

**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: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Отделение геологии

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы

**Инженерно-геологические условия Индустриального района г. Барнаула  
 и проект инженерно-геологических изысканий под строительство  
 административного здания по ул. Чкалова**

УДК 624.131.3:725.1.011(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2122	Андреева А.Э.		29.05.18.

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Леонова А.В.			29.05.18

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Бурение скважин»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шестеров В.П.			17.05.18.

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В.	К.э.н.		29.05.18

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Назаренко О.Б.	Д.т.н		17.05.2018

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОГ	Бракоренко Н.Н.	К.Г.-М.Н.		31.05.2018

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
<b>Общие по специальности подготовки (универсальные)</b>		
P1	Применять <i>базовые</i> и <i>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</i> и <i>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-3е,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 <i>прикладной геологии</i> .	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 культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать необходимость обеспечения устойчивого развития.	Требования ФГОС ВО (ОК-2, 4, 5, 9, 10; ОПК-3, 5, 9, ПК-7, 8; 18, 20) СУОС ТПУ (УК-5, 8) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <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)
<b>Профили (профессиональные компетенции)</b>		
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 проблем</i> в области <i>прикладной геологии</i> , включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, ОПК-6,8, ПК-1, 2, 3, 4, 12-16, ПСК-1.3., 1.5., 2.3., 2.4., 2.6., 3.2., 3.3., 3.4.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <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

P11	<p><i>Создавать, выбирать и применять</i> необходимые ресурсы и методы, современные технические и <i>IT</i> средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом <i>возможных</i> ограничений.</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-3е, 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>
P12	<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"> <li>• <i>Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых,</i></li> <li>• <i>Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания,</i></li> <li>• <i>Геология нефти и газа</i></li> </ul>	<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  
 Направление подготовки (специальность): 21.05.02 Прикладная геология  
 Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания  
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

*А.Ф.И.*  
 (подпись)

31.05.18  
 (дата)

Бракоренко Н.Н.  
 (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломного проекта

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-2122	Андреевой А.Э.

Тема работы:

<b>Инженерно-геологические условия Индустриального района г. Барнаула и проект инженерно-геологических изысканий под строительство административного здания по ул. Чкалова</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	26.12.2017 №10089/с

Срок сдачи студентом выполненной работы	05.05.2018
---	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Фондовые материалы АО «АлтайГИСИЗ»
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	В общей части дать характеристику физико-географических, геологических, гидрогеологических условий. В специальной части охарактеризовать условия залегания и состав пород участка, дать инженерно-геологическую характеристику участка проектируемых работ. В проектной части рассмотреть методики расчета устойчивости склона, дать обоснования видов и объемом работ. В методической части разработать мероприятия по производственной и экологической безопасности, рассчитать сметную стоимость проекта.
<b>Перечень графического материала</b>	Лист 1. Карта четвертичных отложений территории г. Барнаула. Масштаб 1:50 000. Лист 2. Геологический разрез по линии А-Б. Масштабы: 1:200, 1:10000. Лист 3. Карта инженерно-геологических условий площадки изысканий и инженерно-геологический разрез. Масштабы 1:500, 1:100. Лист 4. Расчетная схема основания свайного фундамента. Лист 5 Расчет коэффициента устойчивости склона. Лист 6. Геолого-технический наряд. Масштаб 1:100.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Бурение скважин	Шестеров В.П.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Пожарницкая О.В.
Социальная ответственность	Назаренко О.Б.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском языке:</b>	
1 Природные условия района строительства	
1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика	
1.2 Геологическое строение района	

1.3 Гидрогеологические условия
1.4 Геологические и инженерно-геологические процессы и явления
1.5 Инженерно-геологическое районирование
2 Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ
2.1 Рельеф участка
2.2 Состав и условия залегания грунтов
2.3 Физико-механические свойства грунтов
2.4 Прогноз изменения инженерно-геологических условий
2.5 Геологические процессы и явления
2.6 Оценка категории сложности
3 Проект инженерно-геологических изысканий на участке
3.1 Определение сферы взаимодействия сооружения с геологической средой
3.2 Обоснование видов и объемов работ
4 Методика проектируемых работ
5 Социальная ответственность
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Заключение
Список литературы

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.03.18
--	----------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Леонова А.В.			26.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2122	Андреева А.Э.		26.03.18.



<b>2. Экологическая безопасность:</b>	<b>2. Экологическая безопасность</b> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы, выхлопные газы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы, утечка горючесмазочных материалов); анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, правила утилизации оргтехники, макулатуры, люминесцентных ламп); - решение по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>	<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b> перечень возможных ЧС на объекте: техногенного характера – пожары и взрывы в зданиях, транспорте; выбор наиболее типичной ЧС: - пожар; разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий;
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>	<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b> специальные правовые нормы трудового законодательства (на основе инструкции по охране труда при производстве инженерно-геологических изысканий); организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны (организация санитарно-бытового обслуживания рабочих); Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. От 05.02.2018).

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Назаренко О.Б	Д.т.н		01.03.18

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2122	Андреева А.Э.		01.03.18

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-2122	Андреевой Анастасии Эдуардовне

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы</b>	<b>Отделение геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	<b>Специалитет</b>	<b>Направление/специальность</b>	<b>Прикладная геология 21.05.02</b>

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

*Стоимость полевых, лабораторных и камеральных работ*

*Нормы и нормативы расходования ресурсов*

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

*Планирование видов и объемов работ по проекту*

*Расчет затрат времени*

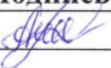
*Общий расчет стоимости инженерно-геологических исследований по объекту*

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Пожарницкая О.В.	к.э.н.		26.03.18.

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
32122	Андреева А.Э.		26.03.18.

## Оглавление

ОБЩАЯ ЧАСТЬ .....	14
1 ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА .....	14
1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика .....	14
1.1.1 Рельеф.....	15
1.1.2 Гидрография .....	18
1.1.3 Климат .....	22
1.2 Геологическое строение района .....	25
1.2.1 Стратиграфия и литология .....	25
1.2.2 Тектоника.....	31
1.3 Гидрогеологические условия.....	35
1.4 Геологические и инженерно-геологические процессы и явления .....	43
1.5 Инженерно-геологическое районирование .....	65
СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	70
2 Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ	70
2.1 Административное положение .....	70
2.2 Рельеф участка.....	71
2.3 Состав и условия залегания грунтов.....	71
2.4 Физико-механические свойства грунтов .....	72
2.4.1 Выделение инженерно-геологических элементов.....	72
2.4.2 Нормативные и расчетные показатели свойств инженерно- геологических элементов .....	76
2.5 Гидрогеологические условия.....	80
2.6 Геологические процессы и явления .....	81
2.7 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка .....	82
2.8 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации сооружения .....	83
ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ .....	85
3 Проект инженерно-геологических изысканий на участке.....	85
3.1 Определение сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания.....	85
3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ .....	87
3.2.1 Рекогносцировочные работы .....	87
3.2.2 Буровые работы.....	87

3.2.3 Полевые испытания грунтов .....	89
3.2.4 Опробование .....	91
3.2.5 Лабораторные исследования .....	92
3.2.6 Геофизические работы .....	93
3.2.7 Камеральные работы .....	94
4 Методика проектируемых работ .....	96
4.1 Рекогносцировочные работы .....	96
4.2 Буровые работы .....	97
4.3 Полевые испытания грунтов .....	103
4.4 Опробование .....	106
4.5 Лабораторные исследования .....	107
4.6 Геофизические работы .....	112
4.7 Камеральные работы .....	114
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	116
5.1 Социальная и экологическая ответственность при проведении инженерно-геологических работ под строительство административного здания .....	116
5.2 Производственная безопасность .....	116
5.3 Анализ опасных и вредных факторов и мероприятия по их устранению .....	119
5.4 Экологическая безопасность .....	126
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	128
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	132
6.1 Основные направления деятельности АО «АлтайТИСИЗ» .....	132
6.2 Виды и объёмы проектируемых работ .....	133
6.3 Затраты времени и труда на выполнение работ .....	134
6.4 Расчет сметной стоимости проектируемых работ .....	140
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	145
Список литературы .....	147

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 157 страниц, 25 рисунка, 39 таблиц, 93 источников, 6 листов графического материала.

Объектом проектирования является площадка под строительство административного здания по ул. Чкалова в г. Барнаул.

Цель проекта – оценка инженерно-геологических условий участка, изучение состава, состояния и свойств грунтов, геологических процессов и явлений, обоснование оптимальных видов работ, их объёмов и методики изысканий для получения достоверности инженерно-геологической информации.

В процессе работы проводились анализ и обобщение литературных сведений, фактического инженерно-геологического материала ранее проведенных изысканий, а также, исследования для определения прочностных и деформационных характеристик исследуемых грунтов проводились полевые опытные работы (испытания грунтов статическим зондированием), лабораторные работы.

В результате инженерно-геологических изысканий будут получены в достаточном количестве необходимые материалы для разработки проекта строительства и разработки защитных мероприятий проектируемого сооружения и окружающей среды.

Проектом предусмотрено выполнение следующих работ: буровые работы – 42 п. м, статическое зондирование – 7 точек, а так же лабораторные и камеральные исследования. На основании объёмов работ была составлена смета инженерно-геологических изысканий.

Текст дипломного проекта выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2010, рисунки и графические приложения выполнены в программе CREDO, AutoCAD 2009, при построении таблиц использован офисный пакет Laboratory.Ex, Statzond.Ex, Microsoft Excel 2010.

## Введение

Настоящая работа представляет собой проект инженерно-геологических исследований участка для строительства административного здания по ул. Чкалова, Индустриального района, в городе Барнаул. В работе над проектом использованы фондовые материалы инженерно-геологических изысканий АО «АлтайТИСИЗ».

Данная работа предусматривает проведение инженерно-геологических изысканий под строительство административного здания.

Согласно технической характеристике проектируемого здания, четырехэтажное здание нормального уровня ответственности, размерами в плане 17х17 м на ленточных фундаментах, со средним давлением под лентой 0,2 МПа.

Целью проектирования является:

- изучение инженерно-геологических условий участка;
- разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство административного здания по ул. Чкалова, г. Барнаула.

Задачей является:

- нахождение оптимальных приемов и методов комплексных исследований, обеспечивающих получение достоверных данных необходимых для проектирования;
- получение информации о свойствах геологической среды – компонентах инженерно-геологических условий в пределах предполагаемой сферы ее взаимодействия с сооружениями [9].

Результаты выполнения работ, предусмотренных дипломным проектом, должны послужить основой для получения необходимых и достаточных материалов для разработки проекта строительства.

В работе над проектом были использованы архивные материалы результатов исследований, выполненных на предстоящих стадиях изыскательских работ АО «АлтайТИСИЗ» [1, 2], нормативная и справочная литература.

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

### 1 ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

#### 1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика

**Барнаул** – город краевого значения, административный центр Алтайского края.

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 км<sup>2</sup>. Город Барнаул находится на пересечении трансконтинентальных транзитных грузовых и пассажирских потоков между Среднеазиатским и Сибирским регионами. Важный научный, медицинский и образовательный центр Сибири [90].

Город Барнаул расположен в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины на участке Приобского плато левобережья реки Оби, террасообразно спускающегося в долину реки Барнаулки [11].

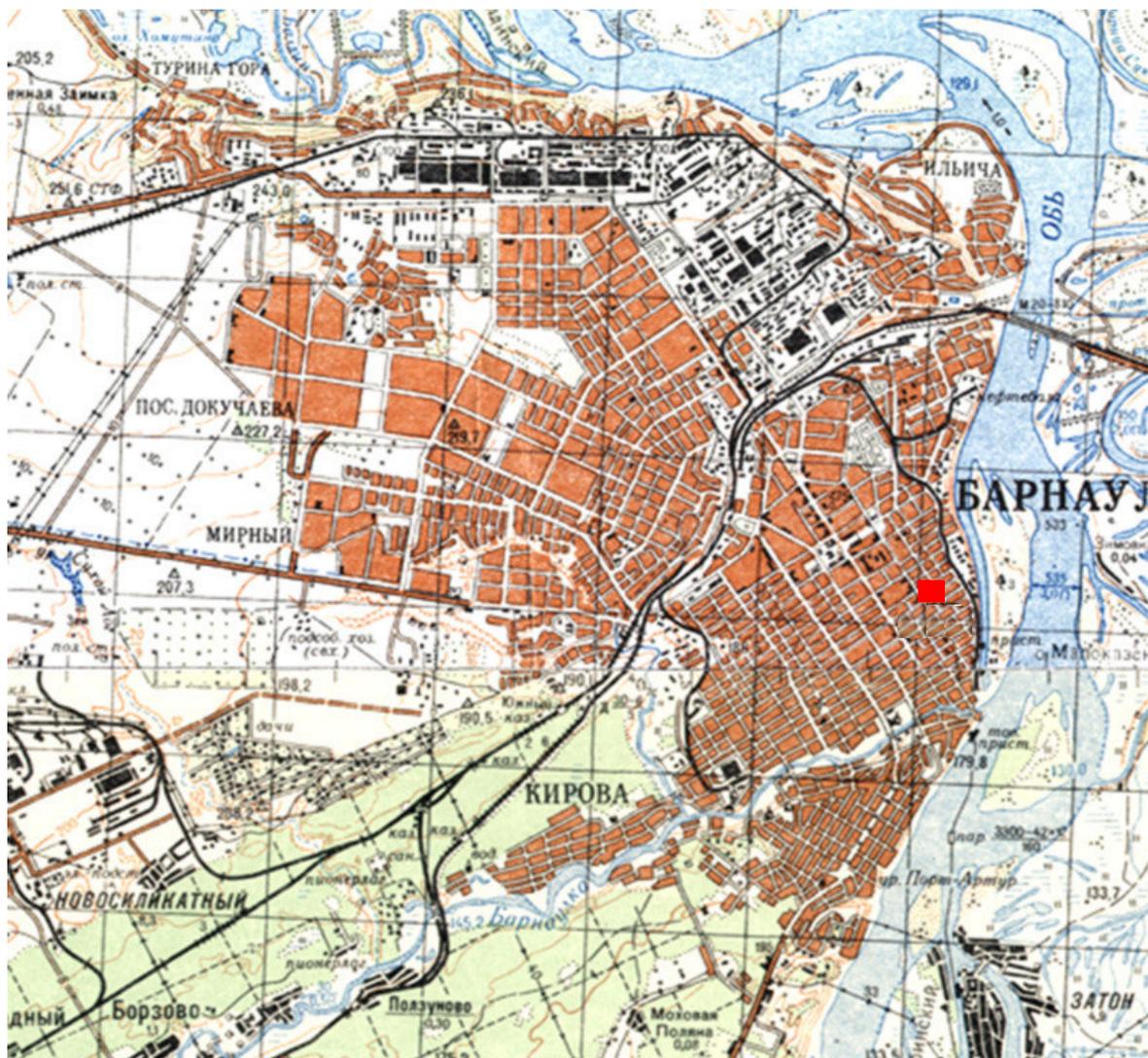


Рисунок 1.1 – Обзорная карта района работ

■ – участок строительства.

