,8-5,2 м. Наибольшая амплитуда отмечается вблизи водозаборных скважин, шахтных колодцев. В рамках Государственного мониторинга состояния недр проводились наблюдения за изменением уровня грунтовых вод на Красноярском посту, который расположен на о. Отдыха. В течение суток, уровень грунтовых вод может колебаться от 0,8 до 1,0 м.

Удельный дебит скважин достигает 2,8 л/с. В толще аллювиальных отложений имеются невыдержанные в плане и в разрезе линзы и прослои

глин и суглинков, обладающих очень низкими фильтрационными свойствами, в которых удельные дебиты составляют всего 0,05-0,1 л/с.

Воды безнапорные со свободной поверхностью, глубина залегания уровня от 0 м до 8 м, в зависимости от гипсометрического положения скважин. Питание подземных вод происходит за счет инфильтрации поверхностных вод и атмосферных осадков и за счет перетекания из нижележащих напорных водоносных горизонтов, на что указывает повышенная минерализация грунтовых вод. Разгрузка происходит в поверхностные водотоки. Большая часть запасов расходуется на поверхностный сток и испарение.

По химическому составу подземные воды в основном гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией 0,4-0,6 г/дм³. Общая жесткость изменяется от 3,47 до 10,6 ммоль/дм³, окисляемость 0,16-4,7 мг*О₂/дм³, pH 7,0-7,6.

Водоносные отложения остальных генетических типов обладают малой водообильностью и распространены незначительно. Подземные воды в элювиально-делювиальных образованиях (верховодка) приурочены к суглинкам мощностью до 2-5 м и развиты не повсеместно [4, с. 99].

Водоносная зона плутонических пород в районе работ представлена образованиями Шумихинского сиенит-гранитосиенитового и Имирского субвулканического комплексов. Водовмещающими породами являются граниты, гранодиориты, диориты, сиениты, габбро разновозрастных интрузивных и вулканических комплексов. Наиболее высокая экзогенная трещиноватость прослеживается на глубину 60-70 м, далее до глубины 70-100 м породы трещиноватые, ниже этой глубины породы приобретают монолитную текстуру и являются практически безводными. Воды в основном безнапорные, или с местными напорами до 10-15 м. В зонах тектонических нарушений глубина обводненных пород возможна до 300-500 м и происходит значительное увеличение водообильности пород. Водообильность пород весьма неравномерная (удельные дебиты скважин –

от 0,001-0,06 л/с до 1,0-2,0 л/с, расходы родников – от десятых долей до 15,0-20,0 л/с, коэффициент фильтрации – от тысячных долей до 10,5 м/сут. Питание подземных вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка в виде родников и в поверхностные водотоки.

Химический состав подземных вод гидрокарбонатный кальциевый, натриевый, реже магниевый с общей минерализацией до 1 г/дм³. Воды мягкие и умеренно жесткие со слабощелочной реакцией.

На участке изысканий грунтовые подземные воды до изученной глубины встречены не были.

1.5 Геологические процессы и явления

Геодинамическая обстановка рассматриваемой территории характеризуется совокупностью природных процессов и явлений, зависящих от геоморфологических особенностей местности, геологического строения, а также антропогенных процессов и явлений.

На изучаемой территории возможно развитие таких процессов и явлений как:

- овражно-балочные явления (размыв склонов в пределах ложбин стока, древнего плато, уступов террас), связанные с деятельностью поверхностных вод и временных потоков (плоскостная и линейная эрозия);
- смещения грунтовых масс, проявляющиеся в смещении (оползании) грунтов вследствие нарушения их устойчивого равновесия;
- морозное пучение, связанное с сезонным промерзанием и оттаиванием грунтов (увеличение объема грунта при промерзании);
- сейсмические явления, связанные с действием внутренних сил Земли (резкие, внезапные колебания земной коры);
- прочие явления, связанные с инженерно-хозяйственной деятельностью человека.

Овражно-балочные явления. В пределах района работ следует отметить возможность развития данных процессов, чему способствуют многие

природно-техногенные факторы. К природным факторам относятся сильная расчлененность рельефа, присутствие глинистых отложений, наличие ручьев. К техногенным факторам следует отнести возможность изменения существующих условий при производстве строительных и других видов инженерных работ, а именно: при распашке земель, вырубке леса, прокладки дорог и коммуникаций, подрезке склонов.

Смещения грунтовых масс. Не исключается возможность нарушения предельного равновесия грунтовых масс в период строительного освоения территории. Причинами, которые могут способствовать образованию неглубоких и небольших по площади смещений масс грунтов, могут быть: подрезка и увеличение крутизны склонов; ослабление прочности пород, залегающих в искусственных откосах, дамбах, выемках, бортах котлованов, вследствие изменения их физического состояния в результате дополнительного увлажнения, выветривания, оттаивания после промерзания; изменение напряженного состояния пород при формировании откосов; внешние воздействия на склоны и откосы в виде приложения к ним дополнительной нагрузки; микросейсмические и сейсмические колебания, а также другие длительные и силовые воздействия.

Морозное пучение. На интенсивность воздействия процесса морозного пучения оказывают влияние такие факторы, как: избыточное увлажнение грунтов, местами полное отсутствие снежного покрова, изменение температурного режима, условия эксплуатационного режима и периода строительства.

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

Сейсмические явления. К особым, специфическим условиям территории следует отнести возможность проявления сейсмических явлений (землетрясений), связанных с резкими, внезапными колебательными движениями земной коры. Землетрясения имеют тектоническое происхождение. Разрушительная сила землетрясений зависит от их интенсивности, которая в свою очередь зависит от состава, физического состояния и мощности рыхлых покровных отложений, условий их залегания, а также от условий залегания подземных вод, обводненности водовмещающих пород и инженерно-геологических условий в целом.

Интенсивность сейсмического воздействия для г. Красноярска принимается равной 6 баллов и оценивается по картам «А» (объекты массового строительства) и «В» (объекты повышенной ответственности), отражающим соответственно 10% и 5% вероятность возможного превышения указанного значения сейсмичности. Для особо ответственных зданий сейсмичность оценивается по карте «С», отражающей соответственно 1% вероятность возможного превышения указанного значения сейсмичности и принимается равной 8 баллов [17].

Согласно неотектонической схемы разломно-блокового строения Красноярской промышленной агломерации и схемы геодинамических рисков (вероятной сотрясаемости грунтов), разработанной научным инженерным центром геодинамики и сейсмостойкого строительства (НИИЦГиСС), рассматриваемая территория расположена в пределах блока земной коры с тенденцией к погружению со средней скоростью вертикальных движений равных 0,22 мм/год. С точки зрения геодинамических рисков территория по сотрясаемости грунтов варьирует от слабоустойчивой до среднеустойчивой [2].

Явления, связанные с инженерно-хозяйственной деятельностью человека. Из техногенных факторов, влияющих на развитие или проявление тех или иных процессов и явлений, можно отметить такие как: нарушение условий поверхностного стока, проведение вертикальной планировки,

разработка котлованов и траншей, прокладка разного рода водонесущих коммуникаций, утечки техногенных вод из систем водоснабжения и водоотведения, а также некоторые другие. Выше названные факторы способствуют образованию техногенных подземных вод типа «верховодка», повышению или понижению существующего уровня подземных вод при нарушении условий их разгрузки и питания, изменению влажностного режима грунтов в результате их дополнительного замачивания, иногда достигающего предельных величин, нарушающих необходимые условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений и вызывающих развитие негативных процессов (просадок, сползания грунтовых масс, пучения, деформаций оснований).

1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района работ

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

Октябрьский район в инженерно-геологическом отношении можно условно разделить на две области. Критерием для выделения является сочетание геологического и геоморфологического факторов.

Первая область занимает большую часть района, является обжитой и застроенной территорией. Равнинная пониженная область способствует накоплению достаточно мощных глинистых отложений. В надпойменных террасах и поймах р. Бугач накапливаются аллювиальные отложения в виде галечниковых, гравийных и песчаных грунтов. В инженерно-геологическом отношении область является неблагоприятной из-за наличия просадочных глинистых грунтов, достигающих местами мощности до 10-15 м. Гидрогеологические условия области характеризуются залеганием

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

Вторая область – это неосвоенные или слабоосвоенные участки, которые наблюдаются в предгорных частях района. В инженерно-геологическом отношении область является благоприятной, так как кровля слабосжимаемых грунтов-основания выходит достаточно близко к дневной поверхности (до 10-15 м). Геоморфологические условия менее благоприятны, чем в первой области из-за более сильной расчлененности рельефа. Гидрогеологические условия второй области благоприятны для строительства, характеризуются развитием водоносных горизонтов преимущественно в коренных скальных трещиноватых массивах на большой глубине.

2 Специальная часть.

2.1 Рельеф участка

Участок проектируемого строительства расположен на северо-восточном склоне Николаевской сопки в г. Красноярске. Поверхность задернована, с редким смешанным лесом (береза, редко сосна и осина). Абсолютные отметки поверхности изменяются от 320 до 390 м.

Морфометрические категории рельефа участка изысканий по А. И. Спиридонову [9, с. 7-8]: по абсолютной высоте предгорный рельеф участка возвышенный (от 200 до 500 м), по относительной высоте (глубина расчленения рельефа) – мелкий (100-250 м). По величине углов наклона поверхности (до 35°) склон крутой.



Рисунок 2.1 – Рельеф участка изысканий в период проведения планировочных работ перед строительством трамплина и других сооружений [66]

2.2 Состав и условия залегания пород

В границах участка изысканий под строительство трамплина до изученной глубины 15,0 м залегают образования трех **стратиграфо-генетических комплексов** – интрузивные образования средне-, верхнеордовикского возраста ($\xi\pi O_{2-3im}$), нерасчлененные четвертичные

делювиальные образования (dQ) и современные техногенные отложения (tQ_{IV}).

Интрузивные магматические породы представлены гранит-порфирами от розового до красного цвета, массивной однородной структуры, слабыветрелые, слаботрещиноватые, плотные, прочные, неразмягчаемые, слабопористые. На участке встречены в верхней части склона под обломочной зоной коры выветривания.

Нерасчлененные четвертичные делювиальные образования представлены глинистыми грунтами и крупнообломочными грунтами с глинистым заполнителем.

Глинистые грунты залегают с дневной поверхности и под почвенно-растительным слоем в верхней части разреза в средней части склона и в основании разреза у подножия склона. Суглинок легкий песчанистый тугопластичный встречен от дневной поверхности в средней части склона до глубины 3,70 м и у подножия склона в интервале глубин 2,70-4,40 м. Суглинок щебенистый твердый залегает в нижней части склона под почвенно-растительным слоем и с дневной поверхности и у подножия в интервале глубин от 0,15-0,70 м до 0,60-2,70 м, а также в виде линз в щебенистых грунтах. Суглинок легкий пылеватый мягкопластичный залегает у подножия склона в средней части разреза на глубине от 3,0-4,4 до 4,0-5,8 м. Суглинок легкий песчанистый полутвердый залегает у подножия склона на глубине от 0,0-0,8 м до 6,4-10,0 м.

Крупнообломочные образования представлены щебенистыми грунтами с суглинистым твердым заполнителем с включением глыб до 10%. Грунты залегают на протяжении всего склона: в верхней части склона под почвенно-растительным слоем и техногенными образованиями на гранит-порфирах на глубине от 0,3 до 1,7 м и далее вниз по склону в основании разреза под глинистыми грунтами.

Современные техногенные отложения представлены подтипом техногенно перемещенных природных грунтов, залегают отвалами в виде

насыпных суглинков твердых. Вещественный состав грунтов установлен визуально. Границы распространения в плане определены по результатам геодезической съемки и отражены на карте инженерно-геологических условий.

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 проведенных инженерно-геологических изысканий на участке проектируемого строительства выделены три стратиграфо-генетических комплекса. При проведении лабораторных испытаний были получены частные значения физико-механических свойств, приведенные в этой главе.

Стратиграфо-генетический комплекс средне-, верхнеордовикских интрузивных образований.

Гранит-порфир неразмягчаемый слабовыветрелый слабопористый, плотный, прочный. Природная влажность грунта составляет 0,01 д.е. Естественная плотность меняется от 2,46 до 2,52 г/см³, средняя составляет 2,52 г/см³. Плотность частиц грунта меняется от 2,58 до 2,72 г/см³, средняя составляет 2,64 г/см³. Коэффициент выветрелости меняется от 0,91 до 0,98 д.е., средняя составляет 0,97 д.е. Предел прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии меняется от 62,56 до 158,50 МПа, среднее значение составляет 88,70 МПа.

Стратиграфо-генетический комплекс нерасчлененных четвертичных делювиальных образований

Суглинок легкий песчанистый тугопластичный. Природная влажность грунта изменяется от 0,200 до 0,221 д.е., средняя 0,210 д.е. Число пластичности суглинка изменяется от 0,070 до 0,123 д.е., среднее 0,091 д.е. Показатель текучести изменяется от 0,25 до 0,50 д.е., средний 0,37 д.е.

Плотность грунта изменяется от 1,86 до 1,95 г/см³, средняя составляет 1,91 г/см³.

Минимальное значение коэффициента пористости – 0,69, максимальное значение – 0,76, среднее – 0,72.

Суглинок щебенистый легкий твердый. Природная влажность грунта изменяется от 0,090 до 0,150 д.е., средняя 0,124 д.е. Число пластичности суглинка изменяется от 0,07 до 0,125 д.е., среднее 0,096 д.е. Показатель текучести <0 д.е. Плотность грунта изменяется от 1,97 до 2,17 г/см³, средняя составляет 2,09 г/см³.

Минимальное значение коэффициента пористости – 0,39, максимальное значение – 0,59, среднее – 0,45.

Суглинок легкий пылеватый мягкопластичный. Природная влажность грунта изменяется от 0,218 до 0,300 д.е., средняя 0,260 д.е. Число пластичности суглинка изменяется от 0,07 до 0,14 д.е., среднее 0,10 д.е. Показатель текучести изменяется от 0,50 до 0,75 д.е., средний 0,60 д.е. Плотность грунта изменяется от 1,81 до 1,95 г/см³, средняя составляет 1,88 г/см³.

Минимальное значение коэффициента пористости – 0,73, максимальное значение – 0,96, среднее – 0,82.

Суглинок легкий песчанистый полутвердый. Природная влажность грунта изменяется от 0,15 до 0,21 д.е., средняя 0,18 д.е. Число пластичности суглинка изменяется от 0,07 до 0,11 д.е., среднее 0,08 д.е. Среднее значение показателя текучести составляет 0,0 д.е. Плотность грунта изменяется от 1,79 до 1,99 г/см³, средняя составляет 1,88 г/см³.

Минимальное значение коэффициента пористости – 0,61, максимальное значение – 0,84, среднее – 0,70.

Щебенистый грунт магматических пород гранит-порфиров и андезитов с суглинистым твердым заполнителем 35,2 % с включением глыб до 10 %. Природная влажность грунта изменяется от 0,052 до 0,092 д.е., средняя 0,073 д.е. Влажность заполнителя изменяется от 0,08 до 0,135 д.е.,

средняя 0,103 д.е. Плотность грунта изменяется от 1,89 до 2,33, средняя 2,12 г/см³. Плотность частиц грунта изменяется от 2,55 до 2,71, средняя 2,64 г/см³. Влажность заполнителя на границе текучести изменяется от 0,195 до 0,298 д.е., средняя составляет 0,258 д.е. Влажность заполнителя на границе раскатывания изменяется от 0,133 до 0,184 д.е., средняя составляет 0,158 д.е. Число пластичности заполнителя меняется от 0,06 до 0,13 д.е., среднее составляет 0,10 д.е.

Стратиграфо-генетический комплекс современных техногенных отложений.

Насыпной суглинок твердый. Физико-механические свойства грунта приведены в графическом приложении 4.

2.3.2 Выделение инженерно-геологических элементов

За ИГЭ принимают некоторый объем грунта одного и того же происхождения, подвида или разновидности при условии, что значения характеристик грунта изменяются в пределах элемента случайно (незакономерно) либо наблюдающаяся закономерность такова, что ею можно пренебречь [25, п. 4.6].

Выделение инженерно-геологических элементов проводилось в соответствии с ГОСТ 20522-2012.

Исследуемую толщу грунтов предварительно разделяют на ИГЭ с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей, вида, подвида или разновидности [25, п. 5.1].

На основании выполненных лабораторных работ было проведено предварительное разделение на ИГЭ с учетом происхождения и вида.

В соответствии с ГОСТ 20522-2012 предварительно можно выделить 6 инженерно-геологических элементов:

- 1. Щебенистый грунт с суглинистым твердым заполнителем с включением глыб (dQ).*
- 2. Суглинок легкий песчанистый тугопластичный (dQ).*

3. *Суглинок щебенистый легкий твердый (dQ).*
4. *Суглинок легкий пылеватый мягкопластичный (dQ).*
5. *Суглинок легкий песчанистый полутвердый (dQ).*
6. *Гранит-порфир неразмягчаемый слабовыветрелый слабопористый, плотный, прочный(O₂₋₃).*

Окончательное выделение ИГЭ проводят на основе оценки характера пространственной изменчивости характеристик грунтов и их коэффициента вариации или сравнительного коэффициента вариации. При этом необходимо установить, изменяются ли характеристики грунтов в пределах предварительно выделенного ИГЭ случайным образом или имеет место их закономерное изменение в каком-либо направлении [25, п. 5.2].

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

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

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

Значения характеристик грунтов в каждом предварительно выделенном ИГЭ анализируют с целью установить и исключить значения, резко отличающиеся от большинства значений, если они вызваны ошибками в опытах или принадлежат другому ИГЭ [25, п. 5.1].

По исходным данным строим графики изменчивости свойств грунтов с глубиной.

На рисунках 2.2-2.22 приведены графики изменчивости W , I_L , I_p , W_p грунтов по глубине.

Анализируя графики изменчивости W , I_L , I_p , W_p для грунтов по глубине, можно сделать вывод, что графики изменяются незакономерно.

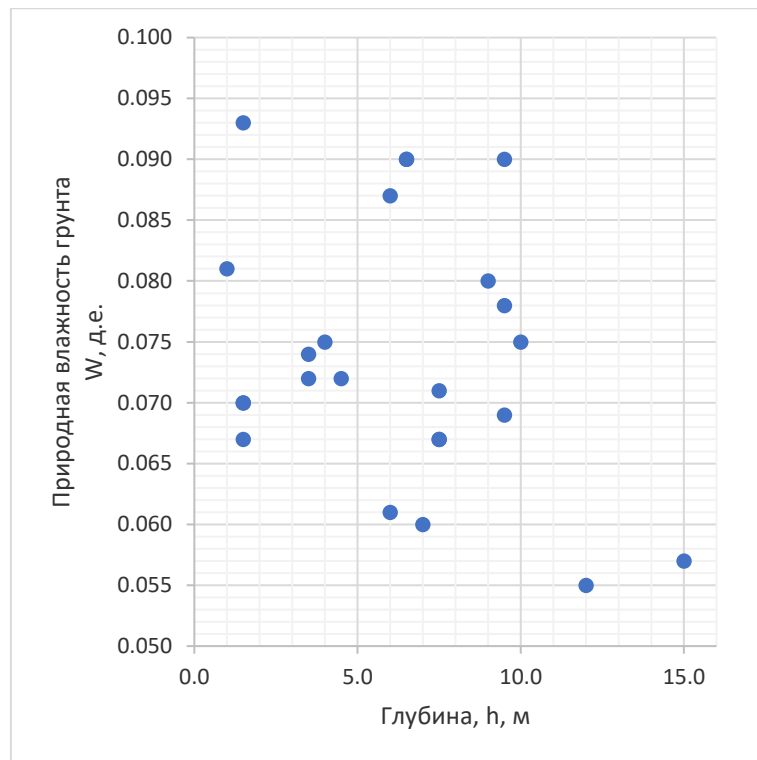


Рисунок 2.2 – График изменчивости W грунта для щебенистого грунта с суглинистым заполнителем по глубине (dQ)

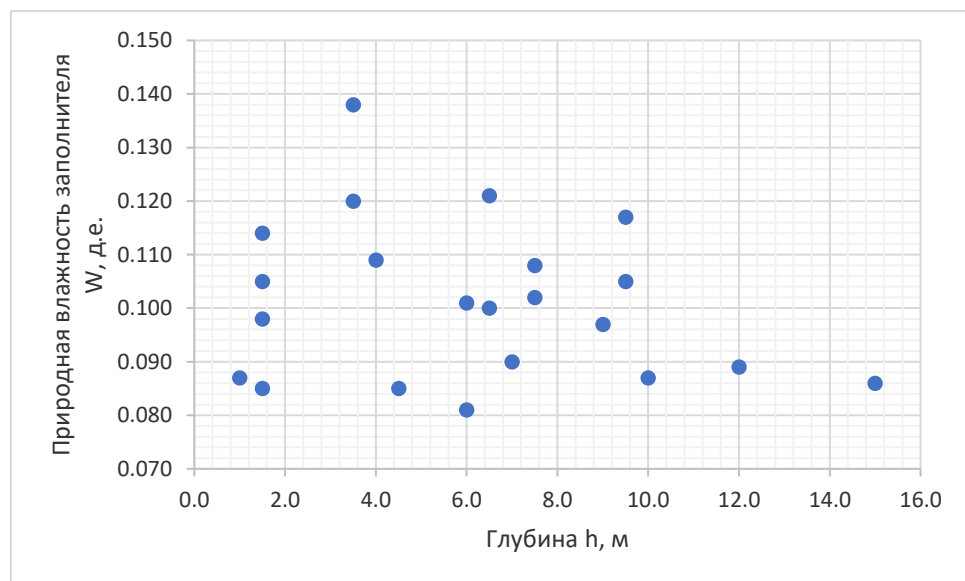


Рисунок 2.3 – График изменчивости W заполнителя для щебенистого грунта с суглинистым заполнителем по глубине (dQ)

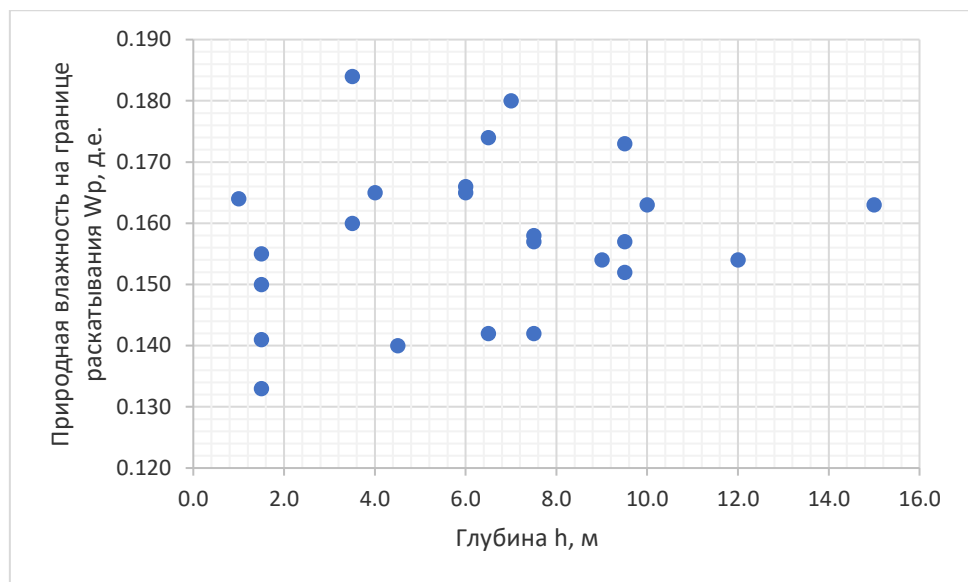


Рисунок 2.4 – График изменчивости W_L заполнителя для щебенистого грунта с суглинистым заполнителем по глубине (dQ)

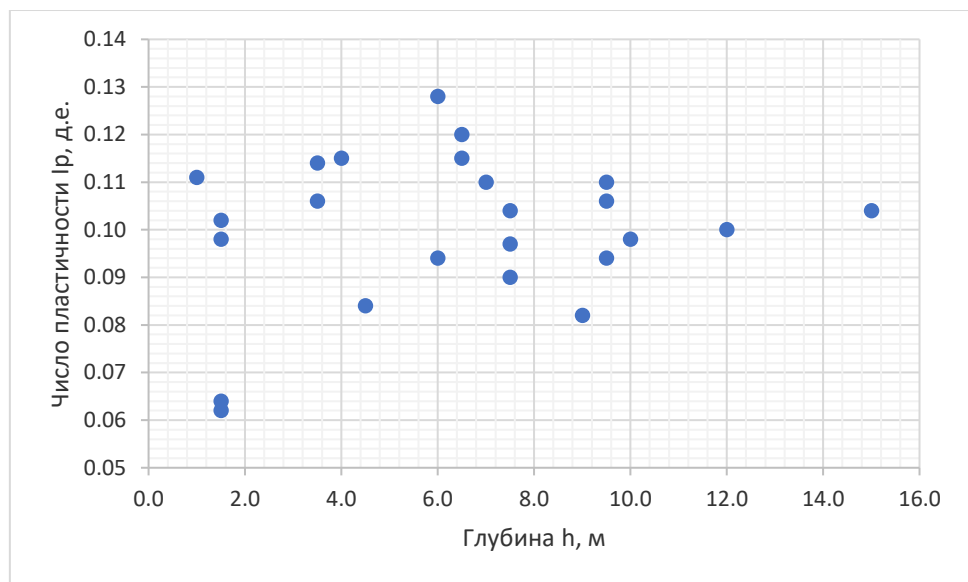


Рисунок 2.5 – График изменчивости W_p заполнителя для щебенистого грунта с суглинистым заполнителем по глубине (dQ)

