TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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 работы
Инженерно-геологические условия п. Емельяново и проект инженерно-геологических изысканий под строительство сплинкерного резервуара в аэропорту «Емельяново» (Емельяновский район Красноярского края).

УДК 624.131.1:621.642.3:656.71(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-213Б	Пригарин Алексей Сергеевич		20.05.2019

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крамаренко В.В..	д.г.-м.н.		28.05.2019

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	Белоенко Е.В.	к.т.н.		23.05.2019

По разделу «Буровые работы»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шестеров В.П.			22.05.2019

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузеванов К.И.	к.г.-м.н.		30.05.2019

Томск – 2019 г.

Планируемые результаты освоения ООП
21.05.02 «Прикладная геология»

Код	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по специальности подготовки (универсальные)		
Р1	Применять *базовые* и *специальные* математические, естественнонаучные, гуманитар-ные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения *комплексных инженерных проблем* в области *прикладной геологии.*	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 3, 4, 6, 8, ОПК-5, 7, 8, ПК-1, 12, 14), СУОС ТПУ (УК 1,5), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EUR-ACE* и *FEANI*, Критерий АВЕТ- 3 a, c, h, j)
Р2	Использовать *базовые* и *специальные* знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления *комплексной инженерной деятельностью*.	Требования ФГОС ВО (ОК-2, 5, 8, ОПК -3, 4, 5, 6, 9, ПК- 2, 5-11, 16-20, ПСК-1.1, 1.2., 1.4., 1.6, 2.5., 2.6., 3.5., 3.8., 3.9), СУОС ТПУ (УК- 2, 5) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EUR-ACE* и *FEANI*, Критерий АВЕТ-3e,k)
Р3	Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты *комплексной инженерной деятельности* в области *прикладной геологии*.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, 8, ОПК-1, 2, 3, 4, 8, ПК-13, 16, ПСК-1.2.), СУОС ТПУ (УК-3, 4, 6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EUR-ACE* и *FEANI*, Критерий АВЕТ-3g)
Р4	Эффективно работать индивидуально и в качестве *члена* или *лидера команды*, в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении *комплексных инженерных проблем.*	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОПК-3, 5, 6, 7, ПК-2, 13, 14, 16, ПСК-1.2, 2.2., 3.6), СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EUR-ACE* и *FEANI*, Критерий АВЕТ-3d)
Р5	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения *комплексной инженерной деятельности* в области прикладной геологии.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОПК-3, 5, 6, ПК-2, 13, 14, 16, ПСК-1.2, 2.2., 3.6,), СУОС ТПУ (УК- 5) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EUR-ACE* и *FEANI*, Критерий АВЕТ-3d)
Р6	Вести *комплексную инженерную деятельность* с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать необходимость обеспечения устойчивого развития.	Требования ФГОС ВО (ОК-2, 4, 5, 9, 10; ОПК-3, 5, 9, ПК-7, 8; 18, 20) СУОС ТПУ (УК-5, 8) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EUR-ACE* и *FEANI*, Критерий АВЕТ-3c,h,j)
Р7	Осознавать необходимость и демонстрировать *способность к*	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 4, 7, 9, ОПК-5), СУОС ТПУ (УК-6)

	самостоятельному обучению и непрерывному *профессиональному совершенствованию*.	Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EUR-ACE* и *FEANI*, Критерий ABET-3i)
Профили (профессиональные компетенции)		
P8	Ставить и решать задачи *комплексного инженерного анализа* в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей.	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 2, 4, 5; ОПК-1, 4, 5, 6, 7, 8, ПК-1, 3, 4, 8, 12, 13, 14, 15, 16, ПСК-1.1-1.6, ПСК-2.1-2.8, ПСК 3.1-3.9.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EUR-ACE* и *FEANI*, Критерий ABET-3b) требования профессиональных стандартов: 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P9	Выполнять *комплексные инженерные проекты* технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом *экономических, экологических, социальных и других ограничений.*	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 6, ОПК-1, 2, 4, 8, ПК-1, 3, 4, 6, 7, 8, 9. 10, 11, 13, 15, 16, 19,20, ПСК-1.1-1.6.; 2.1- 2.8., 3.1-3.9) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EUR-ACE* и *FEANI*, Критерий ABET-3c) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики(гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P10	Проводить исследования при решении *комплексных инженерных проблем* в области *прикладной геологии*, включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, ОПК-6,8, ПК-1, 2, 3, 4, 12-16, ПСК-1.3., 1.5., 2.3., 2.4., 2.6., 3.2., 3.3., 3.4.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EUR-ACE* и *FEANI*, Критерий ABET-3b,c) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P11	*Создавать, выбирать* и *применять* необходимые ресурсы и методы, современные технические и *IT*	Требования ФГОС ВО (ОПК-8, ПК-2-11,16-20, ПСК-1.1-1.6., 2.1- 2.8., 3.1.-3.9)

	средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом *возможных* ограничений.	Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EUR-ACE* и *FEANI,* Критерий ABET-3e, h) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
Р12	Демонстрировать компетенции, связанные с *особенностью* проблем, объектов и видов *комплексной инженерной деятельности,* не менее чем по одной из специализаций: • *Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых,* • *Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания,* • *Геология нефти и газа*	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 8, ОПК-4, 5, 6, ПК-1, 17-20, ПСК-1.1-1,6, 2.1-2,8; 3.1- 3.9.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EUR-ACE* и *FEANI,* Критерий ABET-3 a, c, h, j) Требования ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов»

TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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
(Подпись) 30.05.2019 (Дата) Кузеванов К.И. (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
З-213Б	Пригарину Алексею Сергеевичу

Тема работы:

Инженерно-геологические условия п. Емельяново и проект инженерно-геологических изысканий под строительство сплинкерного резервуара в аэропорту «Емельяново» (Емельяновский район Красноярского края).	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№1018/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2019

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Фондовые материалы ЗАО «КБК»
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	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 четвертичных образованийЕмельяновского Красноярского края и геологический разрез. Масштаб 1:200 000 2. Лист 2. Карта инженерно-геологических условий и инженерно-геологический разрез. Масштаб карты 1:1000, разреза горизонтальный 1:500, вертикальный 1:100, таблица нормативных и расчетных показателей физико-механических свойств грунтов 3. Лист 3. Таблица требуемых количеств необходимых определений и расчетная схема основания и расчетная схема. Масштаб вертикальный 1:100 4. Лист 4. Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 22,4 метра. 5. Лист 5. Расчет модуля деформации при испытаниях штампом площадью 600см^2

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	**Консультант**
Геология	Крамаренко В.В.
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	05.02.2019

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крамаренко Виолетта Валентиновна	к.г.-м.н., доцент		05.02.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-213Б	Пригарин Алексей Сергеевич		05.02.2019

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-213Б	Пригарину Алексею Сергеевичу

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОГ
Уровень образования	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 -138 583р* *Человеческие:* *Совокупная заработная плата – 146 902,27р* *Количество исполнителей – 7 человек.* *Бюджет НТИ - 382 284,91р.*
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	*Справочник базовых цен (1999 г.),* *13,5% дополнительная заработная плата;* *16% накладные расходы;* *1,3 районный коэффициент.*
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	*Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%; НК РФ*
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	*Произведена оценка коммерческого потенциала данного проекта*
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	*Сформулированы цели, результат, и область применения проекта.*
3. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	*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.*
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	19.02.2019

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор НИ ТПУ	Трубникова Н.В.	д.и.н.		19.02.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Пригарин А.С.		19.02.2019

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-213Б	Пригарину А.С.

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

Тема ВКР:

Иженерно-геологические условия п. Емельяново и проект инженерно-геологических изысканий под строительство сплинкерного резервуара в аэропорту «Емельяново» (Емельяновский район Красноярского края). Область применения: для проектирования и строительства новых зданий и сооружений	
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 п. Емельяново и проект инженерно-геологических изысканий под строительство сплинкерного резервуара в аэропорту «Емельяново» (Емельяновский район Красноярского края). 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, – монотонность труда. – движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; – электрический ток.

	– (сбросы, утечка горючесмазочных 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: *техногенного характера* – пожары и взрывы в зданиях, транспорте. *Природного характера* – 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	15.02.2019

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Е. В.	к.т.н		15.02.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Пригарин А.С.		15.02.2019

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«Буровые работы»

Студенту:

Группа	ФИО
З-213Б	Пригарину Алексею Сергеевичу

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

Исходные данные к разделу «Бурение»:	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Геолого-технические условия бурения	Отмечается количество проектируемых скважин и глубина бурения, описание геологического разреза участка, классификация горных пород по буримости.
2. Выбор конструкции скважины	В зависимости от глубины бурения, особенностей геологического разреза, вида изысканий и характера использования скважин производится выбор типовой конструкции скважины. Выбор типа скважин по назначению.
3. Выбор способа бурения	Способ бурения инженерно-геологических скважин выбирается с учетом свойств проходимых грунтов, назначения, глубины скважин, а также способа отбора монолитов.
4. Выбор буровой установки и технологического инструмента	В соответствии со способом бурения и конструкцией скважины осуществляется выбор буровой установки, приводится техническая характеристика установки. Выбор породоразрушающего инструмента в зависимости от свойств горных пород. Выбор инструментов отбора образцов ненарушенного и нарушенного сложения. Отмечается интервал закрепления стенок скважины обсадными трубами при наличии неустойчивых пород.
5. Технология бурения	Характеристика и особенности способа бурения. Указываются параметры режима бурения, скорость и производительность.
Перечень графического материала:	
Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 22,4 м	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	11.02.2019

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шестеров В.П.			11.02.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-213Б	Пригарин Алексей Сергеевич		11.02.2019

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 145 страниц, 28 рисунков, 32 таблицы, 44 источника, 5 листов графических приложений.

Ключевые слова: инженерно-геологические изыскания, геологические процессы и явления, сплинкерный резервуар, испытание грунтов штампом.

Объектом исследования являются грунты, их физические свойства, состав, закономерности залегания, а также геологические процессы и явления.

Цель работы – изучение инженерно-геологических условий и разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство сплинкерного резервуара аэропорта «Емельяново» Емельяновского района Красноярского края.

В процессе исследования проводились анализ и обобщение литературных сведений о районе работ, также анализировался технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий АО "Красноярская буровая компания", «Новый пассажирский терминал в международном аэропорту Красноярск (Емельяново)» (дополнительные инженерно-геологические изыскания) 412-17/5-12. 2012г. – 87с.

В результате исследования заложены виды работ, объёмы и приведена их методика, а также составлена смета на выполнение данных работ, а также разработаны нормы производственной и экологической безопасности при производстве работ.

Область применения: инженерно-геологические изыскания для строительства.

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

Оглавление

Оглавление 2
Введение 5
1 Общая часть. Инженерно-геологические условия района работ 7
1.1 Физико-географическая, экологическая и климатическая характеристика 7
1.2 Изученность инженерно-геологических условий 15
1.3 Геологическое строение района работ 16
1.3.1 Стратиграфия 16
1.3.2 Тектоника 24
1.3.3 Геоморфология 28
1.4 Гидрогеологические условия 32
1.5 Геологические процессы и явления 34
1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района 35
2 Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ 37
2.1 Характеристики участка работ 37
2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости 37
2.3 Физико-механические свойства грунтов 38
2.3.1 Характеристика физико-механических свойств грунтов и закономерностей их пространственной изменчивости 38
2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов 39
2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов 48
2.4 Гидрогеологические условия 50
2.5 Специфические грунты 50
2.6 Способы исследования крупнообломочных элювиальных грунтов 53
2.7 Геологические процессы и явления на участке 60
2.8 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка 61

2.9 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации объекта 62
3 Проектная часть. Проект инженерно-геологических изысканий на участке 63
3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружения с геологической средой и расчетной схемой основания 63
3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ 65
3.3 Методика проектируемых работ 72
3.3.1 Топографо-геодезические работы 72
3.3.2 Буровые работы 73
3.3.3 Полевые опытные работы 79
3.3.4 Опробование 87
3.3.5 Лабораторные исследования 88
3.3.6 Камеральные работы 94
4 Социальная и экологическая ответственность при проведении инженерно-геологических работ под строительство сплинкерного резервуара 100
Введение 100
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности 101
4.2 Производственная безопасность 102
4.2.1 Анализ вредных факторов при полевом этапе работ 104
4.2.2 Анализ вредных факторов при камеральном этапе работ 106
4.2.3 Анализ опасных факторов при полевом этапе работ 108
4.2.4 Анализ опасных факторов при камеральном этапе работ 108
4.3 Экологическая безопасность 110
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях 113
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 115
5.1 Организационная структура проекта 118
5.2 Анализ конкурентных технических решений 118
5.3 График выполнения проекта 123
5.4 Расчет материальных затрат проекта 126

5.5 Рентабельность 132
5.6 Оценка сравнительной эффективности исследования 136
5.7 Реестр рисков проекта 139
Заключение 141
Список литературы 142

Введение

В связи с реализацией программы по реконструкции аэропорта «Емельяново», в составе которой начали строительство нового терминала, а также проектные работы по модернизации аэродрома и аэродромной техники, в рамках которых и возникла необходимость проведения инженерно-геологических изысканий для разработки проектной документации под строительство сплинкерного резервуара в аэропорту «Емельяново».

В административном отношении объект инженерно-геологических изысканий находится на территории Емельяновского района г. Красноярска. Ближайшие населенные пункты: п. Емельново, д. Сухая, г. Красноярск. Обзорная схема участка работ приведена на рисунке 1.

Целью работы является изучение инженерно-геологических условий п. Емельново Емельяновского района Красноярского края и составление проекта инженерно-геологических изысканий под строительство сплинкерного резервуара на стадии предпроектной и проектной документации.

Рис.1 – Обзорная схема района работ [1]

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

При написании данной работы рассмотрены аспекты производственной и экологической безопасности, а также составлена смета.

В проектировании используются действующие нормативные документы, фондовые материалы АО "Красноярская буровая компания", а также справочная литература.

Материалы предоставлены организацией АО "Красноярская буровая компания", в которой работает автор, принимавший активное участие в инженерно-геологических изысканиях на проектной стадии работ.

1 Общая часть. Инженерно-геологические условия района работ

1.1 Физико-географическая, экологическая и климатическая характеристика

Административная характеристика

В административном отношении район работ расположен, в Красноярском крае на территории Емельяновского района, в 12 км западнее пгт Емельяново, в 30 км северо-западнее г. Красноярск и в 5 км южнее от федеральной трассы М-53 Ближайшие населенные пункты: д. Сухая, п. Емельяново, г. Красноярск.

Рельеф

Местность района изысканий представляет собой лесостепную зону с массивами лесов, равнинно-увалистым рельефом с абсолютными отметками высот 300-400 м. Наиболее распространенные формы рельефа – холмы, речные долины, плоскогорья. Морфогенетические типы рельефа района изысканий представлены на рисунке 1.1.

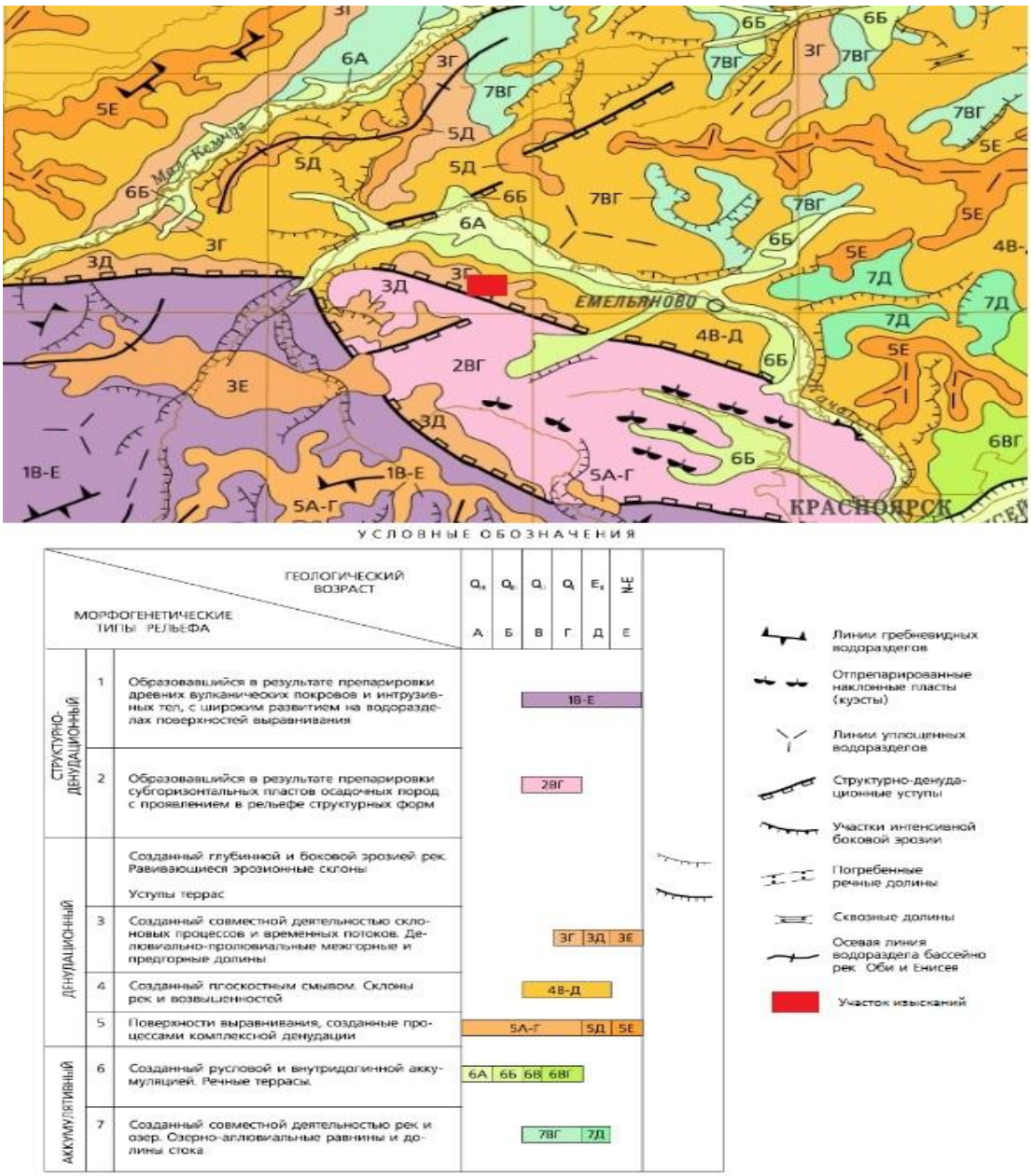


Рисунок 1.1 – Фрагмент геоморфологической схемы района работ. Составитель ФГУГП "Красноярскгеологосьемка", автор Т.А.Шаталина 1999 г. [3]

Климатическая характеристика

Климатическая характеристика района изысканий приводится по материалам наблюдений метеорологической станции Красноярск.

Климат района – резко континентальный, максимальная летняя температура воздуха плюс 36°, минимальная зимняя минус 53°, среднегодовая плюс 1,2°. Среднегодовое количество осадков 471мм. Общие сведения о климатических условиях и состоянии воздушного бассейна приводятся в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Общие сведения о климатических условиях [1]

Наименование показателя	**Единица измерения**	**Величина показателя**
1.Абсолютная температура воздуха		
минимальная	°С	-53
максимальная	°С	36
2. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки	°С	
обеспеченностью 0,98	°С	-40
0,92	°С	-37
3. Средняя годовая скорость ветра	м/с	2,8
4.Преобладающее направление ветра	ЮЗ	
5. Наибольшая скорость ветра	м/с	
Возможная один раз за 1 год	м/с	21
10 лет	м/с	26
20 лет	м/с	28
6.Средняя годовая относительная влажность воздуха	%	67
7. Среднее число дней с относительной		
влажностью воздуха 80% и более	дни	38,0
8. Сумма атмосферных осадков за год	мм	471
9. Число дней в году с осадками более 0,1 мм	дни	158
более 5 мм	дни	23
10. Максимальное суточное количество осадков	мм	97
11. Средняя дата образования устойчивого снежного покрова	дата	2.XI
12. Средняя дата разрушения снежного покрова	дата	6.IV
13. Число дней с устойчивым снежным покровом	дней	169
Средняя из наибольших декадных высот		
снежного покрова за зиму	см	35 (защищенный участок)
15. Расчетная толщина снежного покрова		
вероятностью превышения 5%	см	54 (защищенный участок)
16. Среднее годовое число дней с туманом	дней	11
17. Средняя годовая продолжительность туманов	часы	46
18. Среднее за год число дней с метелью		33
с поземкой	дней	8
19.Средняя годовая продолжительность метелей	часы	353
20.Среднее за год число дней с гололедом	дней	0,2
21.Нормативное значение ветрового давления – III зона	кПа	0,38
22.Толщина стенки гололеда, превышаемая раз в пять лет - III зона	мм	10

Характеристика уровня загрязнения атмосферного воздуха в районе расположения объекта

На состояние атмосферного воздуха влияют метеорологические параметры, расстояние и взаиморасположение источников выбросов.

Фоновое загрязнение атмосферного воздуха обусловлено деятельностью существующих предприятий изыскиваемого района, а также выбросами непосредственно от передвижного автомобильного транспорта.

Фоновая характеристика существующего уровня загрязнения атмосферы в г. Красноярске приведена по данным Территориального центра по мониторингу загрязнения окружающей среды ФГБУ «Красноярский ЦГМС-Р» и представлена в таблице 1.2 [1].

Таблица 1.2 – Характеристика существующего загрязнения атмосферы [1]

Загрязняющее вещество	Значение фоновой концентрации, мг/м^3	ПДК м.р.	Класс опасности
	Г. Красноярск		
Взвешенные вещества	0,195	0,5	3
Диоксид серы	0,013	0,5	3
Оксид углерода	2,4	5	4
Диоксид азота	0,054	0,20	3

Фоновые концентрации основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе изыскиваемых районов, не превышают предельно допустимых санитарных норм для населенных мест, согласно ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» [1].

Характеристика водных объектов

Район работ находится на северо-западной части территории Красноярско-Рыбинского гидрологического района, занятого лесостепью. Сток на водосборных бассейнах формируется только в периоды весеннего половодья и летне-осенних дождевых паводков.

Водный режим водотоков этого района характеризуется весенне-летним половодьем и низкой летне-осенней и зимней меженью. Сток внутри года распределяется следующим образом: в период половодья

проходит 70-75% годового объема стока, на летне-осенний паводочный период приходится в среднем 20-25%, на зиму – 5%.

Начало весеннего половодья приурочено к первой половине апреля, максимум – к концу апреля – началу мая. Основным источником питания в период половодья являются накопившиеся за зиму в бассейнах водосборов твердые осадки. Суммарный слой весеннего стока определяется величиной поверхностного притока талых вод.

За период летне-осенней межени наблюдаются в среднем 6-8 дождевых паводков. Средняя продолжительность паводков составляет 3-5 дней.

Дождевые паводки, формирующиеся во время летне-осенней межени после ливней и затяжных дождей, на крупных водотоках ниже весенних половодий. Однако, на небольших водосборах, имеющих крутые склоны и, как следствие, малое время добегания выпавших осадков в русловую сеть, наибольшим обычно бывает максимальный дождевой сток [1].

Геологическая характеристика района работ

В геологическом строении района выделяются разнообразные по возрасту и по составу стратиграфические подразделения, включающие в себя отложения юрской и четвертичной системы.

Юрские отложения представлены нижним отделом иланской свиты, сложенной песчаниками зеленовато-серыми, серыми, разнозернистыми, полимиктовыми, глинистыми, с прослоями конгломератов и гравелитов и редкими линзами зеленоцветных алевролитов и аргиллитов. Отличительными особенностями свиты являются зеленые, редко пестроцветные тона окраски ее пород, обедненность растительными остатками. Мощность свиты изменяется от 20 до 120 м.

Юрские породы перекрыты толщей четвертичных отложений различных генетических комплексов.

Четвертичных образования представлены элювиальными отложения коры выветривания пород иланской свиты нижнеюрского возраста, перекрытые аллювиальными и пролювиально-делювиальными отложениями.

Элювиальные отложения коры выветривания пород иланской свиты нижнеюрского возраста представлены дисперсной и рухляковой зоной. Дисперсная зона коры выветривания представлена породами выветрелыми до состояния песков разнозернистых с прослоями суглинков, супесей и глин, с включением гравия и гальки, реже дресвы. Рухляковая зона представлена породами сильнотрещиноватыми, выветрелыми до щебенистых и дресвяных грунтов преимущественно с песчано-супесчаным заполнителем. Мощность элювиальных отложений зависит от состава материнских пород и изменяется от 2 до более 20 м.

Четвертичные аллювиальные отложения залегают на размытой поверхности элювиальных отложений и представлены песками мелкими и пылеватыми, супесями, суглинками и гравийно-галечниковыми грунтами с супесчано-песчаным заполнителем. Мощность аллювиальных отложений составляет 3-12 и более метров.

Пролювиально-делювиальные отложения представлены суглинками, супесями, с маломощными прослоями песков различной крупности и глин. Пролювиально-делювиальные отложения, слагающие водораздельные пространства и высокие надпойменные террасы, зачастую макропористостые, обладающие способностью к просадке при замачивании. Мощнсть делювиально- пролювиальных отложений изменяется от нескольких метров до 15-17 м.

Гидрогеологическая характеристика района работ

Гидрогеологические условия исследуемого района характеризуются развитием 2-х водоносных комплексов: нижнеюрских отложений иланской свиты и четвертичных аллювиальных отложений.

Водоносный комплекс нижнеюрских отложений приурочен к песчаникам, конгломератам, пропласткам бурых углей. Воды слабонапорные, дебиты скважин составляют 0,2-2,0 л/с, реже до 6,5 л/с. Глубина залегания подземных вод колеблется от 20 до 70 м и более. Подземные воды преимущественно гидрокарбонатные кальциево-магниево-натриевые или гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые, с минерализацией 0,3-0,9 г/л.

Водоносный комплекс четвертичных аллювиальных отложений приурочен к долинам р. Енисей и других крупных рек и элювиально-делювиальным образованиям склонов и водоразделов. В долинах рек водоносными являюся гравийно-галечные и песчано-галечные отложения. Подземные воды элювиально-делювиальных отложений приурочены к запесоченным суглинкам и пескам. Общим водоупором водоносного комплекса четвертичных отложений служат коренные породы юрского возраста. Питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Уровень подземных вод расположен на глубине 2-10 и более метров. Удельные дебиты скважин составляют от 0,2 л/с для подземных вод элювиально-делювиальных отложений до 1,2 до 20 л/с и более для подземных вод аллювиальных отложений. По химическому составу воды гидрокарбонатные магниево-кальциевые с минерализацией 0,4-1 г/л. [1].

Растительные условия района работ

Территория Емельяновского муниципального района по лесорастительному районированию относится к Красноярско-Канскому лесорастительному округу подтаежно-лесостепных сосновых и березовых лесов. Северная и северо-западная части расположены в Чулымо-Кетском южно-таежном районе темнохвойных лесов, центральная и юго-восточная части – в Емельяновско-Красноярско-Канском лесостепном районе.