### 1.1.1 Рельеф

В орографическом отношении изучаемая территория находится в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности. Здесь развиты четыре основные формы рельефа – Приобское плато, Обь-Чумышская возвышенность, долина р. Оби и Барнаулки [11].

Приобское плато представляет собой полого-увалистую поверхность, расчлененную долинами притоков р. Оби и овражно-балочной сетью. Абсолютные отметки поверхности плато изменяются от 140 до 250 м. К долине р. Оби плато обрывается крутым уступом высотой 50-100 м.

Обь-Чумышская возвышенность представляет собой увалистую, сильно расчлененную равнину с абсолютными отметками 200-300 м. Глубина вреза основных рек (Обь и Чумыш) составляет 100-150 м, рек второго порядка 80-90 м, оврагов и балок 40-60 м. Реки этого района текут в широких неглубоких плоскодонных, нередко заболоченных долинах, что создает благоприятные условия для питания подземных вод.

Долина р. Оби представляет собой аллювиальную террасированную равнину с абсолютными отметками 127-200 м. Поверхность террас осложнена грядами эоловых песков. Часто покрыта лесной растительностью. На пойме р. Оби широко развиты заливные луга, поверхность ее интенсивно изрезана многочисленными старицами, протоками, озерами, часто заболочена.

I надпойменная терраса р. Барнаулки находится, в основном, 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 р. Барнаулки) и Короленко (по удалении от устья реки). На правом берегу I надпойменная терраса прослеживается локально, прерывистой полосой шириной 40-200 м [3].

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 [3].

III надпойменная терраса прослеживается в право- и левобережье р. Барнаулки. Ширина террасы 600-900 м. Абсолютные отметки 170-185 м. Граница ее с Приобским плато на левобережье р. 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 р. Барнаулки мы наблюдаем антропогенный рельеф [3].

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. Также имеют место быть такие виды антропогенного воздействия на рельеф, как: расширение оврага в левобережье р. Оби под выемку у железнодорожных мостов, отсыпка и намыв дамб и насыпей, формирование искусственных озер на пойме и другие.



Рисунок 1.2 – Террасирование Обского склона (фото Андреевой А.Э)

В целом следует отметить, что рельеф г. 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 жилые здания и сооружения прямоугольной формы. С другой стороны, террасированная долина р. Барнаулки позволяет создавать

своеобразные архитектурные сооружения, интересные и удивительные вертикальные формы решения застройки территорий [3].

### 1.1.2 Гидрография

Район исследований с юга на север с поворотом на запад в г. Барнауле пересекается главной водной артерией Западной Сибири – р. Обью. Справа в нее впадают небольшие реки и мелкие притоки – рр. Чумыш, Лосиха, Большая Речка, Черемшанка, Чесноковка, Повалиха и Петровка. В левобережной части р. Обь принимает притоки – рр. Касмалу, Калманку, Алей и Барнаулку с притоками 2-го порядка – рр. Власихой и Пивоваркой.

Река Обь протекает, в основном, одним руслом, ширина которого изменяется от 400 до 1200 м. Река тяготеет к левому борту долины и участками интенсивно подмывает его, активизируя оползневые процессы. Уклоны русла небольшие, скорости течения изменяются от 0,2 м/с для летней межени до 2,3 м/с в период весеннего паводка [13].



Рисунок 1.3 – Новый мост через реку Обь (фото Андреевой А.Э)

По водному режиму реки Обь относится к Алтайскому типу. Характеризуется растянутым, имеющим гребенчатый вид половодьем, повышенным летним и низким зимним стоком.

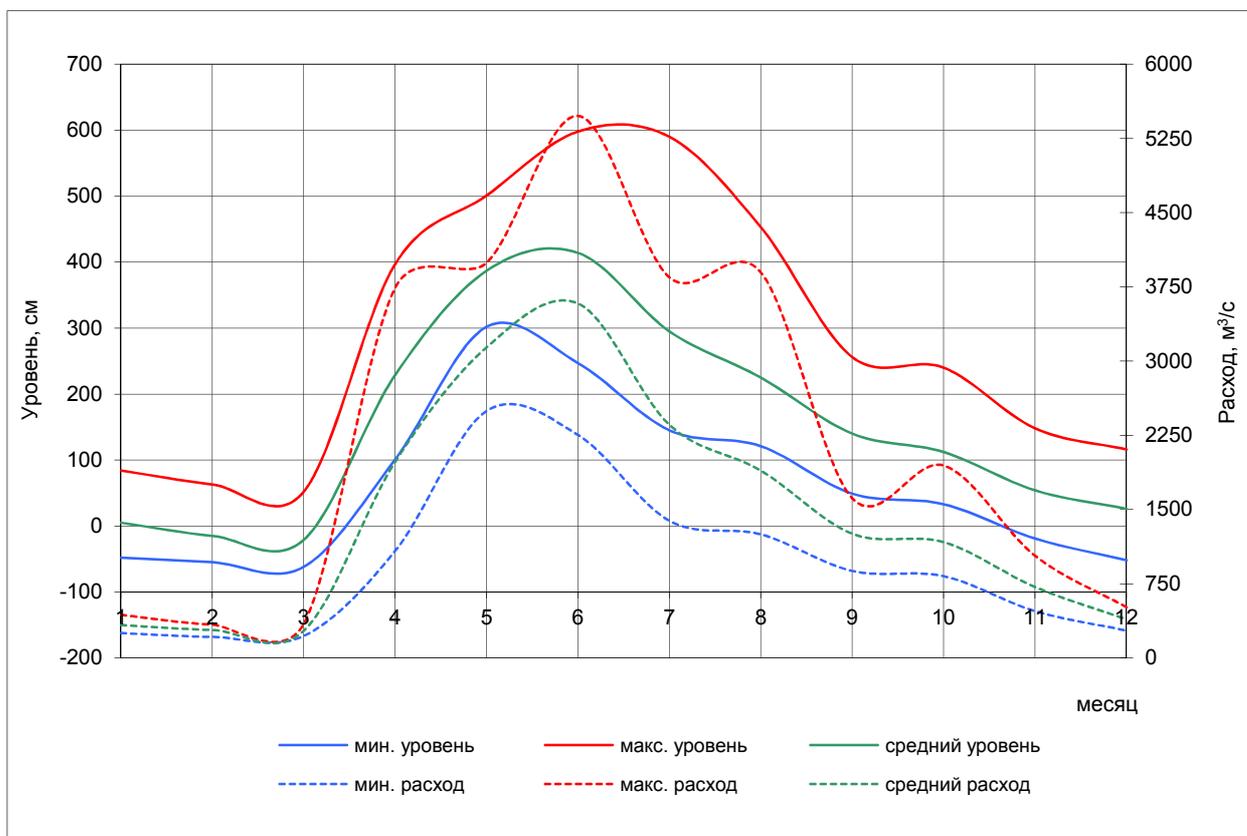


Рисунок 1.4 – Графики среднемноголетних значений уровня и расхода р. Оби за период 1975-2005 гг. (гидропост г. Барнаул)

В период весеннего половодья наблюдается два четко выраженных пика – первый обусловлен таянием снега в долине р. Оби и прилегающих площадей до водоразделов, другой за счет таяния снегов и ледников Горного Алтая. Питание рек происходит за счет снеготаяния (50%), дождевого стока (27%), подземного стока (16%) и таяния ледников Горного Алтая (7%).

Среднее превышение максимальных уровней над меженным равно 5,1м. Максимальные подъемы уровня наблюдались в 1934 г. – 8,6 м и в 1969г. – 7.8 м. Половодье длится около 4-х месяцев, с середины или конца апреля до августа. Своей максимальной величины уровни р. Оби достигают в середине мая – начале июня, минимальные – в конце февраля, марта.

Долина р. Оби обрамляет Приобское плато с севера и востока. Она представлена низкой и высокой поймой. Пойма в левобережье отмечается ниже железно – дорожного моста, в районе поселка Ильича шириной до 1,5 км, и на северо-западе города, где ширина ее достигает 4 км. Склон крутой и обрывистый, высотой до 5060 м. В правобережной части широко развита пойма, имеющая ширину 80 - 100 м. Правобережная долина тянется на 5-7 км. Высота поймы 3-4 и 4-6 м над меженным уровнем реки. Пойма изрезана старицами, заболочена, покрыта кустарниками и богатыми лугами [13].

Русло р. Оби имеет ширину от 450 до 1000 м. Глубины на фарватере в межень колеблются от 2,5 до 3,0 м, средняя скорость течения в межень обставляет 0,4-0,6 м/с, максимальная - 1,0-1,2 м/с, уклон водной поверхности 0,00011. Русло подвержено значительным деформациям, многостворное, дно песчаное, илистое [13].

Река Обь у г. Барнаула - большая равнинная река с расходом воды 4-6 тыс. м<sup>3</sup>/с., с максимумом до 12600 м<sup>3</sup>/с. Весной, когда талые воды стекают с гор, уровень в реке поднимается на 4-7 м. В период половодья отмечается две паводочные волны, вызванные таянием снега в равнинных и предгорных районах водосбора в конце апреля начале мая, а так же таянием снега и ледников в конце июня. Средняя продолжительность половодья составляет 127 дней. 160 дней в году река покрыта льдом до 130-180 см. Начало ледостава приходится на середину ноября, а вскрытие – на конец апреля. Средняя продолжительность ледового периода 178 суток. Притоки р. Оби, за исключением р. Чумыш, маловодны, их общий сток составляет не более 2% от стока р. Оби и в меженный период не превышает 2-4 м<sup>3</sup>/с.

Процесс весеннего разрушения ледяного покрова начинается с появлением талой воды на льду и закраин. Вскрытию льда предшествуют подвижки в течение 24 дней. Средняя дата начала ледохода 20-21 апреля р. Обь судоходна и служит крупной транспортной артерией [13].

*Река Барнаулка* - левый приток р. Оби, впадает в нее у г. Барнаула, вытекает из озера Зеркального Шипуновского района [13].

Река Барнаулка имеет длину 207 км и общую площадь 5500 км. Водосбор равнинный. Русло реки неустойчивое, деформирующееся, с шириной в межень до 20-30 м, а в паводок до 160 м, по данным Ленгипрогора. Глубина водостока в межень составляет в среднем 0,2-0,7 м, уклон в нижнем течении 0,001.

В зимнее время на большом участке река в черте города не замерзает вследствие сброса теплых вод спичечной фабрикой [13].

Значительное питание река получает и от грунтовых вод, текущих на небольшой глубине под боровыми песками. Ниже устья р. Пивоварки, которая впадает в р. Барнаулку уже в черте города, река течёт по котловине бывшего заводского пруда, построенного в XVIII веке. Весеннее половодье (1-2 м) продолжительное (начало апреля-середина июня). Дождевые паводки незначительные и растянутые. На всем своем протяжении р. Барнаулка не пересыхает и зимой не промерзает. Ледостав с начала ноября до начала апреля. Толщина льда 0,7-1 м [13].

В низовьях при впадении в р. Обь, р. Барнаулка течет по территории города, который был основан у ее устья. В пределах города испытывает сильную антропогенную нагрузку в виде сбросов бытовых и промышленных стоков с предприятий, расположенных на ее берегах.

*Река Пивоварка* – левый приток р. Барнаулки, в которую впадает в 7 км от устья. Площадь бассейна 58 км. Режим реки полностью не изучен, но следует отметить, что естественный режим реки полностью нарушен хозяйственной деятельностью. В русло сбрасываются чистые, условно чистые и неочищенные стоки с промышленных предприятий [13].

*Водоемы.* Озера на площади исследования приурочены к долине р. Оби и носят старичный характер. Имеются озера запрудного характера.

Болота расположены в основном на поймах и низких террасах рек. Они покрыты кустарником, березняками и луговой растительностью. Их ширина колеблется от 100 до 5000 м. Величина испарения с поверхности болот по литературным данным равна  $5.6 \cdot 10^{-4}$  м<sup>3</sup>/сут.

### 1.1.3 Климат

По данным метеостанции «Барнаул» климат территории резко континентальный с холодной продолжительной зимой и коротким теплым летом. Барнаул расположен в I климатическом районе, подрайоне IV (СП 131.13330.2012) [42]. Зона влажности - 3 (сухая) (СП 50.13330.2010) [48].