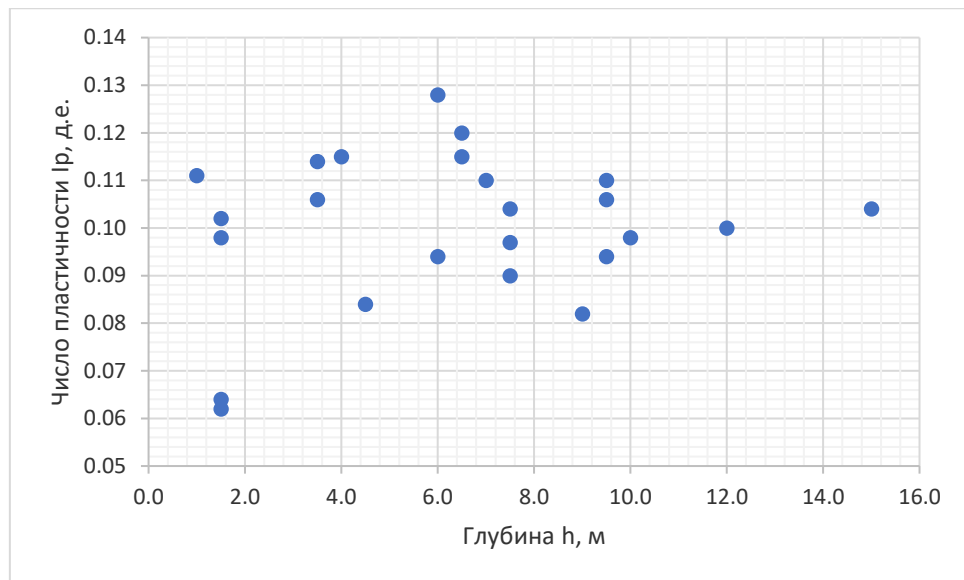


Рисунок 2.6 – График изменчивости I_p заполнителя для щебенистого грунта с суглинистым заполнителем по глубине (dQ)

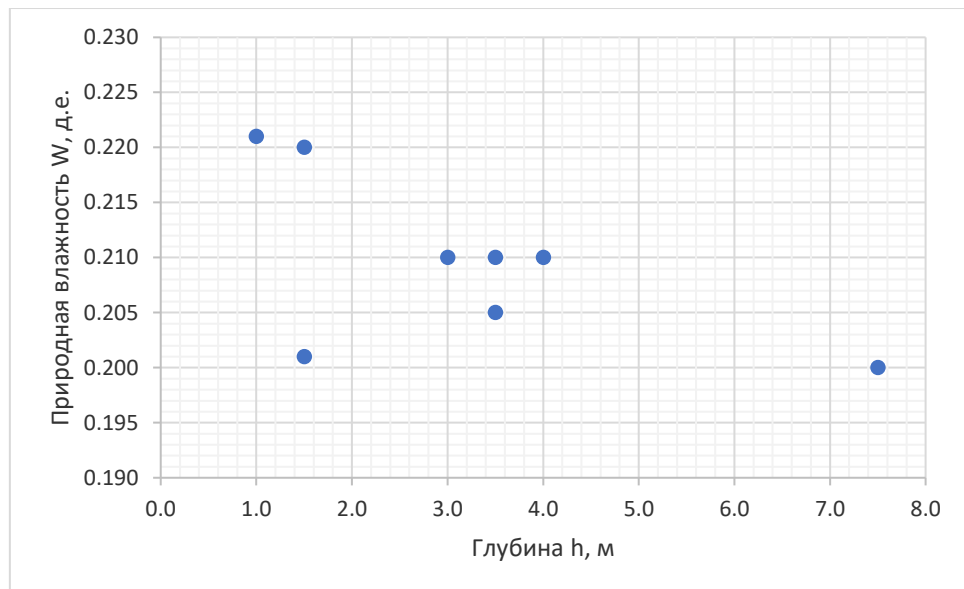


Рисунок 2.7 – График изменчивости W для суглинка легкого песчанистого тугопластичного по глубине (dQ)

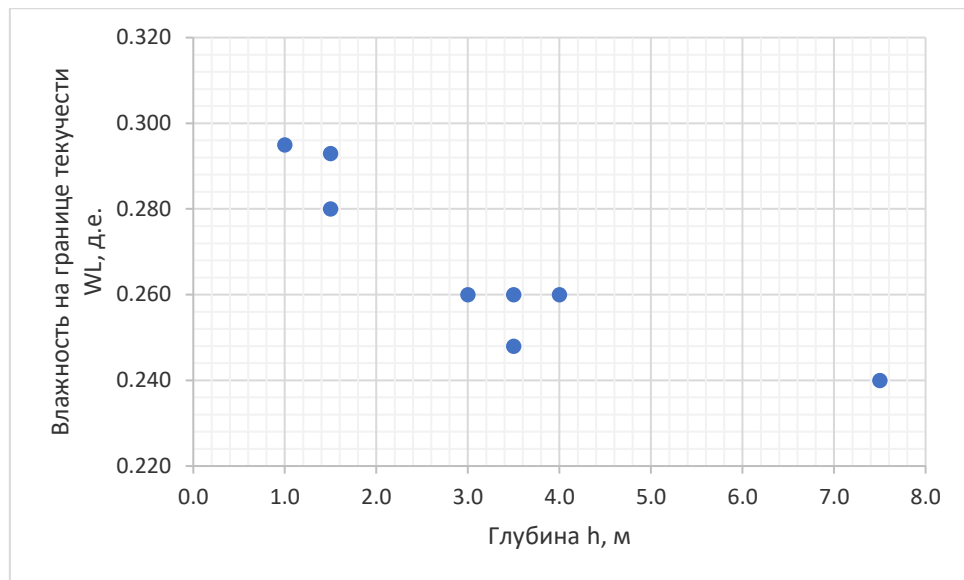


Рисунок 2.8 – График изменчивости W_L для суглинка легкого песчанистого тугопластичного по глубине (dQ)

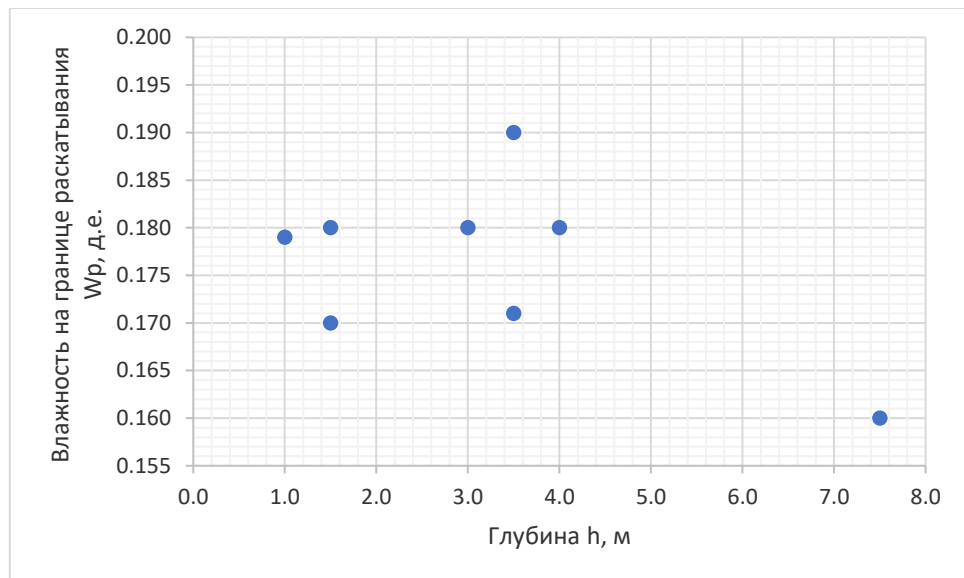


Рисунок 2.9 – График изменчивости W_P для суглинка легкого песчанистого тугопластичного по глубине (dQ)

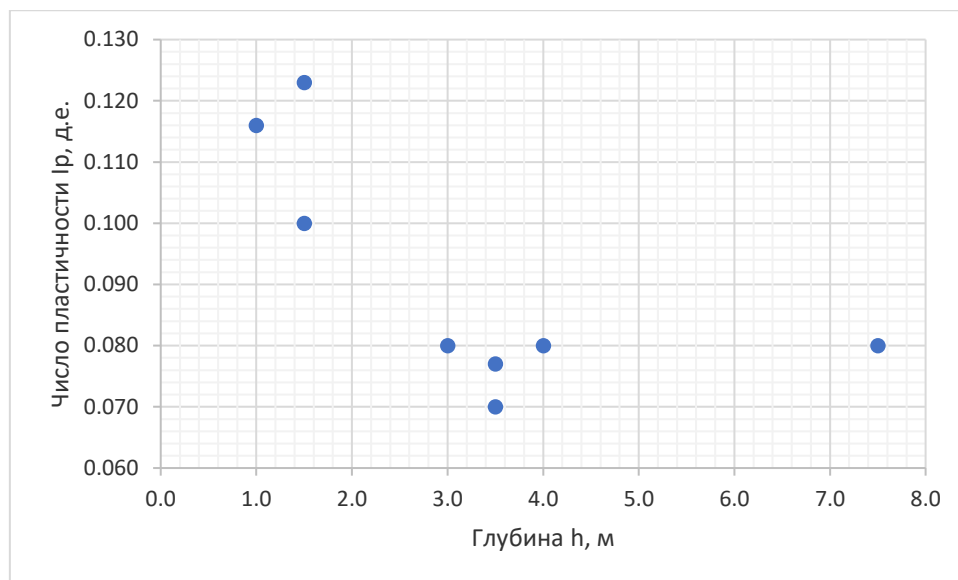


Рисунок 2.10 – График изменчивости I_p для суглинка легкого песчанистого тугопластичного по глубине (dQ)

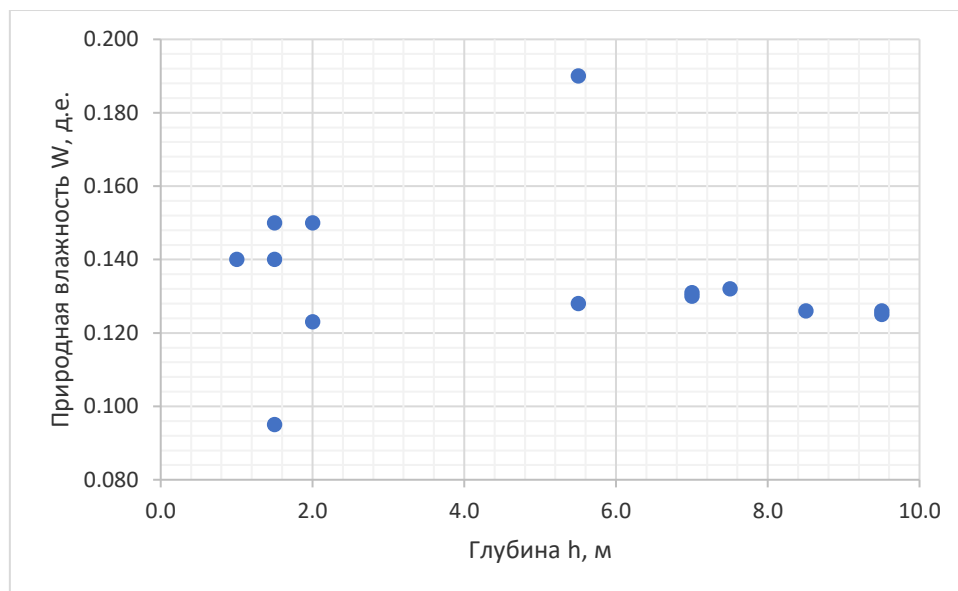


Рисунок 2.11 – График изменчивости W для суглинка щебенистого легкого твердого по глубине (dQ)

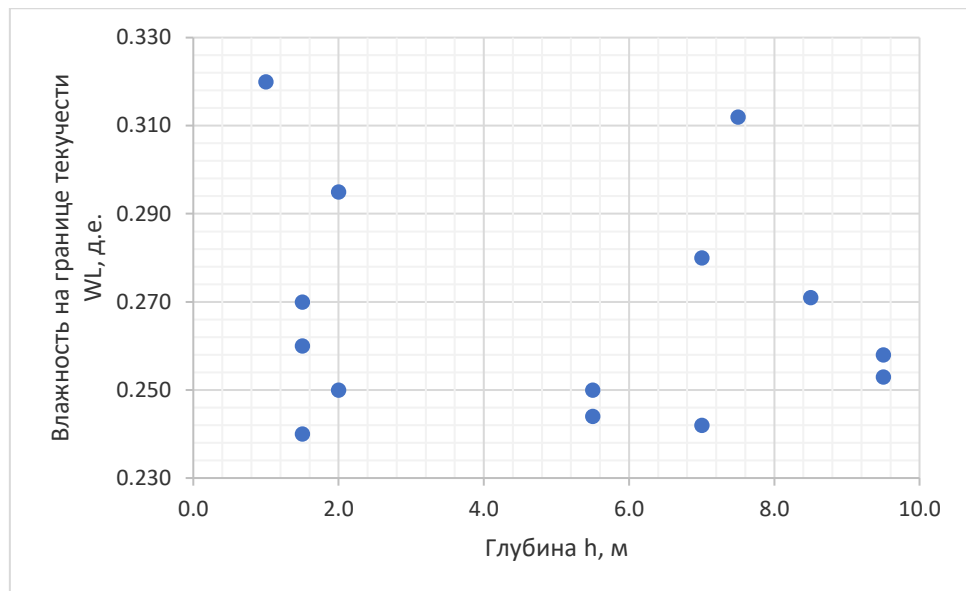


Рисунок 2.12 – График изменчивости W_L для суглинка щебенистого легкого твердого по глубине (dQ)

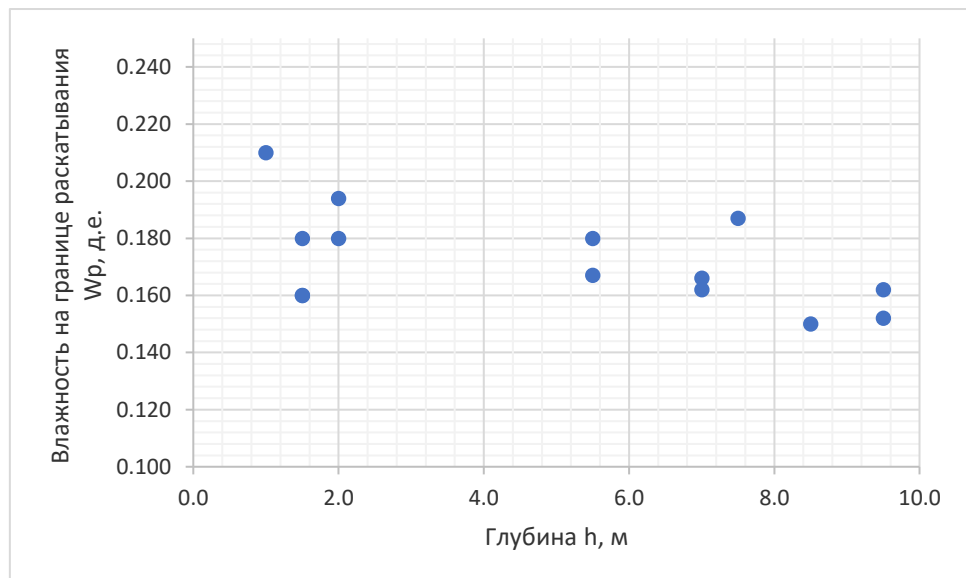


Рисунок 2.13 – График изменчивости W_p для суглинка щебенистого легкого твердого по глубине (dQ)

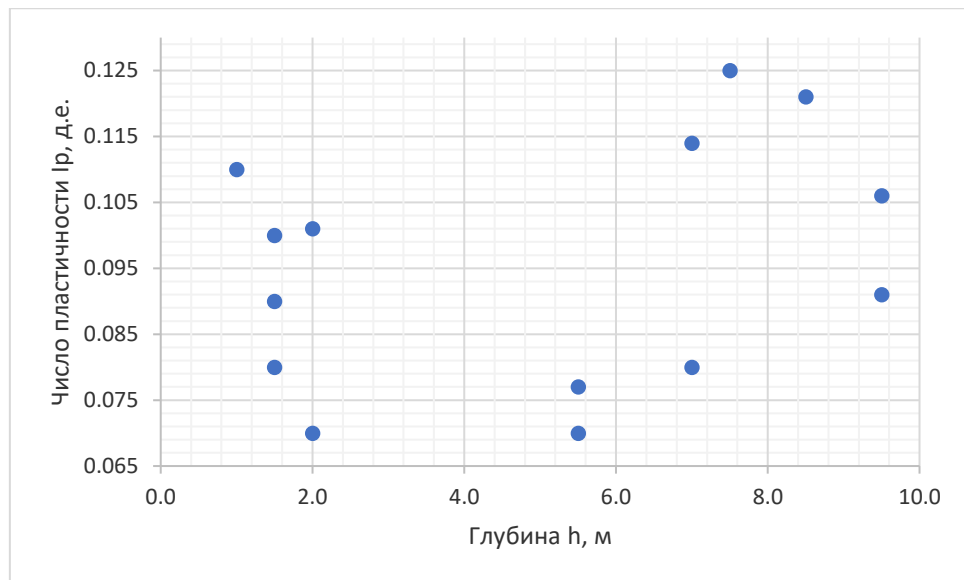


Рисунок 2.14 – График изменчивости I_p для суглинка щебенистого легкого твердого по глубине (dQ)

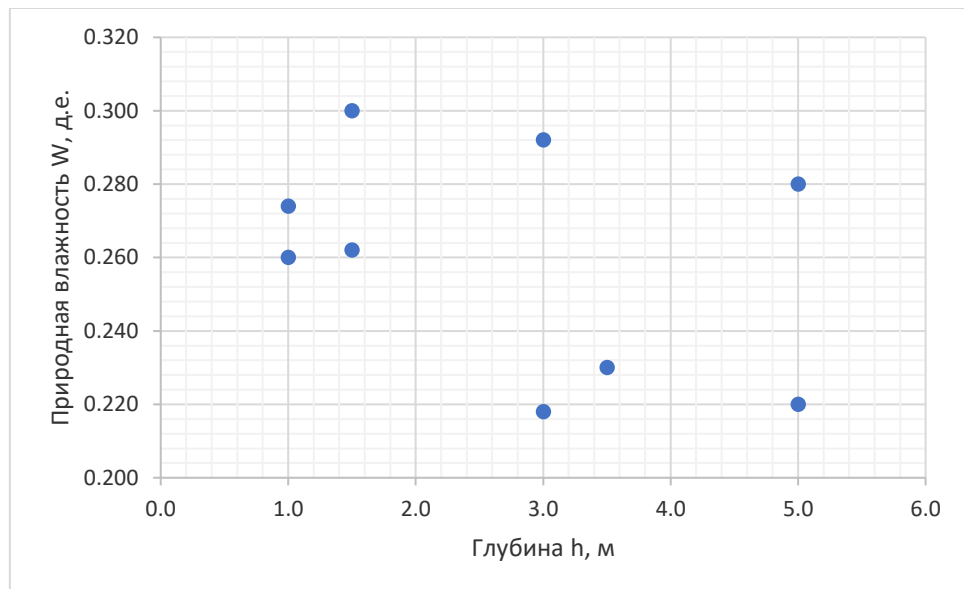


Рисунок 2.15 – График изменчивости W для суглинка легкого пылеватого мягкопластичного по глубине (dQ)

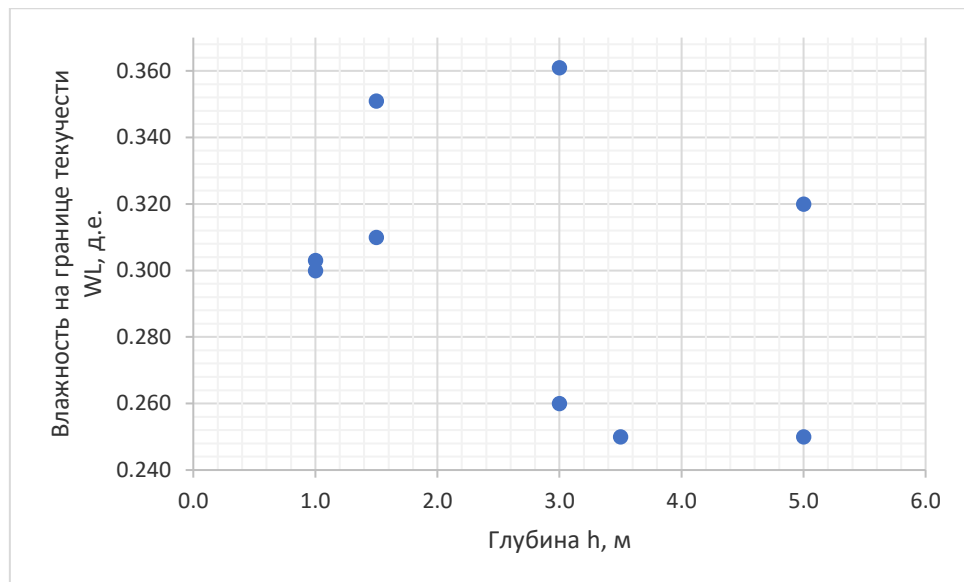


Рисунок 2.16 – График изменчивости W_L для суглинка легкого пылеватого мягкопластичного по глубине (dQ)

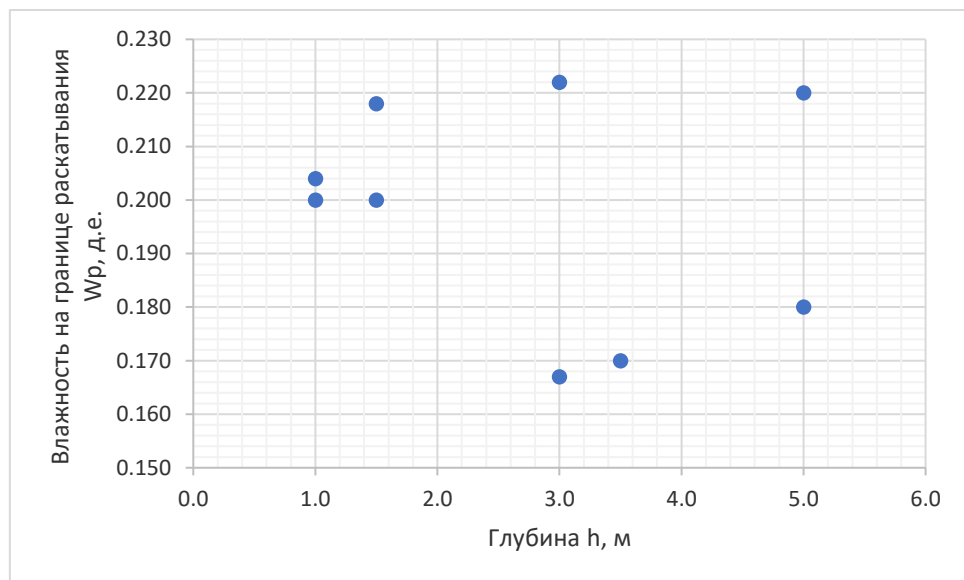


Рисунок 2.17 – График изменчивости W_p для суглинка легкого пылеватого мягкопластичного по глубине (dQ)

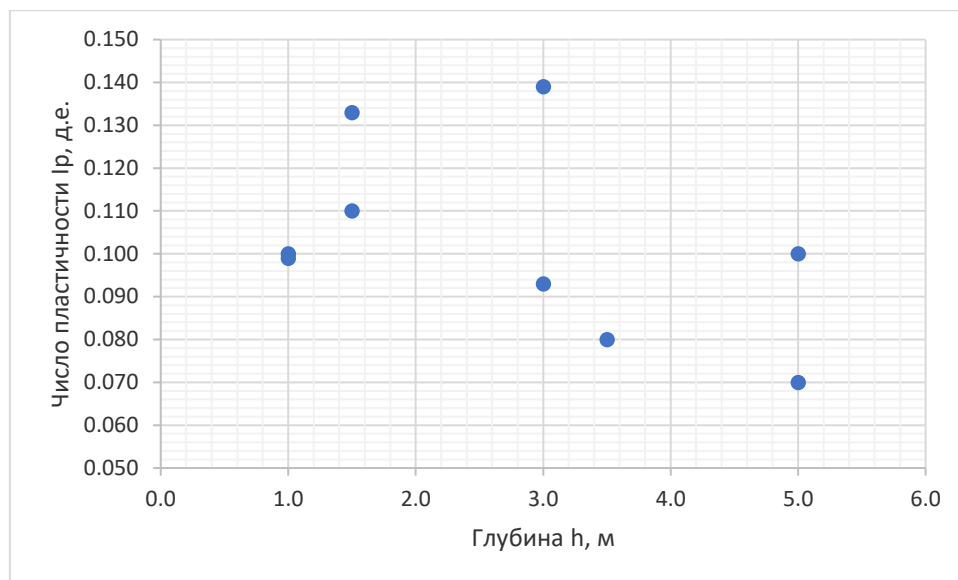


Рисунок 2.18 – График изменчивости I_p для суглинка легкого пылеватого мягкопластичного по глубине (dQ)