Растительный покров лесостепной части представлен луговыми разнотравно-злаковыми, настоящими крупнополынно-ковыльно-разнотравными степями на черноземных почвах. На крутых склонах южной экспозиции развиты мелкодерновинные и петрофитные участки степей (последние на красноцветных мергелистых песчаниках в долине р. Кача).

Открытые пространства склонов водоразделов и надпойменных террас заняты остепненными разнотравными лугами, по южным склонам – луговыми степями. К поймам рек приурочены вейниково-лабазниковые луга. Площади березняков увеличились за счет подтаежных светлохвойных лесов, которые подверглись сплошным вырубкам. Лиственница встречается только в примеси на контакте с низкогорной подтайгой [1].

Животный мир

Фауна наземных позвоночных территории Емельяновского района представлены 197 видами, 4 классами, 27 отрядами, 57 семействами. Наибольшей видовой насыщенностью характеризуется класс птиц (Aves) (74,5 % видового разнообразия), наименьшей - классы земноводные (Amphibia) и пресмыкающиеся (Reptilia) (по 1,5 %). Среди птиц наиболее многочисленна группа видов, относящихся к сибирскому (таежному) типу фауны (38,8% от общего числа видов), на втором месте по обилию видов стоят представители европейского типа (25,9 %), далее в порядке убывания следуют арктический (8,6 %), китайский (6,9 %), средиземноморский (3,4 %) и центрально-азиатский (2,6 %) типы фауны.

Основной водной артерией на территории района является р. Енисей и ее притоки, а также такие крупные реки бассейна р. Обь - р. Малый Кемчуг, Большой Кемчуг.

Состав ихтиофауны представлен видами различной промысловой ценности. Всего на территории района обитает 31 вид рыб, это представители 7 отрядов, включающих 12 семейств.

К ценным и высокоценным промысловым видам рыб относятся: осетр сибирский, стерлядь, таймень, ленок, нельма, тугун, омуль, ряпушка, сиг сибирский, пелядь, чир, муксун, хариус, лещ, щука, налим, язь.

К малоценным и непромысловым: плотва, елец, карась серебряный, окунь, ёрш, пескарь, гольян, подкаменщики, голец сибирский, щиповка сибирская.

Хищных млекопитающих на территории района 12 видов.

Из копытных в пределах района обитает три вида – лось, относящийся к кетско-кемчугской популяционно-эксплуатационной группировке, косуля сибирская бузимо-кантатско-кемской группировки и марал.

Из отряда грызунов здесь встречаются 14 видов, из которых 6 относятся к объектам охоты. Бобр распространен повсеместно, в настоящее время численность его приближается, а в некоторых местах уже превышает емкость угодий [1].

1.2 Изученность инженерно-геологических условий

Общие сведения о территории проектируемого путепровода получены по данным ранее выполненных изысканий «Новый пассажирский терминал в международном аэропорту Красноярск (Емельяново)» (дополнительные инженерно-геологические изыскания). Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий выполнен ЗАО «Касноярская буровая компания" в 2012 году.

В геологическом строении проектируемой площадки до разведанной глубины 20,0 м принимают участие четвертичные пролювиально-делювиальные отложения и элювиальные отложения дисперсной зоны коры выветривания пород иланской свиты нижнеюрского возраста.

В гидрогеологическом отношении участок работ входит в состав Чулымо-Енисейского гидрогеологического района. Водоносные горизонты представленные подземными трещинно-пластовыми и карстово-

трещинными водами, приурочены к средне- и верхнедевонским и юрским отложениям: алевролитам, аргиллитам, песчаникам и конгломератам. Порово-пластовые воды встречаются в речных долинах и логах, и приурочены к четвертичным отложениям, представленным гравийно-галечными грунтами и песками.

Кроме вышеуказанного источника имеются справочные данные по геологическим картам листа О-46XXXIII масштаба 1:200000 с описанием. Все имеющиеся сведения будут использованы для написания проекта.

1.3 Геологическое строение района работ

1.3.1 Стратиграфия

В геологическом строении района принимают участие породы девонского (D) и юрского (I) возрастов, представленные мергелями, аргиллитами, алевролитами, песчаниками, конгломератами. Мощность отложений составляет 100-200 м.

На размытой поверхности юрских и девонских отложений залегают четвертичные отложения (Q) элювиального и делювиального генезиса, представленные суглинками, реже глинами местами с включением обломочного материала исходных пород.

В долинах рек развиты аллювиальные отложения из песков, гравия, гальки, супесей и суглинков. Мощность четвертичных отложений варьирует от 1,00 до 30,00 м. Фрагмент геологической карты четвертичных отложений и геологический разрез масштаба 1:200 000 приведен на листе 1 графических приложений.

Верхний плиоцен - эоплейстоцен

Каспинская свита (dpN_2^2-E?ks) сложена делювиально-пролювиальными образованиями в межгорной долине в верховьях рек Крутой и Гладкой Качи и севернее п. Солонцы. Отложения сохранились на поверхности выравнивания с абс. отметкой 480-520 м и представлены в районе станции Кача суглинками темно-коричневыми, красновато-

коричневыми тяжелыми комковатыми с щебнем известняков. Спорово-пыльцевой спектр из суглинков со ст. Кача характеризуется преобладанием пыльцы голосеменных (54%) и, главным образом, пыльцы различных видов ели, пихты - 7%, сосен - р. Pinus п/рода Diploxylon - 9%, р. Pinus п/рода Haploxylor - 7%, Tsuga - 1 зерно. Покрытосеменные 28%. Основным компонентом является пыльца Bciula - 28%. Пыльца широколиственных: Tilia - 0,3%, Carpinus - 1%, Corylus - 2%, Juglans -0,6%, Quercus -0,3%. Травянистые 5% - разнотравье. Споровые 18%. Пыльца с преобладанием хвойных из числа экзотических елей, сосен, пихты, березы, с участием широколиственных и травянистых имеет неогеновый возраст [3].

На левобережье Енисея севернее п. Солонцы каспинская свита развита на водоразделе с абс. отметками 310-340 м. Отложения вскрытые скважинами, залегают на юрских породах и представлены суглинками буро-красными, буро-коричневыми, темно-коричневыми с вишневым оттенком с примесью песка и мелкой гальки кремнистого состава, прослоями суглинка с обломками алевролита и песчаника. В основании свиты – охристо-бурый глинистый песок, прослои буро-желтых глин с гравием. Мощность свиты до 12 м. Спорово-пыльцевые спектры отражают лесостепные условия формирования отложений этой предгорной долины: злаково-разнотравные степи с березой и сосной, содержание пыльцы древесных растений 30-35%. По палеомагнитным исследованиям отложения характеризуются обратной либо переменной намагниченностью (эпоха Матуяма). Увеличение пыльцы травянистых растений свидетельствует о похолодании в конце эоплейстоцена. На основании данных палинологического и палеомагнитного анализов, возраст отложений мы условно определили, как верхний плиоцен – эоплейстоцен [3].

Четвертичная система

Отложения четвертичного возраста (от эоплейстоцена до голоцена) покрывают всю площадь в районе изысканий. По генетическому признаку

разделены на элювиальные, делювиальные, делювиально-пролювиальные, аллювиальные, озерно-аллювиальные. По геоморфологическим признакам выделены область Красноярского поднятия и бассейн р. Кемчуг (рисунок 1.2).

Эоплейстоцен

Эоплейстоцен представлен нижним и верхним звеньями (IX надпойменная терраса р. Енисей) и нерасчлененными образованиями. Отложения этого возраста сохранились на древних водоразделах Кемчугской впадины и склонах Красноярского поднятия [3].

Нижнее звено

Аллювий IX (бадалыкской) надпойменной террасы р. Енисей высотой 170-200 м (a^9EIbd) ранее описывался как аллювий X и XI террас, покровные галечники или как пролювий предгорной долины. Относительно возраста галечников террасы также нет общего мнения. В районе Красноярска IX терраса сохранилась на плоских водоразделах с абс. отметками 300-320 м по левому борту долины Енисея у п. Бадалык (316 м), по правому (за пределами площади работ) - г. Сосновый Мыс (314 м), где нижняя часть аллювия вскрыта карьером. Здесь на пестроцветных глинах коры выветривания с размывом залегают горизонтальнослоистые пески, галечники полимиктового состава, сцементированные ожелезненным грубозернистым песком. Верхняя часть толщи у п. Бадалык состоит из галечника, в составе которого много выветрелых пород, сцементированных ожелезненным, каолинизированным песком, и суглинка серо-коричневого с линзами песка. Общая мощность до 9 м. Аллювий террасы охарактеризован спорово-пыльцевым комплексом (СПК) с преобладанием ксерофитов - полыни, маревых. Древесные представлены сосной и березой с небольшим количеством карликовой формы. Имеющиеся данные позволяют датировать возраст отложений эоплейстоценом [3].

Верхнее звено

Худоноговская толща представлена делювиально-пролювиальными, аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями, приуроченными к уровню 110-140 м относительно уреза рек. Она названа по стратотипическому аллювию VIII (худоноговской) надпойменной террасы Енисея высотой 110-140 м, охарактеризованному фаунистически [3].

Делювиальные отложения (dEII?hd) развиты на пологих склонах водоразделов рек по левобережью Енисея. Отложения представлены супесями, суглинками с гальками и дресвой. Мощность до 8 м [3].

Аллювий VIII (худоноговской) надпойменной террасы (a^{8}EIIhd) р. Енисей высотой 110-140 м описан в районе Красноярска по левобережью Енисея. Отложения террасы развиты в микрорайоне «Покровка» на вершине с абс. отметкой 263 м и представлены охристо-бурым песком с гальками кремнистых пород, песчаника, гранита, супесями, суглинками. Мощность 2 м [3].

Озерно-аллювиальные отложения (laEIIhd) слагают равнину по левобережью р. Кача, являясь фациями перигляциального бассейна в долине р. Енисей. Они представлены глинами коричневыми, серыми, зеленовато-серыми с илом, в основании которых наблюдаются супеси, глинистые пески с гравием мощностью до 4 м. Мощность 5-15 м. Глины характеризуются СПК березово-сосновых лесов [3].

Возраст отложений худоноговской толщи определяется на основании сопоставления с палеонтологически охарактеризованным аллювием VIII (худоноговской) надпойменной террасы р. Енисей как верхний эоплейстоцен [3].

Эоплейстоцен нерасчлененный

Элювиальные, делювиальные отложения эоплейстоцена (e, dE?), развитые на выположенных склонах низкогорной области, представлены суглинками с дресвой. Состав обломков соответствует местным породам. Элювиальные и делювиальные отложения, приуроченные к плоским

водоразделам реки Енисей с относительными высотами 100-140, 170-220 м, образовались за счет выветривания и незначительного переотложения пород юрского и мелового возраста. Элювий поверхностей выравнивания представлен охристо-бурыми, беловато-серыми песками с гравием либо беловато-серыми каолинизированными глинами, либо галечниками с белесым каолинизированным песком. Среди гальки много выветрелой с карбонатной корочкой и разрушенной до дресвы, в составе которых преобладают кремни, кварц. Отложения перекрыты покровными суглинками. Возраст определен условно, возможно, это коры выветривания неоген-эоплейстоценового возраста. Есть мнение (Борисов Б.А., Минина Е.А.) об аллювиальном генезисе этих отложений (кирнаевская свита) [3].

Неоплейстоцен

Нижнее-среднее звено

Торгашинский аллювий VII надпойменной террасы (a^7I-II_1tr) р. Енисей высотой 80-110 м приурочен к пологонаклонной площадке на левом берегу. В районе Часовенной горы цоколь террасы поднимается до 25 м над урезом р. Кача. Здесь в основании разреза наблюдаются супеси со щебнем (до 0,2 м) и горизонтальнослоистые пески желтовато-коричневые глинистые мелкозернистые и серые среднезернистые видимой мощностью до 15 м. В бортовых частях долины Енисея и верховьях его притоков в разрезе увеличивается мощность глин. В логу руч. Черемушка светло-коричневые глины переслаиваются с желто-бурыми глинистыми песками. Общая мощность отложений 40 м. Полученные из них спорово-пыльцевые спектры характеризуют смену степной растительности на елово-кедровые леса. Возраст аллювия определен по фаунистическим остаткам [3].

Среднее звено

Лагерный аллювий V надпойменной террасы р. Енисей ($a^5II_{3-4}tg$) высотой 40-60 м, распространенный на левом берегу Енисея в районе г. Красноярска, впервые выделен М.П. Нагорским. По левому берегу цоколь

террасы поднимается на 18 м над рекой. Разрез аллювия хорошо изучен и палеонтологически охарактеризован. Нижняя часть его сложена галечниками мощностью 1,5-3,5 м, верхняя часть - иловатыми песками с линзами старичных глин и перекрывается аллювий террасы лессовидными суглинками с горизонтами погребенных почв. Общая мощность 20-50 м. Нижняя часть осадков датирована вторым средненеоплейстоценовым межледниковьем на основании находок остатков Manunuthus trogontherii (chosaricus), Mammuthus primigenius (раннего типа) и охарактеризована лесостепными спорово-пыльцевыми спектрами. Верхняя часть разреза аллювия с нижним ярусом ледяных клиньев относится ко второму средненеоплейстоценовому ледниковью. Ископаемые почвы в перекрывающихся лессовидных суглинках с верхним ярусом ледяных клиньев около о. Татышева имеют радиоуглеродные датировки от 29,7 до 13,4 тыс. лет [3].

Нижнее - среднее звенья нерасчлененные

Представлены делювиальными отложениями (dI-II). Они покрывают эрозионные склоны низкогорья и долин рек Кемчугской впадины. Состав и мощность их меняется в зависимости от угла склона и состава подстилающих пород. Отложения представлены в области развития мезозойских пород коричневато-бурыми суглинками, супесями с гравием и гальками. По правобережью р. Кача в области развития пород девона и карбона отложения представлены суглинками с дресвой и щебнем. На склонах гор – это щебнисто-дресвяные осыпи с незначительным количеством суглинка. Слоистость в этих образованиях обусловлена наличием прослоев, обогащенных дресвой или гальками. Количество щебня в осадках вверх по склону увеличивается. Мощность делювия в нижней части склона до 8 м, в верхней до 2 м [3].

Верхнее звено

Красноярский аллювий III надпойменной террасы р. Енисей ($a^3III_{2-3}kr$) высотой 18-25 м впервые описан В.П. Коссовановым. На этой террасе

расположен центральный район города. Терраса аккумулятивная, сложена галечниками с линзами песка. Местами галечник покрыт лессовидными суглинками и буграми перевеянных песков. Мощность осадков 20 м. Низы аллювия с останками шерстистого носорога и мамонта, охарактеризованные северо-таежным СПК, имеют псевдоморфозы по ледяным клиньям. Низы аллювия отнесены к первому оледенению верхнего неоплейстоцена, а верхи – ко второму межледниковью [3].

Аллювий II террасы р. Кача (a^2IIIcb-bl), распространен фрагментарно, врезан в породы палеозоя. Терраса повсеместно имеет двучленное строение: в основании ее наблюдаются песчано-гравийно-галечные отложения русловой фации, перекрытые выше суглинками старичной и пойменной фаций. Мощность осадков до 15 м. Возраст аллювия террасы определяется на основании сопоставления с палеонтологически охарактеризованным аллювием II надпойменной террасы р. Чулым как чибитский-бельтирский горизонты [3].

Ладейский аллювий II надпойменной террасы р. Енисей (a^2III_4ld) высотой 11-15 м, распространенный на правом берегу, представлен галечниками, слоистыми супесями с прослоями зеленоватой глины, серыми суглинками. Мощность аллювия 14-20 м. Осадки террасы формировались во время существования на данной территории обширных степных ландшафтов, о чем свидетельствуют полученные из них СПК с преобладанием травянистых (60-80%), сложноцветных. По данным В.И. Громова, с кровлей аллювия террасы связаны позднепалеолитические стоянки «кокоревского типа» с остатками поздней мамонтовой фауны [3].

Неоплейстоцен-голоцен нерасчлененный

Аккемскнй горизонт - нижняя часть голоцена

Аллювиальные отложения I надпойменной террасы рек бассейна Енисея (Кача, Бузим и их притоков) (a^1IIIак-Н^1) высотой 7-12 м представлены осадками русловых и пойменных фаций (супеси с

прослоями глин и илов, пески, галечники). Отложения вложены в осадки нижнего неоплейстоцена. Общая мощность аллювия 10-15 м. Возраст отложений определяется на основании сопоставления с аллювием I и II надпойменных террас Енисея (абсолютный возраст углей из культурных горизонтов стоянки «Боровая» от 1400 до 10300 лет) [3].

Нижнее звено - голоцен

Отложения представлены элювиальным, делювиальным и коллювиальным генотипами.

Элювиальные отложения (el-H), приуроченные к поверхности выравнивания с абс. отметками 600-800 м, выделены в горной области. Они представлены крупноглыбовым материалом, щебнем, суглинками со щебнем. Мощность до 2 м [3].

Делювиальные, коллювиальные отложения (d, cl-H), развитые по крутым склонам глубоко врезанных ручьев Красноярского поднятия, представлены щебнем, дресвой, суглинками со щебнем. Мощность 0,3-1 м [3].

Верхнее звено - голоцен

Делювий (dIII-H) склонов разного генезиса и экспозиции развит повсеместно. Представлен суглинками со щебнем, супесями с гальками. Мощность 2-10 м.

Голоцен

Представлен аллювиальными озерно-болотными отложениями его верхней части.

Аллювиальные отложения (aH^2) русел и пойм высотой 1,5-5 м, распространенные по долинам рек бассейна Енисея, представлены галечниками, песками. Мощность отложений до 8 м [3].

Покровные лессовые отложения распространены практически повсеместно. Они перекрывают осадки террас рек, озерно-аллювиальных равнин, склоны и водоразделы. Лессовидные суглинки и супеси отличаются высокой степенью пылеватости, светлым палевым или желтовато-коричневым цветом, пористостью, столбчатой отдельностью. Мощность лессовых отложений до 10 м. Они нередко слоистые, особенно в нижней части разреза, включающей щебнистые и галечные прослои. В средней части разреза лессового покрова присутствуют почвенные горизонты. Залегание лессовидных суглинков и супесей субгоризонтальное, за исключением верхних горизонтов, облекающих уступы террас и поднимающихся на водоразделы. Лессовидные отложения имеют полигенетическое происхождение. Образование их происходило в ледниковые эпохи на протяжении всего четвертичного этапа развития площади. Наибольшую мощность имеют покровные суглинки и супеси поздненеоплейстоценового возраста [3].

1.3.2 Тектоника

В региональном плане район расположен на сопряжения двух крупнейших геоструктур: Алтае-Саянской складчатой области и Западно-Сибирской плиты, в пределах их составных частей, соответственно, Красноярского поднятия (I) и Кемчугской впадины (II) рисунок 1.2. Они представлены своими замыкающими частями: Красноярское поднятие – северной, продолжаясь в южном, юго-восточном направлениях за пределами листа, Кемчугская впадина – юго-западной с раскрытием на север, северо-запад. Составными структурными элементами первого являются Качинско-Лиственская вулканогенная рифтогенная депрессия (К-J1), второй – Кытатско-Шерчульекий (К-Ш), Приенисейский (П) прогибы. Красноярская моноклиналь [3].

Разрывные нарушения широко проявлены. Главные разломы контролируют основные структуры всех этапов тектонического развития,

формировались в условиях тангенциального сжатия, вследствие чего внутреннее строение их зон характеризуется взбросовой и надвиговой морфологией. Все разломы ориентированы в северо-западном и северо-восточном направлениях [3].

Рисунок 1.2 – Фрагмент карты новейших движений района работ. Составитель ФГУГП "Красноярскгеологосьемка", автор Т.А.Шаталина 1999г. [3]

На площади листа по формационному составу, степени метаморфизма и характеру дислокаций установлены следующие структурновещественные комплексы: плитный (мезозойский), пострифтовый (среднедсвонский-нижнекаменноугольный) и рифтовый (ордовик-нижнедевонский) рисунок 1.3.

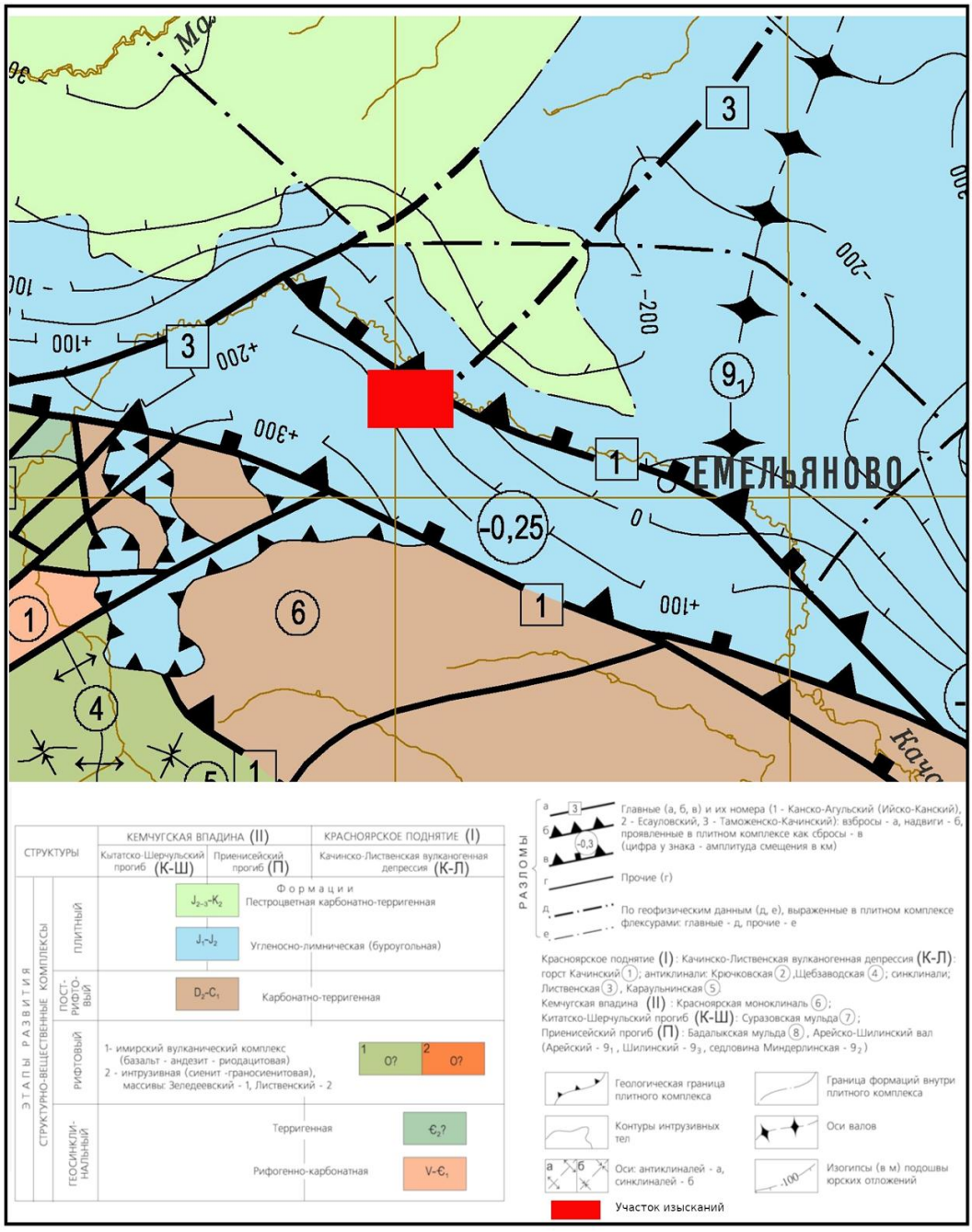


Рисунок 1.3 – Фрагмент тектонической карты района работ работ. Составитель ФГУГП "Красноярскгеологосьемка", автор Т.А.Шаталина 1999г [3]

Рифтовый комплекс со структурным несогласием залегает на образованиях геосинклинального. Представлен вулканическим комплексом имирской свиты (базальт-андезит-риодацитовая формация) и интрузивными образованиями ордовика (?) (сиенит-граносиенитовая формация шумихинского комплекса). По характеру развития и

формационному типу вулкано-плутоническая ассоциация ордовика (?) соответствует началу заложения палеорифта. Ими сложены Качинско-Лиственская вулканогенная депрессия и рифтовая грабеновидная структура, прослеживаемая на глубине по геофизическим данным под образованиями пострифтового и плитного комплексов. В последней мощность вулканитов достигает 2 км [3].

Пострифтовый комплекс сложен карбонатно-терригенной формацией среднего-верхнего девона (павловская, кунгусская свиты) и нижнего карбона (чаргинская свита), выполняет Красноярскую моноклиналь. Она является западным крылом прогиба, который прослеживается под мезозойскими отложениями и выполнен образованиями пострифтового комплекса мощностью по геофизическим данным до 3 км [3].

Плитный комплекс залегает со структурным несогласием на более древних комплексах. Он представлен формациями: угленосной лимонической (буроугольной) ранней-средней юры (макаровская, иланская, итатская свиты) и пестроцветной карбонатно-терригенной поздней юры (тяжинская свита) - мела (илекская, симоновская свиты) суммарной мощностью до 1 км. Его структуры имеют формы пологих мульд, брахиформных складок, куполовидных поднятий, седловин. Для них характерны нечеткие границы, местами они ограничены разломами. Залегание плитного комплекса спокойное: пологое на крыльях, горизонтальное в центральных частях структур и относительно крутое (до 20°) в приразломных зонах. Главными его структурами являются Кытатско-Шерчульский (К-Ш) и Приенисейский (П) прогибы [3].

Структуры. Качинско-Лиственская вулканогенная депрессия (К-Л) - изометричная блоково-складчатня структура с тектоническими восточным, юго-восточным, по Канско-Агульскому разлому ограничениями. Составной ее частью являются Караульнинская синклиналь [3].

Красноярская моноклиналь расположена на юго-востоке площади имеет сегментную форму, ограниченную разрывными нарушениями

Канско-Агульского разлома. Ее протяженность 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 16-20^0, иногда до 40^0, и осложненных разрывными нарушениями северо-восточного направления [3].

Приенисейский прогиб (П) представлен своим западным замыканием, осложненным структурами третьего порядка, среди которых выделяются Бадалыкская мульда и Арейско-Шилинский вал. Для них характерно увеличение мощностей (до 750-800 м) угленосного разреза юры за счет вовлечения в процесс угленакопления отложений иланской свиты ранней юры. Бадалыкская мульда имеет округлую форму. Южное, юго-западное и северное крылья структуры осложнены дизъюнктивными нарушениями. Вблизи разломов залегание слоев до 20° [3].

1.3.3 Геоморфология

Фрагмент геоморфологической карты приведен на рисунке 1.1. Главными морфоструктурными элементами изученной площади являются 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 площади выделены три генетических категории рельефа: структурно-денудационный, денудационный и аккумулятивный. Эрозионные формы в виде развивающихся эрозионных склонов отнесены к денудационному типу рельефа [3].

