

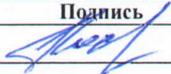
Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность): 21.05.02 Прикладная геология
 Специализация: Поиск и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания
 Отделение геологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Инженерно-геологические условия Центрального района г. Барнаула и проект инженерно-геологических изысканий под строительство общежития по ул. Сизова УДК 624.131.3:728.2(571.150)

Студент

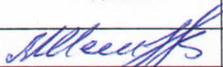
Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2122	Постоев М.Л.		21.05.2018

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Строкова Л.А.	Д.Г.-М.Н.		23.05.2018

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Буровые работы»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шестеров В.П.	К.Э.Н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В.	К.Э.Н.		22.05/18

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Назаренко О.Б.	Д.Т.Н.		21.05.2018

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Бракоренко Н.Н.	К.Г.-М.Н.		21.05.18

Томск – 2018 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)		
P1	Применять <i>базовые и специальные</i> математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения <i>комплексных инженерных проблем</i> в области <i>прикладной геологии</i> .	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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ- 3 а, с, h, j)
P2	Использовать <i>базовые и специальные</i> знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления <i>комплексной инженерной деятельностью</i> .	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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3e,k)
P3	Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной инженерной деятельности</i> в области <i>прикладной геологии</i> .	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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3g)
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве <i>члена</i> или <i>лидера команды</i> , в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных инженерных проблем</i> .	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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3d)
P5	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения <i>комплексной инженерной деятельности</i> 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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3d)
P6	Вести <i>комплексную инженерную деятельность</i> с учетом социальных, правовых, экологических и	Требования ФГОС ВО (ОК-2, 4, 5, 9, 10; ОПК-3, 5, 9, ПК-7, 8; 18, 20)

	культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать необходимость обеспечения устойчивого развития.	СУОС ТПУ (УК-5, 8) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3с,h,j)
P7	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению</i> и непрерывному <i>профессиональному совершенствованию</i> .	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 4, 7, 9, ОПК-5), СУОС ТПУ (УК-6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3i)
Профили (профессиональные компетенции)		
P8	Ставить и решать задачи <i>комплексного инженерного анализа</i> 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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3b) требования профессиональных стандартов: 19.021 «Специалист по промышленной 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 <i>комплексные инженерные проекты</i> технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом <i>экономических, экологических, социальных и других ограничений</i> .	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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3с) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной 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 <i>комплексных инженерных</i>	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, ОПК-6,8,

	<p><i>проблем в области прикладной геологии, включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.</i></p>	<p>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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, Критерий АВЕТ-3b,c) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной 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</p>
<p>P11</p>	<p><i>Создавать, выбирать и применять необходимые ресурсы и методы, современные технические и ИТ средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом возможных ограничений.</i></p>	<p>Требования ФГОС ВО (ОПК-8, ПК-2-11,16-20, 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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, Критерий АВЕТ-3e, h) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной 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</p>
<p>P12</p>	<p>Демонстрировать компетенции, связанные с <i>особенностью</i> проблем, объектов и видов <i>комплексной инженерной деятельности</i>, не менее чем по одной из специализаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых,</i> • <i>Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания,</i> • <i>Геология нефти и газа</i> 	<p>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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, Критерий АВЕТ-3 а, с, h, j) Требования ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий</p> <p>требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов»</p>

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
Н.Н. Бракоренко 31.05.18 Бракоренко Н.Н.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2122	Постоеву Михаилу Леонидовичу

Тема работы:

Инженерно-геологические условия Центрального района г. Барнаула и проект инженерно-геологических изысканий под строительство общежития по ул. Сизова	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	26.12.2017, №10089/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2018
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Фактический фондовый материал изысканий организации АО «АлтайТИСИЗ», опубликованная литература, нормативные документы, материалы производственной работы автора.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	В общей части привести общие сведения о районе исследований, рассмотреть природные условия Центрального района г. Барнаула, климат, геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия. В специальной части рассмотреть инженерно-геологические условия участка проектируемых работ. В проектной части разработать проект изысканий для строительства общежития по ул. Сизова. Определить основные виды и объемы работ, изложить методику их проведения.

Перечень графического материала	1. Карта четвертичных отложений г. Барнаула 2. Карта инженерно-геологических условий участка, инженерно-геологический разрез 3. Таблица нормативных и расчетных характеристик грунтов, расчетная схема основания свайного фундамента 4. Уплотнение просадочных грунтов 5. Геолого-технический наряд скважины
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	
Бурение	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2018
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Л.А. Строкова	д. г. - м.н.		01.03.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2122	М.Л. Постоев		01.03.18

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 3 – 2122	ФИО Постоеву Михаилу Леонидовичу
--------------------	-------------------------------------

Школа	ИШПР	Отделение	Геологии
Уровень образования	дипломированный специалист	Специальность	21.05.02 Прикладная геология

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования и области его применения</p>	<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</p>	
<p>1. Производственная безопасность</p>	<p><i>1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) <p><i>1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность; – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
<p>2. Экологическая безопасность</p>	<ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – предложить мероприятия по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	<ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень расчетного или графического материала	
Расчетные задания	<ul style="list-style-type: none"> - расчет необходимого воздухообмена - расчет освещения в помещении

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Назаренко О.Б.	д.т.н.		01.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 – 2122	Постоев М.Л.		01.03.2018

Министерство образования и науки Российской Федерации

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2122	Постоев Михаил Леонидович

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

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

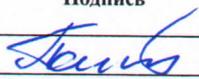
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.	Рассчитать сметную стоимость проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов.	Справочник базовых цен на инженерно-геологические работы.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.	Нормативно-правовые акты различной юридической силы.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР).	Свод видов и объема работ на инженерно-геологические изыскания.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований.	Условия производства.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.	Общий расчет сметной стоимости.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.18
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В.	К.Э.Н		01.03.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2122	Постоев М.Л.		01.03.18

Реферат

Дипломный проект состоит из 149 с., 16 рис., 46 табл., 69 источников, 5 листов графического материала.

Объектом исследования является оценка инженерно-геологических условий участка под строительство общежития по ул. Сизова (г. Барнаул).

Цель проекта – изучение инженерно-геологических, гидрогеологических, геоморфологических и тектонических условий участка; изучение состава, состояния и свойств грунтов, геологических и инженерно-геологических процессов и явлений, а также прогноз возможного изменения инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой; обоснование оптимальных видов работ, их объёмов и методики изысканий для получения достоверности инженерно-геологической информации.

В процессе работы проводились анализ и обобщение литературных сведений и фактического материала инженерно-геологических изысканий, предоставленных АО «АлтайГИСИЗ».

В проекте обоснованы необходимые виды и объёмы работ (полевые, лабораторные и камеральные), а также составлена смета на их выполнение.

Текст дипломного проекта выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2010, рисунки и графические приложения выполнены в программе CREDO, AutoCAD 2016, при построении таблиц использован офисный пакет Laboratory.Ex, Microsoft Excel 2007.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	13
ОБЩАЯ ЧАСТЬ. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА РАЙОНА	14
1.1 Географическое и административное положение	14
1.2 Физико-географическая и климатическая характеристика	15
1.3 Изученность инженерно-геологических условий.....	28
1.4 Геологическое строение района работ	28
1.4.1 Стратиграфия отложений	29
1.4.2 Тектоника	35
1.5. Гидрогеологические условия	37
1.6 Геологические и инженерно-геологические процессы и явления.....	43
1.7 Общая инженерно-геологическая характеристика района.....	52
1.7.1. Инженерно-геологическое районирование	52
СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	59
2 Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ	59
2.1 Рельеф участка	59
2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости.....	61
2.3 Физико-механические свойства грунтов	61
2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов и закономерности их пространственной изменчивости.....	61
2.3.2 Выделение инженерно-геологических элементов.....	62
2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов	71
2.4 Гидрогеологические условия	73
2.5 Геологические процессы и явления на участке	73
2.6 Специфические грунты: просадочные грунты. Методы устранения просадочных свойств.....	75
2.7 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка.....	77
2.7 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации сооружений	78
3 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ. ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКЕ.....	79
3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания. Задачи изысканий.....	79
3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ	82
3.3 Методика проектируемых работ.....	91
4 СОЦИАЛЬНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ	114
4.1 Производственная безопасность.....	114
4.1.1 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению.....	115
4.1.2 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению.....	117
4.2 Экологическая безопасность	124

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	125
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	130
5.2 Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ на инженерно- геологические изыскания	132
5.3 Планирование и организация при производстве геологоразведочных работ	138
5.4 Расчет сметной стоимости проекта	138
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	143
Список использованных материалов	145

ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе разработан и представляется к защите проект инженерно-геологических изысканий для строительства здания общежития по ул. Сизова в г. Барнауле.

Целью работы является изучение инженерно-геологических условий участка и разработка проекта инженерно-геологических изысканий на стадии рабочей документации.

В задачи настоящего исследования входит получение максимально полной информации о свойствах геологической среды – компонентах инженерно-геологических условий в пределах предполагаемой сферы взаимодействия реконструируемого здания с геологической средой, а также определение оптимальных приемов, методов и методики инженерно-геологических изысканий, обеспечивающих получение достоверных данных, необходимых для проектирования строительных работ.

В данной работе были использованы материалы инженерно-геологических изысканий, выполненных АО «АлтайГИСИЗ» на прилегающей территории в пределах одного геоморфологического элемента, а также справочная и нормативная литература.

Местоположение объекта: Алтайский край г. Барнаул, Центральный район, ул. Сизова.

ОБЩАЯ ЧАСТЬ. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА РАЙОНА

1.1 Географическое и административное положение

Барнаул – город краевого значения, административный центр Алтайского края.

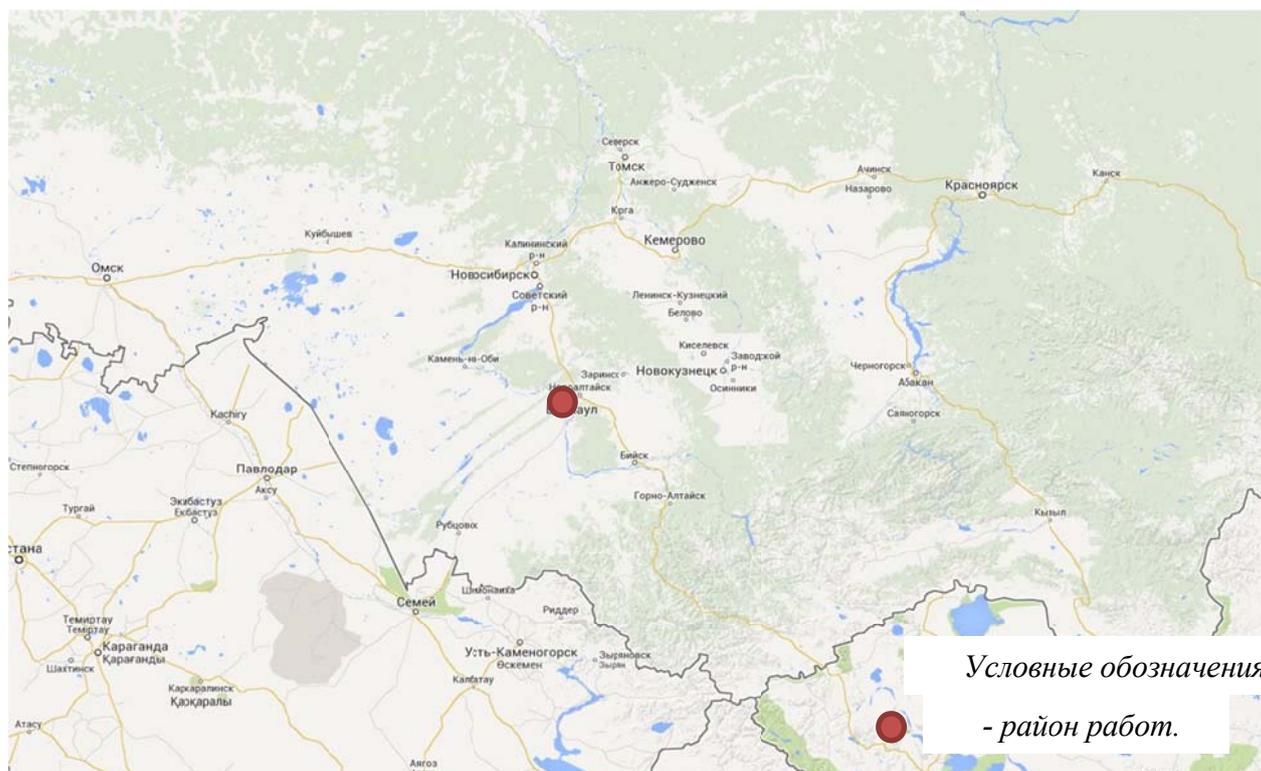


Рис. 1.1 – Обзорная схема района

Барнаул – это крупный населенный пункт, важный транспортный узел России. Через него проходят Южно-Сибирская, Туркестано-Сибирская железные дороги; автомобильные трассы связывают город с населенными пунктами края, с г. Новосибирском, Кузбассом, Казахстаном; воздушные линии – со многими городами России, ближнего и дальнего зарубежья. Территория города (включая прилегающие населенные пункты) – 939 км². Географически город Барнаул находится на пересечении трансконтинентальных транзитных грузовых и пассажирских потоков между Среднеазиатским и Сибирским регионами. Важный научный, медицинский и образовательный центр Сибири.

Барнаул расположен на юге Западно-Сибирской низменности в пределах центральной части Кулундинской равнины, на северо-востоке Приобского

плато, в верхнем течении Оби на ее левом берегу, в месте впадения реки Барнаулки в Обь. С севера и востока Барнаул огибает русло Оби, на юго-западе – ленточный бор. Расстояние до Москвы – 3419 км. Ближайший крупный город – Новосибирск (239 км).

1.2 Физико-географическая и климатическая характеристика

Рельеф территории Барнаула определяют основные геоморфологические структуры Приобское плато и долины рек Оби и Барнаулки.

На Приобском плато расположена большая часть города: значительная часть центра Барнаула, северная, западная и юго-восточная (нагорная) его части.

Приобское плато – возвышенная пологоувалистая равнина в левобережье Оби с абсолютными отметками 180-300 м. В пределах городской черты абсолютные отметки плато изменяются от 185 до 251 м. Наибольшие отметки плато (230-250 м) наблюдаются в северной приречной части города (близ склона к долине р. Оби) и в западной его части. Здесь же находится и самая высокая точка (251,6 м). Общее понижение поверхности плато прослеживается в юго-восточном (к долине р. Барнаулки) и в юго-западном направлениях до отметок 185-210 м [2].

Помимо этой общей закономерности изменения рельефа следует отметить и осложненность плато эрозионными геоморфологическими структурами средних и мелких форм: долинами реки Пивоварки, Сухого Лога, оврагами, западинами, мелкими понижениями типа «степных блюдец». Наиболее крупная эрозионная форма – долина р. Пивоварки протяженностью 11 км. В западной периферии территории города прослеживается овраг Сухой Лог длиной 8,8 км. Этими эрозионными структурами расчленяется плато, осложняется рельеф. Они играют отрицательную роль в планировке города, размещении жилых кварталов и промышленных комплексов.

Склон Приобского плато к долине Оби довольно крутой ($25-60^{\circ}$), местами обрывистый, высотой 50-110 м, Склон неустойчив, подвержен

оползнеобразованию, суффозионным процессам, плоскостному смыву, изрезан оврагами. Неустойчивость склона обуславливает неустойчивое положение зданий и сооружений на бровке плато [2].

Склон плато, тяготеющий к левобережной стороне долины Барнаулки, пологий (уклон $2-5^0$), местами не выражен в рельефе (следствие переувлажнения песков III надпойменной террасы Барнаулки и засыпки тылового шва этой террасы). Правобережный склон, обращенный к долине Барнаулки, относительно крутой ($20-50^0$), высотой 25-40 м [2].

Долина Оби – крупная межрегиональная структура линейного типа. Ширина ее в пределах Алтайского края достигает 50 км. В черте г. Барнаула она обрамляет Приобское плато с востока и севера и представлена низкой и высокой поймой. Надпойменные террасы в левобережье Оби на территории города отсутствуют, а в правобережье располагаются вне границ Барнаула.

Пойма в левобережье развита не повсеместно. Она отмечается на участке от д. Ерестной до I речного водозабора, но преимущественно, она развита ниже железнодорожных мостов: в районе пос. Ильича (шириной до 1,5 км) и на северо-западной окраине города.

В правобережье пойма тянется вдоль Оби шириной 5-7 км.

Высота поймы от 3-5 м (низкая пойма) до 5-6 м (высокая пойма) над меженным уровнем реки. Абсолютные отметки 132-135,5 м (чаще 133-134 м) [2].

Террасированная долина Барнаулки – типичная аккумулятивная форма рельефа, прослеживается в центральных районах города, между ул. Молодежной и нагорной территорией и представлена поймой и тремя надпойменными террасами.

Пойма двусторонняя, неширокая (50-200 м), местами отсутствует. Высота ее над меженным уровнем Барнаулки от 0,5-1,0 до 1,5-2,0 м. В приустьевой части реки пойма подсыпана, а уровень ее поверхности поднят на 2-5 м.

I надпойменная терраса р. Барнаулки находится, преимущественно, на левом берегу. Ширина ее 500-800 м. Поверхность ровная, слабо наклоненная к реке. Абсолютные отметки 137-150 м. Граница между I и II надпойменными террасами проходит по улицам Никитина (ближе к устью Барнаулки) и Короленко (по удалении от устья реки). На правом берегу I надпойменная терраса прослеживается локально, прерывистой полосой шириной 40-200 м.

II надпойменная терраса расположена только на левом берегу реки. Ширина ее 500-950 м. Абсолютные отметки 150-170 м. Граница с III террасой проходит по улицам Чкалова – Кирова.

III надпойменная терраса прослеживается в право- и левобережье Барнаулки. Ширина террасы 600-900 м. Абсолютные отметки 170-185 м. Граница ее с Приобским плато на левобережье Барнаулки проходит ориентировочно по ул. Молодежной.

Для террас (а особенно для III террасы), характерен дюнно-грядовый рельеф в связи с проявлением эоловых процессов. Перевеванию песков обязано сглаживание границ между террасами. Планировочными работами при развитии города неровности рельефа также были в определенной мере сглажены и в настоящее время в долине Барнаулки мы наблюдаем антропогенный рельеф.

Антропогенное, в том числе техногенное, воздействие на рельеф отмечается и на площадях других геоморфологических структур.

На Приобском плато это, в основном, засыпка оврагов. Другой вид антропогенного воздействия – террасирование Обского склона, выполненное на нескольких участках, наиболее крупный из которых – участок, примыкающий к нагорному парку (рис. 1.2). Также имеют место быть такие виды антропогенного воздействия на рельеф, как: расширение оврага в левобережье Оби под выемку у железнодорожных мостов, отсыпка и намыв дамб и насыпей, формирование искусственных озер на пойме и другие.

В целом следует отметить, что рельеф Барнаула благоприятен для создания положительного архитектурного облика города. С одной стороны, это

относительно ровные территории Приобского плато, позволяющие тратить минимум средств на планировочные работы, иметь прямые магистрали, строить жилмассивы прямоугольной формы. С другой стороны, террасированная долина Барнаулки позволяет создавать своеобразные архитектурные ансамбли, причудливые вертикальные формы решения застройки территорий [2].

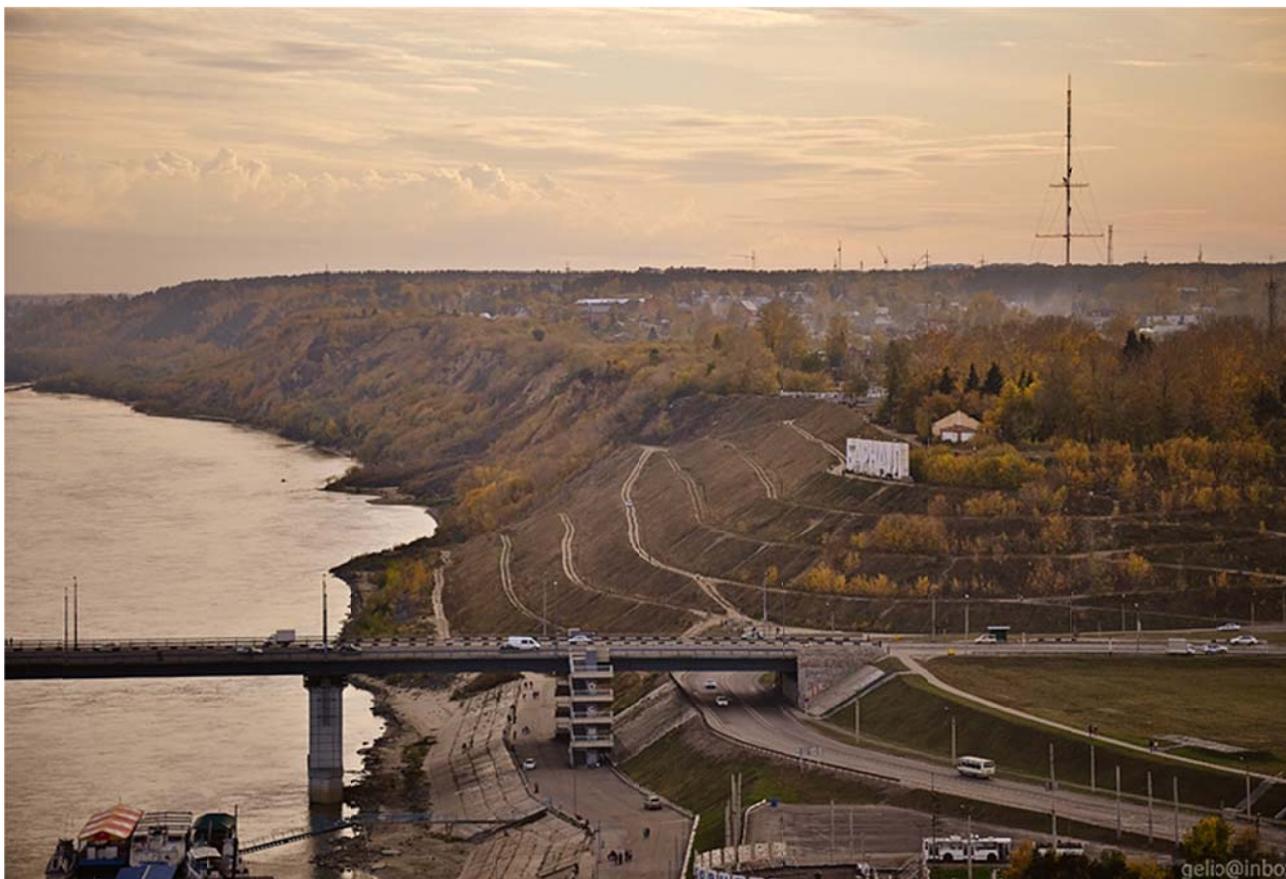


Рис. 1.2 – Террасирование обского склона в районе Нагорного парка

Климат района резко континентальный с холодной продолжительной зимой и коротким теплым летом. Резко континентальный климат Барнаула определяется своеобразным географическим положением на юге Западной Сибири. Открытость воздействию одновременно со стороны Алтайских гор, Северного Ледовитого океана и полупустынных районов средней Азии создает возможность поступления различных по свойствам воздушных масс, что способствует значительной контрастности погодных условий. Для Барнаула характерна морозная, умеренно-суровая и малоснежная зима и теплое лето.

Открытость территории с севера способствует свободному проникновению арктических воздушных масс, сухих и холодных. Арктическая воздушная масса – основная всесезонная воздушная масса, доходя до широты Барнаула, претерпевает сильную трансформацию – арктический воздух преобразуется в континентальный.

Континентальные воздушные массы, приходящие из глубины материка с западных, восточных и южных направлений, также оказывают свое влияние на климат Барнаула и Алтайского края.

Так, с юга поступает теплый тропический воздух, с востока – холодный континентальный. А с запада воздушные массы, несущие влагу Атлантики, формирующие влажную и холодную погоду зимой, теплую, с хорошим насыщением влагой – летом.

Сезонная смена воздушных масс создает повторяемость различных типов погоды в различные сезоны года. Воздушная масса азиатского антициклона определяет формирование ясной (или малооблачной) погоды зимой, вызывая выхолаживание приземного слоя воздуха. Весной активизируется циклоническая деятельность, размывающая влияние азиатского антициклона и закачивающая теплый и, как следствие, более влажный воздух. Нередко холодный арктический воздух, прорываясь в тылу циклонов, приносит резкое похолодание, а прогретый в антициклонах в конце зимы и начале лета, формирует засушливые периоды. Летом циклоническая деятельность убывает, вновь усиливаясь осенью, что ведет к формированию пасмурной и дождливой погоды [69].

Климатические условия района приводятся по многолетним наблюдениям метеостанции «Барнаул».

Наиболее низкая температура (-52°C) отмечена в январе 1931 г., максимальная температура воздуха $+38^{\circ}\text{C}$ была достигнута в июле 1953 г., годовая абсолютная амплитуда температуры воздуха равна 90°C .

Климатические параметры холодного периода года (ноябрь-март).
Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98

составляет -44°C , обеспеченностью $0,92 - 40^{\circ}\text{C}$. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью $0,98$ составляет -39°C , обеспеченностью $0,92 - 36^{\circ}\text{C}$. Температура воздуха обеспеченностью $0,94$ составляет -21°C . Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха $<0^{\circ}\text{C}$ равна 163 дня (при средней температуре этого периода $-11,1^{\circ}\text{C}$), со средней суточной температурой $< +8^{\circ}\text{C}$ 213 дней (при средней температуре этого периода $-7,5^{\circ}\text{C}$), со средней суточной температурой $< +10^{\circ}\text{C}$ - 230 дней (при средней температуре этого периода $-6,3^{\circ}\text{C}$).

В период с ноября по март средняя месячная температура воздуха меньше 0° . Продолжительность отопительного периода 219 дней.

Климатические параметры теплого периода года (апрель-октябрь). Температура воздуха обеспеченностью $0,95$ составляет $+26^{\circ}\text{C}$, обеспеченностью $0,98 - +28^{\circ}$. Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца (июль), составляет $+26,3^{\circ}\text{C}$.

По количеству выпадающих атмосферных осадков Барнаул относится к провинции недостаточного увлажнения (коэффициент увлажнения $0,8$).

В холодный период года выпадает 117 мм осадков, в теплый – 299 мм, за год – 416 мм. Суточный максимум осадков в теплый период – 66 мм.

Основные данные о климатических условиях района приведены в таблице 1.1 [11].

Таблица 1.1 – Характеристика состояния воздушного бассейна

Наименование показателя	Величина показателя по данным СП 131.13330.2012
	г. Барнаул
1. Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	
- среднегодовая	2,2
- среднемесячная	
январь	-16,3
февраль	-14,4
март	-7,1
апрель	3,6
май	12,3
июнь	17,8

Наименование показателя	Величина показателя по данным СП 131.13330.2012
	г. Барнаул
июль	19,8
август	17,0
сентябрь	10,9
октябрь	3,3
ноябрь	-6,5
декабрь	-13,5
- абсолютная максимальная	+38
- абсолютная минимальная	-52
2. Продолжительность периода со среднесуточной температурой <0 °С, сут.	163
<8 °С, сут.	213
<10 °С, сут.	230
3. Среднемесячная относительная влажность, %:	
- наиболее холодного месяца	78
- наиболее теплого месяца	69
4. Количество осадков, мм:	
апрель- октябрь	299
ноябрь – март	117
5. Суточный максимум осадков, мм	66
6. Преобладающее направление ветра за период, румб:	
декабрь – февраль	ЮЗ
июнь-август	СВ
7. Скорость ветра, м/с:	
- максимальная из средних по румбу за январь	4
- минимальная из средних по румбу за июль	0
- средняя за период со средней температурой воздуха < 8 °С	3,4

Из общего количества осадков 55 % составляют жидкие, 38 % - твердые и 7 % - смешанные (мокрый снег). Как правило, максимум осадков приходится на лето.

Изменчивость годовых и месячных сумм осадков значительна. В наиболее дождливом 1908 г. выпало 670 мм осадков, в наиболее сухом 1973 г. – 258 мм. Иногда проходят ливневые дожди с большой суммой осадков.

Среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца (января) 78%, наиболее теплого (июля) - 69%.

Снежный покров формируется в ноябре. Междекадный прирост высоты снежного покрова (4-5 см) происходит на протяжении всего холодного периода,

достигая максимума (30 см – открытый участок, 43 см – защищенный) в конце календарной зимы (февраль), иногда в начале марта. В многоснежные зимы может сформироваться 82-х сантиметровый снежный покров. А в малоснежье – покров высотой в 21 см. К апрелю устойчивый снежный покров разрушается. Средняя дата разрушения – 21 марта, ранняя от 13 марта и поздняя – до 30 апреля, что зависит как от высоты снежного покрова, так и дневных температур. 154 дня – средняя продолжительность залегания устойчивого снежного покрова. Запас воды в снеге порядка 71 мм.

Наибольшей повторяемостью во все сезоны отмечаются ветры юго-западного направления. Летом часты также ветры северные и северо-восточные.

Среднегодовая скорость ветра 3,4 м/с. Наибольшие средние скорости ветра наблюдаются в зимние месяцы [2,11].

Растительность Барнаула и его окрестностей относится к подзоне южной лесостепи. Коренная растительность представлена степными, лесными и пойменно-луговыми типами, здесь распространены злаки и разнотравье – мятлик узколистный, кострец безостый, лапчатка серебристая, люцерна серповидная.

Леса занимают днища и склоны балок: березовые колки с примесью осины. Известен также Барнаульский ленточный бор, в котором насчитывается до 30 видов древесных пород. Берега рек обильно поросли черемухой, ивой, тополем, жимолостью.

Среди городской застройки растительность представлена искусственными насаждениями – парками (Юбилейный, Центральный, Солнечный ветер, Изумрудный, Лесная сказка, Нагорный, дендрарий), скверами, бульварами, которые располагаются у общественных зданий, по осям главных улиц. Основные древесные породы – тополь, черемуха, клен ясенелистный, рябина, береза бородавчатая, ель сибирская, яблоня. Всего в городе и его окрестностях произрастает 880 видов сосудистых растений.

Которые относятся к 95 семействам и 413 родам, из них 30 видов занесены в Красную книгу Алтайского края [68].

Гидрология. В пределах границ города протекают постоянные водотоки – реки Обь, Барнаулка, Лосиха, Талая, а также ряд временных водотоков, из которых наиболее значимыми являются Пивоварка и Сухой Лог.

Река Обь является одной из крупнейших рек мира. Имеет площадь водосбора 2990 тыс. км² и общую длину 3640 км. До створа автомобильного моста в г. Барнауле длина реки Обь (от слияния рек Бия и Катунь) составляет 235,5 км (по лоцманской карте реки издания 1983 года) и площадь водосбора 169 тыс. км².

Средняя ширина русла Оби в районе г. Барнаула составляет 600-700 м, средний уклон водной поверхности – 7°. Глубина реки 3-8 м, в периоды половодий до 10-15 м.

Наблюдения за уровнем воды р. Оби у г. Барнаула начаты с 1893 г., а расходы воды измеряются с 1922 г. Гидрологический пост действует и в настоящее время. Характерные уровни, расходы воды и даты их появления приведены ниже. Гидрограф Оби характеризуется растянутым половодьем (на котором часто можно выделить две волны) и низкой устойчивой зимней меженью.

Норма годового стока воды Оби у г. Барнаула равна 1470 м³/с (табл. 1.2). Минимальный среднегодовой расход составил 1020 м³/с, максимальный - 2300 м³/с.

Таблица 1.2 – Характеристика расхода воды р. Оби у г. Барнаула

Характеристики уровней	Средние месячные расходы воды, м ³ /с												Годовые расходы воды
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Средний	308	271	280	1980	3530	3740	2510	1730	1270	1040	600	372	1470
Наибольший	447	428	590	3920	6630	7080	5730	3080	2520	2000	1310	625	2300
Наименьший	199	198	191	464	1640	1630	1220	945	666	510	335	238	1020

Средний максимальный расход воды в половодье составляет 5460 м³/с. Наибольший расход воды, наблюдавшийся в 1969 г., составил 12600 м³/с.

В период половодья по Оби проходит до 70 % годового стока. Сроки прохождения максимального расхода, начала и окончания половодья колеблются в значительных пределах (табл. 1.3).

Таблица 1.3 – Даты наступления половодья р. Оби у г. Барнаула

Характеристика	Проявление явления		
	раннее	среднее	позднее
Начало половодья	06.03	06.04	21.04
Прохождение максимума	13.04	19.05	16.08
Окончание половодья	19.06	31.07	11.09

За пять месяцев зимней межени (с ноября по март) по реке проходит лишь 10 % годового стока.

Ледостав обычно устанавливается в первой декаде ноября. Толщина льда достигает к концу зимы 0,9 - 1,1 м.

Наивысший за весь период наблюдений уровень Оби у г. Барнаула отмечен в 1937 г. и составил 763 см над нулем графика водомерного поста [2].

Наиболее низкий максимальный уровень наблюдался в паводок 1918 г. и равнялся 416 см (табл. 1.4).