Таблица 1.1 – Характеристика климатического района I В

Климатические районы	Климатические подрайоны	Среднемесячная температура воздуха в январе, °С	Средняя скорость ветра за три зимних месяца, м/с	Среднемесячная температура воздуха в июле, °С	Среднемесячная относительная влажность воздуха в июле, %
I	IV	От минус 14 до минус 28	5 и более	От плюс 12 до плюс 21	-

*Среднегодовая температура воздуха* плюс 2,2<sup>0</sup> С. Самый холодный месяц – январь со среднемесячной температурой минус 16,3<sup>0</sup>С (при абсолютном минимуме минус 52<sup>0</sup> С); самый теплый месяц – июль со среднемесячной температурой плюс 19,8<sup>0</sup> С (при абсолютном максимуме плюс 38<sup>0</sup> С). Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 - 36<sup>0</sup>.

*Среднегодовое количество осадков* составляет 416 мм, из них 117 мм выпадает за ноябрь-март; 299 мм – за апрель-октябрь. Высота снежного покрова 46 см. Вес снежного покрова – 2,4 кПа (IV снеговой район).

Таблица 1.2 – Климатические параметры холодного периода года

Температура воздуха наиболее холодных суток, °С, обеспеченность		Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченность		Температура воздуха, °С, обеспеченность	Абсолютная минимальная температура воздуха, °С	Средняя суточная амплитуда температуры Воздуха наиболее холодного месяца, °С	Продолжительность суток и средняя температура воздуха, °С, периода со средней суточной температурой воздуха					
							≤0 <sup>0</sup> С		≤8 <sup>0</sup> С		≤10 <sup>0</sup> С	
							Продолжительность	Средняя температура	Продолжительность	Средняя температура	Продолжительность	Средняя температура
0,98	0,92	0,98	0,92	0,94			163	Минус 11,1	213	Минус 7,5	230	Минус 6,3
Минус 44	Минус 40	Минус 39	Минус 36	Минус 21	Минус 52	9,3						

Таблица 1.3 – Климатические параметры холодного периода года

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч. Наиболее холодного месяца, %	Количество осадков за ноябрь - март, мм	Преобладающее направление ветра за декабрь - февраль	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с	Средняя скорость ветра, м/с за период со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$
78	75	117	ЮЗ	4	3,4

Таблица 1.4 – Климатические параметры тёплого периода года

Барометрическое давление, гПа	Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$ , обеспеченностью 0,95	Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$ , обеспеченностью 0,98	Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца, $^{\circ}\text{C}$	Абсолютная максимальная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца, $^{\circ}\text{C}$
997	26	28	26,3	38	12,2

Таблица 1.5 – Климатические параметры тёплого периода года

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, %	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч. Наиболее теплого месяца, %	Количество осадков за апрель - октябрь, мм	Суточный максимум осадков, мм	Преобладающее направление ветра за июнь - август	Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с
69	54	299	66	СВ	0

Таблица 1.6 – Средняя месячная и годовая температура воздуха,  $^{\circ}\text{C}$

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Минус 16,3	Минус 14,4	Минус 7,1	Плюс 3,6	Плюс 12,3	Плюс 17,8	Плюс 19,8	Плюс 17,0	Плюс 10,9	Плюс 3,3	Минус 6,5	Минус 13,5	Плюс 2,2

По количеству выпадающих атмосферных осадков г. Барнаул относится к провинции недостаточного увлажнения (коэффициент увлажнения 0,8). Из общего количества осадков жидкие осадки составляют 55%, твердые 38% и смешанные (мокрый снег) – 7%. Среднемесячная относительная влажность воздуха зимой 78%, летом – 69%.

Средняя дата появления снежного покрова 19 октября, образование устойчивого снежного покрова – 6 ноября, а схода его – 19 апреля. Средняя

продолжительность залегания снежного покрова 154 дня. Толщина стенки гололеда 10 мм (III гололедный район).

*Ветровой режим* за декабрь-февраль характеризуется преобладанием юго-западного направления, за июнь-август – северо-восточного направления. Максимальная из средних скоростей ветра за январь – 4,0 м/с. Нормативное ветровое давление – 0,38 (III ветровой район).

Наибольшей повторяемостью во все сезоны отмечаются ветра юго-западного направления (30%) (рисунок 1.5, 1.6).

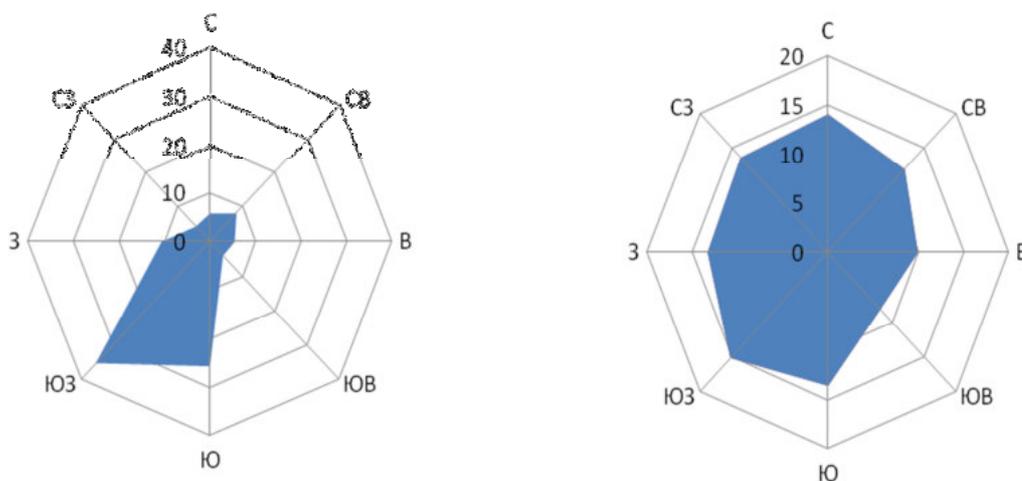


Рисунок 1.5 – Преобладающие направления ветров в зимний и летний периоды по г. Барнаулу

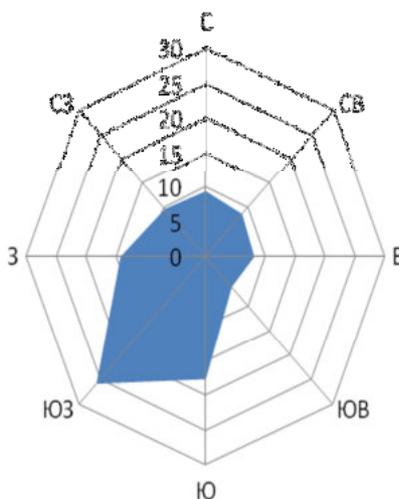


Рисунок 1.6 – Среднегодовая роза ветров по г. Барнаулу

## **1.2 Геологическое строение района**

### **1.2.1 Стратиграфия и литология**

Геологическое строение района работ приведено на карте четвертичных отложений (лист 1 графических приложений). За основу принята карта четвертичных отложений, составленная в ОАО «АлтайТИСИЗ» в 2006 г [3].

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.

#### **Мезозойская эратема**

##### *Четвертичная система*

Четвертичная система представлена надразделами: плейстоценом и голоценом.

##### **Плейстоцен**

Плейстоцен представлен разделами: эоплейстоцен и неоплейстоцен.

##### **Эоплейстоцен**

##### **Кочковская свита (ЕI-Шкс)**

Кочковская свита имеет повсеместное распространение на Приобском плато и ограниченное распространение в правобережье р. Оби. По генезису выделяется 2 типа отложений. Отложения озерного генезиса выделяются на юго-западе и западе, где в кровле свиты залегают озерные глины, а в подошве аллювиальные пески, которые относятся к барнаульской пачке. Последняя постепенно выклинивается в направлении по линии сс. Кубанка-Петров Лог-Жуковка. Здесь в зоне выклинивания песков отмечаются

минимальные мощности – 5-10 м. Постепенно мощность песков увеличивается в сторону г. Барнаула, где она достигает своего максимума – 30-33 м. Кровля свиты на Приобском плато залегает на глубинах от 35 до 90 м в зависимости от современного рельефа. В районе г. Барнаула, в долине р.Оби кровля свиты находится на глубине 5-30 м. Иногда глины кочковской свиты обнажаются в основании левого обрывистого склона долины р. Оби [4].

Тип аллювиальных отложений выделяется под долиной р. Оби. Верхняя глинистая часть свиты здесь чаще всего размыта более поздними эрозионными процессами. От размыва сохранилась только нижняя песчаная барнаульская пачка, на которой непосредственно залегают пески пойменных отложений и террас р. Оби.

На крайнем северо-востоке и востоке в пределах Обь-Чумышской возвышенности кровля кочковской свиты залегает на глубинах 80-120 м в зависимости от рельефа. Здесь мощность песков достигает 15-20 м, а общая мощность свиты изменяется от 15 до 70 м. На юго-востоке кровля свиты вскрывается на глубине 30-50 м. Здесь мощность песков невелика - до 10 м, а общая мощность свиты составляет 40-50 м [4].

Пески кочковской свиты серые, темно-серые, в подошве иногда с глинистыми окатышами. По гранулометрическому составу пески однородные, обычно мелкозернистые до среднезернистых, под долиной р.Оби иногда с гравием и отдельными гальками. В районе г. Барнаула пески мелкозернистые. Глины кочковской свиты серые, серовато-зеленые, голубоватые, участками с раковинами моллюсков, песчаные или песчанистые, иногда слоистые, карбонатные, с обрывками растительных остатков [4].

## **Неоплейстоцен**

### *Нижний-средний неоплейстоцен*

#### Краснодубровская свита (IaI-IIIrd)

Отложения краснодубровской свиты развиты в юго-западной части района, в левобережье р. Оби в пределах Приобского плато. На правобережье р. Оби они развиты в крайней северо-восточной и северной части в пределах Обь-Чумышской возвышенности [4].

Слагается свита породами полигенетического генезиса, реже встречаются озерно-аллювиальные осадки. Мощность краснодубровской свиты в левобережье р. Оби на Приобском плато изменяется в широких пределах от 20 до 135 м. В основном сложена она суглинками. В подошве свиты часто отмечается пласт песков мощностью от 3 до 10 м. Пески также распространены вдоль юго-восточного склона Касмалинско-Барнаульского увала, по мощности достигающие иногда 40-50 м [4].

В правобережье р. Оби в пределах Обь-Чумышской возвышенности мощность краснодубровской свиты несколько меньше, чем на Приобском плато, и составляет всего 80-100 м на увалах. Содержание песков в свите чаще всего больше, чем на Приобском плато, и составляет 10-15 м, иногда 25 м. Здесь количество пластов песков достигает 2-3 м.

Цвет пород краснодубровской свиты относительно однородный. Так, суглинки обычно желтовато-серые, палево-желтые, бурые, лессовидные, легкие в верхней до тяжелых в нижней части, карбонатные, с редкими пятнами ожелезнения. В средней и нижней частях часто развиты суглинки озерного генезиса серого, темно-серого цвета, участками с раковинами моллюсков. Пески краснодубровской свиты серые, желтовато-серые, обычно тонко-мелкозернистые, реже среднезернистые, полевошпатово-кварцевые, иногда интенсивно ожелезненные и параллельно слоистые [4].

## *Средний-верхний неоплейстоцен*

### Четвертая надпойменная терраса р. Оби (аQII-III)

Данные отложения протягиваются полосой шириной 42 км на юге, в районе г. Новоалтайска – 16-17 км, к северу полоса опять расширяется до 40-45 км. На востоке IV терраса граничит с красnodубровской свитой, слагающей Обь-Чумышскую возвышенность, на западе – с III террасой р.Обь, на северо-востоке – с III террасой р. Чумыш. Отложения террасы с размывом залегают на осадках монастырской свиты.

В строении IV террасы выделяются две четко выраженные толщи: верхняя суглинистая и нижняя в основном песчаная с прослоями суглинков и супесей, отвечающая русловой фации. Верхняя толща суглинков имеет мощность обычно 10-20 м, иногда до 30-50 м. Суглинки этой толщи серые, светло-серые, серовато-желтые, средние, со штрихами и пятнами ожелезнения, с мелкими точками и нитями гумусированных растительных остатков, с пятнами окислов марганца, карбонатные.

Русловая фация IV террасы состоит из песков, которые преобладают (60-70%), и прослоев суглинков и супесей, количество которых может достигать 1-2 суммарной мощностью 7-12 м, иногда 15-20 м. Общая же мощность песков 25-35 м, реже 40-50 м в зоне выклинивания террасы. Пески русловой фации серые, голубовато-серые от мелкозернистых, средне-мелкозернистых, среднезернистых в подошве до тонко-мелкозернистых в кровле, полевошпатово-кварцевые, окатанные, иногда в подошве отмечаются мелкие гальки кварцита. Супеси серые, тяжелые, карбонатные, мягкопластичные, с полуперегнвившими растительными остатками. Суглинки этой части разреза серые, темно-серые, мягкопластичные, часто с мелкой растительной сечкой, карбонатные. Общая мощность IV террасы изменяется от 50 до 100 м, реже больше в тыловой своей закраине [4].

## **Верхний неоплейстоцен-голоцен (Q III-IV)**

В эту группу отнесены покровные субэзральные (saQIII), делювиальные (dpQIV) и эоловые (vQIII-IV) осадки.

Субэзральные покровные отложения распространены повсеместно на площади Приобского плато, Обь-Чумышской возвышенности, четвертой, третьей надпойменных террас. Мощность отложений изменяется от 1-3 до 6-12 м. Литологически они представлены бурыми, палево-желтыми суглинками лессовидного облика со столбчатой отдельностью, с линзами песков и супесей. Делювиальные отложения обычно прослеживаются в основании склонов плато, террас и представлены суглинками, песками мощностью до 10 м, чаще 0,5-2 м.

Эоловые отложения широко распространены на поверхности террас рек Оби и Чумыша, в Барнаульской древней долине, а также вдоль р.Касмала. Образуют они характерные эоловые формы рельефа – бугры, гряды. Представлены эоловые отложения песками палево-желтого цвета полевошпатово-кварцевыми преимущественно средне-мелкозернистыми, тонко-мелкозернистыми. Мощность эоловых отложений до 3-10 м [4].