Структурно-денудационный рельеф

Низкогорный рельеф Красноярского поднятия (IB-E) образовался в результате препарировки древних вулканических покровов и локализованных в них интрузий. Сглаженные, реже гребневидные водоразделы с абс. отметками 500-600 м расчленены глубоко врезанными долинами ручьев с узкой поймой, без террас, с крутыми обрывистыми склонами, с осыпями у основания и отдельными скалами- останцами [3].

Холмисто-куэсто-грядовая равнина в южной части Кемчугской впадины (2ВГ) образовалась в результате препарировки пластов терригенно-карбонатных девонских образований. Куэстовый рельеф пространственно совпадает с Красноярской моноклиналью, расположенной между разрывными нарушениями Канско-Агульского разлома, имеет абс. отметки 250-420 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 крутом левым к пологим правым склонами [3].

Денудационный рельеф

Развивающиеся эрозионные склоны и уступы террас, созданные глубинной и боковой эрозией рек, имеют место по левобережью рек Кача, Бузим, Шила. Глубина вреза долин низкогорья достигает 300 м. По левому борту р. Кача развита овражно-балочная сеть, по долине Енисея эрозионные уступы террас [3].

Поверхности выравнивания водоразделов междуречий созданы процессами комплексной денудации. Плоские слабонаклонные неширокие (до 2 км) поверхности выравнивания с покровом песчано-галечного материала мощностью 0.5-3 м наблюдаются у Мал. Кемчуга и Енисея с абс. отметками 360-400 м (5Е), Качи и Мал. Кемчуга с абс. отметками 360-400 м (5Д). Поверхность выравнивания с абс. отметками 600-800 м (5А-Г)

Красноярскою поднятия покрыта маломощным слоем бурых суглинков со щебнем (5 м) [3].

Аккумулятивный рельеф

Рельеф речных русея, пойм (6А), террас (6Б, 6ВГ) создан русловой и внутридолинной аккумуляцией. Реки Кемчугсжкой впадины, протекающие в слабосцементированных мезозойских породах, имеют широкие заболоченные залесенные поймы. Долина р. Кача, приуроченная к тектонической зоне, прямолинейна с коленообразными изгибами. Горные реки Красноярского поднятая образуют густую перистую сеть. В основном реки имеют две, реже три террасы. Морфологически плохо выражены террасы правобережья р. Качи [3].

Озерно-аллювиальные равнины созданы совместной деятельностью рек и озер, которые характеризуются плоскими горизонтальными, участками заболоченными (7Д), или волнистыми слабо наклонными поверхностями водоразделов, расчлененными ложбинами и ручьями (7ВГ) [3].

История развития рельефа

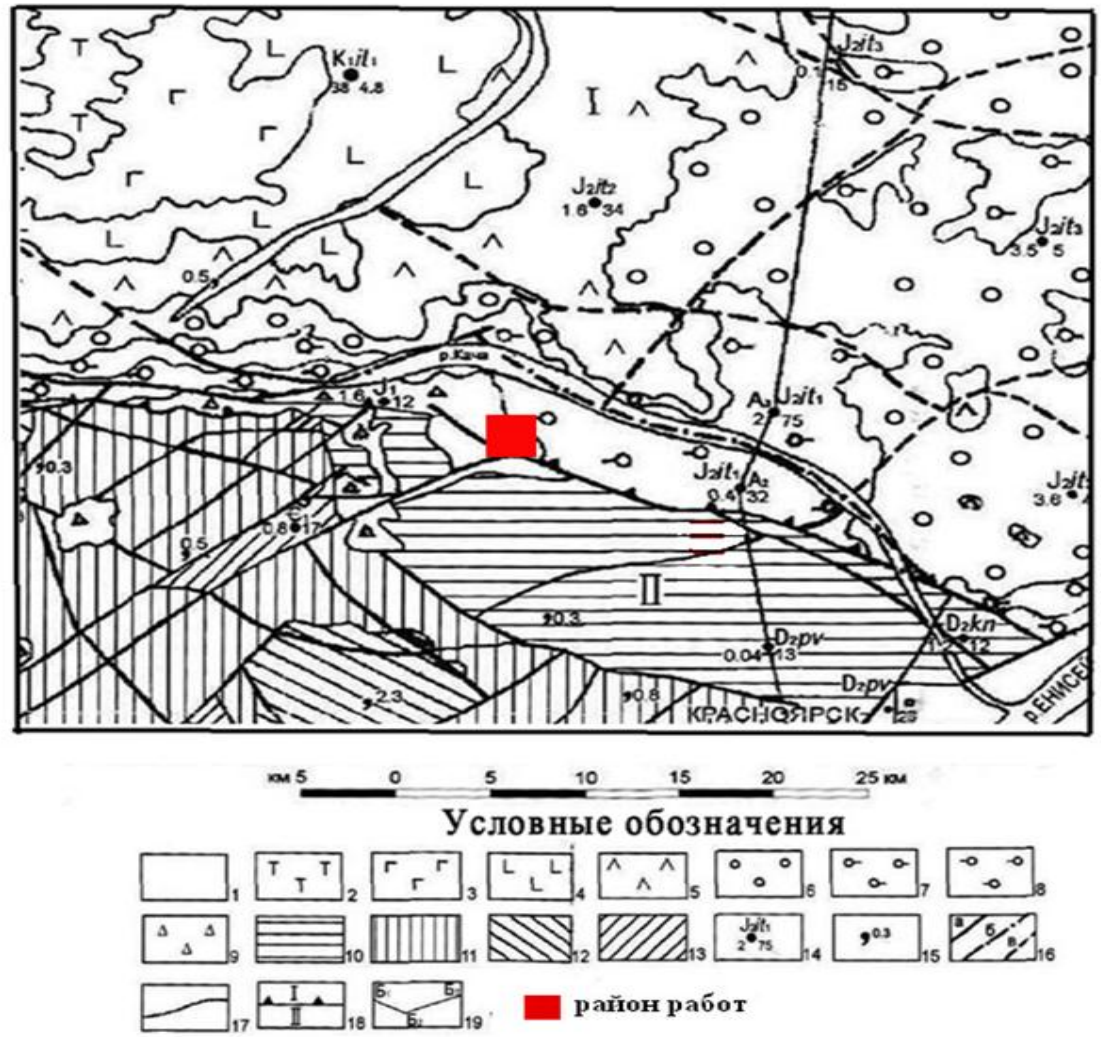
Характер тектонических движений четвертичного периода унаследован с неогенового времени. Восточный Саян продолжал воздыматься, и в это поднятие было втянуто обрамление впадин. Долины, заложившиеся в позднем плиоцене-эоплейстоцене в межгорных впадинах и у подножия Красноярского поднятия, заполнялись преимущественно красноцветными глинистыми осадками, являвшимися продуктами переотложения кор выветривания. В эоплейстоцене происходили на всей территории денудация с образованием двух уровней поверхности выравнивания, а в долине Енисея эрозионные врезы, с которыми связано образование бадалыкской и худоноговской террас. Вдоль горного обрамления оформилась денудационная равнина В начале

раннечетвертичного времени поднятие территории, и отепление и увлажнение климата привело к глубокому врезанию рек. накоплению аллювия VII террасы р. Енисей с глубиной вреза 80-110. Врезы долин заполнялась песчано-галечными отложениями, а затем – алеврито-глинистыми осадками. Рост овражно-балочной сети, массовый снос обломочного материала со склонов привел к образованию шлейфов у подножия Красноярского поднятия В первой половине среднего неоплейстоцена шло образование сережской толщи по долинам рек, во второй половине - V террасы р. Енисей. На остальной территории на склонах денудационной равнины продолжали формироваться делювиальные осадки. Начиная с позднего неоплейстоцена, вся территория испытывала дифференцированные поднятия, сопровождавшиеся врезом долин рек и аккумуляцией с образованием трех надпойменных террас. В ледниковые эпохи на протяжении всего четвертичного периода развития площади происходило образование лессового покрова практически на всех элементах рельефа, в межледниковья формировались разделяющие лессовые отложения почвенные горизонты. К псевдоморфозам по повторно-жильным льдам приурочены воздушные полости термокарстового происхождения, увеличивающие неравномерную просадочность вмещающих их лессовых покровных отложений. В современное время Кемчугжская впадина в условиях резко континентального умеренно влажного климата характеризуется слабым расчленением рельефа, медленным врезанием рек и задернованностью склонов. Краевые части впадины являются районами локальных движений с развитой овражной сетью и процессами эрозии [3].

1.4 Гидрогеологические условия

Район изысканий располагается в пределах двух крупных гидрогеологических районов – Чулымо-Енисейского артезианского бассейна (I) и Саяно-Солгонского гидрогеологического массива (II) (рисунок 1.4). Водоносные комплексы артезианского бассейна связаны с четвертичными, меловыми и юрскими отложениями. Воды гидрогеологического массива приурочены к зонам открытой трещиноватости осадочных девонских образований, эффузивов ордовика и интрузий [3].

Подземные воды четвертичных отложений приурочены к долинам р. Енисей и других крупных рек и к элювиально-делювиальным образованиям склонов и водоразделов. В долине р. Енисей водоносными являются гравийно-галечные отложения поймы и 1-3 надпойменных террас мощностью 10-40 м. Удельные дебиты скважин составляют от 1,2 до 20 л/с и более. В долине реки, Кача и ее крупных притоков мощность водовмещающих песчано-галечных отложений 5-6 м. Обводненность характеризуется дебитами скважин 0,1-1,3 л/с, уровень грунтовых вод расположен на глубине 2-10 м. Подземные воды в элювиально-делювиальных образованиях (верховодка) приурочены к суглинкам мощностью до 2-5 м и развиты не повсеместно. Дебиты колодцев до 0,2 л/с. Химический состав вод четвертичных отложений гидрокарбонатный магниево-кальциевый с минерализацией 0,4-1 г/л. В пределах г. Красноярска наблюдается значительное загрязнение грунтовых вод [3].



1-9 - водоносные горизонты: 1 – четвертичных аллювиальных отложений (Q); 2 – симоновской свиты верхнего мела (J_2it_3); 3 – средне-верхнеилекской подсвит нижнего мела (K_1il_{2-3}); 4 – нижнеилекской подсвиты нижнего мела (K_1il_1); 5 – тяжинской свиты средней-верхней юры ($J_{2-3}tz$); 6 – верхнеитатской подсвиты средней юры (J_2it_3); 7 – среднеитатской подсвиты средней юры (J_2it_2); 8 – иижнеитатской подсвиты средней юры (J_2it_1); 9 – нижнеюрских отложений (J_1); 10-13 – грунтовые воды в зонах открытой трещиноватости отложений: 10 – среднего-верхнего девона и нижнего карбона ($D_{2-3}+C_1$); 11 - имирской свиты ордовика (O?im); 12 - интрузивных образований; 13 - венда, нижнею и среднего кембрия ($V+Є_{1-2}$); 14 - скважины, пробуренные Емельяновской ГГП в 1959-60 гг.. сверху – индекс водоносных пород; слева – дебит (л/сек.), справа – глубина установившегося уровня вод, м; 15 – родники и их дебит (л/сек); 16 – разломы: а – достоверные, б – скрытые под четвертичными отложениями, в – выраженные в плитном комплексе флексурами; 17 - границы водоносных горизонтов и зон; 18 - граница, разделяющая: Чулымо-Енисейский артезианский бассейн (I) и Саяно-Солгонский гидрогеологический массив (II); 19 - линии гидрогеологических разрезов.

Рисунок 1.4 – Гидрогеологическая карта района изысканий, составитель Емельяновский ГГП 1960 г. [2].

Подземные воды юрских отложений имеют широкое распространение. Выделены грунтовые и пять горизонтов напорных вод, связанных с песчаниками, гравелитами, пластами бурых углей, и разделенных водоупорными пачками аргиллитов и алевролитов. Грунтовые воды распространены локально. Глубина их залегания от 5 до 50 м, дебиты

скважин до 0,2-0,3 л/с. Водоносный горизонт верхнеюрских отложений тяжинской свиты имеет мощность 20-60 м. Статический уровень вод расположен на глубине 22-60 м, при напоре 3-70 м. Дебиты скважин 0,25-1,5 л/с при понижении на 2-7 м. В отложениях итатской свиты средней юры выделяются три водоносных горизонта, каждый мощностью 30-90 м. Глубина залегания кровли горизонтов 20-70 м и более, статического уровня – 5-45 м. Напоры вод 15-100 м. Водообильность пород высокая, дебиты скважин 1-9 л/с при понижении до 5 м. В нижнеюрских отложениях водоносный горизонт имеет мощность 10-40 м. Кровля горизонта вскрыта на глубине 60-80 м, статический уровень расположен на 10-75 м. Дебиты скважин 0,2-7,8 л/с при понижении на 3-18 м. По химическому составу воды юрских отложений гидрокарбонатные натриево-магниево-кальциевые, гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые, с минерализацией 0,3-1 г/л [3].

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

1.5 Геологические процессы и явления

Из геологических и инженерно-геологических процессов, отрицательно влияющих на условия строительства и эксплуатации проектируемых сооружений в районе изысканий, имеют место морозное пучение, просадочность, заболачивание территории и подтопление подземными водами, образование наледей, сейсмоопасность.

Степень пучинистости глинистых грунтов колеблется от пучинистой до чрезмернопучинистой. Крупнообломочные грунты, попадающие в

область промерзания, пучинистые, сильно- и слабопучинистые. Потенциальная площадь поражения территории составляет более 75 %.

Просадочные грунты в районе изысканий представлены суглинками, от твердой до мягкопластичной консистенции, среднее значение коэффициента просадочности от 0,1 до 0,01.

Гидромелиоративные мероприятия предусматривают предохранения грунтов от насыщения их атмосферными водами, путем улучшения регуляции поверхностного стока, устройством кюветов, лотков, канав и их гидроизоляцию с целью быстрого отвода дождевых и талых вод от пучинистых и просадочных участков [1].

1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района

Согласно инженерно-геологическому районированию, район работ расположен в области преимущественного развития аллювиальных, элювиальных и делювиальных четвертичных отложений, расположенных на размытой поверхности юрских и девонских. Четвертичные отложения, представленные суглинками, реже супесями местами с включением обломочного материала исходных пород, приурочены к долинам и водоразделам рек Енисей, Кача, Бугач, их поймам и надпойменным террасам [1].

Климат района – резко континентальный, максимальная летняя температура воздуха плюс 36^{o}, минимальная зимняя минус 53^{o}, среднегодовая плюс 1,2^{o}. Среднегодовое количество осадков 471мм.

Местность представляет собой лесостепную зону с массивами лесов, с равнинно-увалистым рельефом с абсолютными отметками высот 300-400 м. Наиболее распространенные формы рельефа – холмы, речные долины, плоскогорья.

Растительность представлена преимущественно березово-сосновыми лесами; кустарничковыми и травянисто-кустарничковыми, лиственично-

сосновыми и осиновыми насаждениями. Преобладающими почвами являются лесные подзолистые и черноземные.

2 Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ

2.1 Характеристики участка работ

Административная характеристика

В административном отношении район работ расположен, в Красноярском крае на территории Емельяновского района, в 12 км западнее пгт Емельяново, в 30 км северо-западнее г. Красноярск и в 5 км южнее от федеральной трассы М-53 Ближайшие населенные пункты: д. Сухая, п. Емельяново, г. Красноярск.

Географическая характеристика

В геоморфологическом отношении территория исследуемой площадки расположена на водораздельной поверхности рр. Кача и Еловка. Проектируемая площадка расположена на склоне с общим уклоном (3^0) в северо-западном направлении.

Рельеф

Рельеф площадки слабоволнистый, нарушенный планировочными работами при строительстве и организации дороги. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 275,1 до 276,6 м.

2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости

В геологическом строении проектируемой площадки до разведанной глубины 20,0 м принимают участие современные техногенные отложения, четвертичные пролювиально-делювиальные отложения и элювиальные отложения дисперсной зоны коры выветривания пород иланской свиты нижнеюрского возраста.

Четвертичные пролювиально-делювиальные отложения залегают с глубины 0,1-4,0м под почвенно-растительным слоем и представлены суглинками легкими песчанистыми, твердые, коричневого, красновато-коричневого цвета, непросадочными, с маломощными прослоями и линзами суглинков полутвердых и песков пылеватых. Мощность суглинков непросадочных составляет 3,4-3,9м.

Четвертичные элювиальные отложения, являющиеся продуктом выветривания песчаников, алевролитов и аргиллитов иланской свиты нижнеюрского возраста распространены повсеместно под пролювиально-делювиальными отложениями с глубины 4,0-20,0 до разведанной глубины 20,0м. Отложения представлены суглинками легкими песчанистыми, твердыми, коричневыми, с маломощными прослоями и линзами суглинков полутвердых и песков мелких светло-серого цвета, супесями песчанистыми, твердыми, коричневыми, с маломощными прослоями и линзами суглинков твердых и песков мелких и дресвяными грунтами с супесчаным заполнителем твердой консистенции с обломочным материалом, представленым щебнем и дресвой алевролитов от среднепрочных до прочных, слабовыветрелых, размягчаемых. Вскрытая мощность элювиальных отложений изменяется от 16,0 до 16,5 м.

Карта инженерно-геологических условий и инженерно-геологический разрез приведены на листе №2 графических приложений. Масштаб карты 1:1000, разреза горизонтальный 1:500, вертикальный 1:100.

2.3 Физико-механические свойства грунтов

2.3.1 Характеристика физико-механических свойств грунтов и закономерностей их пространственной изменчивости

Приведенный, на листе 2 графических приложений, геологический разрез расчленяется на следующие категории по ГОСТ 25100-2011:

формации, генетические комплексы, стратиграфо-генетические комплексы [11].

В разрезе участка проектируемых работ выделяются следующие стратиграфо-генетические комплексы:

(dpQ) – четвертичные делювиально-пролювиальные;

(eQ) – четвертичные элювиальные отложения.

Основную часть разреза, на глубине 8,3-20,0м, слагают дресвяные грунты с супесчаным заполнителем твердой консистенции (показатели текучести от < 0 до 0,33), с естественной влажностью заполнителя изменяется от 0,06 до 0,12 дол. ед, плотность грунта по лабораторным результатам изменяется от 2,07 до 2,2 г/см^3, нормативное значение составляет 2,13 г/см^3.

2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов

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

Для предварительного разделения на инженерно-геологические элементы (в дальнейшем ИГЭ) используются такие признаки, как происхождение, структурные и текстурные особенности, разновидность. Следовательно, в разрезе участка до глубины 20м можно предварительно выделить 4 следующих разновидности:

1. Суглинки легкие песчанистые, твердые, коричневого, красновато-коричневого цвета, непросадочные, с маломощными прослоями и линзами суглинков полутвердых и песков пылеватых (dpQ);
2. Суглинки легкие песчанистые, твердые, коричневые, с маломощными прослоями и линзами суглинков полутвердых и песков мелких светло-серого цвета. При замачивании грунты способны к просадке (eQ);

3. Супеси песчанистые, твердые, коричневые, с маломощными прослоями и линзами суглинков твердых и песков мелких. При замачивании супеси способны к просадке (eQ);

4. Дресвяный грунт с супесчаным заполнителем твердой консистенции. Обломочный материал представлен щебнем и дресвой алевролитов от среднепрочных до прочных, слабовыветрелых, размягчаемых (eQ);

Окончательное выделение ИГЭ производится по пространственной изменчивости свойств грунтов. В данной проверке для глинистых грунтов используются следующие физические и механические классификационные характеристики:

- влажность на границе текучести w*l*;
- влажность на границе раскатывания *wp*;
- число пластичности *Ip*;
- естественная влажность *w*.

Согласно пункту 5.5 ГОСТ 20522-2012 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.

Дополнительное разделение ИГЭ не проводят, если выполняется условие $V<V_{доп.}$, где V – коэффициент вариации, $V_{доп}$ – допустимое значение V, принимаемое равным для физических характеристик 0,15, для механических, а также для параметров зондирования 0,30.

Коэффициент вариации V вычисляется по формуле $V=S/X_n$, где S – среднеквадратичное отклонение, а X_n – среднее значение выбранного параметра.

Для расчета коэффициента вариации, а также для построения графиков изменчивости показателей свойств грунтов применялась программа электронных таблиц MS Excel.

Графики изменения физических свойств суглинка легкого песчанистого, твердого, коричневого, красновато-коричневого цвета, непросадочного, с маломощными прослоями и линзами суглинков полутвердых и песков пылеватых (pdQ), представлены на рисунках 2.1-2.4.

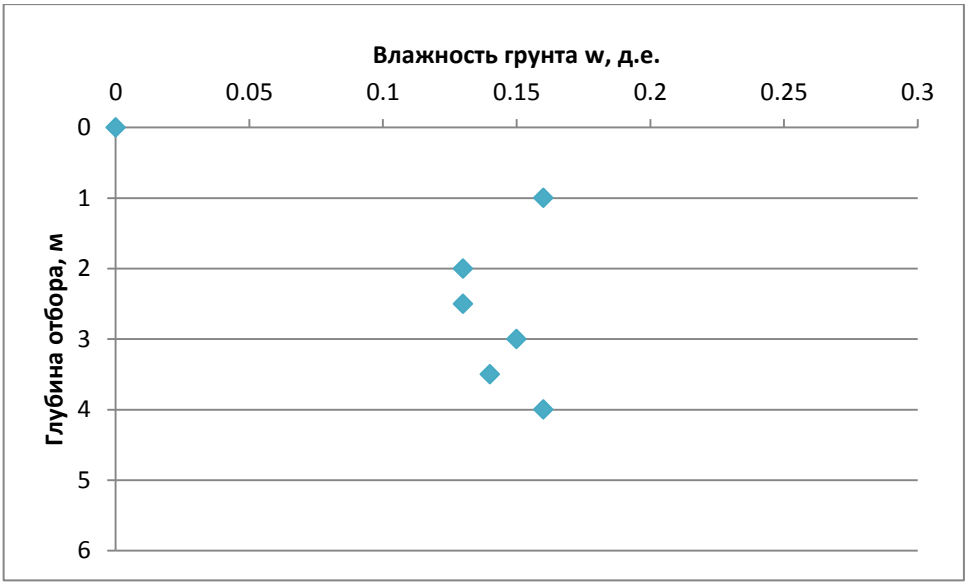


Рисунок 2.1 – Изменение природной влажности суглинка легкого песчанистого, твердого, коричневого, красновато-коричневого цвета, непросадочного (dpQ) с глубиной

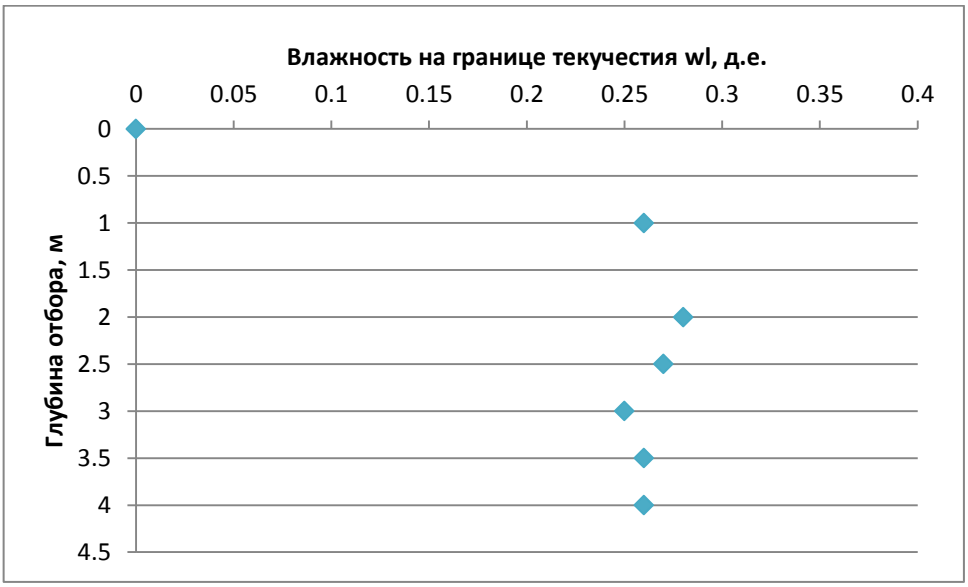


Рисунок 2.2 – Изменение влажности на границе текучести суглинка легкого песчанистого, твердого, коричневого, красновато-коричневого цвета, непросадочного (dpQ) с глубиной

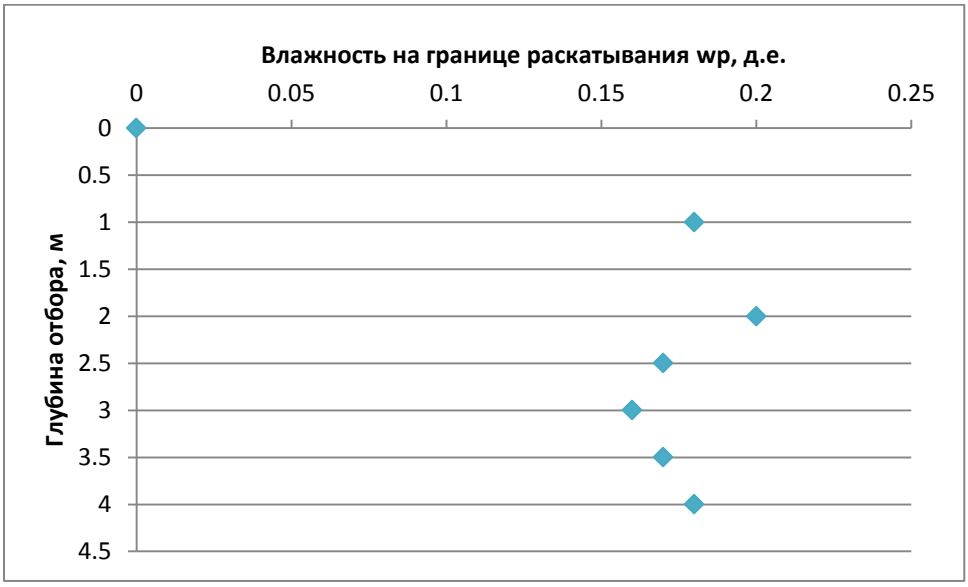


Рисунок 2.3 – Изменение влажности на границе раскатывания суглинка легкого песчанистого, твердого, коричневого, красновато-коричневого цвета, непросадочного (dpQ) с глубиной.