Таблица 1.4 – Характерные уровни р. Оби у г. Барнаула

Характеристика	Высший уровень				Низший уровень		Колебание уровня	
	За год		Период весеннего ледохода		Зимнего периода			
	см	дата	см	дата	См	Дата	См	Год
Уровень: средний	575	-	500	-	8	-	553	-
высший	763	16.05.37	707	24.04.28	137	6,7.04.98	769	1969
низший	416	25.04.18	218	22.04.63	-96	18.11.24	424	1900
Дата: средняя		19.05		23.04		13.11		
ранняя		13.04.06		09.04.44		29.10.95		
поздняя		16.08.67		09.05.05		07.04.98		

Низший зимний уровень был зафиксирован в ноябре 1924 года и составил 96 см ниже нуля графика водомерного поста. В среднем уровень воды зимой опускается до 8 см над «нулем» графика. Годовая амплитуда изменения

уровня в среднем равна 553 см, максимальная - 769 см (1969 г.), минимальная - 424 см (1900 г.).

В высокие половодья пойма Оби затопливается слоем 2-3 м на большей своей территории. Продолжительность затопления поймы составляет 30-35 дней.

В низкие половодья, как в 1999 г. (максимальный уровень примерно на 1 м ниже нормы), пойма р. Оби практически не затопливается. Вода только заходит в понижения, прорвы.

Река Барнаулка – левый приток р. Оби, имеет площадь водосбора 5,7 тыс. км², общую длину 207 км. Средняя извилистость реки равна 1,2. До впадения в р. Обь, р. Барнаулка около 10 км протекает по городской территории г. Барнаула. Приустьевая часть р. Барнаулки попадает в зону переменного подпора Оби, поэтому уклоны и другие характеристики русла Барнаулки зависят от уровня воды в р. Оби и величины подпора.

Русло р. Барнаулки имеет ширину 10-20 м, меандрирует. На отдельных участках русло подходит вплотную к уступу надпойменной террасы, подмывая его. Глубина р. Барнаулки летом составляет 0,2 - 0,8 м.

Перед впадением в р. Обь, Барнаулка протекает по городской территории, где расположены многочисленные инженерные сооружения. Первым таким сооружением является построенный еще в 1744 г. заводской пруд, просуществовавший до 1926 года. В настоящее время сооружения представлены мостовыми переходами, набережными, переходами ЛЭП и связи, и другими сооружениями.

Гидрологический режим Барнаулки характеризуют наблюдения гидрометеослужбы, проводившиеся в 1942, 1945-1959 годах.

Максимальный расход воды в Барнаулке в половодье проходит с 4 по 30 апреля, при средней дате 15 апреля. Таким образом, пик половодья Барнаулки значительно опережает максимум половодья на Оби и проходит при отсутствии подпора от Оби. Именно в этот период скорости течения достигают 2-3 м/с. В дальнейшем расход воды Барнаулки уменьшается и, в связи с ростом уровней

Оби, проявляется подпор вод Барнаулки, распространяющийся до створа ул. Ядринцева при вероятностях превышения УВВ в Оби, равных 1-2%. При этом скорости течения вод Барнаулки значительно уменьшаются [2].

Среднегодовые расходы воды изменяются от 1,25 до 6,81 м³/с (табл. 1.5). Нормой стока является годовой расход, равный 3,71 м³/с. Наибольшая водность реки приходится на апрель, наименьшая – на январь-февраль.

Таблица 1.5 – Средние величины расхода воды р. Барнаулки, м³/с

Характеристики	Период												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Средний	0,79	0,80	1,26	18,6	8,49	3,96	2,42	2,19	1,76	1,75	1,59	0,88	3,71
Наибольший	1,26	1,39	2,84	34,7	18,4	9,53	6,96	5,60	3,51	2,75	6,76	1,66	6,81
Наименьший	0,07	0,32	0,48	3,99	3,71	1,28	0,60	0,79	0,57	0,94	0,17	0,21	1,25

В средний по водности год максимальный расход воды в Барнаулке составляет 50 м³/с. Наибольший измеренный расход, равный 124 м³/с отмечен в апреле 1957 г. (табл. 1.6). Самый низкий пик половодья за годы наблюдений зафиксирован в апреле 1952 г. и составил 7,87 м³/с.

Таблица 1.6 – Характерные расходы воды р. Барнаулки, м³/с

Характеристики	Наибольший годовой расход		Наименьший расход			
	расход	дата	Летний		Зимний	
			расход	дата	расход	дата
Средний	50,6	-	0,94	-	0,35	-
Наибольший	124	13.04.57	1,88	20.07.50	0,88	02.01.58
Наименьший	7,87	30.04.52	0,20	23.07.42	0,022	10.01.47

Наибольший расход в годовом цикле вне половодья равен 1,88 м³/с, наименьший – 0,20 м³/с. Низший расход воды при отсутствии ледовых явлений равен 0,94 м³/с. При наступлении ледовых явлений расход воды в реке в среднем уменьшается до 0,35 м³/с.

Средний уклон водной поверхности Барнаулки при отсутствии подпора составляет 1,7 %. При подпоре от Оби уклоны значительно уменьшаются [2].

Река Лосиха – правый приток р. Оби, имеет длину 150 км, площадь водосбора 1,5 тыс. км². Начало берет из логов северо-западнее с. Лосиха Косихинского района и впадает в Обь напротив г. Барнаула, в 2 км выше по течению от старого ж.-д. моста. Ниже с. Баюновские Ключи (на 38 км от устья)

река протекает по надпойменным террасам р. Оби, а ниже с. Фирсово (в 12 км от устья) – по пойме р. Оби. Расход воды у с. Фирсово при 10 % ВП составляет 182 м³/с.

В пойме на значительном участке (4 км) русло Лосихи было спрямлено каналом в 90-х годах прошлого века при сооружении автомобильного мостового перехода через р. Обь у г. Барнаула. Канал выработал свое русло, и река в нем протекает в незакрепленных берегах. На пойме Лосиха имеет ширину 40 м, высота берегов 3-4 м, глубина реки порядка 1,0 м.

Река Талая – берет начало из болота Бобровская Согра, расположенного на правосторонней пойме р. Оби близ сочленения с надпойменной террасой. Талая – своеобразная река, протекающая только по пойме Оби, впадает в р. Обь ниже пос. Затон. Некоторыми исследователями Талая считается протокой Оби, но это не так, ввиду того, что она имеет только одно соединение с Обью (в устье). Длина реки 15 км, ширина 20-30 м. Русло выработанное, высота берегов от 1-3 до 3-4 м. В нижней части Талая также была канализирована при сооружении автомобильного мостового перехода. Берега канала не закреплены[2].

Временные водотоки.

Пивоварка – малая река, левый приток Барнаулки. Длина 11 км, площадь водосбора 57 км² (вся в пределах городской застройки). Сток отмечается лишь в период таяния снегов и сильных дождей. Аллювиальные отложения реки покрыты слоем антропогенных образований.

Сухой Лог – левый приток Барнаулки. Длина 8,8 км, водосборная площадь 22 км². В верхней и средней части практически не имеет стока. Расход в летнюю межень 15-20 л/с.

Водоемы.

Из водоемов, находящихся на территории г. Барнаула, можно отметить «Лесной пруд» на Барнаулке площадью 28 га, небольшие пруды (1-2 га) по Пивоварке и Сухому Логу и ряд озер в пойме Оби (Хомутина, Долгое, Козел, Эрикалиха и др.), из них самым крупным является оз. Лебязье (на границе территории Барнаула) площадью свыше 40 га. Следует отметить также два

искусственных озера в зоне отдыха на правом берегу Оби, восточнее нового автомобильного моста через Обь [2].

1.3 Изученность инженерно-геологических условий

Инженерно-геологические условия территории г. Барнаула достаточно хорошо изучены и продолжают изучаться различными организациями. Ключевую роль в изучении ИГУ сыграл Алтайский трест инженерно-строительных изысканий. В 2006 г. специалистами ОАО «АлтайГИСИЗ» был составлен отчет «Инженерно-геологические условия территории г. Барнаула», включающий карты М 1:10000 «Инженерно-геологические условия территории г. Барнаула» и «Опасные природные процессы» [2].

Инженерно-геологическая изученность: на территории г. Барнаула в различные годы и по настоящее время проведены инженерно-геологические изыскания для различных объектов общественного назначения, жилых кварталов, инженерных коммуникаций и т.д.

1.4 Геологическое строение района работ

Рассматриваемая территория находится в пределах Западно-Сибирской плиты. Западно-Сибирская плита является одним из крупнейших структурных элементов Евразии. Ее общая площадь составляет почти 3,5 млн. км².

Западно-Сибирская плита имеет четкое двухъярусное строение: нижний ярус – фундамент плиты и верхний ярус – мезо-кайнозойский платформенный чехол. Фундамент плиты в нижней своей части (первый структурный этаж) сложен сильнодислоцированными и метаморфизованными геосинклинальными докембрийскими и палеозойскими образованиями, прорванными изверженными породами. Депрессии, грабены и прогибы в фундаменте плиты выполнены орогенными и полуплатформенными осадочными и эффузивно-осадочными отложениями верхнего палеозоя и нижнего мезозоя, образующими второй структурный этаж фундамента. Мощность этих пород достигает 2000-8000 м. В общем плане поверхность фундамента представляет собой огромную

чашеобразную впадину. Эта впадина заполнена осадочными, преимущественно терригенными отложениями юрской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем мощностью от сотен до 6000 м, образующими верхний ярус плиты – ее платформенный чехол.

Территория г. Барнаула находится в пределах Приобского плато, долины р. Оби и долины р. Барнаулки. Палеозойский фундамент здесь покрыт мощным чехлом (сотни метров) мезо-кайнозойских отложений.

Палеозойский фундамент и мезо-кайнозойские отложения, залегающие ниже эоплейстоценовых пород кочковской свиты, находятся глубоко от земной поверхности и практического значения для строительства не имеют.

1.4.1 Стратиграфия отложений

КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА (KZ)

Кайнозойская эратема представлена четвертичной системой.

Четвертичная система

Четвертичная система представлена плейстоценом и голоценом.

Плейстоцен

Плейстоцен представлен эоплейстоценом и неоплейстоценом.

Эоплейстоцен

Эоплейстоцен представлен отложениями кочковской свиты Q_{ЕК}с.

Неоплейстоцен

Неоплейстоценовые отложения представлены:

- ниже-среднечетвертичными озерно-аллювиальными отложениями красnodубровской свиты – IaQI-III_{krd};
- средне-верхнечетвертичными аллювиальными отложениями русла и поймы р. Оби и надпойменных террас р. Барнаулки – aQII-III – отложениями касмалинской свиты (aQII-III_{ksm});
- верхнечетвертичными субаэральными отложениями – saQIII;
- верхнечетвертичными эоловыми отложениями – vQIII.

Голоцен

Голоцен представлен:

- современными делювиально-пролювиальными отложениями – dpQIV;
- современными аллювиальными отложениями русла и поймы р. Оби и р. Барнаулки – aQIV;
- современными биогенными образованиями – bQIV;
- современными техногенными образованиями – tQIV.

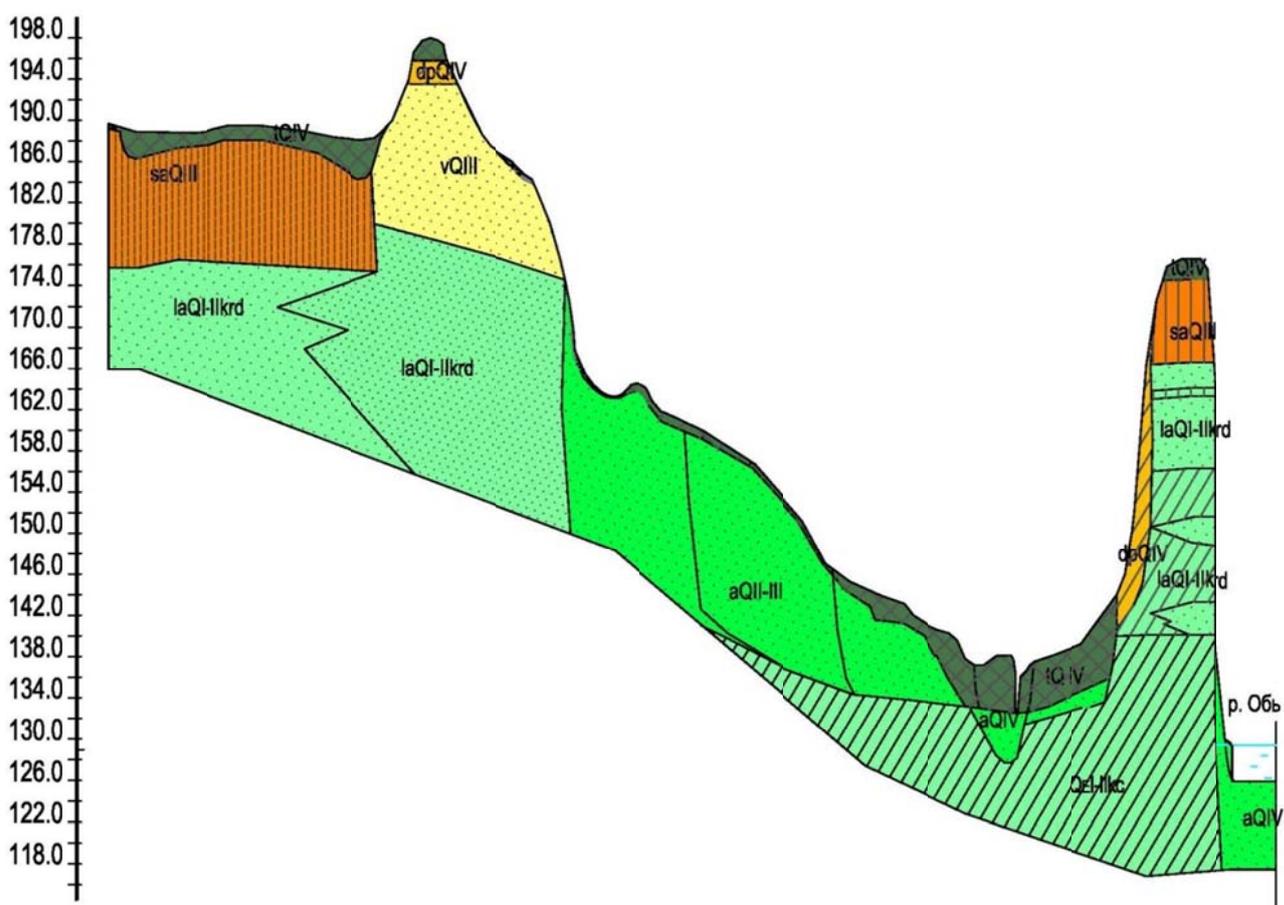


Рис. 1.3 – Схема соотношений четвертичных отложений (образований)

Эоплейстоценовые отложения кочковской свиты Q_{ЕК}с. Озерно-аллювиальные и аллювиальные отложения кочковской свиты в районе г. Барнаула в верхней части разреза представлены суглинками, реже – глинами, темного синеватого или зеленовато-серого цвета, в нижней части разреза – песками.

Кровля кочковской свиты прослеживается в основании обрывистого левого борта долины р. Оби и возвышается над урезом воды в меженный период до 10 м и более.

Суглинки и глины свиты отличаются от перекрывающихся четвертичных пород большей плотностью, вязкостью, местами имеют вид полуокаменевших трещиноватых пород и в меньшей степени подвержены размыву речными водами, благодаря чему образуют в подошве обрывистого берега выступы – ступени.

Суглинки и глины кочковской свиты являются региональным водоупором, и в береговых обрывах наблюдается пластовое выклинивание (в виде многочисленных родников и мочажин) грунтовых вод краснодубровской свиты.

В долине реки Барнаулки породы кочковской свиты вскрыты скважинами на глубинах от 4-6 до 10-20 м, на Приобском плато – на глубинах 50-70 м и более.

Нижне-среднечетвертичные озерно-аллювиальные отложения краснодубровской свиты (IaQI-II_krd) слагают водоразделы и склоны степного плато. С поверхности они перекрыты покровными субаэральными лессовидными отложениями верхнечетвертичного возраста saQIII и подстилаются суглинками и глинами кочковской свиты. Краснодубровская свита залегает на суглинках и глинах кочковской свиты, как правило, с размывом. Представлена свита толщиной суглинков, супесей и песков с горизонтами погребенных почв. Литологический состав свиты и ее мощность изменяются в пространстве.

В пределах Приобского степного плато свита имеет сложное внутреннее строение, распадаясь на целый ряд наложенных друг на друга субаэральные пачек мощностью от 10 до 30 м. Каждая пачка внизу сложена песками, супесями или суглинками, сменяющимися выше по разрезу лессовидными супесями или суглинками, иногда увенчанными погребенной почвой.

Пространственные взаимоотношения между отдельными пачками весьма сложные. Мощность отложений краснодубровской свиты 50-70 м до 100 м.

На территории г. Барнаула в обрыве плато вдоль левого берега р. Оби отложения краснодубровской свиты меняют свой состав вниз по течению от существенно песчаного состава до сугубо глинистого.

Средне-верхнечетвертичные аллювиальные отложения надпойменных террас р. Барнаулки (аQII-III^{1,2,3}) – отложения касмалинской (аQII-III ksm) свиты выполняют древние ложбины стока Приобского плато р.р. Касмала, Барнаулка и др. На территории г. Барнаула отложения касмалинской свиты в долине р. Барнаулки хорошо изучены и в свите выделены три надпойменные террасы средне-верхнечетвертичного возраста [2].

Отложения трех барнаульских надпойменных террас представлены песками, супесями, суглинками. Аллювий террас с размывом залегает на зеленовато-серых иловатых суглинках кочковской свиты, а с поверхности перекрыт эоловыми песками верхнечетвертичного-современного возраста. Исключение составляет первая надпойменная терраса, где эоловые песчаные отложения отсутствуют, а с поверхности на значительной площади залегают насыпные грунты различной мощности.

В разрезе аллювия преобладает мелкий песок. Местами пески тонко переслаиваются с супесями, суглинками.

Первая надпойменная терраса сложена целиком песчаными отложениями. Для отложений второй и третьей надпойменных террас характерно то, что их разрезы нередко венчаются суглинками, мощность которых колеблется от 1-2 м до 5-6 м.

Мощность отложений первой надпойменной террасы 2-8 м, второй – 8-20 м, третьей – до 31 м, увеличиваясь от подошвы террасы к тыловому шву.

Террасы р. Барнаулки вложенные, цоколем всех террас являются плотные, вязкие суглинки и глины кочковской свиты. Кровля цоколя террас имеет отметки 128-140 м.

Верхнечетвертичные субэаральные отложения (saQIII) имеют широкое распространение на территории г. Барнаула в пределах Приобского плато.

Субэаральные покровные отложения представлены светло-серыми, серыми, палево-серыми, желтовато-серыми неслоистыми, макропористыми, сильно карбонатизированными суглинками и супесями с хорошо выраженной столбчатой отдельностью, наблюдаемой в обнажениях.

Покровные лессовидные суглинки и супеси обладают просадочными свойствами и широко используются в качестве оснований фундаментов зданий и сооружений. Мощность просадочной толщи от 4 до 13 м.

Верхнечетвертичные эоловые отложения (vQIII) представлены эоловыми песками, которые сплошным чехлом покрывают 2-ю и 3-ю надпойменные террасы р. Барнаулки, маскируя уступы между террасами, и частично выходят за пределы долины реки на коренной склон плато. Пески залегают в виде гряд, бугров, дюн. Пески светло-желтые, светло-серые, белые, тонко- и мелкозернистые, неслоистые, массивной текстуры, но в некоторых обнажениях наблюдается плохо выраженная горизонтальная, слабо-волнистая, косая и вихревая слоистость. Мощность эоловых песков от 1 до 10 м. Максимальная мощность песков на склоне плато и в тыловых частях надпойменных террас.

В процессе накопления эоловых песков имело место и делювиально-пролювиальное переотложение материала.

Граница между эоловыми и аллювиальными песками 2-ой и 3-ей надпойменных террас р. Барнаулки и песками краснодубровской свиты проводится по наличию в подстилающих отложениях четко выраженной параллельной или косой слоистости, наличию прослоев и линз супесей, суглинков мощностью до 0,5 - 1,0 м и более, по смене окраски со светлых тонов на темные, по смене крупности песков.

В настоящее время перевевание песков наблюдается на отдельных участках, где отсутствует дерновый покров.

Голоценовые аллювиальные отложения пойм и русел рек (aQIV)

представлены песками, супесями, суглинками и распространены в долинах рек Оби, Барнаулки, Пивоварки.

В долине р. Барнаулки современный аллювий представлен почти исключительно песками. Глинистые отложения не характерны и встречаются эпизодически в виде маломощных линз и прослоев. Аллювий залегает на суглинках и глинах кочковской свиты. Мощность отложений 3-5 м.

В долине р. Оби присутствие глинистых отложений более значительное и суглинки (супеси) местами слагают верхнюю часть разреза. Мощность песков от 2 до 10 м, суглинков – до 4 м.

В долине р. Пивоварки аллювий развит в среднем и нижнем течении и представлен песками, которые слагают русло и пойму. В нижнем течении локально встречается надпойменная терраса. Мощность отложений в пределах пойм 2-3 м, надпойменной террасы – 5-7 м.

Голоценовые делювиально-пролювиальные отложения (dpQIV)

приурочены к оврагам, логам Приобского плато и склонам бортов долин р. Оби и р. Барнаулки. Отложения образовались в результате разрушения и переотложения лессовых глинистых пород поверхностными водами. Сортировка материала отсутствует и литологическое расчленение делюво-пролювия невозможно на значительных площадях. Поэтому целесообразно считать эти отложения в целом как комплекс песчано-глинистых отложений [2].

Делювиально-пролювиальные отложения широко развиты на склонах бортов долин рек Оби и Барнаулки и в верховье р. Пивоварки. Образование отложений происходит за счет обрушения (оползни, обвалы) высоких крутых коренных берегов, в результате речной эрозии и суффозионных процессов в нижней части склонов, размыва талыми и дождевыми водами.

В нижней части склона образуются конуса выноса, которые местами смыкаются и образуют делювиально-пролювиальный шлейф. Мощность отложений достигает 3-5 м и более.

В логах, оврагах делюво-пролювий скапливается на склонах, у подножья склонов и на дне. Границы распространения этих отложений совпадают с границами оврагов, логов, мощность отложений от 0,5-1,0 м до 2-3 м [2].

В верхней части долины р. Пивоварки аллювиальные отложения сменяются на делювиально-пролювиальные, в разрезе преобладают глинистые грунты, мощность отложений 1-5 м.

Биогенные образования (bQIV) имеют локальное распространение и приурочены к замкнутым заболоченным понижениям на поверхности террас р. Барнаулки и тяготеют к их тыловой части. Биогенные образования представлены торфами, мощность которых 1-4 м и почвой. В застроенной части города торфы ликвидированы или засыпаны насыпными грунтами.

Техногенные образования (tQIV) имеют значительное распространение и представлены насыпными и намывными грунтами.

Насыпные грунты представлены строительным мусором, производственными и бытовыми отходами.

Насыпные грунты широко развиты на пойме и первой надпойменной террасе в устьевой части р. Барнаулки.

Другими местами накопления насыпных грунтов являются овраги, старые карьеры, насыпи железных дорог. Здесь же отмечается максимальная их мощность – 13 м и более.

Намывные грунты представлены песками, золой, шлаком, органоминеральными отложениями на полях фильтрации. Мощность намывных отложений от нескольких метров до 10 и более метров. Распространены они в пределах поймы р. Оби [2].

1.4.2 Тектоника

В тектоническом отношении Степной Алтай представляет собой неотектоническую сложноступенчатую впадину начала четвертичного периода. Перед фронтом Алтайского сводово-глыбового поднятия сформировалась предгорная зона опускания – Предалтайская неотектоническая предгорная

впадина. В современном рельефе ей соответствует Предалтайская возвышенная равнина – Степной Алтай. Предалтайская равнина является частью крупнейшей отрицательной морфоструктуры первого порядка – Западно-Сибирской платформенной равнины. Предалтайская равнина подразделяется на морфоструктуры второго порядка, характеризующиеся спецификой рельефа геологического строения и тектонического режима. К положительным морфоструктурам относятся северные предгорья Алтая, юго-западные предгорья Салаира, Обь-Чумышское и Приобское плато, к отрицательным – Кулундинская низменность и Обская долина.

Приобское плато в тектоническом отношении соответствует барнаульской и частично бийской структурным террасам, которые с позднего мела до неоплейстоцена были вовлечены в опускание. За этот период, т.е. приблизительно за 95 млн. лет, накопилось, в среднем, 376 м осадков. В начале неоплейстоцена произошла инверсия и опускание сменилось поднятием, продолжающимся и в настоящее время. Амплитуда новейших неоплейстоценовых поднятий составляет 100-150 м для Приобского плато и 150-200 м для Обь-Чумышского плато. Средняя скорость поднятия за указанный период продолжительностью около 35 тыс. лет составляет для Приобского плато 0,3-0,4, а для Обь-Чумышского – 0,4-0,6 мм в год.

Барнаульское Приобье и в настоящее время испытывает интенсивное поднятие. По данным повторного нивелирования железной дороги Новосибирск-Семипалатинск выявлено, что район Барнаула поднимается со скоростью 5 мм, а район ст. Алтайская – 7 мм в год относительно Новосибирска. Если учесть, что Барнаул находится на плато, а ст. Алтайская в долине Оби, становится понятным характер взаимоотношений трех морфоструктур: положительных – Приобского и Обь-Чумышского плато и отрицательной – Обской долины, прилегающей между ними.

Так, контуры долины в районе г. Барнаула следуют параллельно крупному глубинному разлому – Барнаульскому краевому шву. Южный участок

долины приурочен к зоне сочленения Рубцовской и Бийской структурных террас [3].

1.5. Гидрогеологические условия

По гидрогеологическому районированию рассматриваемый район относится к Кулундинско-Барнаульскому артезианскому бассейну.

Кулундинско-Барнаульский артезианский бассейн выделяется на крайнем юго-востоке Западно-Сибирской системы артезианских бассейнов. В структурном отношении он приурочен к предгорной депрессии – Кулундинской впадине, расположенной между горными сооружениями Алтая на юге, Салаира на востоке и северо-востоке и Каменским выступом Кольвань-Томской складчатой зоны на севере и совпадающей с границами степной части Алтайского края.

Орографически бассейн представляет собой равнину с абсолютными отметками поверхности от 80 м (Кулундинская низменность) до 400 м вблизи горного обрамления. Восточная часть территории относится к бассейну верхнего течения р. Оби, долина которой делит район на две части – Обь-Чумышскую возвышенность и Приобское плато. Кулундинская низменность, примыкающая к последнему с запада, относится к бассейну замкнутого стока рек Кулунды и Бурлы.

Сложен бассейн морскими и континентальными литологически неоднородными мезо-кайнозойскими отложениями, мощность которых увеличивается с востока на запад, где достигает 1000 м и более. Литологический состав водовмещающих пород и условия их залегания между, в различной степени выдержанными, водоупорами определяют развитие в бассейне порово-пластовых напорных и безнапорных вод.

Для территории Алтайского края характерно непостоянство числа и мощности водоносных горизонтов в геологическом разрезе [4].

Рассмотрим воды, залегающие первыми от поверхности и оказывающие влияние на инженерно-геологические условия территории г. Барнаула:

- подземные воды типа «верховодка»;
- грунтовые воды аллювиальных отложений пойм р.Оби, р.Барнаулки и р. Пивоварки (aQ_{IV});
- грунтовые воды аллювиальных отложений первой надпойменной террасы р. Барнаулки (aQ_{III}^1);
- грунтовые воды аллювиальных отложений второй надпойменной террасы р. Барнаулки (aQ_{III}^2);
- грунтовые воды аллювиальных отложений третьей надпойменной террасы р. Барнаулки (aQ_{III}^3);
- водоносный комплекс краснодубровской свиты ($laQ_{I-II} krd$).

Подземные воды типа «верховодка» имеют локальное распространение в зоне аэрации и встречаются на различных элементах рельефа. Они имеются на 2-й и 3-й надпойменных террасах р. Барнаулки, в долине р. Пивоварки и на водораздельных пространствах и склонах Приобского плато.

«Верховодки» образуются на участках, где в зоне аэрации водопроницаемые грунты подстилаются грунтами с пониженными фильтрационными свойствами. Питание «верховодки» осуществляется за счет инфильтрации дождевых и талых вод, а также утечек из водонесущих коммуникаций. Интенсивное пополнение запасов «верховодки» происходит весной в период снеготаяния.

В пределах второй и третьей надпойменных террас р. Барнаулки, а также на её левом коренном склоне «верховодка» встречается в песках и приурочена к понижениям рельефа, часто имеющим замкнутый характер. Этому способствует дюнно-грядовый рельеф эоловых песков с замкнутыми котловинами. Водоупорами являются суглинки, супеси и пачки песков с частыми прослоями суглинков и супесей (переслаивание).

На Приобском плато «верховодка» приурочена к замкнутым понижениям рельефа (западины), где скапливаются талые и дождевые воды.

Глубина залегания уровня «верховодки» от 0,0 м до 5,0 м. Режим непостоянный, уровень колеблется в пределах нескольких метров. Подземные

воды могут полностью просачиваться через слабопроницаемые подстилающие грунты, стекать по наклонному водоупору в нижележащие горизонты, тратиться на испарение. Область питания «верховодки» совпадает с областью её распространения.

Воды «верховодки» пресные, минерализация до 1,0 г/л, неагрессивные к бетонам на обычных цементах.

Грунтовые воды аллювиальных отложений пойм рек Оби, Барнаулки и Пивоварки (aQ_{IV}) распространены в пределах низких и высоких пойм. Водовмещающими породами служат пески мелкие, средние, местами хорошо отсортированные, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты. Мощность водоносного горизонта от 2-3 м до 10 м и более в устье р. Барнаулки и в долине р. Оби. Глубина залегания от 0,0 м до 2-3 м. На поверхности пойм имеются озера (старицы) и заболоченные участки. Коэффициент фильтрации песков 9,6-11,1 м/сут. Источники питания – атмосферные осадки, перетекающие подземные воды из гипсометрически более высоко расположенных водоносных отложений надпойменных террас в долине р. Барнаулки. В периоды паводков и половодий питание поступает из рек, с которыми грунтовые воды гидравлически связаны; в остальное время года реки дренируют грунтовые воды. Годовая амплитуда колебания уровня от 0,8 м до 3,0 м в устье р. Барнаулки.

Грунтовые воды пресные, гидрокарбонатно-кальциевые, минерализация до 1,0 г/л, как правило, неагрессивные к бетонам на обычных цементах. Местами минерализация повышается до 1,6 г/л.

Грунтовые воды аллювиальных отложений первой надпойменной террасы р.Барнаулки (aQ¹_{III}) распространены преимущественно на левобережье. Водовмещающими породами являются пески пылеватые, мелкие, средние, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты (региональный водоупор). Глубина залегания от 0,0 м до 2,0 м. Местами в понижениях рельефа грунтовые воды выходят на поверхность, заболачивая участки, образуя небольшие озера.

Мощность водоносного горизонта – 3-8 м. Годовая амплитуда колебания уровня воды 0,6 - 2,2 м.

Источники питания – атмосферные осадки, перетекающие грунтовые воды из гипсометрически более высокорасположенных водоносных отложений второй надпойменной террасы. Грунтовые воды разгружаются в водоносный горизонт отложений поймы или дренируются р. Барнаулкой. Местами наблюдается выклинивание грунтовых вод у подошвы первой надпойменной террасы в виде родников и мочажин.

Дебит родников незначительный 0,1-0,5 л/сек., водообильность горизонта невысокая. Коэффициент фильтрации песков в пределах 1,2-15,1 м/сут.

Грунтовые воды пресные, местами слабосоленые, минерализация 0,7-3,2 г/л, как правило, неагрессивные к бетонам на обычных цементах. Однако, иногда содержание сульфат-иона превышает 250 мг/л и проявляется сульфатная агрессия. Кроме того, по некоторым анализам обнаружено содержание агрессивной углекислоты до 17-26 мг/л.

Грунтовые воды аллювиальных отложений второй надпойменной террасы р. Барнаулки (аQ²_{III}) преимущественно на левобережье. Водовмещающими породами являются мелкие пески, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты (региональный водоупор). Глубина залегания уровня воды от 2-3 м у подошвы террасы до 10-12 м у тылового шва. Годовая амплитуда колебания уровня грунтовых вод 0,3-0,5 м. Мощности водоносного горизонта 8-13 м. Коэффициент фильтрации песков 2,7-9,8 м/сут.

Источники питания – атмосферные осадки, перетекающие грунтовые воды из обводненных отложений третьей надпойменной террасы, расположенной выше по склону. Водоносный горизонт разгружается в отложения песков первой надпойменной террасы р. Барнаулки, дренируется р. Обью и р. Пивоваркой. В обрывах левого берега р. Оби грунтовые воды выклиниваются по кровле кочковской свиты, о чем свидетельствуют родники и

мочажины. В долине р. Пивоварки в её нижнем течении наблюдается водонасыщение грунтов подножий береговых обрывов.

Вдоль подножья второй надпойменной террасы наблюдается пластовое выклинивание грунтовых вод, которое с перерывами прослеживается с запада на восток от пер. Колхозного до проспекта Красноармейского.

Грунтовые воды пресные, минерализация 0,5-1,1 г/л, как правило, не агрессивны к бетонам на обычных цементах. По некоторым анализам обнаружена сульфатная агрессия, содержание сульфат-иона 250-370 мг/л.