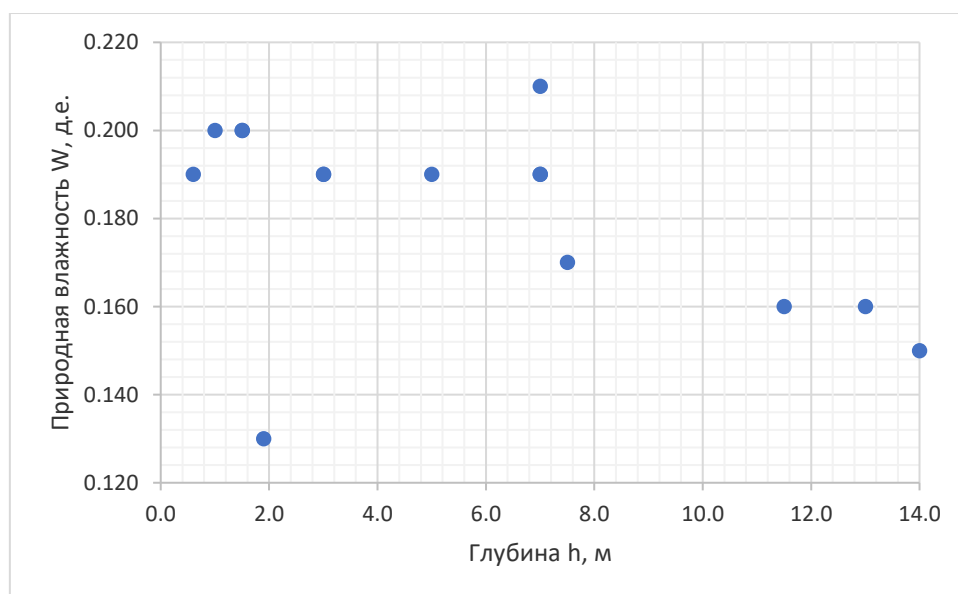


Рисунок 2.19 – График изменчивости W для суглинка легкого песчанистого полутвердого по глубине (dQ)

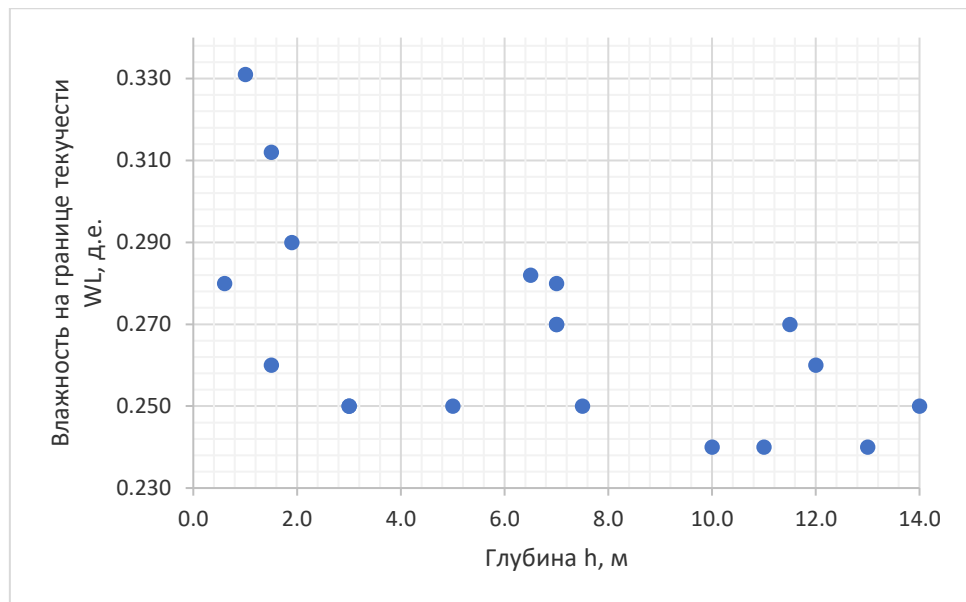


Рисунок 2.20 – График изменчивости W_L для суглинка легкого песчанистого полутвердого по глубине (dQ)

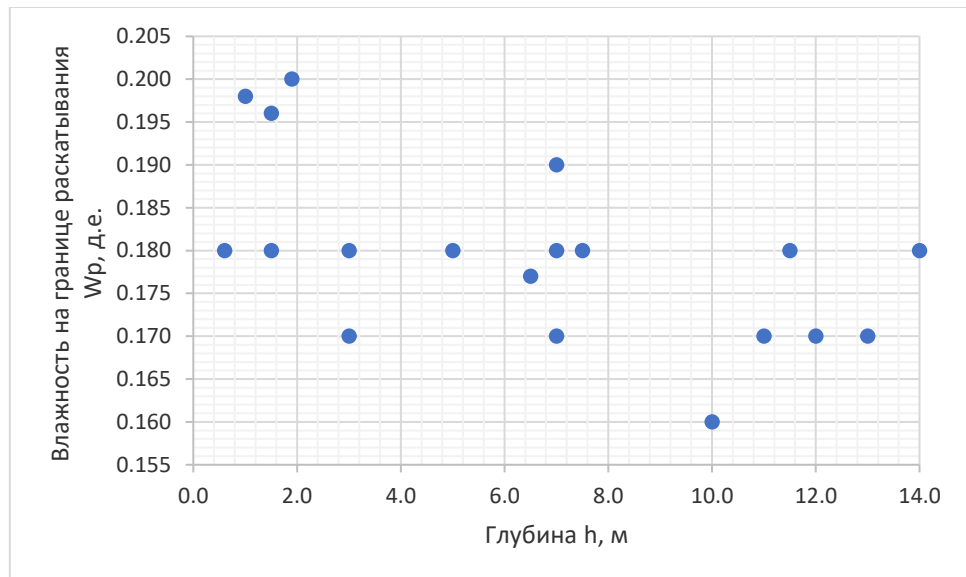


Рисунок 2.21 – График изменчивости W_p для суглинка легкого песчанистого полутвердого по глубине (dQ)

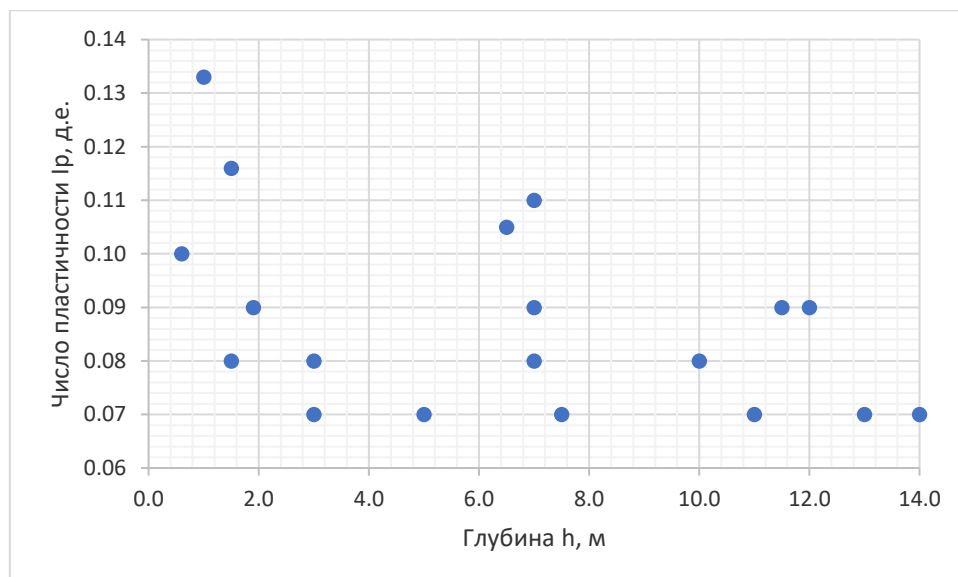


Рисунок 2.22 – График изменчивости I_p для суглинка легкого песчанистого полутвердого по глубине (dQ)

При наличии закономерного изменения характеристик грунтов в каком-либо направлении следует решить вопрос о необходимости разделения предварительно выделенного ИГЭ на два или несколько новых ИГЭ [25, п. 5.5].

Дополнительное разделение ИГЭ не проводят, если выполняется условие:

$$V < V_{\text{доп}}, (1)$$

где V – коэффициент вариации;

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

Коэффициент вариации V вычисляется по формуле:

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

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

Среднеквадратичное отклонение S определяется по формуле:

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

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

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

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

Таблица 2.1 Определение коэффициента вариации

Номер ИГЭ	Наименование грунта	Статистические характеристики	Плотность (г/см³)		Влажность (д.е.)			Число пластичности (д.е.)	Показатель текучести (д.е.)	Предел прочности на одноосное сжатие в воздушно-сухом состоянии (МПа)	Предел прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии (МПа)
			естественная	частиц	природная	на границе текуч.	на границе раскат.				
ρ	ρ _s	W	W _L	W _p	I _p	I _L	R _c				
1	Щебенистый грунт с суглинистым твердым заполнителем (35,2% -10% глыб) 25,2 %	n	12	10	22	22	24	24	22		
		X _n	2,04	2,64	0,10	0,26	0,16	0,10	<0		
		S	0,10	0,06	0,01	0,03	0,01				
		V	0,05	0,02	0,15	0,10	0,08				
2	Суглинок легкий песчанистый тугопластичный	n	8		8	8	8	8	8		
		X _n	1,91		0,210	0,270	0,180	0,09	0,37		
		S	0,03		0,01	0,02	0,01				
		V	0,02		0,04	0,08	0,05				
3	Суглинок щебенистый твердый	n	6		7	7	7	7	7		
		X _n	2,09		0,14	0,270	0,180	0,10	<0		
		S	0,08		0,02	0,03	0,02				
		V	0,04		0,15	0,10	0,10				
4	Суглинок легкий пылеватый	n	9	9	9	9	9	9	9		
		X _n	1,88		0,26	0,300	0,200	0,10	0,60		

Номер ИГЭ	Наименование грунта	Статистические характеристики	Плотность (г/см ³)		Влажность (д.е.)			Число пластичности (д.е.)	Показатель текучести (д.е.)	Предел прочности на одноосное сжатие в воздушно-сухом состоянии (МПа)	Предел прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии (МПа)
			естественная	частиц	природная	на границе текуч.	на границе раскат.				
ρ	ρ _s	W	W _L	W _p	I _p	I _L	R _c				
мягкопластичный	S	0,05		0,03	0,04	0,02					
	V	0,02		0,12	0,14	0,11					
5	Суглинок легкий песчанистый полутвердый	n	17		15	15	15	15	15		
		X _n	1,90		0,18	0,27	0,18	0,09	0,01		
		S	0,09		0,02	0,02	0,01				
		V	0,05		0,12	0,09	0,06				
6	Гранит-порфир неразмягчаемый слабовыветрелый слабопористый, плотный, прочный	n	8	8	8					8	8
		X _n	2,52	2,64	0,01					94,1	79,9
		S	0,03	0,04	0,0					9,42	11,14
		V	0,01	0,01	0,0					0,10	0,14
	n	– количество значений;									
	X _n	– нормативные показатели грунта;									
	S	– среднеквадратическое отклонение;									
	V	– коэффициент вариации.									

Согласно приведенным данным по таблице № 2.1 коэффициенты вариации V, рассчитанные для приведенных ИГЭ не превышает допустимого значения для физических характеристик – 0,15; для механических характеристик – 0,30. Следовательно, дальнейшего разделения не производим.

2.3.3 Расчет нормативных и расчетных значений

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

Основными параметрами физико-механических свойств, определяющими несущую способность оснований, являются плотность ρ , угол внутреннего трения φ , удельное сцепление c , предел прочности на одноосное сжатие скальных грунтов R_c , модуль деформации E .

Нормативные значения характеристик грунтов следует принимать равными их математическим ожиданиям, полученным на основании обработки результатов испытаний [18, п. 5.3.15].

Расчетные значения характеристик грунтов определяются с учетом их возможного отклонения в неблагоприятную сторону от их нормативных значений. Учет подобных отклонений выполняется с помощью использования частных коэффициентов надежности по грунту γ_g [18, п. 5.3.15].

Расчетные значения характеристик грунтов X вычисляются по формуле:

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

где X_n – нормативное значение характеристики, γ_g – коэффициент надежности по грунту.

Коэффициент надежности по грунту при вычислении расчетных значений прочностных характеристик φ и c дисперсных грунтов и R_c скальных грунтов, а также плотности грунта ρ устанавливают в зависимости от изменчивости этих характеристик, числа определений и значения доверительной вероятности α . Для прочих характеристик грунта допускается принимать $\gamma_g = 1$ [18, п. 5.3.16].

Доверительную вероятность расчетных значений характеристик грунтов α принимают равной при расчетах оснований по первой группе (по

несущей способности) предельных состояний 0,95, по второй группе (по деформациям) – 0,85. Расчетные значения c , φ , ρ для расчетов по несущей способности обозначают c_I , φ_I , ρ_I , для расчетов по деформациям – c_{II} , φ_{II} , ρ_{II} [18, п. 5.3.17].

Коэффициент надежности по грунту γ_g вычисляется по формуле:

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

где ρ_α – показатель точности среднего значения характеристики.

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

где t_α - коэффициент, принимаемый по таблице Е.2 приложения ГОСТ 20522-2012 в зависимости от заданной односторонней доверительной вероятности α и числа степеней свободы $K=n-1$ [25, п. 6.4].

Нормативные значения c , φ и E для грунтов ИГЭ-1 и 3 определены по методике оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем и пылеватых и глинистых грунтов с крупнообломочными включениями. Расчетные значения характеристик требуется принимать при следующих значениях коэффициента надежности по грунту γ_g :

- в расчетах оснований по деформациям $\gamma_g = 1$;
- в расчетах оснований по несущей способности:
- для удельного сцепления $\gamma_{g(c)} = 1,5$,
- для угла внутреннего трения песчаных грунтов $\gamma_{g(\varphi)} = 1,1$,
- то же, глинистых грунтов $\gamma_{g(\varphi)} = 1,15$ [18, п. 5.3.20].

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

2.4 Гидрогеологические условия

На участке изысканий на исследуемую глубину 15,0 м грунтовые подземные воды не встречены.

Режим и условия залегания подземных вод рассматриваемой территории обусловлены геологическим строением и высоким гипсометрическим положением поверхности относительно главной водной артерии района р. Енисей.

Не исключено образование сезонного водоносного горизонта типа «верховодки» за счет инфильтрации атмосферных осадков, особенно в период интенсивного снеготаяния и ливневых дождей. Также немаловажную роль играет антропогенный фактор. В непосредственной близости от площадки изысканий создан ряд искусственных сооружений, нарушающих природный рельеф территории и, как следствие, способствующий дополнительному питанию грунтовых вод.

2.5 Геологические процессы и явления

На рассматриваемом участке изысканий из инженерно-геологических процессов и явлений отмечаются следующие: морозное пучение, сейсмоопасность и склоновые процессы.

1) Степень пучинистости глинистых грунтов колеблется от слабопучинистой до среднепучинистой в естественном состоянии и от слабопучинистой до чрезмернопучинистой при полном водонасыщении. Степень пучинистости крупнообломочных грунтов изменяется от непучинистых до слабопучинистых. По категории опасности явление – пучение, согласно СНиП 22-01-95, приложение Б на территории – опасное, так как при дополнительном замачивании и промораживании крупнообломочные грунты остаются, в основном, слабопучинистыми, а глинистые – чрезмернопучинистыми.

2) Сейсмичность района для строительства принята по карте В и оставляет 6 баллов. Так как строение грунтовой толщи является

многослойным, грунты по сейсмическим воздействиям относятся к I-II категориям, согласно СП 14.13330.2014. К I категории относятся крупнообломочные грунты ИГЭ №№ 1; ко II категории относятся грунты ИГЭ №№ 2, 3, 4, 5. Грунты ИГЭ 4 – суглинок мягкопластичный с показателем консистенции более 0,5 отнесены ко II категории, так как их суммарная мощность составляет менее 10 м, согласно примечания 2, СП 14.13330.2014.

По категории опасности явление сейсмичность, согласно СНиП 22-01-95, прил. Б на территории оценивается как опасное.

3) В районе работ, склоновых процессов в виде оползней, обвалов, камнепадов, осыпей, солифлюкций, курумов до начала строительства не наблюдалось. Склоны участками задернованы и залесены смешанным лесом. На многих участках в процессе начатых строительных работ рельеф частично нарушен. Лес частично вырублен, почвенно-растительный слой частично снят. По всему склону отмечаются отвалы насыпного грунта.

В результате расчетов на устойчивость склонов выявлено, что склон находится в устойчивом состоянии при естественном состоянии грунтов. Минимальный коэффициент запаса устойчивости для сечения I-I равен 1,47 более предельного 1,15.

При введении в расчет ухудшающих показателей (применение физико-механических свойств грунта, полученных при ускоренном сдвиге по смоченной поверхности и учет сейсмического воздействия в 6 баллов, возможное влияние грунтовых вод) минимальный коэффициент устойчивости склона составил 1,03, что менее предельного 1,15.

Вероятность активации склоновых процессов маловероятна.

2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка

Оценка категорий сложности инженерно-геологических условий участка проводится по приложению А СП 47.13330.2012. Категории

сложности инженерно-геологических 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 [20].

Таблица 2.2 Совокупности факторов ИГУ участка изысканий

Факторы, определяющие производство изысканий		Категории сложности
Геоморфологические условия	Поверхность сильнорасчлененная. Склоны	III (сложная)
Геологические в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Не более четырех различных по литологии слоев, залегающих наклонно или с выклиниванием. Мощность изменяется закономерно. Скальные грунты имеют неровную кровлю и перекрыты нескальными грунтами	II (средняя)
Гидрогеологические в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Подземные воды отсутствуют	I (простая)
Геологические и инженерно-геологические процессы, отрицательно влияющие на условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений	Имеют широкое распространение и оказывают решающее влияние на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов	III (сложная)
Специфические грунты в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Отсутствуют	I (простая)
Техногенные воздействия изменения освоенных территорий	Незначительные и могут не учитываться при инженерно-геологических изысканиях и проектировании	I (простая)

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

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

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

В геологическом отношении площадка проектируемого строительства благоприятна строительства и эксплуатации. В качестве грунтов-оснований для проектируемого сооружения рекомендованы щебенистые грунты с суглинистым твердым заполнителем 35,2% (ИГЭ-1), обладающие благоприятными физическими, деформационными и прочностными свойствами, хорошей несущей способностью и достаточной мощностью для размещения фундамента сооружения.

В геоморфологическом отношении площадка работ находится в пределах нижней части крутого склона, что является одним из факторов возможного развития склоновых процессов, развития овражно-балочных явлений.

В гидрогеологическом отношении рассматриваемая площадка характеризуется отсутствием подземных вод до изученной глубины 15,0 м. Изменение гидрогеологических условий может проявляться в образовании маломощных водоносных горизонтов типа «верховодка» и изменении влажностного режима грунтов в результате дополнительного замачивания. К основным факторам, способствующим тем или иным изменениям гидрогеологической обстановки площадки относятся: нарушение условий поверхностного стока, проведение вертикальной планировки, разработка котлованов и траншей, прокладка разного рода водонесущих коммуникаций

и возможная утечка техногенных вод из них, инфильтрация атмосферных осадков особенно в периоды снеготаяния и выпадения ливневых дождей.

Изменение гидрогеологических условий и гидрометеорологических условий в виде сезонного повышения объема выпадения атмосферных осадков и снеготаяния, в менее благоприятную сторону, а также влияние температурного режима, может способствовать активизации такого неблагоприятного инженерно-геологического процесса как морозное пучение грунтов, находящихся в зоне сезонного промерзания.

Глинистые грунты (ИГЭ-2-5) при избыточном увлажнении становятся чрезмерно пучинистыми, что может проявляться в их неравномерном поднятии при промерзании и осадки при оттаивании. Результатом проявления процесса морозного пучения может стать деформация покрытия трассы трамплина. Для предотвращения возможных деформаций следует предусмотреть конструктивные мероприятия, назначаемые исходя из расчетов фундаментов и конструкций сооружения [18, раздел 6.8].

Деятельность поверхностных временных потоков может привести к активизации овражно-балочных явлений. Для минимизации развития этих явлений предусматриваются противоэрозионные мероприятия: укрепление поверхностных горизонтов почв и горных пород, регулирование поверхностного стока, при необходимости путем строительства водоулавливающих и вододерживающих сооружений, укрепление участков активного развития эрозии бетонными плитами.

2.8 Расчет устойчивости склона

2.8.1 Инженерно-геологическая оценка устойчивости склона

Склон – это элемент рельефа, характеризуемый наклонной поверхностью большей или меньшей крутизны в совокупности с геологическим строением соответствующего им массива грунта. Для природных склонов, попадающих в сферу инженерной деятельности человека, возникает необходимость оценки их устойчивости. При этом

должны учитываться: геологическое строение склона, природные свойства грунтов и инженерно-геологические процессы, имеющие место на рассматриваемом участке [14, с. 468].

Инженерно-геологическая оценка устойчивости склона должна быть качественной и количественной.

Качественная оценка сводится к заключению о том произойдут ли на изучаемом склоне на данном участке смещения массивов грунтов. Данное заключение необходимо дать на первом этапе изучения склона. Качественная оценка основывается на изучении инженерно-геологических условий местности. Оценивается морфология и структура склона. Изучаемый в проекте склон в качественном отношении является благоприятным: резких очертаний в рельефе не отмечено, поверхность преимущественно задернована, местами с древесной растительностью, следов трещин нет. Структура изучаемого склона относится к асеквентному типу, когда скольжение блоков горных пород по поверхности скольжения происходит без существенного нарушения их внутреннего строения.

Расчет устойчивости склонов и откосов – одна из важнейших инженерно-геологических задач при количественной оценке, которая проводится на втором этапе.

Основным количественным показателем, используемым при локальной оценке и прогнозе устойчивости склонов, является коэффициент устойчивости η (коэффициент запаса устойчивости), представляющий собой отношение сумм удерживающих сил $\Sigma_{\text{удерж}}$ и сдвигающих сил $\Sigma_{\text{сдвиг}}$, действующих по поверхности предполагаемого смещения оползневого тела (при круглоцилиндрической поверхности смещения отношение сил заменяется отношением моментов тех же сил):

$$\eta = \frac{\Sigma_{\text{удерж}}}{\Sigma_{\text{сдвиг}}}. \quad (9)$$

Склон или его элемент (откос, уступ и др.) считается устойчивым, если коэффициент его устойчивости $\eta > 1$. Величина $\eta = 1$ соответствует

предельному равновесию, наблюдающемуся в моменты начала и завершения оползневого смещения.

Вычисление коэффициента устойчивости склона выполняется по расчетным створам, количество которых зависит от конкретных инженерно-геологических условий и от местоположения проектируемых на склоне сооружений. Расчетные створы задаются, как правило, по направлению падения земной поверхности с захватом по высоте всей потенциально неустойчивой зоны [12, п. 1.16].

2.8.2 Метод круглоцилиндрической поверхности скольжения

Метод круглоцилиндрической поверхности широко описан в технической литературе и часто используется в строительной практике. Поэтому существует большое количество названий рассматриваемого метода и его разновидностей: шведский метод отсеков, метод В. Феллениуса, метод Терцаги, метод Терцаги-Крея, метод Петтерсона, метод Иванова-Тейлора, метод Свена Гультена, метод весового давления и т.д. [11, II, 2.1]

В данном проекте расчет проводится методом отсеков.

Оползающий массив находится под воздействием двух моментов: момента $M_{ер}$, вращающего массив, и момента $M_{уд}$, удерживающего массив. Коэффициент устойчивости склона K_y определяется отношением этих моментов, т.е.

$$K_y = M_{уд}/M_{ер} \quad (10)$$

Метод круглоцилиндрической поверхности скольжения целесообразно применять, когда откос сложен однородными грунтами. Метод предполагает, что сползание грунта может произойти лишь в результате вращения оползающего массива вокруг центра О (рисунок 2.23). Следовательно, поверхность скольжения I-I в данном случае будет представлена дугой некоторого круга с радиусом R, очерченного из центра О. Оползающий массив рассматривается при этом как некоторый твердый блок, всеми своими точками участвующий в одном общем движении [11, II, 2.1].

где V – объем выделенного массива, $V=S \cdot l$, м³; γ – расчетная плотность горных пород, слагающих оползень, тс/м³.

Из центра тяжести каждого блока опускается перпендикуляр и к точке пресечения проводят касательную, угол наклона которой характеризует средний угол наклона поверхности скольжения в пределах каждого блока.

Определяют длину L кривой скольжения I–I и значения составляющих силы тяжести для каждого блока – $N_1, N_2, N_3, T_1, T_2, T_3 \dots T_i$.

$$T = P \cdot \sin \alpha, (\tau) (14)$$

где α – угол наклона поверхности скольжения, градус.

$$N = P \cdot \cos \alpha, (\tau) (15)$$

Для удерживающих сил также находим коэффициент внутреннего трения $f = \tan \alpha$.