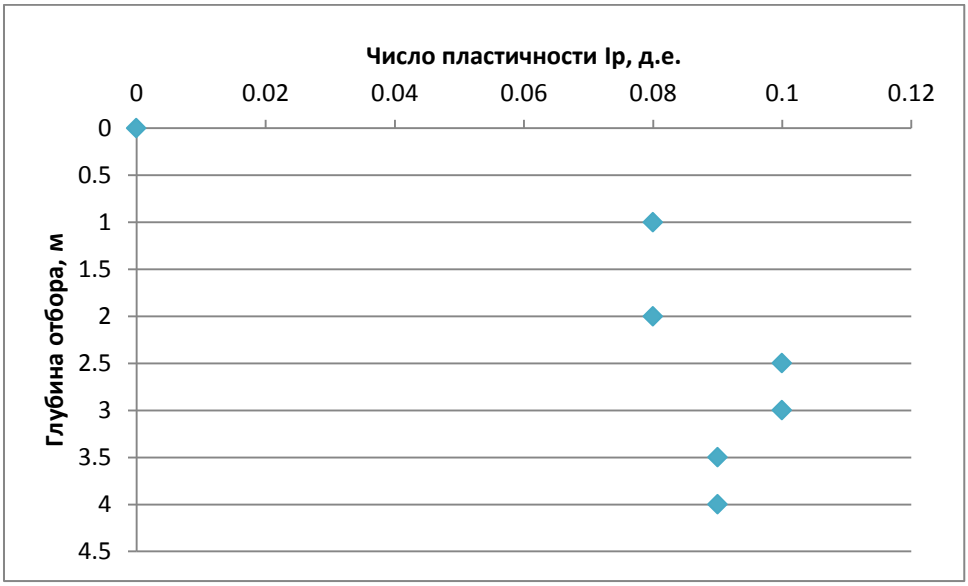


Рисунок 2.4 – Изменение числа пластичности суглинка легкого песчанистого, твердого, коричневого, красновато-коричневого цвета, непросадочного (dpQ) с глубиной

Графики изменения физических свойств суглинков легких песчанистых, твердых, коричневых, с маломощными прослоями и линзами суглинков полутвердых и песков мелких светло-серого цвета. При замачивании грунты способны к просадке (eQ), приведены на рисунках 2.5-2.8.

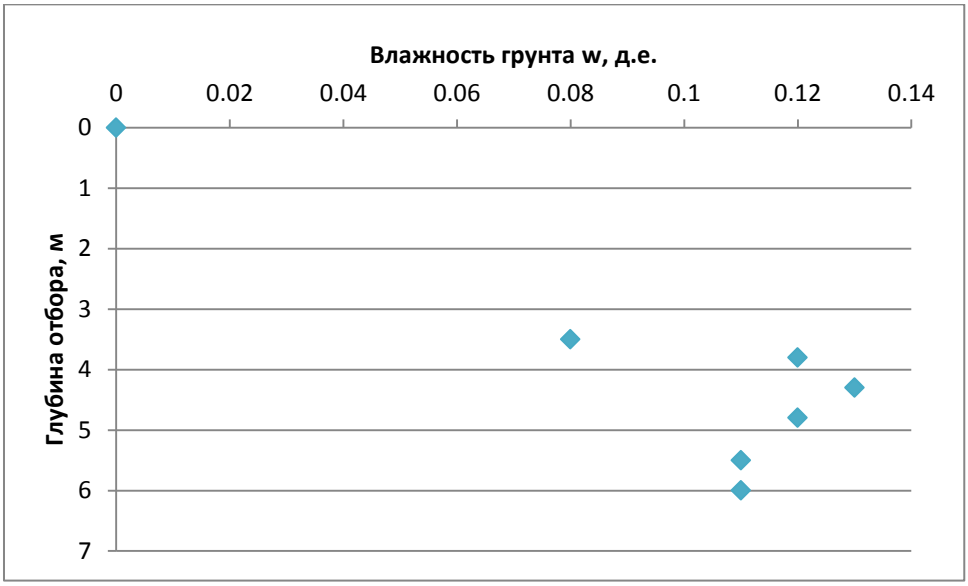


Рисунок 2.5 – Изменение естественной влажности суглинков легких песчанистых, твердых, коричневых (eQ), с глубиной.

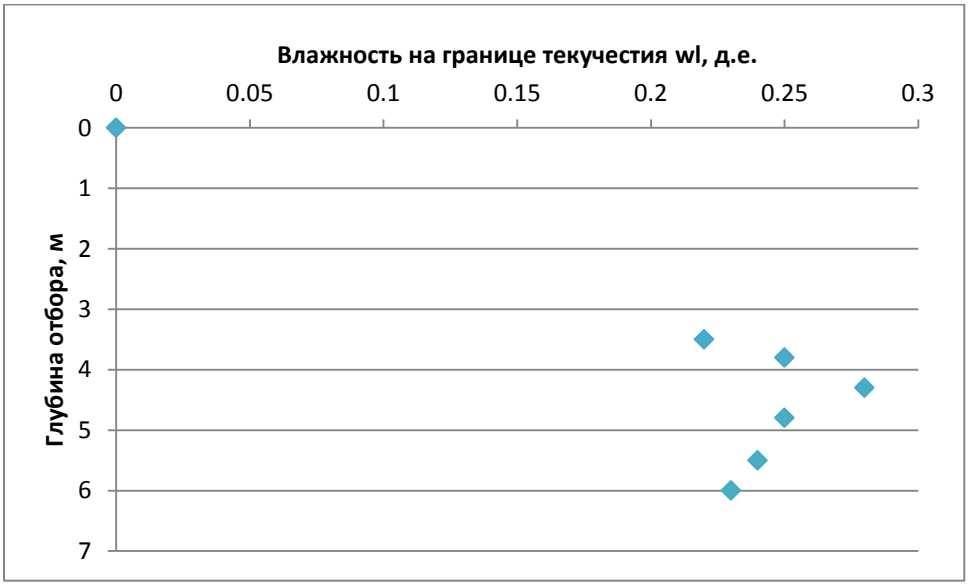


Рисунок 2.6 – Изменение влажности на границе текучести суглинков легких песчанистых, твердых, коричневых (eQ) с глубиной

Рисунок 2.7 – Изменение влажности на границе раскатывания суглинков легких песчанистых, твердых, коричневых (eQ) с глубиной

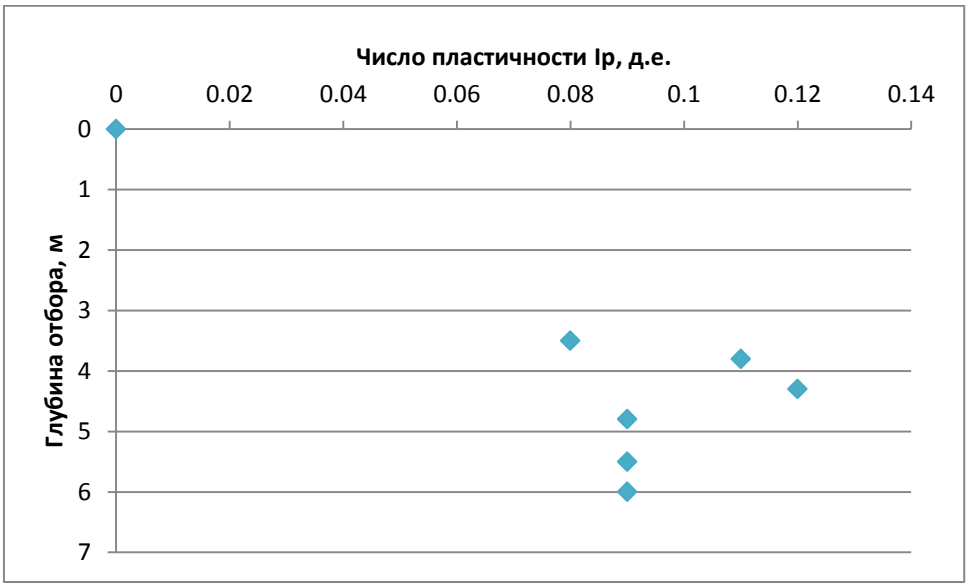


Рисунок 2.8 – Изменение числа пластичности суглинков легких песчанистых, твердых, коричневых (eQ) с глубиной

Графики изменения физических свойств супеси песчанистой, твердой, коричневой (eQ) 2.9-2.12.

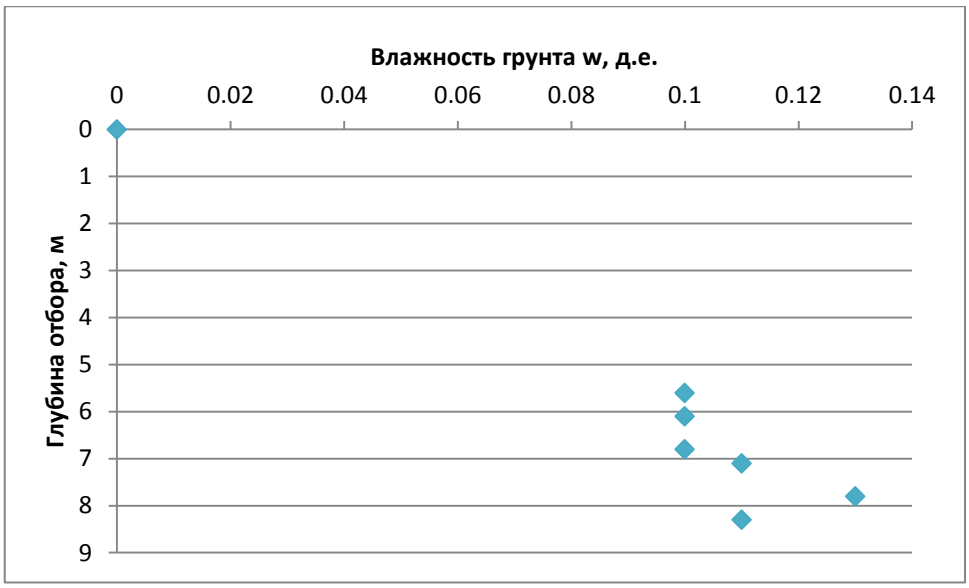


Рисунок 2.9 – Изменение естественной влажности супеси песчанистой, твердой, коричневой (eQ) с глубиной

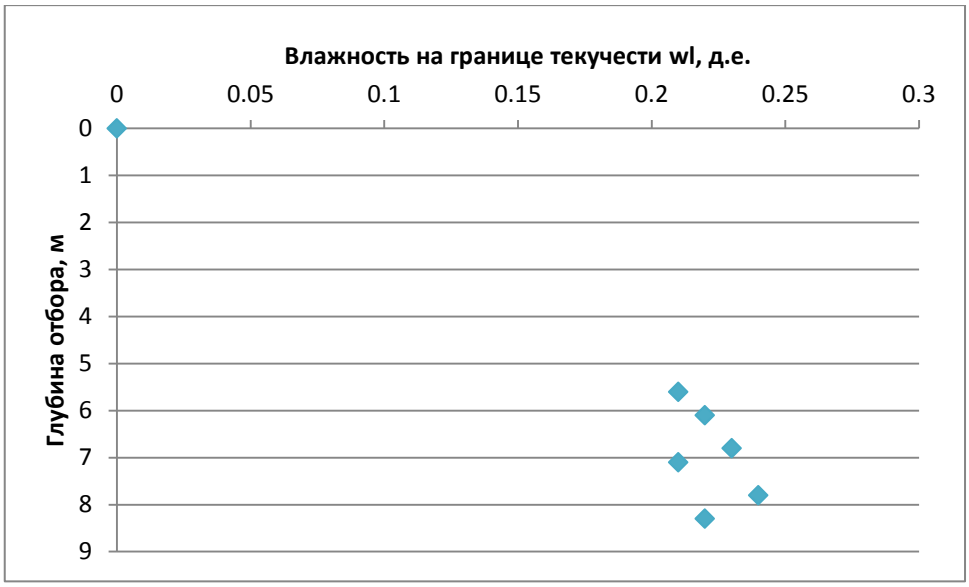


Рисунок 2.10 – Изменение влажности на границе текучести супеси песчанистой, твердой, коричневой (eQ) с глубиной

Рисунок 2.11 – Изменение влажности на границе раскатывания супеси песчанистой, твердой, коричневой (eQ) с глубиной

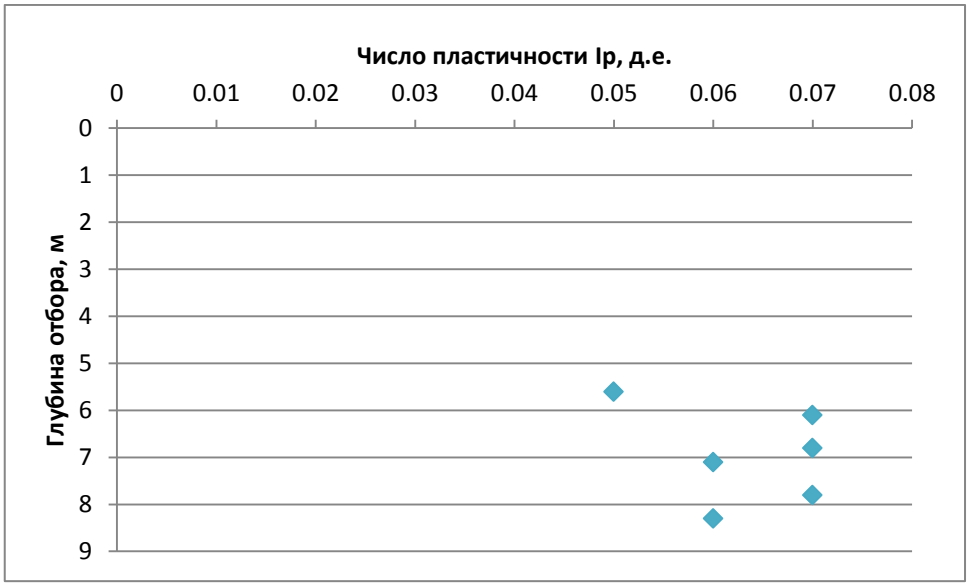


Рисунок 2.12 – Изменение числа пластичности супеси песчанистой, твердой, коричневой (eQ) с глубиной

Таблица 2.1 – Результаты статистической обработки грунтов

Грунт	Характеристика физических свойств грунта	Xn – нормативное значение	S – среднеквадратичное отклонение	V – коэффициент вариации
1. Суглинки легкие песчанистые, твердые, коричневого, красновато-коричневого цвета, непросадочные, с маломощными прослоями и линзами суглинков полу-твердых и песков пылеватых. (dpQ)	Естественная влажность, *w*	0,15	1,51	0,08
	Влажность на границе текучести, *wl*	0,26	2,88	0,08
	Влажность на границе раскатывания, *wp*	0,18	2,31	0,11
	Число пластичности, *Ip*	0,08	0,89	0,07
2. Суглинки легкие песчанистые, твердые, коричневые, с маломощными прослоями и линзами суглинков полутвердых и песков мелких светло-серого цвета. Проса-дочные при замачивании(eQ)	Естественная влажность, *w*	0,12	1,47	0,12
	Влажность на границе текучести, *wl*	0,24	1,96	0,05
	Влажность на границе раскатывания, *wp*	0,15	1,96	0,10
	Число пластичности, *Ip*	0,09	1,75	0,14
3. Супеси песчанистые, твердые, коричневые, с маломощными прослоями и линзами суглинков твердых и песков мелких. При замачивании супеси способны к просадке. (eQ)	Естественная влажность, *w*	0,11	1,63	0,11
	Влажность на границе текучести, *wl*	0,22	3,59	0,12
	Влажность на границе раскатывания, *wp*	0,16	2,67	0,14
	Число пластичности, *Ip*	0,06	1,55	0,13

Результаты статистической обработки приведены в таблице 2.2. На приложенных выше графиках не наблюдается закономерных изменений свойств грунтов. Как видно из таблицы 2.2, значения коэффициентов вариации не превышает допустимых $V_{доп}$ =0,15 для всех грунтов, следовательно, данные грунты являются однородными и дальнейшее их расчленение на ИГЭ по выбранным параметрам не требуется. Всего на

разрезе, до глубины 20 метров окончательно выделяется 4 ИГЭ, и им присваиваются названия в соответствии с ГОСТ 25100-2011:

1. ИГЭ-1 Суглинки легкие песчанистые, твердые, коричневого, красновато-коричневого цвета, непросадочные, с маломощными прослоями и линзами суглинков полутвердых и песков пылеватых (dpQ);

2. ИГЭ-2 Суглинки легкие песчанистые, твердые, коричневые, с маломощными прослоями и линзами суглинков полутвердых и песков мелких светло-серого цвета. При замачивании грунты способны к просадке (eQ);

3. ИГЭ-3 Супеси песчанистые, твердые, коричневые, с маломощными прослоями и линзами суглинков твердых и песков мелких. При замачивании супеси способны к просадке (eQ);

4. ИГЭ-4 Дресвяный грунт с супесчаным заполнителем твердой консистенции. Обломочный материал представлен щебнем и дресвой алевролитов от среднепрочных до прочных, слабовыветрелых, размягчаемых (eQ).

2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов

Согласно СП 22.13330.2016 пункт 5.3.15 нормативные значения характеристик грунтов следует устанавливать на основе статистической обработки результатов испытаний по методике, изложенной в ГОСТ 20522-2012 [8].

Согласно пункту 6.2 ГОСТ 20522-2012 нормативное значение X_n всех физических и механических характеристик грунтов принимают равным среднеарифметическому значению $\overline{X}$ и вычисляют по формуле:

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

где n – число определений характеристики;

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

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

$$X = \frac{X_n}{\gamma_g}, \tag{2}$$

где γ_g – коэффициент надежности по грунту, который равен:

$$\gamma_g = \frac{1}{1-\rho_\alpha} \tag{3}$$

где ρ_a – показатель точности X_n, который находится по формуле:

$$\rho_\alpha = \frac{t_\alpha V}{\sqrt{n}} \tag{4}$$

где t_a – коэффициент, принимаемый по таблице Е.2 ГОСТ 20522-2012 приложения Е в зависимости от заданной односторонней доверительной вероятности α и числа степеней свободы $K=n-1$ [9].

Согласно пункту 5.3.17 СП 22.13330-2016 доверительную вероятность расчетных значений характеристик грунтов α принимают равной при расчетах оснований по первой группе предельных состояний 0,95, по второй группе 0,85 [9].

Для определенных выше ИГЭ составляется таблица нормативных и расчетных значений физических и механических показателей свойств грунтов (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Нормативные и расчетные значения показателей свойств грунтов

Наименование показателей по ГОСТ 25100-2011	Номер ИГЭ		
	1	2	3
	Суглинки легкие песчанистые твердые, непро-садочные,(dpQ)	Суглинки легкие песчанистые твердые элю-виальные (eQ)	Супеси песчанистые твердые элювиальные (eQ)
Влажность природная W, д.е.	0,15	0,12	0,11
Влажность на границе текучести W_l, д.е.	0,26	0,24	0,22
Влажность на границе раскатывания W_r, д.е.	0,18	0,15	0,16
Число пластичности I_p	0,08	0,09	0,06
Показатель текучести I_L	-0,38	-0,33	-0,83
Плотность частиц грунта ρ_s, г/см^3	2,69	2,69	2,69
Плотность грунта ρ, г/см^3	X_n=1,73 $X_{0.85}$=1,72 $X_{0.95}$=1,71	X_n=1,72 $X_{0.85}$=1,69 $X_{0.95}$=1,67	X_n=1,74 $X_{0.85}$=1,72 $X_{0.95}$=1,70
Плотность сухого грунта ρ_d, г/см^3	1,50	1,54	1,57
Плотность водонасыщенного грунта ρ_{max}, г/см^3	1,95	1,96	1,98
Плотность взвешенного грунта $\rho_{взв}$, г/см^3	0,95	0,96	0,98
Коэффициент пористости e, д.е.	0,788	0,752	0,716
Коэффициент водонасыщения Sr, д.е.	0,51	0,43	0,41
Полная влагоемкость W_n	0,29	0,28	0,27
Степень засоленности D_{sal}, %.	-	0,04	0,03
Начальное просадочное давление, МПа	-	0,031	0,040
Начальная просадочная влажность, д.е.	-	0,037	0,046
Компрессионный модуль деформации в природном состоянии E, МПа	5,32	4,47	4,41
Компрессионный модуль деформации в замоченном состоянии E, МПа	4,49	3,50	3,43
Удельное сцепление в природном состоянии C_e,кПа	X_n=24 $X_{0.85}$=20 $X_{0.95}$=18	X_n=23 $X_{0.85}$=16 $X_{0.95}$=10	X_n=17 $X_{0.85}$=14 $X_{0.95}$=12
Удельное сцепление в замоченном состоянии C_e,кПа	X_n=16 $X_{0.85}$=14 $X_{0.95}$=11	X_n=11 $X_{0.85}$=9 $X_{0.95}$=8	X_n=11 $X_{0.85}$=9 $X_{0.95}$=8
Угол внутреннего трения в природном состоянии φ_e, град.	X_n=22 $X_{0.85}$=21 $X_{0.95}$=19	X_n=21 $X_{0.85}$=19 $X_{0.95}$=17	X_n=22 $X_{0.85}$=20 $X_{0.95}$=18
Угол внутреннего трения в замоченном состоянии φ_e, град.	X_n=15 $X_{0.85}$=14 $X_{0.95}$=13	X_n=13 $X_{0.85}$=11 $X_{0.95}$=10	X_n=11 $X_{0.85}$=10 $X_{0.95}$=9

*Нормативные значения, принятые по «Методике оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов»

2.4 Гидрогеологические условия

В зоне влияния на участке изысканий грунтовые воды не встречены.

2.5 Специфические грунты

Согласно СП 11-105-97 Часть III, к специфическим грунтам на данной территории относятся просадочные и элювиальные грунты.

К просадочным относятся пылевато-глинистые грунты, дающие при замачивании при постоянной внешней нагрузке и (или) нагрузке от собственного веса грунта дополнительной деформации - просадки,

происходящие в результате уплотнения грунта вследствие изменения его структуры. К просадочным относятся грунты с величиной относительной деформации просадочности Ɛsl д.е > 0,01[10].

Грунтовые условия по просадочности преимущественно I типа, просадка от собственного веса не превышает 5 см.

Просадочные грунты следует характеризовать: относительной деформацией просадочности Ɛsl — относительным сжатием грунтов при заданном давлении после их замачивания; начальной просадочной влажностью Wsl — минимальной влажностью, при которой проявляются просадочные свойства грунтов; начальным просадочным давлением psl — минимальным давлением, при котором проявляются просадочные свойства грунтов при их замачивании [10].

Выделение участков с различными типами грунтовых условий по просадочности в районах распространения просадочных грунтов следует осуществлять в соответствии с требованиями СП 22.13330.2016 в зависимости от величины просадки грунтов от собственного веса при их замачивании: I тип — грунтовые условия, в которых возможна в основном просадка грунтов от внешней нагрузки, а просадка грунтов от собственного веса отсутствует или не превышает 5 см; II тип — грунтовые условия, в которых помимо просадки грунтов от внешней нагрузки возможна их просадка от собственного веса и величина ее превышает 5 см.

Просадочность обычно проявляется при техногенном замачивании или повышении влажности лессовых грунтов, связанных с: утечками из водонесущих коммуникаций; интенсивным поливом парков, садов, огородов; строительством каналов, водохранилищ, оросительных систем; нарушениями режима испарения и миграцией влаги под экранирующими покрытиями (взлетно-посадочные полосы, асфальтированные стоянки автомашин, площади, улицы и др.). Перечисленные причины могут действовать как самостоятельно, так и в разных сочетаниях. Замачивание может иметь локальный и площадной характер и различную длительность.

Кратковременное локальное замачивание распространяется лишь на верхнюю часть просадочной толщи, а длительное площадное — на всю просадочную толщу.

Из комплекса полевых методов исследований грунтов рекомендуется использовать статическое зондирование, пенетрационный каротаж, испытания грунтов штампами.

Испытания проводятся в компрессионных приборах по следующим схемам:

- схеме «двух кривых» для определения специфических свойств: относительной просадочности Єsi при различных давлениях и начального просадочного давления Psi.
- схеме «одной кривой» - для определения относительной просадочности Єsi при одном заданном значении давления.
- ускоренным методом по «комбинированной схеме» (экстраполяцией кривых относительного сжатия грунта соответственно при природной влажности и водонасыщенном состоянии) - для определения относительной просадочности Єsi при различных значениях давления на грунт и начального просадочного давления Psi).

На площадке изысканий грунтовые условия по просадочности II типа. Суммарная просадка грунта от собственного веса по площадке составляет 7,05см. Начальное просадочное давление 0.040МПа, для супесей и 0.031МПА для суглинков, начальная просадочная влажность 0,46д.е. и 0.37д.е для супесей.

Элювиальные отложения дисперсной зоны коры выветривания, являющиеся продуктом выветривания песчаников, алевролитов и аргиллитов, иланской свиты нижнеюрского возраста вскрыты с глубины 3,4-5,2м. Погружение кровли элювиальных отложений в пределах проектируемой площадки наблюдается в юго-западном направлении. Отложения представлены суглинками (ИГЭ-2), перекрывающие супеси (ИГЭ-3). Общая вскрытая мощность просадочных элювиальных грунтов составляет 11,0-16,6м. Элю-

виальные грунты при замачивании способны к просадке. Нормативные значения физико-механических свойств элювиальных грунтов приведены в таблице 2.2.

При устройстве фундамента просадочные грунты входят в зону активного взаимодействия фундамента с грунтом.

2.6 Способы исследования крупнообломочных элювиальных грунтов

Для определения характеристик механических свойств грунтов проводят лабораторные и полевые испытания. Определяемые в лабораторных условиях на образцах, характеристики грунтов не всегда в полной мере отражают свойства грунтов в условиях их природного состояния. Кроме того, СП 47.13330-2012[41] предписывают для сооружений IIго уровня ответственности, наряду с лабораторными проводить и полевые испытания грунтов. Потому для ИГЭ 1, 2 и 3, помимо лабораторных испытаний, заложено статическое зондирование. Для ИГЭ 4 невозможно получить лабораторным способом прочностные и деформационные показатели дресвяного грунта, а также провести испытание зондом. Поэтому ниже в разделе рассмотрим методы получения физико-механических характристик крупнообломочных грунтов.

Определение деформационных характеристик.

1. Испытание штампом в полевых условиях.

Испытания грунтов штампом проводят для определения характеристик деформируемости грунта: модуля деформации E для крупнообломочных грунтов, песков, глинистых, органоминеральных и органических грунтов; начального просадочного давления psl, относительной просадочности εsl для просадочных глинистых грунтов при испытаниях с замачиванием. Эти характеристики определяют по результатам нагружения грунта вертикальной нагрузкой в забое горной выработки с

помощью штампа. Полевые испытания грунтов штампами позволяют не только установить более точные характеристики сжимаемости грунтов, но и выделить фазы деформации и определить те граничные значения давления, при которых сохраняется линейная зависимость между осадкой и нагрузкой. В этом и заключается одно из важнейших преимуществ полевого метода испытания грунтов штампами перед лабораторными компрессорными испытаниями, так как при проектировании оснований и фундаментов мало знать модуль деформации грунтов, необходим ещё и интервал давлений, для которого справедливы принятые значения модуля деформации грунтов. В зависимости от геологического строения, гидрогеологических условий, а также от состава и состояния грунтов штамповые испытания производят в шурфах и скважинах.