## **Голоцен**

### **Пойма р. Оби и ее притоков (a Q<sub>IV</sub>)**

Пойма р. Оби занимает обширные площади, протягиваясь через весь район с юга на север и запад полосой шириной 3-16 км. Ширина поймы р.Чумыша – 3-5 км. Ширина пойм других более мелких рек значительно меньше.

Представлены пойменные отложения аллювиальными и озерно-аллювиальными фациями – песками с прослоями суглинков и супесей. Мощность пойменных отложений изменяется от 10 до 25 м для р. Оби и от 5 до 10 м для р.Чумыш. Вдоль более мелких рек мощность отложений поймы составляет 3-5 м.

Пески пойменных отложений залегают с размывом либо на глинах кочковской свиты, либо на отложениях террас и монастырской свиты. Мощность песков изменяется чаще от 3 до 10-15 м для р. Оби. Мощность прослоев суглинков незначительна и, как правило, не превышает 2-5 м. Пески серые, мелкозернистые в кровле и среднезернистые в подошве, с раковинами моллюсков. Суглинки и супеси желтовато-серые, голубовато-серые, мягкопластичные, карбонатные, с гумусированными растительными остатками [4].

### **Биогенные образования (bQ<sub>IV</sub>)**

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. В застроенной части города торфы ликвидированы или засыпаны насыпными грунтами.

### **Техногенные отложения (tQ<sub>IV</sub>)**

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 [8].

## 1.2.2 Тектоника

Территория района исследований расположена на границе Западно-Сибирской плиты (молодой платформы) с Алтая-Саянской горно-складчатой областью.

В пределах Западно-Сибирской платформы выделена Кулундинская впадина (структура II порядка), которая в свою очередь подразделяется на структурные террасы или ступени: Барнаульская, Бийская и Рубцовская. Одним из важнейших факторов формирования геологического строения и условий осадконакопления являются тектонические движения. Структуры непосредственно фундамента относятся к герцинской складчатости. В свою очередь, условия седиментогенеза являются своего рода чутким барометром, реагирующим на малейшие тектонические движения. В пределах каждой структурной террасы разрез платформенного чехла представлен своим набором свит и их внешним обликом.

Барнаульская структурная терраса Кулундинской впадины лишь частично заходит в пределы участка работ на его западной окраине. Она примыкает к более высокой Бийской структурной террасе. Границей этих двух ступеней служат четко выраженные в рельефе фундамента уступы. Палеозойский фундамент в пределах Барнаульской террасы залегает на глубинах 360-420 м и имеет абсолютные отметки 120-230 м. Характерной чертой рельефа фундамента является наличие положительных и отрицательных структур III порядка, имеющих изометричную и неправильную форму: Усть-Чумышская депрессия, Топчихинская мульда, западная часть Бурановского поднятия, Арбузовский и Топчихинский прогибы. По последнему четко прослеживается древняя аллювиальная долина островного времени. Барнаульская структурная терраса была вовлечена в опускание в начале позднего мела.

Такие структуры, как Топчихинский прогиб, Топчихинская мульда и Бурановское поднятие были подтверждены бурением.

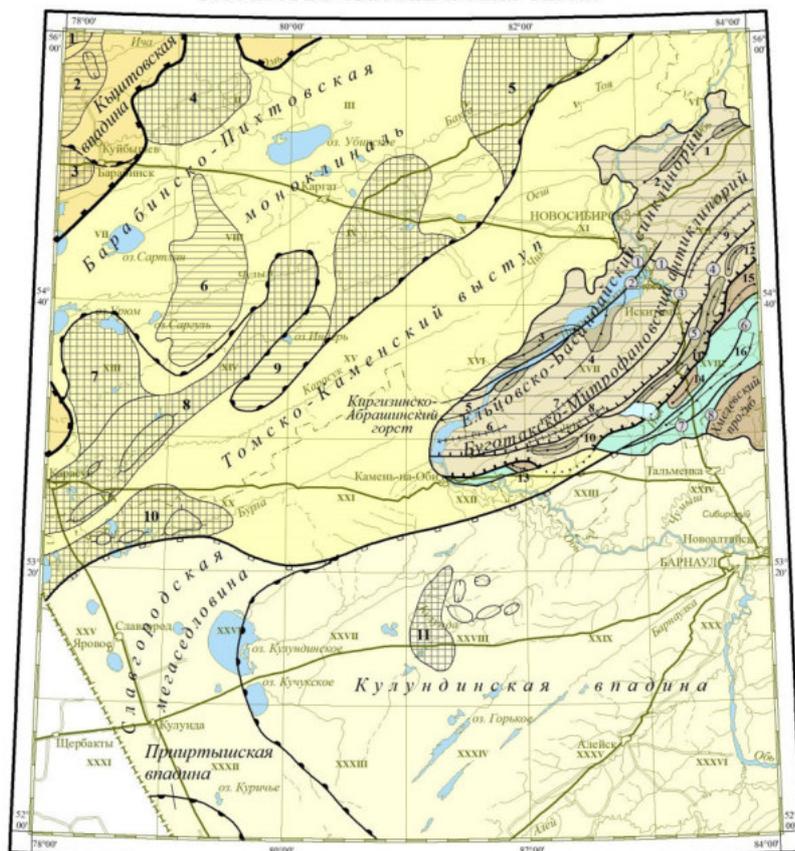
Бийская структурная терраса Кулундинской впадины занимает центральную часть района исследований и в виде полукольца окружает с востока Барнаульскую террасу. На востоке она граничит с Рубцовской структурной террасой. Палеозойский фундамент в пределах Бийской ступени залегает в среднем на глубинах 210-380 м, имея абсолютные отметки 40-180м.

Для Бийской структурной террасы характерно так же, как и для Барнаульской террасы, наличие линейно вытянутых прогибов: Чарышского, Обского, Большереченского, Арбузовского, Топчихинского. На севере террасы расположена Власихинская депрессия, в центре – Бурановское поднятие, где разрез чехла начинается с новомихайловской свиты (севернее ст. Топчиха).

Наиболее древними породами платформенного чехла, залегающими на палеозойском фундаменте Бийской структурной террасы, являются отложения островновской свиты ( $P_{1-2}$  os). Значит, Бийская ступень была вовлечена в погружение на рубеже мела и палеогена.

Погружение продолжалось вплоть до средненеоплейстоценового времени. За этот период здесь накопилось в среднем 250 м осадков. На рубеже раннего и среднего неоплейстоцена погружение Бийской ступени сменилось поднятием, которое продолжается и сейчас.

СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ СХЕМА



Масштаб  
км 25 50 75 100

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Западно-Сибирская мезозойско-кайнозойская геосинеклиза (плита)
- 150 Внутренняя тектоническая область, Средне-Обская мегаантиклиз, Омско-Норольская синеклиза
  - 151 Внешний тектонический пояс: а - Приалтаеяская моноклиза, б - Кулундинская синеклиза
- Обь-Зайсанская область герцинид. Кольвань-Томская складчатая система (а - нижний, б - верхний структурные ярусы)
- 154 Новосибирская складчатая зона
  - 156 Горловская складчатая зона
- Алтае-Саянская область каледонид. Алтае-Салаирская складчатая система, Салаирская зона: а-каледонские структуры, б-герцинские наложенные структуры
- 158 Юрские впадины
- Границы тектонических структур Западно-Сибирской геосинеклизы:
- 160 внутренней области и внешнего пояса надпорядковых
  - 161 первого порядка
  - 162
- Структуры Западно-Сибирской геосинеклизы
- 163 Второго порядка (а-положительные, б-отрицательные) и их номера: 1-Кратвинское куполовидное поднятие, 2-Михайловский прогиб, 3-Амнинское куполовидное поднятие, 4-Убинское куполовидное поднятие, 5-Кочневский структурный мыс, 6-Чулымский структурный залив, 7-Лозниковский структурный мыс, 8-Крещенский вал, 9-Южно-Чулымская впадина, 10-Славгородский вал, 11-Среднекулундинское куполовидное поднятие
  - 165 Третьего порядка (локальные: а - поднятия, б - депрессии)
- Оси: а - синклиналей, б - антиклиналей и их номера: 1-Войновская, 2-Галинская, 3-Ордынская, 4-Милтошнинская, 5-Ельцовская, 6-Шадринская, 7-Каракальская, 8-Лушниковская, 9-Бутотакская, 10-Федюнинская, 11-Листвинская, 12-Уропская, 13-Островская, 14-Новоокресненская, 15-Легостаевская (Бухаринская), 16-Романовская (Отневская)
- Разрывные нарушения
- 169 Главные (Томско-Каменский надвиг): а - установленные, б - предполагаемые
  - 170
  - 171 Прочие (а-надвиги, б-с неустановленной кинематикой) и их номера: 1-Бердский, 2-Новосибирский, 3-Каменский, 4-Каменско-Митрофановский, 5-Карасевский, 6-Смирновский, 7-Лушниковский, 8-Никоновский
  - 172
  - 173 Границы структурных ярусов, наложенных структур

Рисунок 1.7 – Структурно-тектоническая схема [91]

Рубцовская структурная терраса образует внешний пояс Кулундинской впадины, примыкающий с севера, востока и юга к Алтае-Саянской горно-

складчатой области. В современном рельефе Рубцовской террасе отвечает зона Предгорий Алтая и Салаира.

Палеозойский фундамент здесь залегает на глубинах 90-270 м, имея абсолютные отметки от минус 90 до плюс 125 м.

В пределах Рубцовской структурной террасы выделяется целый ряд линейных положительных и отрицательных структур III порядка: Повалихинский, Заринский, Гордеевский, Зональный, Боровлянский валы; Среднекраюшинский, Инюшевский, Кытмановский, Шпагинский, Троицкий, Большереченский, Обской прогибы. На севере, северо-востоке террасы выделяются Тальменская и Глушинская мульды юрского времени.

Большинство валов и прогибов Рубцовской террасы имеют северо-восточное или субмеридиональное простирание, т.е. полностью согласное с направлением структур и разломов в палеозойском фундаменте.

В пределах Рубцовской террасы наиболее древними породами, залегающими в виде покрова на палеозойском фундаменте, являются песчано-гравийно-галечниковые отложения атлымской свиты ( $P_3$  ат). Таким образом, Рубцовская структурная терраса была вовлечена в зону погружающейся и расширяющейся Кулундинской впадины в позднем олигоцене. Очень грубый состав осадков этого времени, мощные переотложенные формации кор выветривания свидетельствуют о значительных горообразовательных процессах в пределах Горного Алтая.

В конце нижнего и в начале среднего неоплейстоцена наступила инверсия тектонического режима, благодаря чему погружение Рубцовской ступени сменилось поднятием, которое продолжается и сейчас [5].

### 1.3 Гидрогеологические условия

Барнаульское месторождение подземных вод (Барнаульского МПВ) находится на восточной окраине Кулундинского района краевой зоны Западно-Сибирского сложного бассейна пластовых вод.

В строении бассейна выделяются 2 структурных яруса. Нижний ярус – складчатый палеозойский фундамент с напорными трещинными и трещинно-жильными водами. Верхний ярус – чехол из рыхлых слабоуплотненных кайнозойских отложений, содержащих напорные и безнапорные пластово-поровые воды. В разрезе последнего выделяется 12 водоносных и относительно водоносных горизонтов, которые в пределах месторождения представляют единую, гидравлически взаимосвязанную, водонапорную систему, осложненную к тому же связью с поверхностными водами р. Оби и ее притоков.

Водоносный горизонт является основной единицей гидрогеологической стратификации, комплексы выделены для недостаточно изученных стратиграфических горизонтов. Так, в составе четвертичных отложений выделены:

- водоносный горизонт современных отложений, воды спорадического распространения в верхнечетвертичных-современных отложениях;
- водоносный комплекс верхнечетвертичных отложений террас р.Оби и ее притоков;
- водоносные горизонты средне-верхнечетвертичных отложений касмалинской и карасукской свит, среднечетвертичных отложений большереченской, монастырской, кулундинской свит;
- воды спорадического распространения в нижне-среднечетвертичных отложениях краснодубровской свиты;
- кочковской свиты;
- павлодарской свиты (нижний-средний плиоцен, верхний миоцен);
- таволжанской свиты (нижний-средний миоцен).

Палеогеновые отложения включают водоносные горизонты знаменской, атлымской, новомихайловской и островновской свит.

Подземные воды меловых отложений изучены слабо, в их составе рассматриваются два водоносных горизонта и один водоносный комплекс [8].

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 рр. Оби, Барнаулки и Пивоварки ( $aQ_{IV}$ );
- грунтовые воды аллювиальных отложений первой надпойменной террасы р. Барнаулки ( $aQ^1_{III}$ );
- грунтовые воды аллювиальных отложений второй надпойменной террасы р. Барнаулки ( $aQ^2_{III}$ );
- грунтовые воды аллювиальных отложений третьей надпойменной террасы р. Барнаулки ( $aQ^3_{II}$ );
- водоносный комплекс красnodубровской свиты ( $Q_{I-II} \text{ krd}$ ).

**Подземные воды типа «верховодка»** имеют ограниченное распространение в зоне аэрации и встречаются на различных элементах рельефа. Они распространены на II-й и III-й надпойменных террасах р.Барнаулки, в долине р. Пивоварки и служащий водоразделом и на склонах Приобского плато.

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

В пределах II и III 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 включениями суглинков и супесей (переслаивание).

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

Глубина залегания уровня «верховодки» от 0 м до 5 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.