Необходимо также провести в расчете учет воздействия сейсмических сил, которые будут увеличивать воздействие момента вращающих сил. Учет сейсмического воздействия осуществляется добавлением к расчетным усилиям так называемой сейсмической силы. Сейсмическая сила Q_c приближенно определяется как доля от веса массы грунта, которая претерпевает сейсмическое воздействие:

$$Q_c = \mu P, (16)$$

где μ – коэффициент динамической сейсмичности, значения которого рекомендуется при расчете естественных склонов следует принимать 0,01 [11, I, 1.3].

Затем составляют уравнение равновесия и определяют коэффициент устойчивости склона:

$$\eta = \frac{\sum f N_i + CL}{\sum T_i + Q_c}, (17)$$

где f – коэффициент внутреннего трения породы; N – силы, удерживающие массив грунта; CL – произведение удельного сцепления породы на длину поверхности скольжения; T – силы, сдвигающие массив грунта; Q_c – сейсмическая сила.

Исходный геологический разрез, расчетная схема устойчивости склона, результаты расчетов приведены в графическом приложении 4. Исходные физико-механические свойства грунтов для расчета устойчивости склона приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 Исходные физико-механические свойства грунтов

	ρ (т/м ³)	$\rho_{\text{вод}}$ (т/м ³)	$\rho_{0,95}$ (т/м ³)	c т/м ²	$c_{0,95}$ т/м ²	$c_{\text{вод}}$ т/м ²	$c_{0,95\text{вод}}$ т/м ²	φ град	$\varphi_{0,95}$ град	$\varphi_{\text{вод}}$ град	$\varphi_{0,95\text{вод}}$ град
tgQ _{IV}	1,86	1,93	1,80	1,2			1,9	21			
ИГЭ-1	2,04	2,18	1,99	1,2	0,8	0,4	0,2	29	25,2	29	25,2
ИГЭ-2	1,91	2,00	1,89	2,2	2,0	1,8	1,6	20,9	20	16,2	14,8
ИГЭ-3	2,01	2,12	1,98	2,2	1,5	2,2	1,5	22,5	19,6	22,5	19,6
ИГЭ-4	1,88	1,94	1,85	2,0	1,7	1,4	1,3	16	14,6	15,9	15,1
ИГЭ-5	1,9	2,02	1,86	2,8	2,4	1,6	1,5	21,7	20,7	17,2	16,4

По исходному инженерно-геологическому разрезу были исследованы следующие расчетные ситуации: естественное состояние склона на момент изысканий; состояние склона при использовании расчетных значений физико-механических свойств в водонасыщенном состоянии при доверительной вероятности $\alpha=0,95$ и с учетом сейсмичности в 6 баллов.

В результате проведенных расчетов по выбранной наиболее вероятной поверхности скольжения коэффициент устойчивости склона в естественном состоянии на момент изысканий составил 1,47. При введении ухудшающих показателей при использовании расчетных значений удельного сцепления и угла внутреннего трения грунтов при доверительной вероятности $\alpha=0,95$ и с учетом сейсмической силы, характерной для изучаемой территории, коэффициент устойчивости склона составит 1,31.

Также был проведен расчет в демо-версии программы GEO5 по методу Феллениуса/Петтерсона с оптимизацией поверхности скольжения (рисунок 2.24-2.25). Коэффициенты устойчивости для естественного состояния склона составили $K_{st}=1,57$ при воздействии грунтовых вод $K_{st}=1,03$.

Коэффициенты устойчивости склона на исследуемом участке определялись из условия $K_{st} \geq K_{st\text{допуст}}$. (СП 116.13330.2012 [21]) применительно к сооружениям II класса ответственности. Критическое значение коэффициента устойчивости принимается равным $K_y=1,15$.

По результатам расчета условие $K_{st} \geq K_{st\text{допуст}}$ выполняется, следовательно изучаемый склон является устойчивым. Но с учетом возможного влияния воды как порового давления, действующего в грунте, склон может приобрести неустойчивое состояние $K_{st} \leq K_{st\text{допуст}}$. Особое

внимание необходимо уделить правильному освоению склона в процессе строительства, то есть избегать создания наихудших условий (глубокие подрезки, подсыпки грунтов на склон, переувлажнение грунтов ливневыми и техногенными водами и прочее). При подрезке склона необходимо устройство ограждающих конструкций. Необходимо разработать комплекс мер по правильному проектированию водоотведения по склону в зоне нахождения трамплина.

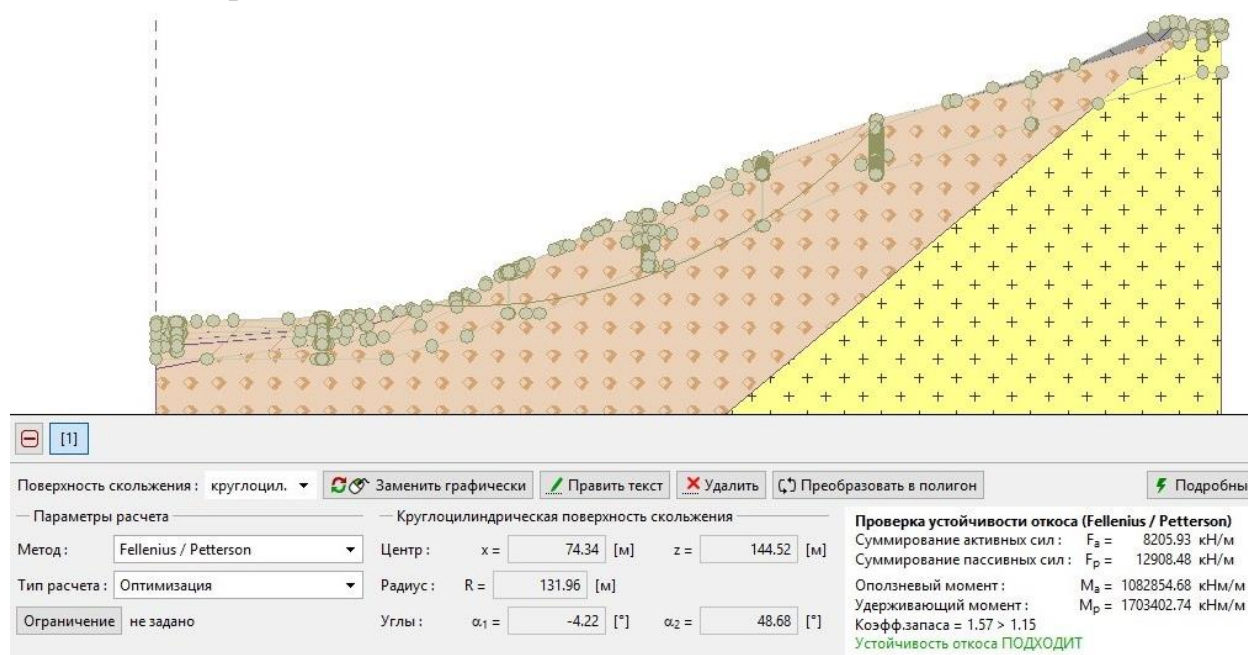


Рисунок 2.24 – Расчет GEO5 методом Феллениуса/Петтерсона

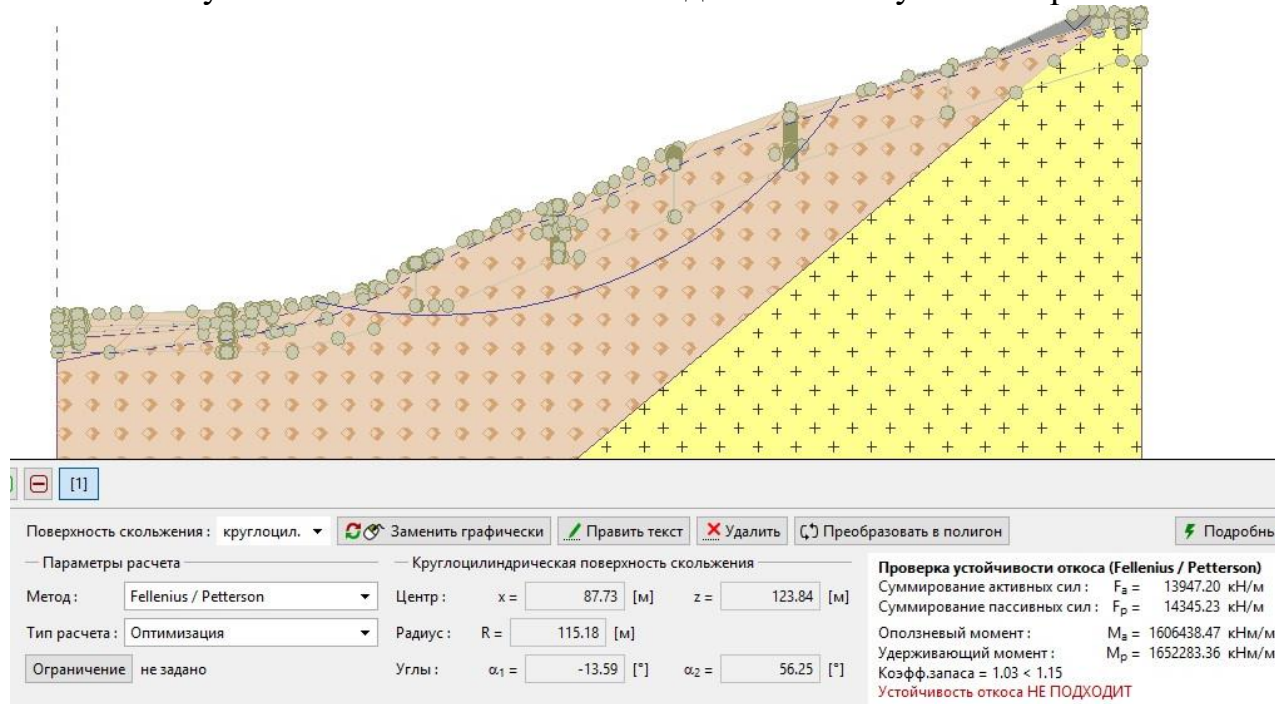


Рисунок 2.25 – Расчет GEO5 методом Феллениуса/Петтерсона при воздействии воды

3 Проектная часть

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

Под *сферой взаимодействия геологической среды с сооружением* следует понимать подстилающую (вмещающую) сооружение область литосферы, внутри которой в результате взаимодействия с сооружением развиваются инженерно-геологические процессы [7, с. 22]. Массив грунтов, в котором происходит взаимодействие *сооружения с геологической средой*, определяет устойчивость сооружения и воспринимает от него различного рода воздействия, которые приводят к изменению напряженного состояния грунтов, их температурного и водного режимов.

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

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

На рассматриваемом участке проектируется спортивное сооружение – трамплин HS-20.

Технические характеристики проектируемого сооружения на участке строительства приводятся согласно техническому заданию:

Таблица 3.1 – Характеристики проектируемого сооружения

Вид сооружения	Уровень ответственности	Конструктивные особенности	Габариты сооружения, м	Намечаемый тип фундамента и глубина заложения	Нагрузка на опору фундамента, (т)
Трамплин HS-20	нормальный	Металлический каркас по комбинированной схеме, представляющий сочетание жесткой системы в поперечном направлении и связевой в продольном	Гора разгона: 35,6*6,2*18,1 м; Гора приземления: 36,8*8,5*13,0 м;	Свайный – 5,0 м	15,12

Согласно СП 47.13330.2012 таблица 6.2 количество горных выработок для сооружений III категории сложности инженерно-геологических условий составляет не менее 4-5 с расстоянием между горными выработками не более 25 м. В рамках данного проекта количество буровых выработок составит 6 скважин. Глубина горных выработок должна быть не менее чем на 5 м ниже проектируемой глубины заложения нижних концов свай при их рядовом расположении и нагрузках на куст свай до 3 МН согласно п. 5.5 СП 24.13330.2011. Глубина скважин с учетом проектных абсолютных отметок торцов свай составит 10,0-14,0 м.

Расчетная схема сферы взаимодействия сооружения с геологической средой представлена на листе №3 графических приложений, представляет собой инженерно-геологический разрез, на котором показаны конструкция фундамента трамплина, границы активной зоны и условного фундамента, инженерно-геологические элементы, и требуемый набор показателей физико-механических свойств грунтов, для расчета оснований и фундаментов.

На основании составленной расчетной схемы и с учетом требований нормативных документов определены следующие конкретные задачи

изысканий в пределах предполагаемой сферы взаимодействия свайного фундамента проектируемого трамплина с геологической средой:

- расчленение геологического разреза в сфере взаимодействия на инженерно-геологические категории грунтов;
- детальное изучение физико-механических свойств грунтов сферы взаимодействия и выделение инженерно-геологических элементов в разрезе;
- определение нормативных и расчетных значений показателей свойств для инженерно-геологических элементов с целью составления инженерно-геологических разрезов, прогноза развития инженерно-геологических процессов в сфере взаимодействия расчетным методом, с целью составления расчетной схемы: основание-сооружение или геологическая среда-сооружение.

3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ

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

Общая схема организации работ включает в себя три этапа:

1. подготовительный этап;
2. полевой этап работ по утвержденному проекту инженерно-геологических изысканий;
3. заключительный этап (обработка полученных материалов и составление инженерно-геологического отчета).

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

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

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

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

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

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

Топографо-геодезические работы

Назначение работ – получение современного инженерно-топографического плана масштаба 1:500, в электронном виде и на бумажном носителе, а также данных о ситуации, рельефе местности, существующих

сооружениях и инженерных коммуникациях в табличном виде, необходимых для комплексной оценки природных и техногенных условий территории объекта и обоснования проектирования, строительства и эксплуатации объекта.

Также проектируется привязка устьев девяти скважин.

Буровые работы

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

Запроектированная глубина горных выработок в контуре проектируемого сооружения составляет 10,0-14,0 метров (две скважины глубиной 10,0 м, две скважины глубиной 12,0 м, одна скважина глубиной 13,0 м, одна скважина глубиной 14,0 м) исходя из длины свай (5 метров), абсолютных отметок торцов свай и пункта 5.5 СП 22.13330.2016, где говорится, что, глубина выработки должна быть не менее чем на 5 м ниже проектируемой глубины заложения нижних концов свай при их рядовом расположении и нагрузках на куст свай до 3 МН. Для проведения штамповых испытаний запроектировано бурение двух скважин глубиной 8,0 и 10,0 м. Для уточнения геологического разреза в зоне намеченной поверхности скольжения проектируется одна разведочная скважина глубиной 25,0 м. Также согласно пунктам 6.3.6 СП 47.13330.2012 горные выработки необходимо располагать в пределах контуров проектируемых зданий и сооружений. Общее количество горных выработок – 9, общий объем буровых работ составит 114,0 п.м.

Полевые работы

Опытные полевые работы проводятся с целью получения деформационных характеристик грунтов с целью определения данных для расчета свайных фундаментов. Согласно п. 6.3.14 СП 47.13330.2012

основными методами получения деформационных показателей в массиве грунта являются испытания штампом, прессиометрия, а также в сочетании с ними статическое зондирование. Для данного объекта проводятся испытания штампом. Согласно п. 7.13 СП 11-105-97 часть I количество испытаний грунтов штампом для каждого характерного инженерно-геологического элемента следует устанавливать не менее трех. Испытания штампом будут запроектированы в зоне активной сжимаемой толщи под свайными фундаментами в скважине ИГШ-1 на глубинах 8,6 и 10,0 м и в скважине ИГШ-2 на глубине 8,0 м.

Опробование

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

В процессе инженерно-геологического опробования сначала устанавливается число точек получения информации, затем выбирают систему опробования (сппинф) и рассчитывают его параметры [7, с.225]. Далее после в процессе проведения буровых работ проводится отбор образцов грунта и их консервация в соответствии с ГОСТ 12071-2014 [27].

Согласно пункту 8.19 СП 11-105-97 лабораторные определения физико-механических характеристик грунтов по образцам из горных выработок следует осуществлять на участках каждого проектируемого здания и сооружения или их группы в соответствии с требованиями п 5.11 из всех инженерно-геологических элементов в сфере взаимодействия этих зданий и сооружений с геологической средой [22].

Количество определений одноименных характеристик грунтов, необходимых для вычисления нормативных и расчетных значений на основе статистической обработки результатов испытаний следует устанавливать расчетом в зависимости от степени неоднородности грунтов основания, требуемой точности (при заданной доверительной вероятности) вычисления

характеристики и с учетом уровня ответственности и вида (назначения) проектируемых зданий и сооружений [22].

Согласно пункту 7.16 СП 11-105-97 при отсутствии необходимых данных для расчета количества определений характеристик грунтов следует обеспечивать на участке каждого здания (сооружения) или их группы по каждому выделенному инженерно-геологическому элементу не менее 10 характеристик состава, физических свойств и состояния грунтов или не менее 6 характеристик механических свойств грунтов [22]. Количество необходимых определений приведено в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2 – Требуемое количество необходимых определений

ИГЭ	Плотность		Влажность, %		Гранулометрический состав	Угол внутреннего трения Удельное сцепление, кПа	Модуль деформации, МПа	Коэффициент истощаемости	Образцы	
	Грунта, г/см ³	Частиц грунта г/см ³	Естст. грунта	На гр. текучести На гр. раскатывания					Ненарушенной структуры	Нарушенной структуры
	ρ	ρ_s	w	w_L, w_P		c, φ	E	R_c		
ИГЭ-1 Щебенистый грунт с суглинистым твердым заполнителем (35,2-10%глыб) 25,2 %	10	10	10	10	10	-	-	6	-	15
ИГЭ-2 Суглинок легкий песчанистый тугопластичный	10	10	10	10	10	6	6	-	12	-
ИГЭ-3 Суглинок щебенистый легкий твердый, включения щебня и дресвы 38,2%	10	10	10	10	10			6	10	-
ИГЭ-4 Суглинок легкий пылеватый мягкопластичный	10	10	10	10	10	6	6	-	12	-
ИГЭ-5 Суглинок легкий песчанистый полутвердый	10	10	10	10	10	6	6	-	12	
Всего:	55	55	55	55	55	18	18	12	46	15

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

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

Общее требуемое количество образцов нарушенной структуры – 10, ненарушенной – 46.

Интервал опробования определяется следующим образом:

$n = H_{\text{ср}}/N^*$ количество литологических слоев;

где n - интервал опробования, м;

$H_{\text{ср}}$ – средняя мощность инженерно-геологического элемента, м;

N – необходимое количество образцов.

Интервалы опробования для образцов нарушенной структуры:

$n(\text{ИГЭ } 1) = 9,36/10^*6 \approx 5,6 \text{ м};$

Для образцов ненарушенной структуры:

$n(\text{ИГЭ } 2) = 3,42/12^*2 \approx 0,6 \text{ м};$

$n(\text{ИГЭ } 3) = 1,06/10^*3 \approx 0,3 \text{ м};$

$n(\text{ИГЭ } 4) = 1,35/12^*2 \approx 0,2 \text{ м};$

$n(\text{ИГЭ } 5) = 2,44/12^*5 \approx 1,0 \text{ м}.$

Исходя из опыта работы, в организации АО "Гражданпроект" опробование по слоям с достаточной мощностью производится из кровли, подошвы и середины слоя, но не реже чем через три метра, для остальных грунтов интервал отбора будет составлять менее метра. Таким образом, проект предусматривает отбор проб нарушенной структуры в количестве 16 шт. и отбор проб ненарушенной структуры в количестве 46 шт.

Лабораторные исследования

По завершению всех полевых работ планируется лабораторные исследования грунтов. Данные работы требуются для определения состава грунтов, их состояния, также для определения физических, механических и прочих характеристик, которые нужны для выделения классов, групп, подгрупп и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [26]. Также

будут определены нормативные и расчетные характеристики, выявляется степень однородности грунтов по площади и глубине, выделяются ИГЭ и составляется прогноз изменения состояния и свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации объекта.

Виды и объемы работ приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Сводная таблица видов и объемов работ

№	Вид работ	Единица измерения	Объем	Примечание
1	Топографо-геодезические работы	скв	9	СП 11-104-97 [23]
2	Буровые работы	п.м.	114,0	РСН-74-88 [56]
3	Полевые работы – штамповые испытания; – определение плотности щебенистых грунтов радиоизотопными методами.	испытание измерение	3 10	ГОСТ 20276-2012 [28] ГОСТ 23061-2012 [37] ГОСТ 25932-83 [41]
4	Опробование: – образцы ненарушенной структуры; – образцы нарушенной структуры.	монолит проба	46 16	ГОСТ 12071-2014 [27]
5	Лабораторные работы:			ГОСТ 5180-2015 [31] ГОСТ 12248-2010 [29] ГОСТ 9.602-2016 [34] ГОСТ 23740-2016 [30] ГОСТ 12536-2014 [32] ГОСТ 30416-2012 [33] ГОСТ 8269.0-97 [36]
	– определение естественной влажности;	образец	55	
	– определение влажности на границе текучести;	образец	55	
	– определение влажности на границе раскатывания;	образец	55	
	– определение гранулометрического состава;	образец	55	
	– определение плотности грунта;	образец	55	
	– определение плотности частиц грунта; – определения модуля деформации;	образец	18	
	– определение сопротивления срезу;	образец	18	
	– определение агрессивных свойств к стали и бетону;	образец	6	
	– определение коэффициента истираемости во вращающемся полочном барабане.	образец	6	
6	Камеральные работы	отчет	1	

Камеральные работы

В итоге проектируется камеральная обработка полученных в ходе полевых и лабораторных работ данных. Ее результатом становится инженерно-геологический отчет, содержащий в себе сведения о инженерно-геологических условиях площадки проектируемого сооружения,

рекомендации по учету влияния инженерно-геологических факторов на проектируемое сооружение, а также все данные, предусмотренные проектом.

Данный отчет должен содержать в себе:

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

3.3 Методика проектируемых работ

3.3.1 Топографо-геодезические работы

Инженерно-геодезические изыскания должны выполняться в порядке, установленном действующим законодательством и нормативными актами Российской Федерации, в соответствии с требованиями СП 11-104-97 [23].

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



Рисунок 3.1 – Тахеометр Sokkia FX-105 [62].

3.3.2 Буровые работы

Геолого-технические условия бурения

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

В соответствии с генеральным планом, в контуре проектируемого сооружения осуществляется проходка шести инженерно-геологических скважин глубиной от 10,0 до 14,0 м и двух скважин глубиной 8,0 и 10,0 м для проведения штампоопытов. Также для уточнения геологического разреза в зоне поверхности скольжения осуществляется проходка скважины глубиной 25,0 м.

Количество скважин и расстояние между ними назначается в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 [20]. Бурение выработок производится самоходной буровой установкой ЛБУ-50-30 колонковым способом укороченными рейсами в сухую, с начальным диаметром бурения 146 мм.

Описание грунтов производится по интервально. При описании используются термины и определения согласно ГОСТ 25100-2011 [26]. Отбор образцов грунта производится в соответствии с требованиями ГОСТ 12071-2014 [27]. В процессе буровых работ осуществляется отбор образцов грунта ненарушенной структуры (монолиты) и нарушенной структуры.

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

Геологический разрез в настоящее время изучен на глубину до 15,0 метров, представлен преимущественно дисперсными крупнообломочными и глинистыми грунтами.

В классификации горных пород по буримости для механического вращательного бурения скважин, представленной в справочнике Б.М.

Ребрика "Бурение инженерно-геологических скважин" [10, с. 38-42], вышеперечисленные грунты относятся к следующим категориям:

1. Щебенистый грунт с суглинистым твердым заполнителем с включением глыб (dQ) относится к VII категории.
2. Суглинок легкий песчанистый тугопластичный (dQ) относится ко II категории.
3. Суглинок щебенистый легкий твердый (dQ) относится ко III категории.
4. Суглинок легкий пылеватый мягкопластичный (dQ) к I категории.
5. Суглинок легкий песчанистый полутвердый (dQ) относится ко II категории.

Выбор конструкции скважины.

Согласно пункту 5.6 СП 11-105-97 Выбор вида горных выработок, способа и разновидности бурения скважин следует производить исходя из целей и назначения выработок с учетом условий залегания, вида, состава и состояния грунтов, крепости пород, наличия подземных вод и намечаемой глубины изучения геологической среды [22].

Виды и характеристики грунтов, представленных в разрезе позволяют выбрать колонковый способ бурения "всухую" согласно приложению Г СП 11-105-97. Диаметр бурения для данного способа составляет от 89 до 219 мм. Для бурения скважин для проведения штампоопытов в проекте применяется шнековый способ бурения.

Согласно предложенной Б.М. Ребриком классификации типовых конструкций инженерно-геологических скважин [10, с. 55-56] для бурения проектируемых выработок подходит типовая конструкция скважины – II б. Для постановки штампоопытов планируется применять конструкцию III в. Данные конструкции полностью удовлетворяют особенностям геологического разреза, а также вида и характера изысканий.

В скважине №3 возможно сужение стенок в интервале глубин 3,0-4,0 м из-за наличия неустойчивого суглинка мягкопластичного, соответственно в данной скважине планируется крепление стенок обсадными трубами до глубины 4,5 м. Следовательно конструкция данной скважины будет выглядеть следующим образом: до глубины 4,5 м скважина будет иметь диаметр 171 мм и будет обсажена трубами диаметром 168 мм, далее до глубины 12 метров диаметр скважины будет составлять 146 мм, крепление стенок скважины производиться не будет. Конструкция скважины представлена в геолого-техническом наряде на бурение скважины глубиной 12 м, лист 5 графических приложений. В скважине 1 глубиной 14,0 м и скважине 5 глубиной 10,0 м аналогичная конструкция с креплением до 4,0 м, а в скважине 4 глубиной 10,0 м. В скважине 6 глубиной 13,0 м и скважине 2 глубиной 12,0 м крепление стенок не требуется, диаметр выработок составит 146 мм. Конструкция скважины 7 глубиной 25,0 м: до глубины 2,0 м диаметр 171 мм, крепление скважины диаметром 168 до глубины 2,0 м, бурение диаметром 146 до глубины 15,0 м, далее до глубины 25,0 м диаметр скважины будет составлять 127 мм.