Оборудование и приборы

В состав установки для испытания грунта штампом входят: штамп; устройство для создания и измерения нагрузки на штамп; анкерное устройство (для установок без грузовой платформы); устройство для измерения осадок штампа; устройство для замачивания и контроля влажности грунта (при испытании просадочных грунтов). Установки бывают двух типов, их используют при испытании грунтов в котлованах, шурфах, скважинах. Одни-с гидравлическим домкратом,

Другие - с нагружаемой платформой и тарированным грузом. На рис.3.3 показана схема установки для испытания грунтов штампом при помощи гидравлического домкрата

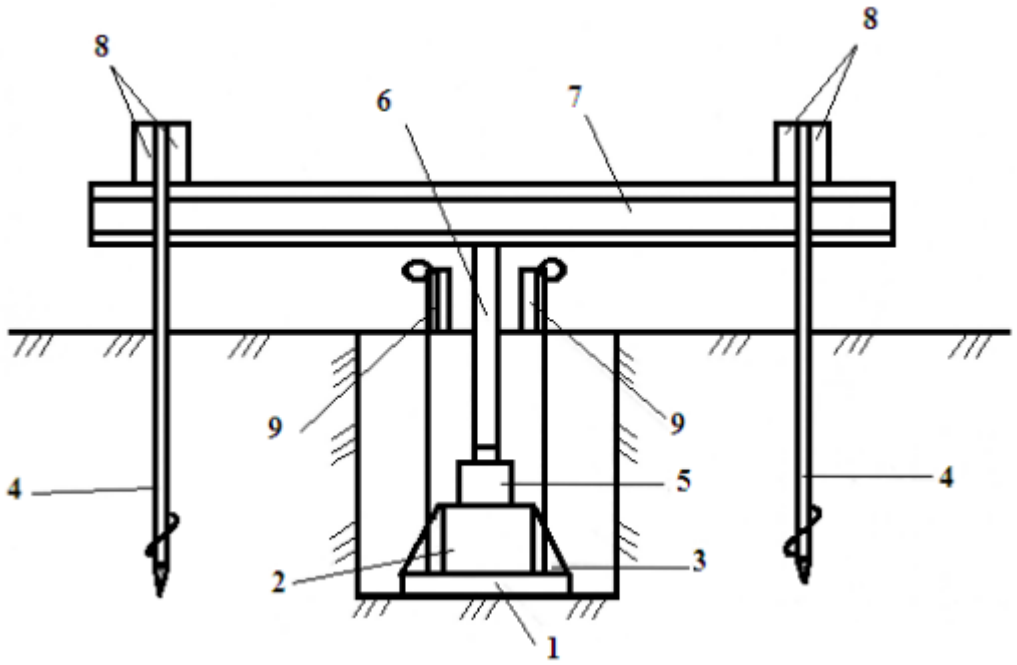


Рисунок 2.13 – Схема установки для испытания грунта в шурфе или скважине, при помощи гидравлического домкрата: 1- штамп; 2 –стол для установки домкрата; 3 - рёбра жесткости штампа; 4 – анкерные винтовые сваи; 5 –гидравлический домкрат; 6- труба-стойка; 7- продольная упорная балка; 8- поперечные упорные балки; 9 - реперное устройство с прогибомерами [43]

Определение прочностных характеристик

1. Испытание грунтов методом сдвига (среза) целиков грунта

Этим методом определяют прочностные характеристики для крупнообломочных грунтов, песков и глинистых грунтов. Для этого необходимо провести испытание на сдвиг не менее трех монолитов столбчатого типа, вырезанных в массиве грунта (в котловане, шурфе) с сохранением естественного состояния влажности и структуры, поддерживая в каждом случае условия испытаний и изменяя лишь величину нагрузки, действующей нормально к плоскости сдвига. Срез проводят по фиксированной плоскости сдвигающей нагрузкой при одновременном нагружении целика грунта нагрузкой, нормальной

к плоскости среза. Сопротивление грунта срезу определяют как предельное среднее касательное напряжение, при котором целик грунта срезается по фиксированной плоскости при заданном нормальном давлении. Для определения φ и С проводят не менее трех срезов целиков грунта при различных значениях нормального давления в одной выработке и на одной глубине. Испытания можно выполнять для следующих состояний грунта:

-природного сложения и природной влажности;

-природного сложения с замачиванием до полного водонасыщения;

-насыпных и намывных грунтов независимо от влажности.

В зависимости от цели и задач испытания проводят по следующим схемам: консолидированный срез - для определения характеристик прочности крупнообломочных грунтов, песков и глинистых грунтов с показателем текучести $I_l < 1$ в стабилизированном состоянии; неконсолидированный срез -для определения характеристик прочности глинистых водонасыщенных грунтов (при Sr> 0,85) с показателем текучести $I_l > 0,5$ в нестабилизированном состоянии.

Оборудование и приборы.

В состав установки для испытания целиков грунта методом среза входят: кольцо с внутренним диаметром D=400 мм и высотой H=220 мм; жесткие штампы размерами, соответствующими внутреннему диаметру кольца; устройство для вертикального нагружения целика грунта; устройство для создания касательной нагрузки с анкерным приспособлением; устройства для измерения деформаций целика грунта и величин прикладываемых вертикальных и горизонтальных нагрузок (рис.3.4)

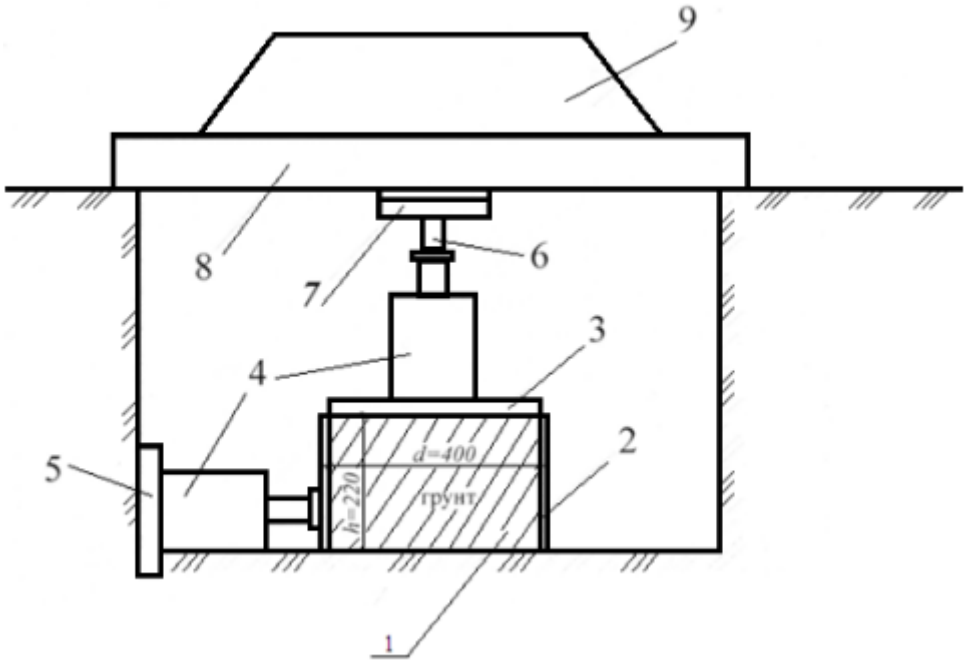


Рисунок 2.14 – схема установки для испытания целика грунта на сдвиг:1 -целик грунта; 2 -металлическое кольцо; 3 -штамп;4 - домкрат с манометром; 5 -упорный щит; 6 - динамометр;7 -подвижная тележка; 8 - упорная балка; 9 -груз [43].

2. Лабораторные исследования. Установка простого сдвига ГТ 1.2.13 для испытания образцов 300/150мм

Установка предназначена для испытаний гравийных, гравийно-песчанных, крупнообломочных грунтов естественного нарушенного сложения в условиях простого сдвига. Установка обеспечивает определения параметров прочности. Выполняет испытания в условиях простого сдвига, определение угла внутреннего трения, удельного сцепления, деформации сдвига, модуля сдвига, угла дилатансии, определение пиковой и остаточной прочности, испытания при частичном и полном водонасыщении

Рисунок 2.15 – Установка простого сдвига ГТ 1.2.13 для испытания образцов 300/150мм [42]

Таблица 2.3 – Технические характеристики для установки простого сдвига ГТ 1.2.13

Технические характеристики:	
предельная вертикальная и сдвигающая нагрузка ;	500 кН
размер образца (диаметр/высота)	300/150 мм;
минимальная ступень нагрузки	5 кН;
скорость сдвига	0,001 - 120 мм/мин;
максимальные вертикальные деформации	40 мм;
максимальные деформации сдвига	80 мм;
погрешность измерения нагрузки	0,5%;
погрешность измерения деформаций	0,2%

Установка трехосного сжатия для испытания образцов 300/600 мм.

Установка трехосного сжатия относится к серии специальных установок и предназначена для испытаний гравийных, гравийно-песчанных, крупнообломочных грунтов естественного нарушенного сложения в условиях осесимметричного трехосного сжатия.

Установка обеспечивает определения параметров прочностных и деформационных характеристик для сыпучих грунтов.

Возможности прибора:

• выполнение испытания в условиях осесимметричного трехосного сжатия;

• определение параметров: угла внутреннего трения, удельного сцепления, модуля деформации, модуля сдвига, модуля объемной деформации, коэффициента Пуассона, коэффициента консолидации;

• испытания по схеме НН, КН, КД;

• выполнение изотропной консолидации;

• испытания при частичном и полном водонасыщении;

• водонасыщение образца с контролем коэффициента Скемптона;

• измерение порового давления по нижнему торцу образца;

• управление обратным давлением;

• измерение вертикальных и объемных деформаций образца;

• испытания в автоматизированном режиме;

• электромеханическое управление вертикальной нагрузками и всесторонним давлением;

• статический и кинематический режимы силового воздействия с контролем напряжений и деформаций.

Рисунок 2.16 – Установка трехосного сжатия для испытания образцов 300/600 мм. [42]

Таблица 2.4 – Технические характеристики для установки трехосного сжатия

Технические характеристики:	
предельная вертикальная нагрузка	500 кН
предельное давление в камере	2 МПа
размер образца (диаметр/высота)	300/600 мм
минимальная ступень нагрузки	5 кН
скорость вертикального сжатия	0,001 - 120 мм/мин
максимальные вертикальные деформации	120 мм
погрешность измерения нагрузки	0,5%
погрешность измерения деформации	0,2%
погрешность измерения давления	1%

Из методов, перечисленных выше, использовать метод испытания целика грунта на срез мы не можем, так как он применим только к шурфам. Специальные установки для исследования крупнообломочных грунтов, можно применить, только после доведения грунта в приборе до нужной плотности, которая должна быть заранее известна. Из перечисленных выше методов, мы можем использовать только метод испытания штампом, так как его можно применить в скважине до глубины 10,0м. Удельное сцепление и угол внутреннего трения будет рассчитан по методике ДальНИИс, описанный в главе проектной части, в разделе методики проектируемых работ.

2.7 Геологические процессы и явления на участке

На момент проведения изысканий (март-апрель 2012г) неблагоприятных инженерно-геологических процессов и явлений не наблюдается. При замачивании суглинки (ИГЭ-2) и супеси (ИГЭ-3) способны к просадке и возможно морозное пучение грунтов, залегающих в зоне сезонного промерзания. Нормативная глубина сезонного промерзания составляет для суглинков – 1,90 м; для супесей – 2,34 м.

Для предохранения просадочных грунтов в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений от замачивания, что повлечет за собой снижение прочностных и деформационных свойств рекомендуется проводить водозащитные мероприятия, мероприятия по сохранению природной структуры и состояния грунтов от воздействия атмосферных и техногенных вод (СНиП 2.02.01-83,гл.3).

Грунты, залегающие в слое сезонного промерзания и оттаивания, в пределах площадки практически непучинистые, но при полном водонасыщении по относительной деформации пучения, согласно ГОСТ 25100-2011 табл. Б.27 классифицируются как сильнопучинистые.

В случае нарушения условий поверхностного стока, инфильтрации атмосферных осадков, а также возможных утечек техногенных вод, в период капитального ремонта полосы необходимо предусмотреть мероприятия по отводу поверхностного стока, устройства ливневых канализаций и другие сооружения инженерной защиты.

2.8 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка

Согласно приложения А, СП 47.13330.2016, по геоморфологическим факторам категория сложности средняя (наличие нескольких геоморфологических элементов, поверхность слабонаклонная), по геологическим факторам категория сложности средняя (не более четырех литологических слоев, мощность и характеристика грунтов изменяются закономерно), по опасным геологическим и инженерно-геологическим процессам – к средней (процессы не оказывают влияния на проектные решения, строительство или эксплуатацию объектов), по гидрогеологическим факторам – к простой (горизонтов вод в исследуемом массиве не встречено), специфические грунты в основании фундамента не оказывают существенное влияние на проектные решения, строительство или эксплуатацию объектов. Следовательно, участок по сложности

инженерно-геологических условий относится ко 2-ой (средней) категории [41].

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

Инженерно-геологические условия участка существенного влияния на процесс изысканий оказывать не будут. Гидромелиоративные мероприятия предусматривают предохранения грунтов от насыщения их атмосферными водами, путем улучшения регуляции поверхностного стока, устройством кюветов, лотков, канав и их гидроизоляцию с целью быстрого отвода дождевых и талых вод от просадочных участков.

3 Проектная часть. Проект инженерно-геологических изысканий на участке

3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружения с геологической средой и расчетной схемой основания

В районе аэропорта «Емельяново» города Красноярска планируется провести геологические изыскания для строительства сплинкерного резервуара, являющегося частью проекта по модернизации аэродрома.

Для определения сферы взаимодействия от заказчика были получены следующие характеристики объекта, представленные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Характеристики проектируемого сооружения

Вид сооружения	Габариты сооружения, м	Тип фундамента	Глубина подвала, м	Уровень ответственности	Нагрузка на 1 $м^2$ плиты
Сплинкерный резервуар	30.0 x 12.0	Плитный, железобетонный каркас	2.4	2	10т/м

Сфера взаимодействия является массивом грунтов, принимающих от сооружения нагрузки и прочие воздействия, изменяющие их изначальные состояния, такие как напряженность, влажность, температурный режим.

Определение сферы взаимодействия необходимо для точного планирования инженерно-геологической разведки, выноски инженерно-геологических скважин и задания их глубины. В конечном итоге объемы и методы выполнения работ могут быть определены, если:

– определено точное местоположение сооружения;

– разработаны конструкция сооружения и режим эксплуатации;

– выявлены и изучены геологическое строение участка и его гидрогеологические условия.

Согласно пункту 6.3.6 СП 47.13330.2012 горные выработки располагаются в пределах контура сооружения, на расстоянии не более 50м, и общее количество выработок должно быть не менее 3х (примечание

1 к таблице 6.2). В рамках данного проекта количество выработок составит 3 шт. Глубина горных выработок согласно пункту 6.3.8. СП 47.13330.2012 для плитных фундаментов составит ½ ширины фундамента, но не менее 20м от его подошвы и составит для данного проекта 22.4 метров [41].

Расчетная схема сферы взаимодействия сооружения с геологической средой представлена на листе №3 графических приложений, представляет собой инженерно-геологический разрез, на котором показаны технические характеристики сооружения, ИГЭ, и требуемый набор показателей физико-механических свойств грунтов, для расчета оснований и фундаментов, согласно СП 22.13330.2016:

по первой группе – по несущей способности оснований, устойчивости фундаментов против опрокидывания и сдвига, устойчивости фундаментов при воздействии сил морозного пучения грунтов, прочности и устойчивости конструкций фундаментов;

по второй группе – по деформациям оснований и фундаментов (осадкам, кренам, горизонтальным перемещениям) и трещиностойкости железобетонных конструкций фундаментов [8].

Набор физико-механических свойств грунтов:

На основании составленной расчетной схемы и с учетом требований нормативных документов определены следующие конкретные задачи изысканий в пределах предполагаемой сферы взаимодействия плитного фундамента проектируемого резервуара 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 [5].

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 путепровода. 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;
2. период выполнения основных работ по утвержденному проекту инженерно-геологических изысканий;
3. заключительный период (обработка полученных материалов и составление инженерно-геологического отчета).

В подготовительный период изучаются инженерно-геологические изыскания предыдущих лет на данной местности, а также литературные и фондовые материалы, составляется программа инженерно-геологических изысканий, осуществляется подготовка к полевым работам, составляется смета на проведение работ и график исполнения, производится обеспечение запланированных работ материально-техническими средствами и кадрами исполнителей.

Период выполнения основных работ затрагивает буровые, полевые, лабораторные, геофизические и другие виды работ, а также камеральную обработку полученных данных.

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;
– опробование грунтов;
– полевые опытные работы (статическое зондирование и испытание штампом площадью 600см^2);
– лабораторные исследования;
– камеральные работы.

Топографо-геодезические работы

Назначение работ – получение современного инженерно-топографического плана масштаба 1:1000, 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 трёх скважин, шести точек статического зондирования и две точки испытания штампом.

Буровые работы

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

Запроектированная глубина горных выработок составляет 22.4 метров исходя из глубины заложения фундамента (2.4 метра) и пункта 6.3.8. СП 47.13330.2012 для плитных фундаментов составит ½ ширины фундамента, но не менее 20м. Также согласно пункту 6.3.6 СП 47.13330.2012 горные выработки располагаются в пределах контура сооружения, на расстоянии не более 50м, и общее количество выработок должно быть не менее 3х (примечание 1 к таблице 6.2. Общее количество горных выработок – 3, общий объем буровых работ составит 67,2 п.м.

Полевые опытные работы

Полевые исследования грунтов следует проводить при изучении массивов грунтов с целью:

- расчленения геологического разреза, оконтуривания линз и прослоев слабых и других грунтов;
- пределения физических, деформационных и прочностных свойств

грунтов в условиях естественного залегания;

- оценки пространственной изменчивости свойств грунтов.

Для определения прочностных характеристик дисперсных грунтов, согласно пункту 6.3.11 СП 47.13330.2012, на объекте в контуре сооружения также запроектировано статическое зондирование грунтов в количестве 6 испытаний глубиной не более 8.5 метров, из-за наличия ниже крупнообломочных грунтов. Работы следует производить по достижению заданной глубины, либо по достижению максимально возможной нагрузки на конус зонда. Согласно пункту 5.3.3 ГОСТ 19912-2012 отклонение мачты установки от вертикали не должно превышать 2°. Во избежание получения недостоверных данных и повреждения оборудования максимальная скорость погружения, а также нагрузка на конус зонда не должна превышать значений, прописанных в инструкции по эксплуатации установки.

Основной целью проведения испытания штампом является определения характеристик сжимаемости крупнообломочных грунтов ИГЭ-4 в условиях естественного залегания. Методика испытаний, а так же требования к оборудованию и подготовке испытаний регламентируются ГОСТ 20276 - 2012 [14]. 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. Всего проектируется выполнить 3 испытания штампом площадью 600 $см^2$, в одной скважине – на глубине 8,5 и 10,5м и на глубине 8,5м, во второй.

Опробование

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

Инженерно-геологическое опробование включает:

– определение системы размещения точек изучения состава, состояния и свойств пород или определения СППИНФа (его типа, объема и параметров);

– отбор, упаковку, транспортировку и хранение образцов пород в соответствии с ГОСТ 12071-2014.

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 5.11 из всех инженерно-геологических элементов в сфере взаимодействия этих зданий и сооружений с геологической средой [10].

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 [10].

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. Количество необходимых определений приведено в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Требуемое количество необходимых определений

ИГЭ	Плотность		Влажность, %		Гранулометрический состав	Содержание органики	Угол внутреннего трения, удельное сцепление, кПа	Модуль деформации, мПа	Коэффициент истираемости	Определение агрессивных свойств к стали и бе-	Образцы	
	Грунта	Частиц грунта	Есст.	На гр. текучести На гр. раскатывания							Ненарушенной	Нарушенной структуры
	ρ	ρ_s	w	w_L, w_P		I_r	c, φ	E	K_{fr}			
ИГЭ-1 Суглинки легкие песчанистые, твердые, коричневого, красновато-коричневого цвета, непросадочные	10	10	10	10	10	6	6	6	-	6	12	-
ИГЭ-2 . Суглинки легкие песчанистые, твердые, коричневые.	10	10	10	10	10	-	6	6	-	-	12	-
ИГЭ-3 . Супеси песчанистые, твердые, коричневые.	10	10	10	10	10	-	6	6	-	-	12	-
ИГЭ-4 Дресвяный грунт с супесчаным заполнителем твердой консистенции..	-	10	10	10	10	-	-	-	10	-	-	10
Всего:	30	40	40	40	40	6	18	18	10	6	36	10

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 – 36.

Интервал опробования определяется следующим образом:

$n = H_{ср}/N$* количество скважин;

где n - интервал опробования, м;

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

N – необходимое количество образцов.

Интервалы опробования для образцов нарушенной структуры:

n (ИГЭ 1)=3,7/12*3=0,925 м;

Для образцов ненарушенной структуры:

n (ИГЭ 2)=2,1/12*3=0,525 м;

n (ИГЭ 3)=2,6/12*3=0,65 м;

n (ИГЭ 4)=14,2/10*3=4,2 м.

Исходя из опыта работы, в организации АО "Красноярская буровая компания" опробование по слоям с достаточной мощностью производится из кровли, подошвы и середины слоя, но не реже чем через два метра, для остальных грунтов интервал отбора будет составлять метр и менее метра. Таким образом, проект предусматривает отбор проб нарушенной структуры в количестве 10 шт. и отбор проб ненарушенной структуры в количестве 36 шт. Запроектированные точки опробования представлены на листе 2 графических приложений.

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 [11]. 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	смена	1	СП 126.13330.2012
2	Буровые работы	п.м.	67,2	РСН-74-88
3	Полевые опытные работы: – статическое зондирование – испытание штампом площадью 600см	испытание	6 3	ГОСТ 19912-2012 ГОСТ 20276-2012
4	Опробование: – образцы ненарушенной структуры – образцы нарушенной структуры	шт.	36 10	ГОСТ 12071-2014
5	Лабораторные работы на определение: – естественной влажности – влажности на границе текучести – влажности на границе раскатывания – плотности грунта – плотности частиц грунта – гранулометрического состава – модуля деформации – сопротивления срезу – агрессивных свойств к стали и бетону – содержания органических веществ – коэффициента истираемости в полочном барабане	определение	46 36 36 46 30 46 18 18 6 6 10	ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 12248-2010 ГОСТ 9.602-2016 ГОСТ 23740 -2016 ГОСТ 12536 -2014 ГОСТ 30416-2012 ГОСТ 22733-2016 ГОСТ 23161-2012 РСН 51-84
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

Топографо-геодезические работы выполняются для планово-высотной выноски и привязки проектных и пробуренных по проекту скважин и точек зондирования. Выноска точек заложения проектных скважин выполняется в соответствии требованиями «Инструкции по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS», Москва, ЦНИИГАиК, изд. 2002 г, «Инструкция по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ», изд. 1997г. После окончания бурения осуществляется привязка фактического местоположения устья скважины, также, с помощью GPS - приемника или электронного геодезического оборудования.

Геодезические изыскания заканчиваются составлением плана, на котором будет показано плановое и высотное положения сооружений и данные привязки основных строительных осей сооружений к геодезической основе.

3.3.2 Буровые работы

Геолого-технические условия бурения.

На участке проектируемого путепровода планируются буровые работы общим объемом 3х инженерно-геологических скважин глубиной по 22,4 метра. Из данных скважин следует отобрать образцы грунтов нарушенной и ненарушенной структуры, общий метраж бурения составит 67,2 метров, количество проб нарушенной структуры – 10 шт., монолитной – 36.

Геологический разрез в настоящее время изучен на глубину 20 метров, представлен преимущественно дисперсными делювиально-пролювиальными и элювиальными грунтами.

Слой № 1. - суглинки и супеси без включений твёрдой консистенции (dpQ - eQ), (ИГЭ 1,2,3). Встречаются данные грунты под почвенно-растительным слоем По разрезу мощность слоя составляет 8,3-8,5 м.

Слой № 2 – представлен дресвяным грунтом с супесчаным заполнителем твёрдой консистенции, (ИГЭ 4). Встречаются данные грунты под слоем № 1. Усредненная мощность составляет 9,1 м. Глубина залегания подошвы не определена и выходит за рамки изученности геологического строения площадки.

В классификации горных пород по буримости представленной в учебном пособии Б.М. Ребрика "Бурение инженерно-геологических скважин" в таблице 1.28 "Классификация пород по буримости для механического вращательного бурения скважин" вышеперечисленные грунты относятся к следующим категориям:

– ИГЭ 1, суглинки легкие песчанистые, твердые, коричневого, красновато-коричневого цвета, непросадочные, относится ко II категории по буримости;

– ИГЭ 2, суглинки легкие песчанистые, твердые, коричневые относится ко II категории по буримости;

– ИГЭ 3, Супеси песчанистые, твердые, коричневые, относится к I категории по буримости;

– ИГЭ 4, дресвяный грунт с супесчаным заполнителем твердой консистенции. Обломочный материал представлен щебнем и дресвой алевролитов от среднепрочных до прочных, слабовыветрелых, размягчаемых относится к V категории по буримости.

Сложность инженерно-геологических условий на участке проектируемого путепровода относится ко второй категории (условия средней сложности).

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 [10].

Намечаемые в программе изысканий способы бурения скважин должны обеспечивать высокую эффективность бурения, необходимую точность установления границ между слоями грунтов (отклонение не более 0,25-0,50 м), возможность изучения состава, состояния и свойств грунтов, их текстурных особенностей в природных условиях залегания [10].

Согласно приложению Г. СП 11-105-97 способ бурения выбирается колонковый "всухую". Диаметр бурения для данного метода составляет от 89 до 219 мм.

Исходя из второй главы, параграфа 3, рисунка 2.1 и таблицы 1.1, представленного в учебном пособии Б.М. Ребрика "Бурение инженерно-геологических скважин", подходит типовая конструкция скважины – IIб. Данная конструкция полностью удовлетворяет особенностям геологического разреза, а также вида и характера изысканий.

В скважиах предполагается обрушение стенок с глубины 8,3 - 8,5 м, из за наличия неустойчивого дресвяного грунта, соответственно в скважинах планируется крепление стенок обсадными трубами с поверхности до глубины глубины 22,4 м. Следовательно конструкция данной скважины будет выглядеть следующим образом: до глубины 8,5 м скважина будет иметь диаметр 173 мм без обсадных труб, далее до глубины 22,4 метров диаметр скважины будет составлять 132 мм, крепление стенок скважины будет производиться до забоя трубами диаметром 146 мм. Конструкция скважины представлена в геолого-техническом наряде на бурение скважины глубиной 22,4 м, лист 4 графических приложений.

Отбор образцов монолитов будет производиться обуривающим грунтоносом, ГО-1, производства АО "Аммонит" наружным диаметром 160 мм и длиной керноприемника 925 мм (рисунок 3.1).

Рисунок 3.1 – Грунтонос обуривающий ГО-1 [41]

Данный грунтонос предназначен для отбора проб грунтов твердой, полутвердой, тугопластичной и мягкопластичной консистенции и извлечения керна из скважины с наименьшим механическим воздействием на него и с сохранением природного сложения.

Выбор способа бурения.

Выбор способа бурения должен основываться на свойствах проходимых грунтов, также должно учитываться назначение и глубина инженерно-геологических выработок. Выбранный способ бурения должен обеспечивать приемлемую производительность и получение достоверных данных о залегании и свойствах грунтов.