Грунтовые воды аллювиальных отложений третьей надпойменной террасы р. Барнаулки (аQ³_{III}) распространены преимущественно на левобережье. Водовмещающие породы – пески мелкие и средней крупности и супеси, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты. Глубина залегания более 10-ти метров, за исключением отдельных участков, где грунтовые воды залегают на глубинах 2-5 м. Мощность водоносного горизонта до 10-15 метров. Источники питания – атмосферные осадки и перетекающие подземные воды из пород красnodубровской свиты. Водоносный горизонт третьей надпойменной террасы р. Барнаулки разгружается в отложения пород второй надпойменной террасы и дренируется р. Обью и р. Пивоваркой в нижнем течении. В долине р. Оби разгрузка происходит по цоколю (кровля кочковской свиты), выступающему над урезом воды в реке. Выклинивание пластовое в виде многочисленных родников и мочажин. Расход родников от 0,1 до 0.4-0,5 л/сек. в летнюю межень. Грунтовые воды пресные, минерализация 0,3-1,0 г/л, иногда до 1,2 г/л, не агрессивные к бетонам на обычных цементах.

Водоносный комплекс красnodубровской свиты (Q_{I-II}krd) распространен повсеместно, за исключением долины р. Оби и тех участков долины р. Барнаулки, где аллювий ложится непосредственно на кочковскую свиту.

Водовмещающими породами являются пески красnodубровской свиты, залегающие в виде сложнопостроенной системы слоев, пачек, крупных линз, гидравлически связанных между собой.

В долине р. Оби отложения краснодубровской свиты вскрыты эрозией на полную мощность до подстилающих суглинков и глин кочковской свиты, которая является региональным водоупором. По кровле кочковской свиты происходит разгрузка подземных вод краснодубровской свиты и вдоль берега реки наблюдаются многочисленные выходы подземных вод в виде родников и мочажин. Глубина залегания подземных вод краснодубровской свиты на Приобском плато – более 10-20 м, в бортах долин рек Оби и Барнаулки – 40-50 и более метров. Подземные воды пресные 0,7-0,9 г/л до 1,1 г/л гидрокарбонатно-хлоридно-кальциево-магниевые, гидрокарбонатно-хлоридно-кальциевые. Область питания находится, в основном, за пределами изучаемой территории. Водоносный комплекс разгружается в аллювиальные отложения р. Барнаулки и дренируется р. Обью [2].

Техногенное воздействие на грунтовые воды

На освоенных территориях селитебной и промышленной зон г. Барнаула находится развитая сеть водонесущих коммуникаций: водопроводы питьевого и промышленного водоснабжения, тепловые сети, канализация. В процессе эксплуатации неизбежно происходят утечки воды, которые попадают в грунты зоны аэрации и при определенных условиях образуется «верховодка». При длительных и значительных утечках аварийные воды, инфильтруясь вниз, достигают поверхности грунтовых вод и повышают их уровень.

На площадке ТЭЦ-3 г. Барнаула в период изысканий (70-е годы 20 столетия) уровень грунтовых вод краснодубровской свиты залегал на глубинах 29-30 м. В процессе эксплуатации происходили утечки из водонесущих коммуникаций и в районе градирен уровень грунтовых вод поднимался до глубины 1,8-2,0 м от поверхности земли.

Процессы подтопления приняли массовый характер и на многих участках территории г. Барнаула в последние десятилетия происходит подъем грунтовых вод.

На развитие процессов подтопления влияют факторы:

- конденсация и накопление влаги под зданиями и асфальто-бетонными покрытиями под влиянием изменения температурного режима в горизонтах;
- уменьшение величины испарения;
- нарушение естественного рельефа и поверхностного стока;
- инфильтрация поливных вод и производственных стоков;
- барражирующее воздействие фундаментов зданий и сооружений на грунтовый поток [2].

На территории города преобладает естественно-техногенный режим грунтовых вод. Эпизодически на отдельных участках проводился и проводится мониторинг за процессами подтопления по заявкам отдельных заказчиков. Для г. Барнаула необходим мониторинг за подземными водами на всей территории города.

1.6 Геологические и инженерно-геологические процессы и явления

На территории г. Барнаула развиты следующие геологические и инженерно-геологические процессы, которые тесно связаны между собой, активизируются в связи с хозяйственной деятельностью и могут оказывать отрицательное влияние на строительство и эксплуатацию зданий и сооружений: оползни, суффозия, просадочность лессовых пород, подтопление территории; морозное пучение грунтов, эрозия овражная, эрозия речная (переработка берегов), затопления (наводнения), землетрясения.

Оползнеобразование. На склонах плато, подмываемых Обью и ее притоками, часто наблюдаются обвалы и оползни. Наиболее широко развито оползание склонов Приобского плато на левобережье Оби и на правом склоне р. Барнаулки.

Основным фактором оползнеобразования является повышенная крутизна склона. Другими факторами, стимулирующими процессы оползнеобразования, являются:

– благоприятное для развития оползней геологическое строение – наличие в основании склона грунтов, легко подвергающихся механическому суффозионному выносу (песков и супесей);

– залегающие под песками суглинки и глины кочковской свиты обладают большой плотностью, низким коэффициентом фильтрации и являются водоупором, над которым в песках формируется водоносный горизонт, обуславливающий суффозионный вынос частиц песка из грунтов и играющий роль «смазки» при сходе оползней, облегчая их скольжение;

– резкое ослабление структурных связей лессовидных суглинков покровных отложений и красnodубровской свиты, слагающих Обской склон, при их замачивании;

– размывающая деятельность реки Оби;

– развитие процессов овражной эрозии, расчленяющих и ослабляющих склон и обеспечивающих сход отдельных его частей;

– антропогенное (в основном, техногенное) воздействие на склон.

Последний фактор приобретает всё большее значение, ввиду усиливающейся производственной нагрузки на склон и прибрежную полосу [2].

Суффозионные процессы

Суффозионные процессы, особенно механическая суффозия, получили широкое развитие на исследуемой территории.

Этому способствовали такие факторы, как наличие крутых склонов (левый берег Оби, правый берег Барнаулки), оврагов, искусственных дренажных выемок, заметный уклон уровня грунтовых вод в сторону рек, значительные сезонные колебания его, облегченная инфильтрация атмосферных осадков, наличие легкоразмываемых грунтов: песков, супесей, суглинков, теряющих структурные связи при их обводнении или увлажнении.

Наиболее интенсивно процессы механического выноса частиц из грунтов протекают на склонах Приобского плато в левобережье р. Оби, где в нижней части склона наблюдается выклинивание подземных вод, приуроченных к слою

песков красnodубровской свиты, залегающих в основании этой свиты на контакте с подстилающими их глинами кочковской свиты.

В результате выноса частиц грунта грунтовыми водами, в песчаном слое образуются разнообразные полости: ниши, западины, воронки, пещеры и др. При этом вышележащие породы теряют устойчивость и обрушаются, образуя суффозионные цирки. Подобные суффозионные процессы протекают на левобережье Оби, обуславливая развитие оползневых явлений суффозионного происхождения. [2]

Недоучет суффозии при строительстве и эксплуатации сооружений, особенно на склонах и присклонных участках, может привести к ослаблению оснований и вызвать серьезные деформации объектов.

Оврагообразование.

Процессы оврагообразования получили довольно широкое развитие на исследуемой территории, приурочиваясь, в основном, к долине р. Оби, Приобскому плато, в меньшей степени – к бортам долины р. Барнаулки. Их развитию способствуют благоприятные природные условия и инженерно-геологическая обстановка:

- большая высота и крутизна склонов, обуславливающие значительную энергию временных потоков талых и ливневых вод;
- северная и восточная экспозиция левобережного Обского склона, благоприятная для накопления снежных масс, сдуваемых с плато, наиболее часто случаемых зимой южными и юго-западными ветрами;
- интенсивный характер снеготаяния весной, развитие бурного поверхностного стока при малой инфильтрации из-за наличия неоттаявших грунтов (под слоем оттаявших пород);
- сложение склона лессовыми породами, способными держать крутые стенки в маловлажном состоянии, но легко подвергшимися размыву водными потоками.

Овражной эрозии способствуют и деятельность человека:

- уничтожение растительного (дернового) покрова на склоне при распашке земель под огороды, при прокладке коммуникаций и т.д.;
- сброс на склон промышленных и бытовых вод, вызывающих образование промоин;
- утечки вод из коммуникаций, размывающие грунты.

Наибольшей овражной эрозии подвержен левобережный склон Оби. Здесь, в основном, развиты глубокие, но короткие овраги.

В долине Барнаулки процессы оврагообразования на её левом и правом берегах протекали по разному. В левобережье, где долина широкая и представлена поймой и 3-мя надпойменными террасами, сложенными песками, оврагообразование в пределах черты города проявилось слабо. Но здесь все же сформировались 3 значительных оврага, два из которых (Лог Пивоварка и Сухой Лог) протянулись далеко в пределы Приобского плато. Третий овраг, находящийся у пос. Кирова, прослеживается лишь в пределах 1 и 2 надпойменных террас. Длина его 800 м, глубина небольшая (менее 5 м).

Площади, занимаемые этими оврагами, значительны: Лога Пивоварки 970 га (с отвершками), Сухого Лога – 52 га. В целом, большая протяженность оврагов на плато объясняется тем, что оно сложено лессами, имеющими слабые структурные связи в водонасыщенном состоянии и легко поддающимися размыву водными потоками.

Формирование оврагов на территории Барнаула происходит и в настоящее время. Скорость их роста 0.5-1 м в год, иногда до 7-12 м в год.

В результате развития оврагов уменьшается городская территория, благоприятная для застройки, и часть земель переходит в категорию «неудобных земель». Овраги ослабляют склоны, обуславливая неустойчивость грунтовых масс на склонах и их сползание.

В условиях дефицита городской территории, остро стоит вопрос об ограничении оврагов, прекращении их роста и в дальнейшем - ликвидации оврагов путем засыпки грунтом. Тем более недопустимо развитие овражной эрозии по причинам антропогенного характера [2].

Плоскостная эрозия

Явления плоскостного смыва получили развитие на территории города в пределах склона Приобского плато. Интенсивному смыву подвержены левобережный склон Оби на всем протяжении.

На развитие плоскостного стока в г. Барнауле и его интенсификацию оказывают влияние следующие факторы:

- наличие оголенных, лишенных растительного покрова склонов и откосов;
- рельеф, повышенная крутизна склоновых поверхностей;
- величина водосборных площадей (для крупнотруйчатого плоскостного смыва);
- высота склонов;
- экспозиция склона, благоприятная для накопления снеговых масс;
- количество выпадающих осадков за год, за один дождевой период, обуславливающее степень мощности и скорости течения вод;
- наличие легкоразмываемых грунтов (пески, лессы);
- инженерно-хозяйственная деятельность человека, приводящая к нарушению дернового покрова, увеличению крутизны склонов, или наоборот, упорядочивающая поверхностный сток.

Плоскостной смыв интенсивно происходит во время сильных ливневых дождей и в период таяния снега, особенно на крутых незадернованных склонах. Наиболее активно процессы эрозии проходят в верхних и средних частях склонов и бортах оврагов [2].

Просадочность лессовых грунтов.

Лессовые просадочные грунты сплошным чехлом покрывают поверхность Приобского плато, на котором расположена большая часть Барнаула.

Лессовые просадочные грунты представлены суглинками и супесями с числом пластичности, как правило, находящимися в пределах 0,05-0,10. По существу, они представляют собой единый генетический комплекс

субаэральных отложений. Эти грунты характеризуются близкими значениями физико-механических свойств.

Текстура лессовых грунтов обычно массивная, однородная, не слоистая, макропористая, осложненная по отдельным интервалам разрезов развитием пятен и полос карбонатизации и ожелезнения. На участках, прилегающих к Барнаульской древней долине стока, наблюдается слоистая текстура: переслаивание супесей или суглинков с маломощными прослойками песков.

По величине слагающих грунты частиц структура лессов псаммо-алеврито-пелитовая.

Содержание песчаных фракций по ареометрическому анализу 15-25 %, пылеватых частиц – 50-75 %, глинистых – такое же, что и песчаных 15-25 %.

Мощность толщи просадочных грунтов колеблется от 6 до 12,5 м, обычно она составляет 8-10 м.

Просадка лессовых грунтов при их замачивании проявляется, в основном, под воздействием внешней нагрузки. Просадка грунтов от собственного веса невелика, обычно 2-3 см и, как правило, не превышает 5 см. То есть, на территории г. Барнаула превалирует первый тип грунтовых условий по просадочности.

Лишь на отдельных ограниченных площадках II тип грунтовых условий по просадочности. Размеры участков небольшие 50 x 100 м, 100 x 200 м и т.п.

Опыт проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений в г. Барнауле наглядно показал, что недоучет особенностей просадочных свойств грунтов приводит к развитию недопустимых деформаций и обуславливает аварийное состояние зданий и сооружений. Основная причина этого – утечка вод и неравномерное замачивание грунтов основания, что вызывает неравномерную осадку (просадку) их и неравномерную осадку фундаментов. Таких зданий в городе значительное количество.

Потенциальная пораженность просадочными грунтами на Приобском плато (на котором расположено порядка 85 % застроенной территории города) составляет 100 % [2].

Подтопление территорий

В Барнауле подтопление территорий наблюдается как развивающийся процесс и осуществляется по 2-м схемам:

- подъем уровня грунтовых вод в старой части города, в пределах надпойменных террас р. Барнаулки и в долине р. Пивоварки;
- повышение влажности грунтов и формирование нового подвешенного водоносного горизонта в верхней части покровных лессов в пределах застроенной территории Приобского плато («верховодка») или подъем уровня грунтовых вод на этой территории.

В целом, процессы подтопления в Барнауле получили значительное развитие. Общая площадь подтопленных и подтопляемых земель составляет 2100 га. Потенциальная пораженность этим видом ОПП на Приобском плато, пойме и I надпойменной террасе - 100 %, на II и III террасах – 2-3 % [2].

Пучинистость грунтов

Основными типами грунтов в Барнауле на Приобском плато являются лессовидные супеси и суглинки, а на террасах Барнаулки – пески мелкие.

По относительной деформации пучения, глинистые грунты в зоне сезонного промерзания, как правило, не пучинистые, так как имеют твердую консистенцию, но при замачивании приобретают пучинистые свойства.

Пучинистость песков практически не сказывается на строительстве и эксплуатации зданий, чего нельзя сказать о лессовидных суглинках и супесях.

Пучение начинает проявляться в ноябре при начале промерзания их и достигает максимума в конце марта (иногда, первых числах апреля), когда мощность мерзлых грунтов достигает максимума.

Потенциальная пораженность пучением на Приобском плато – 100 %, на террасах – близкое к нулю [2].

Наводнения (затопление)

Часть территории г. Барнаула, расположенная на поймах Оби и Барнаулки, подвергается наводнениям. К ним относятся и застроенные территории: пос. Затон (на правобережной пойме Оби и острове Шубинском),

пос. Ильича (на левобережной пойме Оби) и площади в приустьевой части левобережной поймы Барнаулки (улицы Чехова, Луговая, Малотобольская, Центральный рынок, парк Центрального района).

Отметки поймы Оби, в основном, 133-134 м. Отдельные понижения имеют отметки 132-133 м, отдельные повышенные места 134-136 м. Затопление поймы Оби начинается при подъеме уровня воды до 500 см над нулем водпоста (127,89 см), т.е. при поднятии его до отметки 132,9 м. Но поступление воды в пониженные места поймы, старицы и озера начинаются еще ранее при уровне воды в Оби в 400 см над уровнем поста.

Затопление поселков Ильича и Затон начинается при уровне воды в Оби 550 см, а приустьевой части Барнаулки – 600 см. В многоводные годы глубина затопления поймы составляла 2-3 м [2].

Русловые процессы

Река Обь у Барнаула характеризуется большими значениями стока наносов, приводящих к значительным переформированиям русла. Норма стоков взвешенных наносов составляет 260 кг/сек., в паводок он увеличивается до 2000-2800 кг/сек. Сток донных наносов ориентировочно составляет 20-30 % от расхода взвешенных наносов.

Эрозионно-аккумулятивной деятельности вод Оби обязаны преобразующие действия в русле реки, на пойме и островах. Процессы донной эрозии и аккумуляции особенно интенсивно протекают в периоды половодий и паводков. Они обуславливают смещение крупных песчаных скоплений, меняя очертания и местоположение кос, островков, отмелей, донный размыв отдельных участков русла, размыв поймы и осаждение осадков твердых наносов на других участках.

Русловые процессы развиваются по типу незавершенного меандрирования: излучины речек не достигают стадии петли, когда происходит спрямление русла. В процессе переформирования русла происходят деформации русловых макро-, мезо- и микроформ [2].

Размыв и обрушение берегов

Развитие процессов размыва берегов рек в пределах г. Барнаула обусловлено значительным врезом Оби и большой высотой берегов (50-100 м), относительно легкой размываемостью пород, слагающих берега (пески, лессовидные суглинки и супеси), большой скоростью течения вод (2-3 м/с), повышенным уклоном водной поверхности Оби (0,7 %) увеличением водности Оби во время весенних половодий и летних паводков до 6000-7000 м³/с, стеснением русла при строительстве мостов, полным перекрытием правобережной поймы глухими насыпями подходов к мостам.

Основные факторы размыва берегов Оби – действие течения вод, волнобойные процессы (во время штормов на Оби нередко возникают волны высотой до 0,5-1 м, которые силой своего удара размывают основание склона) и разрушительная деятельность ледоходов (динамическое воздействие льда).

На Барнаулке главным фактором размыва берегов является действие быстрого течения вод во время половодья [2].

Землетрясения.

Согласно СП 14.13330.2014 (Строительство в сейсмических районах) расчетная сейсмическая интенсивность в баллах шкалы MSK-1964 для средних грунтовых условий в г. Барнауле составляет 6 баллов для степени сейсмической опасности, равной 10% вероятности возможного превышения (или 90%-ной вероятности не превышения) в течение 50 лет (карта ОСР-2015А), 7 баллов для 5%-ной вероятности возможного превышения в течение 50 лет (карта ОСР-2015В) и 8 баллов - для 1%-ной вероятности в течение 50 лет (карта ОСР-2015С).

10%-ную вероятность сейсмической опасности (6 баллов) предлагается учитывать для массового строительства, 5%-ную (7 баллов) – для объектов повышенной ответственности, 1% - ную (8 баллов) – для особо ответственных объектов.

1.7 Общая инженерно-геологическая характеристика района

1.7.1. Инженерно-геологическое районирование

На территории г. Барнаула наиболее крупной таксономической единицей является область. Выделяется три области:

А – Приобское плато;

Б – долина р. Оби;

В – долина р. Барнаулки.

Приобское плато и долина р. Оби – это области второго порядка, а долина р. Барнаулки – третьего порядка [2].

Область А – Приобское плато

Приобское плато занимает более половины территории города и сложено оно отложениями красnodубровской свиты. Область характеризуется широким распространением лессовых пород, представленных лессовидными суглинками и супесями просадочными и непросадочными. Границы области, в основном, совпадают с границами субаэральных верхнечетвертичных отложений (образований) – saQ_{III} , которые перекрывают красnodубровскую свиту.

По геоморфологическим признакам выделяются районы:

- район А-I – водораздельные пространства;

- район А-II – склоны (борта) долин рек Оби и Барнаулки.

Район А-I – водораздельные пространства.

Водораздельные пространства с поверхности сложены, в основном, просадочными лессовыми грунтами saQ_{III} . Грунтовые воды на подавляющей части территории глубже 10-20 м.

По оврагам, логам, долине р. Пивоварки, расчленяющим Приобское плато, развиты делювиально-пролювиальные песчано-глинистые отложения малой мощности – dpQ_{IV} . В долине р. Пивоварки имеются маломощные аллювиальные песчано-глинистые отложения. Локально в понижениях рельефа

заполнены насыпными грунтами. Грунтовые воды залегают близко от поверхности, местами заболочивая днища оврагов и логов.

Из опасных геотехногенных процессов необходимо обратить особое внимание на просадочные свойства лессовых грунтов при их замачивании, проявляющиеся под воздействием дополнительных нагрузок от зданий и сооружений. Территории, сложенные лессовыми грунтами, потенциально подтопляемые, так как грунты зоны аэрации обладают низкими фильтрационными свойствами и при утечках из водонесущих коммуникаций образуются подземные воды типа «верховодка», которые могут смыкаться с грунтовыми водами.

Инженерно-геологические условия района А-I позволяют вести массовое строительство промышленно-гражданских зданий и сооружений с учетом просадочности грунтов. Неблагоприятными условиями характеризуются овраги и лога [2].

Район А-II – склоны бортов долин рек Оби и Барнаулки.

Район вытянут узкой полосой вдоль левого берега р. Оби и правого берега р. Барнаулки в устьевой части и представляет собой левобережный борт долин реки Оби и правобережный борт реки Барнаулки, сложенные песчано-глинистыми отложениями краснодубровской свиты и в самой нижней части – суглинками и глинами кочковской свиты. Борта высокие 40-50 до 70-100 м, крутые, до обрывистых.

Для района характерно развитие процессов подмыва берегов, суффозии, оползневых процессов, размыв склонов поверхностными водами и аварийными водами промпредприятий с большим водопотреблением.

Район неблагоприятный для капитального строительства.

Требуются большие затраты на борьбу с оползнями и обвалами, на закрепление берегов [2].

Область Б – долина р. Оби

Река Обь имеет широкую (до 10-15 км) долину, с комплексом пойменных и надпойменных террас, многочисленных островов в русле. В

пределах изучаемой территории г. Барнаула встречаются только низкие и высокие поймы и острова.

Для области характерно широкое распространение аллювиальных песков мощностью до 10 м и более. Грунтовые воды имеют высокий уровень – 0-2 м. На поверхности пойм имеются многочисленные старицы, заболоченные участки.

Поймы заливаются водами р. Оби в период половодья и паводков. Высокая пойма заливается значительно реже – только в наиболее многоводные годы. Песчаные берега пойм легко размываются речными водами. Размыв может достигать десятков метров в год.

Область Б по инженерно-геологическим условиям неблагоприятна для массового капитального строительства. Рекомендуем подсыпку или намыв территории, обвалование, берегоукрепление, строительство на свайных фундаментах [2].

Область В – долина р. Барнаулки

Границы области совпадают с территорией распространения поймы (aQ_{IV}) и трех надпойменных террас р. Барнаулки ($aQ^{1,2,3}_{II-III}$).

Для области характерно развитие аллювиальных песчаных отложений, местами перекрытых аллювиальными суглинками. На пойме и первой надпойменной террасе уровень грунтовых вод 0-2 м, встречаются заболоченные участки. Низкая пойма ежегодно заливается в период половодья. На 2-ой и 3-ей надпойменных террасах уровень грунтовых вод от 5 до 10 м и более. В то же время здесь характерно присутствие «верховодки», которая формируется на слабопроницаемых суглинистых грунтах, встречающихся в разрезе террас.

Весьма характерной чертой области В является широкое развитие эоловых песков (vQ_{III}), покрывающих 2-ю и 3-ю надпойменные террасы и выходящих на Приобское плато. Мощность эоловых песков от нескольких метров до 10 м и более.

В устьевой части р. Барнаулки на пойме и первой надпойменной террасе значительная часть территории с поверхности сложена насыпными грунтами мощностью до 5-6 м.

Область В (долина р. Барнаулки) в хозяйственном отношении хорошо освоена. Наряду с всё еще имеющимся частным сектором, идет интенсивная застройка жилыми и административными высокоэтажными (до 16-25 этажей) зданиями. Наиболее благоприятные условия строительства на 2-ой и 3-ей надпойменных террасах. На пойме и первой надпойменной террасе инженерно-геологические условия осложняются высоким стоянием грунтовых вод и возможным затоплением в устьевой части р. Барнаулки водами р. Оби при высоком уровне воды 1 % обеспеченности [2].

1.7.2. Опыт проектирования и строительства

Многообразие типов зданий и сооружений различного целевого назначения, сложные инженерно-геологические условия территории г. Барнаула обусловили применение разнообразных типов фундаментов и различную подготовку оснований.

Проектирование и строительство в долине р. Барнаулки (Область В)

В пределах долины р. Барнаулки широко применяются ленточные фундаменты, а в качестве оснований фундаментов зданий и сооружений используются эоловые и аллювиальные пески. На участках, сложенных с поверхности насыпными грунтами значительной мощности, а также при высоком стоянии уровня грунтовых вод и близком залегании плотных глинистых грунтов кочковской свиты, находят применение свайные фундаменты из забивных свай, опирающихся на грунты кочковской свиты. В условиях дефицита земель началось уплотнение застройки («точечное» строительство) и увеличение этажности (до 25 этажей) административно-жилых зданий и более широко стали применяться свайные фундаменты на песчаных основаниях [2].

Проектирование и строительство на просадочных грунтах (район А-1)

С выходом капитального строительства за пределы долины р. Барнаулки на просторы Приобского плато, в качестве оснований стали служить лессовидные просадочные суглинки и супеси saQ_{III} , а в качестве фундаментов применяться фундаменты ленточного и столбчатого типа (последние в промышленном строительстве). До 60-х годов XX столетия при проектировании зданий закладывались, в основном, конструктивные мероприятия, исключая неравномерную просадку оснований: введение в стены по всему периметру железобетонных поясов в уровнях перекрытий, разрезы зданий по вертикали («осадочные швы») на осадочные блоки, устройство уширенной отмостки. Конструктивные мероприятия не решали в полной мере прочности зданий и сооружений. При аварийных замачиваниях оснований из просадочных грунтов здания деформировались, требовали капитального ремонта или становились непригодными для дальнейшей эксплуатации.

С выходом СНиП II-Б.2-62 и «Пособия по проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений на просадочных грунтах», началось проектирование объектов на сваях, а также на искусственно уплотненных основаниях. Сваи, как конструктивный элемент, применяются в работе совместно с основанием во многих вариациях. Так, применяются свайные фундаменты с низким ростверком, с использованием балок-стенок и как несущих элементов и как габарита для образования технического подполья. Свайные фундаменты зарекомендовали себя надежным видом фундаментов. Здания, построенные на сваях, если и деформируются, то незначительно, разрывных нарушений в виде трещин не имеют. Свайные фундаменты прорезают просадочную толщу и заглубляются в непросадочные грунты на глубину не менее 1,0 м. Начиная с 60-х годов строительство в г. Барнауле велось на свободных территориях микрорайонами и широко применялись забивные сваи. По данным натурных испытаний свай в просадочных грунтах при локальном замачивании их несущая способность составляет от 30-40 тонн

до 70-80 тонн и более, в зависимости от параметров свай (испытывались сваи сечением 30x30 и 35x35 длиной 7-12 м).

С 90-х годов XX века в рыночных условиях началось «точечное» строительство на уже застроенных территориях и забивные сваи уступили место буронабивным. Частный застройщик пошел на применение фундаментов типа плиты с ориентацией на нагрузки, не превышающие начальное просадочное давление на просадочные грунты. Увеличилась этажность зданий до 16-ти этажей и более.

Для тяжелых зданий и сооружений объектов энергетики (ТЭЦ-3, ТЭЦ-1) применялись буронабивные сваи диаметром 600 мм, длиной 20 м, буроинъекционные сваи диаметром 400 мм, длиной 40 м и буронабивные сваи сечением 1000x1500 мм, длиной 30 м [2].

Использование территорий с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями

Овраги, лога. Часть оврагов засыпана и их территория использована для промышленно-гражданского строительства. В оврагах построены многоярусные гаражи частного пользования. Имеются намерения использовать овраги для строительства культурно-развлекательных и спортивных объектов. В логах устраиваются водоемы, пруды для накопления жидких промотходов, сбора воды для поливов садоводческих участков. Обширные лога заняты садоводческими товариществами. Овраги, лога используются для прокладки железных и автомобильных дорог.

Поймы. В долине р. Барнаулки в условиях дефицита территорий, пойма постепенно засыпается грунтами и используется для строительства зданий и сооружений различного назначения.

Пойма р. Оби в северной части города широко используется для полей фильтрации, золо-шлакоотвалов, прокладки труб гидрозолоудаления и автомобильных дорог. Существующая частная застройка затапливается высокими водами половодья. Для капитальной застройки поймы р. Оби потребуется намыв песчаных грунтов, чтобы поднять уровень территории и исключить затопление и подтопление.

Оползневые склоны р. Оби (Район А-II). В северной промзоне по оползневым склонам проложены коммуникации различного назначения (трубопроводы технической воды и жидких промотходов, подъездные автодороги, металлические пешеходные лестницы и др.), построены отдельные вспомогательные производственные здания и сооружения. На склонах скапливаются отходы производства и строительства. Все это снижает устойчивость склонов и время от времени происходят оползни, приносящие большой экономический ущерб и в отдельных случаях сопровождаются человеческими жертвами.

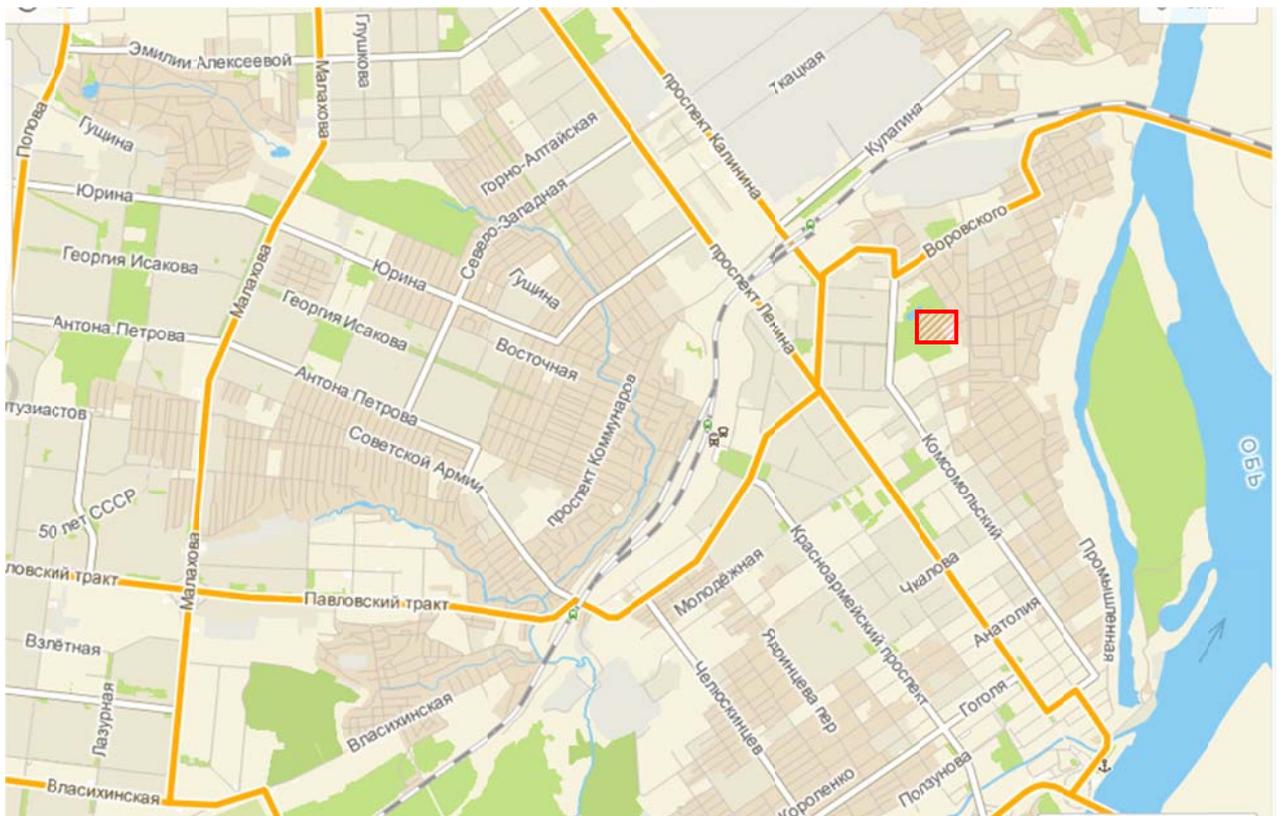
В редких случаях берега р. Оби укрепляются, склоны террасируются и используются в рекреационных целях [2].

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2 Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ

2.1 Рельеф участка

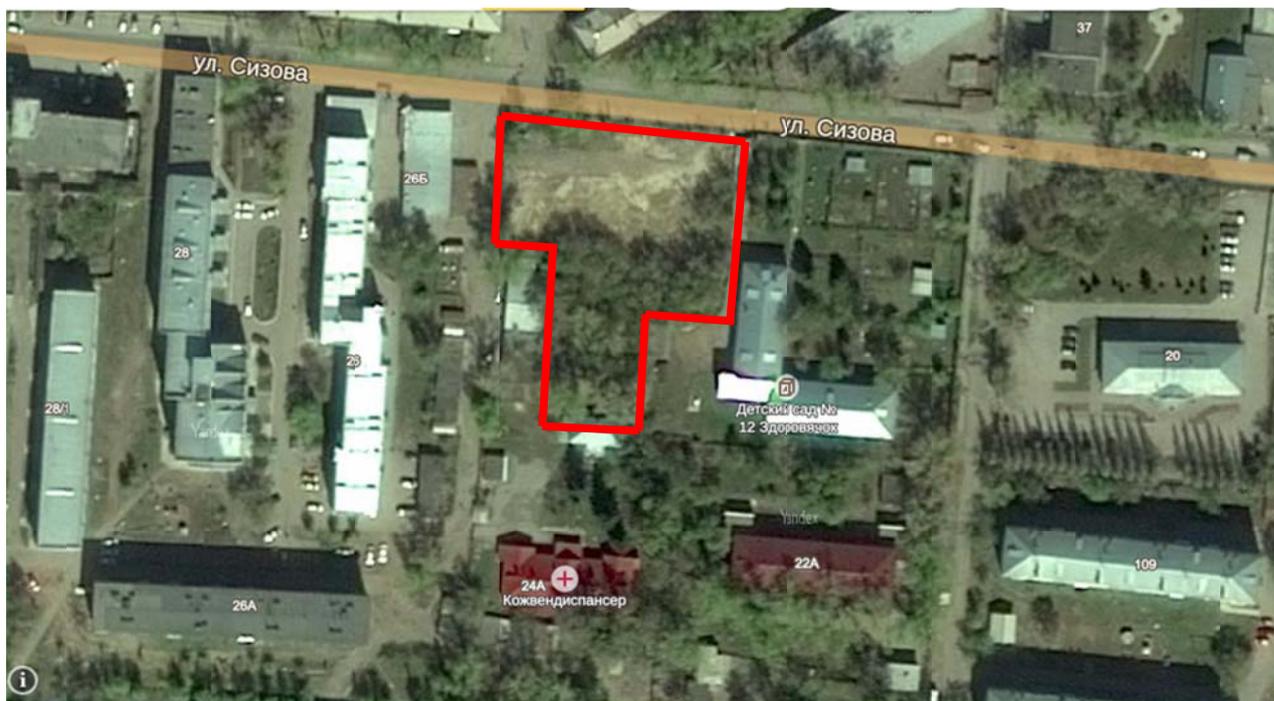
В административно-территориальном отношении участок изысканий расположен в восточной части г. Барнаула по ул. Сизова, 24 (рис. 2.1).