В двух скважинах для штампоопытов, одна из которых глубиной 10,0 м будет буриться рядом со скважиной 1 и другая глубиной 8,0 м рядом со скважиной 3, для предотвращения возможного сужения стенок планируется крепление обсадной колонной диаметром 407 мм до глубины 4,0 м. В интервале глубин 0,0-4,0 м планируется шнековое бурение 3-х лопастным долотом диаметром 420 мм, далее до проектируемой глубины 8,0-10,0 м диаметром 360 мм, что обеспечит необходимый для проведения штампоопытов диаметр выработки не менее 325 мм.

Выбор способа бурения.

Согласно приложению Г СП 11-105-97 часть I способ бурения выбирается колонковый "всухую" для проходки инженерно-геологических скважин для отбора проб грунта, а также шнековый способ для проведения штампоопытов в скважинах. Колонковое бурение «всухую» является самым

распространенным способом бурения на изысканиях. Шнековое бурение наиболее оптимально при наличии в геологическом разрезе крупнообломочных грунтов и необходимости обеспечения большого диаметра выработки для проведения штамповых испытаний.

Выбор буровой установки и технологического инструмента.

Для проведения инженерно-геологических работ в проекте предусматривается использование буровой установки ЛБУ-50-30 на транспортной базе трелевочного трактора ТЛ-5АЛМ с компрессором ПК-5,25 компании «Геомаш» (рисунок 3.2). Выбор данной установки обусловлен ее техническими характеристиками, позволяющими производить бурение большими диаметрами. Сложные геоморфологические условия, выраженные в природном рельефе участка изысканий, представленном склоном, отсутствие дорожных покрытий в местах заложения выработок, диктуют необходимость использования транспортной базы, способной преодолевать сложнопроходимые участки.



Рисунок 3.2 – Буровая установка ЛБУ-50-30 на базе ТЛ-5АЛМ [67]

Технические характеристики данной буровой установки приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Технические характеристики буровой установки ЛБУ-50-30 на базе ТЛ-5АЛМ [66]

ЛБУ-50-30	
Характеристика:	Значение:
Ход подачи, мм	3250 - 3900
ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ, ОБ/МИН	14-101; 14-220
КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ, КГСМ	2000
УСИЛИЕ ПОДАЧИ, КГС:	

ЛБУ-50-30	
Характеристика:	Значение:
- ВВЕРХ	12000
- ВНИЗ	4000
ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ЛЕБЕДКИ, КГС	3000
СТОЛ ОБСАДНОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ:	
- МАКСИМАЛЬНЫЙ ПРОХОДНОЙ ДИАМЕТР (БЕЗ КУЛАЧКОВ), ММ	500
- МАКСИМАЛЬНЫЙ ДИАМЕТР ОБСАДНОЙ ТРУБЫ, ММ	426
- МИНИМАЛЬНЫЙ ДИАМЕТР ОБСАДНОЙ ТРУБЫ, ММ	127
- ДИАМЕТР ПРИМЕНЯЕМЫХ ОБСАДНЫХ ТРУБ, ММ	127, 146, 159, 168, 219, 245, 273, 325, 426
УСЛОВНАЯ ГЛУБИНА БУРЕНИЯ, М:	
- ШНЕКАМИ	60
- С ПРОМЫВКОЙ	200
- С ПРОДУВКОЙ	100
- ШНЕКОВЫМ БУРОМ	25
- ШНЕКОВЫМ БУРОМ, СКОЛЬЗЯЩИМ ПО ШТАНГАМ	16
ДИАМЕТР БУРЕНИЯ, МАКС., ММ:	
- ШНЕКАМИ	500
- С ПРОДУВКОЙ	151
- УДАРНО-КАНАТНЫМ	168
- ШНЕКОВЫМ БУРОМ	850

Для выбранного колонкового способа бурения следует произвести выбор породоразрушающего инструмента, в зависимости от категории пород по буримости. Для бурения по глинистым грунтам (ИГЭ 2-5) целесообразно будет применить твердосплавные коронки типа М2 диаметром 171 и 151 мм. Данный вид твердосплавных коронок подходит для мягких однородных пород II-IV категории по буримости, которые составляют верхнюю часть разреза.

Для щебенистого грунта с суглинистым твердым заполнителем (35,2% -10% глыб) 25,2% (ИГЭ-1) представленного в основании разреза,

предполагается использовать твердосплавные коронки СА4 диаметром 151 мм. Данный вид коронок подходит для слаботрещиноватых и абразивных горных пород с VI по VIII категории по буримости.

Для шнекового бурения в качестве породоразрушающего инструмента используются 3-х лопастные долота диаметрами 360 и 420 мм.

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

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

Колонковые трубы предназначены для приема керна, последующего транспортирования его на поверхность и поддержания заданного направления ствола скважины в процессе бурения. В проекте предусмотрено использование колонковых труб из стали марки 45, диаметрами 168 и 146 мм, толщиной стенки 6 мм, длиной 3,0 м.

Для предотвращения сужения стенок скважины планируется использовать обсадные трубы ниппельного соединения применяются в процессе бурения скважин для перекрытия соответствующих интервалов. Трубы обсадные соединяются в колонну посредством ниппелей, имеющих на обоих концах наружную резьбу.

Для отбора проб ненарушенной структуры с глинистых грунтах используется грунтонос задавливаемый лепестковый ГК 123х500 Л компании АО «МОЗБТ», наружным диаметром 123 мм, длина кернаприемника – 500 мм. Данный грунтонос позволяет отбирать грунты твердой, полутвердой, тугопластичной и мягкопластичной консистенции и извлекать керн с забоя скважины с сохранением структуры близкой к естественному сложению.

Технология бурения скважин.

Колонковое бурение "всухую" самый распространенный способ бурения при проходке инженерно-геологических скважин. Бурение будет производиться укороченными рейсами 0,5-1,0 м. Частота вращения инструмента принята до 120 об/мин, осевая нагрузка до 14,4 кН.

Заклинивание керна проводят затиркой, для чего необходимо последние 0,05-0,1 м рейса пройти с повышенной осевой нагрузкой на забой. При бурении плотных слабообводненных глинистых грунтов рекомендуется подливать в скважину небольшое количество воды [10, с. 191].

Для извлечения керна из колонковой трубы допускается использовать сжатый воздух [10].

При производстве шнекового бурения рекомендуется равномерно и непрерывно углублять инструмент. Углубка за рейс принята от 0,5 до 2,0 м до достижения запланированной глубины установки штампа. Параметры шнекового бурения: частота вращения инструмента до 60 об/мин, осевая нагрузка до 18 кН.

Технологические параметры бурения приняты по рекомендациям справочника Б.М. Ребрика [10]. При производстве буровых работ на месте допускается изменение и корректировка параметров бурения для улучшения проходки скважин.

3.3.3 Полевые работы

При испытаниях крупнообломочных грунтов используется плоский штамп III типа согласно п. 5.2.4 ГОСТ 20276-2011 [28].

При испытаниях плоским штампом (III тип) стенки скважин крепятся буровыми трубами с целью исключения обвалов стенок скважины. Диаметр опытной буровой скважины должен быть не менее 325 мм [28, п. 5.1.3].

При испытаниях штамп с плоской подошвой устанавливается на дно выработки после зачистки забоя скважины специальным буровым наконечником-зачистителем в несколько приемов с его извлечением на поверхность после каждой зачистки [28, п. 5.3.3].

Штамп, прикрепленный к колонне труб диаметром 219 мм, имеющей направляющие хомуты, опускается в скважину и добивается плотного контакта штампа с грунтом не менее чем двумя поворотами колонны труб вокруг оси. Штамп должен быть установлен ниже обсадной трубы на глубину 2-3 см [28, п. 5.3.3].

После установки штампа монтируется устройство для нагружения штампа, анкерное устройство и измерительная система.

Нагрузка на штамп увеличивается ступенями давлений. В первую ступень давления был включен вес деталей установки, влияющих на нагрузку штампа. Каждая ступень давления выдерживается до условной стабилизации деформации грунта (осадки штампа). За критерий условной стабилизации деформации принимается скорость осадки штампа, не превышающая 0,1 мм.

По данным испытаний строят график зависимости осадки штампа от давления $S=f(P)$.



Рисунок 3.3 – Штамп ШВ-60 конструкции АО «Геотест» [63]

Для определения естественной влажности и плотности щебенистого грунта планируется применять радиоизотопный метод согласно ГОСТ 23061-2012 [37]. В качестве прибора планируется использовать влагоплотномер 3440 TROXLER (изготовитель фирма «Troxler Electronic Laboratories, Inc.», США) (рисунок 3.4). Принцип работы прибора основан на зависимости между плотностью контролируемого грунта и характеристиками ослабления и рассеяния потока гамма-излучения, влажность грунтов определяется методом нейтронного измерения, основанном на зависимости между содержанием воды в грунте и плотностью потока замедленных нейтронов в процессе их рассеяния на ядрах атомов водорода. Методика проведения испытания следующая: измерительный щуп, содержащий источники излучения, опускается в подготовленную скважину, после чего детекторами, размещенными в корпусе влагоплотномера производится совместная регистрация плотности потока гамма-излучения и замедленных нейтронов, прошедших через грунт.



Рисунок 3.4 – Влагоплотномер 3440 TROXLER [65]

3.3.4 Опробование

Все работы по опробованию проводятся в соответствии с ГОСТ 12071-2014 (Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов) [27].

Отбор образцов грунта нарушенной структуры, как описывалось выше, производится из колонковой трубы при бурении скважины без промывочной жидкости, чтобы сохранить природную влажность. Монолиты отбирают с помощью специального грунтоноса, разбирая его для извлечения образца предельно осторожно, предотвращая повреждение или раскрашивание пробы. Высота отобранного монолита для грунтов твердой и тугопластичной консистенции должна быть не менее 200 мм согласно ГОСТ 12071-2014 Таблица В.1 [27]. Все отобранные пробы обязательно документируются в журнале бурения и ведомости образцов, также заполняется этикетка, с указанием организации проводившей работы, названия или кодового шифра объекта, номера выработки, глубины отбора, краткого описания грунта, даты и фамилии геолога.

В соответствии с пунктом 4.2.6 ГОСТ 12071-2014 [27] для упаковки образцов грунта нарушенного сложения применяют тару, обеспечивающую сохранение мелких частиц грунта (мешочки из синтетической пленки, плотной ткани, водостойкой бумаги или полиэтилена); для образцов, требующих сохранения природной влажности, применяют боксы с герметически закрывающейся крышкой, вместе с образцом помещается этикетка.

Согласно пункту 4.5.4 ГОСТ 12071-2014 [27] монолит немерзлого грунта следует немедленно изолировать способом парафинирования, туго обмотать его слоем марли, пропитанной смесью парафина с гудроном. Затем весь монолит в марле надлежит покрыть слоем смеси парафина с гудроном, обмотать вторым слоем марли, пропитанной смесью парафина с гудроном, и еще раз покрыть слоем парафина с гудроном толщиной не менее 2 мм. До парафинирования на верхнюю грань монолита следует положить этикетку,

завернутую в полиэтиленовую пленку. Смесь парафина с гудроном, применяемая для парафинирования, должна иметь температуру 55–60 °С.

Транспортировка образцов должна исключать динамические или температурные изменения. Хранение образцов должно соответствовать требованиям, изложенным в пункте 4.6.1 ГОСТ 12071-2014 [27].

3.3.5 Лабораторные исследования

Общие положения

Испытания отобранных в процессе бурения проб грунтов выполняются с соблюдением требований следующих нормативных документов:

- ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация [26];
- ГОСТ 12248-2010 Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости [29];
- ГОСТ 23740-2016 Методы лабораторного определения содержания органических веществ [30];
- ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик [31];
- ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) и микроагрегатного состава [32];
- ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания Общие положения [33];

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

По пробам нарушенной структуры определяют: гранулометрический состав, естественную влажность, пределы пластичности глинистых грунтов, содержание органических веществ – для определения номенклатурного вида.

На образцах ненарушенной структуры помимо определения физических характеристик проводится комплекс определений физико-механических свойств: компрессионные и сдвиговые характеристики.

Коррозионные свойства грунтов к бетону и стали выполняются согласно СП 28.13330.2017 [19], ГОСТ 9.602-2016 [34].

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

Исследование образцов

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

Определение плотности частиц грунта производится пикнометрическим способом.

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

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

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

Испытания грунтов методом одноплоскостного среза

Существует два нормативных документа определяющих методы лабораторного определения сдвиговых характеристик грунтов: ГОСТ Р 54476-2011 [35] и ГОСТ 12248-2010 [29]. Проектом предусмотрены испытания, определенные в ГОСТ 12248-2010 [29], в котором непосредственно изложена схема испытания грунтов методом одноплоскостного среза.

Испытание грунта методом одноплоскостного среза проводят для определения следующих характеристик прочности: угла внутреннего трения (φ) и удельного сцепления (c) для песков (кроме гравелистых и крупных), глинистых и органоминеральных грунтов.

Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в одноплоскостных срезных приборах с фиксированной плоскостью среза путем сдвига одной части образца относительно другой его части горизонтальной нагрузкой при предварительном нагружении образца нагрузкой, нормальной к плоскости среза. Пример прибора одноплоскостного среза приведен на рисунке 3.5.



Рисунок 3.5 – Прибор одноплоскостного среза автоматизированный ГТ 1.2.11 производства ООО «НПП «Геотек» [61]

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

Испытания будут проводиться по схеме: консолидировано-дренированный (медленный) срез – для песков, глинистых и органоминеральных грунтов независимо от их коэффициента водонасыщения для определения эффективных значений (φ) и (c).

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

Образцы должны иметь форму цилиндра диаметром не менее 70 мм и высотой от $1/3$ до $1/2$ диаметра. Максимальный размер фракции грунта (включений, агрегатов) в образце должен быть не более $1/5$ высоты образца.

В состав установки для испытания грунта методом одноплоскостного среза должны входить:

- срезная коробка, состоящая из подвижной и неподвижной частей и включающая в себя рабочее кольцо внутренними размерами по п. 5.1.1.6 ГОСТ 12248-2010 [29], жесткие сплошные и перфорированные штампы;
- механизм для вертикального нагружения образца;
- механизм создания горизонтальной срезающей нагрузки;
- устройства для измерения деформаций образца и прикладываемой нагрузки.

Определение истираемости в полочном барабане

Истираемость щебня определяют по потере массы зерен при испытании пробы в полочном барабане с шарами. Барабан полочный диаметром 700, длиной 500 мм, снабженный на внутренней поверхности полкой шириной 100 мм (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 – Полочный барабан КП-123 [64]

Испытываемый щебень (гравий) не должен содержать пылевидных и глинистых частиц более 1 % по массе. В противном случае щебень (гравий) предварительно промывают и высушивают [36, раздел 4.10].

Щебень (гравий) фракций от 5 до 10, св. 10 до 20 и св. 20 до 40 мм в состоянии естественной влажности просеивают через два сита с отверстиями размеров, соответствующих наибольшему D и наименьшему d номинальным размерам зерен данной фракции. Из остатка на сите с отверстиями размером d отбирают две аналитические пробы по 5 кг с предельной крупностью зерен до 20 мм и две пробы по 10 кг фракции св. 20 до 40 мм [36, раздел 4.10].

При испытании щебня (гравия), состоящего из смеси двух или более смежных фракций, аналитические пробы готовят рассеиванием исходного материала на стандартные фракции и каждую фракцию испытывают отдельно. Щебень (гравий) крупнее 40 мм дробят до получения зерен мельче 40 мм и испытывают щебень (гравий) фракции св. 20 до 40 мм [36, раздел 4.10].

В случае одинакового петрографического состава фракций щебня (гравия) св. 20 до 40 и св. 40 до 70 мм истираемость последней допускается характеризовать результатами испытаний фракции св. 20 до 40 мм [36, раздел 4.10].

3.3.6 Камеральные работы

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

Результатом обработки полученных в ходе буровых, полевых, и лабораторных работ является инженерно-геологический отчет с текстовыми и графическими приложениями, которые обязательно содержат следующие сведения и данные согласно СП 47.13330.2016 [20]:

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

Графическая часть технического отчета должна содержать:

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

4 Социальная ответственность

Введение

Участок проектируемого трамплина находится в Октябрьском районе г. Красноярска.

Местность представляет собой северо-восточный склон Николаевской сопки. Поверхность склона частично задернована с редким смешанным лесом (береза, редко сосна и осина). Абсолютные отметки поверхности изменяются от 320 до 390 м.

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

Цель работы – изучение инженерно-геологических условий Октябрьского района г. Красноярска и разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство спортивного сооружения – трамплина.

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

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно статье 37 Конституции РФ каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены.

В Трудовом кодексе РФ имеется специальный раздел X «Охрана труда», где заложены требования к работодателю и гарантируются права работников.

Согласно статье 212 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель обязан обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;
- применение сертифицированных средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, проведение инструктажа по охране труда, стажировки на рабочем месте и проверки знания требований охраны труда;
- создание и функционирование системы управления охраной труда;
- недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда [6, с. 318-319].

При производстве инженерно-геологических работ для проектирования трамплина на Николаевской сопке в Октябрьском районе г. Красноярска должны соблюдаться общие эргономические требования к компоновке проектируемой рабочей зоны в производственных условиях для создания комфортной рабочей среды, размещения работающего человека с учетом рабочих движений и перемещений в соответствии с требованиями технологического процесса. Для этого должны соблюдаться следующие условия:

- выполнение основных и вспомогательных операций в удобном рабочем положении, соответствующем специфике трудового процесса, и с применением наиболее эффективных приемов труда;
- расположение средств управления в пределах оптимальных границ пространства перемещений человека;

- сохранение оптимального обзора источников визуальной информации при смене рабочей позы и рабочего положения;
- свободный доступ к местам профилактических осмотров, ремонта и наладки, удобства их выполнения;
- рациональное размещение оборудования, безопасность работающих.

4.2 Производственная безопасность

Для решения задач по изучению инженерно-геологических условий участка проектирования трамплина на Николаевской сопке в Октябрьском районе г. Красноярска предусмотрены следующие виды работ:

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

На основе запроектированных работ выявлены источники потенциальной опасности, распознавание которых приведено на основании ГОСТ 12.0.003-2015 [38]. Источники опасности разделены на виды опасных и вредных факторов, соответствующие каждому этапу изысканий (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Основные элементы производственного процесса инженерно-геологических работ, формирующие опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Полевой	Лабораторный	Камеральный	
1. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	+			ГОСТ 12.0.003-2015[38]; ГОСТ 12.2.003-91[42]; ГОСТ 12.1.038-82 [48]; ГОСТ 12.1.003-2014[50]; ГОСТ 12.1.012-2004[49]; ГОСТ 12.1.045-84[51]; ГОСТ 12.1.005-88[52]; ГОСТ 12.1.004-91[44]; ГОСТ 12.4.011-89[53]; ГОСТ 12.4.253-2013[59]; СП 12.13130-2009[24]; ГОСТ Р 12.4.289-2013[40]; ГОСТ 12.4.246-2016[39]; СанПиН 2.2.4.548-96[54]; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-2003[55]; ГОСТ 25932-83[41].
2. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	
3. Превышение уровня шума	+	+		
4. Повышенный уровень вибрации	+			
5. Повышенный уровень электромагнитных излучений	+	+	+	
6. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
7. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека		+	+	
8. Повреждения в результате контакта с насекомыми.	+			
9. Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	+			

4.2.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению воздействия

Полевой этап

Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны

Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны может происходить во время производства буровых работ при использовании компрессора на буровой установке. Во время продувки скважины сжатым воздухом на поверхность выносится большое количество измельченной до состояния пыли породы, что может привести к загрязнению воздуха в радиусе

нескольких метров. В данном случае следует защитить органы дыхания, глаза и тело работников буровой бригады.

Для защиты органов дыхания, согласно ГОСТ 12.4.246-2013, следует использовать противоаэрозольный фильтр, отвечающий нормативным характеристикам, таким как: сопротивление воздушному потоку, проницаемость, устойчивость к запылению, а также обеспечивающий герметичное присоединение [39].

Для защиты органов зрения следует применять средства индивидуальной защиты глаз (СИЗ глаз). СИЗ глаз не должны иметь острых кромок, выступающих частей или других дефектов, которые могут наносить вред при эксплуатации и не вызывающих раздражения при контакте с кожей. Данные СИЗ должны обеспечивать требуемый уровень светопропускания и быть устойчивыми к грубодисперсным аэрозолям (пыли). Также должна обеспечиваться должная защита органов зрения.

При работах следует применять спецодежду для защиты от пыли, которая регламентируется ГОСТ Р 12.4.289-2013 [40].

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

К микроклиматическим показателям относятся температура, влажность и скорость движения воздуха. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшает его самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям.

Так как полевые работы планируется проводить в теплый период года на самочувствие работников могут влиять высокая температура воздуха и интенсивное тепловое излучение. Средняя максимальная температура июля – 24,5 °С. Относительная влажность может достигать до 76% в августе.

Для поддержания теплового комфорта и высокой работоспособности в зоне работ следует обустроить навес из непрозрачного материала, одежда рабочих должна быть светлых тонов, легкая и свободная, из натуральных тканей.

Во время выпадения атмосферных осадков выполнение работ на открытом воздухе приостанавливается.

Превышение уровня шума

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

Таблица 4.2 – Пределы действия уровня шума [6, с. 140]

Частота, Гц	1-7	8-11	12-20	20-100
Предельные уровни шума, дБ	150	145	140	135

В целях защиты следует применять СИЗ, такие как ушные вкладыши, наушники и шлемофоны. В условиях повышенного шума рекомендуется применять наушники, которые обеспечивают надежную защиту органов слуха.

Повышенный уровень вибрации

Источниками вибрации при работах могут быть двигатели и механизмы буровой установки. При работе строительных машин и технологических процессов существуют горизонтальные и вертикальные толчки и тряска, сопровождающиеся возникновением периодических импульсных ускорений. При частоте колебаний от 1 до 10 Гц предельные ускорения равны 10 мм/с, являются неощутимыми, 40 мм/с – слабоощутимыми, 400 мм/с – сильно ощутимыми и 1000 мм/с – вредными. Низкочастотные колебания с ускорением 4000 мм/с – непереносимые.

В качестве средств индивидуальной защиты для машиниста буровой установки необходимо использовать специальную обувь на массивной

резиновой подошве. Для защиты рук служат рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки, которые изготовляют из упругодемпфирующих материалов. Также необходима правильная организация режима труда и отдыха.

Повышенный уровень электромагнитных излучений

При производстве полевых работ на работников может оказывать вредное воздействие ультрафиолетовое излучение (УФИ) – это оптическое излучение с длинами волн, меньшими 400 нм.

В данном случае при производстве полевых работ вредное воздействие поступает от естественного источника УФИ – солнца.

Наиболее эффективным средством для ограничения вредного воздействия УФИ станет использование индивидуальных средств защиты в виде спецодежды из льняных и хлопчатобумажных тканей. На открытые участки тела необходимо наносить мази, содержащие вещество, служащее светофильтрами для этих излучений (салол, салицилово-метиловый эфир и пр.).

При работе инженера-геолога с радиоизотопным влагоплотномером (РВПП) создается угроза возможного поражения от воздействия ионизирующего излучения – это электромагнитное излучение, которое создается при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образует при взаимодействии со средой ионы различных знаков.

Перед проверкой РВПП на функционирование, его монтажом на рабочем месте и подготовкой к работе необходимо убедиться путем внешнего осмотра в отсутствии механических повреждений источников ионизирующего излучения в конструкции РВПП и присоединительных кабелей. Необходимо проверить наличие пломбы на блоке с источником ионизирующего излучения.

Эксплуатация и проверка РВПП должна осуществляться в соответствии с инструкцией по эксплуатации, составленной на основании действующих "Основных санитарных правил работы с радиоактивными

веществами и другими источниками ионизирующих излучений" (ОСП-72/80) и "Санитарных правил устройств и эксплуатации радиоизотопных приборов" N 1946-78, утвержденных Главным Государственным санитарным врачом СССР.

Повреждения в результате контакта с насекомыми

В границах участка изысканий опасность представляют иксодовые клещи, являющиеся переносчиками заболеваний, таких как: боррелиоз, клещевой энцефалит, туляремия, и т.д.

Для предотвращения укусов клещей и последствий укусов, при полевых работах, следует носить специальную одежду с облегающими пояс, запястья и лодыжки эластичными поясками, использовать специальные отпугивающие репелленты в виде кремов и спреев, проводить регулярный осмотр на наличие пробравшихся под одежду насекомых, а также использовать противоэнцефалитные прививки, которые создают у человека иммунитет.