Как уже говорилось выше, согласно приложению Г, СП 11-105-97 способ бурения выбирается колонковый "всухую". Данный способ является одним из широко применяемых вращательных способов проходки скважин и имеет ряд преимуществ, например, универсальность, доступность, широкое распространение, обеспечивает хорошую скорость проходки горных выработок в различных грунтах и выход керна. Также можно отметить довольно обширный парк станков, выпускаемых промышленностью, на различных базах грузовой и вездеходной техники, что позволяет проводить бурение в самых различных, в том числе и тяжелых условиях.

Выбор буровой установки и технологического инструмента.

В соответствии с вышеперечисленными условиями в данном проекте можно использовать имеющуюся у организации в наличии буровую установку УРБ-2А-2Д, смонтированную на шасси автомобиля высокой проходимости КамАЗ-43114 с колесной формулой 6х6 (рисунок 3.2).

Рисунок 3.2 – Буровая установка УРБ-2А-2Д на базе Урал-4320-0111-43 в работе [44]

Технические характеристики данной буровой установки приведены в таблице 3.4.

Для выбранного способа бурения следует произвести выбор породоразрушающего инструмента, в зависимости от категории буримости пород. Для суглинков и супесей (ИГЭ 1-2) целесообразно будет применить твердосплавные коронки типа М1 диаметром 173 мм. Данный вид твердосплавных коронок подходит для мягких однородных пород I-II категории по буримости, которые составляют третью часть разреза.

Для грунта с дресвяным твердым заполнителем (ИГЭ-4) после глубины 8,5м, предполагается использовать твердосплавные коронки СМ6 диаметром 132 мм, данный вид коронок, подходит для перемежающихся и трещиноватых пород V-VII категории по буримости.

Таблица 3.4 – Технические характеристики буровой установки УРБ-2А-2Д [4].

Технические характеристики	
Диаметр бурения, мм	
начальный структурно-поисковых и геофизических скважин с промывкой	190
конечный геофизических скважин с промывкой	118
конечный структурно-поисковых скважин с продувкой	118
конечный структурно-поисковых скважин с промывкой	93
шнеками	150
Условная глубина бурения, м	
геофизических скважин	
с продувкой	50
с промывкой	100
структурно-поисковых скважин с промывкой	350
шнеками	30
Допускаемая нагрузка на крюке (элеваторе), кН (кгс), не более	50 (5000)
Рабочее давление в гидросистеме, МПа (кгс/см2)	10(100)±5%
Скорость подъема бурового снаряда, м/с	0...1,2
Частота вращения шпинделя, об/мин	27/42/60/145/ /225/325
Наибольший крутящий момент, Нм	2000
Ход вращателя, мм	5200
Габаритные размеры в транспортном положении, мм	8700x2500x3980
Габаритные размеры в рабочем положении, мм	8500x2500x8401
Масса установки, кг, не более	15205

Помимо буровых коронок для работы понадобятся бурильные, колонковые и обсадные трубы.

Бурильные трубы служат для спуска бурового снаряда в скважину, обеспечения промывки или продувки ее забоя, передачи вращения породоразрушающему инструменту с поверхности от вращателя станка, передачи осевой нагрузки на забой, подъема бурового снаряда из скважины, транспортировки керна и ликвидации аварий [4].

Наружный диаметр бурильных труб ТБСУ составляет 63,5 мм, длина 4,5 метра.

Колонковые трубы предназначены для приема керна, последующего транспортирования его на поверхность и поддержания заданного направления ствола скважины в процессе бурения. Обсадные трубы служат для предотвращения обвалов и сужения стенок скважины в неустойчивых породах. Колонковые трубы относятся к технологическому инструменту, обсадные к вспомогательному [4].

Бурение скважины будет производиться с одновременной обсадкой обсадными трубами диаметром 146, до глубины 22,4.

Образцы грунтов нарушенной структуры следует отбирать из колонковой трубы, для отбора монолитов, как описывалось выше следует применять обуривающий грунтонос ГО-1, производства ПАО "Аммонит" наружным диаметром 160 мм.

Технология бурения скважин.

Колонковое бурение "всухую" достаточно широко распространено на изысканиях. Обычно оно ведется укороченными рейсами, длина которых не превышает 0,8-1,5 метра. Параметры режима бурения устанавливают следующие: частота вращения инструмента 80-150 оборотов в минуту, осевая нагрузка на забой 3-6кН [4].

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 [4].

Для сокращения затрат времени при бурении глинистых грунтов рекомендуется для извлечения керна использовать сжатый воздух [4].

3.3.3 Полевые опытные работы

Статическое зондирование

Испытания грунтов методом статического зондирования проводятся в соответствии с ГОСТ 19912-2012 [13].

Испытание в, рамках данного проекта, планируется проводить комплексом статического зондирования "Тест К4" производства АО "Геотест", с помощью буровой установки УРБ-2А-2Д смонтированной на базе автомобиля. Технические характеристики используемого оборудования представлены в таблице 3.5.

В состав установки для испытания грунта статическим зондированием должны входить:

– зонд (наконечник и штанги);

– устройство для вдавливания и извлечения зонда;

– опорно-анкерное устройство;

– измерительная система [13].

Таблица 3.5 – Основные характеристики тензометрического зонда А3/350 [46].

Диаметр основания конуса, мм	35,7
Угол при вершине, град	60
Диаметр муфты трения, мм	35,7
Длина муфты трения, мм	310
Площадь муфты трения, см²	350
Диапазон измерения удельного сопротивления грунта по конусу qc, МПа	0,05–50
Диапазон измерения удельного сопр. грунта по муфте трения fs, кПа	0,6–571
Диапазон измерения угла отклонения от вертикали a, °	1–20
Основная погрешность измерения удельного сопротивления грунта	не более 5%

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

– удельное сопротивление грунта под наконечником (конусом) зонда q_c;

– удельное сопротивление грунта на участке боковой поверхности (муфте трения) зонда f_s [13].

Проведение испытания

Работы следует начинать с размещения установки, с помощью которой будет производиться испытание строго над запланированным местом, также следует следить за выставлением буровой мачты, которая согласно пункту 5.3.3 ГОСТ 19912-2012 не должна отклоняться от вертикали более чем на 2°. Если в верхних слоях разреза присутствуют крупнообломочные грунты, то следует их пройти буровой скважиной на всю длину слоя, и убедиться, что на забое нет обломков пород, при

необходимости скважина обсаживается трубой, внутренним диаметром на 5-10 мм превышающим диаметр зонда.

Следующим шагом будет монтаж оборудования. Соединительный кабель передачи данных должен быть протянут через штанги, и подключен одним концом к зонду, а вторым к блоку регистрации, или персональному компьютеру через блок связи, длины кабеля и количества штанг должно хватить для полного прохождения испытания по глубине.

Следует отметить, что использование персонального компьютера при регистрации данных хоть и вызывает некоторые неудобства, но имеет существенное преимущество в том плане, что можно отслеживать регистрируемые данные в графическом формате и анализировать их, а также корректировать действия буровой бригады. При использовании мобильного блока регистрации на его дисплее отражается информация только о текущем состоянии зонда, что не всегда удобно.

Далее в процессе работы следует закрепить на вращателе буровой установки переходную муфту, предназначенную для крепления штанг, и вывесить на нее тензометрический зонд, предварительно накрутив на него 1-2 штанги. Следует следить чтобы в данный момент конус или муфта зонда не касались грунта или стенок скважины и зонд висел строго вертикально. После этих действий на зонд подается питание, устанавливается связь с регистратором или персональным компьютером и происходит калибровка параметров конуса, муфты и встроенного инклинометра. Во время калибровки зонда не допускается его перемещение.

При проведении непосредственно испытания зонд должен вдавливаться в грунт с равномерной скоростью 1,0±0,3 м/мин., прерывание зондирования допускается только для наращивания штанг, регистрация параметров зондирования происходит через каждые 10 см., для чего на штангах присутствуют специальные риски с соответствующим шагом. Во время вдавливания зонда рывков, ударных нагрузок или изменения

скорости перемещения не допускается. Если в разрезе присутствуют крупнообломочные грунты, то испытание проводят по достижению их кровли, далее регистрация данных заканчивается, зонд вынимается и бурится скважина до прохождения данного слоя, после чего испытание продолжается с забоя, после проведения калибровок и установки новой глубины в регистраторе.

По окончанию работ происходит камеральная обработка данных в программе Geoexplorer v. 3.14, результатом которой будут физико-механические, прочностные и деформационные характеристики грунтов по СП 47.13330.2012 "Инженерно-геологические изыскания для строительства". Часть 1 (Приложение И), и МГСН 2.07-01 "Московские городские строительные нормы. Основания, фундаменты и подземные сооружения".

Полевые испытания штампом

Испытания ИГЭ - 4 для определения модуля деформации *E* будет выполняться плоским круглым штампом III типа площадью 600 $см^2$. соответствии с ГОСТ 20276-2012[14].

Испытание в, рамках данного проекта, планируется проводить комплектом для испытания штампом производства АО "Геотест", с помощью буровой установки УРБ-2А-2Д смонтированной на базе автомобиля. В комплект для испытания грунтов штампом входит:

- штамп плоский круглый III типа площадью 600 $см^2$ – 1 шт;
- колонна труб 127 мм для спуска штампа;
- упорная конструкция для восприятия нагрузок от пневмоцилиндра – 1 шт;
- пневмоцилиндр 250 мм с ходом штока 100 мм - 1 шт;
- пневмосистема для подачи сжатого воздуха в пневмоцилиндр;
- индикатор часового типа ИЧ-50 – 3 шт;

- манометр точных измерений МТИ 610 0-10, 0-16 кгс/см^2 кл. 0,6 – 1 шт;

- инвентарные грузы общей массой 4 тонны.

Проведение испытания

Бурение будет выполняться шнековым способом и будет останавлено, не доходя до отметки испытания 10 см. Далее производётся зачистка забоя специальным зачистным устройством диаметром 280 мм. Для предотвращения обвалов стены скважин будут крепиться трубами диаметром 325 мм до отметки на 10 см выше забоя. С целью достижения плотного контакта подошвы штампа с грунтом перед его установкой на забой скважины засыпается песок из расчета устройства песчаной подушки толщиной не более 2 см. После установки штампа на забой будет проводиться 2-3 поворота штампа вокруг своей оси и проверялась вертикальность его положения.

После установки штампа производится монтаж упорной конструкции и пригруза, устройства для нагружения штампа, пневматической и измерительной аппаратуры. Специалистом снимаются нулевые показания измерительных приборов и прикладывается нагрузка равная бытовому давлению грунта на данной глубине в соответствии с требованиями ГОСТ 20276 [14]. Величина бытового давления $\sigma_{zg,0}$ кПа рассчитывается по формуле:

$$\sigma_{zg,0} = \rho*h*9,8, (кПа) \qquad (5)$$

где ρ – плотность грунта выше отметки испытания (т/м3);

h – глубина испытания (м).

Общий вид смонтированного оборудования представлен на рис. 3.3.

Рис. 3.3. Оборудование для испытаний штампом [44]

При расчете нагрузки от бытового давления учитывается также масса оборудования (штамп, направляющая колонна и оголовок с пневмоцилиндром).

Требуемая величина давления на манометре $\mathbf{P_{mi}}$ при приложении ступенчатых нагрузок рассчитывается исходя из технических характеристик пневмоцилиндра указанных в таблице на рисунке 3.4.

Усилие на штоке пневмоцилиндра

Таблица 1

Диаметр, мм		Площадь (полости), см²		Статическое усилие на штоке, кгс*, не менее													
				толк.	тян.	толк.	тян.	толк.	тян.	толк.	тян.	толк.	тян.	толк.	тян.	толк.	тян.
поршня	штока	поршне-вой	штоковой	при давлении, кгс/см²													
				4		5		6		7		8		9		10	
32	12	8,04	6,91	29	25	36	31	43	37	51	44	58	50	65	56	72	62
40	16	12,56	10,55	45	38	57	47	68	57	79	66	90	76	102	85	113	95
50	20	19,62	16,48	71	59	88	74	106	89	124	104	141	120	159	133	177	148
63		31,16	28,02	112	101	140	126	168	151	196	176	224	202	252	227	280	252
80	25	50,24	45,33	181	163	226	204	271	245	317	286	362	326	407	367	452	408
100		78,50	73,59	283	265	353	331	424	397	495	464	565	530	636	506	706	662
125	32	122,66	114,62	442	413	552	516	662	619	773	722	883	825	994	928	1104	1032
160	40	200,96	188,40	723	678	904	848	1085	1017	1266	1187	1447	1356	1628	1526	1809	1696
200		314,00	301,44	1130	1085	1413	1356	1696	1628	1978	1899	2261	2170	2543	2442	2826	2713
250	50	490,62	471,00	1766	1696	2208	2119	2649	2543	3091	2967	3532	3391	3974	3815	4416	4239
320	63	803,84	772,68	2894	2782	3617	3477	4341	4172	5064	4868	5788	5563	6511	6259	7235	6954

Примечание. Значения усилий определены при следующих допущениях:
- противодавление в полости выхлопа = 0;
- потери на трение 10%.

Рис. 3.4. Таблица зависимости величины усилия на штоке от давления в пневмосистеме

На основании данных представленных в таблице построен график зависимости величины усилия на штоке от давления в пневмоцилиндре (рис 3.5).

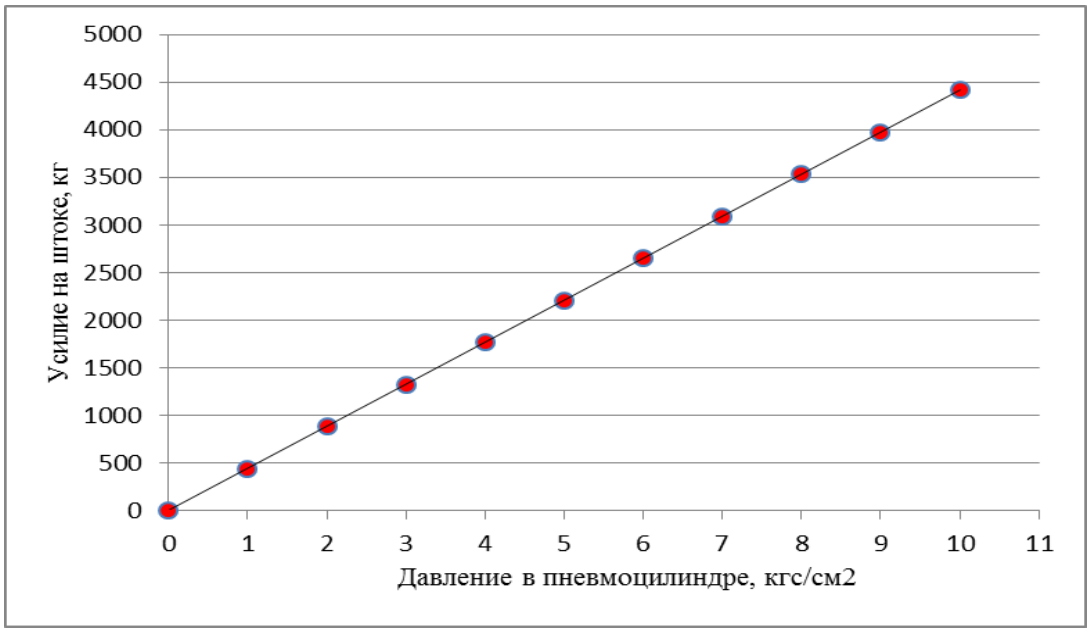


Рис. 3.5. график зависимости величины усилия на штоке от давления в пневмоцилиндре

Формула для расчета величины давления воздуха в пневмоцилиндре имеет вид:

$$P_{mi} = (P_i * S_{шт})/(S_{порш}/K_{пт}),\ кгс/см^2 \quad (6)$$

где P_i - требуемое давление на грунт на i ступени нагружения, кг/см^2,

$S_{шт}$ - площадь штампа, см^2,

$S_{порш}$ – площадь поршня пневмоцилиндра, см^2 (490,62 см^2),

$K_{пт}$ – коэффициент потерь на трение, $K_{пт}$=1,1.

Вторая и последующие ступени нагружения задаются в соответствии с требованиями таблиц 5.2 и 5.3. ГОСТ 20276-2012. Количество ступеней после приложения нагрузки равной бытовому давлению должно быть не менее четырех.

Каждая ступень давления выдерживается до условной стабилизации деформации осадки штампа. За критерий условной стабилизации деформации принимается скорость осадки штампа, не превышающая 0,1 мм за время указанной в таблицах 5.2, 5.3 ГОСТа 20276-2012.

Наблюдения за осадкой штампа ведутся с использованием трех индикаторов часового типа ИЧ-50 устанавливаемых на реперной системе.

Отсчеты по индикаторам на каждой ступени нагружения проводятся:

- при испытании песчаных грунтов через каждые 10 мин в течение первого получаса, 15 мин в течение второго получаса и далее через 30 мин до условной стабилизации деформации грунта;

- при испытании глинистых грунтов через каждые 15 мин в течении первого часа, 30 мин в течении второго часа, далее через 1 час до условной стабилизации деформации грунта.

После завершения испытания производился демонтаж оборудования и выработка будет углубляться ниже до проектной отметки.

Обработка результатов

Обработка результатов испытаний выполняется по методике изложенной в п. 5.5. ГОСТ 20276-2012.

По данным испытаний строятся графики зависимости осадки штампа от давления *S=f(p)*.

Модуль общей деформации грунта E_o, МПа, вычислялся для линейного участка графиков нагрузки по формуле Шлейхера:

$$E = (1-\mu^2)* K_p* K_I* D*(\Delta p/\Delta S), \text{ МПа} \qquad (7)$$

где μ – коэффициент Пуассона, равный для суглинков 0,35, для песков и супесей 0,3, для глин 0,42;

K_p – коэффициент, при испытаниях грунтов в скважинах плоским штампом принимался равным 1;

K_I–коэффициент, принимаемый 0,79 для жесткого круглого штампа;

Δp – приращение давления на грунт на линейном участке графика, $\Delta p = p_n - p_0$;

ΔS – приращение осадки штампа, соответствующее Δp, равное $\Delta S = S_n - S_0$.

Образец расчёта испытаний грунтов штампом приведен на листе 5 графических приложений.

3.3.4 Опробование

Все работы по опробованию проводятся в соответствии с ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов [12]

Отбор образцов грунта нарушенной структуры, как описывалось выше, производиться 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. 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 [12].

В соответствии с пунктом 4.2.6 ГОСТ 12071-2014 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 бюксы с герметически закрывающейся крышкой, вместе с образцом помещается этикетка [12].

Согласно пункту 4.5.4 ГОСТ 12071-2014 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°С - 60°С [12].

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

3.3.5 Лабораторные исследования

Общие положения

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

– ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация;

– ГОСТ 12248-2010 Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости;

– ГОСТ 23740-2016 Методы лабораторного определения содержания органических веществ;

– ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик;

– ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) и микроагрегатного состава;

– ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания Общие положения;

– ГОСТ 22733-2002 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности;

– ГОСТ 23161-2012 Грунты Метод лабораторного определения характеристик просадочности.

– РСН 51-84 Инженерные изыскания для строительства. Производство лабораторных исследований физико-механических свойств грунтов

– ГОСТ 9.602-2016 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

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 и нарушенной структуры проводится комплекс определений физико-механических свойств: компрессионные и сдвиговые характеристики, оптимальная влажность, природная и максимальная плотности.

Коррозионные свойства грунтов к бетону и стали выполняются согласно ГОСТ 9.602-2016. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.

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.

Природная влажность, плотность грунта, плотность частиц грунта и показатели пластичности и текучести будут определены в соответствии с

ГОСТ 5180-2015 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик» [15].

Влажность грунта следует определять как отношение массы воды, удаленной из грунта высушиванием до постоянной массы, к массе высушенного грунта (по методу высушивания до постоянной массы).

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

Границу раскатывания (пластичности) следует определять как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой паста, раскатываемая в жгут диаметром 3мм, начинает распадаться на кусочки длиной 3—10 мм (метод раскатывания жгутиков).

Плотность грунта определяется отношением массы образца грунта к его объему методом режущего кольца.

Определение истираемости. Для определения коэффициента истирания используют полочный барабан, испытания проводят согласно РСН 51-84 .

Нормативное значение коэффициента истираемости обломков для каждого выделенного инженерно-геологического элемента определяют по результатам испытаний не менее чем шести проб.

Содержание органических веществ (гумус) определяется по ГОСТ 23740-2016 [19] методом прокаливания при температурах 525 °С последовательно.

Испытания грунтов методом одноплоскостного среза

Существует два нормативных документа определяющих методы лабораторного определения сдвиговых характеристик грунтов: ГОСТ

12248-2010 [7]. Проектом предусмотрены испытания, определенные в ГОСТ 12248-2010, 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 (с) для песков (кроме гравелистых и крупных), глинистых и органоминеральных грунтов [7].

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 [7] рисунок 3.6.

Рисунок 3.6 – Прибор одноплоскостного среза производства Геотек [42]

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 (с) необходимо провести не менее трех испытаний идентичных образцов при различных значениях нормального напряжения [7].

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) [7].

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 [7].

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 [7].

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 5.1.1.6, жесткие сплошные и перфорированные штампы;

– механизм для вертикального нагружения образца;

– механизм создания горизонтальной срезающей нагрузки;

– устройства для измерения деформаций образца и прикладываемой нагрузки.

Испытания грунтов методом одноосного сжатия

Испытание грунта методом одноосного сжатия проводят для определения предела прочности на одноосное сжатие R_c, для полускальных и глинистых грунтов с $I_L <= 0.25$ [7].

Для испытаний используют образцы грунта ненарушенного сложения.

Для глинистых грунтов образец должен иметь форму цилиндра диаметром не менее 38 мм и отношением высоты к диаметру, равным 1,8-

2,5. Максимальный размер фракции грунта (включений, агрегатов) в образце должен быть не более 1/6 диаметра образца [7].

В состав установки для испытания грунта на одноосное сжатие должны входить:

– механизм для вертикального нагружения образца;

– устройство для измерения вертикальной деформации образца;

– устройство для измерения поперечной деформации образца (по заданию).

Примечание – плиты пресса для нагружения образца должны быть отполированы или применены другие способы для уменьшения трения [7].

Пример оборудования приведен на рисунке 3.7.

Рисунок 3.7 – Пример прибора одноосного сжатия производства Геотек [42]

Проведение испытания.

Нагружение образца глинистого грунта проводят с заданной скоростью приращения относительной вертикальной деформации образца, выбирая ее в зависимости от предполагаемой прочности грунта R_c так, чтобы время проведения испытания составило 2-15 мин, что обычно соответствует скорости 0,5% - 2% за 1 мин. Более низкую скорость выбирают для образцов с меньшими деформациями при разрушении [7].

Испытание проводят до разрушения образца, т.е. до достижения максимального значения вертикальной нагрузки. В случае испытания образца глинистого грунта при отсутствии видимых признаков разрушения испытание прекращают при относительной вертикальной деформации образца [7].

Модуль деформации E вычисляют по нагрузочным ветвям зависимостей по формуле: $E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon_1}$ [7].

При проведении лабораторных работ также следует выполнить исследования на коррозионные свойства грунтов к бетону и стали

Для *определения коррозионной активности* грунта к стали будет использован прибор АКАГ. Анализатор предназначен для работы в полевых и лабораторных условиях. Выполнение всех измерительных процедур анализа прибором осуществляется автоматически. Диапазон рабочих температур прибора от +5 до +45 ºС. Прибор определяет удельное сопротивление грунта и плотность тока катодной защиты углеродистой и низколегированной стали на основании анализа образцов грунта. Для *определения коррозионной активности грунтов к свинцу и бетону* предусматривается определения химического состава водной вытяжки из грунтов, согласно ГОСТ 9.602-2016 по следующим показателям: pH,HCO_3^- ,Cl^- ,SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , $Na^+ + K^+$.

3.3.6 Камеральные работы

Общие положения

Технический отчет будет является итогом инженерно-геологических изысканий, его заключительным этапом. Составление отчета входит в состав камеральных работ. Требования к камеральным работам

устанавливаются действующими нормативными документами СП 47.13330.2012 [41]; СП 11-105-97.

В процессе камеральных работ осуществляется обработка и систематизация информации, полученной в результате рекогносцировочного обследования участка изысканий; просмотр и проверка описаний горных выработок из буровых журналов; разрезов естественных и искусственных обнажений; составление графиков обработки полевых исследований грунтов; ведомостей горных выработок, образцов грунтов и проб воды по протоколам лабораторных исследований; увязка между собой результатов отдельных видов инженерно-геологических работ, составление колонок горных выработок; инженерно-геологических разрезов.

Текстовые приложения технического отчета по результатам инженерно-геологических изысканий будут включать:

- техническое задание;
- программу работ по изысканиям;
- сводные таблицы результатов лабораторных и полевых определений свойств грунтов;
- таблицы нормативных и расчетных характеристик грунтов;
- результаты химических анализов подземных вод и заключение о степени их агрессивности по отношению к материалу фундаментов (подземного сооружения);
- заключение по коррозионным свойствам грунтов и подземных вод.

Графические приложения технического отчета по результатам инженерно-геологических изысканий будут содержать:

- план участка с указанием мест расположения инженерно-геологических выработок и полевых испытаний грунтов;
- инженерно-геологические колонки и разрезы;
- графики полевых и лабораторных испытаний грунтов;

Графическое оформление инженерно-геологических карт, разрезов и колонок условные обозначения элементов геоморфологии, гидрогеологии, залегания слоев грунтов, а также обозначения видов грунтов и их литологических особенностей следует принимать в соответствии с ГОСТ 21.302-2013 [16].

Методика ДальНИИС

Определение прочностных свойств крупнообломочных грунтов ИГЭ-4 на глубинах, превышающих 9,0м, будет определено по методике ДальНИИС Госстроя СССР [6], в камеральных условиях на основании результатов грансостава и коэффициента истираемости, полученных в лаборатории.

Прочность крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем, также, рекомендуется оценивать по методике ДальНИИС Госстроя СССР [6], которая устанавливает основные правила определения нормативных значений углов внутреннего трения и удельных сцеплений по физическим характеристикам компонентов четвертичных крупнообломочных грунтов с глинистым заполнителем элювиального, делювиального и аллювиального происхождения.

Физический эквивалент грунта определяется по формуле:

$$m_\tau = p\,1\,/p2xIp\,(1+I_L), \quad (8)$$

где *p1* - процентное содержание глинистого заполнителя в составе грунта; *p2* - то же (крупных обломков); I_L - показатель текучести заполнителя.

Для предварительной оценки и ориентировочных расчетов нормативные значения углов внутреннего трения и удельных сцеплений крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем применительно к схеме консолидированного среза ($0 < m_\tau < 0{,}6$) определяют по формулам:

$$\phi = k_1 k_\phi 46(0{,}3)^{m\,\tau} \quad (9)$$

$$\phi = k_1 k_\phi \varphi_{n1}, \qquad (10)$$

где k_1 - коэффициент на окатанность крупных обломков для угла внутреннего трения, равный 1 для неокатанных обломков, k_ϕ - коэффициент, учитывающий прочность крупных обломков, определяется по табл. 5 на рисунке 3.8[6].