Условные обозначения:  участок изысканий

Рис. 2.1 – Обзорная схема участка изысканий.

Площадка проектируемого строительства ограничена с севера ул. Сизова, с западной стороны – проездом, с южной и восточной сторон – зданиями общественно-делового назначения (детский сад, магазин, гараж, медицинское учреждение).



Условные обозначения:  – площадка проектируемого строительства.

Рис. 2.2 – Схема площадки проектируемого строительства.

Через площадку и вокруг нее проходит множество подземных коммуникаций, в том числе и водонесущих (водопровод, теплотрасса, канализация, эл. кабель, кабель связи), которые являются внешними источниками замачивания грунтов.

Подъездные дороги к участку – асфальтированные.

Видимые следы техногенного загрязнения на момент обследования территории отсутствуют. На участке изысканий имеются древесные насаждения, представленные, в основном, топодем, березой, кленом.

Поверхностный сток из-за малых уклонов и нарушенного рельефа затруднен. Временных и постоянных водотоков на участке нет.

Рельеф относительно ровный. Абсолютные отметки дневной поверхности изменяются от 193,2 до 193,9 м и уклоном на юг и восток.

В геоморфологическом отношении площадка расположена в пределах Приобского плато.

2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости.

Приобское плато, на котором находится объект проектируемого строительства, до глубины 80-100 м сложено отложениями четвертичного возраста, представленными суглинками и супесями с подчиненными горизонтами песков.

В геологическом строении участка работ до изученной глубины 19,0 м принимают участие (сверху вниз): современные техногенные образования (tQIV), верхнечетвертичные субаэральные отложения Приобского плато (saQIII) и ниже-среднечетвертичные озерно-аллювиальные отложения красnodубровской свиты (laQI-IIIkrd).

Современные образования представлены насыпным грунтом, мощностью 1,4-2,6 м.

Верхнечетвертичные субаэральные отложения Приобского плато представлены лессовидными просадочными супесями твердой консистенции, мощностью 6,0-7,6 м.

Ниже-среднечетвертичные озерно-аллювиальные отложения красnodубровской свиты представлены толщей супесей твердой консистенции с прослоями песка мощностью 2,2-2,3 м и песками пылеватыми средней плотности и плотными, залегающими до вскрытой глубины 19,0 м.

Условия залегания пород, их распространение и мощности отражены на инженерно-геологическом разрезе (лист 2 графических приложений).

2.3 Физико-механические свойства грунтов

2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов и закономерности их пространственной изменчивости

Согласно п. 5.1 ГОСТ 20522-2012 [13], исследуемые грунты предварительно разделяют на ИГЭ с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей, вида, подвида или разновидности.

Характеристики грунтов в каждом предварительно выделенном ИГЭ анализируются с целью установить и исключить значения, резко отличающиеся от большинства значений, если они вызваны ошибками в опытах или принадлежат другому ИГЭ.

Согласно п. 4.6 ГОСТ 20522-2012, за ИГЭ принимают некоторый объем грунта одного и того же происхождения, подвида или разновидности (см. ГОСТ 25100) при условии, что значения характеристик грунта изменяются в пределах элемента случайно (незакономерно) либо наблюдающаяся закономерность такова, что ею можно пренебречь [13].

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

В инженерно-геологическом разрезе на исследуемой площадке изысканий предварительно выделено 5 инженерно-геологических элементов (ИГЭ):

ИГЭ-1 – насыпной грунт (*tQIV*);

ИГЭ-2 – супесь песчаная лессовидная просадочная низкопористая (*saQIII*);

ИГЭ-3 – супесь песчаная непросадочная (*laQI-IIkrd*);

ИГЭ-4 – песок пылеватый средней плотности (*laQI-IIkrd*);

ИГЭ-5 – песок пылеватый плотный (*laQI-IIkrd*).

2.3.2 Выделение инженерно-геологических элементов

Выделение инженерно-геологических элементов (ИГЭ) выполнены согласно рекомендаций ГОСТ 20522-2012 с учётом ранее выполненных изысканий на прилегающей территории.

Классификация грунтов принята согласно ГОСТ 25100-2011.

Окончательное выделение ИГЭ проводим на основе оценки характера пространственной изменчивости характеристик грунтов и их коэффициента вариации, а также сравнительного коэффициента вариации. При этом необходимо установить, изменяются характеристики грунтов в пределах

предварительно выделенного ИГЭ случайным образом или имеет место их закономерное изменение в каком-либо направлении (чаще всего с глубиной).

Для изучения характера изменчивости свойств грунтов, в пределах выделенного ИГЭ, используются следующие показатели:

- для глинистых грунтов – характеристики пластичности (пределы и число пластичности), коэффициент пористости и естественная влажность;
- для песчаных грунтов – коэффициент пористости и естественная влажность.

По исходным данным строятся графики изменчивости свойств с глубиной. Согласно ГОСТ 20522-2012, характеристики грунтов в каждом предварительно выделенном ИГЭ анализируют с целью установить и исключить значения, резко отличающиеся от большинства значений, если они вызваны ошибками в опытах или принадлежат другому ИГЭ.

Графики изменчивости физических свойств с глубиной, для всех предварительно выделенных ИГЭ, представлены на рисунках ниже.

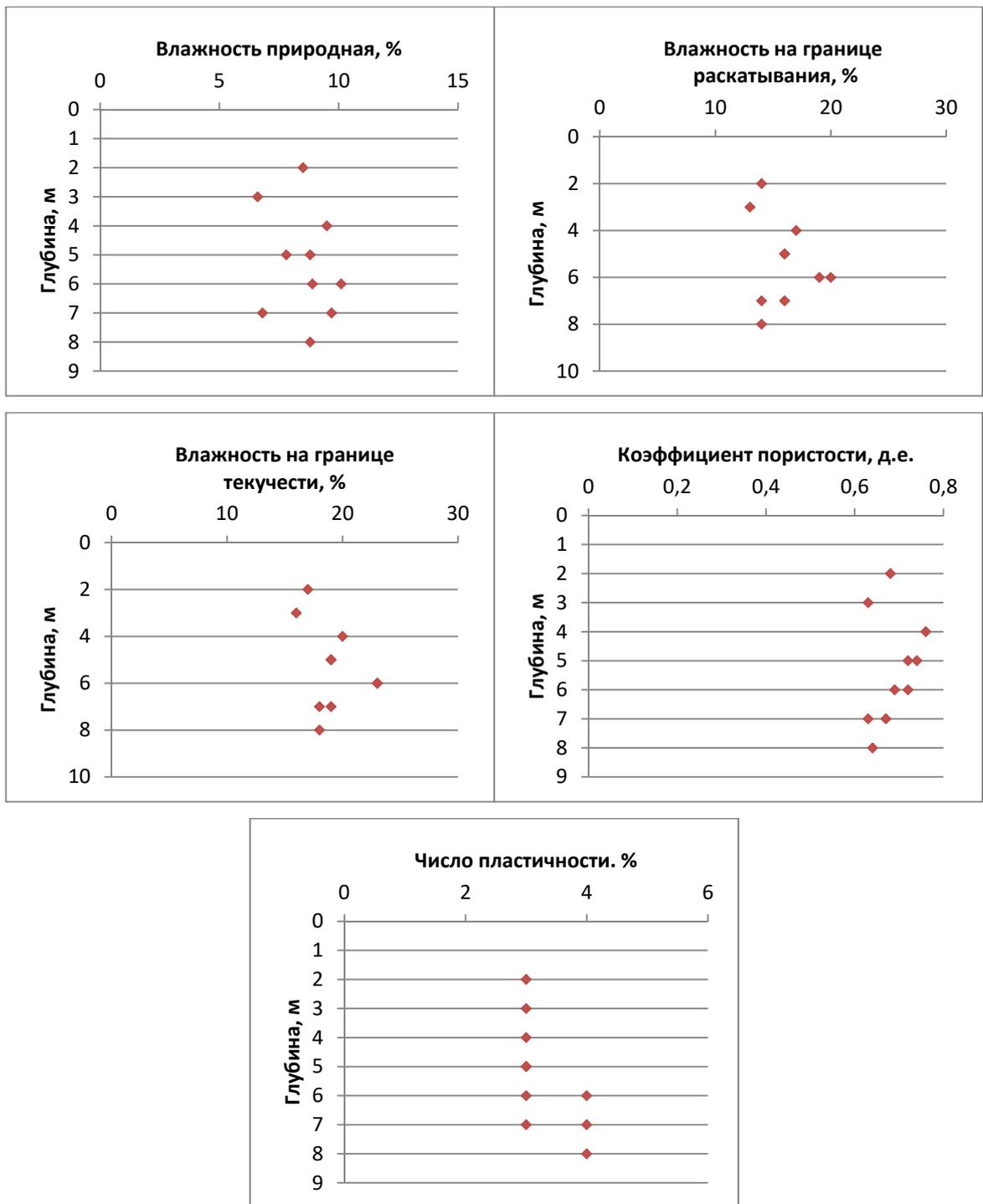


Рис. 2.3 Графики изменчивости показателей свойств по глубине супеси ИГЭ-2

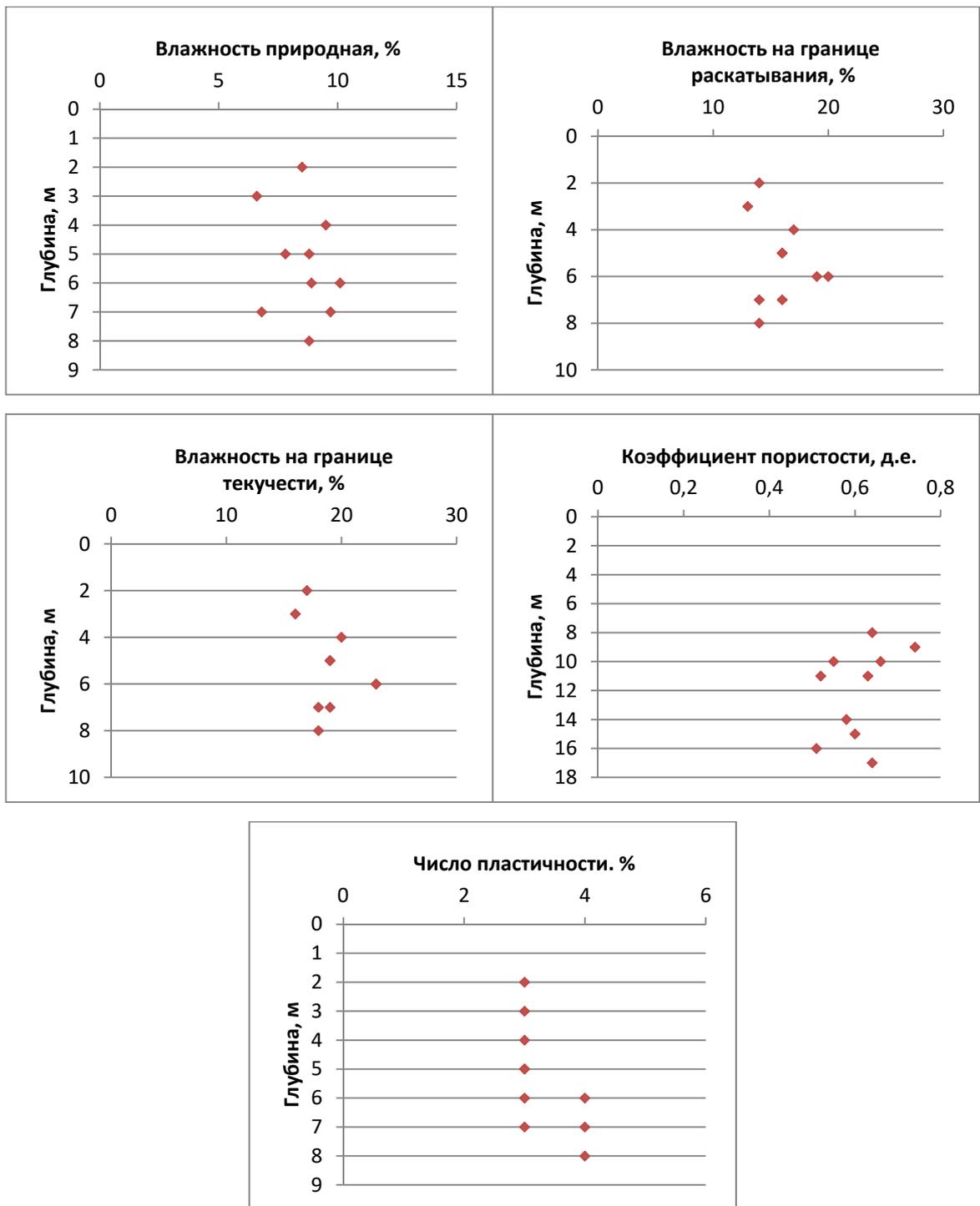


Рис. 2.4 Графики изменчивости показателей свойств по глубине супесей ИГЭ 3

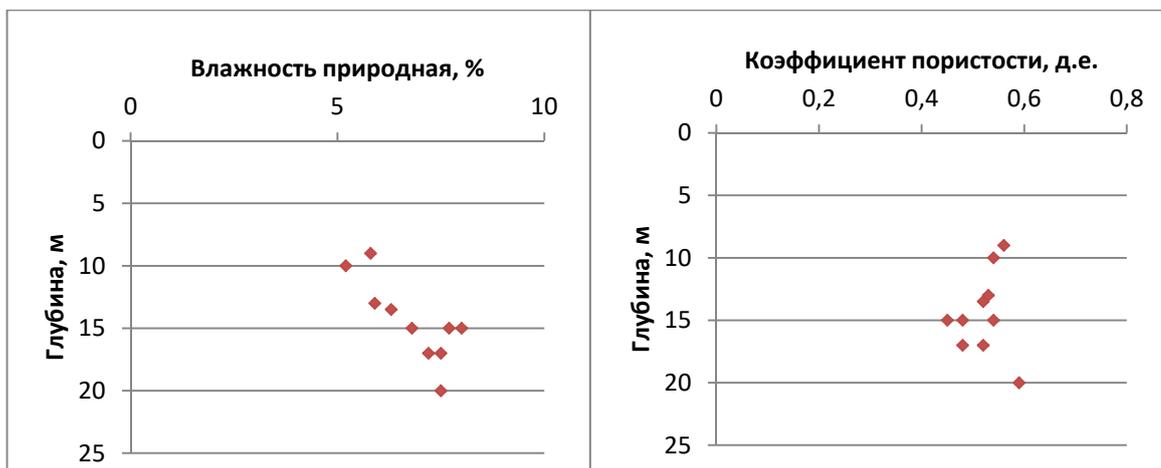


Рисунок 2.5 Графики изменчивости показателей свойств по глубине песков ИГЭ 4

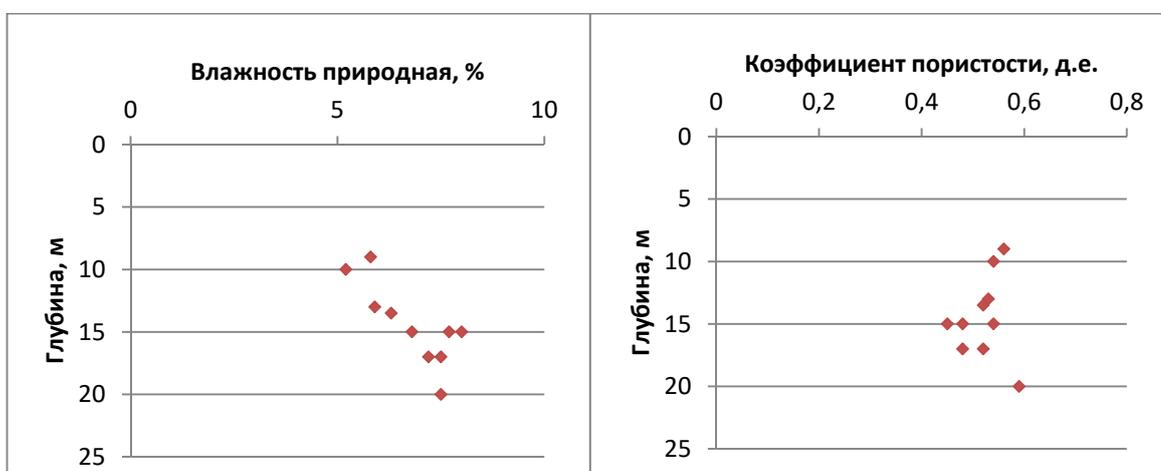


Рис. 2.6 Графики изменчивости показателей свойств по глубине песков ИГЭ 5

Анализируя полученные графики, представленные на рисунках 2.3-2.6 можно сделать вывод, что характеристики грунтов изменяются в пределах предварительно выделенных ИГЭ случайным образом (незакономерно), разброс значений минимальный.

Необходимость дополнительного деления ИГЭ так же может быть установлена по условию:

$$V < V_{\text{доп}}, \quad (2.1)$$

где V – коэффициент вариации исследуемой характеристики;

$V_{\text{доп}}$ – допустимое значение коэффициента вариации, принимаемое равным для физических характеристик 0,15, для механических, а так же параметров зондирования – 0,30.

Если коэффициенты вариации превышают указанные значения, дальнейшее деление ИГЭ проводят так, чтобы для вновь выделенных ИГЭ выполнялось условие (2.1).

Расчет коэффициента вариации производится по формуле:

$$V = \frac{S}{X_n}, \quad (2.2)$$

где X_n – нормативное значение физической или механической характеристики грунта, принимаемое равным среднеарифметическому значению;

S – среднеквадратическое отклонение характеристики, вычисляемое по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_n - X_i)^2}, \quad (2.3)$$

В таблицах 2.1-2.4 приведены статистические характеристики для предварительно выделенных ИГЭ по природной влажности, влажности на границе текучести, влажности на границе раскатывания, числу пластичности и коэффициенту пористости.

Таблица 2.1 Статистические характеристики супесей ИГЭ-2

	Природная влажность $W, \%$	Влажность на границе текучести $W_L, \%$	Влажность на границе раскатывания $W_P, \%$	Число пластичности $I_p, \%$	Коэффициент пористости e , д.е
X_n	8,6	19	16	3	0,69
S	1,17	2,30	2,28	0,48	0,05
V	0,14	0,12	0,14	0,14	0,07

Таблица 2.2 Статистические характеристики супесей ИГЭ-3

	Природная влажность W, %	Влажность на границе текучести W _L , %	Влажность на границе раскатывания W _P , %	Число пластичности I _p , %	Коэффициент пористости e, д.е
<i>X_n</i>	13,6	21	16	5	0,61
<i>S</i>	1,65	2,58	2,28	0,74	0,07
<i>V</i>	0,12	0,12	0,14	0,14	0,12

Таблица 2.3 Статистические характеристики песков ИГЭ-4

	Природная влажность W, %	Коэффициент пористости e, д.е
<i>X_n</i>	7,1	0,60
<i>S</i>	0,86	0,02
<i>V</i>	0,12	0,04

Таблица 2.4 Статистические характеристики песков ИГЭ-5

	Природная влажность W, %	Коэффициент пористости e, д.е
<i>X_n</i>	6,8	0,52
<i>S</i>	0,94	0,04
<i>V</i>	0,14	0,08

Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод, что коэффициент вариации не превышает допустимых значений для таких физических характеристик как: природная влажность, влажность на границе текучести и раскатывания, число пластичности и коэффициент пористости. Следовательно, для предварительно выделенных ИГЭ не требуется их дополнительного разделения.

Таким образом, на площадке окончательно можно выделить 5 инженерно-геологических элементов:

ИГЭ 1 (tQIV) – насыпной грунт, представленный суглинком, супесью с почвой и включением строительного мусора (шлак) до 10%. Залегает с поверхности, мощностью 1,4-2,0 м.

ИГЭ 2 (saQIII) – супесь лессовидная просадочная низкопористая твердая желто-бурая с частыми прослоями и гнездами песка и суглинка, ожелезненная. Залегает в верхней части разреза до глубины 8,7-9,2 м, мощностью слоя 6,1-7,6

м. Удельное лобовое сопротивление составляет в среднем, 4,1 МПа [1]. Число пластичности супеси 0,03 д.е. при влажности на границе текучести 0,19 д.е. и на границе раскатывания 0,16 д.е. Консистенция супеси твердая ($I_L = -1,83$ д.е.). Показатель текучести при степени водонасыщения 0,9 составляет 1,85. Нормативное значение плотности грунта 1730 кг/м^3 при природной влажности 0,086 д.е. и плотности скелета грунта 1590 кг/м^3 . Степень влажности супеси 0,35 д.е. Коэффициент пористости 0,69. Модуль деформации, полученный по компрессионным испытаниям при природной влажности, составляет 11,0 МПа, при полном водонасыщении – 4,5 МПа. Степень изменчивости сжимаемости для супеси ИГЭ 2: $\alpha_{0,1-0,2} = 2,4$. Значения прочностных показателей супеси в условиях консолидированного среза при полном водонасыщении составляют: угол внутреннего трения 25° , удельное сцепление - 9 кПа.

ИГЭ 3 (laOI-IIkrd) – супесь непросадочная твердая желто-бурая с частыми прослоями и гнездами песка и суглинка, ожелезненная. Подстилает просадочные супеси на глубине 8,7-9,2 м, мощность слоя 0,7-2,3 м. Удельное лобовое сопротивление составляет, в среднем, 2,2 МПа [1]. Число супеси 0,05 д.е. при влажности на границе текучести 0,21 д.е. и на границе раскатывания 0,16 д.е. Консистенция супеси твердая ($I_L = -0,65$ д.е.). Показатель текучести при степени водонасыщения 0,9 составляет 0,94. Нормативное значение плотности грунта 1900 кг/м^3 при природной влажности 0,136 д.е. и плотности скелета грунта 1670 кг/м^3 . Степень влажности супеси 0,59 д.е. Коэффициент пористости – 0,60. Модуль деформации, полученный по компрессионным испытаниям при природной влажности, составляет 9,0 МПа, при полном водонасыщении – 7,0 МПа. Значения прочностных показателей супеси в условиях консолидированного среза при полном водонасыщении составляют: угол внутреннего трения 25° , удельное сцепление - 11 кПа.

ИГЭ 4 (laOI-IIkrd) – песок пылеватый средней плотности с прослоями плотного малой степени водонасыщения желто-бурый с прослоями песка мелкого, средней крупности, суглинка и супеси. Залегает до глубины 12,6-14,7 м, мощностью 1,6-3,7 м. Выделен по бурению и статическому зондированию:

удельное лобовое сопротивление составляет, в среднем, 7,5 МПа [1]. По гранулометрическому составу содержание частиц крупнее 0,10 мм составляет в общей массе грунта 74 % - песок пылеватый. Нормативное значение плотности грунта 1780 кг/м^3 при природной влажности 0,083 д.е. и плотности скелета грунта 1660 кг/м^3 . Степень влажности песка 0,31 д.е. Коэффициент пористости 0,60 – песок средней плотности. Деформационные и прочностные характеристики для песков ИГЭ 4 составляют: по СП 47.13330.2012 прил. И, табл. И.2, И.3 – модуль деформации 23 МПа, угол внутреннего трения 32° и по СП 22.13330.2011, прил. Б, табл. Б.1, – модуль деформации 23 МПа, угол внутреннего трения 32° , удельное сцепление 5 кПа. За нормативные принимаем значения, принятые по СП 22.13330.2011, прил. Б, табл.Б.1.

ИГЭ 5 (laQI-IIkrd) – песок пылеватый плотный с прослоями средней плотности малой степени водонасыщения желто-бурый с прослоями песка мелкого, средней крупности, суглинка и супеси. Залегает между песков пылеватых средней плотности в интервале глубин 12,6-17,7 м, мощностью 2,9-4,2 м. Выделен по бурению и статическому зондированию: удельное лобовое сопротивление составляет, в среднем, 12,8 МПа [1]. По гранулометрическому составу содержание частиц крупнее 0,10 мм составляет в общей массе грунта 74 % – песок пылеватый. Нормативное значение плотности грунта 1860 кг/м^3 при природной влажности 0,064 д.е. и плотности скелета грунта 1750 кг/м^3 . Степень влажности песка 0,33 д.е. Коэффициент пористости 0,52 – песок плотный. Деформационные и прочностные характеристики для песков ИГЭ 5 составляют: по СП 47.13330.2012 прил. И, табл. И.2, И.3 – модуль деформации 40 МПа, угол внутреннего трения 35° и по СП 22.13330.2011, прил. Б, табл. Б.1, - модуль деформации 31 МПа, угол внутреннего трения 35° , удельное сцепление 7 кПа. За нормативные принимаем значения, принятые по СП 22.13330.2011, прил. Б, табл.Б.1.

2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов

Статистическая обработка физических и механических характеристик грунтов проводится для вычисления их нормативных и расчётных значений, необходимых для проектирования сооружения.

Нормативное значение X_n всех физических и механических характеристик грунтов принимают равным среднеарифметическому значению X и вычисляют по формуле:

$$X_n = X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.4)$$

где n – число определений характеристики;

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

Расчетные значения устанавливают для характеристик, используемых в расчетах оснований и фундаментов (удельное сцепление, угол внутреннего трения, природная плотность) и получают их делением нормативной характеристики на коэффициент надежности по грунту.

Определение нормативных показателей основных физико-механических свойств грунтов производилось в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012, методом статистической обработки частных значений характеристик.

Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов приведены в таблице 2.5

Таблица 2.5 Нормативные и расчетные характеристики грунтов

Номер элемента	Номенклатурный вид грунта	Гранулометрический состав, %; Размер частиц, мм				Влажность природная, %	Влажность на границах, %		Коэффициент пористости, д. е.	Степень влажности, д. е.	Число пластичности, %	Показатель текучести, д. е.	Плотность, г/см ³		Угол внутреннего трения, град.	Удельное сцепление, кПа			Модуль деформации, Е МПа	Категория трудности					
		1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05		грунта	частиц грунта					φ _н	φ ₁		φ _н	с _н	с ₁			с _н				
1	Насыльный грунт																		26а						
2	Супесь лессовидная просадочная низкопористая твердая	-	-	-	-	8,6	19	16	0,69	0,35	3	-1,83	1,59	2,68	1,73 2,00	1,70 1,97	1,72 1,99	25	25	25	9	7	8	11,0 4,5	366
3	Супесь непросадочная твердая	-	-	-	-	13,6	21	16	0,61	0,59	5	-0,65	1,67	2,69	1,90 2,06	1,87 2,03	1,88 2,04	25	25	25	11	10	10	9,0 7,0	366
4	Песок пылеватый средней плотности	2,1	29,8	41,3	26,3	7,1	-	-	0,60	0,31	-	-	1,66	2,65	1,78 2,04	1,76 2,02	1,77 2,03	32*	29	32	5*	3	5	23*	29а
5	Песок пылеватый плотный	4,2	33,4	36,1	26,3	6,8	-	-	0,52	0,33	-	-	1,75	2,66	1,86 2,10	1,83 2,07	1,84 2,08	35*	32	35	7*	5	7	31*	29а

Примечание: 1,86..... плотность при природной влажности
2,10..... плотность при полном водонасыщении

* – значения приняты по СП 22.13330.2011, прил. Б, табл. Б.1.

2.4 Гидрогеологические условия

На период изысканий подземные воды до вскрытой глубины 19,0 м не встречены.

В верхних горизонтах субэральных отложений возможно образование "верховодки" (при нарушенном поверхностном стоке (во время весеннего снеготаяния, обильных дождях), утечках из водонесущих коммуникаций).

Участок отнесен ко II области по подтопляемости, району II-Б1 – потенциально подтопляемые в результате ожидаемых техногенных воздействий (СП 11-105-97, часть 2, приложение И).

2.5 Геологические процессы и явления на участке

На исследуемом участке из геологических и инженерно-геологических процессов, отрицательно влияющих на устойчивость территории, следует отметить инженерную деятельность человека (необеспеченность поверхностного стока, утечки из водонесущих коммуникаций и т.д.), что может привести к замачиванию грунтов и образованию «верховодки».

Согласно картам общего сейсмического районирования территории – ОСР-2015А – район работ для средних по сейсмическим свойствам грунтов относится по шкале MSK-64 к 6-балльной для объектов массового строительства (карта А). Ввиду отсутствия карт микросейсмического районирования сейсмичность площадки предварительно определялась по СП 14.13330.2014 (таблица 1). Категория грунтов по сейсмическим свойствам на основе литологических признаков (таблица 1, СП 14.13330.2014) – вторая. Сейсмичность участка 6 баллов.

По категории опасности природных процессов территория проектируемого строительства относится к опасным, согласно СНиП 22-01-95, Приложение Б.

Из специфических грунтов на исследуемой территории распространены техногенные, просадочные и условно пучинистые.

Техногенные грунты на период изысканий встречены повсеместно. Грунт представлен суглинком, супесью с почвой и включением строительного мусора (шлак) до 10%. Служат коллектором для инфильтрации поверхностных и техногенных вод. Грунты неоднородные по составу, неравномерножимаемые, неслежавшиеся. Залегают с поверхности до глубины 1,4-2,6 м. Расчетное сопротивление данного грунта приведено по СП 22.13330.2016, приложение В, таблица В.9 и составляет 80 кПа, как для свалки грунтов и отходов производств без уплотнения. Использование данных грунтов в качестве основания не рекомендуется – прорезать фундаментами.

Супеси ИГЭ 2 при замачивании под нагрузкой обладают просадочными свойствами. Относительная просадочность при нагрузке $P=0,3$ МПа изменяется от 0,012 до 0,049, начальное просадочное давление – от 0,09 до 0,25 МПа. Тип грунтовых условий по просадочности – первый. Граница просадочных грунтов проходит на глубине 8,7-9,2 м, на абсолютных отметках 184,5-184,7 м.

Таблица 2.6 Данные изменения относительной просадочности и начального просадочного давления с глубиной в зависимости от давления по скважине № 1

Глубина, м	Давление, МПа							Начальное просадочное давление, МПа
	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	$P_{\text{быт.}}$	
2,0	0,005	0,012	0,021	0,033	0,041	0,049	0,004	0,09
3,0	0,003	0,004	0,008	0,014	0,020	0,028	0,003	0,17
4,0	0,002	0,006	0,007	0,012	0,015	0,020	0,004	0,18
5,0	0,002	0,007	0,010	0,017	0,022	0,027	0,007	0,15
6,0	0,003	0,005	0,007	0,010	0,013	0,018	0,006	0,20
7,0	0,002	0,005	0,008	0,009	0,010	0,012	0,007	0,25
8,0	0,06	0,006	0,007	0,008	0,010	0,014	0,007	0,25
9,0	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,009	0,005	>0,30

Грунты в зоне сезонного промерзания по относительной деформации пучения непучинистые, но в случае замачивания будут обладать пучинистыми свойствами.

2.6 Специфические грунты: просадочные грунты. Методы устранения просадочных свойств

Просадочный грунт – это грунт, который под воздействием собственного веса и внешних нагрузок либо только от своего веса при замачивании претерпевает просадку (вертикальную деформацию) и обладает относительной деформацией просадки, большей, либо равной 0,01 [18].

Большая часть г. Барнаула стоит на так называемых лессовых грунтах. Грунты обычно довольно прочные, но в условиях водонасыщенного состояния, под воздействием внешней нагрузки, они резко снижают свою прочность, возникает просадка и здание оказывается в аварийном состоянии. При проектировании оснований, сложенных лессовыми просадочными грунтами, необходимо применять мероприятия, исключаящие или уменьшающие просадки до допустимых значений. Эта задача может быть решена только при полной консолидации всей сжимаемой толщи грунта, иногда достигающей десятков метров.

В таких условиях основным вариантом фундаментов при строительстве зданий и сооружений является свайный. Длина свай зависит от мощности просадочной толщи грунтового основания и достигает в некоторых случаях 12-15 метров.

Просадочные свойства грунтов можно устранить следующим образом:

- уплотнением грунтов тяжелыми трамбовками;
- устройство фундаментов в вытрамбованных котлованах;
- предварительное замачивание в сочетании с подводными взрывами мелкими зарядами;
- прорезка просадочного грунта сваями;
- химическое закрепление и термообжиг просадочных грунтов.

Один из самых распространенных способов, направленных на устранение просадочных свойств и повышение прочностных и

деформационных характеристик лессовых грунтов, является их уплотнение тяжелыми трамбовками.