Если произошел укус, то насекомое следует вынуть, аккуратно пинцетом раскачивая его в ранке, предварительно смазав его маслом или керосином. Необходимо проследить, чтобы в ранке не остался хоботок насекомого. Место укуса следует продезинфицировать, а само насекомое сдать на анализ в орган СЭС. Незамедлительно следует обратиться в травмпункт по месту пребывания для введения профилактической дозы иммуноглобулина.

Тяжесть физического труда

По тяжести труда различают несколько классов, характеристики которых приведены в Р 2.2.2006-05 [57].

В проекте инженерно-геологических изысканий для строительства трамплина на Николаевской сопке в Октябрьском районе г. Красноярска предусматривается бурение скважин глубиной не более 10-25 м. Согласно табл. 17 Р 2.2.2006-05 [57], по большинству показателей тяжести трудового процесса класс условий труда является оптимальным. По показателю 6

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

Для облегчения тяжелого физического труда используется автоматизация, и правильная организация рабочего времени.

Проанализировав все вышеперечисленные факторы, делаем вывод о том, что наше рабочее место, предназначенное для полевых работ, соответствует принятым нормам

Лабораторный и камеральный этап

Отклонение показателей микроклимата в помещении

Таблица 4.3 – Оптимальные и допустимые нормы параметров микроклимата в рабочей зоне производственных помещений [6, с. 92]

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Оптимальная	Допустимая на непостоянных рабочих местах, не более	Оптимальная	Допустимая, не более	Оптимальная, не более	Допустимая
Теплый	Легкая Ia	25...25	30	40...60	55 (при 28° С)	0,1	0,1...0,2
	Легкая Ib	22...24	30		60 (при 27° С)	0,2	0,1...0,3
	Средней тяжести IIa	21...23	29		65 (при 26° С)	0,3	0,2...0,4
	Средней тяжести IIб	20...22	29		70 (при 25° С)	0,3	0,2...0,5
	Тяжелая III	18...20	28		70 (при 24° С и ниже)	0,4	0,2...0,6

В помещениях, где планируется проводить лабораторные испытания грунтов и камеральную обработку должны присутствовать системы

отопления и вентиляции. Система отопления должна обеспечить нагрев воздуха в помещении в холодный период, также отвечать нормам пожарной и взрывной безопасности. Вентиляция должна обеспечивать приток свежего воздуха из расчета 50-60 м³ на одного человека и не менее двукратного воздухообмена в час.

Повышенный уровень электромагнитных излучений

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

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

К мероприятиям, обеспечивающим безопасность труда при работе с ЭВМ относят защиту расстоянием, временем, СИЗ, и прочее.

К организации рабочего места оператора ЭВМ предъявляются следующие требования: естественный свет должен падать сбоку, преимущественно слева; окна в помещении должны быть оборудованы жалюзи или занавесками; монитор должен находиться на расстоянии 60-70 см от уровня глаз на 20 градусов ниже.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

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

Во время работы на ЭВМ, как правило, используют естественное освещение, причем световые проемы в целях уменьшения засветки устанавливают в северных направлениях здания. Если экран ЭВМ направлен на оконный проем, то следует использовать светорассеивающие приспособления, такие как жалюзи или шторы.

Основные требования и значения нормируемой освещённости рабочих поверхностей изложены в СНиП 23-05-95 и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Выбор освещённости осуществляется в зависимости от размера объёма различения (толщина линии, риски, высота буквы), контраста объекта с фоном, характеристики фона.

4.2.2 Анализ опасных производственных факторов обоснование мероприятий по снижению воздействия

Полевой этап

Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования

При полевом этапе работ используется буровая установка ЛБУ-50-30 на базе трелевочного трактора ТЛ-5АЛМ, включающая в себя различные движущиеся детали и механизмы, например: бурильные трубы, породоразрушающий инструмент, домкраты, карданные валы и прочее. Несоблюдение правил техники безопасности может привести к травмированию персонала и несчастным случаям на производстве. Следовательно, каждый работник обязан пройти инструктаж по технике безопасности при работе с данным оборудованием. Основным документом, регламентирующим безопасную работу с движущимися механизмами, является ГОСТ 12.2.003-91.

Все работы и действия, осуществляемые при эксплуатации буровой установки и бурового основного и вспомогательного инструмента, должны проводиться в строгом соответствии с утвержденным проектом на бурение инженерно-геологических скважин, должностными инструкциями, инструкциями по эксплуатации соответствующего оборудования, регламентирующими требования техники безопасности.

Поражение электрическим током

При работе на открытом воздухе существует риск поражения атмосферным электричеством (молнией), поэтому запрещается проводить

работы во время грозы, а также находиться ближе 10 метров от заземляющих устройств грозозащиты согласно ГОСТ 12.1.019-79 [43].

Электроустановки при проведении полевых работ не используются. Электропитание РВПИ происходит от сухих гальванических элементов. Безопасная эксплуатация прибора должна производиться согласно прилагаемой к нему инструкции.

Лабораторный и камеральный этап

Поражение электрическим током

Электронасыщенность современного производства формирует электрическую опасность, источником которой могут быть электрические сети, электрифицированное оборудование и инструмент, вычислительная и организационная техника, работающая на электричестве.

Основной причиной несчастных случаев, связанных с электрическим током в производственных помещениях, является неисправность электроприборов.

При использовании электроприборов в камеральный период следует убедиться в их исправности, наличии заземления, целостности изоляции проводников.

Нормативными документами являются ГОСТ Р 12.1.019-2009 и ГОСТ 12.1.038-82.

Потенциальную опасность при камеральной обработке данных и лабораторных исследованиях могут представлять такие приборы как ЭВМ, сушильные камеры, дробилки, вибросита и прочие устройства, использующие при работе электрическую энергию. В процессе использования данного оборудования, в случае нарушения изоляции, заземления или внутренних электрических цепей, может произойти замыкание на корпус провода с электрическим потенциалом. При прикосновении к корпусу такого оборудования человек может получить удар электрическим током. Поражение электрическим током бывает биологическое, термическое или электролитическое.

Для предотвращения несчастных случаев, связанных с электричеством, следует установить следующие меры безопасности:

- все работы по подключению и отключению ЭВМ и периферийных устройств должны происходить при отключенном электропитании;
- все узлы одного компьютера и периферийное оборудование должно питаться от одной фазы сети;
- для отключения должен использоваться отдельный электрический щит с установленными автоматами защиты (УЗО, дифференциальный автомат);
- состояние проводов, изоляции и заземления должно регулярно контролироваться;
- должны быть разработаны инструкции по обслуживанию и эксплуатации, обязателен контроль за их соблюдением.

4.3 Экологическая безопасность

Инженерно-геологические работы, как и прочие производственные виды деятельности человека, могут наносить вред окружающей среде (табл. 4.4). При производстве работ выполняются все положения по охране недр, окружающей среды, охране атмосферного воздуха, о животном мире, об отходах производства и потребления, правила пожарной безопасности и т.д. К нормативным документам, регламентирующим экологическую безопасность, относятся ГОСТ 17.2.1.04-77 [45], ГОСТ 17.1.3.06-82 [46], ГОСТ 17.4.3.04-85 [47].

Таблица 4.4 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при инженерно-геологических работах

Природные ресурсы, компоненты геологической среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Почвы	Загрязнение горюче-смазочными материалами	Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники
Грунты	Нарушение состояния геологической среды	Ликвидационный тампонаж скважин, геомониторинг

Природные ресурсы, компоненты геологической среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Атмосферный воздух	Загрязнение атмосферного воздуха при работе оборудования	Установление нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферный воздух.
Подземные и поверхностные воды	Загрязнение горюче-смазочными материалами	Техническое обслуживание техники на специально оборудованных местах

Защита литосферы. При производстве работ должна производиться установка маслосборников для быстрого удаления ГСМ. После завершения бурения каждой горной выработки должна производиться ликвидация скважин методом обратной послойной засыпки ствола извлеченным грунтом с послойной трамбовкой. По окончании буровых работ должна быть проведена техническая рекультивация, то есть комплекс мероприятий по восстановлению земельных отводов. Оборудование и вспомогательный инструмент демонтируют и вывозят, остатки дизельного топлива и моторного масла также вывозятся. Биологическая рекультивация не предусмотрена, так как участок изысканий является территорией проведения строительно-планировочных работ для подготовки к возведению спортивных сооружений.

Защита атмосферы. Источником атмосферного загрязнения является буровая установка. Для уменьшения загрязнения атмосферного воздуха осуществляется выбор режима работы технологического оборудования и технологий, обеспечивающих соблюдение нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) и поддержание уровня загрязнения атмосферного воздуха ниже ПДК.

Защита гидросферы. Загрязнение поверхностных и подземных вод при проведении буровых работ возможно от дизельных агрегатов буровой установки в случае утечек горюче-смазочных материалов. Для предотвращения и снижения возможного негативного воздействия на

природные поверхностные и подземные водные объекты, необходимо предусмотреть мероприятия, направленные на охрану и рациональное использование водных ресурсов: слив ГСМ только на специально оборудованных местах, проведение технического обслуживания буровой установки на специально оборудованной площадке.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [58]. Чрезвычайные ситуации по источнику возникновения делятся на природные, техногенные, экологические и биолого-социальные. К наиболее вероятным на объекте инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина на Николаевской сопке в Октябрьском районе г. Красноярска относятся ЧС природного и техногенного характера.

Чрезвычайные ситуации природного характера.

Землетрясения. На территории, где расположен участок изысканий, возможно проявление сейсмических явлений. Интенсивность сейсмического воздействия для г. Красноярска принимается равной 6 баллов. При возникновении землетрясения работникам буровой бригады необходимо перейти на открытое место, держаться подальше от линии электропередачи, деревьев и зданий. При нахождении в здании инженерно-техническому персоналу необходимо лечь на пол у внутренней стены или встать в дверном проеме несущей стены, держаться подальше от окон, висящих предметов, высокой мебели, не покидать помещение пока не прекратятся толчки.

Чрезвычайные ситуации техногенного характера.

Пожары (взрывы) в зданиях. Согласно СП 12.13130.2009 таблице 1 [24], помещения, для лабораторных и камеральных работ, относятся к категории В4 взрывопожарной и пожарной опасности, из-за наличия горючих материалов (пластик, деревянная мебель).

При работе следует соблюдать технику противопожарной безопасности, регламентированную на предприятии. Аварийные выходы следует содержать в исправном состоянии, запрещается загромождать коридоры, лестничные пролеты и площадки, персонал должен проходить обязательный противопожарный инструктаж, должны присутствовать противопожарный информационный стенд и планы эвакуации, оборудование пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения должно находиться в исправном состоянии и проходить регулярные проверки, средства огнетушения должны содержаться в исправном состоянии, проходить регулярные проверки, испытания и заправку.

Для оперативной ликвидации возможного возгорания на предприятии должен присутствовать стенд с противопожарным оборудованием, содержание которого должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004-91 [44]. Стенд включает в себя: огнетушитель ОУ-5, ведро пожарное, лом, багор, топор, ящик с песком 0,2 м³.

Пожарный щит необходим для неотложных мер при тушении возможного возгорания до приезда пожарной бригады. В случае необходимости пожарную бригаду следует вызывать по номеру 01, или с мобильного телефона по номерам 010, 112. Диспетчеру следует назвать адрес, обозначить очаг возгорания и свою фамилию.

Помещения лабораторных и камеральных работ должны быть оснащены огнетушителями ОУ-5 или системой автоматического пожаротушения, а также пожарной сигнализацией.

В случае обнаружения пожара в здании необходимо немедленно вызвать пожарную охрану. Ни в коем случае не тушить водой горящие электропроводку и электроприборы, находящиеся под напряжением – это

опасно для жизни. Не следует также оставаться в задымленном помещении сверх необходимого.

Пожары (взрывы) на транспорте. При проведении инженерно-геологических работ на участке изысканий могут возникнуть чрезвычайные ситуации техногенного характера: пожар во время эксплуатации буровой установки. Причиной возникновения пожара может послужить неисправность двигателей и топливной системы буровой установки. В качестве профилактических мер предупреждения необходимо производить плановый осмотр и ремонт техники, а также проверять наличие и исправность огнетушителя в салоне транспортной базы. При возникновении пожара нужно немедленно воспользоваться порошковым огнетушителем. При невозможности самостоятельно ликвидировать такой пожар следует незамедлительно сообщить в пожарную службу для предотвращения возможного распространения очага возгорания и эвакуироваться в безопасное место.

Выводы

Производственные процессы часто являются источниками опасности для человека. Мероприятия по снижению этих опасностей необходимы для общества в целом. Сознательное отношение субъекта социальной деятельности к требованиям социальной необходимости, понимание последствий осуществляемой деятельности для социального прогресса являются необходимыми условиями при реализации производственных проектов. Принятые проектные решения, исключая несчастные случаи в производстве, и предусматривающие снижение вредных воздействий на окружающую среду должны внедряться в полном объеме при реализации данного проекта инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина на Николаевкой сопке в Октябрьском районе г. Красноярска.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Цель работы изучить инженерно-геологические условия Октябрьского района г. Красноярска и разработать проект инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина на Николаевской сопке.

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

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

5.1 Оценка коммерческого и инновационного потенциала проекта

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Целевая аудитория результата научно-технического исследования представлена юридическими лицами Красноярского края, ведущими свою деятельность в сфере гражданского проектирования и строительства, а также в инженерно-изыскательском сопровождении этой деятельности (табл. 5.1).

Таблица 5.1 – Портрет потребителя НТИ

<i>Параметры</i>	<i>Краткое описание</i>
Организационно-правовая форма	Юридические лица
Географическое местоположение	Красноярский край
Отрасль экономики	Строительство и проектирование
Вид деятельности	Градостроительная деятельность

Пользователями данного решения являются инженеры-геологи, а также инженеры-проектировщики (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Заинтересованные стороны проекта

<i>Заинтересованные стороны проекта</i>	<i>Ожидания заинтересованных сторон</i>
Инженеры-геологи	Ознакомление с видами и методикой инженерно-геологических изысканий
Инженеры-проектировщики	Своевременное получение параметров природной среды для принятия проектных решений на стадии рабочей документации

Цели и результаты проекта в области ресурсоэффективности представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Цели и результат проекта в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения

<i>Цели проекта:</i>	1. Сократить сроки выполнения проектных работ.
<i>Ожидаемые результаты проекта:</i>	1. Экономия временных затрат при выполнении проектных работ. 2. Повышение рентабельности проектно-изыскательских работ.
<i>Критерии приемки результата проекта:</i>	Соответствие результатов целям проекта.
<i>Требования к результату проекта:</i>	<i>Требование:</i>
	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, проектная или проектно-изыскательская организация); вид услуги (комплексный продукт, инженерные изыскания, расчет устойчивости склона). Данные представим в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Карта сегментирования рынка услуг по выполнению инженерных изысканий и расчету устойчивости откосов

		Услуга (продукт)		
		Комплексный продукт (изыскания+расчет устойчивости склона)	Инженерно-геологические изыскания	Расчет устойчивости склона
Заказчики	Изыскательские организации			
	Проектные организации			
	Проектно-изыскательские организации			
		Фирма А – работает в сфере инженерных изысканий		
		Фирма Б – работает в сфере инженерных изысканий с предоставлением услуг по расчету устойчивости склона		

По результату сегментирования рынка видно, что сегмент по предложению комплексных услуг не занят. Таким образом, целесообразно рассмотреть возможность разработки комплексного продукта, сочетающего инженерно-геологические изыскания и расчет устойчивости склона. Данный комплексный продукт должен быть интересен изыскательским, проектным и проектно-изыскательским организациям при проектировании объектов на территориях с соответствующими геоморфологическими условиями (склон) и инженерно-геологическими процессами (склоновые процессы).

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Проведем оценку сравнительной эффективности проектной разработки с помощью оценочной карты. Для этого отберем две организации, осуществляющих деятельность отдельно в сфере инженерно-геологических изысканий (условно $B_{к1}$) и в сфере расчета устойчивости склонов (условно $B_{к2}$). Третья организация (B_{ϕ}) осуществляет деятельность в сфере инженерно-геологических изысканий, но в качестве продукта предлагает комплексный подход – расчет устойчивости склона на основании выполненных собственными силами инженерно-геологических 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 B_{ϕ} проигрывает, т.к. комплексность работ снижает производительность, а специализация ее увеличивает.
- Удобство в эксплуатации. Для заказчика комплексный подход всегда предпочтителен, поэтому организация B_{ϕ} выигрывает у конкурентов.

- Энергоэкономичность. Комплексность всегда ведет к экономии энергозатрат, организация Б_ф получает более высокую оценку.

- Надежность. По данному критерию организация Б_ф выигрывает, т.к. комплексность в данном виде работ, повышает надежность расчетов.

К экономическим критериям оценки эффективности отнесем следующие:

- Конкурентоспособность продукта. Комплексный продукт более конкурентоспособен, этим организация Б_ф выигрывает о конкурентов.

- Цена. При создании комплексного продукта возможности для оптимизации материальных затрат больше, Б_ф 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), Б_ф 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. Б_ф получает меньшую оценку.

Полученные результаты сведем в таблицу 5.5. В строке «Итого» указана сумма всех конкурентоспособностей по каждой организации. Анализ технических и экономических критериев показал, что организация, предлагающая комплексный продукт (Б_ф) обладает преимуществом по сравнению с конкурентами.

Таблица 5.5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,15	3,50	5,00	5,00	0,53	0,75	0,75
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5,00	4,00	4,00	0,75	0,60	0,60

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
3. Энергоэкономичность	0,15	5,00	4,00	4,00	0,75	0,60	0,60
4. Надежность	0,16	5,00	4,00	4,00	0,80	0,64	0,64
<i>Экономические критерии оценки эффективности</i>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,06	5,00	4,00	2,00	0,30	0,24	0,12
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>4,68</i>	<i>4,20</i>	<i>4,08</i>

SWOT-анализ. SWOT представляет собой комплексный анализ проекта инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина на Николаевской сопке в Октябрьском районе г. Красноярска.

SWOT-анализ проводится в несколько этапов.

На первом этапе проводится описание сильных и слабых сторон проекта, выявляются возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявлялись или могут проявляться в его внешней среде. Результаты первого этапа представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Матрица SWOT

Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Наличие квалифицированного персонала. С2. Более низкая стоимость работ по сравнению с конкурентами. С3. Наличие технической, транспортной базы, основной части технологического оборудования для проведения работ. С4. Большой опыт и репутация на рынке проектирования и выполнения инженерно-геологических изысканий.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Большой срок поставки недостающего технологического оборудования. Сл2. Отсутствие собственной ремонтно-механической мастерской. Сл3. Необходимость приобретения специального программного обеспечения для расчета устойчивости склона. Сл4. Необходимость дополнительного обучения сотрудников.
Возможности: В1. Появление спроса со стороны проектных организаций. В2. Сокращение сроков проектирования. В3. Благоприятная ситуация на рынке (не занятость ниши). В4. Использование возможности по привлечению молодых специалистов.	Угрозы: У1. Повышение стоимости специального программного обеспечения. У2. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе. У3. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды. У4. Ужесточение нормативных требований к выполнению работ.

На втором этапе выявляется соответствие сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. В рамках данного этапа строятся интерактивные матрицы проекта. Ее использование поможет разобраться с различными комбинациями взаимосвязей матрицы SWOT. Данные сведены в таблице 5.7

Таблица 5.7 – Интерактивная матрица проекта

Интерактивная матрица проекта

<i>Сильные стороны проекта</i>					
		C1	C2	C3	C4
	B1	0	+	0	+
	B2	+	-	+	+
	B3	+	+	+	+
	B4	-	-	-	-

B2B3C1, B1B3C2, B2B3C3, B1B2B3C4

Интерактивная матрица проекта

<i>Слабые стороны проекта</i>					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	-	-	+	+
	B2	-	-	+	+
	B3	-	-	+	+
	B4	-	-	-	-

B1B2B3Сл3, B1B2B3Сл4

Интерактивная матрица проекта

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

У2С2

Интерактивная матрица проекта

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

У1Сл3

На третьем этапе составляется итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 5.8).

Таблица 5.8 – SWOT-анализ

	<i>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</i>	<i>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</i>
	С1. Наличие квалифицированного персонала	Сл1. Большой срок поставки недостающего технологического оборудования.
	С2. Более низкая стоимость работ по сравнению с конкурентами	Сл2. Отсутствие собственной ремонтно-механической мастерской для быстрого выполнения возможных неполадок технических и технологических средств для выполнения проекта.
	С3. Наличие технической, транспортной базы, основной части технологического оборудования для проведения работ.	Сл3. Необходимость приобретения специального программного обеспечения для расчета устойчивости склона
	С4. Большой опыт и репутация на рынке проектирования и выполнения инженерно-геологических изысканий.	Сл4. Необходимость дополнительного обучения сотрудников
<i>Возможности:</i>	В2В3С1, В1В3С2, В2В3С3, В1В2В3С4	В1В2В3Сл3, В1В2В3Сл4
В1. Появление спроса со стороны проектных организаций		
В2. Сокращение сроков проектирования		
В3. Благоприятная ситуация на рынке (не занятость ниши)		
В4. Использование возможности по привлечению молодых специалистов		
<i>Угрозы:</i>	У2С2	У1Сл3
У1. Повышение стоимости специального программного обеспечения		
У2. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе		
У3. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды		
У4. Ужесточение нормативных требований к выполнению работ		

5.2 Формирование плана и графика внедрения проекта

В данной работе реализацию проекта инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина на Николаевской сопке в Октябрьском районе г. Красноярска осуществляет сектор геологии и геодезии отдела изысканий проектной организации, сектор выпуска проектной документации под руководством главного инженера проекта (ГИПа). Планирование работ позволяет распределить обязанности между исполнителями проекта, рассчитать заработную плату сотрудников, а также гарантирует реализацию проекта в срок. Последовательность и содержание работ, а также распределение исполнителей приведены в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания на проведение инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина	Главный инженер проекта (ГИП)
Разработка программы работ на выполнение инженерно-геологических изысканий	2	Составление и утверждение программы работ на проведение инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина	Инженер-геолог
Полевые работы	3	Топографо-геодезические работы	Инженер-геодезист и топорабочий
	4	Буровые работы и геологическая документация	Машинист буровой установки (МБУ) (два чел), инженер-геолог
	5	Полевые исследования грунтов и их документация	Инженер-геолог, МБУ (два чел.)
Лабораторные работы	6	Определение физико-механических свойств грунтов и составление протоколов	Инженер-лаборант (два чел.)
Камеральные работы	7	Обработка полученных результатов буровых, полевых и лабораторных работ и составление отчета об инженерно-геологических изысканиях	Инженер-геолог
Оформление и выпуск отчета	8	Печать, фальцовка, переплет отчета	Инженер сектора выпуска

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

Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты являются основной частью стоимости разработки проекта.

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

Среднее (ожидаемое) значение трудоемкости

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, (18)$$

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, (19)$$

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

Результаты расчета приведены в таблице 5.10.

Разработка графика проведения проекта

Диаграмма Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по разрабатываемому проекту представляются

протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

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

$$T_{ki} = T_{pi} + k_{\text{кал}}, \quad (20)$$

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (21)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году. Для 2019 года принимаем $T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}} = 118$ дней.

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

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

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

Для пятидневной рабочей недели коэффициент календарности равен:

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

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

Таблица 5.10 – Временные показатели проведения проекта инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина

Название работы	Трудоемкость работ															Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}					Длительность работ в рабочих днях, T_{ki}						
	t_{min} , чел-дн						t_{max} , чел-дн						$t_{ожс}$, чел-дн														
	ГИП	Инженер-геолог	МБУ (2 чел.)	Инж.-геодезист+топораб.	Инж.-лаборант (2 чел.)	Инженер сектора вып.	ГИП	Инженер-геолог	МБУ (2 чел.)	Инж.-геодезист+топораб.	Инж.-лаборант (2 чел.)	Инженер сектора вып.	ГИП	Инженер-геолог	МБУ (2 чел.)	Инж.-геодезист+топораб.	Инж.-лаборант (2 чел.)	Инженер сектора вып.	ГИП	Инженер-геолог	МБУ (2 чел.)	Инж.-геодезист+топораб.	Инж.-лаборант (2 чел.)	Инженер сектора вып.			
Составление и утверждение технического задания на проведение инженерно-геологических изысканий	1					2							1,4						1,4					2,07			
Составление и утверждение программы работ на проведение инженерно-геологических изысканий		1					2							1,4						1,4				2,07			
Топографо-геодезические работы				1					2							0,7							1,04				
Буровые работы и геологическая документация		10					20							14						4,67				6,91			
Полевые исследования грунтов и их документация		12					17							14						4,67				6,91			
Определение физико-механических свойств грунтов и составление протоколов					10					30						18							9			13,32	
Обработка полученных результатов буровых, полевых и лабораторных работ и составление отчета об инженерно-геологических изысканиях		15					25							19						19				28,12			
Печать, фальцовка, переплет отчета						2					4						2,8						2,8				4,14

Таблица 5.11 Календарный план-график проведения работ по инженерно-геологическим изысканиям под строительство трамплина на Николаевской сопке в Октябрьском районе г. Красноярска

№	Виды работ	Исполнители	T_{ki} , календ. дней	Продолжительность выполнения работ (01 июля-02 сентября)						
				Июль			Август			Сентябрь
1	Составление и утверждение технического задания на проведение изысканий	ГИП	2							
2	Составление и утверждение программы работ на проведение изысканий	Инженер-геолог	2							
3	Топографо-геодезические работы	Инженер-геодезист, топорабочий	1							
4	Буровые работы и геологическая документация	МБУ (два чел.), инженер-геолог	7							
5	Полевые исследования грунтов и их документация	МБУ (два чел.), инженер-геолог	7							
6	Определение физико-механических свойств грунтов и составление протоколов	Инженер-лаборант(2 чел.)	13							
7	Обработка полученных результатов буровых, полевых и лабораторных работ и составление отчета	Инженер-геолог	28							
8	Печать, фальцовка, переплет отчета	Инженер сектора выпуска	4							

На основе данных графика (таблица 5.11) можно сделать вывод, что продолжительность работ по выполнению инженерно-геологических изысканий займет 64 календарных дня. Начало работ приходится на первую декаду июля (01 июля), окончание работ произойдет в первой декаде сентября (02 сентября).