Таблица 5

Коэффициент истираемости обломков k_e	Коэффициент k_φ при значениях $м_т$									
	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,05	0,94	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	0,99	1	1
0,1	0,87	0,88	0,89	0,9	0,92	0,94	0,96	0,97	0,98	1
0,2	0,77	0,77	0,78	0,81	0,83	0,85	0,87	0,9	0,94	0,98
0,3	0,63	0,64	0,66	0,69	0,72	0,75	0,77	0,81	0,86	0,93
0,4 и более	0,52	0,53	0,54	0,57	0,61	0,65	0,67	0,72	0,78	0,88

Примечание. Для промежуточных значений коэффициента истираемости обломков k_e и значений эквивалента $м_т$ коэффициент k_φ следует определять линейной интерполяцией.

Рисунок 3.8 – Таблица 5 методики оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем и пылеватых и глинистых грунтов с крупнообломочными включениями[6]

φ_{n1}- нормативное значение угла внутреннего трения при консолидированном срезе грунта нормированной плотности, содержащего очень прочные остроугольные включения (при $k_1 = k_\varphi = 1$), определяется по кривой 1 (рисунок 3.8а).

Нормативные значения удельных сцеплений грунтов по схеме неконсолидированного среза определяют по формулам:

$$c = k_2 k_p 79 m_\tau^{0,32} / (1+I_L)^{3,62}, \qquad (11)$$

$$c = k_2 k_p c_{n1}, \qquad (12)$$

где k_2 для грунтов с остроугольными обломками, независимо от их прочности, $k_2 = 1$; коэффициент, учитывающий плотность грунта, принимается по табл. 6 в зависимости от степени соответствия

фактической плотности грунта его нормированным значениям по таблице 7[6].

Таблица 6

Плотность грунта ρ, т/м^3	Коэффициент k_ρ
Соответствует значениям, указанным в табл. 7	1
Превышает эти значения на 0,1	1,1
Менее этих значений на 0,1	0,9
То же, на 0,2	0,8

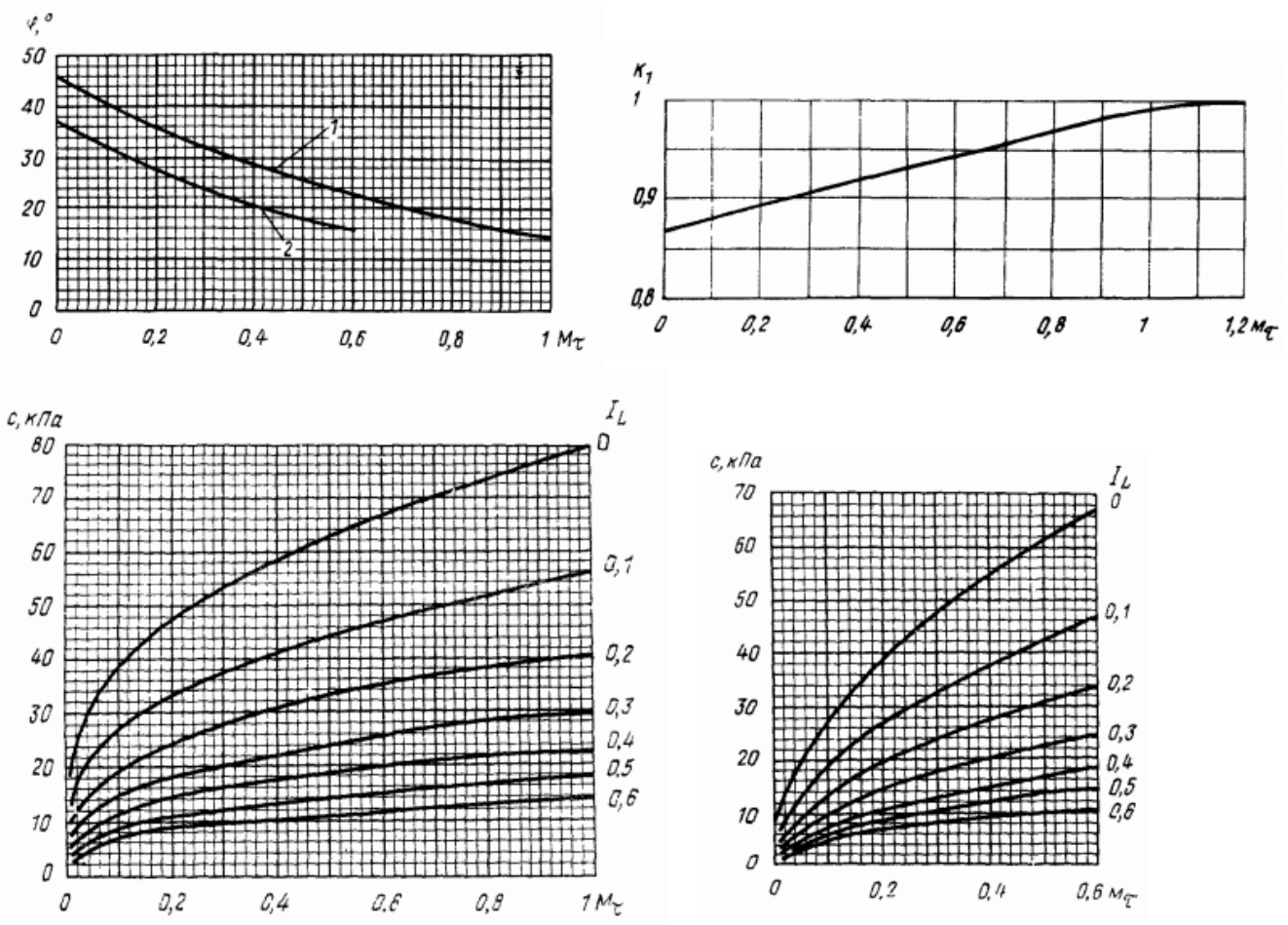
Таблица 7

Показатель текучести заполнителя I_L	Нормированные значения плотности грунта ρ_n, т/м^3, при содержании крупных обломков (частицы больше 2 мм), %						
	20	30	40	50	60	73	100
$0 \leqslant I_L \leqslant 0,25$	2,03	2,08	2,13	2,17	2,21	2,27	1,7
$0,25 < I_L \leqslant 0,5$	2,02	2,07	2,11	2,15	2,19	2,26	1,7
$0,5 < I_L \leqslant 0,75$	2,00	2,05	2,09	2,13	2,17	2,25	1,7

Рисунок 3.9 – Таблица 6 и 7 методики оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем и пылеватых и глинистых грунтов с крупнообломочными включениями[6]

c_{n1} - нормативное значение удельного сцепления при консолидированном срезе грунта нормированной плотности, содержащего очень прочные остроугольные включения при $k2 = kp = 1$, определяется по рисунку 3.9 г.

Значения c_{n1} и ϕ_{n1}(c_{n2} и ϕ_{n2}) допускается принимать по приложению 2 ДальНИИС [6].



а - зависимость показателей ϕ_{n1} и ϕ_{n2} крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем от физического эквивалента m_τ (кривая *1*-консолидированный срез, *2*-неконсолидированный срез); *б* - график для определения коэффициента *k1* по значению m_τ; в - номограмма для определения c_{n1} (консолидированный срез); г — номограмма для определения c_{n2} (неконсолидированный срез)

Рисунок 3.9 – Номограммы методики оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем и пылеватых и глинистых грунтов с крупнообломочными включениями[6]

4 Социальная и экологическая ответственность при проведении инженерно-геологических работ под строительство сплинкерного резервуара

Введение

В административном отношении район работ расположен в Красноярском крае на территории Емельяновского района, в 12 км западнее пгт Емельяново, в 30 км северо-западнее г. Красноярск и в 5 км южнее от федеральной трассы М-53 Ближайшие населенные пункты: д. Сухая, п. Емельяново, г. Красноярск.

В геоморфологическом отношении территория исследуемой площадки расположена на водораздельной поверхности рек Кача и Еловка. Проектируемая площадка расположена на склоне с общим уклоном (3^0) в северо-западном направлении.

Целью выполнения инженерных изысканий является подготовка данных для разработки проектной и рабочей документации для строительства сплинкерного резервуара в аэропорту «Емельяново».

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

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

Общая продолжительность полевых работ составит 9 дней, из них 6 дней потребуется для бурения скважин глубиной 22,4 м установкой УРБ 2А-2Д, 1 день для проведения испытаний установкой статического зондирования, и 2 дня для испытания грунта штампом.

Лабораторные и камеральные работы будут проводиться в течение 15 дней.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно федеральному закону от 17.07.1999 N 181-ФЗ (ред. от 09.05.2005, с изм. от 26.12.2005) "Об основах охраны труда в Российской Федерации" статья 1, охрана труда – это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия [25].

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

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;

– создание и функционирование системы управления охраной труда;

– применение прошедших обязательную сертификацию или декларирование соответствия в установленном "законодательством" Российской Федерации о техническом регулировании порядке средств индивидуальной и коллективной защиты работников;

– соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте;

– недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда.

Также в обязанности работодателя входит проведения обучения и инструктажей по безопасным методам работ, приобретению и выдачу спецодежды и СИЗ, проведение профилактических и обязательных медицинских осмотров, и освидетельствований, обязательного страхования работников от несчастных случаев на производстве и прочее [26].

Работник обязан:

– соблюдать требования охраны труда;

– правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты;

– проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда;

– немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, или об ухудшении состояния своего здоровья, в том числе о проявлении признаков острого профессионального заболевания (отравления);

– проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры [26].

4.2 Производственная безопасность

На основе запроектированных работ выявлены источники потенциальной опасности, распознание которых приведено на основании ГОСТ 12.0.003-74. 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 этап	Лабораторные исследования	Обработка данных	
1.Отклонение показателей микроклимата	+			ГОСТ 12.2.003-91 ГОСТ 12.2.062-81 ГОСТ 12.3.009-76 ГОСТ 12.4.011-89 ГОСТ 12.4.125-83 ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 23407-78 ГОСТ 12.1.030-81 ГОСТ 12.1.038-82 ГОСТ 12.1.003-2014 ГОСТ 12.4.002-97 ГОСТ 12.4.024-76 ГОСТ 12.1.007-76 ГОСТ 12.1.004-91 ГОСТ 12.1.045-84 СанПиН 2.2.4.548-96 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.4.3359-16 СН 2.2.4/2.1.8.566-96 ГОСТ 12.1.003-2014 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 ГОСТ 12.1.012-2004 ГОСТ 12.2.003-91 СанПиН 2.2.1/2.1.11278-03 ПУЭ ГОСТ 17.2.1.03-84 ГОСТ 17.4.3.04-85
2. Превышение уровня шума	+			
3. Отклонение показателей микроклимата в помещении		+	+	
4. Тяжесть физического труда	+			
5. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
6. Утечки токсических и вредных веществ в рабочую зону		+		
7. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования	+			
8. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

4.2.1 Анализ вредных факторов при полевом этапе работ

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.

При работе на открытом воздухе для рекреационных целей обустраиваются навесы, палатки, землянки. Одежда рабочих легкая и свободная, изготавливаться преимущественно из натуральных тканей. В зимний период рабочие также обеспечиваются теплой спецодеждой (ватные штаны, ватная куртка, валенки, рукавицы и т.д.).

Рабочая бригада укомплектована дождевиками из непромокаемых материалов на случай выпадения небольшого количества осадков, не влияющих критически на проводимые работы. Во время сильных ливней работы приостанавливаются до восстановления благоприятных погодных условий.

Превышение уровней шума и вибрации. При производстве инженерно - геологических изысканий вибрация и шум имеют крайне широкое распространение (преимущественно при эксплуатации бурового оборудования при проходке скважин).

Шум может создаваться работающим оборудованием: буровыми установками, машинами. Шум ухудшает условия труда и оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно – от повышения утомляемости и затруднений в восприятии речи до необратимых изменений в органах слуха. Предельно допустимые уровни шума регламентируются ГОСТ 12.1.003-2014 [27].

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

Источником вибрации при производстве инженерно-геологических работ является буровая установка.

Предельно допустимые значения, характеризующие вибрацию, регламентируются ГОСТ 12.1.012-2004 [28].

Таблица 4.2 – Гигиенические нормы уровней виброскорости (ГОСТ12.1.012- 2004) [28]

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

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

Тяжесть физического труда. По тяжести труда различают несколько классов, характеристики которых приведены в Р 2.2.2006-05 [29].

В проект инженерно-геологических изысканий для строительства общеобразовательной школы предусматривается бурение скважин глубиной не более 10 м. Согласно табл. 17 Р 2.2.2006-05 [73], 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.

4.2.2 Анализ вредных факторов при камеральном этапе работ

Отклонение показателей микроклимата помещений. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 [30], микроклимат производственных помещений – это метеорологические условия внутренней среды этих помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения.

Мероприятия по поддержанию требуемого микроклимата включают в себя: осуществление терморегуляции в помещении с целью поддержания оптимальной температуры; установку вентиляционного оборудования для поддержания нормального воздухообмена; проветривание помещения во время перерывов; регулярную влажную уборку помещения.

Недостаточная освещенность рабочей зоны. Освещенность – один из важнейших параметров, обеспечивающий комфортные условия, повышающий эффективность и безопасность труда, снижающий утомляемость, сохраняющий высокую работоспособность.

Согласно СП 52.13330.2011 [31] различают естественное, искусственное и совмещенное освещение.

Освещение рабочих мест внутри помещения характеризуется освещенностью и яркостью. Естественное и искусственное освещение помещений вычислительных центров должно соответствовать СП 52.13330.2011 [31]. При этом естественное освещение должно осуществляться через окна и обеспечивать КЕО (табл. 4.3).

Таблица 4.3 – Нормы освещенности рабочих поверхностей [32]

Наименовани е помещений	Характерис-тика зрительной зоны	Размер объ-екта разли-чения, мм	Нормы КЕО, %	Искусственная освещенность, лк	Тип светильника
Лаборатория и камеральные по-мещения	Средней точно-сти	0.5-1	4 – верхнее или комбинированное; 1.5 - боковое	300	Люминисцентные газоза-рядные лампы (ЛД), для бокового освещения настольные лампы накаливания

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

Организация безопасности работы на ЭВМ и ВДТ регламентирована СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [33].

Утечки токсических и вредных веществ в атмосферу. Выполнение лабораторных работ, таких как химический анализ грунта, воды сопровождается выделением в воздушную среду вредных веществ находящихся в образцах, которые могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья человека. Для обеспечения поддержания в воздухе безопасной концентрации вредных веществ, здания и помещения лабораторий должны быть устроены и оборудованы в соответствии с Санитарно-эпидемиологическими правилами СП 2.2.1.1312-03 [34].

Монотонность труда и умственное перенапряжение. Умственный труд классифицируется по напряженности труда. Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника.

Проанализировав все вышеперечисленные факторы, делаем вывод о том, что рабочее место, предназначенное для камеральных и лабораторных работ, соответствует принятым нормам.

4.2.3 Анализ опасных факторов при полевом этапе работ

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования. При проведении буровых работ используются движущиеся механизмы, а также оборудование, имеющее острые кромки. Все это может привести к несчастным случаям, поэтому очень важным считается проведение различных мероприятий и соблюдение техники безопасности. Для этого каждый приступающий к буровым работам сотрудник инструктируется по технике безопасности при работе с тем или иным оборудованием; обеспечивается медико-санитарное обслуживание. Основным документом, регламентирующим работу с производственным оборудованием, является ГОСТ 12.2.003- 91 [35]. До начала бурения следует тщательно проверить исправность всех механизмов буровой установки и другого вспомогательного оборудования.

При передвижении буровой установки работники буровой бригады могут находиться только в кабине водителя, причем в количестве, не превышающем указанного в техническом паспорте транспортного средства.

Электрический ток. В полевых условиях электрические установки и приборы формируют электрическую опасность. При производстве геологоразведочных работ в большинстве случаев используется электрическая сеть 380/220 В с глухо заземленной нейтралью. Кроме того, в полевых условиях опасным фактором при работах является электрический ток при грозе (сила тока достигает 100 кА).

4.2.4 Анализ опасных факторов при камеральном этапе работ

Электрический ток. Источником вероятности поражения электрическим током в помещении может выступать, неисправность изоляции то-

коведущих частей оборудования, неисправность электропроводки, неисправные электроприборы, отсутствие заземления. Все токоведущие части электроприборов должны быть изолированы или закрыты кожухом.

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.

Основная причина смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током – нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ Р 12.1.019-2009 [36].

Общие требования по электробезопасности отражены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 [36] и ГОСТ 12.1.038-82 [37].

При работе на ПЭВМ все узлы одного компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должно питаться от одной фазы электросети.

При проведении лабораторных и камеральных работ необходимо соблюдать технику противопожарной безопасности, регламентируемую на предприятии. Запрещается загромождать предметами и оборудованием проходы, коридоры, выходы и лестницы. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в направлении выхода из зданий. Основными системами противопожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарная защита.

Согласно НПБ 105-03 [38] камеральные помещения и лаборатории относятся к категории помещений по пожарной и взрывной опасности В4,

так как в них присутствуют твердые горючие материалы (деревянная мебель).

4.3 Экологическая безопасность

Предварительный прогноз загрязнения атмосферного воздуха

Основным видом воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на состояние воздушного бассейна является загрязнение атмосферного воздуха выбросами загрязняющих веществ и тепла.

Воздействие инженерно-экологических изысканий на состояние окружающей среды, в частности на атмосферный воздух, будет оказано в результате движения автотранспорта по автомобильной дороге и при работе буровой установки.

Для исключения превышения выбросов в атмосферу загрязняющих веществ следует проводить своевременное техническое обслуживание двигателей внутреннего сгорания транспортных средств и машин для соблюдения нормативов выбросов продуктов сгорания топлива, не допускать работы машин и механизмов на холостом ходу, не обусловленной технологическим регламентом.

Предварительный прогноз возможного воздействия на водную среду

Уровень воздействия на состояние поверхностных и подземных вод будет определяться интенсивностью и технологией производства работ в водоохранных зонах.

Воздействие на окружающую природную среду на русловых, пойменных и береговых участках может наблюдаться при следующих технологических процессах:

– движение строительной техники при доставке оборудования и техники;

– при буровых работах.

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, требующие контроля их экологической эффективности:

– организация пылеподавления при буровых работах;

– проведение технического обслуживания строительных машин и механизмов на специально оборудованных площадках;

– слив ГСМ только на специально оборудованных местах.

Предварительный прогноз возможных неблагоприятных изменений качества почвенного покрова

Негативное влияние на почвы может проявиться в изменении характера землепользования на территории проведения работ, в изменении рельефа территории, обусловленным прохождением тяжелой техники, планировкой местности для размещения буровой установки и вспомогательного оборудования.

Негативное влияние на почвы может проявиться в изменении характера землепользования на территории проведения работ, в изменении рельефа территории, обусловленным прохождением тяжелой техники, планировкой местности для размещения буровой установки и вспомогательного оборудования.

В результате прямого или косвенного воздействия на почвенный покров могут проявиться неблагоприятные явления: водная эрозия почв, нарушение основных свойств почвы, минерализация, засоления и др., что в конечном итоге может привести к изменениям почвенного покрова на территории проведения работ.

Во избежание нарушения почвенного покрова, работы должны производиться строго в границах отводимых земельных участков.

Для уменьшения степени воздействия процесса изысканий на почвенный покров организация работ должна предусматривать следующие мероприятия:

– максимальное ограничение территории с нарушением почвы и воздействием на почву;

– рекультивация прилегающей территории;

– вывоз промышленных и бытовых отходов на санкционированные свалки;

– исключение сброса и утечек горюче-смазочных материалов и других загрязняющих веществ на рельеф и почвы.

– перед началом работы техники должны быть обследованы все соединения, где возможны течи ГСМ.

Предварительный прогноз возможного неблагоприятного воздействия на растительность

Наиболее распространенными последствиями техногенных воздействий на растительный покров, является изменение, разрушение и уничтожение коренных растительных сообществ, формирование на месте уничтоженных сообществ антропогенных группировок и фитоценозов, утрата в пределах нарушенной территории зональных черт флоры и растительности. В большей степени страдают кустарнички, мхи, лишайники, в меньшей степени – травы с корневыми системами, устойчивыми к механическому воздействию.

Общие рекомендации при проведении работ

Для снижения техногенных воздействий на окружающую природную среду, предлагается комплекс организационно-технических мероприятий по уменьшению количества производственно-бытовых отходов:

– необходимо организовать специально оборудованные площадки для временного накопления отходов, с учетом класса опасности,

во избежание перемешивания опасных отходов друг с другом, что осложнит дальнейшую утилизацию;

– отходы необходимо передавать на дальнейшее захоронение, утилизацию или обезвреживание согласно классам опасности отходов сторонним специализированным организациям.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – 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 природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

На участке изысканий могут произойти лесные и степные пожары.

Основными причинами возгорания является деятельность человека, грозовые разряды, сельскохозяйственные палы в условиях жаркой погоды, пожароопасный сезон.

Пожары (взрывы) на транспорте. Большинство возгораний транспортных средств возникает по причине неисправности их узлов и агрегатов. Нередки случаи возгораний из-за повреждений топливной системы. При возникновении пожара нужно немедленно покинуть транспортное средство, прикрыв дыхательные пути, так как в любом салоне имеются материалы, выделяющие при горении токсичные вещества [39].

Для оперативной ликвидации возможного возгорания на буровой установке должен присутствовать огнетушитель ОУ-5.

При невозможности самостоятельно ликвидировать такой пожар следует незамедлительно сообщить в пожарную службу или МЧС и эвакуироваться в безопасное место.

Выводы по разделу

Таким образом, можно сделать вывод, о том, что социальная ответственность является важной и неотъемлемой частью при инженерно-геологических работах. Поскольку несоблюдение техники безопасности, неправильная организация рабочего места и другие нарушения в процессе инженерно-геологических работ могут повлечь за собой негативные последствия, опасные для жизни и здоровья человека. Необходимо формировать устойчивые механизмы социальной ответственности в обществе и особое внимание уделять контролю над их работой.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель работы изучить инженерно-геологические условия п. Емельяново и проект инженерно-геологических изысканий под строительство сплинкерного резервуара в аэропорту «Емельяново» (Емельяновский район Красноярского края).

Результат – инженерно-геологический отчёт с данными, необходимыми для принятия проектных решений при заложении фундамента.

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

Целевая аудитория результата научно-технического исследования представлена юридическими лицами г.Красноярска, ведущими свою деятельность в сфере проектно-изыскательских работ этой деятельности (табл. 5.1).

Таблица 5.1 – «Портрет» потребителя НТИ

Параметры	*Краткое описание*
Организационно-правовая форма	Юридические лица
Географическое местоположение	Г. Красноярск
Отрасль экономики	Инженерные изыскания
Вид деятельности	архитектурно-строительное проектирование; инженерные изыскания

Пользователями данного решения являются инженер-геологи, выполняющие полевые работы, камеральную обработку и составление отчета по инженерно-геологическим изысканиям. Так же возможными пользователями могут быть инженеры-проектировщики, маркшейдеры (таблица 5.2).

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

Таблица 5.2 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	*Ожидания заинтересованных сторон*
Инженеры-геологи изыскательских организаций	Ознакомление с методикой полевых работ
Инженеры-проектировщики	Своевременное получение параметров природной среды и оценки физико-механических характеристик грунтов для принятия проектных решений на предпроектной стадии
Специалисты маркшейдерской службы предприятий	Своевременное получение параметров природной среды при принятии решений для безопасной эксплуатации объектов

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

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

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

Сегментируем рынок по следующим критериям: вид заказчика (недропользователь или проектная организация); вид услуги (комплексный продукт, инженерные изыскания, мониторинг). 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+построение карты)	Инженерные изыскания	Построение карты геологического районирования
Заказчики	Строительные организации			
	Проектные организации			

Фирма А - работает в сфере инженерных изысканий
Фирма Б - работает в сфере полевых исследований грунтов

По результату сегментирования рынка видно, что сегмент по предложению комплексных услуг не занят. Таким образом, целесообразно рассмотреть возможность разработки комплексного продукта, сочетающего инженерные изыскания и полевые испытания грунтов, который, при соответствующем обосновании, должен быть интересен как строительным, так и проектным организациям.

5.1 Организационная структура проекта

Состав рабочей группы и роль каждого участника представим в табличной форме (табл. 5.5).

Таблица 5.5 – Рабочая группа проекта

№ п/п	*ФИО, основное место работы, должность*	*Роль в проекте*	*Функции*	*Трудозатраты, час.*
	Крамаренко В.В, ТПУ, ИШПР, доцент г.-м.н.	Руководитель проекта	Отвечает за реализацию проекта, координирует деятельность участников проекта	30
	Трубникова Н.В., ТПУ, ОСГН ШБИП, д.и.н.	Эксперт проекта	Консультация по вопросам ресурсоэффективности и ресурсосбережения при реализации проекта	10
	Белоенко Е.В., ТПУ, ООД, доцент	Эксперт проекта	Консультация по вопросам охраны труда и экологической безопасности при реализации проекта	10
	Тулегенов Б.Т., студент	Исполнитель по проекту	Реализация проекта	450

5.2 Анализ конкурентных технических решений

Проведем оценку сравнительной эффективности научной разработки с помощью оценочной карты. Для этого отберем две организации, осуществляющих деятельность отдельно в сфере инженерных изысканий (условно Бк1) и в сфере геотехнических изысканий (условно Бк2). Третья организация (Бф) осуществляет деятельность в сфере инженерных изысканий, но в качестве продукта предлагает комплексный подход – полевые исследования грунтов в составе инженерных изысканий.

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

Среди технических критериев оценки ресурсоэффективности выделим следующие:

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

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

К экономическим критериям оценки эффективности отнесем следующие:

- Конкурентоспособность продукта. Комплексный продукт более конкурентоспособен, этим организация Бф выигрывает о конкурентов.
- Цена. При создании комплексного продукта возможности для оптимизации материальных затрат больше, Бф получает более высокую оценку.
- Срок выполнения работ. При создании комплексного продукта возможности для оптимизации временных затрат больше (за счет независимости от исходных данных, которые находятся в рамках одной организации), Бф получает более высокую оценку.
- Уровень проникновения на рынок. Новому продукту только предстоит занять место на рынке, в то же время существующие продукты уже занимают на рынке определенное место. Бф получает меньшую оценку.

Полученные результаты сведем в таблицу 5.6 В строке «Итого» указана сумма всех конкурентоспособностей по каждой организации. Анализ технических и экономических критериев показал, что организация,

предлагающая комплексный продукт (Бф) обладает преимуществом по сравнению с конкурентами.

Таблица 5.6 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

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

SWOT-анализ

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

Перечислим сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы. Результат сведем в матрицу SWOT (таблица 5.7).

Таблица 5.7 – матрица SWOT

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

Выявим соответствие сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. В рамках данного этапа построим интерактивные матрицы проекта. Ее использование поможет разобраться с различными комбинациями взаимосвязей матрицы SWOT. Данные сведем в таблицу 5.8.