В нашей стране для уплотнения просадочных грунтов применяют трамбовки массой 5-7 т и диаметром 1,5-2 м. Мощность уплотненной зоны составляет 1,5-2,5 м, что не всегда удовлетворяет требованиям расчета по деформациям. Для получения большей глубины уплотнения при существующей методике трамбования необходимо использовать трамбовки массой 15-25 т и диаметром 2,5-3 м, что, соответственно, потребует применения более грузоподъемных кранов, экскаваторов или других установок. Однако в настоящее время такие трамбовки применяются довольно редко из-за больших динамических воздействий, оказываемых на близкорасположенные здания и сооружения.

Уплотнение продолжается вплоть до полного устранения просадочных свойств грунтов, создается прочное, устойчивое к водонасыщению грунтовое основание и, кроме того, препятствующее замачиванию нижележащих слоев грунта за счет низкой водопроницаемости. После уплотнения изменяются не только деформационные свойства грунтов, но и прочностные, как правило, увеличивается модуль деформации в естественном и водонасыщенном состояниях, также возрастает удельное сцепление грунтов. В таблице 2.7 показан пример испытаний грунтов методом одноплоскостного среза в естественном сложении и в уплотненном состоянии.

Таблица 2.7 Пример исследования грунтов методом одноплоскостного среза в естественном и уплотненном состояниях

Срез консолидированный до уплотнения при W_{sat}		Срез консолидированный после уплотнения при $\rho=1650 \text{ км/м}^3$ при W_{sat}	
угол внутреннего трения φ , град.	сцепление грунта C , КПа	угол внутреннего трения φ , град.	сцепление грунта C , КПа
25	9	27	13
25	9	27	13
25	9	24	17
25	9	24	17
25	10	24	17
25	10	27	13

Схема изучения просадочных грунтов в инженерно-геологических целях представлена на листе 4 графических приложений.

2.7 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка

Оценка категорий сложности инженерно-геологических условий участка производится по совокупности факторов, указанных в СП 47.13330.2016, СП11-105-97 [16,17]. Если какой-либо отдельный фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии основных проектных решений, то категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по этому фактору.

Площадка строительства расположена в пределах одного геоморфологического элемента – Приобского плато – I категория.

Поверхность участка относительно ровная, выявленные инженерно-геологические элементы также залегают относительно ровно и с выдержанной мощностью по простиранию – I категория.

Гидрологические и инженерно-геологические процессы и явления, отрицательно влияющие на условия строительства и эксплуатации зданий,

представлены наличием специфических просадочных грунтов I типа – II категория.

Подземные воды до исследуемой глубины не встречены.

Таким образом, по совокупности факторов инженерно-геологические условия площадки строительства жилого дома согласно СП 11-105-97 [17] относятся к средней (II) категории сложности.

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

Процесс изысканий не будет оказывать какого-либо влияния на инженерно-геологические условия. В процессе строительства и эксплуатации проектируемого здания возможное изменение инженерно-геологических условий участка, в основном, связано с замачиванием грунтов.

На прилегающей территории к участку проектируемого строительства находится развитая сеть водонесущих коммуникаций: водопроводы питьевого водоснабжения, тепловые сети, канализация. В процессе эксплуатации которых, неизбежно происходят утечки, воды попадают в грунты зоны аэрации и при определенных условиях образуется «верховодка». При длительных и значительных утечках аварийные воды, инфильтруясь вниз, могут достичь поверхности грунтовых вод и повысить их уровень.

Наряду с утечками из водонесущих коммуникаций развитию процессов подтопления в пределах участка могут способствовать такие факторы, как:

- конденсация и накопление влаги под зданиями и асфальто-бетонными покрытиями под влиянием изменения температурного режима в горизонтах;
- уменьшение величины испарения;
- нарушение естественного рельефа и поверхностного стока.

Для минимизации негативного воздействия на инженерно-геологические условия участка, необходимо предусмотреть мероприятия по исключению утечек из водонесущих коммуникаций и регулированию поверхностного стока.

3 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ. ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКЕ

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

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

По Г.К. Бондарнику сфера взаимодействия (СВ) – это массив грунтов определяющий устойчивость сооружения и воспринимающий от него различного рода воздействия, приводящие к изменению напряженного состояния грунтов, температурного и водного режимов

Границы сферы взаимодействия зависят не только от свойств геологической среды, но и от характера проектируемого здания или сооружения: его назначения, типа, конструкции, методов строительства и эксплуатации.

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

- определено точное местоположение проектируемого сооружения;
- разработаны его конструкция и режим эксплуатации;
- изучено геологическое строение участка строительства и его гидрогеологические условия;
- определено пространственное положение зон развития инженерно-геологических процессов, которые могут повлиять на устойчивость проектируемого сооружения;
- выявлены и изучены причины возникновения инженерно-геологических процессов и предварительно разработан прогноз их изменения.

Таблица 3.1 Характеристика проектируемого объекта

Наименование здания	Габариты в плане	Фундаменты (предполагаемые)			Чувствительность к неравномерным осадкам	Уровень ответственности	Доверительная вероятность расчётных характеристик
		Тип фундамента	Глубина заложения, м	Нагрузка на п.м., м ² , сваю, колонну, кН			
Здание общежития	55,0 x 14,0	Свайный, длина свай 12 м	-2,0 м ниже поверхности земли	650	Чувствительное	2 (нормальный)	0,85 0,95

В соответствии с СП 47.13330.2016 [16], горные выработки следует располагать по контурам и (или) осям проектируемых зданий и сооружений, в местах резкого изменения нагрузок на фундаменты, глубины их заложения, на границах различных геоморфологических элементов.

Расстояния между горными выработками следует устанавливать с учетом ранее пройденных выработок в зависимости от сложности инженерно-геологических условий и уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений в соответствии с табл. 8.1. СП 11-105-97 (п.8.4) [17].

В соответствии с рекомендациями СП 47.13330.2016 [16], для проектируемого здания II уровня ответственности и II категории сложности расстояние между горными выработками должно составлять 50-40 м и располагаться по контурам здания. Общее количество горных выработок в пределах контура каждого здания и сооружения II уровня ответственности должно быть, как правило, не менее трех, включая выработки, пройденные ранее (п.8.4).

Согласно СП 47.13330.2016 [16], границами сферы взаимодействия здания с геологической средой в плане будут являться размеры здания 55,0x14,0 м и дополнительно 2-3 м (с каждой стороны) – территория благоустройства. Территория благоустройства принимается равной 3 м.

Таким образом размеры сферы взаимодействия составят:

- по площади – 58,0x17,0 м;
- по глубине – 19 м.

В результате анализа сферы взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой составляется расчетная схема основания с обоснованием данных, необходимых для расчета фундамента, несущей способности оснований и инженерно-геологических процессов (лист 3 графических приложений).

Расчетная схема – это инженерно-геологический разрез сферы взаимодействия, на котором показаны технические характеристики сооружения, инженерно-геологические элементы, гидрогеологические условия, нужный для расчета набор показателей физико-механических свойств пород.

На основе составленной расчетной схемы системы «основание-свайный фундамент» и с учетом требований нормативных документов запроектированы виды, объемы и методы работ и определены следующие задачи изысканий в пределах предполагаемой сферы взаимодействия проектируемого здания:

- изучение геологического строения и гидрогеологических условий;
- выделение инженерно-геологических элементов в расчетных сечениях сферы взаимодействия;
- изучение состава, состояния и физико-механических свойств грунтов инженерно – геологического разреза;
- установление нормативных и расчетных характеристик на основе непосредственных определений лабораторными и полевыми методами физико-механических свойств грунтов;
- составлению инженерно-геологической модели оснований или среды сооружений;
- установление обобщенных значений показателей;
- оценка инженерно-геологических условий строительства;
- уточнение количественных параметров динамики геологических процессов для обоснования инженерной защиты территории и сооружения;
- составление прогноза изменений инженерно – геологических условий участка в период строительства и эксплуатации.

3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ

Инженерные изыскания для подготовки проектной документации должны обеспечивать получение:

- материалов о природных условиях территории, на которой будут осуществляться строительство, реконструкция объектов капитального строительства, и факторах техногенного воздействия на окружающую среду, о прогнозе их изменения;

- материалов для обоснования компоновки зданий и сооружений для принятия конструктивных и объемно-планировочных решений, оценки опасных процессов и явлений, разработки схемы (проекта) инженерной защиты и мероприятий по охране окружающей среды, проекта организации строительства или реконструкции объекта;

- исходных данных для расчетов оснований, фундаментов и конструкций, а также для проектирования сооружений инженерной защиты, выполнения земляных работ и принятия окончательных проектных решений при подготовке, экспертизе, согласовании и утверждении проектной документации.

Расчетная схема позволяет запроектировать виды, объемы и методы проведения работ.

Объёмы и виды проектируемых работ определяются типом сооружения, этапом исследований, сложностью инженерно-геологических условий, действующими нормами и заданием заказчика.

Таким образом, проектируются следующие виды работ:

- рекогносцировочные работы;
- топогеодезические работы
- проходка горных выработок;
- опробование;
- опытные полевые работы;
- лабораторные исследования грунтов;

- геофизические работы (определение удельного электрического сопротивления и наличия блуждающих токов);
- камеральная обработка материалов и составление технического отчета.

Рекогносцировочное обследование

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

- осмотр участка изысканий;
- осмотр прилегающей территории;
- визуальная оценка рельефа;
- описание имеющихся обнажений, в том числе карьеров, строительных выработок и др.;
- описание водопроявлений;
- описание геоботанических индикаторов гидрогеологических и экологических условий;
- описание внешних проявлений геодинамических процессов;
- опрос местного населения о проявлении опасных геологических и инженерно-геологических процессов, об имевших место чрезвычайных ситуациях и др.
- выяснение условий производства работ;
- выбор мест выполнения полевых работ и подъездов к намеченным точкам.

В процессе обследования должны быть выявлены основные особенности участка строительства и определена возможность ведения полевых работ планируемыми способами.

Топогеодезические работы

В соответствии с СП 47.13330.2016, инженерно-геодезические

изыскания должны обеспечивать получение топографо-геодезических материалов и данных, инженерно-топографических планов, составленных в цифровом и (или) в графическом виде, и сведений, необходимых для подготовки и обоснования документов территориального планирования, планировки территорий и подготовки проектной документации.

Топографо-геодезические работы запроектированы с целью закрепления плано-высотного положения устьев 3 скважин и 7 точек статического зондирования. Необходимый объем работ составляет 10 точек.

Проходка горных выработок

Проходка горных выработок осуществляется с целью:

- установления или уточнения геологического разреза, условий залегания грунтов и подземных вод;
- определения глубины залегания уровня подземных вод;
- отбора образцов грунтов для определения их состава, состояния и свойств, а также проб подземных вод для их химического анализа;
- определения гидрогеологических параметров водоносных горизонтов и зоны аэрации.

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 соответствии с расчетом глубины сферы взаимодействия определяем глубину горных выработок равную 19,0 м.

В соответствии с СП 24.13330.2011 и СП 47.13330.2016, для проектируемого здания II уровня ответственности в инженерно-геологических условиях II категории сложности, необходимо выполнить проходку не менее 3 скважин на каждое здание и выполнить испытание грунтов статическим зондированием не менее, чем в 7 точках.

Выбор способа бурения зависит от свойств проходимых грунтов,

назначения и глубины скважин, а также условий производства работ и имеющихся технических возможностей.

На проектируемом участке планируется бурение 3 скважин и испытание грунтов статическим зондированием в 7 точках до 19,0 м, в соответствии с определенной глубиной сферы взаимодействия.

Опробование

Под инженерно-геологическим опробованием понимается комплекс работ, выполняемый с целью более точного изучения состава и свойств пород, изучение закономерностей их изменение в пространстве и во времени под влиянием естественных факторов и техногенной деятельности человека.

Согласно СП 11-105-97 п.7.16 количество образцов грунтов следует устанавливать соответствующими расчетами в программе изысканий для каждого характерного слоя (инженерно-геологического элемента) в зависимости от требуемой точности определения их свойств, степени неоднородности грунтов и уровня ответственности проектируемого объекта (с учетом результатов ранее выполненных изысканий в данном районе).

При отсутствии требуемых для расчетов данных следует обеспечивать по каждому выделенному инженерно-геологическому элементу получение частных значений в количестве не менее 10 характеристик состава и состояния грунтов или не менее 6 характеристик механических (прочностных и деформационных) свойств грунтов.

Необходимое количество образцов для каждого выделенного ИГЭ приведено в таблице 3.2.

Таблица 3.2 Объемы опробования

№ ИГЭ	Естественная влажность	Влажность на границе текучести	Влажность на границе раскатывания	Плотность	Модуль деформации	Удельное сцепление, угол внутреннего трения	Количество образцов	
							Монолиты	Образцы нарушенной структуры
ИГЭ-2 Супесь просадочная твердая	10	10	10	10	6	6	10	-
ИГЭ-3 Супесь непросадочная твердая	10	10	10	10	6	6	10	-
ИГЭ-4 Песок пылеватый средней плотности	10	10	10	10	6	6	10	-
ИГЭ-5 Песок пылеватый плотный	10	10	10	10	6	6	10	-

Зная необходимое количество образцов, рассчитываем интервал опробования для каждого ИГЭ. Интервал опробования определяется по следующей формуле:

$$h = \left(\frac{H_{cp}}{N} \right) n, \quad (3.1)$$

где H_{cp} – средняя вскрытая мощность ИГЭ;

N – необходимое количество образцов;

n – проектное количество скважин.

Расчеты интервала опробования для выделенных ИГЭ представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 Интервал опробования монолитов

№ ИГЭ	H_{cp}	N	n	$h, м$
2	7,0	10	3	2,1
3	2,0	10	3	0,6
4	5,0	10	3	1,5
5	5,0	10	3	1,5

Отбор, упаковку и транспортировку образцов и монолитов следует производить согласно ГОСТ 12071-2014.

Опытные полевые работы

Согласно СП 47.13330.2016 для зданий и сооружений II уровня ответственности в инженерно-геологических условиях II категории при свайном типе фундамента, для определения прочностных и деформационных характеристик следует предусматривать испытания грунтов статическим зондированием. Испытание грунтов статическим зондированием выполняется с целью разделения грунтов по литологическим разностям и определения плотности сложения песков, определения частных значений предельного сопротивления (F_u) свай для последующего расчёта их несущей способности, корректировки модуля деформации. Согласно ГОСТ 19912-2012 для зданий и сооружений, проектируемых на свайных фундаментах испытание следует проводить на глубину сферы взаимодействия, то есть в нашем случае до 19,0 м. В соответствии с СП 24.13330.2011, для проектируемого здания II уровня ответственности в инженерно-геологических условиях II категории сложности, необходимо выполнить зондирование не менее 7 точек для каждого здания. Таким образом, объем статического зондирования составит 7 испытаний на глубину 19 м.

Лабораторные исследования грунтов

После окончания полевых работ проводятся лабораторные исследования грунтов, которые следует выполнять с целью определения их состава, состояния, а также физических, механических, химических свойств для выделения классов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [18], определения их нормативных и расчетных характеристик, выявления степени однородности (выдержанности) грунтов по площади и глубине, выделения инженерно-геологических элементов, прогноза изменения состояния и свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации объектов.

Таким образом, проектируются следующие лабораторные определения:

1. Определения физико-механических свойств грунта, для выделения инженерно-геологических элементов, включающие:

- определение влажности;
- определение плотности грунта;
- определение плотности частиц грунта;
- определение влажности на границе текучести;
- определение влажности на границе раскатывания;
- испытания на компрессионное сжатие;
- определение сопротивления срезу;
- определение грансостава песчаных грунтов.

2. Определение коррозионных свойств грунтов, для выбора материалов подземной конструкции проектируемого сооружения, включающие:

- коррозионную активность грунтов к стали, свинцовым и алюминиевым оболочкам кабелей;
- химический анализ водной вытяжки, для определения коррозионной агрессивности грунтов к бетону, железобетону и конструкций.

Виды и объёмы инженерно-геологических изысканий приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 Виды и объемы работ

Виды работ	Единица измерения	Объёмы работ	Нормативный документ, методика работ
Буровые работы, опробование грунтов			
Инженерно-геологическое рекогносцировочное обследование	га	0,1	СП 11-105-97 Часть I
Предварительная разбивка и плано-высотная привязка	выраб.	10	СП 11-104-97
Ударно-канатное и вдавливающее бурение	п.м.	57	СП 11-105-97 Часть I
Отбор образцов ненарушенного сложения	обр.	40	ГОСТ 12071-2014
Отбор образцов грунтов для спец. исследований: - водная вытяжка - удельное электрическое сопротивление (УЭС) грунтов - коррозионная агрессивность грунтов к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля	обр.	6 3 3	ГОСТ 12071-2014
Полевые опытные исследования и геофизические измерения			
Испытания грунтов методом статического зондирования	точка	7	ГОСТ 19912-2012
Определение удельного электрического сопротивления	точка	2	ГОСТ 9.602-2016
Определение наличия блуждающих токов	точка	2	ГОСТ 9.602-2016
Лабораторные исследования			
Природная влажность	опр.	40	ГОСТ 5180-2015
Пределы пластичности	опр.	40	ГОСТ 5180-2015
Плотность грунта	опр.	40	ГОСТ 5180-2015
Плотность частиц грунта	опр.	40	ГОСТ 5180-2015
Определение грансостава ситовым методом	опр.	20	ГОСТ 12536-2014
Сопротивление срезу	опр.	24	ГОСТ 12248-2010
Компрессионное сжатие	опр.	24	ГОСТ 12248-2010
Водная вытяжка	анализ	6	ГОСТ 26423-85- ГОСТ 26428-85
Удельное электрическое сопротивление (УЭС) / средняя плотность катодного тока	опр.	3	ГОСТ 9.602-2016
Коррозионная агрессивность грунтов к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля	опр.	3	ГОСТ 9.602-2016
Камеральные работы			
Написание отчета	отчет	1	

Отбор, упаковку, хранение и транспортирование образцов грунта для лабораторных исследований следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 12071-2014. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов [22].

Отбор, консервацию, хранение и транспортирование проб воды для лабораторных исследований следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб [23].

Геофизические работы

Геофизические работы проводят с целью определения степени коррозионной агрессивности грунтов к металлам подземных сооружений.

Наибольшее влияние на условия эксплуатации и срок службы подземных металлических сооружений оказывает коррозионная и биокоррозионная агрессивность окружающей среды, а также блуждающие постоянные токи, источником которых является рельсовый электрифицированный транспорт, и переменные токи промышленной частоты.

Воздействие каждого из указанных факторов и тем более их сочетания может в несколько раз сократить срок службы стальных подземных сооружений и привести к необходимости преждевременной перекладки морально не устаревших трубопроводов и кабелей.

Единственно возможным способом борьбы с этим негативным явлением является своевременное применение мер по противокоррозионной защите стальных подземных сооружений.

Для оценки коррозионной агрессивности грунта по отношению к стали определяют удельное электрическое сопротивление грунта, измеренное в полевых и лабораторных условиях, и среднюю плотность катодного тока при смещении потенциала на 100 мВ отрицательней стационарного потенциала стали в грунте, а также наличие блуждающих токов (ГОСТ 9.602-2016 [12]).

На участке проектируемого строительства необходимо определить удельное электрическое сопротивление в двух точках, до глубины 3,0 м и наличие блуждающих токов в двух точках.

Камеральные работы

Камеральная обработка выполняется после завершения всех запланированных полевых и лабораторных работ. Главной задачей камеральных работ является составление отчета об инженерно-геологических условиях участка проектируемого строительства, содержащие все сведения, предусмотренные проектом, рекомендации по учету влияния инженерно-геологических факторов на проектируемое сооружение.

Отчет об инженерно-геологических условиях участка должен содержать:

- пояснительную записку;
- сводную таблицу нормативных и расчетных показателей свойств грунтов для выделенных инженерно-геологических элементов;
- графическую часть в виде инженерно-геологических разрезов, карт различного содержания, графиков.

3.3 Методика проектируемых работ

Рекогносцировочные работы

Инженерно-геологическое обследование следует выполнять с использованием топографических планов и карт в масштабе топографического плана, используемого при выполнении инженерно-геологических изысканий на объекте.

При рекогносцировке необходимо выполнять описание естественных и искусственных обнажений горных пород, выходов подземных вод и других водопроявлений, искусственных водных объектов, проявлений геологических и инженерно-геологических процессов, типов ландшафтов, геоморфологических условий. При этом следует производить отбор образцов грунтов и проб воды для лабораторных исследований, осуществлять сбор опросных сведений и предварительное планирование мест размещения ключевых участков для комплексных исследований.

Наибольшее внимание необходимо уделять наиболее неблагоприятным для освоения участкам территории (наличие опасных геологических и инженерно-геологических процессов, слабоустойчивых и других специфических грунтов, близкое залегание грунтовых вод, пестрый литологический состав грунтов, высокая расчлененность рельефа и т.п.).

При рекогносцировочных работах на застроенной территории следует дополнительно выявлять дефекты планировки территории, развитие заболоченности, подтопления, просадок поверхности земли, степень (избыточность, норма или недостаточность) полива газонов и древесных

насаждений и другие факторы, обуславливающие изменение геологической среды или являющиеся их следствием.

По результатам рекогносцировочных работ следует намечать места размещения ключевых участков для проведения более детальных исследований.

Топографо-геодезические работы

Топографо-геодезические работы осуществляются для обеспечения планово-высотной привязки пробуренных скважин. Работы должны проводиться в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016.

Привязанные выработки (точки наблюдений) должны быть закреплены временными знаками. Согласно СП 11-104-97 привязка должна производиться инструментально со средней погрешностью не более 1 мм в масштабе топографического плана. Для геодезических работ рекомендуется использовать теодолит Leica TS 11 (Рис. 3.1).

В результате топографо-геодезических работ в технический отчет включают:

- схему расположения выработок (точек наблюдений) или копии с карт или топографических планов;
- каталог координат и высот выработок (точек наблюдений);
- схемы теодолитных и нивелирных ходов или схему привязки выработок (точек наблюдений) спутниковыми приемниками;
- ведомости вычисления координат и высот выработок (точек наблюдений);
- акты передачи, закрепленных знаками на местности выработок (точек наблюдений) ответственным лицам.



Рис. 3.1 Тахеометр Leica TS 11

Буровые работы

Геолого-технические условия бурения

Буровые работы проводятся с целью изучения геологического строения и отбора образцов проб с ненарушенной структурой.

Проектом предусматривается бурение 3 скважин глубиной по 19,0 м. Общий объем бурения составляет 57 погонных метров.

Проектный литологический разрез представлен по материалам изысканий прошлых и представлен в таблице 3.5

Таблица 3.5 Проектный литологический разрез скважины

№ п/п	Разновидности грунтов	Интервал залегания			Категория пород по буримости
		от	до	мощность	
1	ИГЭ 1 (tQIV) Насыпные грунты: суглинок, супесь с почвой, с включением строительного мусора до 10%	0,0	1,4	1,4	II
2	ИГЭ-2 (saQIII) Супесь лессовидная просадочная низкопористая твердая	1,4	9,0	7,6	II
3	ИГЭ-3 (IaQI-IIkrd) Супесь непросадочная твердая	9,0	11,2	2,2	II
4	ИГЭ-4 (IaQI-IIkrd) Песок пылеватый средней плотности	11,2 17,5	13,5 19,0	2,3 1,5	II
5	ИГЭ-5 (IaQI-IIkrd) Песок пылеватый плотный	13,5	17,5	4,0	II

Предполагаемые породы можно классифицировать по следующим критериям:

- по буримости – все породы II категории;
- по степени устойчивости горных пород в стенках скважины – все породы кратковременноустойчивые.

Условия производства буровых работ – легкие.

Конструкция инженерно-геологических скважин

Исходя из проектного инженерно-геологического разреза, скважины будут буриться одним диаметром – 146 мм на всю проектную мощность (19,0 м). Выбор диаметра бурового снаряда обусловлен необходимостью отбора проб грунта ненарушенной структуры (монолита) не менее 120 мм в диаметре.

В связи со значительными трудозатратами и дороговизной процесса обсадки (имеется ввиду низкая скорость бурения) было принято решение бурить скважину без обсадки, но учитывая незначительную глубину скважин в случае необходимости решение об обсадке может быть принято в процессе бурения.

Конструкция скважины представлена на листе 5 графических приложений.

Выбор способа бурения

Вид и способ бурения необходимо выбирать в зависимости от свойств проходимых грунтов, назначения и глубины скважин, а также условий производства работ и имеющихся технических возможностей. При этом выбранный способ бурения должен обеспечивать удовлетворительное качество инженерно-геологической информации о грунтах и достаточно высокую производительность.

Для бурения проектируемых скважин подходит как колонковое, так ударно-канатное и вдавливающее бурение.

В Алтайском крае широкое распространение получил ударно-канатный и вдавливающий способ бурения. При бурении инженерно-геологических скважин в лессовидных грунтах четвертичных отложений, а именно ими

сложена большая часть Алтайского края, данный способ бурения показал себя, как наиболее быстрый, трудо- и ресурсоэффективный, по сравнению с колонковым.

Выбор буровой установки и технологического инструмента

Основные факторы, определяющие выбор буровой установки – целевое назначение, глубина бурения, конечный диаметр скважин, характер и свойства проходимых грунтов, природные условия местности.

Выбираемая буровая установка должна быть в достаточной степени эффективной технически и экономически, обладать хорошей транспортабельностью (в случае больших габаритных размеров и массы возможностью разборки на отдельные транспортабельные блоки, а в случае самоходности – высокой проходимостью, маневренностью, достаточной скоростью передвижения), в случае необходимости обеспечивать возможность бурения несколькими способами, укомплектовываться надежным в работе и удобным в обращении буровым и вспомогательным инструментами, обеспечивать простоту проведения ремонта, возможность обслуживания минимальным числом рабочих с незначительной затратой ручного труда, удобство, простоту и безопасность работы (Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин [5]).

Для бурения настоящей скважины подходят практически все буровые установки с возможностью ударно-канатного, колонкового и вдавливающего бурения. Руководствуясь при выборе надежностью и относительно низкой стоимостью установки по сравнению с аналогами, выбрана буровая установка УГБ-1ВС на базе автомобиля ЗИЛ-131 (Рис. 3.2).

Привод станка осуществляется от дизельного двигателя, расположенного вместе с основными узлами установки на сварной раме, которая крепится на раме автомобиля. Мачта соединяется с рамой через заднюю стойку и откидывающиеся кронштейны. По направляющим мачты перемещается вращатель, получающий вращение от коробки передач через вертикальный вал. Вращатель перемещается двумя гидроцилиндрами подачи. В

средней части рамы расположен ударный механизм с оттяжным роликом. Пульт управления располагается на левой стороне (по ходу автомобиля), на нем сосредоточены все органы управления установкой.



Рис. 3.2 Буровая установка УГБ-1ВС на базе автомобиля Зил 131.

Основные технические характеристики УГБ-1ВС приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 Технические характеристики буровой установки УГБ 1-ВС

Номинальная глубина бурения, м при бурении способом:	
Шнековым, Ø 135 мм	50
Шнековым, Ø 180 мм	25
Шнековым, Ø 300 мм	12
Медленновращательным (шурфы), Ø 650 мм	12
Ударно-канатным	25
С продувкой	80
С промывкой	100
Колонковым «всухую»	50
Начальный диаметр скважины, мм при бурении способом	
Шнековым	150-198
Медленновращательным (шурфы)	650
Колонковым «всухую»	151
Грузоподъёмная сила шпинделя вращателя, кН	78,4
Ход вращателя, м	3,2
Максимальный крутящий момент вращателя, Н×м	50
Частота вращения инструмента, об/мин	40, 80, 140, 200
Категория пород по буримости	I – VII
Скорость перемещения вращателя, м/с:	
вверх	0–0,4
вниз	0–0,9
Усилие подачи, кН	
вверх	30
вниз	80
Тип мачты	Пространственная телескопическая сварная ферма из труб
Высота мачты, м	8,65
Максимальная грузоподъёмность мачты, т	0,3
Тип лебёдки	Фрикционная
Максимальная грузоподъёмная сила лебёдки при прямом канате, кН	25,5
Скорость подъема бурового снаряда, м/с	
- вниз	0 - 0,40
- вверх при максимальной грузоподъёмности	0 - 0,013
- быстро вверх (без нагрузки)	0 - 0,20
Скорость навивки каната на барабан, м/с	0,55–1,1
Тип привода станка	Дизель Д65Н
Максимальная частота вращения двигателя, об/мин	1750
Транспортная база установки	Автомобиль Зил-131
Тип прицепа	2ПН2 (модель 710–В)
Масса, кг:	
Буровой установки	6120
Прицеп с инструментом	2000
Максимальная транспортная скорость, км/ч:	
По дорогам с твёрдым покрытием	50
По грунтовым дорогам и бездорожью	25
Габаритные размеры, мм:	
Буровой установки в транспортном положении	9050×2380×2750
Прицепа	5750×2320×2715

В комплект основного бурового инструмента для ударно-канатного бурения входят забивные стаканы (зонды, гильзы), ударные патроны, утяжеленные штанги, желонки, долота и др.

В данном случае будут использованы забивные стаканы и утяжеленные штанги.

Забивной стакан – это основной инструмент для ударно-канатного бурения. Он представляет собой кусок трубы, в нижней части которой есть упрочненная режущая кромка со скосом внутрь стакана. Эта кромка позволяет стакану глубже врезаться в грунт при ударе.

Забивные стаканы выпускаются двух видов: без клапана (для бурения в связных грунтах) и с клапаном (для бурения в несвязных грунтах). В связных глинистых грунтах обычно применяют стаканы с одним или двумя продольными окнами, позволяющими описывать геологический разрез и очищать стаканы от породы. В нижней части стаканы оборудуются рабочим кольцом (башмак) с упрочненной режущей кромкой.

Наружный диаметр башмака делают несколько большим, а внутренний несколько меньшим, чем соответствующие диаметры стакана.

В связных глинистых грунтах используют стаканы, режущая часть рабочего кольца которых имеет наружный скос. На верхней части стакана имеется резьбовой переходник для соединения его с ударным патроном или утяжеленной ударной штангой. Для забивного и «клюющего» способов бурения используют стаканы одинаковой конструкции. Стаканы изготавливают из обсадных (колонковых) труб либо их ниппельных заготовок с наружными диаметрами 73, 89, 108, 127, 146, 168, 219 и 273 мм [6]).

В нашем случае будут использованы забивные стаканы с одним продольным отверстием без клапана диаметром 146 мм и утяжеленная штанга. На верхней части стаканов обоих применяемых типов имеется резьбовой переходник для его соединения с утяжеленной ударной штангой (рис. 3.3).

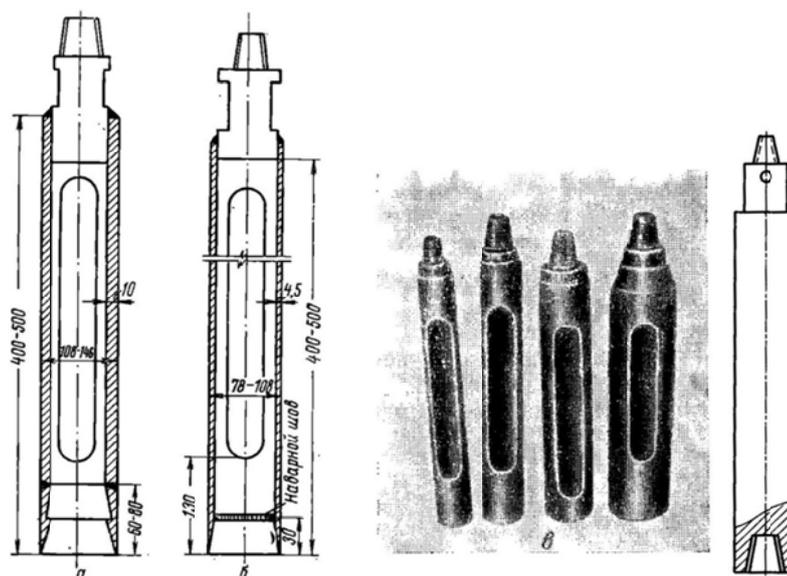


Рис. 3.3. Забивные стаканы, утяжеленная штанга (справа).

Утяжеленные штанги предназначены для увеличения массы стакана (при «клюющем» способе бурения) или желонки (при желонировании). Утяжелитель представляет собой стальной цилиндр, жестко присоединяемый к стакану. Бурение в этом случае осуществляется путем подъема стакана с утяжеленной штангой на некоторую высоту и сбрасывания его на забой [6]).

При вдавливающем бурении будут использованы тонкостенные грунтоносы диаметром 127 мм, с толщиной стенок 3 мм, наружным углом заточки башмака в 7° . Внутренний диаметр башмака меньше внутреннего диаметра грунтоприемной гильзы на 2 мм. Скорость вдавливания грунтоноса 0,5-2 м/мин (рис. 3.4).