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

5.3 Бюджет затрат на проектирование

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

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

Расчет материальных затрат проекта

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

Таблица 5.12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, З _м , руб.
Буровые коронки М2	шт	5	1380,0	6900,0
Буровые коронки СА4	шт	10	1175,0	11750,0
Колонковая труба 146 мм	шт	1	8545,0	8545,0
Обсадная труба 168 мм	шт	4	3820,0	15280,0

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, $З_m$, руб.
Дизельное топливо	литр	1050	46,9	49245,0
Программное обеспечение	шт	1	81900,0	81900,0
Краска для принтера	шт	4	442,0	1768,0
Бумага А4 (500 листов)	пачка	2	310,0	310,0
Итого, руб				176008,0

В сумме материальные затраты составили 176008,0 рублей. Цены взяты средние по городу Красноярску.

Основная заработная плата исполнителей проекта

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

$$З_п = З_{осн} + З_{доп} \quad (22)$$

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

$$З_{осн} = З_{дн} * T_p \quad (23)$$

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

$$З_{дн} = \frac{З_m * M}{F_d}, \quad (24)$$

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

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{тс} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p, \quad (25)$$

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

Дополнительная заработная плата исполнителей проекта

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

Дополнительная заработная плата:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}}, \quad (26)$$

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

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

Результаты расчета основной и дополнительной заработной платы, которые в сумме образуют совокупную заработную плату всех исполнителей приведены в таблице 5.13

Таблица 5.13 – Расчет заработной платы

Исполнитель проекта	$З_{\text{тс}}$, руб	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р, раб. дн.}}$	$З_{\text{осн}}$, руб.	$k_{\text{доп}}$	$З_{\text{доп}}$, руб.	Итого, руб.
ГИП	25000	0,3	0,2	1,3	48750	2171,05	1,4	3039,47	0,135	410,33	3449,8
Инженер-геолог	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1302,63	29,74	38740,22	0,135	5229,93	43970,15
МБУ №1	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1302,63	9,34	12166,56	0,135	1642,49	13809,05
МБУ №2	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1302,63	9,34	12166,56	0,135	1642,49	13809,05
Инженер-геодезист	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1302,63	0,7	911,84	0,135	123,1	1034,94
Топорабочий	12000	0,3	0,2	1,3	23400	1042,11	0,7	729,48	0,135	98,48	827,96
Инженер-лаборант №1	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1302,63	9	11723,67	0,135	1582,7	13306,37
Инженер-лаборант №2	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1302,63	9	11723,67	0,135	1582,7	13306,37
Инженер сектора выпуска	12000	0,3	0,2	1,3	23400	1042,11	2,8	2917,91	0,135	393,92	3311,83
Итого основная зарплата по всем сотрудникам $З_{\text{осн}}$, руб											94119,38
Итого дополнительная зарплата по всем сотрудникам $З_{\text{доп}}$, руб											12706,14
Итого совокупная зарплата по всем сотрудникам $З_{\text{п}}$, руб.											106825,52

В результате данных расчетов посчитана основная заработная плата у исполнителей проекта. Из таблицы 5.13 видно, что ставка главного инженера проекта (ГИПа) наибольшая, но итоговая основная заработная плата получилась наибольшей у инженера-геолога, так как основная заработная плата зависит от длительности работы проекта.

Отчисления во внебюджетные фонды

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

$$З_{внеб} = k_{внеб} * (З_{осн} + З_{доп}), \quad (27)$$

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

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

В таблице 5.14 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей.

Таблица 5.14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата $З_{осн}$, руб.	Дополнительная заработная плата $З_{доп}$, руб.
ГИП	3039,47	410,33
Инженер-геолог	38740,22	5229,93
МБУ №1	12166,56	1642,49
МБУ №2	12166,56	1642,49
Инженер-геодезист	911,84	123,1
Топорабочий	729,48	98,48
Инженер-лаборант №1	11723,67	1582,7
Инженер-лаборант №2	11723,67	1582,7
Инженер сектора выпуска	2917,91	393,92
Итого, руб	94119,38	12706,14

Исполнитель проекта	Основная заработная плата $Z_{осн}$, руб.	Дополнительная заработная плата $Z_{доп}$, руб.
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
ГИП	1034,94	
Инженер-геолог	13191,05	
МБУ №1	4142,72	
МБУ №2	4142,72	
Инженер-геодезист	310,48	
Топорабочий	248,39	
Инженер-лаборант №1	3991,91	
Инженер-лаборант №2	3991,91	
Инженер сектора выпуска	993,55	
Итого $Z_{внеб}$, руб.	32047,66	

Накладные расходы

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

Накладные расходы:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей} \div 4) * k_{нр}, \quad (28),$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16 %. Сумма статей формируется из последовательного сложения материальных затрат $Z_{м}=176008,00$ (руб.), основной зарплаты $Z_{осн}=94119,38$ (руб.), дополнительной зарплаты $Z_{доп}=12706,14$ (руб.) и отчислений во внебюджетные фонды $Z_{внеб}=32047,66$ (руб.).

$$Z_{накл} = (Z_{м} + Z_{осн} + Z_{доп} + Z_{внеб}) * 0,16, \quad (29)$$

$$Z_{накл} = (176008,00 + 94119,38 + 12706,14 + 32047,66) * 0,16 = 50380,99 \text{ руб.}$$

Формирование затрат на проектирование

Определение затрат на проектирование инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина на Николаевской сопке в Октябрьском районе г. Красноярска приведено в таблице 5.15.

Таблица 5.15 – Бюджет затрат на проектирование инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина

Наименование статьи	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта, Z_m	176008,00	48,19
2. Затраты по основной заработной плате, $Z_{осн}$	94119,38	25,77
3. Затраты по дополнительной заработной плате, $Z_{доп}$	12706,14	3,48
4. Отчисления во внебюджетные фонды, $Z_{внеб}$	32047,66	8,77
5. Накладные расходы, $Z_{накл}$	50380,99	13,79
Бюджет затрат на проектирование	3655262,17	100

Бюджет всех затрат проекта равен 364542,97 рублей. Наибольший процент бюджета составляет материальные затраты проекта (48,19%).

5.4 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:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p \quad (29)$$

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 инженерно-геологических изысканий (условно аналог 1) и в сфере расчета устойчивости склона (условно аналог 2). Третья организация (текущий проект) осуществляет деятельность в сфере инженерно-геологических изысканий, но в качестве продукта предлагает комплексный подход – расчет

устойчивости на основании, выполненных собственными силами, инженерно-геологических изысканий.

Экспертным путем устанавливаем балльную оценку для текущего проекта и аналогов. Расчеты проводим по формуле (1). Полученные данные сводим в таблицу 5.16.

Таблица 5.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект (комплексный подход)	Аналог 1 (только ИГИ)	Аналог 2 (только расчет)
1. Повышение производительности труда пользователя	0,15	3,50	5,00	5,00
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5,00	4,00	4,00
3. Энергоэкономичность	0,15	5,00	4,00	4,00
4. Надежность	0,16	5,00	4,00	4,00
5. Конкурентоспособность продукта	0,06	5,00	4,00	2,00
6. Цена	0,15	5,00	4,00	4,00
7. Срок выполнения работ	0,13	5,00	4,00	4,00
8. Уровень проникновения на рынок	0,05	3,00	5,00	5,00
Итого:	1,00	4,68	4,20	4,08

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:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, (30)$$

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 (таблица 5.17).

Таблица 5.17 – Стоимость вариантов исполнения

Текущий проект (комплексный подход)	Аналог (раздельное выполнение)	Максимальная стоимость исполнения
364542,97	471262,79	1183316,00

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

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a}, \quad (31)$$

где $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта; $I_{\text{финр}}^p$ – интегральный показатель эффективности разработки; $I_{\text{финр}}^a$ – интегральный показатель эффективности аналога.

Результаты расчетов сведем в таблицу 5.118.

Таблица 5.18 – Сравнительная эффективность разработки

Показатель	Текущий проект (комплексный подход)	Аналог (расчет)
Интегральный финансовый показатель разработки $I_{\text{ф}}^p$	0,31	0,40
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки $I_{\text{м}}$	4,68	4,08
Интегральный показатель эффективности $I_{\text{финр}}^p$	4,99	4,48
Сравнительная эффективность вариантов исполнения $\mathcal{E}_{\text{ср}}$	1,11	

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 1,11 раза предпочтительнее аналога.

При оценке сравнительной эффективности было установлено, что с позиций финансовой и ресурсной эффективности текущий проект в 1,11 раза предпочтительнее аналога.

5.5 Расчет сметной стоимости проектируемых инженерно-геологических работ

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

Для расчета сметной стоимости инженерно-геологических изысканий будет применяться Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства 1999 г (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1991 года) [13].

В расчетах используется районный коэффициент для Красноярского края 1,3.

Таблица 5.19 – Смета на производство инженерно-геологических изысканий

№ п/п	Описание вида работ	Ед. изм.	Объем работ	Обоснование	Расчет стоимости	Стоимость
К-1,15+1,15=1,3 – Тб. 3 §5+п.8е-за район работ						
I Полевые работы						
1	Планово-высотная привязка, III категория сложности	1 выработка	9	Тб. 93 § 1	10.8 х 9	97.2
2	Механическое колонковое бурение 6 скважин диаметром св 160 мм до 250 мм глубиной 10-14 м всего 71 п. м. в том числе в породах:			Таб. 17 §7 К-0,9 прим. к табл.17		
	I категории	п.м.	2.4		2.4 х 62.0 х 0.9	133.9
	II категории	п.м.	17.8		17.8 х 66.3 х 0.9	1 062.1
	III категории	п.м.	4.4		4.4 х 72.7 х 0.9	287.9
	VII категории	п.м.	46.4		46.4 х 101.7 х 0.9	4 247.0
3	Механическое колонковое бурение 1 скважины диаметром св 160 мм до 250 мм глубиной 25 м в том числе в породах:			Таб. 17 §8 К-0,9 прим. к табл.17		
	I категории	п.м.	1.9		1.9 х 54.8 х 0.9	93.7
	VII категории	п.м.	23.1		23.1 х 90.5 х 0.9	1 881.5
4	Шнековое бурение 1 скважины 8,0 м и 1 скважины 10,0 м диаметром св 160 мм			Таб. 21 §4 прим. к табл.17		

	I категории	п.м.	1.0		1.0 x 10.1	10.1
	II категории	п.м.	8.3		8.3 x 10.8	89.6
	III категории	п.м.	1.2		1.2 x 11.6	13.9
	VII категории	п.м.	7.5		7.5 x 16.7	125.3
5	Крепление скважин при бурении скважин св 160 до 250 мм, св 250	п.м.	22.5	Таб. 18 §5 и 6	2.9 x 22.5	65.3
6	Отбор монолитов глубиной до 10 м	монолит	46	Таб. 57 §1	22.9 x 46	1 053.4
7	Испытания грунтов штампом 600 см2 в скважинах	1 испытание	3	Тб. 54 §15	394 x 3	1 182.0
Итого полевые работы						10 342.9
II прочие расходы						
1	Внутренний транспорт до 5-10 км – 8,75%		0.1250	Таб. 4 §3	0.1250 x 10343	1 293
2	Организация и ликвидация работ – 6%		0.06	п. 13 общ.ук.	0.06 x 11636	698
Итого прочих расходов:						1 991
Итого полевые работы и прочие расходы						12 334
III Лабораторные работы						
1	Влажность грунтов	образец	19	Таб.62 §1	4 x 19	76
2	Плотность влажного грунта методом режущего кольца	образец	9	Таб. 62 §4	4.5 x 9	41
3	Плотность влажного грунта методом гидростатического взвешивания с парафинированием	образец	10	Таб. 62 §3	5.7 x 10	57
4	Плотность частиц грунта пикнометрическим методом	образец	19	Таб. 62 §5	7.2 x 19	137
5	Гранулометрический анализ ситовым методом и методом ареометра, с разделением на фракции от 10 до 0,005 мм+зерновой состав щебня	образец	19	Таб. 62 §23	17.6 x 19	334
6	Сокращенный комплекс физико-механических свойств грунта при неконсолидированном срезе до 0,6 МПа	образец	18	Таб. 63 §13	114.4 x 18	2 059
7	Сокращенный комплекс физико-механических свойств грунта. Показатели сжимаемости и сопутствующие определения при компрессионных испытаниях с двумя ветвями нагрузки до 0,6 МПа	образец	18	Таб. 63 §18	147.5 x 18	2 655
8	Истираемость щебня в полочном барабане	образец	6	Таб. 72 §30	11.3 x 6	68
9	Коррозионная активность грунтов по отношению к стали	образец	6	Таб.75 §4	18.2 x 6	109
10	Коррозионная активность грунтов по отношению к бетону	образец	6	Таб.75 §5	25.4 x 6	152
Итого лабораторных работ						5 688
IV Камеральные работы						

1	Составление программы работ, III категория сложности	1 программа	1	Таб. 81 §3	800 x 1 x 0.5	400
2	Камеральная обработка буровых работ III категории	п.м.	114	Таб. 82 §1	9.4 x 114	1072
3	Камеральная обработка лабораторных работ физико-механических свойств: Глинистых грунтов	%	20	Таб. 86 §1	0.2 x 5427	1 085
4	Камеральная обработка определения коррозионной активности грунтов	%	15	Таб. 86 §8	0.15 x 262	39
5	Составление отчета, III кат. сложности	%	25	Таб 87 §1	0.25 x 2196	549
Итого камеральных работ						3 145
Итого полевых, лабораторных и камеральных работ с р.к.1,3						21 167
Итого по смете с индексом К=47,12						997 409
Договорная стоимость работ по измерению плотности радиоизотопным методом в ценах текущего года						50 000
Всего с НДС 20%						1 256 891

Сметная стоимость инженерно-геологических работ под строительство трамплина на Николаевской сопке в Октябрьском районе г. Красноярска составит один миллион двести пятьдесят шесть тысяч восемьсот девяносто один рубль (1 256 891 руб.) с учетом НДС.

Выводы

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, выполнен 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 64 календарных дня с первой декады июля до первой декады сентября.

В экономическом отношении были определены затраты на проектирование, плановая себестоимость работ составит 3655262,17 рублей, без учета налогообложения. Сметная стоимость инженерно-геологических работ составит один миллион двести пятьдесят шесть тысяч восемьсот девяносто один рубль (1 256 891 руб.) с учетом НДС.

Заключение

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

Также определена категория сложности инженерно-геологических условий, согласно СП 11-105-97, район изысканий отнесен к III категории сложности.

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

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

Разработаны нормы производственной и экологической безопасности при производстве работ.

Рассчитана сметная стоимость инженерно-геологических работ при проектировании трамплина на Николаевской сопке, которая составит один миллион двести пятьдесят шесть тысяч восемьсот девяносто один рубль (1 256 891 руб.) с учетом НДС.

Список литературы

Фондовая литература:

1. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях «Трамплин HS-20. Г. Красноярск, Октябрьский район, Николаевская сопка». - Красноярск: АО «Гражданпроект», 2018.
2. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях «Проект планировки и межевания спортивно-тренировочного комплекса «Академия зимних видов спорта» в районе «Николаевская сопка» Октябрьского района г. Красноярска». Красноярск: АО «Гражданпроект», 2011.
3. Технический отчет об инженерно-гидрометеорологических изысканиях «Трамплин HS-20. Г. Красноярск, Октябрьский район, Николаевская сопка». - Красноярск: АО «Гражданпроект», 2018.

Опубликованная литература:

4. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Серия Минусинская. Лист О-46-XXXIII (Красноярск). Объяснительная записка. - М., 2001.
5. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Изд. 2-е. Серия Минусинская. Лист N-46-III (Дивногорск). Объяснительная записка. - Спб., 2009.
6. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): Учеб. Пособие для вузов/П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев и др. - 4-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 2007.
7. Инженерно-геологические изыскания: учебник / Г.К. Бондарик, Л.А. Ярг. – 2-е изд. – М.: КДУ, 2008.
8. Инженерная геодинамика: учебное пособие / Т.Я. Емельянова. – 2-е изд. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009.
9. Климат Красноярска/Под ред. Ц.А. Швер и А.С. Герасимовой. – Ленинград Гидрометеоздат, 1982.

10. Ребрик Б. М. Бурение инженерно-геологических скважин: справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990.
11. Рекомендации по выбору методов расчета коэффициента устойчивости склона и оползневого давления. Л.К. Гинзбург. М.: ЦБНТИ, 1986.
12. Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов / ПНИИИС. - М.: Стройиздат, 1984.
13. Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства 1999 г
14. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения / Под общей ред. В.А. Ильичева и Р.А. Мангушева. – М.: Изд-во АСВ, 2014.
15. Солодухин М. А., Архангельский И. В. Справочник техника-геолога по инженерно-геологическим и гидрогеологическим работам, - М., 1982.
16. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие /Криницына З.В., Видяев И.Г.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.

Нормативная литература:

17. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81.
18. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений.
19. СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85.
20. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. СП 47.13330.2012 пункты 6.2.3, 6.2.5, 6.2.6, 6.3.2, 6.3.3, абзац последний п. 6.3.5, пункты 6.3.6-6.3.8, 6.3.15, 6.3.17, 6.3.21, 6.3.26, 6.3.28-6.3.30, 6.4.2, 6.4.3, 6.4.8, 6.7.1-6.7.5, приложение А.
21. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003.

22. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ.
23. СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства.
24. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
25. ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
26. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация.
27. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
28. ГОСТ 20276-2011 Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости.
29. ГОСТ 12248-2010 Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
30. ГОСТ 23740-2016 Методы лабораторного определения содержания органических веществ.
31. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
32. ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) и микроагрегатного состава.
33. ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания Общие положения.
34. ГОСТ 9.602-2016 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.
35. ГОСТ Р 54476-2011 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик сопротивляемости сдвигу грунтов в дорожном строительстве.
36. ГОСТ 8269.0-97. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний.

37. ГОСТ 23061-2012. Грунты. Методы радиоизотопных измерений плотности и влажности.
38. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
39. ГОСТ 12.4.246-2016 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Фильтры противоаэрозольные.
40. ГОСТ Р 12.4.289-2013 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от нетоксичной пыли. Технические требования.
41. ГОСТ 25932-83 Влагомеры-плотномеры радиоизотопные переносные для бетонов и грунтов. Общие технические условия.
42. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
43. ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
44. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
45. ГОСТ 17.2.1.04-77 Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения.
46. ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
47. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
48. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
49. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.

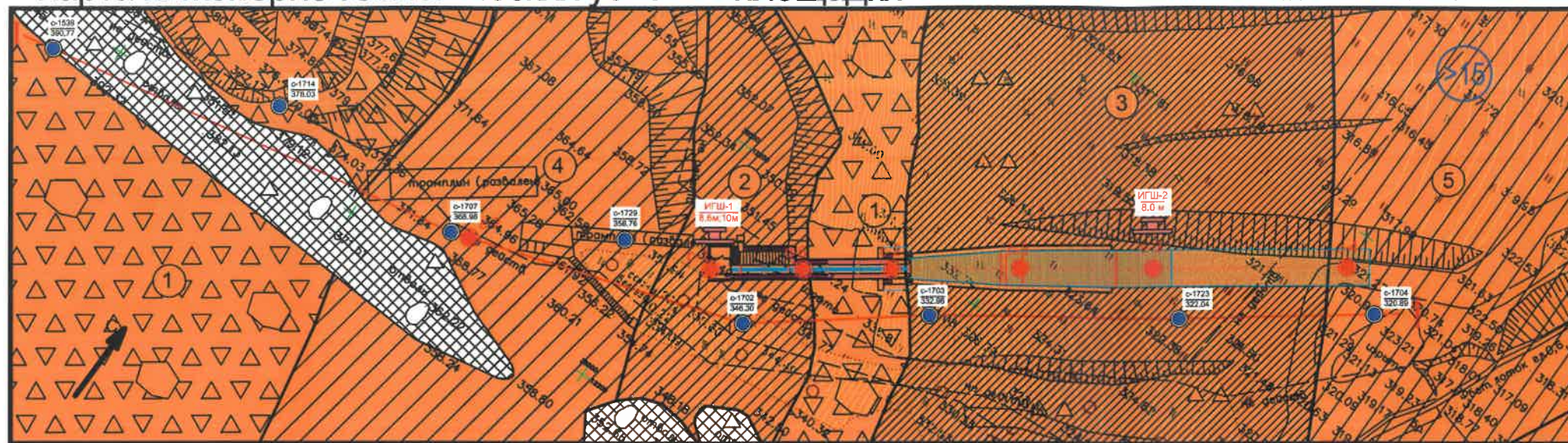
50. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.
51. ГОСТ 12.1.045-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
52. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
53. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
54. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
55. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-2003 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий".
56. РСН-74-88. Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству буровых и горнопроходческих работ.
57. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труд.
58. Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 23.06.2016) "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".
59. ГОСТ 12.4.253-2013 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования.

Интернет-ресурсы:

60. <http://www.kraskom.com/work/vodosnab/>
61. <http://www.npp-geotek.ru>
62. <https://gis2000.ru>
63. geotest.ru
64. <http://krasstrom.ru>
65. <https://all-pribors.ru>
66. <https://www.google.com/maps/>
67. <https://www.geomash.ru>

Карта инженерно-геологических условий площадки изысканий

Масштаб 1:500



Условные обозначения:

1. Стратиграфо-генетические комплексы

tQ IV	Современные техногенные отложения	dQ	Нерасчленные четвертичные делювиальные отложения
O ₂₋₃	Средне-, верхнеордовикские интрузивные отложения		

2. Инженерно-геологические элементы

	Почвенно-растительный слой с включением щебня от 10 до 25%
	Щебенистый грунт с суглинистым твердым заполнителем (35,2 %-10% глыб) 25,2 %
	Суглинок легкий песчанистый тугопластичный непросадочный
	Суглинок щебенистый легкий твердый, включения щебня и дресвы 38,2 %
	Суглинок легкий пылеватый мягкопластичный непросадочный
	Суглинок легкий песчанистый полутвердый непросадочный
	Гранит-порфир неразмягчаемый слабовыветрелый слабопористый, плотный, прочный
	Линза супеси

3. Гидрогеологические условия

>15 До глубины 15,0 м подземные воды не встречены

4. Инженерно-геологические разновидности грунтов по показателю текучести

5. Прочие обозначения

5.1 На карте

	Глыбовый материал		Линия разреза
	Проектируемая скважина, ее обозначение и номер		Горизонтали рельефа, м
	Скважина, ее обозначение, в числителе - номер скважины, в знаменателе - абс. отм. устья		Инженерно-геологический штамп, его обозначение и глубина испытания

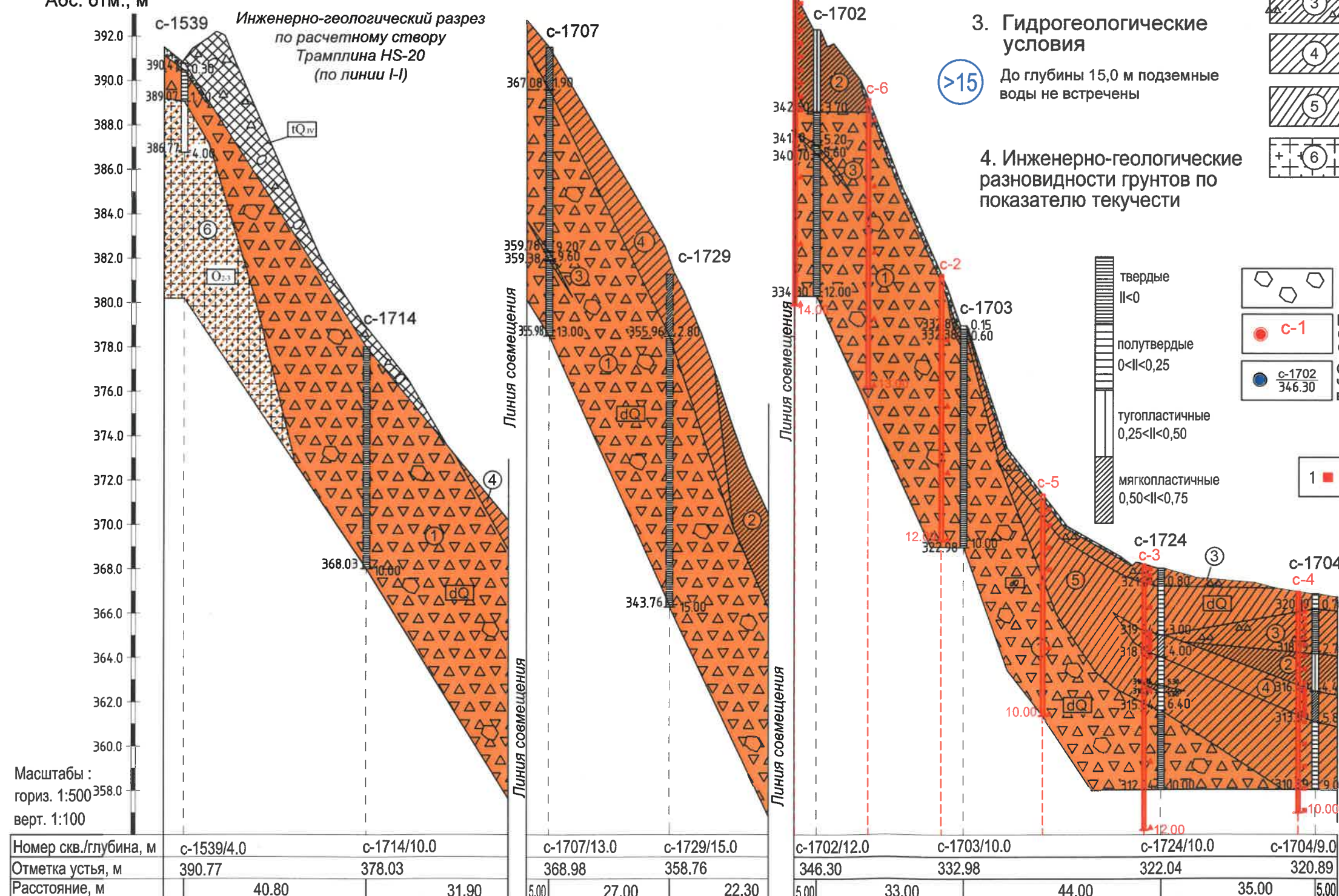
5.1 На разрезе

	Место отбора проб 1-ненарушенной структуры		Проектируемая инженерно-геологическая скважина
	2-нарушенной структуры		Снесенная на разрез пробуренная инженерно-геологическая скважина

	твердые $\Pi < 0$
	полутвердые $0 < \Pi < 0,25$
	тугопластичные $0,25 < \Pi < 0,50$
	мягкопластичные $0,50 < \Pi < 0,75$

Абс. отм., м

Инженерно-геологический разрез по расчетному створу Трамплина HS-20 (по линии I-I)



Масштабы:
гориз. 1:500
верт. 1:100

Номер скв./глубина, м	с-1539/4.0		с-1714/10.0		с-1707/13.0		с-1729/15.0		с-1702/12.0		с-1703/10.0		с-1724/10.0		с-1704/9.0					
Отметка устья, м	390.77		378.03		368.98		358.76		346.30		332.98		322.04		320.89					
Расстояние, м	40.80		31.90		5.00		27.00		22.30		5.00		33.00		44.00		35.00		5.00	

Мини-бюро	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2019г.
ИИПР	Специальность 21.05.02 - Прикладная геология Профиль подготовки: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания	гр. 3-213Б
Дипломный проект		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия Октябрьского района г. Красноярска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина на Николаевской сопке (Красноярский край)	
СОДЕРЖАНИЕ ЛИСТА	Карта инженерно-геологических условий площадки и инженерно-геологический разрез	Масштаб 1:500
СТУДЕНТ	Рубашкин А.С.	2
РУКОВОДИТЕЛЬ	Строкова Л.А.	
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП	Кузеванов К.И.	
КОНСУЛЬТАНТ	Строкова Л.А.	