Таблица 5.8 – Интерактивная матрица проекта

Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	+	+	+	+
	В2	+	-	+	+
	В3	0	+	+	+
	В4	-	-	-	0

В1В2С1, В1В2В3С3С4, В1В3С2

Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	В1	+	-	-	-
	В2	0	-	+	0
	В3	+	0	+	0
	В4	0	-	0	+

В1В3Сл1, В2В3Сл3, В4Сл4

Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4
	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-
	У3	-	+	0	0
	У4	-	-	-	-

У3С2

Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	+	-
	У3	-	-	-	-
	У4	-	-	-	-

По полученным результатам составим итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 5.9).

Таблица 5.9 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	*Слабые стороны научно-исследовательского проекта:*
	С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность	Сл1. Необходимость наработки клиентской базы
	С2. Более низкая стоимость по сравнению с конкурентными предложениями	Сл2. Снижение надежности за счет комплексности
	С3. Более сжатые сроки выполнения по сравнению с конкурентными предложениями	Сл3. Необходимость приобретения специального программного обеспечения для расчета устойчивости
	С4. Комплексность (клиентоориентированность)	Сл4. Необходимость дополнительного обучения сотрудников
Возможности:	В1В2С1, В1В2В3С3С4, В1В3С2	В1В3Сл1, В2В3Сл3, В4Сл4
В1. Появление спроса со стороны недропользователей и проектных организаций		
В2. Сокращение сроков проектирования		
В3. Благоприятная ситуация на рынке (не занятость ниши)		
В4. Использование возможности по привлечению молодых специалистов		
Угрозы:	У3С2	У2Сл3
У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности (запрещение их совмещения)		
У2. Повышение стоимости специального программного обеспечения		
У3. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе		
У4. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды		

5.3 График выполнения проекта

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

Определим ключевые события проекта, даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты. Информацию сведем в таблицу 5.10.

Таблица 5.10 – Контрольные события проекта.

№	Контрольное событие	Дата	Результат
1	Сбор базовой информации	01.07.2019	Результаты проведения изысканий прошлых лет
2	Составление и утверждение программы работ	08.07.2019	Подписанная программа работ
3	Составление календарного плана проведения работ	17.07.2019	Календарный план
4	Геодезические изыскания	21.07.2019	Материалы полевых работ
5	Буровые работы	25.07.2019	Буровые журналы, керн
6	Полевые испытания грунтов	28.07.2019	Журналы полевой документации
7	Лабораторные исследования грунтов	29.07.2019	Сводные ведомости
8	Обработка полевых геодезических материалов	17.08.2019	Топографическая карта
9	Обработка полевых и лабораторных испытаний грунтов	28.08.2019	Результаты расчётов
10	Составление отчёта	10.09.2019	Отчёт в бумажном и электронном виде

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики. Линейный график представим в виде таблицы (табл. 5.11).

Таблица 5.11 – Календарный план проекта

№	Этап	Начало	Кол-во дней	Конец	Состав участников
1	Сбор базовой информации	01.07.2019	6,84	07.07.2019.	Инженер-геолог
2	Составление и утверждение программы работ	08.07.2019	8,28	16.07.2019	Инженер-геолог
3	Составление календарного плана проведения работ	17.07.2019	3,24	20.07.2019	Инженер-геолог
4	Геодезические изыскания	21.07.2019	3,42	24.07.2019	Геодезист (2 чел.)
5	Буровые работы	25.07.2019	2,28	27.07.2019	МБУ и инженер-геолог(3 чел.)
6	Полевые испытания грунтов	28.07.2019	0,84	28.07.2019	МБУ и инженер-геолог(3 чел.)
7	Лабораторные исследования грунтов	29.07.2019	18,36	16.08.2019	Инженер-лаборант(2 чел.)
8	Обработка полевых геодезических материалов	17.08.2019	10,44	27.08.2019	Геодезист
9	Обработка полевых и лабораторных испытаний грунтов	28.08.2019	11,88	09.09.2019	Инженер-геолог
10	Составление отчёта	10.09.2019	5,76	16.09.2019	Инженер-геолог

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующими датами начала и окончания выполнения данных работ. На графике различной штриховкой выделены работы, в зависимости от ответственных исполнителей (табл. 5.12).

Таблица 5.12 – Календарный план-график проекта

№		Виды работ	Исполнители	T_{ki}, календ. дней	Продолжительность выполнения работ (01 июля-16 сентября)		
					Июль	Август	Сентябрь
1		Сбор базовой информации	Инженер-геолог	6,84			
2		Составление и утверждение программы работ	Инженер-геолог	8,28			
3		Составление календарного плана проведения работ	Инженер-геолог	3,24			
4		Геодезические изыскания	Геодезист (2 чел.)	3,42			
5		Буровые работы	МБУ и инженер-геолог(3 чел.)	2,28			
6		Полевые испытания грунтов	геолог(3 чел.)	0,84			
7		Лабораторные исследования грунтов	Инженер-лаборант(2 чел.)	18,36			
8		Обработка полевых геодезических материалов	Геодезист	10,44			
9		Обработка полевых и лабораторных испытаний грунтов	Инженер-геолог	11,88			
10		Составление отчёта	Инженер-геолог	5,76			

На основе данных графика (таблица 5.12) можно сделать вывод, что продолжительность работ по выполнению инженерно-геологических изысканий займет 72 календарных дня. Начало работ при-

ходится на первую декаду июля (01 июля), окончание работ произойдет во второй декаде сентября (16 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.

Наиболее трудоемким является этап лабораторных работ, т.к. он обладает наибольшей продолжительностью и на нем задействованы одновременно 2 человек. Трудоемкость полевых работ составляет 19 человеко-дней или 24,9% от общей трудоемкости изысканий (табл. 5.13).

Таблица 5.13 – Трудоемкость работ в человеко-днях

Название работы	Трудоемкость работ												Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}				Длительность работ в рабочих днях, Tki				Человеко-дней	Трудоёмкость доля в %
	t_{min}, чел-дн				t_{max}, чел-дн				$t_{ожi}$, чел-дн													
	Инженер-геолог	МБУ (2 чел.)	Геодезист (2 чел.)	Инж.-лаборант (2 чел.)	Инженер-геолог	МБУ (2 чел.)	Геодезист (2 чел.)	Инж.-лаборант (2 чел.)	Инженер-геолог	МБУ (2 чел.)	Геодезист (2 чел.)	Инж.-лаборант (2 чел.)	Инженер-геолог	МБУ (2 чел.)	Геодезист (2 чел.)	Инж.-лаборант (2 чел.)	Инженер-геолог	МБУ (2 чел.)	Геодезист (2 чел.)	Инж.-лаборант (2 чел.)		
Сбор базовой информации	3				5				3,80				3,8				6,84				6,84	9,28
Составление и утверждение программы работ	3				7				4,60				4,6				8,28				8,28	11,23
Составление календарного плана проведения работ	1				3				1,80				1,8				3,24				3,24	4,39
Геодезические изыскания			3				5				3,80				1,9				3,42		3,42	4,64
Буровые работы	5				7				5,80				1,93				3,48				3,48	4,72
Полевые испытания грунтов	3				4				3,40				1,13				2,04				2,04	2,77
Лабораторные исследования грунтов				14				30				20,40				10				18,36	18,36	24,90
Обработка полевых геодезических материалов			5				7				5,80				5,8				10,44		10,44	14,16
Обработка полевых и лабораторных испытаний	5				9				6,60				6,6				11,88				11,88	16,11
Составление отчёта	2				5				3,20				3,2				5,76				5,76	7,81
Итого																					73,74	100

5.4 Расчет материальных затрат проекта

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

Таблица 5.14 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., *руб*	Затраты на материалы, $З_м$, *руб*.
Буровые коронки М1	шт	4	1120.0	4480,0
Буровые коронки СМ6	шт	15	1160.0	17400,0
Колонковая труба 127 мм	шт	1	2180.0	2180,0
Колонковая труба 168 мм	шт	1	3820.0	3820,0
Обсадная труба 146 мм	шт	23	2490.0	57270,0
Дизельное топливо	литр	1600	46.9	49245,0
Краска для принтера	шт	4	442.0	1768,0
Бумага А4 (500 листов)	пачка	2	310.0	6900,0
Итого, руб				138 583,0

В сумме материальные затраты составили 138 583,0 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 $З_{доп}$:

$$З_п=З_{осн}+З_{доп} \quad (5)$$

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

$$З_{осн}=З_{дн}*Т_р \quad (6)$$

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

$$З_{дн}=\frac{З_м * М}{F_д}, \quad (7)$$

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

Месячный должностной оклад работника:

$$З_м=З_{тс}*(1+k_{пр}+k_д)*k_р, \quad (8)$$

где $З_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{тс}$); $k_д$ – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2; $k_р$ – 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:

$$З_{доп}=k_{доп}*З_{осн}, \quad (9)$$

где $k_{доп}$ – 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 заработной платы всех исполнителей приведены в таблице 5.15

Исполнитель проекта	$З_{тс}$, руб	$k_{пр}$	$k_д$	$k_р$	$З_м$, руб	$З_{дн}$, руб	$Т_р$, раб дни	$З_{осн}$, руб	$k_{доп}$	$З_{доп}$, руб	Итого, руб.
Инженер-геолог	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1303	39,12	50958,8856	0,14	6879	57838,33516
МБУ №1	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1303	3,12	4064,2056	0,14	548,7	4612,873356
МБУ №2	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1303	3,12	4064,2056	0,14	548,7	4612,873356
Геодезист №1	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1303	13,86	18054,4518	0,14	2437	20491,80279
Геодезист №2	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1303	3,42	4454,9946	0,14	601,4	5056,418871
Инженер-лаборант №1	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1303	18,36	23916,2868	0,14	3229	27144,98552
Инженер-лаборант №2	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1303	18,36	23916,2868	0,14	3229	27144,98552
Итого								129429,32		17473	146902,27

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:

$$З_{внеб}=k_{внеб}*(З_{осн}+З_{доп}), \quad (13)$$

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 5.16 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей.

Таблица 5.16 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель работ	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Инженер-геолог	50958,89	6879,45
МБУ №1	4064,21	548,67
МБУ №2	4064,21	548,67
Геодезист №1	18054,45	2437,35
Геодезист №2	4454,99	601,42
Инженер-лаборант №1	23916,29	3228,70
Инженер-лаборант №2	23916,29	3228,70
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Инженер-геолог	17351,50	
МБУ №1	1383,86	
МБУ №2	1383,86	
Геодезист №1	6147,54	
Геодезист №2	1516,93	
Инженер-лаборант №1	8143,50	
Инженер-лаборант №2	8143,50	
Итого, руб.	44070,68	

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:

$$З_{накл}=(\text{сумма статей}1\div4)*k_{нр}, \quad (14),$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16 %.

$$З_{накл}=(З_{м}+З_{осн}+З_{доп}+З_{внеб})*0,16, \quad (15)$$

$$З_{накл}=(138583,00+129429,32+17472,96+44070,68)*0,16=52728,95\text{руб.}$$

Формирование затрат на изыскания

Определение затрат на проведение инженерно-геологических изысканий под сплинкерного резервуара в аэропорту «Емельяново» г. Красноярска приведено в таблице 5.17.

Таблица 5.17 – Бюджет затрат на проектирование инженерно-геологических изысканий под строительство сплинкерного резервуара в аэропорту «Емельяново» (Емельяновский район Красноярского края)

Наименование статьи	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	138583,00	36,25
2. Затраты по основной заработной плате	129429,32	33,86
3. Затраты по дополнительной заработной плате	17472,96	4,57
4. Отчисления во внебюджетные фонды	44070,68	11,53
5. Накладные расходы	52728,95	13,79
Бюджет затрат на проведение изысканий	382 284,91	100

Бюджет всех затрат проекта равен 382 284,91рублей. Наибольший процент бюджета составляет основная заработная плата (31,59%) и материальные затраты проекта (31,38%).

Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта сформируем матрицу ответственности (таблица 5.18).

Таблица 5.18 – Матрица ответственности

№	Этап	Инженер-геолог	Геодезист	Инженер-лаборант	Буровой мастер
1	Сбор базовой информации	О, И	И		
2	Составление и утверждение программы работ	О, И			
3	Составление календарного плана проведения работ	О	И	И	
4	Геодезические изыскания		О, И		
5	Буровые работы	О			И
6	Полевые испытания грунтов	О			И
7	Лабораторные исследования грунтов	О		И	
8	Обработка полевых геодезических материалов		О		
9	Обработка полевых и лабораторных испытаний грунтов	О		И	
10	Составление отчёта	О	И	И	
	О – ответственный				
	И – исполнитель				
	У – утверждающее лицо				
	С – согласующее лицо				

5.5 Рентабельность

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

Рассчитаем сметную стоимость выполнения проекта. Сметная стоимость составляется на основании справочника базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства за 1999 год (СБЦ -99) [40]. Смету представим в виде таблицы 5.19.

Таблица 5.19 – Сметный расчет

Смета
на выполнение инженерно-геологических изысканий

Объект: проект инженерно-геологических изысканий под строительство сплинкерного резервуара в аэропорту «Емельяново» (Емельяновский район Красноярского края).

№ п/п	Описание вида работ	Ед. изм.	Объем работ	Обоснование	Расчет стоимости	Стоимость
Стоимость работ определена на основе СБЦ-99 г.						
К-1,15+1,15=1,3 -Тб. 3 § 5+п.8е-за район работ при выполнении полевых работ						
К-1,15+1,15=1,3 -Тб. 3 § 5+п.8е-за район работ при выполнении камеральных и лабораторных работ в Красноярском крае						
I Полевые работы						
1	Инженерно-геологическая рекогносцировка	1 км маршрута	0,5	Тб.9 § 2	27 x 0,5	13,5
2	Планово-высотная привязка, II категория сложности	1 выработка	11	Тб. 93 § 2	9,6 x 11	106
3	Предварительная разбивка, II категория сложности	1 выработка	11	Тб. 93 §2,к=0.5 примеч. 1	9,6 x 11 x 0,5	53
4	Механическое колонковое бурение диаметром до 160 мм - 3 скважины глубиной до 25 м, всего 67,2 п. м. в том числе в породах:			Таб. 17 §9 К-0,9 прим. к табл.17		
	I категории	п.м.	7,2		10,1 x 7 x 0,9	65
	II категории	п.м.	18,3		10,8 x 18 x 0,9	178

5	Шнековое бурение 2 скважин 8,5 м диаметром св 160 мм			Таб. 21 §4 прим. к табл.17					
	I категории	п.м.	12,2		10,1	x	12		123
	II категории	п.м.	4,8		10,8	x	5		52
6	Отбор монолитов с глубины до 10 м	монолит	36,0	Таб. 57 §1	22,9	x	36,0		824
7	Крепление скважин при бурении диаметром до 160 мм	1 м	66	Тб. 18 § 4	2,1	x	66		139
8	Крепление скважин при бурении скважин св 160 до 250 мм, св 250	1 м	10,5	Тб. 18 § 5	2,9	x	10,5		30
9	Испытания грунтов в буровых скважинах на глубине до 10 м статической нагрузкой штампом пл 600 см.кв. удельным давлением св. 0,5 Мпа	1 опыт	3	Тб. 54§20	1190	x	3		3 570
10	Статическое зондирование грунтов непрерывным вдавливанием зонда со скоростью не свыше 1 м/мин.	1 испытание	6	Тб. 45§5	128,3	x	6		770
Полевые работы									**5 924**
Итого полевых работ									**5 924**
II прочие расходы									
1	Внутренний транспорт до 10 км - 17,5%		0,175	Таб. 4 §5	0,175	x	5924		1 037
4	Организация и ликвидация работ - 6%		0,06	п. 13 общ.ук.	0,06	x	6960	1,5	626
Итого прочих расходов:									**1 663**
Итого полевые работы и прочие расходы									**7 587**
III Лабораторные работы									
1	Сокращенный комплекс определений физических свойств глинистых грунтов	образец	18	Таб.63 §8-Таб.62 §3-Таб.62 §5	34,2	x	18		616
2	Истираемость щебня в полочном барабане	образец	10	Таб. 72 §30	11,30	x	10		113
3	Плотность частиц грунта пикнометрическим методом	образец	10	Таб. 62 §5	7,20	x	10		72

4	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
5	Сокращенный комплекс физико-механических свойств грунта при неконсолидированном срезе с нагрузкой до 0,6 МПа	образец	18	Таб.63 §13	114,4 x 18	2 059
6	Консистенция при нарушенной структуре	образец	36	Таб. 63 §3	18,2 x 36	655
7	Гранулометрический анализ ситовым методом и методом ареометра, с разделением на фракции от 10 до 0,005 мм+зерновой состав щебня	образец	46	Таб. 62 §23+Таб. 76 §14	24,6 x 46	1 132
8	Коррозионная активность грунтов по отношению к стали	образец	6	Таб.75 §4	18,2 x 6	109
9	Коррозионная активность грунтов по отношению к бетону	образец	6	Таб.75 §5	25,4 x 6	152
10	Засоленность грунтов	образец	12	Тб.71 § 1	48,8 x 12	586
11	Приготовление водной вытяжки	образец	12	Таб.70 §83	3,8 x 12	46
12	Влажность грунтов	образец	10	Таб.62 §1	4 x 10	40
Итого лабораторных работ						**8 234**
IV Камеральные работы						
1	Составление программы работ, II категория сложности	1 программа	1	Таб. 81 §3,	800 x 1	800
2	Камеральная обработка полевого испытания грунтов динамическим или статическим зондированием	1 испытание	6	Таб. 83 §1,	29,7 x 6	178
3	Камеральная обработка полевого испытания грунтов на статические нагрузки (штампы)	1 испытание	3	Таб. 83 §6	94,7 x 3	284

	Камеральная обработка инженерно-геологической рекогносцировки, II категория сложности	1 км	0,5	Таб. 9 §2	18,5 x 0,5	9
4	Камеральная обработка буровых и работ II категории	п.м.	25,5	Таб. 82 §2	9,3 x 25,5	237
	Камеральная обработка лабораторных работ физико-механических свойств: Глинистых грунтов	%	20	Таб. 86 §1 ,	0,2 x 7229	1 446
5	Камеральная обработка коррозионной активности грунтов	%	15	Тб.86 § 8	0,15 x 302	45
6	Камеральная обработка химического состава грунтов и почв	%	12	Тб.86 § 4	0,12 x 631	76
7	Составление отчета , II кат. сложности	%	21	Таб 87 §1	0,21 x 1813 x 1,5	571
Итого камеральных работ:						**3 647**
Итого полевых и прочих работ с р.к.1,3						**9 863**
Итого лабораторных работ с к=1,3						**8 234**
Итого камеральных работ с р.к.1,3						**4 740**
Итого по смете с индексом К=47,12						**1 076 100**
Всего с НДС						**1 291 319**

Таким образом, сметная стоимость без учетов налогов составит 1 291 319 рублей.

Вычитая из сметной стоимости себестоимость, получим прибыль. Далее вычислим рентабельность как отношение прибыли к затратам (себестоимости). Полученные данные сведем в таблицу 5.20.

Таблица 5.20 – Рентабельность проекта

№ п/п	Наименование показателя	Значение	Примечание
1	Выручка (сметная стоимость), руб.	1 291 319	
2	Затраты (себестоимость), руб.	382 284,91	
3	Прибыль, руб.	909 034,09	п. 1 - п. 2
4	Рентабельность, %	241%	п. 3 / п. 2

Таким образом, рентабельность проекта составляет 248%, что является хорошим показателем и говорит о высоком экономическом эффекте: один вложенный рубль приносит прибыль 2,41 руб.

5.6 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:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^{n} a_i b_i^a \quad , \quad I_m^p = \sum_{i=1}^{n} a_i b_i^p \qquad (16)$$

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

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

n – число параметров сравнения.

В качестве вариантов исполнения проекта рассмотрим три организации: две организации осуществляют деятельность отдельно в сфере инженерных изысканий (условно аналог 1) и в сфере геологического мониторинга (условно аналог 2). Третья организация (текущий проект) осуществ-

ляет деятельность в сфере инженерных изысканий, но в качестве продукта предлагает комплексный подход – полевые исследования грунтов, выполненных собственными силами, инженерных изысканий.

Экспертным путем устанавливаем балльную оценку для текущего проекта и аналогов. Расчеты проводим по формуле (16). Полученные данные сводим в таблицу 20.

Таблица 5.21 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле:

$$I_{\text{ф}}^{\text{р}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \qquad (17)$$

где $I_{\text{ф}}^{\text{р}}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

Стоимость вариантов исполнения представим в виде таблицы (табл. 5.22).

Таблица 5.22 – Стоимость вариантов исполнения

Текущий проект (комплексный подход)	*Аналог (раздельное выполнение)*	*Максимальная стоимость исполнения*
382 284,91	855 415,56	1 291 319

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

$$Э_{ср} = \frac{I^{р}_{финр}}{I^{a}_{финр}}, \quad (18)$$

где $Э_{ср}$- сравнительная эффективность проекта; $I^{р}_{финр}$- интегральный показатель эффективности разработки; $I^{a}_{финр}$ - интегральный показатель эффективности аналога.

Результаты расчетов сведем в таблицу 5.23.

Таблица 5.23 – Сравнительная эффективность разработки

Показатель	*Текущий проект (комплексный подход)*	*Аналог (мониторинг)*
Интегральный финансовый показатель разработки $I^{р}_{ф}$	0,45	0,74
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки Im	4,15	4,20
Интегральный показатель эффективности $I^{р}_{финр}$	7,75	7,30
Сравнительная эффективность вариантов исполнения $Э_{ср}$	2,48	

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 аналога-

ми. Показатель сравнительной эффективности говорит о том, что с позиций финансовой и ресурсной эффективности текущий проект в 2,48 раза предпочтительнее аналога.

5.7 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информацию по рискам представим в виде таблицы 5.24.

Таблица 5.24 – Реестр рисков

Риск	*Потенциальное воздействие*	*Вер-ть наступления (1-5)*	*Вли-е риска (1-5)*	*Уровень риска*	*Способы смягчения*	*Условия наступления*
Изменение законодательства в части технических требований к результату работ	Временная потеря заказов	3	4	средний	Мониторинг изменений в законодательстве	Принятие нового технического регламента
Повышение стоимости специализированного программного обеспечения	Незапланированные издержки	4	3	средний	Формирование финансовых резервов. Заключение договора с банком о льготном кредитовании	Повышение стоимости ПО в одностороннем порядке
«Текучка» кадров	Срыв сроков выполнения работ. Снижение качества результата работ	4	5	высокий	Разработка программы профессионального роста. Поддержка молодых специалистов	Низкая заработная плата. Отсутствие перспектив в проф. развитии
Снижение цены продукции из-за роста конкуренции	Снижение рентабельности, прибыли	4	5	высокий	Проведение маркетинговых исследований. Программа лояльности к постоянным клиентам	Увеличение количества фирм-конкурентов. Снижение рыночной цены продукции
Наложение одних объектов на другие при планировании работ	Срыв сроков выполнения работ. Снижение качества результата работ	4	4	высокий	Система планирования работ, мониторинг контрольных точек проектов. Система стимулирования сотрудников за досрочное выполнение работ	Большой объем заказов
Разрыв платежного баланса	Временная неплатежеспособность	5	5	высокий	Заключение договора с банком о льготном кредитовании, об оплате векселями	Выполнение работ без аванса с расчетом после актирования. Длительность выполнения работ

В результате выполнения данного раздела был выполнен анализ конкурентных технических решений. Анализ технических и экономических критериев показал, что организация, предлагающая комплексный

продукт, обладает преимуществом по сравнению с конкурентами. В рамках разработки устава проекта были сформулированы цели, результат, область применения проекта. Был составлен «портрет» потребителя НТИ, выполнено сегментирование рынка, выполнен SWOT-анализ.

При работе над планированием были определены этапы работ, их трудоемкость, разработан график Ганта. Продолжительность работ по получению инженерным изысканиям и проведению полевых работ займет 7 декад (72 дней) с первой декады апреля до второй декады мая.

В экономическом отношении были определены затраты на проектирование, плановая себестоимость работ составит 382 284,91 рублей, без учета налогообложения. Сметная стоимость без учетов налогов составит 1 291 319 рублей, прибыль – 909 034,09 рублей. Рентабельность проекта составит 241 %, что является хорошим показателем и говорит о высоком экономическом эффекте.

При оценке сравнительной эффективности было установлено, что с позиций финансовой и ресурсной эффективности текущий проект в 2,41 раза предпочтительнее аналога.

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

Заключение

При выполнение курсовой работы были изучены инженерно-геологические условия п. Емельяново Емельяновского района Красноярского края и разработан проект инженерно-геологических изысканий под строительство сплинкерного резервуара в аэропорту "Емельяново" в Красноярском крае на стадии проектной и рабочей 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 47.13330.2016, район изысканий отнесен к II категории сложности.

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

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 фундамента сплинкерного резервуара, которая составит с учетом НДС один миллион двести девяносто одна тысяча триста девятнадцать рублей 00 копеек (1 291 319 руб.).

30.05.2019

Список литературы

Фондовая литература

1. «Новый пассажирский терминал в международном аэропорту Красноярск (Емельяново)» (дополнительные инженерно-геологические изыскания) 412-17/5-12. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий. АО "Красноярская буровая компания" 2012г. – 87с.

Опубликованная литература

2. Гидрогеологическая карта СССР. Объяснительная записка. Масштаб 1:200 ООО. Лист 0~46-XXXШ. Автор Селезнева Р.А. Редактор Маккавеев А.А. М.: Недра, 1967 (КГУ, НРС ВСЕГЕИ при ВСЕГИНГЕО).

3. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаб 1:200000 Серия Минусинская лист О-46- XXXIII (Красноярск). Объяснительная записка. Москва 2001г 146с.

4. Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 336 с.

5. Крамаренко В.В. Методические указания по расчетам оснований инженерных сооружений. Часть 1. Основания и фундаменты. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 98 с.

6. Методика оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем и пылеватых и глинистых грунтов с крупнообломочными включениями. ДальНИИС Госстроя СССР- М: Стройиздат. 1989.-27 с.

Нормативная литература

7. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости (с Поправкой).

8. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений.

9. ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.

10. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства.

11. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация

12. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.

13. ГОСТ 19912-2012 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием.

14. СП 20276-2012. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости

15. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.

16. ГОСТ 21.302-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям

17. ГОСТ Р 54476-2011 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик сопротивляемости сдвигу грунтов в дорожном строительстве.

18. ГОСТ 12248-2010 Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости

19. ГОСТ 23740-2016 Методы лабораторного определения содержания органических веществ

20. ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) и микроагрегатного состава

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

22. ГОСТ 22733-2002 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности

23. ГОСТ 23161-2012 Грунты Метод лабораторного определения характеристик просадочности

24. РСН 51-84 Инженерные изыскания для строительства. Производство лабораторных исследований физико-механических свойств грунтов

25. ГОСТ 9.602-2016 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

26. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)

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

28. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования

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

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

31. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.

32. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений

33. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (с изменениями на 21 июня 2016 года)

34. СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий

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

36. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

37. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1)

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

39. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)

40. Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства Москва 1999г.

41. СП 47.13330.2012 и 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96

Интернет ресурсы

41. http://chelyabinsk.promportal.su/

42. http://www.npp-geotek.ru/

43. https://docplayer.ru/

Собственные материалы

44. Личный фотоархив автора работы.