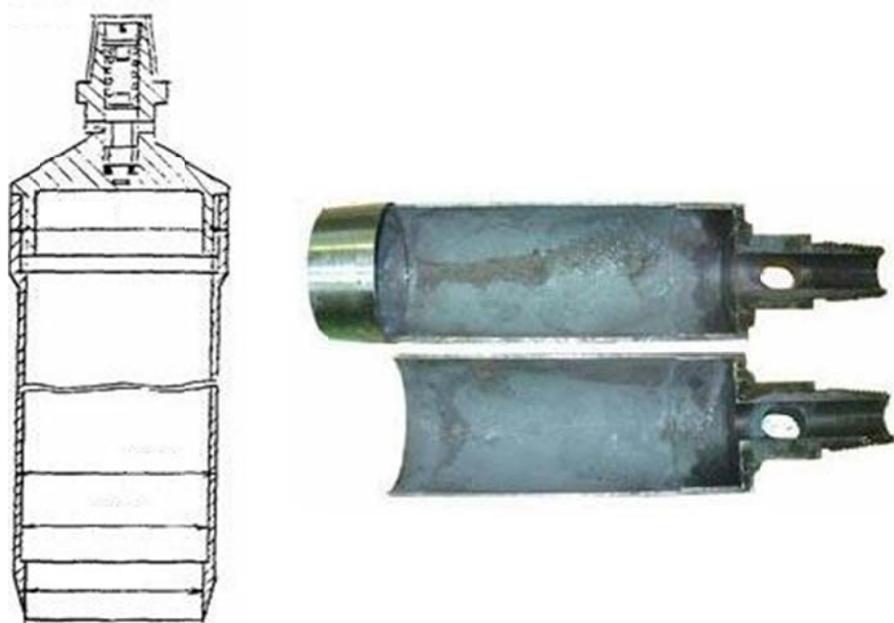


Рис. 3.4 Тонкостенный грунтонос

Технология бурения скважин.

Ударно-канатное бурение – один из наиболее распространенных способов проходки скважин при инженерных изысканиях.

Технологические приемы этого способа бурения зависят от его разновидности, глубины и начального диаметра скважины, а также от свойств проходимых пород. Следует иметь в виду, что ударно-канатное бурение можно применять только при проходке скважин в нескальных грунтах I-IV категорий по буримости.

Основные параметры – вес бурового снаряда и высота его подъема над забоем. Буровой снаряд при этом способе включает в себя забивной стакан и утяжеленную трубу или штангу, жестко присоединяемую к забивному стакану. Для эффективного бурения необходимо стремиться к возможно большему весу снаряда, доводя его до 1,5-3 кН. Способ состоит в том, что буровой снаряд с некоторой высоты сбрасывают на забой и стакан углубляется в породу на 0,1-0,4 м, затем снаряд поднимают на поверхность для очистки стакана. Величина углубления стакана зависит от энергии единичного удара снаряда. В связи с этим рекомендуется буровой снаряд поднимать на возможно большую высоту (5-8 м).

Очистка стаканов от грунта – наиболее трудоемкий процесс при ударно-канатном бурении. Обычно стаканы очищают вручную с использованием ломов, специальных лопаток, кувалд.

Вдавливающий способ бурения широко используется при отборе проб грунта ненарушенной структуры (монолитов) в Алтайском крае и других регионах с распространением слабых лессовидных глинистых грунтов. При отборе монолитов данным способом обеспечивается наивысшая степень «ненарушенности» грунта в пробе, так как он не поддается перекручиванию (как при отборе колонковым способом) и не деформируется при резком ударе (как при отборе монолита ударным способом).

Углубление скважины данным способом осуществляется путем плавного давления на грунт (со скоростью 0,5-2 м/мин) тонкостенным грунтоносом на глубину 0,3-0,5 м за рейс, посредством гидрофицированной системы буровой установки. Диаметр бурения скважин составляет 146 мм. Бурение будет производиться без обсадки. После проходки скважин производится их тампонаж путем обратной засыпки извлеченного из них грунта с послойным тромбованием. По результатам всех вышеперечисленных сведений составлен геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологических скважин (лист 5 графических приложений).

Полевые исследования грунтов

Статическое зондирование

Испытания грунтов методом статического зондирования производится по ГОСТ 19912-2012 [24].

Испытание грунта методом статического зондирования проводят с помощью специальной установки, обеспечивающей вдавливание зонда в грунт.

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

- удельное сопротивление грунта под наконечником (конусом) зонда q_c ;
- общее сопротивление грунта на боковой поверхности Q_s (для механического зонда);

- удельное сопротивление грунта на участке боковой поверхности (муфте трения) зонда f_s (для электрического зонда).

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.

Проектом предусмотрено использование установки статического зондирования УСЗ-15.ZBT на автомобиле КАМАЗ-43118 (табл. 3.7).

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

В процессе зондирования необходимо осуществлять постоянный контроль за вертикальностью погружения зонда.

Показатели сопротивления грунта следует регистрировать непрерывно или с интервалами по глубине погружения зонда не более 0,2 м для механического зонда и не более 0,1 м – для электрического зонда.

Скорость погружения зонда в грунт должна быть $(1,0 \pm 0,3)$ м/мин.

Испытание заканчивают: после достижения заданной глубины погружения зонда; предельных усилий, отклонения наконечника зонда от вертикали на 150 или изменения его отклонения на 50 на 1 м; опасности повреждения зонда. По окончании испытания зонд извлекают из грунта, а скважину тампонируют.

При невозможности достижения заданной глубины (в том числе из-за труднопроходимых прослоек грунта) вдавливание зонда в грунт допускается проводить с забоя предварительно пройденной скважины. При необходимости скважина обсаживается трубой внутренним диаметром, превышающим диаметр

зонда на 5-10 мм. Регистрацию результатов испытаний грунтов статическим зондированием следует производить в «Журнале статического зондирования» или на диаграммной ленте. По данным измерений, полученным в процессе испытания, определяют значения q_c , составляют таблицы и строят графики изменения этих величин по глубине зондирования.

Таблица 3.8 Технические характеристики УСЗ-15.ZBT на автомобиле КАМАЗ-43118

Наименование параметра	Значение
Полная масса автомобиля - лаборатории, кг	17500
Распределение нагрузки на дорогу (в скобках - допускаемая нагрузка), кг	
от передних колес	5300 (5800)
от задней тележки	12200 (15800)
Максимальная скорость движения, км/ч	90
Максимальный преодолеваемый уклон, град. (%)	16 (28)
База автомобиля, м	3,690+1,320
Наименьший радиус поворота автомобиля по оси переднего внешнего колеса, м	11,5
Опорный контур гидроопор, м	
продольный	5,445
поперечный	1,930
Скорость рабочего вдавливания, м/мин	0...3
Скорость быстрого вдавливания, м/мин	0...7
Усилие рабочего вдавливания, кг	15000
Усилие быстрого вдавливания, кг	10000
Скорость рабочего подъема, м/мин	1,8
Скорость быстрого подъема, м/мин	0...4
Усилие рабочего подъема, кг	22000
Усилие быстрого подъема, кг	15000
Место управления	Пульт управления в фургоне
Способ управления задавливающим механизмом и гидроопорами	Ручной
Объем рабочей жидкости в гидросистеме, л	400
Марка рабочей жидкости	ВГМЗ ТУ 38-101479-74
Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя при работе насоса автомобиля - лаборатории на включенной 4В передаче коробки передач, об/мин	1200

Опробование грунтов

Опробованием называется комплекс работ, дающий возможность получить обобщенные показатели состава, состояния и свойств массива пород с заданной точностью и надежностью, отвечающей степени изменчивости пород, стадии исследования и классу сооружений.

Отбор образцов. При отборе монолитов из буровых скважин применяют точечный метод отбора образцов с помощью тонкостенного грунтоноса вдавливающего типа.

Для инженерно-геологических изысканий предусматривается отбор образцов горных пород с ненарушенным сложением.

Минимальные размеры монолита для полутвёрдых и твердых глинистых грунтов – 150 мм высота и 90 мм диаметр; для пластичных – 150x100 мм; для песков – 100x90 мм. В нашем случае – высота 300 мм, диаметр 120 мм.

Отбор образцов грунтов из горных выработок, а также их упаковку, доставку в лабораторию и хранение следует производить в соответствии с ГОСТ 12071-2014 [22].

Упаковка. Для упаковки монолитов тару следует изготавливать из коррозионностойких материалов (парафинированная бумага, пластмасса и т.п.). Для изоляции монолитов применяют парафин нефтяной марки НВ 56-58 (по ГОСТ 23683. Парафины нефтяные твердые. Технические условия) с добавкой 35-50 % (по массе) гудрона, марлю, изоляционную ленту.

Транспортирование и хранение образцов. Монолиты грунта при транспортировании не должны подвергаться резким динамическим и температурным воздействиям. Образцы, предназначенные для транспортирования в лаборатории, необходимо упаковывать в ящики (термосы).

Под крышку ящика следует положить завернутую в кальку ведомость образцов. Ящики надлежит пронумеровать, снабдить надписями: «Верх», «Не бросать» и «Не кантовать», а также адресами получателя и отправителя [22].

Лабораторные работы

Комплекс лабораторных работ необходимо выполнить в соответствии с заданием на лабораторные испытания и действующими нормативными документами.

Методы, применяемые при определении физических характеристик грунтов:

- гранулометрический состав песка плотного определяют ситовым методом в соответствии с ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава [20]. Взвешенную пробу грунта следует просеять сквозь набор сит с поддоном ручным или механизированным способом и вычислить, таким образом, процентное содержание зерен каждой фракции;

- влажность грунта следует определять как отношение массы воды, удаленной из грунта высушиванием до постоянной массы, к массе высушенного грунта;

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

- границу раскатывания следует определять как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой паста, раскатываемая в жгут диаметром 3 мм, начинает распадаться на кусочки длиной 3-10 мм;

- определение плотности осуществляется методом режущего кольца. Плотность грунта определяется отношением массы образца грунта к его объему (ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы определения физических характеристик [19]).

Остальные физические характеристики определяются расчетным методом.

Методы, применяемые при определении прочностных и деформационных характеристик грунтов в соответствии с ГОСТ 12248-2010.

Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости [21]:

- испытанием грунтов методом одноплоскостного среза определяют угол внутреннего трения φ и удельное сцепление c для песков и глинистых грунтов. Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в одноплоскостных срезных приборах с фиксированной плоскостью среза путем сдвига одной части образца относительно другой его части касательной нагрузкой при одновременном нагружении образца нагрузкой, нормальной к плоскости среза. Испытания будут выполнены по консолидировано-дренированной схеме;

- испытание грунта методом компрессионного сжатия проводят для определения модуля деформации E . Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в компрессионных приборах, исключающих возможность бокового расширения образца грунта при его нагружении вертикальной нагрузкой. Испытания будут проводиться по двум кривым до нагрузки 0,3 МПа.

Для оценки коррозионной агрессивности грунта по отношению к стали определяют удельное электрическое сопротивление грунта, измеренное в лабораторных условиях, и среднюю плотность катодного тока при смещении потенциала на 100 мВ отрицательней стационарного потенциала стали в грунте. Если при определении одного из показателей установлена высокая коррозионная агрессивность грунта, то другой показатель не определяют. Испытания проводятся в соответствии с ГОСТ 9.602-2016. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии [12].

Определение удельного электрического сопротивления

Для определения удельного электрического сопротивления грунта отбирают пробы грунтов в шурфах, скважинах и траншеях из слоев, расположенных на глубине прокладки сооружения, с интервалами от 50 до 200 м на расстоянии от 0,5 до 0,7 м от боковой стенки трубы. Для пробы берут от

1,5 до 2 кг грунта, удаляют твердые включения размером более 3 мм. Отобранную пробу помещают в полиэтиленовый пакет и снабжают паспортом, в котором указывают номера объекта и пробы, место и глубину отбора пробы.

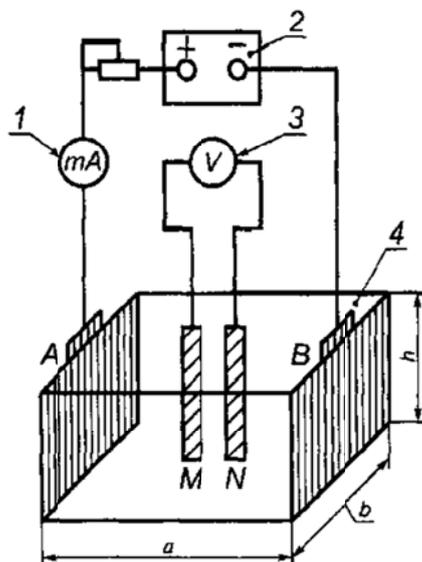


Рис. 3.5 Схема установки для определения удельного электрического сопротивления грунта в лабораторных условиях. 1 - миллиамперметр; 2 - источник тока; 3 - вольтметр; 4 - измерительная ячейка размерами a , b , h (см. А.2.2); А и В - внешние электроды; М и N - внутренние электроды

Определение средней плотности катодного тока (ГОСТ 9.602-2016 [12])

Сущность метода заключается в определении средней плотности катодного тока, необходимого для смещения потенциала стали в грунте на 100 мВ отрицательнее потенциала коррозии.

Отобранную пробу загружают в ячейку, сохраняя естественную влажность грунта. Если при хранении проб после их отбора возможно изменение естественной влажности грунта, определяют влажность отобранной пробы по ГОСТ 5180-2015 [19]. Перед испытанием вновь определяют влажность пробы грунта и доводят ее до естественной с помощью дистиллированной воды.

На дно ячейки насыпают на высоту 20 мм грунт и уплотняют. Рабочий и вспомогательный электроды устанавливают вертикально неизолированными поверхностями друг к другу на расстоянии 3-4 см. Затем грунт укладывают в

ячейку послойно (один-три слоя) с последовательным трамбованием слоев, добиваясь максимально возможного уплотнения. Расстояние от верхней кромки рабочего электрода до поверхности грунта – 50 мм. Электрод сравнения устанавливают сверху ячейки в грунт, заглубляя его на 1,0-1,5 см.

Одним и тем же грунтом заполняют три ячейки и параллельно выполняют три измерения силы катодного тока I_k в микроамперметрах в каждой ячейке.

Собирают установку по схеме, приведенной на рисунке 3.5, с использованием прерывателя тока и вольтметра или с использованием специального прибора, включающего в себя прерыватель тока.

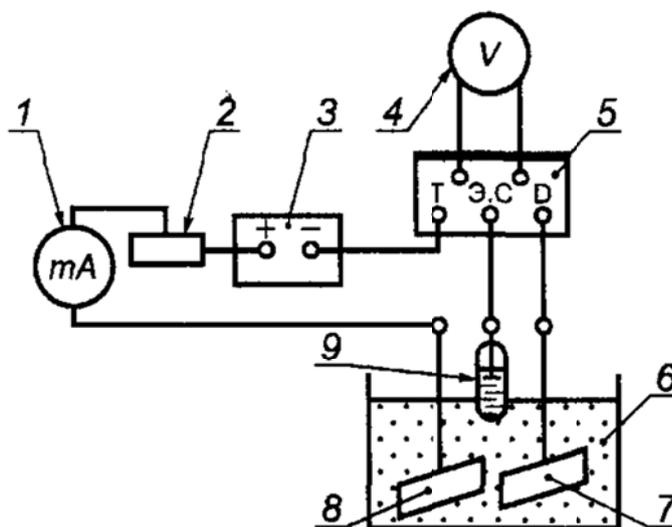


Рис. 3.6 Схема установки для определения плотности катодного тока. 1 - миллиамперметр; 2 - регулируемое сопротивление; 3 - источник постоянного тока; 4 - вольтметр; 5 - прерыватель тока с клеммами для подключения электродов: Т-вспомогательного, Э.С - сравнения, D - рабочего; 6 - ячейка; 7 - рабочий электрод; 8 - вспомогательный электрод; 9 - электрод сравнения

Проведение измерений

Рабочий электрод выдерживают в грунте до включения поляризации от 15 до 20 мин и измеряют его потенциал коррозии относительно электрода сравнения.

Катодную поляризацию осуществляют, подключая рабочий электрод к отрицательному полюсу источника постоянного тока, а вспомогательный

электрод – к положительному. Потенциал электрода смещают на 100 мВ отрицательнее его стационарного потенциала, исключая омическую составляющую из измеряемого потенциала рабочего электрода E_1' в милливольтгах, путем разрыва цепи в момент измерения.

Измеряют силу тока I_k в микроамперах. Если сила тока I_k постоянна или уменьшается во времени, то длительность поляризации составляет 15 мин, в течение которых измеряют и записывают три-четыре значения I_k и соответствующее время измерения t . Если сила тока во времени растет, то измеряют и записывают I_k пять-шесть раз в течение 40 мин или в более короткий промежуток времени. Сила тока более 200 мкА (2×10^{-4} А) с учетом рабочей поверхности электрода 10 см^2 характеризует высокую коррозионную агрессивность грунта.

Последнее значение силы тока в каждой ячейке берут для вычисления среднеарифметического значения силы катодного тока $I_{k, \text{cp}}$ по результатам параллельных измерений в трех ячейках и последующего определения средней плотности катодного тока i_k .

Обработка результатов измерений

Среднюю плотность катодного тока i_k , А, вычисляют по формуле

$$i_k = \frac{I_{k, \text{cp}}}{0,001}, \quad (3.1)$$

где $I_{k, \text{cp}}$ – среднеарифметическое значение силы катодного тока по результатам измерений в трех параллельных ячейках, А;

0,001 – площадь поверхности рабочего электрода, м^2 .

Геофизические работы

Определение удельного электрического сопротивления грунта (ГОСТ 9.602-2016 [12])

Симметричное электропрофилеирование будет производиться прибором Электротест-С, электродами в виде стальных стержней длиной от 250 до 350 мм и диаметром от 15 до 20 мм.

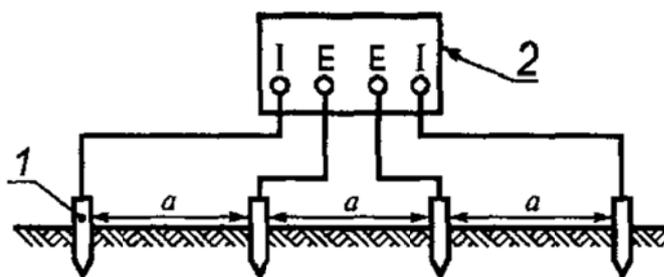


Рис 3.7 Схема определения удельного сопротивления грунта. 1 - электрод, 2 - прибор с клеммами: I - силы тока; E - напряжения; a - расстояние между электродами

Проведение измерений

Удельное электрическое сопротивление грунта измеряется непосредственно на площадке проектируемой реконструкции.

Электроды размещают на поверхности земли. Измерения выполняют с интервалом от 50 до 200 м в период, когда на глубине заложения сооружения отсутствует промерзание грунта.

Глубина забивания электродов в грунт должна быть не более 1/20 расстояния между электродами.

Обработка результатов измерения

Удельное электрическое сопротивление грунта ρ Ом·м, вычисляют по формуле:

$$\rho = 2\pi R_{г.п} a, \quad (3.2)$$

где $R_{г.п}$ - электрическое сопротивление грунта, измеренное прибором, Ом;

a - расстояние между электродами, равное глубине (для кабелей связи – двойной глубине) прокладки подземного сооружения, м.

Степень коррозионной агрессивности грунтов определяется в соответствии с таблицей 3.9.

Таблица 3.9 Коррозионная агрессивность грунта по отношению к углеродистой и низколегированной стали (ГОСТ 9.602-2016 [12])

Коррозионная агрессивность грунта	Удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м	Средняя плотность катодного тока, А/м ²
Низкая	Св. 50	До 0,05 включ.
Средняя	От 20 до 50 включ.	От 0,05 до 0,20 включ.
Высокая	До 20	Св. 0,20

Определение наличия блуждающих токов в земле (ГОСТ 9.602-2016 [12])

Измерение разности потенциалов по схеме «земля-земля» для определения наличия блуждающих токов выполнено прибором ЭВ-2234, медносульфатными электродами.

Проведение измерений

Медно-сульфатные электроды будут расположены на поверхности земли в пределах площадки проектируемой реконструкции.

Разность потенциалов измеряют между двумя точками земли по двум взаимно перпендикулярным направлениям при разносе измерительных электродов на 100 м для обнаружения блуждающих токов.

Показания вольтметра снимают через каждые 10 с в течение 10 мин в каждой точке.

Обработка результатов измерений

Если измеряемое значение превышает (по абсолютной величине) 0,040 В или наибольший размах колебаний измеряемой величины (разность наибольшего и наименьшего значений) во времени превышает 0,040 В (в обоих случаях с учетом различия потенциалов между применяемыми электродами сравнения), то в данном пункте измерения регистрируют наличие блуждающих токов.

Камеральные работы

Камеральная обработка результатов полевых и лабораторных исследований грунтов включает в себя анализ результатов полевых и лабораторных работ, выделение инженерно-геологических элементов, построение геологических колонок и разрезов, составление отчета,

содержащего выводы и рекомендации по инженерно-геологическим условиям участка проектируемого строительства.

Камеральная обработка полученных материалов делится на два этапа. Первый, предварительный этап проводится во время производства полевых работ, второй, окончательный – после их завершения и выполнения лабораторных исследований.

На предварительном этапе происходит текущая обработка материалов изысканий, т.е. систематизация записей маршрутных наблюдений, образцов грунтов и проб воды для лабораторных исследований, составление графиков обработки полевых исследований грунтов, увязка между собой результатов отдельных видов инженерно-геологических работ (геофизических, гидрогеологических, полевых исследований грунтов и др.), составление колонок (описаний) горных выработок, предварительных инженерно-геологических разрезов, карты фактического материала, предварительных инженерно-геологических и гидрогеологических карт и пояснительных записок к ним.

При окончательной камеральной обработке производится уточнение и доработка предварительных материалов и составление полного технического отчета о результатах инженерно-геологических изысканий.

Камеральная обработка материалов должна быть выполнена в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 [16], ГОСТ 20522-2012 [13] и ГОСТ 25100-2011 [18].

При графическом оформлении инженерно-геологических карт, разрезов и колонок условные обозначения элементов геоморфологии, гидрогеологии, тектоники, залегания слоев грунтов, а также обозначения видов грунтов и их литологических особенностей следует принимать в соответствии с ГОСТ 21.302-2013. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям [25].

Камеральная обработка будет производиться в следующих программах:

- в офисном пакете программ Microsoft Office будет выполнена пояснительная записка и большинство текстовых приложений;
- в программе AutoCad выполняется окончательная обработка инженерно-геологических разрезов и колонок, карт фактического материала;

- в программном комплексе Credo выполняется построение разрезов и колонок;
- обработка лабораторных данных производится в программе Laboratory v1.4.

4 СОЦИАЛЬНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

Барнаул – это крупный населенный пункт, важный транспортный узел России. Географически город Барнаул находится на пересечении трансконтинентальных транзитных грузовых и пассажирских потоков между Среднеазиатским и Сибирским регионами. Важный научный, медицинский и образовательный центр Сибири.

Барнаул расположен в лесостепной зоне Западно-Сибирской равнины, на северо-востоке Приобского плато, в верхнем течении Оби на ее левом берегу, в месте впадения реки Барнаулки в Обь.

Целью выполнения инженерных изысканий является подготовка данных для разработки проектной документации для строительства общежития по ул. Сизова в г. Барнауле.

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

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

4.1 Производственная безопасность

При производстве инженерно-геологических работ необходимо руководствоваться И-ОИЗ-02-2010 [28].

4.1.1 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Полевой этап

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

При работе в полевых условиях используются движущиеся механизмы, а также оборудование, которое имеет острые кромки (буровая установка и инструмент). Все это может привести к несчастным случаям, поэтому очень важным считается проведение различных мероприятий и соблюдение техники безопасности. Для этого каждого поступающего на работу человека, обязательно нужно проинструктировать по технике безопасности при работе с тем или иным оборудованием; обеспечить медико-санитарное обслуживание. Основным документом, регламентирующим работу с производственным оборудованием, является ГОСТ 12.2.003-91 [30].

До начала бурения следует тщательно проверить исправность всех механизмов буровой установки и другого вспомогательного оборудования. Обнаруженные неисправности должны быть устранены до начала работ.

В процессе бурения скважин необходимо соблюдать рекомендуемые инструкциями технологические режимы и способы производства работ.

Разработка мероприятий по технике безопасности должна занимать важное место в деятельности изыскательских организаций.

Согласно ГОСТ 12.2.061-81 [44] и ГОСТ 12.2.062-81[45] все опасные зоны оборудуются ограждениями. Согласно ГОСТ 12.4.026-76 [46] вывешиваются инструкции, и плакаты по технике безопасности, предупредительные надписи и знаки, а так же используются сигнальные цвета. Вращающиеся части, и механизмы оборудуются кожухами и ограждениями. Своевременно производится диагностика оборудования, техническое обслуживание и ремонт. Средство индивидуальной защиты: каска, которая выдается каждому члену бригады согласно ГОСТ 12.4.011-89 [47].

Лабораторный и камеральный этапы

Электрический ток

Источником электрического тока в помещении может выступать неисправность электропроводки, любые неисправные электроприборы. Все токоведущие части электроприборов должны быть изолированы или закрыты кожухом.

Основная причина смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током – нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ 12.1.019-2009 [48].

При гигиеническом нормировании ГОСТ 12.1.038–82 [31] устанавливаются предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц.

Помещение лаборатории по опасности поражения людей электрическим током, согласно ПУЭ [49], относится к помещениям *без повышенной опасности* поражения людей электрическим током, которые характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность.

Мероприятия по обеспечению электробезопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.019-79 [48], ГОСТ 12.1.030-81 [33] и ГОСТ 12.1.038-82 [31]: организация регулярной проверки изоляции токоведущих частей оборудования лаборатории и камерального помещения; защитное заземление, с помощью которого уменьшается напряжение на корпусе относительно земли до безопасного значения; зануление; автоматическое отключение; обеспечение недоступности токоведущих частей при работе; регулярный инструктаж по оказанию первой помощи при поражении электрическим током.

Статическое электричество

Нормирование уровней напряженности ЭСП осуществляют в соответствии с ГОСТ 12.1.045-84 [50] в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряжения

ЭСП $E_{\text{пред}}$ равен 60 кВ/м в течение 1ч. Воздействие электростатического поля (ЭСП) на человека связано с протеканием через него слабого тока (несколько микроампер). Электротравм никогда не наблюдается, однако вследствие рефлекторной реакции на ток возможна механическая травма при ударе о рядом расположенные элементы конструкций, падении с высоты.

4.1.2 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Полевой этап

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

Трудовая деятельность человека всегда протекает в определенных метеорологических условиях. Они определяются сочетанием температуры воздуха, скорости его движения, относительной влажности, барометрическим давлением и тепловым излучением от нагретых поверхностей. Если работа выполняется на открытых площадках, то метеорологические условия определяются климатическим поясом и сезоном года. Неблагоприятные климатические условия могут негативно сказываться на здоровье человека, снижать его трудоспособность и производительность труда (Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности [7]).

Полевые работы в климатических условиях г. Барнаула можно проводить круглый год. Следует воздержаться от выезда в поле в периоды с экстремально низкими или высокими температурами.

Климат района резко континентальный с холодной зимой и коротким жарким летом.

Среднегодовая температура воздуха за 120-летний период 1881-1999 г.г. составила + 2,2⁰ С (СП 131.13330.2012. Строительная климатология [11]).

Для защиты от неблагоприятного воздействия климатических факторов (Межотраслевые правила обеспечения работников специальной одеждой и обувью и другими средствами индивидуальной защиты [51]) предусматриваются следующие виды средств индивидуальной защиты:

спецодежда (костюм хлопчатобумажный, костюм с водоотталкивающей пропиткой, костюм от дождя); специальная обувь (ботинки кожаные, сапоги резиновые); средства защиты рук (перчатки хлопчатобумажные и резиновые); головные уборы (шапки и панамы).

Превышение уровней шума и вибрации

С точки зрения безопасности труда в геологоразведочном деле вибрация и шум – одни из наиболее распространенных вредных производственных факторов на производстве (эксплуатация буровых станков при бурении скважин, производство гидрогеологических откачек). Шум и вибрация относятся к механическим колебаниям.

Таблица 4.2 Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука [34]

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
	Фактические значения уровней звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									
	95	85	80	73	71	54	67	61	59	68

Согласно таблице 4.2 фактические значения уровней шума не превышают допустимых значений.

Основные мероприятия по борьбе с шумом: качественное изготовление деталей станков и машин; замена металлических соударяющихся деталей на неметаллические; правильная организация труда и отдыха (устройство кратковременных перерывов в работе); применение средств индивидуальной защиты (противошумные вкладыши, противошумные наушники, шлемофоны и др.).

В результате исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума

различно: затрудняет разборчивость речи, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются в ГОСТ 12.1.003-83 (табл. 3.12) [34].

Вибрацию вызывают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе различных машин и механизмов [7].

Источником вибрации является буровая установка и установка динамического зондирования.

К основным нормативным документам, регламентирующим вибрацию, относится ГОСТ 12.1.012-90 [35].

Таблица 4.3 Гигиенические нормы уровней виброскорости [35]

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
Транспортная	132	123	114	108	107	107	107	-	-	-	-
Транспортно-технологическая		117	108	102	101	101	101	-	-	-	-
Технологическая	-	108	99	93	92	92	92	-	-	-	-
Локальная вибрация	-	-	-	115	109	109	109	109	109	109	109
Фактический уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц											
Транспортная	127	115	103	95	91	93	92	-	-	-	-
Транспортно-технологическая	-	104	90	85	74	89	75	-	-	-	-
Технологическая	-	86	93	75	79	78	81	-	-	-	-
Локальная вибрация	-	-	-	100	93	96	91	87	83	83	89

Согласно таблице 4.3 фактические значения уровней виброскорости не превышают допустимых значений.

Основные мероприятия по борьбе с вибрацией: виброизоляция – применение пружинных, резиновых и других амортизаторов или упругих прокладок; правильная организация труда и отдыха: кратковременные перерывы в работе (по 10-15 мин. через каждые 1-1,5 часа работы); активная гимнастика рук, теплые водяные ванны для конечностей и другие; применение средств индивидуальной защиты. В качестве средств индивидуальной защиты

применяются рукавицы с прокладкой на ладонной поверхности и обувь на толстой мягкой подошве, согласно ГОСТ 12.4.011-89 [47].

Лабораторный и камеральный этапы

Отклонение показателей микроклимата помещений

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м² при облучении 50% поверхности человека и более, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [43].

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия соответствующие [43]. Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочем помещении представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений [43]

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение
Холодный	IIa	20,0	17,0-23,0	70	15-75	0,2	0,2
	Iб	22,0	19,0-24,0	70	15-75	0,1	0,1
Теплый	IIa	21,3	18,0-27,0	65	15-75	0,2	0,2
	Iб	22,0	20,0-28,0	70	15-75	0,1	0,1

Примечание: К категории IIa относятся работы с интенсивностью энергозатрат 151-200 ккал/час, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения – грунтовая лаборатория.

К категории Iб относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/час, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением – камеральные помещения.

Согласно таблице 4.4 фактические параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений не превышают допустимых значений.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Нормирование освещенности производится в соответствии с СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03 [40]. В нормах регламентируется ряд требований к качеству освещения: равномерное распределение яркости и отсутствие резких теней; в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость; освещенность должна быть постоянной во времени; оптимальная направленность светового потока; освещенность должна иметь спектр, близкий к естественному (Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности [7]).

Согласно действующим строительным нормам и правилам для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещённость рабочих мест, а для естественного и совмещённого – коэффициент естественной освещённости (КЕО). Нормирование освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами, которые устанавливают минимальный (нормативный) показатель освещенности (СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03 [40]).

Нормы освещённости зависят от принятой системы освещения. Так, при комбинированном искусственном освещении, как более экономичном, нормы выше, чем при общем. При этом освещённость, создаваемая светильниками общего освещения, должна составлять 10% от нормируемой, но не менее 300-500 лк, а комбинированная – 750 лк (СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03 [40]).

Рекомендуемая освещённость для работы с экраном дисплея составляет 200 лк, а при работе с экраном в сочетании с работой над документами – 400 лк (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03) [38].

Согласно таблице 4.5 фактические параметры естественного и искусственного освещения соответствуют нормам.

Превышение уровней электромагнитного и ионизирующего излучения

Оценка опасности воздействия магнитного поля на человека производится по величине электромагнитной энергии, поглощенной телом человека. Уровни допустимого облучения определены в ГОСТ 12.1.006-84 [53].

К основным методам защиты от электромагнитных излучений относятся: рациональное размещение излучающих и облучающих объектов; ограничение времени нахождения работающих в электромагнитном поле (не более двух часов в день); защита расстоянием (не менее 600-700 мм от экрана дисплея).

Таблица 4.5 Нормируемые параметры естественного и искусственного освещения (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03)

Наименование позиций	Тип светильника и источника света	Коэффициенты естественной освещенности, КЕО, %		Освещенность при совмещенной системе, лк	
		Фактические	Норм. значение	Фактические	Норм. значение
Грунтовая лаборатория	Люминесцентная лампа, при верхнем или комбинированном освещении	4,5	4,0	3,5	3,5
	Люминесцентная лампа, при боковом освещении	2,0	1,5	1,5	1,2
Камеральное помещение	Люминесцентная лампа, при верхнем или комбинированном освещении	2,5	2,4	2,5	2,1
	Люминесцентная лампа, при боковом освещении	1,0	0,9	1,0	0,7

Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

При проведении лабораторных исследований в воздух выделяются вредные и опасные твердые и жидкие вещества, а также пары и газы. Пары и газы образуют с воздухом смеси, а твердые и жидкие частицы образуют аэродисперсные системы – аэрозоли.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны регламентирует ГОСТ 2.25.686-98.