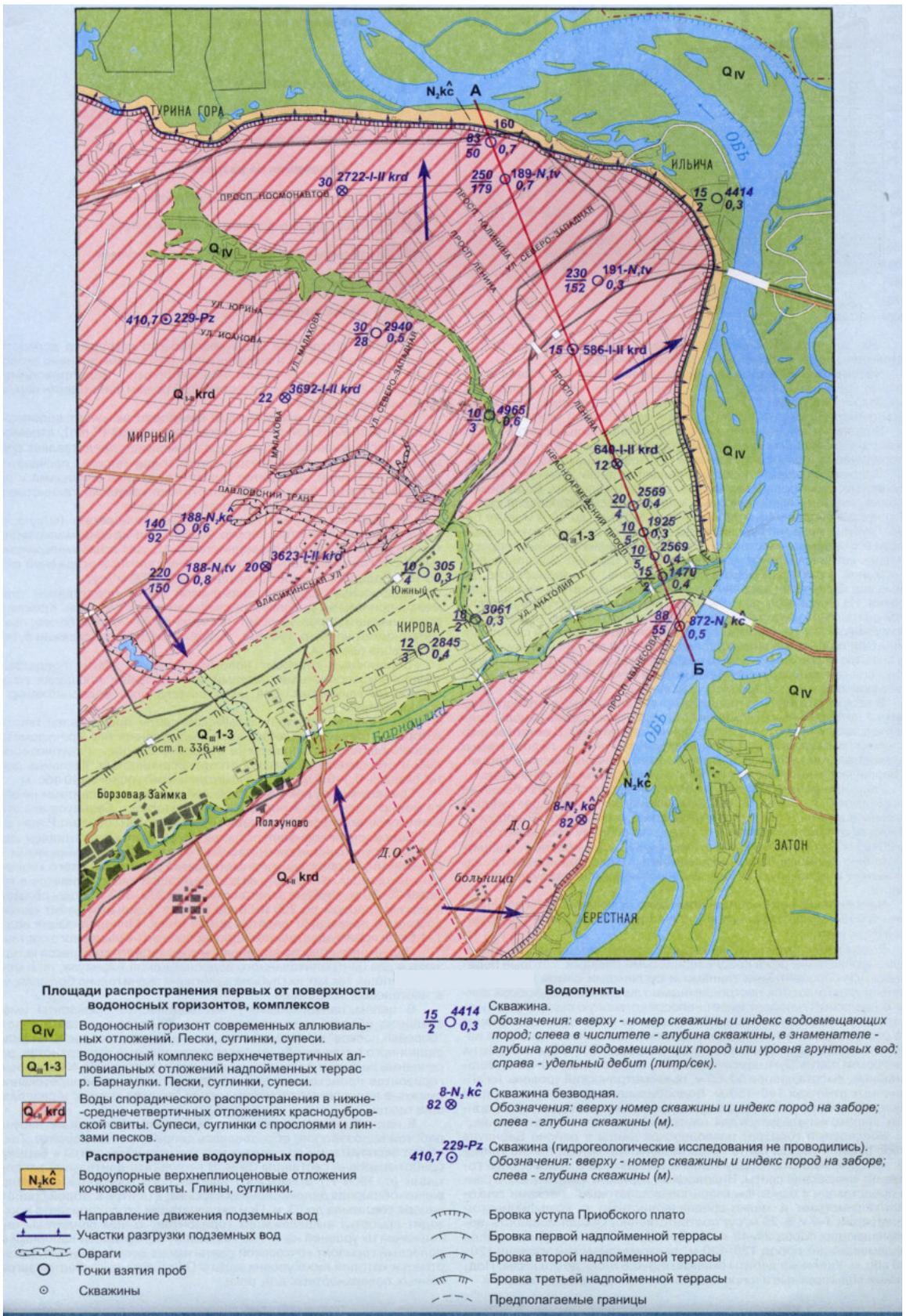


Рисунок 1.8 – Схема гидрогеологических условий г. Барнаула [11]

## **Грунтовые воды аллювиальных отложений пойм рр. Оби, Барнаулки и Пивоварки (аQ<sub>IV</sub>)**

Горизонт является первым от дневной поверхности и безнапорным. Приурочен к русловым и пойменным отложениям долин р. Оби и ее притоков, ширина которых в плане колеблется от первых десятков метров до 16 км.

Водовмещающие породы представлены в основном мелкозернистыми песками и супесями. Мощность песков варьирует от 1 до 25 м, чаще составляя 10-15 м. С поверхности горизонт перекрывается суглинками, супесями и песками, мощность их не превышает 2-5 м. Залегает водоносный горизонт в основном на песках и суглинках неоплейстоценового возраста и лишь в левобережье р. Оби на глинах эоплейстоцена.

Выдержанные водоупоры в кровле и подошве отсутствуют, что предрасполагает к тесной гидравлической связи с поверхностными водами и подземными водами подстилающих и контактирующих в плане водоносных горизонтов. Глубина залегания грунтовых вод изменяется от 0 до 7 м.

Наиболее высокая водообильность горизонта наблюдается в долине р. Оби, где удельные дебиты скважин варьируют от 0,2 до 2,88 л/с, а коэффициенты фильтрации достигают значений 22,9-23,8 м/сут. На плато, в долине р. Барнаулки удельные дебиты до 0,065 л/с, а коэффициенты фильтрации составляют 2,5-3,3 м/сут.

Воды преимущественно пресные гидрокарбонатного кальциевого, магниево-кальциевого состава. В г. Барнаул наблюдается локальное повышение сухого остатка до 1,03-1,9 г/дм<sup>3</sup>, что связано с загрязнением коммунальными и промышленными стоками и отходами. По типу загрязненные воды становятся сульфатно-гидрокарбонатными и хлоридно-гидрокарбонатными. Отмечается повышенное содержание нитратов и нитритов.

Питание водоносный горизонт получает за счет инфильтрации атмосферных осадков и фильтрации поверхностных вод. Разгрузка горизонта

происходит в речную сеть и в нижележащие водоносные горизонты через «песчаные» окна в условиях сформировавшейся депрессионной воронки.

### **Грунтовые воды аллювиальных отложений первой надпойменной террасы р. Барнаулки (аQ<sup>1</sup><sub>III</sub>)**

Водоносный горизонт приурочен к отложениям первой надпойменной террасы и развит в правобережье р. Оби в виде полосы шириной от 2 до 9 км, протягивающейся с юга района на северо-запад. Выделяется он также и в долинах рр. Чумыша, Барнаулки.

Водовмещающими породами являются пески от мелко- до мелко-среднезернистых и разномернистых и суглинки. Коэффициент фильтрации песков составляет 11-12,5 м/сут. Мощность песков изменяется от 1 до 28 м, чаще в пределах 3-10 м. Горизонт безнапорный, залегает на песках водоносного средненеоплейстоценового и ниже- средненеоплейстоценового аллювиальных горизонтов, с которыми гидравлически взаимосвязан. Уровень грунтовых вод устанавливается на глубинах 1,1-12,9 м. Водообильность горизонта сравнительно низкая. Дебиты колеблются от 0,1 до 2,66 л/с, удельные дебиты – от 0,1 до 2,61 л/с.

Воды пресные с сухим остатком 0,26-0,99 г/дм<sup>3</sup>. Тип вод гидрокарбонатный кальциевый, реже кальциево-магниевый.

Питание горизонта местное, инфильтрационное, разгрузка осуществляется в смежные водоносные горизонты.

### **Грунтовые воды аллювиальных отложений второй надпойменной террасы р. Барнаулки (аQ<sup>2</sup><sub>III</sub>)**

Водоносный горизонт приурочен к отложениям второй надпойменной террасы и распространен в правобережье на всем протяжении реки Оби.

Водовмещающими породами являются пески, супеси и суглинки. Гранулометрический состав песков преимущественно мелко- и тонкозернистый. Мощность песков варьирует от 1,5 до 15,2 м. Горизонт безнапорный – уровни устанавливаются на глубинах 2,1-24,9 м. Режим

грунтовых вод, характеризуется относительной стабильностью – среднегодовая глубина уровня колебалась в пределах 9,34-10,93 м.

Дебит 0,26 л/с при понижении 0,78 м.

Воды пресные с сухим остатком 0,2-0,35 г/дм<sup>3</sup>. По типу воды гидрокарбонатные кальциево-магниевые и магниевые.

Питание горизонта местное, инфильтрационное, разгрузка осуществляется в смежные водоносные горизонты. Горизонт используется местным населением для индивидуального водоснабжения, где отсутствует централизованное водоснабжение.

### **Грунтовые воды аллювиальных отложений третьей надпойменной террасы р. Барнаулки (аQ<sup>3</sup><sub>II</sub>)**

Водоносный горизонт приурочен к отложениям третьей надпойменной террасы. Развита в правобережье реки Оби, протягиваясь в виде полос шириной от 2 до 23 км. Водовмещающими породами являются тонко-мелкозернистые пески, супеси и суглинки. Мощность песков не превышает 12-14 м, чаще составляя 2-4 м.

Уровень грунтовых вод устанавливается на глубинах 4,2-23,8 м. Режим грунтовых вод, характеризуется стабильностью, уровень колебался в пределах 16,74-17,86 м.

Горизонт залегает на водоносном нижне-среднелепестовом аллювиальном комплексе и гидравлически с ним связан. Водообильность горизонта низкая. Дебиты скважин, каптирующих супеси и суглинки, составляют сотые доли литров в секунду [6].

Воды пресные с сухим остатком 0,22-0,988 г/дм<sup>3</sup>. По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные, реже сульфатно-гидрокарбонатные. По содержанию катионов воды преимущественно кальциевые, магниевые-кальциевые, реже натриево-кальциевые. Питание горизонта местное, инфильтрационное, разгрузка осуществляется в смежные водоносные горизонты.

## **Водоносный комплекс краснодубровской свиты (Q<sub>I-II</sub> krd)**

Распределившийся повсеместно, кроме долины р. Оби и тех участков долины р. Барнаулки, где аллювиальные отложения ложатся собственно на кочковскую свиту.

Водовмещающими породами являются пески, залегающие в виде сложноперестилающимися слоями, 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. Обь [8].

### **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 подземные воды типа «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 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 [3].

#### **1.4 Геологические и инженерно-геологические процессы и явления**

В г. Барнаул развиты следующие геологические и инженерно-геологические процессы и явления, которые непосредственно 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).

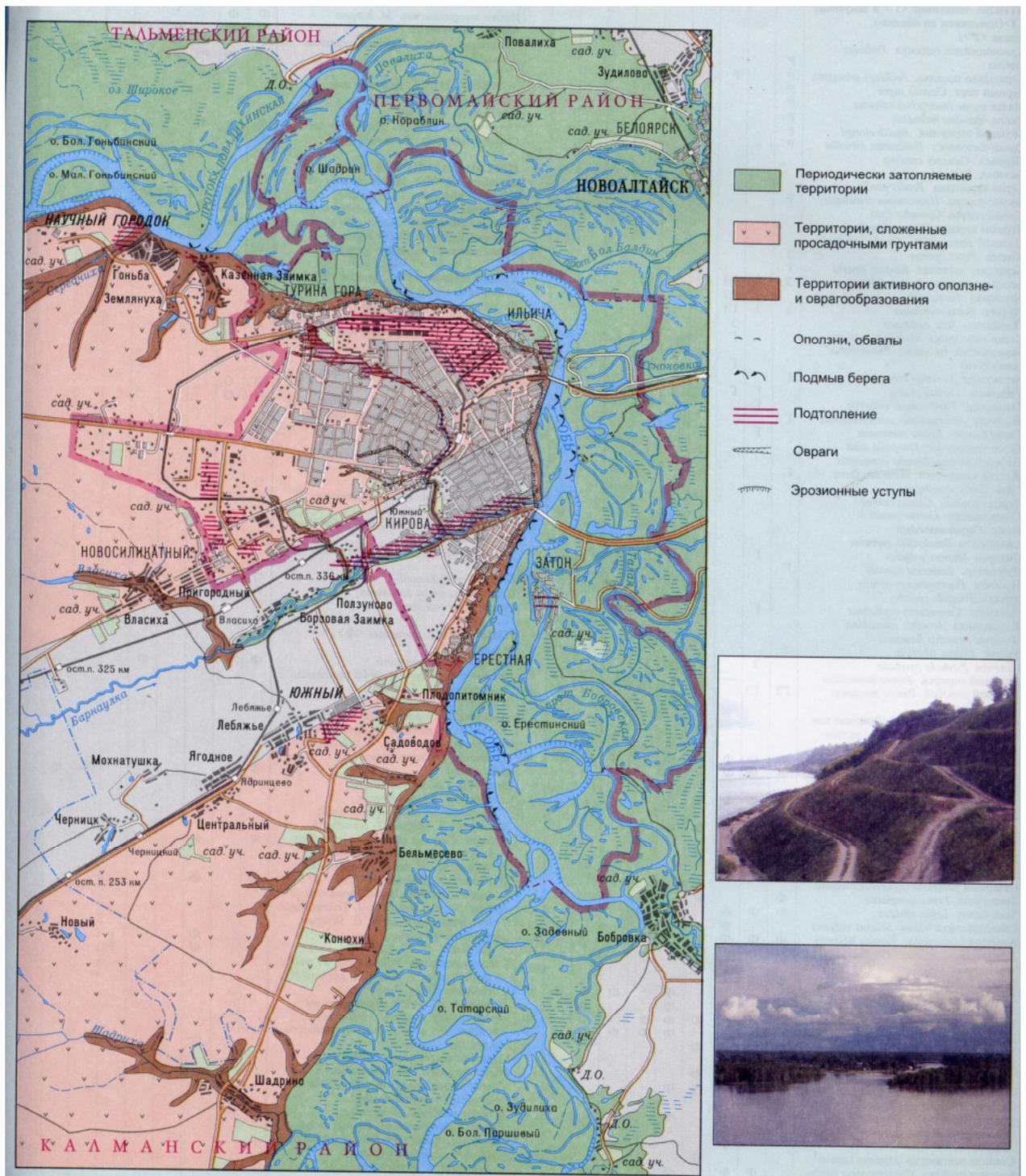


Рисунок 1.9 – Схема территорий, поврежденных опасными природными процессами г. Барнаула [11]

### Оползни

Оползнем называют массу горных пород, сползшую или сползающую вниз по склону или откосу (искусственный склон) под влиянием силы тяжести, гидродинамического давления, сейсмических и других сил.