Расчетная схема основания

Номер инженерно-геологического элемента	Показатели физико-механических свойств грунтов	Вид показателя	Цель определения
1.2, 3, 5	ρ_n –плотность	нормативный	Расчет природного давления
1, 2, 3, 5	$\rho_{п}$ –плотность	расчетный	Определение расчетного сопротивления
	$\varphi_{п}$ - угол внутреннего трения	расчетный	Определение границ условного фундамента
	I_L – показатель текучести	нормативный	Определение несущей способности свай
1	E – модуль деформации	нормативный	Расчет осадки
	ρ_n –плотность	нормативный	
1	$\rho_{п}$ –плотность	расчетный	Определение расчетного сопротивления грунта
	C_p – удельное сцепление	расчетный	
	$\varphi_{п}$ – угол внутреннего трения	расчетный	
	I_L – показатель текучести	нормативный	

Абс. отм., м

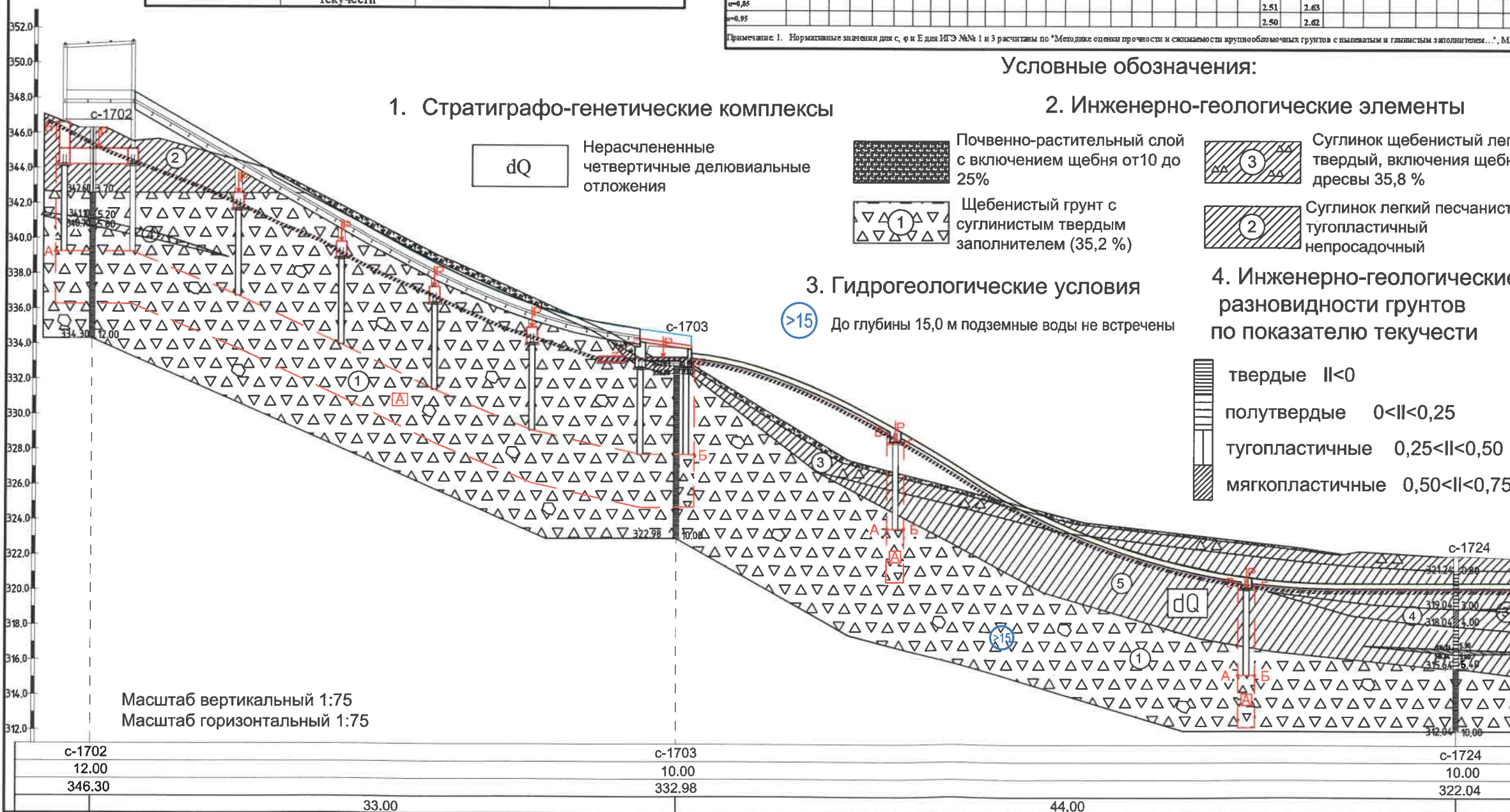


Таблица нормативных и расчетных значений показателей физико-механических свойств грунтов

[illegible]

Условные обозначения:

1. Стратиграфо-генетические комплексы

2. Инженерно-геологические элементы

dQ Нерасчлененные
четвертичные делювиальные
отложения

 Почвенно-растительный слой с включением щебня от 10 до 25%

 Щебенистый грунт с суглинистым твердым наполнителем (35,2 %)

	Суглинок щебенистый легкий твердый, включения щебня и дресвы 35,8 %
	Суглинок легкий песчанистый тугопластичный непроясочный



Суглинок легкий пылеватый
мягкопластичный
непроедающий

5 Суглинок легкий песчанистый полутвердый непросадочный

3. Гидрогеологические условия

>15 До глубины 15,0 м подземные воды не встречены

4. Инженерно-геологические разновидности грунтов по показателю текучести

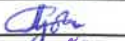
	твердые $\Pi < 0$
	полутвердые $0 < \Pi < 0,25$
	тугопластичные $0,25 < \Pi < 0,50$
	мягкопластичные $0,50 < \Pi < 0,75$

5. Прочие обозначения

The diagram consists of four vertically stacked rectangular boxes, each containing a red symbol and a corresponding text label to its right:

- Top box:** Contains the red text "АБВГ" (A, B, V, G) underlined. To its right is the text "Граница условного фундамента" (Boundary of the conditional foundation).
- Second box:** Contains a red arrow pointing downwards with the letter "P" above it. To its right is the text "Нагрузка от сооружения" (Load from the structure).
- Third box:** Contains a red square with a diagonal line from the bottom-left to the top-right. To its right is the text "Сфера взаимодействия, ее границы" (Sphere of interaction, its boundaries).
- Bottom box:** Contains a rectangle divided by a diagonal line from the bottom-left to the top-right. The bottom-left triangle is labeled with a circled "4" and the bottom-right triangle is labeled with a circled "5". To its right is the text "Граница инженерно-геологического элемента" (Boundary of the engineering-geological element).

Масштаб вертикальный 1:75
Масштаб горизонтальный 1:75

Министерство России	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2019г.
ИИШПР	Специальность 21.05.02 - Прикладная геология Профиль подготовки: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания	гр. 3-213Б
Дипломный проект		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия Октябрьского района г. Красноярска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство трассы на Николаевской сопке (Красноярский край)	
СОДЕРЖАНИЕ ЛИСТА	Нормативные и расчетные значения показателей физико-механических свойств грунтов и расчетная схема основания сооружения	Масштаб 1:75
СТУДЕНТ		Рубашкин А.С.
РУКОВОДИТЕЛЬ		Строкова Л.А.
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП		Кузванов К.И.
КОНСУЛЬТАНТ		Строкова Л.А.

Расчет устойчивости склона

Физико-механические свойства пород

	ρ	$\rho_{\text{пол}}$	$\rho_{\text{ос}}$	c	$c_{\text{ос}}$	$c_{\text{пол}}$	$c_{\text{д.в.м.}}$	ϕ	$\phi_{\text{ос}}$	$\phi_{\text{пол}}$	$\phi_{\text{д.в.м.}}$
	(т/м³)	(т/м³)	(т/м³)	т/м²	т/м²	т/м²	т/м²	град	град	град	град
ИГЭ-1	1.86	1.93	1.80	1.2	0.8	0.4	0.2	29	25.2	29	25.2
ИГЭ-2	2.04	2.18	1.99	1.2	0.8	0.4	0.2	29	25.2	29	25.2
ИГЭ-3	1.91	2.00	1.89	2.2	2.0	1.8	1.6	20.9	20	16.2	14.8
ИГЭ-4	2.01	2.12	1.98	2.2	1.5	2.2	1.5	22.5	19.6	22.5	19.6
ИГЭ-5	1.88	1.94	1.85	2.0	1.7	1.4	1.3	16	14.6	15.9	15.1
ИГЭ-6	1.9	2.02	1.86	2.8	2.4	1.6	1.5	21.7	20.7	17.2	16.4

Объем V блока массива грунта V=S*1

$S_{\text{треугольника}} = \frac{1}{2} * a * h \text{ (м}^2\text{)}$ $S_{\text{трапеции}} = \frac{a+b}{2} * h \text{ (м}^2\text{)}$

V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}
м³	м³	м³	м³	м³	м³	м³	м³	м³	м³
23.05	108	228	302.2	361	403.8	362.4	288.8	213.4	89.6

Длина поверхности скольжения I-I составляет L=215.8 м

Коэффициент внутреннего трения f породы при ϕ и $\phi_{\text{вод}}$ при $\alpha=0.95$

$f=\text{tg}\phi$	0.5543	$f=\text{tg}\phi_{\text{вод}0.95}$	0.4706
-------------------	--------	------------------------------------	--------

Естественное состояние склона

Удельный вес γ пород в естественном залегании $\gamma = \rho * g \text{ (т/м}^3\text{)}$

γ_1	γ_2	γ_3	γ_4	γ_5	γ_6	γ_7	γ_8	γ_9	γ_{10}
т/м³	т/м³	т/м³	т/м³	т/м³	т/м³	т/м³	т/м³	т/м³	т/м³
1.96	2.01	2.04	2.00	1.99	2.01	2.03	2.03	2.01	1.99

Примечание: удельный вес массива грунта каждого блока определен как средневзвешенное значение удельных весов ИГЭ, входящих в блок.
Ускорение свободного падения $g=9.81 \text{ м/с}^2$

Вес P массива грунта в естественном залегании $P=V*\gamma \text{ (т)}$

P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}
т	т	т	т	т	т	т	т	т	т
45.1	217.2	465.3	602.9	718.1	811.1	736.6	586.8	429.7	178

Составляющая силы тяжести T, сдвигающая массив грунта

$T=P*\sin\alpha \text{ (т)}$

T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}
т	т	т	т	т	т	т	т	т	т
3.15	30.23	88.78	145.85	209.95	277.41	287.81	257.24	208.32	96.95

Произведение составляющая силы тяжести N, удерживающей массив грунта и коэффициента внутреннего трения f породы

$P*\cos\alpha*\text{tg}\phi$

N_1*f	N_2*f	N_3*f	N_4*f	N_5*f	N_6*f	N_7*f	N_8*f	N_9*f	$N_{10}*f$
т	т	т	т	т	т	т	т	т	т
21.2	101.2	214.9	275.3	323.2	358.7	319.1	248.2	176.9	70.3

Удельный вес пород при $\alpha=0.95$ $\gamma = \rho_{0.95} * g \text{ (т/м}^3\text{)}$

γ_1	γ_2	γ_3	γ_4	γ_5	γ_6	γ_7	γ_8	γ_9	γ_{10}
т/м³	т/м³	т/м³	т/м³	т/м³	т/м³	т/м³	т/м³	т/м³	т/м³
1.92	1.97	1.99	1.96	1.95	1.96	1.98	1.98	1.96	1.93

Вес P массива грунта при с учетом γ при $\alpha=0.95$

$P=V*\gamma_{0.95}$

P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}
т	т	т	т	т	т	т	т	т	т
44.3	212.6	453.7	591	703.1	792.5	718.9	572.2	418.7	173.3

Составляющая силы тяжести T, сдвигающая массив грунта с учетом γ при $\alpha=0.95$

$T=P*\sin\alpha \text{ (т)}$

T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}
т	т	т	т	т	т	т	т	т	т
3.09	29.59	86.57	142.98	205.57	271.05	280.9	250.84	202.99	94.39

Произведение составляющая силы тяжести N, удерживающей массив грунта и коэффициента внутреннего трения f породы с учетом γ и $\phi_{\text{вод}}$ при $\alpha=0.95$

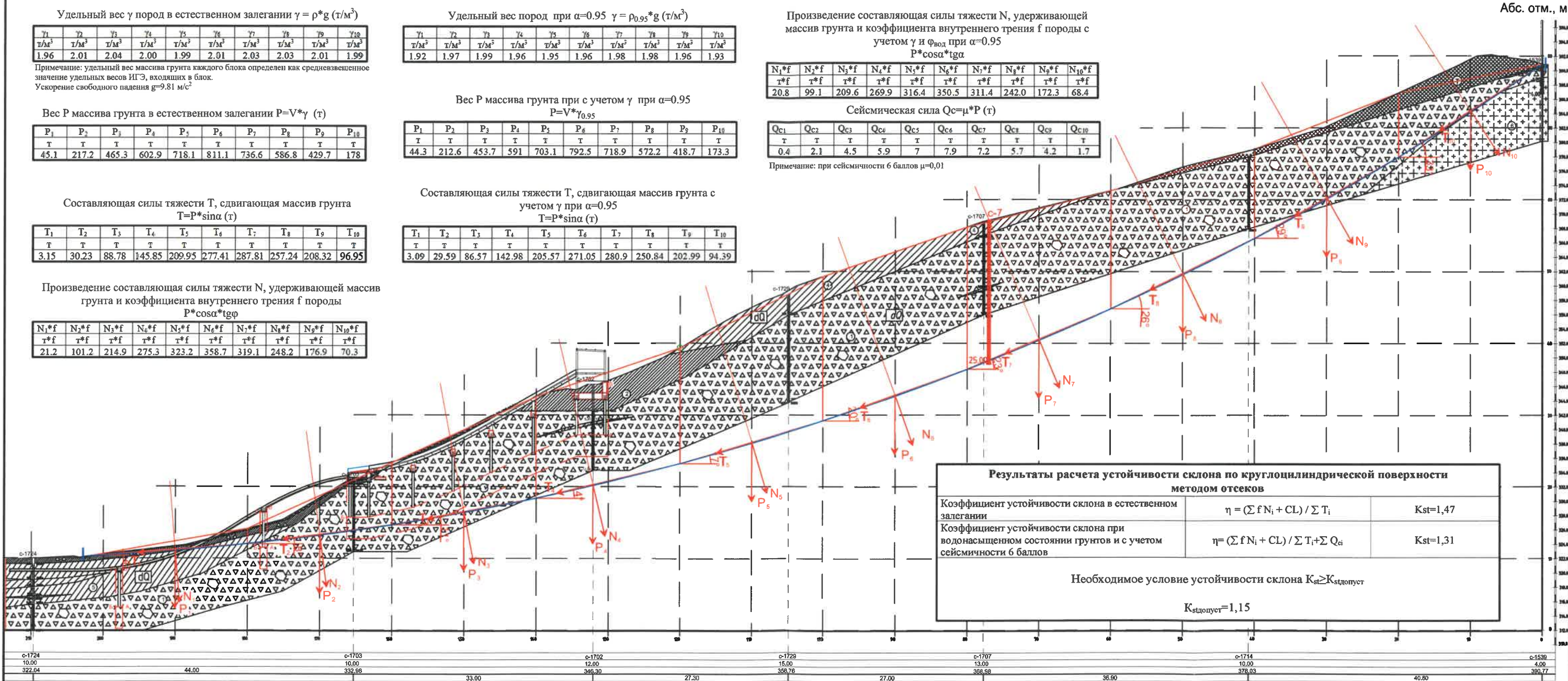
$P*\cos\alpha*\text{tg}\phi_{\alpha}$

N_1*f	N_2*f	N_3*f	N_4*f	N_5*f	N_6*f	N_7*f	N_8*f	N_9*f	$N_{10}*f$
т	т	т	т	т	т	т	т	т	т
20.8	99.1	209.6	269.9	316.4	350.5	311.4	242.0	172.3	68.4

Сейсмическая сила $Q_c=\mu*P \text{ (т)}$

Q_{c1}	Q_{c2}	Q_{c3}	Q_{c4}	Q_{c5}	Q_{c6}	Q_{c7}	Q_{c8}	Q_{c9}	Q_{c10}
т	т	т	т	т	т	т	т	т	т
0.4	2.1	4.5	5.9	7	7.9	7.2	5.7	4.2	1.7

Примечание: при сейсмичности 6 баллов $\mu=0,01$



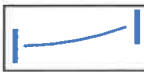
Результаты расчета устойчивости склона по круглоцилиндрической поверхности методом отсеков

Коэффициент устойчивости склона в естественном залегании	$\eta = (\sum f N_i + CL) / \sum T_i$	$K_{st}=1,47$
Коэффициент устойчивости склона при водонасыщенном состоянии грунтов и с учетом сейсмичности 6 баллов	$\eta = (\sum f N_i + CL) / \sum T_i + \sum Q_{ci}$	$K_{st}=1,31$

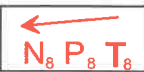
Необходимое условие устойчивости склона $K_{st} \geq K_{stdopust}$

$K_{stdopust}=1,15$

Условные обозначения:



Поверхность скольжения



Направление действующих на массив грунта сил N, P, T



Отдельные расчетные отсеки (блоки) массива грунтов: а - в форме треугольника, б - в форме трапеции



Угол наклона α отсека (блока) массива грунтов

Министерство России	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2019г.
ИШПР	Специальность 21.05.02 - Прикладная геология Профиль подготовки: Поиск и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания	гр. 3-2135
Дипломный проект		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия Октябрьского района г. Красноярск и проект инженерно-геологических изысканий под строительство трассы на Николаевской сопке (Красноярский край)	
СОДЕРЖАНИЕ ЛИСТА	Расчет устойчивости склона	Масштаб 1:200
СТУДЕНТ	Рубашкин А.С.	4
РУКОВОДИТЕЛЬ	Строкова Л.А.	
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП	Кузеванов К.И.	
КОНСУЛЬТАНТ	Строкова Л.А.	

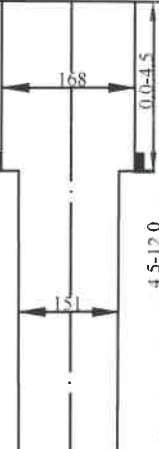
ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЙ НАРЯД
на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 12 м

Тип и группа скважин - Пб

Буровая установка - ЛБУ-50-30 на базе ТЛ-5АЛМ

Привод - от транспортной базы через
коробку отбора мощности (КОМ)

Способ бурения - колонковый "всухую"
Способ отбора монолитов - вдавливаемыми грунтоносами

Линейный масштаб, м	Геологический индекс	Геологическая часть							Техническая часть						
		Мощность слоев пород по оси скважины, м			Краткое описание горных пород	Категория пород по буримости	Лито-логическая колонка	Возможные осложнения	Конструкция скважины	Диаметр(мм) глубина(м)		Тип и марка породоразрушающего инструмента	Технологические параметры режима бурения	Примечание	
		от	до	всего						Бурения	Обсадки				
1	dQ	0,0	0,8	0,8	Суглинок щебенистый твердый	III		Стенки скважины неустойчивы в интервале 3,0-4,0 м		171/4,5	168/4,5	M2	Частота вращения инструмента до 120 об/мин, углубка за рейс 0,5-1,0 м, осевая нагрузка до 8,4 кН, частота расхаживания снаряда от 10 до 60 в 1 мин, высота подъема снаряда над забоем при расхаживании не более 10 см	Для отбора монолитов применяется грунтонос ГК 123x500 Л. Отбор проб нарушенной структуры производится из колонковой трубы.	
2		0,8	3,0	2,2	Суглинок полутвердый	II									
3		3,0	4,0	1,0	Суглинок мягкопластичный	I									
4		4,0	6,4	2,4	Суглинок полутвердый	II									
5		6,4	12,0	5,6	Щебенистый грунт с суглинистым заполнителем маловлажный, с включением глыб	VII				151/12,0					CA4
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															

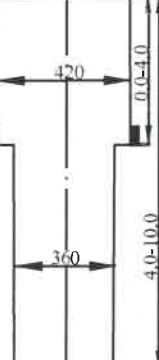
на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 10 м для проведения штампоопытов

Тип и группа скважин - Пбв

Буровая установка - ЛБУ-50-30 на базе ТЛ-5АЛМ

Привод - от транспортной базы через
коробку отбора мощности (КОМ)

Способ бурения - шнековый

1	dQ	0,0	3,7	3,7	Суглинок тугопластичный	II		Стенки скважины неустойчивы в интервале 0,0-3,7 м		420/4,0	407/4,0	3-х лопастное долото d=420 мм для ЛБУ-50 конструкции АО "Геомаш"	Частота вращения инструмента до 60 об/мин, углубка за рейс 2,0 м, осевая нагрузка до 10,0 кН	Без отбора проб грунта
2		3,7	10,0	6,3	Щебенистый грунт с суглинистым заполнителем маловлажный, с включением глыб	VII				360/12,0		3-х лопастное долото d=360 мм для ЛБУ-50 конструкции АО "Геомаш"	Частота вращения инструмента до 60 об/мин, углубка за рейс 0,5-2,0 м, осевая нагрузка до 18,0 кН	
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Министерство России	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2019г.
ИИПР	Специальность 21.05.02 - Прикладная геология Профиль подготовки: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания	гр. 3-213Б
Дипломный проект		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия Октябрьского района г. Красноярска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство трамплина на Николаевской сопке (Красноярский край)	
СОДЕРЖАНИЕ ЛИСТА	Геолого-технический наряд	Масштаб 1:200
СТУДЕНТ		Рубашкин А.С.
РУКОВОДИТЕЛЬ		Строкова Л.А.
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП		Кузеванов К.И.
КОНСУЛЬТАНТ		Шестеров В.П.
		5