Для воздуха рабочей зоны производственных помещений и открытых площадок в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 [36] устанавливают предельно

допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ. ПДК выражаются в миллиграммах (мг) вредного вещества, приходящегося на 1 кубический метр воздуха, т. е. мг/м³. ПДК пыли приведены в таблице 4.6

Таблица 4.6 Предельно-допустимые концентрации пыли в (ГОСТ 12.1.005-88 [36])

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

Мероприятия для снижения содержания пыли в воздухе рабочей зоны: увлажнение обрабатываемых материалов предупреждает пыление, попадание частиц пыли в воздух рабочей зоны; использование вентиляции; применение средств индивидуальной защиты.

Превышение уровня шума на рабочем месте

В лабораторном этапе выполнения инженерно-геологических исследований, шум вызывают дробильные установки. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются ГОСТ 12.1.003-83 [34].

Таблица 4.7 Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука [34]

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Помещения лабораторий для проведения экспериментов	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
	Фактические значения									
	91	83	72	65	61	52	51	53	54	59

Согласно таблице 4.7 фактические уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука не превышают допустимых значений.

На данном, лабораторном этапе эффективными мероприятиями по борьбе с вредным фактором являются: правильная организация труда и отдыха

(устройство кратковременных перерывов в работе); применение средств индивидуальной защиты (противошумные вкладыши, противошумные наушники, шлемофоны и др.).

Монотонность труда и умственное перенапряжение

Факторы трудового процесса – тяжесть труда и монотонность труда проводится в соответствии с руководством Р 2.2.2006–05 [32].

В соответствии с Р 2.2.2006-05 [32] класс условий труда по напряженности трудового процесса характеризуется как вредный.

На нормализацию условий труда направлены следующие мероприятия: чередование периодов работы и отдыха; двукратный отпуск в течение одного года работы; целесообразность пятидневной рабочей недели с двумя выходными днями подряд (Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности [7]).

4.2 Экологическая безопасность

Вредные воздействия на геологическую среду и природоохранные мероприятия при инженерно-геологических работах классифицируются во «Временных методических рекомендациях по обоснованию природоохранных затрат при производстве геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые» [55].

Причины, влияющие на окружающую среду, могут быть следующими: неправильная прокладка дорог и размещение буровых установок; планировка буровых площадок; нерациональное использование земельных участков под буровые установки; несоблюдение правил и требований.

В процессе бурения выполняют следующие охранные мероприятия: конструкции скважин должны обеспечивать изоляцию подземных вод от поверхностных и грунтовых; промывочные жидкости и химические реагенты, применяемые для промывки должны исключать загрязнение подземных вод; слив использованного промывочного раствора и химических реагентов в открытые водные бассейны и непосредственно на почву запрещается; все

использованные жидкости и химические реагенты вывозятся в специальные места для захоронения.

По окончании буровых работ должна быть проведена рекультивация, то есть комплекс мероприятий по восстановлению земельных отводов. Оборудование и железобетонные покрытия демонтируют и вывозят, остатки дизельного топлива и моторного масла сжигают, глинистый раствор вывозят, нарушенный растительно-почвенный покров закрывают дерном и почвенным слоем. Проводят биологическую рекультивацию – озеленение.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

ЧС могут быть классифицированы по значительному числу признаков: по происхождению (антропогенные, природные); по продолжительности (кратковременные, затяжные); по характеру (преднамеренные, непреднамеренные); по масштабу распространения.

На проектируемом участке могут возникнуть следующие чрезвычайные ситуации:

Техногенного характера (крушения и аварии товарных поездов, авиационные катастрофы в аэропортах и населенных пунктах, пожары (взрывы) в зданиях, сооружениях жилого, социального и культурного назначения, аварии на канализационных системах с массовым выбросом загрязняющих веществ);

Природного характера (землетрясения, сели, абразия, эрозия, цунами, сильное волнение (5 баллов и более), сильное колебание уровня моря, высокие уровни вод (наводнения), лесные пожары и тд).

На участке проектируемого строительства, факторы природного характера отсутствуют.

Пожарная и взрывная безопасность

Основными причинами пожаров на производстве являются:

1) Причины электрического характера (короткие замыкания, перегрев проводов);

2) Открытый огонь (сварочные работы, костры, курение, искры от автотранспорта и неомедненного инструмента);

3) Удар молнии;

4) Разряд зарядов статического электричества (Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности [7]).

Помещение лаборатории и камеральное помещение по пожарной взрывной относятся к категории В – пожароопасное. Горючие и трудногорючие твердые материалы (в том числе пыли и волокна, мебель), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.

Для устранения причин пожара электрического характера необходимо: регулярно контролировать сопротивление изоляции электрической сети, принять меры от механических повреждений электрической проводки. Во всех электрических цепях устанавливается отключающая аппаратура (предохранители, магнитные пускатели, автоматы). Сечение проводов электрической сети должно соответствовать установленной мощности.

Весь автотранспорт при работе во взрывоопасных зонах снабжаются искрогасителями. В этих зонах также обязательно использование омедненного инструмента.

Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, проходят специальную противопожарную подготовку, которая состоит из первичного и вторичного противопожарных инструктажей. По окончании инструктажей проводится проверка знаний и навыков. Результаты проверки оформляются записью в «Журнал регистрации обучения видов инструктажа по технике безопасности» согласно ГОСТ 12.1.004-91 [57].

Для быстрой ликвидации возможного пожара на территории базы располагается стенд с противопожарным оборудованием согласно ГОСТ 12.1.004-91 [57]: огнетушитель марки ОВП-10 и ОП-10 (з) – 2 шт; ведро пожарное – 2 шт; багры – 3 шт; топоры – 3 шт; ломы – 3 шт; ящик с песком, 0,2 м³ – 2 шт.

Согласно СНиП 21-01-97 [37] эвакуационными выходами считаются такие, которые ведут: а) из помещений первого этажа непосредственно (или через коридор, вестибюль, лестничную клетку) наружу; б) из помещений любого этажа, кроме первого, в коридор или проход, ведущий к лестничной клетке или непосредственно в лестничную клетку, имеющую выход наружу; в) из помещения в соседние помещения в том же этаже, обеспеченные выходами наружу непосредственно или через коридор, вестибюль, лестничную клетку.

Суммарная ширина лестничных маршей в зависимости от количества людей, находящихся в наиболее населенном этаже, кроме первого, а также ширина дверей, коридоров или проходов на пути эвакуации во всех этажах должны применяться не менее 0,6 м на 100 человек. Минимальная ширина эвакуационных дверей – 0,8 м, высота дверей и проходов – не менее 2 м. Ширину проходов, коридоров, дверей, лестничных маршей и площадок лестниц следует принимать следующей (в м): проход от 1,0; дверь от 0,8 до 2,4; лестничный марш от 1,05 до 2,4; площадка лестницы 1,05 (не менее ширины марша).

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

К выполнению буровых работ допускаются лица, возраст которых соответствует установленному законодательством, прошедшие медицинский осмотр в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, имеющие соответствующую квалификацию и допущенные к самостоятельной работе в установленном порядке. Каждый рабочий должен быть проинструктирован по безопасности труда. Работники в зависимости от условий работы и принятой технологии производства должны быть обеспечены соответствующими средствами индивидуальной и коллективной защиты. Каждый участок, место, где обслуживающий персонал находится постоянно, необходимо оборудовать круглосуточной телефонной (радиотелефонной) связью с диспетчерским пунктом или руководством участка данного объекта. На рабочих местах, а также в местах, где возможно

воздействие на человека вредных и (или) опасных производственных факторов, должны быть размещены предупредительные знаки и надписи. При возникновении несчастного случая пострадавший или очевидец немедленно должен сообщить непосредственному руководителю работ, который обязан организовать первую помощь пострадавшему и его доставку в медицинский пункт, а также сообщить о случившемся руководителю подразделения [74].

Проектируемые работы будут проводиться на территории г. Барнаула Алтайского края. Согласно Справочнику базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства [58] данный район приурочен к территориям, где к заработной плате работников применяется коэффициент 1.15.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Основным объектом в производственных условиях является рабочее место, представляющее собой в общем случае пространство, в котором может находиться человек при выполнении производственного процесса. Согласно ГОСТ 12.2.032-78 при организации рабочих мест необходимо учитывать то, что конструкция рабочего места, его размеры и взаимное расположение его элементов должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим данным человека, а также характеру.

Помещение должно быть просторным, хорошо проветриваемым и в меру светлым. Для борьбы с пылью и жарой устанавливаются кондиционеры.

Организуя сидячее рабочее место, необходимо обращать внимание на следующие факторы: высоту рабочей поверхности и размеры рабочей зоны, возможности регулировать эти параметры под индивидуальные особенности организма работающего; высоту и строение опорной поверхности (плоская опорная поверхность, седловидная опорная поверхность, наклонные распределенные опорные поверхности); пространство для ног.

Взаимное расположение и компоновка рабочих мест должны обеспечивать безопасный доступ на рабочее место и возможность быстрой эвакуации в случае опасности.

Конструкция и расположение средств отображения информации, предупреждающих о возникновении опасных ситуаций, должны обеспечивать безошибочное, достоверное и быстрое восприятие информации. Акустические средства отображения информации следует использовать, когда зрительный канал перегружен информацией, в условиях ограниченной видимости, монотонной деятельности [55].

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

5.1 Техническое задание на производство инженерно-геологических изысканий, виды и объемы проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания

Проектом предусмотрено проведение инженерно-геологических изысканий с целью изучения инженерно-геологических условий участка строительства здания общежития для стадии рабочей документации.

Участок строительства находится по ул. Сизова в восточной части г. Барнаула Алтайского края.

Инженерно-геологические условия территории оцениваются как средней сложности – II, согласно СП 11-105-97, Приложение Б [17]. Для расчёта сметы на инженерно-геологические изыскания рассмотрим параметры технического задания.

Таблица 5.1 Техническое задание

Полное наименование объекта	Здание общежития по ул. Сизова в г. Барнауле
Вид строительства	Новое
Цели и виды инженерных изысканий	Комплексное изучение инженерно-геологических условий участка изысканий на стадии РД
Основание на производство инженерных изысканий	Задание проектной организации
Стадийность работ	Рабочая документация в 2018 году
Сроки проектирования и строительства	2018-2020 гг.
Сведения о ранее выполненных инженерных изысканиях	Инженерные изыскания, выполненные АО «АлтайТИСИЗ» для стадии проекта в 2016 г.
Данные о характере и размерах проектируемых сооружений, их уровни ответственности (по ГОСТ 27751-95)	16-этажный жилой дом размерами в плане 55,0x14,0 м, II уровня ответственности, на свайном фундаменте
Перечень нормативных документов, в соответствии с требованиями которых необходимо выполнять инженерные изыскания.	Все действующие нормативные документы
Требования к точности, надежности, достоверности и обеспеченности необходимых данных и	Доверительную вероятность расчетных значений характеристик грунтов следует устанавливать в соответствии с требованиями СП 22.13330 (при

Полное наименование объекта	Здание общежития по ул. Сизова в г. Барнауле
характеристик при инженерных изысканиях для строительства	расчетах по деформациям – 0.85 и по несущей способности – 0.95)

Для определения денежных затрат, связанных с выполнением инженерно- геологических работ, необходимо определить прежде всего время на выполнение отдельных видов работ, спланировать их параллельное или последовательное выполнение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ. Основой для составления полной сметной стоимости проекта является сводная таблица видов и объемов работ.

Виды и объемы проектируемых работ назначаются согласно требованиям нормативных документов, действующих на территории РФ – СП 47.13330.2016, СП 11-105-97.

Основанием для проектно-сметных расчетов являются: «Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» приказ №108 1993г; СН-93 [65]; ЕНВиР-И-83 часть 2 [64]; справочник базовых цен [66].

Геолого-методической частью проекта предусматривается следующий перечень видов и объемов работ, приведенной в таблице 5.2.

Таблица 5.2 Сводная таблица видов и объемов работ

Виды работ	Единица измерения	Объемы работ	Нормативный документ, методика работ
Буровые работы, опробование грунтов			
Инженерно-геологическое рекогносцировочное обследование	га	0,1	СП 11-105-97 Часть I
Предварительная разбивка и плано-высотная привязка	выраб.	10	СП 11-104-97
Ударно-канатное и вдавливающее бурение	п.м.	57	СП 11-105-97 Часть I
Отбор образцов ненарушенного сложения	обр.	40	ГОСТ 12071-2014
Отбор образцов грунтов для спец. исследований: - водная вытяжка - удельное электрическое сопротивление (УЭС) грунтов - коррозионная агрессивность грунтов к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля	обр.	6 3 3	ГОСТ 12071-2014
Полевые опытные исследования и геофизические измерения			
Испытания грунтов методом статического зондирования	точка	7	ГОСТ 19912-2012
Определение удельного электрического сопротивления	точка	2	ГОСТ 9.602-2016
Определение наличия блуждающих токов	точка	2	ГОСТ 9.602-2016
Лабораторные исследования			
Природная влажность	опр.	40	ГОСТ 5180-2015
Пределы пластичности	опр.	40	ГОСТ 5180-2015
Плотность грунта	опр.	40	ГОСТ 5180-2015
Плотность частиц грунта	опр.	40	ГОСТ 5180-2015
Определение грансостава ситовым методом	опр.	20	ГОСТ 12536-2014
Сопротивление срезу	опр.	24	ГОСТ 12248-2010
Компрессионное сжатие	опр.	24	ГОСТ 12248-2010
Водная вытяжка	анализ	6	ГОСТ 26423-85- ГОСТ 26428-85
Удельное электрическое сопротивление (УЭС) / средняя плотность катодного тока	опр.	3	ГОСТ 9.602-2016
Коррозионная агрессивность грунтов к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля	опр.	3	ГОСТ 9.602-2016
Камеральные работы			
Написание отчета	отчет	1	

5.2 Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания

Расчет затрат времени произведен по единым нормам времени в соответствии с ССН.

Расчет затрат времени (N_i) по каждому виду работ:

$$N_i = H_{Bp} \times K \times V_i, \quad (5.1)$$

где $N_{вр}$ – норма времени на выполнение единицы i -го вида проектируемых работ;

K – поправочный коэффициент, учитывающий изменение затрат времени в связи с отклонением условий от нормализованных;

V_i – объем i -го вида работ.

Топогеодезические работы

Топографо-геодезические работы проектируются для выноса в натуру, инструментальной плановой и высотной привязки горных выработок к опорной государственной топогеодезической сети. Общее количество точек, подлежащих выносу в натуру и привязка, составляет десять точек.

Таблица 5.3 Затраты времени на топогеодезические работы

№ п.п	Виды работ	Ед. изм.	Объём работ	Нормы времени	Источник нормы	Затраты времени на объём (бр.-дн.)
1.	Планово-высотная привязка	точка	10	0,11	ССН-93 вып.9, табл. 6	1,1
Итого:						1,1

Таблица 5.4 Затраты труда на топогеодезические работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объём (чел.-дн.)
Начальник	ССН-93 вып.9, табл. 51	0,3	0,33
Техник геодезист I категории		0,11	0,12
Замерщик 3 разряда		0,11	0,12
Итого:			0,57

Буровые и горно-проходческие работы

В данном проекте буровые работы необходимы для составления геологического разреза и отбора проб грунтов с целью изучения их состава, состояния и физико-механических свойств в лабораторных условиях. Бурение инженерно-геологических скважин, планируется осуществлять самоходной буровой установкой УГБ-1ВС на базе а/м ЗИЛ-131, ударно-канатным и вдавливающим способами, диаметрами 127 и 146 мм.

Скважины размещаются в пределах контура проектируемого здания. Проектом предусматривается бурение 3 скважин глубиной по 19,0м. Общий объем буровых работ составит 57 п.м.

Таблица 5.5 Затраты времени на буровые работы

№ п.п	Виды работ	Категория пород	Объём работ	Нормы времени	Источник нормы	Затраты времени на объём (ст.-см.)
1.	Ударно-канатное бурение (II кат. –127-168 мм)	II	57 м	0,063	ССН-93 вып.5, табл. 174а	3,59
Итого:						3,59
2.	Монтаж/демонтаж и перемещение буровой установки		3	0,70	ССН-93 вып.5, табл. 102	2,10
Итого:						2,10

Таблица 5.6 Затраты труда на буровые работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объём (чел.-дн.)
Машинист буровой установки	ССН-93 вып.5, табл. 182	1	3,59
Помощник машиниста буровой установки		1	3,59
Итого:			7,18

Таблица 5.7 Затраты труда на монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объём (чел.-дн.)
ИТР	ССН-93 вып.5, табл. 103	0,36	0,76
Рабочие		2,10	4,41
Итого:			5,17

Полевые работы

При проведении инженерно-геологических изысканий на данном участке предусматриваются полевые определения прочностных и деформационных характеристик методом статического зондирования. Глубина исследования 19 м.

Таблица 5.8 Затраты времени на полевые работы

№ п.п	Виды работ	Ед. изм.	Объём работ	Нормы времени	Источник нормы	Затраты времени на объём (бр.-см.)
1.	Статическое зондирование	точка	7	0,16	ЕНВиР, н.946	1,12
Итого:						1,12

Таблица 5.9 Затраты труда на полевые работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объём (чел.-дн.)
Бурильщик 3 разряда	ЕНВиР-И-83 ч.2	1	1,12
Помощник бурильщика 2разряда		1	1,12
Итого:			2,24

Опробование грунтов

Таблица 5.10 Затраты времени на опробование

№ п.п	Виды работ	Ед. изм.	Объём работ	Нормы времени	Источник нормы	Затраты времени на объём (бр.-см.)
1.	Отбор проб ненарушенного сложения	шт.	16 24	0,528 0,664	ЕНВиР, н.367, 368	8,45 15,94
Итого:						24,39

Таблица 5.11 Затраты труда на опробование

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объём (чел.-дн.)
Бурильщик 4 разряда	ССН-93 вып.1, ч.5 табл.474	1	24,39
Помощник бурильщика		1	24,39
Геолог I категории		0,05	1,22
Итого:			50,00

Лабораторные работы

Данный вид работ выполняется для определения физико-механических свойств горных пород. Лабораторные работы выполняются стандартными методами, согласно ГОСТам. Работы выполняются: начальником лаборатории, инженером-лаборантом и лаборантом по физико-механическим испытаниям.

Таблица 5.12 Затраты времени на лабораторные работы

№ п.п	Виды работ	Объём работ	Нормы времени	Нормы по ЕНВиР	Затраты времени на объём, ч
1.	Определение грансостава ситовым методом	20	1,04	н.1656	20,80
2.	Определение природной влажности	40	0,126	н.1622	5,04
3.	Определение границы текучести и раскатывания	20	0,954	н.1631	19,08
4.	Определение плотности грунта	40	0,296	н.1626	11,84
5	Определение плотности частиц грунта	40	0,339	н.1630	13,56
6.	Компрессионные испытания грунта с двумя ветвями компрессии	156	1,000	н.1646	156,00
7.	Испытание грунта методом одноплоскостного среза	72	2,000	н.1637	144,00
8.	Коррозионная активность грунтов к бетону, железобетону, свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля	15	3,50	н.1808	52,50
9.	Коррозионная активность грунтов к стали	2	0,40	ССН-93, вып. 7, табл. 7.1, н. 1085	0,80
Итого:					423,62 ч

Таблица 5.13 Затраты труда на лабораторные работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Начальник лаборатории	ССН-93 вып.7, табл.7.2	0,08	33,89
Инженер-лаборант		0,08	33,89
Техник-лаборант		0,08	33,89
Итого:			101,67

Камеральные работы

Камеральные работы являются заключительным этапом изысканий и в этот период производится анализ, интерпретация и обобщение всей собранной информации об инженерно-геологических условиях участка работ, конечным результатом которых является отчет об инженерно-геологических изысканиях. Планируемая длительность работ составляет 7 дней.

По проведенным расчетам составим таблицу необходимого времени на весь объем работ.

Таблица 5.14 Затраты времени на проектируемые работы

Виды работ	Затраты времени на весь объем работ
Подготовительные работы	1 день
Топогеодезические работы	1 день
Буровые работы	2 дня
Полевые работы	33 дня
Лабораторные работы	20 дней
Камеральные работы	5 дней

Как видно из таблицы 5.14 на бурение трех скважин и сопутствующие полевые работы необходимо больше месяца, а также для выполнения лабораторных и камеральных работ 25 дней. В настоящее время такая продолжительность работ заказчиком не приветствуется. Скорость выполнения работ является во многих случаях определяющим в выборе исполнителя, наряду с качеством, профессиональной подготовкой и ценой.

При проведении полевого этапа буровые работы и отбор проб производятся параллельно полевым работам, таким как статическое зондирование. Также часть полевых и лабораторных работ проводится параллельно камеральным работам. Поэтому в своей работе считаю возможным время выполнения работ установить исходя из опыта проведения данных работ предприятием в соответствии с реальными сроками - 30 календарных дней.

Календарный план работ по проекту представлен в таблице 5.15.

Таблица 5.15 Календарный план работ

Исполнители	Полевые работы	Лабораторные работы	Камеральные работы
Полевая группа	01.06.2018-04.06.2018		
Лабораторная группа		03.06.2018-25.06.2018	
Камеральная группа			24.06.2018-30.06.2018

5.3 Планирование и организация при производстве геологоразведочных работ

Поэтапный план

Поэтапный план составляется для того, чтобы уже на стадии планирования заказчик знал, какие виды работ будут выполняться в той или иной период времени и какими результатами они завершатся. Как указывалось выше, срок выполнения работ принимаем 30 дней.

Таблица 5.16 Поэтапный план работ

Количество рабочих дней	Виды работ	Результат
1	Проектно-сметный	Определен объем и содержание изыскательских работ, рассчитана смета
2	Подготовительный	Обеспечение проектно-сметной документацией, выбор площадки изысканий
2	Организационный	Составление календарного плана, распределение работ между сотрудниками
2	Полевые работы (буровые, статическое зондирование, опробование грунтов) и топогеодезические работы	Разбивка и плано-высотная привязка выработок, уточнение, расчленение разреза, отбор образцов грунтов для определения их ФМС
16	Лабораторные	Определение ФМС грунтов
7	Камеральные	Производится анализ, интерпретация и обобщение всей собранной информации и составление отчета

5.4 Расчет сметной стоимости проекта

Смета (табл. 5.17) составлена на проведение инженерно-геологических изысканий для строительства общежития по ул. Сизова, 24 в г. Барнауле.

Стадия проектирования: рабочая документация.

Административно-территориальная принадлежность: Алтайский край, г. Барнаул.

Техническая характеристика проектируемого жилого дома представлена в главе 3, табл. 3.1.

Стоимость инженерно-геологических работ определена по Справочнику базовых цен (1999г.) на инженерно-геологические и инженерно-геодезические изыскания для строительства [58] (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1991г.), при этом введены следующие коэффициенты:

$K = 1,08$ – коэффициенты к итогу сметной стоимости в зависимости от районного коэффициента к заработной плате (общие указания п. 8 табл. 3. [58])

$K = 0,85$ – коэффициент за невыплату полевого довольствия (п. 14 [58]).

$K = 44,21$ – инфляционный коэффициент к итогу сметной стоимости согласно письму Министра России № 13606-ХМ/09 от 04.04.2018

Таблица 5.17 Сметно-финансовый расчет работ по проекту

№	Наименование видов работ	Обоснование цен	Расчет стоимости				Стоимость, руб.
			Единица	Количество	Расчет	Един. сметная стоимость, руб.	
1	2	3	4	5	6	7	8
Основные расходы							
Полевые работы							
2.	Плановая и высотная привязки выработок при расстоянии между ними до 50 м, II категория сложности	СБЦ-99, табл.93, §2	точка	10	$8,5 * 1,08 * 0,85$	7,80	78
3.	Ударно-канатное бурение (диаметром свыше 127 мм до 168 мм) II категория	СБЦ-99, табл.19, §2	п.м.	57	$22,1 * 1,08 * 0,85$	20,29	1157
4.	Отбор монолитов из скважин в интервале глубин до 10м	СБЦ-99, табл.57, §1	мон.	13	$22,9 * 1,08 * 0,85$	21,02	273
	Отбор монолитов из скважин в интервале глубин ниже 10 м	СБЦ-99, табл.57, §2	мон.	27	$30,6 * 1,08 * 0,85$	28,09	758

№	Наименование видов работ	Обоснование цен	Расчет стоимости				Стоимость, руб.
			Единица	Количество	Расчет	Един. сметная стоимость, руб.	
1	2	3	4	5	6	7	8
5.	Статическое зондирование грунтов до 19 м	СБЦ-99, табл.45, §5	точка	7	216,8*1,08*0,85	199,02	1393
<i>Итого стоимость полевых работ</i>							3659
	Внутренний транспорт	СБЦ-99, табл.4, §3	%	8,75	8,75% от 3659		320
	Организация и ликвидация работ	СБЦ-99, п.13 общ.ук.	%	6	6 % от 3979		239
<i>Итого стоимость организационно-ликвидационных работ:</i>							559
<i>Итого:</i>							4218
Лабораторные работы							
6.	Полный комплекс определения физических свойств глинистых грунтов	СБЦ-99, табл. 63, §9	компл.	20	38,4*1,08	47,47	949
7.	Полный комплекс определения физических свойств песчаных грунтов	СБЦ-99, табл. 65, §1	обр.	20	45,5*1,08	49,14	983
8.	Компрессионные испытания грунта	СБЦ-99, табл. 62, §30, 33	точка	240	5,3*1,08	5,72	1373
9.	Испытания грунта методом одноплоскостного среза	СБЦ-99, табл. 62, §31	точка	72	16,2*1,08	17,50	1260
10.	Коррозионная активность к бетону и железобетону	СБЦ-99, табл. 74, §4	опред.	6	26,3*1,08	28,40	170
11.	Коррозионная активность грунтов по отношению к свинцовым и	СБЦ-99, табл. 75, §3	опред	3	20,5*1,08	22,14	66

№	Наименование видов работ	Обоснование цен	Расчет стоимости				Стоимость, руб.
			Единица	Количество	Расчет	Един. сметная стоимость, руб.	
1	2	3	4	5	6	7	8
	алюминиевым оболочкам кабеля						
12.	Коррозионная активность грунтов по отношению к стали	СБЦ-99, табл.75, §4	опред.	3	18,2*1,08	19,66	59
Итого стоимость лабораторных работ:							4860
Камеральные работы							
13.	Камеральная обработка буровых работ	СБЦ-99, табл. 82, §1	п.м.	57	8,2*1,08	8,86	505
14.	Камеральная обработка полевого испытания грунтов статическим зондированием	СБЦ-99, табл. 83, §3	п.м.	133	48,2*1,08	52,06	6924
15.	Камеральная обработка лабораторных работ	СБЦ-99, табл. 86, §1	%	20	20% от 4860		972
16.	Сбор и систематизация материалов изысканий прошлых лет по цифровым показателям	СБЦ-99, табл.78, §2	10 единиц	20	3,6*1,08	3,89	78
17.	Составление программы	СБЦ-99, табл.81, §4	программа	1	1100*0,5*1,08	594,00	594
18.	Составление отчета	СБЦ-99, табл.87, §2	отчет	1	18% от 9073	1633,14	1633
Итого стоимость камеральных работ:							10706
Итого стоимость основных расходов проектируемых работ:							19784
Сопутствующие расходы							
Накладные расходы					20 % от 19784		3957
Плановые накопления					20 % от		4748

№	Наименование видов работ	Обоснование цен	Расчет стоимости				Стоимость, руб.
			Единица	Количество	Расчет	Един. сметная стоимость, руб.	
1	2	3	4	5	6	7	8
					23741		
	Резерв				3 % от 28489		855
					Итого стоимость работ:		29344
					Итого стоимость работ с учетом инфляц. коэффициента 44,21		1 297 298
					НДС 18%		233 513,6
					Итого сметная стоимость работ		1 530 811,6

Весь комплекс работ будет выполняться в определенной последовательности. Сметная стоимость инженерно-геологических работ под строительство 16-ти этажного общежития дома с учетом НДС составляет один миллион пятьсот тридцать тысяч восемьсот одиннадцать рублей и шестьдесят копеек с НДС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте были рассмотрены инженерно-геологические условия участка и составлен проект изысканий для строительства объекта «Инженерно-геологические условия территории г. Барнаула и проект инженерно-геологических изысканий для строительства здания общежития по ул. Сизова». Детально рассмотрены географические, климатические, геологические, гидрогеологические, гидрологические и инженерно-геологические условия района работ, выполнены необходимые экономические расчеты, обосновывающие выполнение проектируемых работ и вопросы производственной безопасности, затронуты особенности производства инженерно-геологических изысканий для строительства зданий и сооружений.

Данные работы были запроектированы с целью получения достаточной инженерно-геологической информации для решения задач проектирования на стадии рабочей документации.

В ходе работы дана характеристика инженерно-геологических условий участка работ, выделены инженерно-геологические элементы, для каждого выделенного ИГЭ представлены нормативные и расчетные характеристики их физико-механических свойств, построены графики изменчивости свойств по глубине, рассчитаны коэффициенты вариации.

По результатам статистической обработки результатов изысканий прошлых лет на проектируемой площадке в пределах глубины изучения разреза выделено 5 инженерно – геологических элементов.

Дана оценка геоморфологическим, геологическим, гидрогеологическим условиям, а также обозначены геологические процессы и явления на участке работ.

В результате составления проекта были определены границы сферы взаимодействия с геологической средой, составлена расчетная схема.

В сфере взаимодействия сооружений с геологической средой в соответствии с нормативной документацией и методической литературой

были сформулированы задачи проектируемых работ, для решения которых были запроектированы и обоснованы виды и объемы работ и детально описаны современные методы их выполнения:

- рекогносцировочные работы;
- топогеодезические работы;
- проходка горных выработок;
- опробование;
- опытные полевые работы;
- лабораторные исследования грунтов;
- геофизические работы (определение удельного электрического сопротивления и наличия блуждающих токов);
- камеральная обработка материалов и составление технического отчета.

Данный комплекс работ полностью удовлетворяет требованиям нормативной литературы и заданию заказчика, обеспечивает полноту получения инженерно-геологической информации, необходимой для проектирования на стадии рабочей документации. Материалы дипломного проекта внедрены на производстве, включены в состав отчета по изученному объекту, прошли экспертизу и переданы заказчику.

Список использованных материалов

Фондовая

1. «Жилой комплекс по ул. Сизова, 20 в г. Барнауле», «АлтайТИСИЗ», 2014 г., объект № 14274.
2. «Инженерно-геологические условия г. Барнаула». ОАО «АлтайТИСИЗ». 2006 г. Шифр 12505.

Опубликованная

3. Инженерная геология СССР. Том 2. «Западная Сибирь». – Издательство Московского Университета, 1978. – 496 с
4. Гидрогеология СССР. Том 17. «Кемеровская область и Алтайский край». Западно-Сибирское геологическое управление./ Под ред. М.А. Кузнецова и О.В. Постникова. – М.: Недра, 1972. – 339 с.
5. Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 336с.
6. Солодухин М.А. Инженерно-геологические изыскания для промышленного и гражданского строительства. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. – 224с.
7. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Томск: Издательство ТПУ, 2003. – 144 с.
8. Бондарик Г.К. Методика инженерно-геологических исследований. – М.: Недра. 1986. – 333 с.
9. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов, 2-е изд./ Под ред. Михайлова Л.А. – Спб.: Питер, 2010. – 461с.
10. Геология СССР. Западная Сибирь. Том 14./ Под ред. В.И. Макеев. – М.: Недра, 1966. – 665 с.

Нормативная

11. СП 131.13330. 2012. Строительная климатология.
12. ГОСТ 9.602-2016 ЕСЗКС. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.

13. ГОСТ 20522-2012. Методы статистической обработки результатов испытаний.

14. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений.

15. СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах.

16. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.

17. СП 11.105-97 часть I. Инженерно-геологические изыскания для строительства.

18. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация.

19. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы определения физических характеристик.

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

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

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

23. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб.

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

25. ГОСТ 21.302-2013 Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям.

26. Рекомендации по проектированию и устройству оснований, фундаментов и подземных сооружений при реконструкции гражданских зданий и исторической застройки. Разработаны ГП Научно-исследовательским, проектно-изыскательским и конструкторско-технологическим институтом оснований и подземных сооружений (НИИОСП) им. Н.М. Герсеванова. 1998 г.

27. Методика обследования и проектирования оснований и фундаментов при капитальном ремонте, реконструкции и надстройке зданий. - М.: Стройиздат, 1972.

28. Инструкция о порядке проведения инженерно-геологических работ И-ОИЗ-02-2010.

29. ГОСТ 12.0.003–74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

30. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

31. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

32. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: Минздрав России, 1999.

33. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.

34. ГОСТ 12.1.003–83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

35. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

36. ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89).

37. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Гострой России, 1997. – с. 12.

38. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

39. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2001.

40. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

41. СанПиН 2.2.4.1191-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Электромагнитные поля в производственных условиях». – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003.

42. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

43. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

44. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.

45. ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.

46. ГОСТ 12.4.026-76. ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности.

47. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

48. ГОСТ 12.1.019 -79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

49. ПУЭ. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. с изм. и дополн. Новосибирск, 2006 г.

50. ГОСТ 12.1.045-84. Электрические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

51. Межотраслевые правила обеспечения работников специальной одеждой и обувью и другими средствами индивидуальной защиты. (Минздравсоцразвития РФ от 01 июня 2009 года №290н с изменениями от 27.01.2010 №28н)

52. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.

53. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля (до 01.01.96).

54. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства.

55. Временные методические рекомендации по обоснованию природоохранных затрат при производстве геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые, 1985 г.

56. НПБ 105-03 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности" (утв. приказом МЧС РФ от 18 июня 2003 г. N 314).

57. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01. 07. 92).

58. Сборник базовых цен на инженерно-геологические изыскания для строительства.- М-1999.-89с.

59. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.

60. ГОСТ 9.602-2005 Сооружения подземные и общие требования к защите от коррозии.

61. ИОТ 12-2008 «Инструкция по охране труда при выполнении буровых и каротажных работ»

62. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

63. Временные методические рекомендации по обоснованию природоохранных затрат при производстве геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые, 1985 г.

64. СН 2.2.4/2.1.8.556–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 1997.

65. ЕНВиР. Сборник единичных сметных расценок и норм времени на инженерно-геологические изыскания. – М.-1983.-269с.

66. ССН-93.Сборник сметных норм. М.1993.

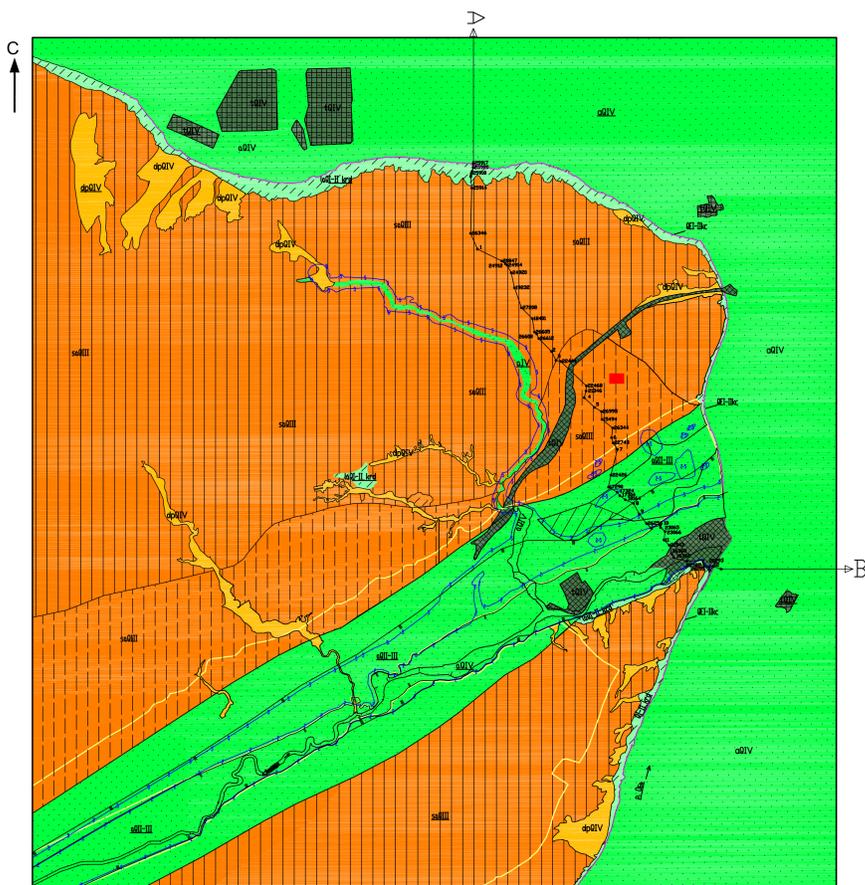
67. ССН-92. Сборник сметных норм. М. 1992.

68. МГСН 2.07-97 Система нормативных документов в строительстве московские городские строительные нормы основания, фундаменты и подземные сооружения.

Интернет ресурсы

69. <http://ru.wikipedia.org/>

Карта четвертичных отложений г. Барнаула



Карта составлена ОАО "АлтайГИСиз"
Авторы: Салегин А.Е., Осмушкин В.С. 2006 г

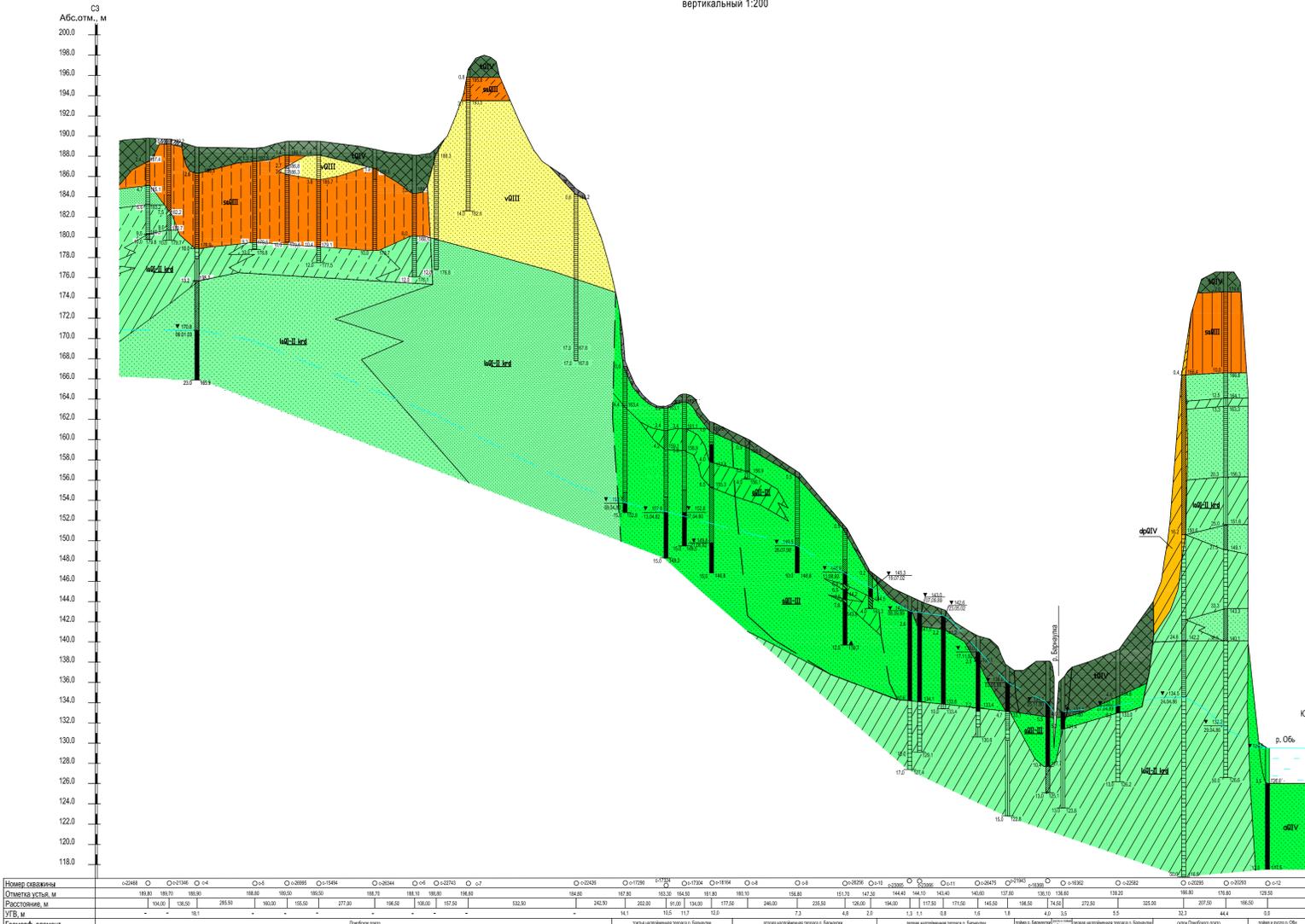
Масштаб 1:50000
в 1 сантиметре 500 метров

СХЕМА КОРРЕЛЯЦИИ возрастных и генетических подразделений

Общая шкала			Региональная шкала		Генетические типы отложений						
Надраздел	Раздел	Звено	Ступень	Надприокот. (двигл) порокот. (толща)	Ступень (толща)	Г-гомогенные	А-агломеративные	В-осоро-агломеративные	Д-делювиально-пролювиальные	Е-эоловые	З-энубернативные
Голоцен				Соприокотный		аQIV			аQIV		
Плейстоцен	Неоплейстоцен	Средневерхнее					аQIII				
	Эоплейстоцен	Нижнее	Краснобуровая	Кочковская			аQII-III			вQIII	саQIII

Разрез по линии А - Б

Масштабы: горизонтальный 1:10000
вертикальный 1:200



Условные обозначения

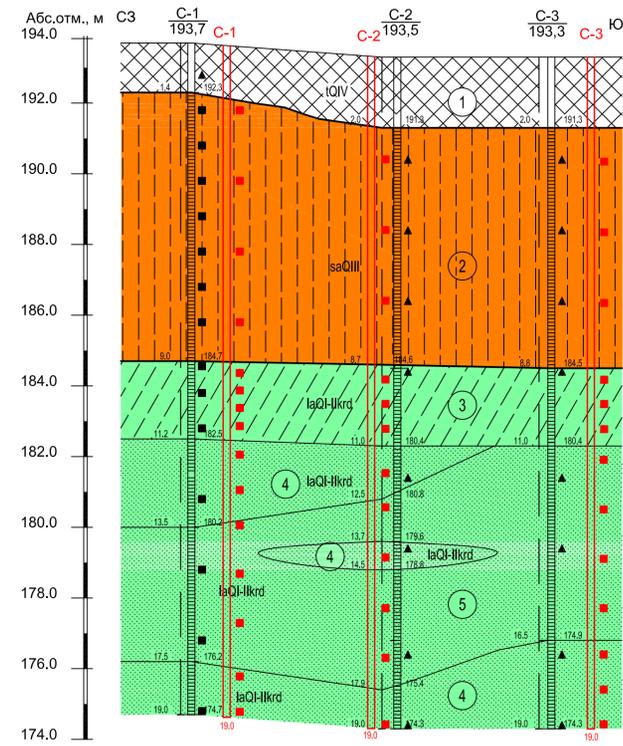
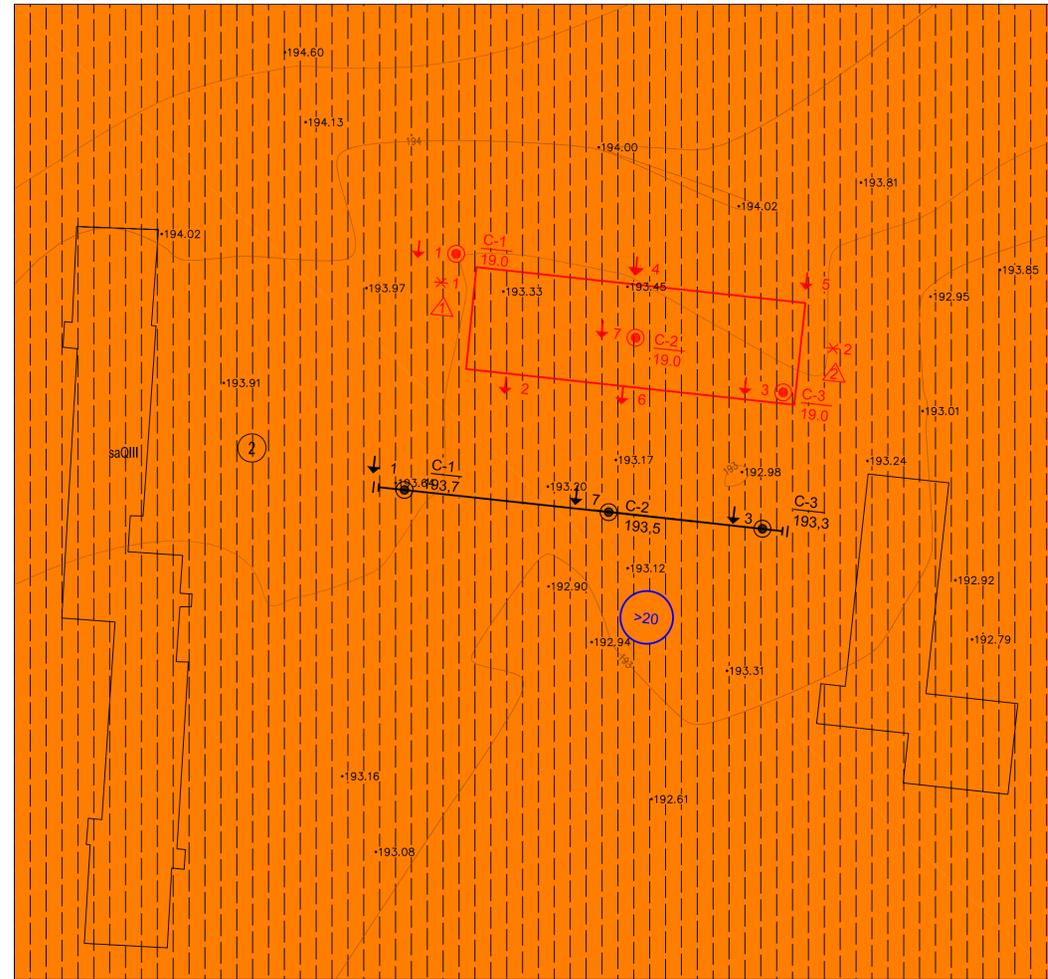
<p>На карте</p> <p>Техногенные образования</p> <ul style="list-style-type: none"> Насыпные грунты Насыпные грунты Агломеративные отложения русла и поймы р. Оби и р. Барнаули Пески мелкие Делювиально-пролювиальные отложения Суглинки туго-мелкопластичные, суглики пластичные, пески <p>Неоплейстоцен</p> <ul style="list-style-type: none"> Эоловые отложения, вQIII Граница эоловых песков Субарзальные отложения, суглинки и суглики различной консистенции просадочные и непросадочные Агломеративные отложения надпойменных террас р. Оби и р. Барнаули Суглинки туго-мелкопластичные, пески мелкие Озерно-агломеративные отложения краснобуровой свиты, суглинки, суглики непросадочные различной консистенции, пески мелкие и пылеватые <p>Эоплейстоцен, верхнее звено</p> <ul style="list-style-type: none"> Кочковская свита, QeI-IIквс. Суглинки различной консистенции 	<p>На карте</p> <p>Грунтовые воды</p> <ul style="list-style-type: none"> Изоляция глубины залегания грунтовых вод, м <p>Геоморфология</p> <ul style="list-style-type: none"> Подоща третьей надпойменной террасы р. Барнаули Подоща второй надпойменной террасы р. Барнаули Подоща первой надпойменной террасы р. Барнаули Граница Приобского плато и аллювия Сважина, ее номер Линия инженерно-геологического разреза Участок проектируемого строительства 	<p>На разрезе</p> <ul style="list-style-type: none"> Насыпной грунт Почва Суглики лесовозрастная Суглики лесовозрастной Суглики Суглики Песок пылеватый Песок мелкий 	<p>На разрезе</p> <ul style="list-style-type: none"> Граница элемента свиты - глубина, м справа - абс. отн., м Уровень грунтовых вод, м Консистенция сугликов: твердая, пластичная, текучая Суглики: твердый, полутвердый, тугопластичный, текучепластичный, текучий Степень влажности песков: малая, средняя, насыщенный водой Глубина сважины, м - слева; справа - абс. отн. забоя, м Граница геоморфологических элементов
--	--	---	--

МО и ИФР	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2018г.
ИПШР	Специальность: 21.05.02 Прикладная геология Специализация: Поиск и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания	Гр. 3-2122
Дипломный проект		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия Центрального района г. Барнаула и проект изысканий под строительство общежития по ул. Сизова	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Карта четвертичных отложений г. Барнаула	
СТУДЕНТ	Постов М.Л.	1
РУКОВОДИТЕЛЬ	Строчкова Л.А.	
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП	Бракоренко Н.Н.	

Карта инженерно-геологических условий площадки изысканий

Инженерно-геологический разрез по линии I-I

Масштабы: горизонтальный 1:500
вертикальный 1:100



Примечание: техногенные грунты сняты с карты

Масштаб 1:500

В 1 сантиметре 5 метров
0 5 10 15 20м

Постоев М.Л. 2018г.
(по материалам АО "АлтайТИСИЗ")

Условные обозначения:

I. Стратиграфо-генетические комплексы

- tQIV Современные техногенные образования
- saQIII Верхнечетвертичные субаэральные отложения Приобского плато
- laQI-IIkrd Нижне-среднечетвертичные озерно-аллювиальные отложения краснодубровской свиты

II. Инженерно-геологические элементы

- 1 Насыпной грунт
- 2 Супесь лессовидная просадочная низкопористая твердая
- 3 Супесь непросадочная твердая
- 4 Песок пылеватый средней плотности малой степени водонасыщения
- 5 Песок пылеватый плотный малой степени водонасыщения
- 1 Номер инженерно-геологического элемента

III. Прочие обозначения

1. На карте

- C-1 193,7 Скважина: в числителе номер скважины, в знаменателе - абс. отметка устья, м
- 1 Точка статического зондирования
- I-I Линия ИГ разреза
- 194 Изолиния рельефа, абс.отм.
- >20 Глубина залегания уровня подземных вод, м

2. На разрезе

- Граница стратиграфо-генетических комплексов
- Граница инженерно-геологического элемента
- C-1 193,7 Скважина, ее номер
- Место отбора пробы грунта ненарушенной структуры
- ▲ Место отбора пробы грунта нарушенной структуры
- Граница ИГЭ, слева - глубина, м; справа - абс. отм., м
- 190 174,7 Слева - глубина забоя скважины, м; справа - абсолютная отметка глубины забоя скважины, м

IV. Проектные работы

1. На карте

- C-1 Проектируемая скважина, ее номер
- 1 Проектируемая точка статического зондирования, ее номер
- Контур проектируемого общежития
- 1 Точка симметричного электропрофилеирования, ее номер
- Точка определения наличия блуждающих токов, ее номер

2. На разрезе

- C-1 Скважина проектируемая, ее номер
- Запроектированное место отбора пробы грунта ненарушенной структуры
- 190 Запроектированная глубина скважины, м

V. Инженерно-геологические разновидности грунтов (по ГОСТ 25100-2011)

Показатель текучести глинистых грунтов	Степень водонасыщения песчаных грунтов
супесь	песок пылеватый
твердая	малой степени водонасыщения

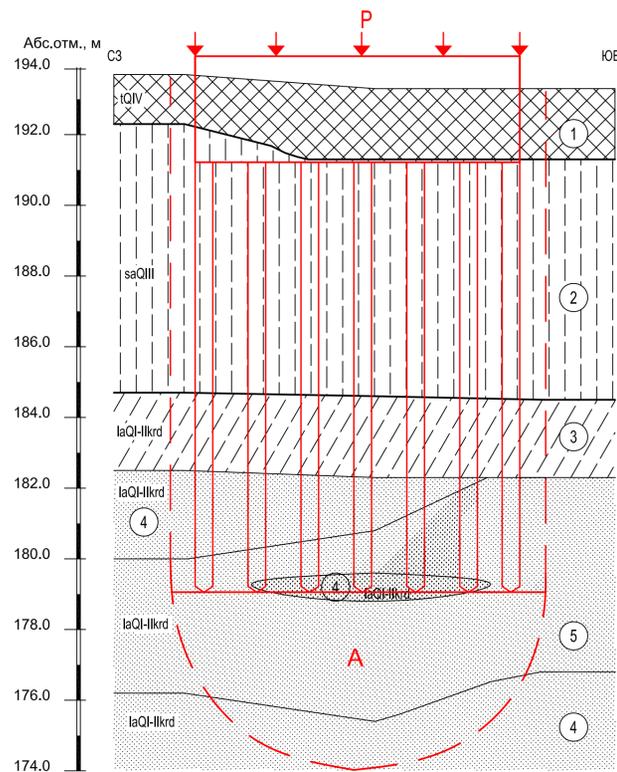
МО и НРФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2018г.
ИПШР	Специализация: 21.05.02 Прикладная геология Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания	Гр. 3-2122
Дипломный проект		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия Центрального района г. Барнаула и проект изысканий под строительство общежития по ул. Сизова	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Карта инженерно-геологических условий участка	Масштаб 1:500
СТУДЕНТ	<i>Постоев М.Л.</i>	Постоев М.Л.
РУКОВОДИТЕЛЬ	<i>Строкова Л.А.</i>	Строкова Л.А.
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП	<i>Бракоренко Н.Н.</i>	Бракоренко Н.Н.
		2

Таблица нормативных и расчетных характеристик грунтов

		1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	W	W _L	W _p	e	S _r	I _p	I _L	ρ _d	ρ _s	γ _n	γ _I	γ _{II}	φ _n	φ _I	φ _{II}	c _n	c _I	c _{II}		
																									текущей
1	Насыпной грунт														1,80										26а
2	Супесь лессовидная просадочная низкопористая твердая					8,6	19	16	0,69	0,35	3	-1,83	1,59	2,68	$\frac{1,73}{2,00}$	$\frac{1,70}{1,97}$	$\frac{1,72}{1,99}$	Консолидированный при W _{sat}						$\frac{11,0}{4,5}$	366
3	Супесь непросадочная твердая					13,6	21	16	0,61	0,59	5	-0,65	1,67	2,69	$\frac{1,90}{2,06}$	$\frac{1,87}{2,03}$	$\frac{1,88}{2,04}$	Консолидированный при W _{sat}						$\frac{9,0}{7,0}$	366
4	Песок пылеватый средней плотности	2,1	29,8	41,8	26,3	7,1	-	-	0,60	0,31	-	-	1,66	2,65	$\frac{1,78}{2,04}$	$\frac{1,76}{2,02}$	$\frac{1,77}{2,03}$	32*	29	32	5*	3	5	23*	29а
5	Песок пылеватый плотный	4,2	33,4	36,1	26,3	6,8	-	-	0,52	0,33	-	-	1,75	2,66	$\frac{1,86}{2,10}$	$\frac{1,83}{2,07}$	$\frac{1,84}{2,08}$	35*	32	35	7*	5	7	31*	29а

Примечание: $\frac{1,86}{2,10}$ — плотность при природной влажности
 2,10 — плотность рпи волном водонасыщении
 * - значения приняты по СП 22.13330.2011, прил. Б, табл. Б.1.

Расчетная схема основания свайного фундамента



Номер инженерно – геологического элемента	Показатели физико – механических свойств	Вид показателя	Цель определения
ИГЭ 2-5	ρ _n – плотность	нормативный	Расчет природного давления
ИГЭ 2-5	I _i – показатель текучести	нормативный	Определение несущей способности сваи
ИГЭ 4, 5	E – модуль деформации ρ _n – плотность	нормативный нормативный	Расчет осадки
ИГЭ 5	ρ _{II} – плотность C _{II} – удельное сцепление	расчетный расчетный	Определение расчетного сопротивления грунта
	φ _{II} – угол внутреннего трения	расчетный	
	I _i – показатель текучести	нормативный	

Условные обозначения:

I. Стратиграфо-генетические комплексы

- tQIV Современные техногенные образования
- saQIII Верхнечетвертичные субаэральные отложения Приобского плато
- laQI-IIkrd Нижне-среднечетвертичные озерно-аллювиальные отложения краснодубровской свиты

II. Инженерно-геологические элементы

- ① Насыпной грунт
- ② Супесь лессовидная просадочная низкопористая твердая
- ③ Супесь непросадочная твердая
- ④ Песок пылеватый средней плотности малой степени водонасыщения
- ⑤ Песок пылеватый плотный малой степени водонасыщения

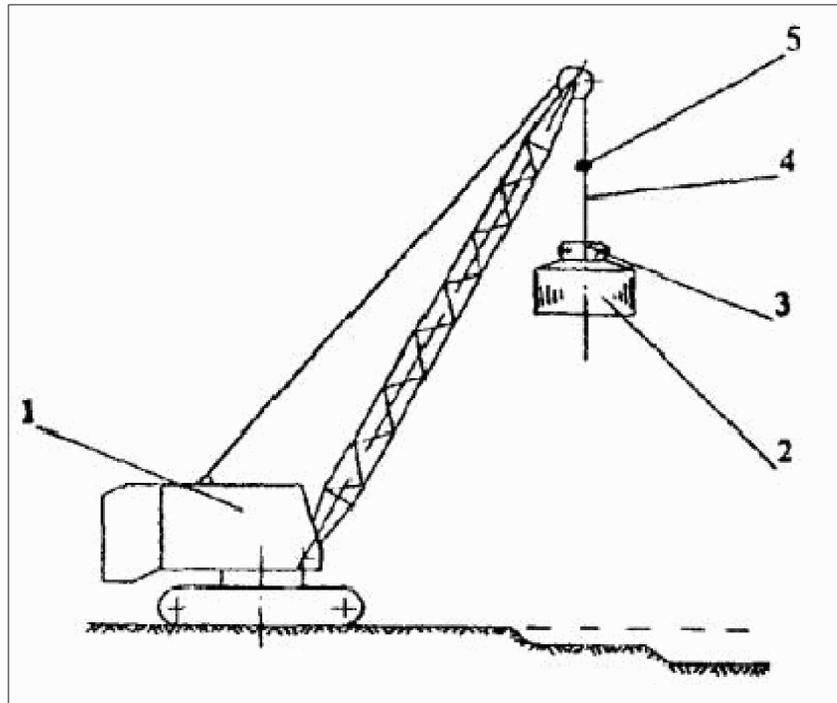
III. Прочие обозначения

- Граница стратиграфо-генетических комплексов
- Граница инженерно-геологического элемента
- ① Номер инженерно-геологического элемента
- А Активная зона
- Граница сферы взаимодействия
- ↓ P ↓ Условное обозначение давления от проектируемого здания

МО и ИРФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2018г.
ИПШР	Специальность: 21.05.02 Прикладная геология Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания	Гр. 3-2122
Дипломный проект		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия Центрального района г. Барнаула и проект изысканий под строительство общежития по ул. Сизова	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Таблица нормативных и расчетных характеристик грунтов, расчетная схема основания свайного фундамента	
СТУДЕНТ	Постоев М.Л.	3
РУКОВОДИТЕЛЬ	Строкова Л.А.	
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП	Бракоренко Н.Н.	

Уплотнение просадочных грунтов

Схема оборудования для уплотнения грунтов тяжелыми трамбовками
 1 - тросовый кран-экскаватор, 2 - трамбовка,
 3 - автомобильный баллон, 4 - гибкая вставка, 5 - груз



Лессовидные грунты

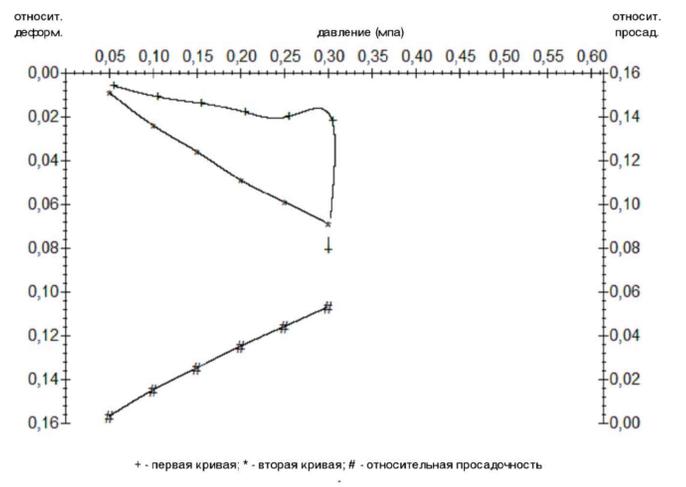


Результаты компрессионных испытаний грунта

Шифр объекта:	Лабораторный номер:	
Наименование и номер выработки: С-2	Глубина: 2 м	
Степень влажности:	Плотность сухого грунта: г/см ³	
Влажность естественная:	Плотность мин. части: г/см ³	
Давление бытовое: 0,04		
Поправка на отсутствие бокового расширения:	1 кольцо: 0,74	
	2 кольцо: 0,70	
Поправка к относительной просадочности:	1,13	

Нагрузка, мпа	Относительная деформация		Модуль деформации, мпа		Относительная просадочность	Начальное просадочное давление
	W	WSAT	W	WSAT		
0,05	0,006	0,009	-	-	0,003	0,080
0,10	0,011	0,024	-	-	0,015	-
0,15	0,014	0,036	12,0	2,9	0,025	-
0,20	0,018	0,049	11,0	2,8	0,035	-
0,25	0,020	0,059	12,0	3,0	0,044	-
0,30	0,022	0,069	14,0	3,1	0,053	-
0,30	0,081	-	-	-	-	-
0,04	0,005	0,007	-	-	0,002	-

График зависимости относительной деформации и относительной просадочности грунта от давления

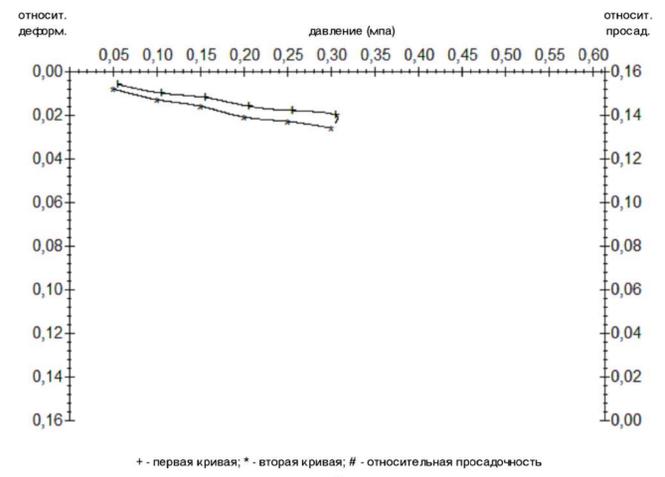


Результаты компрессионных испытаний грунта при заданной плотности $\rho=1650 \text{ кг/м}^3$

Шифр объекта:	Лабораторный номер:	
Наименование и номер выработки: С-3	Глубина: 2 м	
Степень влажности:	Плотность сухого грунта: г/см ³	
Влажность естественная:	Плотность мин. части: г/см ³	
Давление бытовое: 0,04		
Поправка на отсутствие бокового расширения:	1 кольцо: 0,74	
	2 кольцо: 0,70	
Поправка к относительной просадочности:	1,00	

Нагрузка, мпа	Относительная деформация		Модуль деформации, мпа		Относительная просадочность	Начальное просадочное давление
	W	WSAT	W	WSAT		
0,05	0,006	0,008	-	-	0,002	-
0,10	0,010	0,013	-	-	0,003	-
0,15	0,012	0,016	18,0	12,0	0,004	-
0,20	0,016	0,021	12,0	9,0	0,005	-
0,25	0,018	0,023	14,0	10,0	0,005	-
0,30	0,020	0,026	15,0	11,0	0,006	-
0,30	0,026	-	-	-	-	-
0,04	0,005	0,005	-	-	-	-

График зависимости относительной деформации и относительной просадочности грунта от давления



Перспективным для устарения просадочных свойств грунтов и повышения прочностных и деформационных характеристик лессовых грунтов является их уплотнение. Одним из простейших и экономичных методов уплотнения является поверхностное уплотнение грунтов тяжелыми трамбовками.

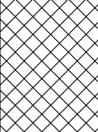
Уплотнение продолжается вплоть до полного устранения просадочных свойств грунтов, создается прочное, устойчивое к водонасыщению грунтовое основание и, кроме того, препятствующее замачиванию нижележащих слоев грунта за счет низкой водопроницаемости.

МО и ИРФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2018г.
ИПШР	Специальность: 21.05.02 Прикладная геология Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания	Гр. 3-2122
Дипломный проект		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия Центрального района г. Барнаула и проект изысканий под строительство общежития по ул. Сизова	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Уплотнение просадочных грунтов	
СТУДЕНТ	<i>А. Постоев</i>	Постоев М.Л.
РУКОВОДИТЕЛЬ	<i>Л.А. Строкова</i>	Строкова Л.А.
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП	<i>Н.Н. Бракоренко</i>	Бракоренко Н.Н.
		4

**Геолого-технический наряд
на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 19 м**

Тип и группа скважин - тип Па
Буровая установка - УГБ - 1ВС
Привод - дизель Д-65

Способ бурения - ударно-канатный кольцевым забоем "клюющим" способом
Способ отбора монолитов - забивными грунтоносами
Тип грунтоноса - ГК-3

Линейный масштаб, м	Геологическая часть						Техническая часть						Интервал отбора проб грунта ненарушенной структуры, м	Примечание		
	Литологическая колонка	Характеристика пород	Интервал залегания, м		Мощность слоя, м	Категория пород	Возможные осложнения	Схема конструкции скважины	Диаметр, мм/глубина бурения, м	Тип ПРИ	Технологические параметры режима бурения ударно-канатным способом					
			от	до							Вес стакана с утяжеленной штангой, кг	Высота подъема снаряда, м			Углубка за рейс, м	
2		Насыпные грунты	0	2	2	II	Стенки скважины неустойчивы, возможны обвалы	d = 146 мм	19 м	146 мм / 19,0 м	забивные стаканы с одним продольным разрезом	400	1-1,4	0,1-0,4	1,0-2,0 м	Для отбора монолитов используют грунтоносы ГК-3
4		Супесь лессовидная просадочная низкопористая твердая	2	8,7	6,7	II										
6		Супесь непросадочная твердая	8,7	11	2,3	II										
8		Песок пылеватый средней плотности малой степени водонасыщения	11	16,5	5,5	II										
10		Песок пылеватый плотный малой степени водонасыщения	16,5	19	2,5	II										

МО и НРФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2018г.
ИПШР	Специальность: 21.05.02 Прикладная геология Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания	Гр. 3-2122
Дипломный проект		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия Центрального района г. Барнаула и проект изысканий под строительство общежития по ул. Сизова	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины	Масштаб 1:500
СТУДЕНТ		Постоев М.Л.
РУКОВОДИТЕЛЬ		Строкова Л.А.
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП		Бракоренко Н.И.
КОНСУЛЬТАНТ		Шестеров В.П.
		5