Образование оползня проявляется в вертикальном и горизонтальном смещении масс горных пород вследствие нарушения их устойчивости.

В 300 метрах от изучаемого участка, находится бровка потенциального оползнеопасного склона. В связи с этим, считаем целесообразным провести расчет коэффициент устойчивости склона.

**Метод горизонтальных сил Маслова.** Применяется, когда откос сложен разнородными грунтами и оползень происходит по известной произвольной поверхности скольжения. Предполагается, что эта поверхность скольжения (положение и очертание) уже установлена хотя бы на части ее простираения каким-либо из опытных или теоретических способов. На неизвестной части поверхность скольжения устанавливается методом подбора. В условиях плоской задачи эта криволинейная поверхность скольжения с некоторым приближением может быть заменена в плоскости чертежа той или иной совокупностью прямых линий - линий скольжения. В соответствии с этим весь массив грунта возможно разбить на отдельные отсеки. Практически поступают наоборот: массив грунта разделяют на отдельные отсеки из таких соображений, чтобы каждый расчетный отсек состоял, по возможности, из более-менее однородного грунта (для простоты вычислений). Каждую линию скольжения в отдельном отсеке принимают за прямую линию [16].

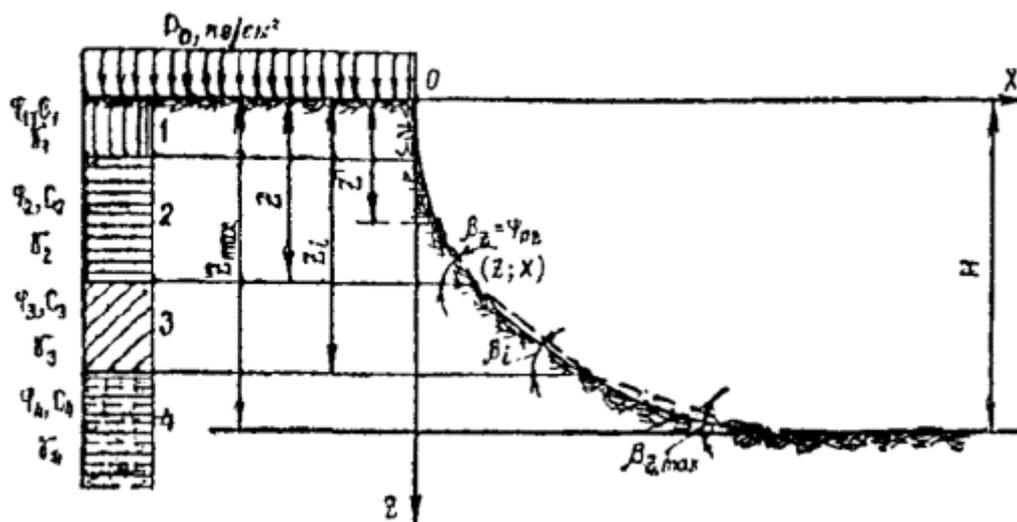


Рисунок 1.10 – Метод горизонтальных сил [16]

Метод горизонтальных сил основывается на положении, что степень устойчивости откоса или склона определяется минимальной величиной коэффициента  $K_y$  из всех его значений по высоте откоса. Вместе с тем для каждого из горизонтов величина  $K_y$  определяется из условия:

$$K_y = \operatorname{tg} \psi_p / \operatorname{tg} \beta, \quad (1.1)$$

где:  $\beta$  - угол наклона к горизонту откоса в рассматриваемой точке;  
 $\psi_p$  - угол сопротивления сдвигу на этом горизонте (или угол сдвига) [16].

Рассмотренный метод дает, как мы видели, возможность построить равнопрочный откос, т.е. откос, на всем протяжении которого по высоте коэффициент устойчивости одинаков.

Причинами образования оползней наиболее часто являются следующие:

- увеличение крутизны склона или откоса при их подрезке, подработке или подмыве, а также при придании откосам большой крутизны;
- ослабление прочности пород вследствие изменения их физического состояния при увлажнении, набухании, разуплотнении, выветривании, нарушении естественного сложения, а также в связи с развитием в породах явлений ползучести;
- действие гидростатических и гидродинамических сил на породы, вызывающее развитие фильтрационных деформаций (суффозию, выпор, переход в плавунное состояние и др.);
- изменение напряжённого состояния горных пород в зоне формирования склона и строительства откоса;
- внешние воздействия – загрузка склона или откоса, а также участков, прилегающих к их бровкам, микросейсмические и сейсмические колебания и др.

Каждая из перечисленных причин в отдельности может вызвать нарушение равновесия масс горных пород на склонах и откосах, но наиболее часто наблюдается при их совместном влиянии.

Коэффициент устойчивости меняется ( $K_u=1-2,7$ ). Склон обладает запасом устойчивости.

### **Факторы и условия образования оползней**

Под условиями оползнеобразования следует понимать всю совокупность природных и антропогенных условий, облегчающих действие сил, нарушающих равновесие масс горных пород. К ним относятся:

**Геологическое строение.** В большинстве случаев, оползни приурочены к местам выхода глинистых отложений (слоям, прослоям, призмам). Оползни распространены в ослабленных зонах: слои угля, сажи, трещиноватость, тектонические нарушения и др. Оползни также наблюдаются в местах, где имеются места накопления элювиальных, делювиальных, пролювиальных, глинистых образований. Образование оползней наиболее вероятно на участках, где в геологическом строении склонов или откосов имеются потенциальные поверхности скольжения ориентированные вдоль склона.

Оползни интенсивно развиваются в районах с высокой тектонической активностью [14].

При анализе геологических условий важно учитывать также структурно-тектоническое положение района, так как в регионах испытывающих новейшие и современные тектонические поднятия постоянно возобновляются запасы потенциальной энергии, способствующей образованию оползней.

**Гидрогеологические условия.** Склоны, сложенные обводненными горными породами, более благоприятны для образования оползней по сравнению со склонами, сложенными породами, хорошо дренируемыми.

**Геологические процессы.** Благоприятные условия для образования оползней создаются при развитии сопутствующих геологических процессов и явлений. Процессы выветривания, явления подмыва и разрушения склонов, деградация мерзлоты, суффозионные и другие фильтрационные деформации,

современные тектонические движения и землетрясения подготавливают условия, облегчающие действие сдвигающих и скалывающих усилий.

Огромное влияние на развитие оползневых процессов и явлений оказывают **особенности физико-механических свойств горных пород**, слагающих склоны. Главное значение имеет прочность горных пород – сопротивление сдвигу и скалыванию, а также свойства, которые характеризуют их склонность снижать прочность под влиянием различных факторов. При этом необходимо учитывать минеральный состав и строение (текстуру и структуру) горных пород, их физическое состояние (влажность, плотность, выветреваемость, трещиноватость), размокаемость, размягчаемость, склонность к набуханию, к пластическим деформациям и др.

**Климатические условия.** Периоды образования новых оползней и разнообразных подвижек совпадают с периодами дождей или таянием снега. Для развития оползневых процессов наиболее благоприятными являются районы гумидного климата с равномерным режимом выпадения осадков, которым к тому же свойственны морозящие дожди. При таких условиях горные породы на склонах глубоко промачиваются и максимально насыщаются водой. Увлажнение пород увеличивает их массу и соответственно действие на них гравитационных сил, что сопровождается ослаблением прочности структурных связей в них, изменением консистенции грунтов до пластичной и даже текучей. Это все приводит к снижению прочности (трения и сцепления) горных пород на склоне [14].

В районах с ливневым характером осадков лишь незначительная часть влаги инфильтруется, а большая часть быстро стекает со склона. В засушливых районах горные породы на склонах иссушаются, что повышает их устойчивость.

В районах распространения многолетнемерзлых грунтов быстрое и глубокое протаивание мерзлых пород весной и летом благоприятствует развитию оползневых подвижек: на склонах северной экспозиции («сиверах») солифлюкционных явлений, на южных («солнцепеках») –

сплывов. Такие оползневые подвижки развиваются по поверхности скольжения оттаявших с поверхности мерзлых пород [14].

Климатические условия оказывают огромное влияние на гидрологический режим водоемов. Активно развиваются оползни на реках с паводковым режимом, на участках русла рек с большими скоростями потока, на берегах морей с интенсивным развитием волноприбойных явлений.

Важнейшим условием, способствующим образованию оползней, является **рельеф местности**. Оползни наиболее широко распространены в горных районах, на участках с резко пересеченным рельефом, на высоких и крутых склонах речных долин и т.д. Рельеф местности, его орографическое положение создают запасы потенциальной энергии, обуславливающей развитие оползневых явлений.

**Инженерная и хозяйственная деятельность человека** часто создает условия, благоприятные для развития оползней. Подрезка склонов, крутое заложение откосов, нарушение поверхностного и подземного стока, уничтожение пляжей и многие другие действия человека соизмеримы по распространению, масштабам и значению с природными условиями оползнеобразования [14].

### **Классификация оползней**

Оползни весьма разнообразны по размерам, строению, причинам образования и условиям, способствующим их возникновению и развитию, механизму и динамике процесса. Соответственно и классификаций оползней предложено много. Одни из них, более детальные, учитывают несколько признаков, другие – построены на учёте одного. Большое число классификаций отражает, с одной стороны, сложность оползневых явлений, а с другой, состояние развития науки об оползнях, которое показывает, что накопление фактов продолжается.

В зависимости от глубины расположения поверхности скольжения смещаться могут либо только самые поверхностные отложения, например

почвенный покров, делювиальные или делювиально-элювиальные образования, либо (при глубоком её залегании) большие массы горных пород. В соответствии с этим Ф.П. Саваренский (1935) предлагал различать оползни поверхностные, мелкие, глубокие и очень глубокие (таблица 1.7) [17].

Таблица 1.7 – Глубина захвата пород оползневыми деформациями (Саваренский, 1935) [17]

Оползни	Глубина расположения (захвата) поверхности скольжения, м
Поверхностные	< 1
Мелкие	< 5
Глубокие	< 20
Очень глубокие	> 20

При рассмотрении закономерностей развития оползней как процессов и явлений, связанных с историей геологического развития данной местности, следует в первую очередь отличать оползни современные от древних. В соответствии с этим И.В. Поповым (1946) была предложена очень важная принципиальная схема, отражающая общие закономерности динамики развития оползней (таблица 1.8).

Большой известностью пользуется классификация оползней по их строению (структуре), предложенная также Ф.П. Саваренским (1934). По этой классификации оползни подразделяются на асеквентные, консеквентные и инсеквентные (рисунок 1.11).

**Асеквентные** (от латинского – не следовать, в данном случае каким-то поверхностям) – оползни, образующиеся в однородных породах, неслоистых (глинах, суглинках, супесях и др.). Поверхность скольжения в таких породах вогнутая, имеет форму, близкую к круглоцилиндрической, она обусловлена их физико-механическими свойствами. Трещины отрыва в верхней части склона или откоса у таких оползней образуют как бы один или несколько заколов, и массы горных пород сползают вниз по склону или откосу в виде блока или блоков по такой вогнутой поверхности скольжения, часто без сколько-нибудь существенного нарушения их внутреннего строения [17].

Таблица 1.8 – Схема подразделения оползневых явлений по возрасту (Попов, 1946)

Возраст оползней	Вид оползней	Состояние равновесия масс горных пород
Современные, отвечающие современному положению базиса эрозии и уровня абразии	Движущиеся (активные)	Процесс установления равновесия продолжается.
	Приостановившиеся (временно стабилизовавшиеся)	Действие силы, вызывающей нарушение равновесия, временно уравновешено факторами устойчивости.
	Остановившиеся (стабилизовавшиеся)	Силы, нарушающие равновесие, временно устранены.
	Закончившиеся (полностью стабилизовавшиеся)	Действие силы, вызывающей нарушение равновесия, исчерпано.
Древние, не отвечающие современному положению базиса эрозии и уровня абразии	Открытые	Оползневое тело выходит на поверхность.
	Погребённые	Оползневое тело перекрыто позднейшими отложениями.

В рельефе, таким образом, возникают главный и внутренние уступы. Как показывают многочисленные наблюдения, подошва оползня приурочена часто к основанию склона или откоса, а если ниже залегают слабые породы, то она врежется в эти породы и выходит на поверхность на некотором расстоянии от основания склона [17].

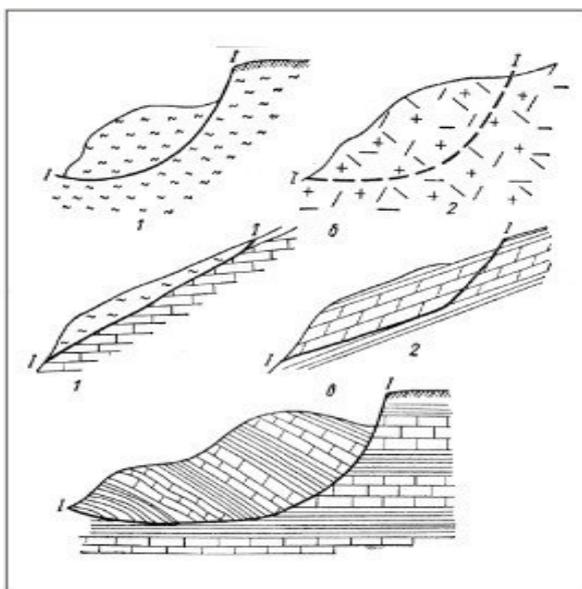


Рисунок 1.11 – Схемы характерных типов строения (строения) оползней:  
 а – асеквентный: 1 – в однородных глинистых породах; 2 – в трещиноватых

твердых породах; б – консеквентный: 1 – делювия по коренным породам; 2 – в моноклиально наклонных слоистых порода; в – инсеквентный [17]

**Консеквентные** оползни (согласно следующие существующим поверхностям) образуются в неоднородных и трещиноватых породах. Поверхность скольжения у таких оползней обычно predetermined строением склона или откоса, существующими поверхностями раздела сплошности. Сползание масс горных пород в этом случае происходит в виде блока или блоков, либо они движутся подобно вязкой жидкости по наклонным поверхностям, приуроченным к зонам ослабления. Последними могут быть: 1) моноклиально наклонённая поверхность напластования горных пород; 2) наклонные слои или прослойки слабых пород (глин, аргиллитов, сажи, угля); 3) поверхность коренных пород или нижняя граница зоны сильно выветренных пород; 4) поверхность или поверхности трещин; 5) поверхность мёрзлых пород. Форма поверхности скольжения у консеквентных оползней плоская, волнистая, наклонно-ступенчатая.

**Инсеквентные** оползни (расположенные в крест простирания пород) образуются также в породах неоднородных, слоистых, залегающих горизонтально или наклонно в сторону склона. Поверхность скольжения у таких оползней врезаётся и пересекает слои разного состава. В вершине оползня она крутая, направлена вдоль поверхности трещины или трещин, а к подошве выполаживается, срезая слои или один из них [17].



Рисунок 1.12 – Оползень в районе ул. Фабричная 01.07.2011 г [92]

Н.В.Родионов (1939) выделял следующие виды оползней: а) консистентные, когда нарушение устойчивости масс горных пород связано с изменением консистенции глинистых пород, например, с переходом их из полутвердого состояния в пластичное при увлажнении; б) суффозионные, когда нарушение устойчивости горных пород на склонах вызвано развитием суффозионных процессов при выходе подземных вод на поверхность в основании склона; в) структурные, когда нарушение устойчивости горных пород на склоне происходит в виде смещения по наклонным поверхностям напластования, систем трещин и тектонических нарушений. Кроме этих основных типов возможны промежуточные: консистентно-структурные, суффозионно-структурные и др. [17].

### **Противооползневые мероприятия**

Задачей противооползневых мероприятий является защита территорий от разрушения оползнями, придание им и расположенным на них сооружениям и хозяйственным угодьям устойчивости и обеспечение нормальных условий эксплуатации.

В практике борьбы с оползнями наиболее часто применяют следующие группы мероприятий:

- 1) регулирование поверхностного стока;
- 2) дренаж обводненных горных пород;
- 3) перераспределение масс горных пород;
- 4) защита от подмыва и размыва;
- 5) закрепление масс горных пород подпорными и анкерными сооружениями;
- 6) искусственное улучшение свойств горных пород;
- 7) лесомелиоративные работы;
- 8) профилактические мероприятия, такие как запрещение подрезки склона, снижение интенсивности движения транспорта и др.

Регулирование поверхностного стока применяют для уменьшения или исключения увлажнения горных пород на оползневом участке дождевыми и талыми водами [18].

### **Факторы и условия развития оползневых процессов в г. Барнауле**

**Геологическое строение и рельеф.** Основной геологической средой развития оползней на территории города Барнаула является мощная толща (40–90 м) отложений краснодубровской свиты, представленная лессовыми суглинками (реже супесями) с прослоями песков. В нижней части толщи пески водоносные. Аллювиальные отложения поймы и надпойменных террас р. Барнаулки, представлены песками, супесями и суглинками. Толща краснодубровской свиты залегает на плотных суглинках и глинах кочковской свиты, которые являются региональным водоупором и плоскостью скольжения оползней. Породы краснодубровской и кочковской свит обнажаются на левом коренном склоне р. Оби, где происходит пластовое выклинивание подземных вод по кровле глинистых водоупорных пород кочковской свиты в виде многочисленных родников и мочажин [14].

**Гидрогеологические условия.** На развитие оползневых процессов в пределах территории г. Барнаула оказывает влияние четвертичный водоносный комплекс, который включает в себя водоносные горизонты современных и верхнечетвертичных аллювиальных отложений долин рр. Оби, Барнаулки, Пивоварки, отложений касмалинской свиты (QII-III<sub>ksm</sub>) и краснодубровской свиты (QI-III<sub>krd</sub>) [14].

**Влияние руслового процесса на образование оползней.** Русловые процессы р. Обь в районе г. Барнаула отличаются значительной спецификой и сложностью протекания. Одной из основных особенностей является высокая интенсивность высотных и плановых деформаций русла. Эта характерная черта обусловлена как естественными факторами русловых процессов (уклоны водной поверхности, состав прорезаемых рекой отложений и донных наносов, гидрологические особенности водного

режима), так и антропогенными (разработка пойменных и русловых карьеров, дноуглубительные работы, строительство инженерных сооружений в русле и на берегах реки, возведение берегоукреплений) [14].

**Климатические факторы.** Оползни г. Барнаула так же связаны с метеорологическими условиями района. Климат характеризуется комплексом метеорологических элементов, которые почти все оказывают влияние на коэффициент устойчивости склонов. Это влияние можно оценить количественно, учитывая сезонные колебания прочности пород, вес профильтровавшейся части атмосферных осадков, снеговую и ветровую нагрузки, барометрическое давление и т.д. Наибольшее значение для условий равновесия склонов имеют:

- условия увлажнения – количество атмосферных осадков и его отношение к испаряемости, т. е. коэффициент увлажнения;

- температурные условия, главным образом наличие и продолжительность морозного периода, наличие многолетней мерзлоты, глубина сезонного промерзания, которая для г. Барнаула составляет от 1,75 м до 2,13 м [14].

**Антропогенное воздействие на развитие оползневых процессов.** Воздействие инженерно-хозяйственной деятельности человека на развитие оползневых процессов многогранно и порой имеет значительные масштабы, сопоставимые с природным воздействием на их развитие. По-существу, многие оползни г. Барнаула являются геотехногенными. Техногенное воздействие носит, как негативный характер, активизируя развитие оползней, так и позитивный, предупреждая, уменьшая или прекращая развитие отдельных оползней на тех или иных участках [19].

Активное воздействие на развитие оползневых процессов оказывают следующие причины, вызванные деятельностью человека:

- вывод на склон и прибрежную полосу водоводов, золопроводов, канализационных колодцев;

- непрерывная планировка застроенной территории, не регулированность стока атмосферных осадков;
- застройкой площадей непосредственно у бровки обрывистого склона;
- загрузка склонов отвалами отходов техногенного производства.

Также на территории г. Барнаула развиваются и другие неблагоприятные геологические процессы.

### **Суффозионные процессы**

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

Этому способствовали такие факторы, как наличие крутых склонов (левый берег р. Оби, правый берег р. Барнаулки), искусственных дренажных выемок, оврагов, облегченная инфильтрация атмосферных осадков, заметный уклон уровня грунтовых вод в сторону рек, значительные сезонные колебания его, наличие легкоразмываемых грунтов: песков, суглинков, супесей, 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 краснодубровской свиты, залегающих в основании этой свиты на контакте с подстилающими их глинами кочковской свиты.

В результате выноса частиц грунта подземными водами, в песчаном слое образуются разнообразные полости: западины, ниши, пещеры, воронки, и многое другое. При этом вышележащие породы утрачивают устойчивость и обрушаются. Такие суффозионные процессы протекают на левобережье р. Оби, обуславливая распространение оползневых явлений суффозионного происхождения [3].

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

### **Оврагообразование**

Чрезвычайно интенсивно в пределах плато развивается оврагообразование. Это наиболее яркая форма проявления денудации земной поверхности, обусловленная стоком воды в постоянные водоемы. Глубина оврагов достигает 60 м. Безусловно, одна из причин роста оврагов – нарушение поверхностного стока в процессе строительства, другой же причиной являются неотектонические поднятия.

Развитию оврагов 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.

Формирование оврагов на территории г. Барнаула происходит и в настоящее время. Скорость их роста 0,5-1 м в год, иногда до 7-12 м в год. Особенно быстро росли некоторые отвершки Сухого Лога и р. Пивоварки.

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 [3].

### **Плоскостная эрозия**

Явления плоскостного смыва получили развитие на территории города в пределах склона Приобского плато. Интенсивному смыву подвержены левобережный склон р. 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;
- величина водосборных площадей (для крупнотруйчатого плоскостного смыва);
- высота склонов;
- экспозиция склонов, благоприятная для накопления снеговых масс;
- количество выпадающих осадков за год, за один дождевой период, обуславливающее степень мощности и скорости течения вод;
- наличие легкоразмываемых грунтов в верхней части геологического разреза (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.

На усиление процессов плоскостного смыва оказывает влияние инженерно-хозяйственная деятельность человека: проходка выемок, подрезка склонов, рытье канав, траншей, приводящие к уничтожению дернового покрова и древесно-кустарниковой растительности [3].

### **Просадочность лессовых грунтов**

В пределах увалов Приобского плато распространены лессовые грунты, обладающие просадочными свойствами. Мощность просадочной толщи достигает 12 м.

Лессовые просадочные грунты представлены суглинками и супесями с числом пластичности, как правило, находящимися в пределах 5-10%. 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.

Просадочные лессы трещиноваты. Макропористость – важный признак просадочности грунтов.

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

Консистенция просадочных лессов твердая (реже полутвердая для суглинков и пластичная для супесей, еще реже встречаются тугопластичные просадочные суглинки).

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 5см. То есть, на территории г. Барнаула превалирует первый тип грунтовых условий по просадочности.

Лишь на отдельных ограниченных площадках наблюдается II тип грунтовых условий по просадочности.

Грунты, находящиеся на глубине свыше 10 м, как правило, имеют начальное просадочное давление свыше 0,30 МПа (т.е. становятся непросадочными), за исключением отдельных участков, где этот рубеж в 0,30 МПа отмечается на глубине 11,0-13,0 м. В целом, начальное просадочное давление превышает вертикальное напряжение от собственного веса грунтов, что подтверждает I тип грунтовых условий по просадочности (за редким исключением).

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.

Деформации проявляются в виде трещин, оседания колонн, полов, перегородок, цокольных частей здания со взламыванием асфальтовых отмоستков, кренов тяжелого оборудования (стоящего на отдельных

фундаментах), отслаивания и разрушения внутренней и наружной штукатурки, разлома труб инженерных коммуникаций, иногда вплоть до обрушения отдельных элементов зданий (оконных перемычек, лестничных маршей и др.).

Развитие процессов деформации обуславливается характером, объемом и продолжительностью замачивания грунтов. При одноразовом, но достаточно полном замачивании грунтов основания, процесс деформации зданий не имеет длительного характера.

При локальном, повторяющемся замачивании нередко эти процессы прослеживаются на протяжении ряда лет.

Деформации зданий, как правило, наблюдаются через несколько лет после завершения строительства. Нередко срок нормальной эксплуатации растягивается до 15-20 лет. Но отмечены случаи, когда деформации наступали сразу после введения зданий в эксплуатацию или даже в процессе строительства.

Просадки грунтов могут привести не только к деформациям зданий, но и к их разрушению.

О серьезности и масштабности этого явления говорит то, что в Барнауле сотни зданий имеют деформации из-за просадки грунтов.

Потенциальная пораженность этим видом ОПП на Приобском плато (на котором расположено порядка 85 % застроенной территории города), составляет 100 % [3].

### **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 или подъем уровня грунтовых вод на этой территории.

Нарушение баланса влаги в пределах активной зоны, увеличение степени водонасыщенности лессов существенно сказывается на изменении физико-механических свойств грунтов и устойчивости сооружений.

Замачивание грунтов обуславливает и то, что лессы, являясь практически непучинистыми грунтами при природной влажности, становятся сильнопучинистыми при водонасыщении. Процессы пучения наблюдались на ряде объектов.

Процессы подтопления продолжают и в настоящее время. Как правило, имеют тенденцию прогрессировать во времени из-за старения водопотребляющих объектов и инженерных коммуникаций.

Уровень грунтовых вод будет повышаться и возникнет угроза подтопления фундаментов и подвалов грунтовыми водами.

В результате, за последние десятилетия уровень грунтовых вод поднялся примерно на 4,3 м.

В целом, процессы подтопления в г. Барнауле получили значительное развитие. Общая площадь подтопленных и подтопляемых земель составляет 2100 га. Материальный ущерб значителен.

Потенциальная пораженность этим видом ОПП на Приобском плато, пойме и I надпойменной террасе – 100 %, в то время как на II и III террасах - 2-3 % [3].

### **Пучинистость грунтов**

В пределах приозерных котловин, где распространены современные водонасыщенные глинистые отложения, интенсивно проявляется морозное пучение грунтов.

Основными типами грунтов в г. Барнауле на Приобском плато являются лессы, а на террасах р. Барнаулки – пески мелкие.

Лёссы представлены, в основном, суглинками легкими пылеватыми и супесями тяжелыми пылеватыми, реже встречаются супеси пылеватые. Эти грунты в природном состоянии обычно не являются пучинистыми, но при замачивании приобретают пучинистые свойства. При большой влажности их, близкой к водонасыщению, или в водонасыщенном состоянии суглинки легкие пылеватые и супеси тяжелые пылеватые по степени пучинистости становятся чрезмерно пучинистыми, а супеси пылеватые – сильнопучинистыми.

Пески мелкие на террасах р. Барнаулки, в основном, являются, практически, непучинистыми. Но на участках, где в их составе содержание частиц мельче 0,05 мм (пылеватых и глинистых частиц) превышает 15 %, эти пески являются слабопучинистыми при степени водонасыщения 0,6-0,8. Среднепучинистыми свойствами обладают пески мелкие, пылеватые при степени водонасыщения 0,8-0,95, а когда она превышает 0,95, пески становятся сильно - и чрезмернопучинистыми.

В целом, можно отметить, что пучинистость песков практически не сказывается на строительстве и эксплуатации зданий, чего нельзя сказать о лёссах.

При застройке территорий, сложенных лёссами, неизбежно происходит их замачивание. Суглинки и супеси на плато становятся пучинистыми и при естественном насыщении верхнего слоя их водой в осенний период при длительных дождях, что характерно для климата Барнаула в конце сентября и в октябре.

Пучение грунтов – серьезный ОПП, не учитываемый в достаточной степени проектировщиками и строителями. В условиях г. Барнаула, где на Приобском плато сплошным покровом залегают просадочные лёссы, это явление усугубляется совместным действием при замачивании грунтов и просадки, и пучения.

Для исключения действия сил пучения по боковой поверхности фундаментов рекомендуется обратная засыпка из непучинистых грунтов,

что в г. Барнауле зачастую не выполняется. Эта засыпка производится нередко грунтом из вскрытого котлована под здание, т.е. лессовыми суглинками и супесями, являющимися чрезмернопучинистыми грунтами в замоченном состоянии.

Но еще более опасно промерзание грунтов под фундаментами, что постоянно наблюдается при строительстве в зимний период. При неорганизованном отводе поверхностных вод грунты под зданием осенью замачиваются и зимой активно идут процессы пучения. Достаточно промерзнуть грунтам под фундаментом на несколько десятков сантиметров, и силы пучения могут поднимать 2-5-ти этажные здания.

Потенциальная пораженность пучением на Приобском плато – 100 %, на террасах – близкое к нулю [3].

### **Наводнения (затопление)**

Часть территории г. Барнаула, расположенная на поймах рр. Оби и Барнаулки, подвергается наводнениям.

Отметки поймы Оби, в основном, 133-134 м. Отдельные понижения имеют отметки 132-133 м, отдельные повышенные места 134-136 м.

Затопление поймы р. Оби начинается при подъеме уровня воды до 5 м 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 4 м над уровнем поста.

Затопление приустьевой части долины р. Барнаулки обеспечивается только подпором вод р. Оби, уровень которых превышает уровни р. Барнаулки при одинаковой обеспеченности половодья. В приустьевой части р. Барнаулки расчетный уровень высоких вод 1 % обеспеченности подпорного характера равен 135,9 м. До этой отметки и затопливается долина р. Барнаулки.

## **Размыв и обрушение берегов**

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

Основные факторы размыва берегов р. Оби – действие течения вод, волнобойные процессы (во время штормов на р. 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 р. Барнаулке главным фактором размыва берегов является действие быстрого течения вод во время половодья.

Размыв коренного берега р. Оби на левом берегу происходит на участках, где отсутствует пойма и русло реки непосредственно контактирует со склоном долины [3].

### **1.5 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 [3].



## **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 рр. 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 залегают 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 заболачивая 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 [3].

### **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 р. Оби и правобережный борт р. Барнаулки, сложенные песчано-глинистыми отложениями красnodубровской 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 [3].

### **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. Рекомендуется подсыпка или намыв территории, обвалование, берегоукрепление, строительство на свайных фундаментах [3].

### **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 II-ой и III-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 ( $vQ_{III-IV}$ ), покрывающих II-ю и III-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.

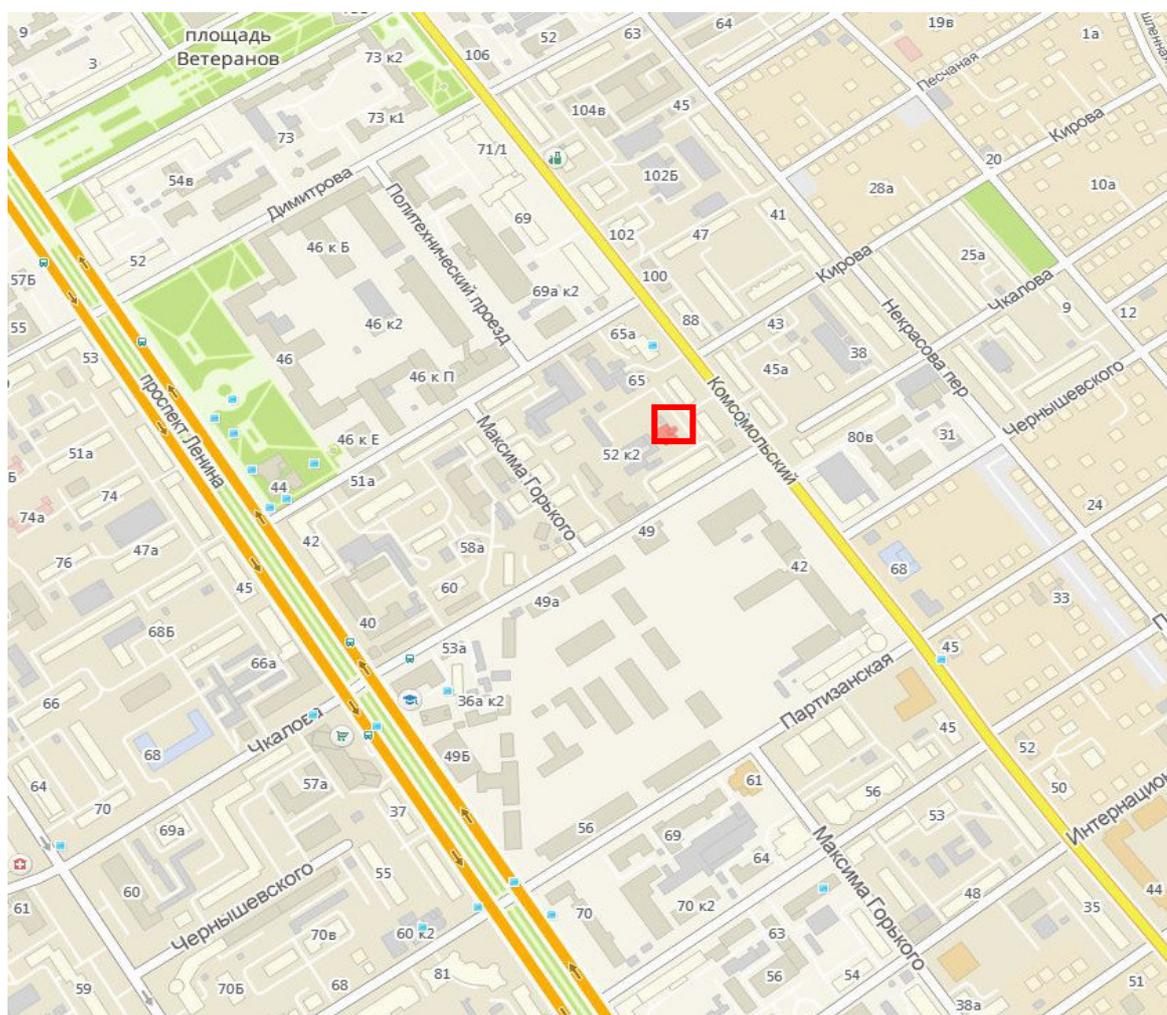
Область В (долина р. Барнаулки) в хозяйственном отношении хорошо освоена. Наряду с всё еще имеющимся частным сектором, идет интенсивная застройка жилыми и административными высокоэтажными (до 16-25 этажей) зданиями. Наиболее благоприятные условия строительства на II-ой и III-ей надпойменных террасах. 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 [3].

# СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

## 2 Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ

### 2.1 Административное положение

Участок проектируемого строительства расположен в центральной части г. Барнаула, по ул. Чкалова (рисунок 2.1).



Условные обозначения:  - участок изысканий

Рисунок 2.1 – Обзорная схема расположения участка изысканий

Непосредственно площадка проектируемого строительства находится во дворах жилых домов и представляет собой пустырь (рисунок 2.2). С северо-восточной стороны расположен проспект Комсомольский, с юго-

западной стороны ул. Максима Горького. Прилегающая территория плотно застроена с северо-восточной стороны жилыми зданиями и с восточно-западной стороны гаражами. По территории проходит множество коммуникаций, в том числе и водонесущих.



Рисунок 2.2 – Северо-восточная часть участка проектируемого строительства

## **2.2 Рельеф участка**

Рельеф относительно ровный. Абсолютные отметки дневной поверхности изменяются от 169,1 до 169,4 м. Из-за малого уклона поверхностный сток затруднен.

В геоморфологическом отношении площадка расположена на III надпойменной террасе р. Барнаулки [1].

## **2.3 Состав и условия залегания грунтов**

Стратиграфический комплекс района работ представлен современными техногенными образованиями (tIV), верхнечетвертичными-современными эоловыми отложениями (vIII-IV) и средне-верхнечетвертичными аллювиальными отложениями III надпойменной террасы р. Барнаулки (aII-

III). Геолого-литологический разрез по простиранию выдержан, залегание выделенных слоев грунтов – горизонтальное.

Исследуемая строительная площадка характеризуется горизонтальным ненарушенным залеганием слоев, отсутствием системы тектонических трещин и раздробленности.

В геологическом строении площадки до глубины 15,0 м принимают участие:

- *современные техногенные образования (tIV)*, представленные насыпными грунтами мощностью 0,3 м;

- *верхнечетвертичные – современные эоловые отложения (vIII-IV)*, представленные песками мелкими средней плотности, залегающими под насыпными грунтами до глубины 2,6-4,5 м, мощность слоя 2,3-4,2 м;

- *средне-верхнечетвертичные аллювиальные отложения III надпойменной террасы р. Барнаулки (aII-III)*, вскрытые под эоловыми песками на глубине 2,6-4,5, представленные песками мелкими плотными и суглинками легкими пылеватыми тугопластичными, общей вскрытой мощностью 10,5-12,4 м.

Условия залегания литолого-генетических разновидностей приведены на инженерно-геологическом разрезе (лист 3 графических приложений).

## **2.4 Физико-механические свойства грунтов**

### **2.4.1 Выделение инженерно-геологических элементов**

Согласно п. 3.4 ГОСТ 20522-2012 [21], за ИГЭ принимают некоторый объем грунта одного и того же происхождения и вида, при условии, что значения характеристик грунта изменяются в пределах элемента случайно (незакономерно) либо наблюдающаяся закономерность такова, что ею можно пренебречь.

Согласно п. 4.1. ГОСТ 20522-2012 [21], исследуемые грунты предварительно разделяют на ИГЭ с учетом их происхождения, текстурно-

структурных особенностей и вида.

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.

На исследуемой площади до глубины 14,0 м предварительно выделяются 3 инженерно-геологических элемента (ИГЭ) и 1 слой.

- слой 1 – современные техногенные образования – насыпной грунт;

- ИГЭ 2 – верхнечетвертичные – современные золыстые отложения – песок мелкий средней плотности, средней степени водонасыщения до насыщенного водой;

- ИГЭ 3 – средне-верхнечетвертичные аллювиальные отложения – песок мелкий плотный средней плотности, средней степени водонасыщения до насыщенного водой;

- ИГЭ 4 – средне-верхнечетвертичные аллювиальные отложения – суглинок тугопластичный.

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 анализа пространственной изменчивости показателей свойств грунтов строим графики изменения показателей для суглинка по глубине для естественной влажности, влажности на границе текучести, влажности на границе раскатывания, числа пластичности; для песков – по влажности, гранулометрическому составу и коэффициенту пористости (рисунки 2.3-2.5).

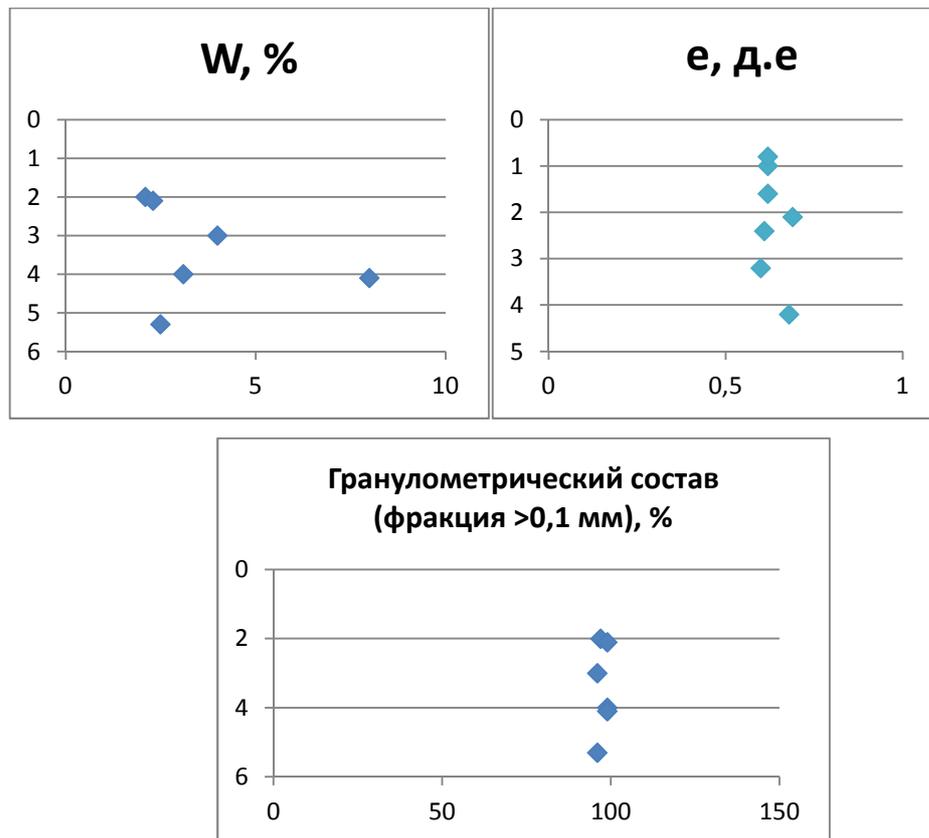


Рисунок 2.3 – Графики изменчивости показателей свойств по глубине песка мелкого средней плотности (ИГЭ-2)

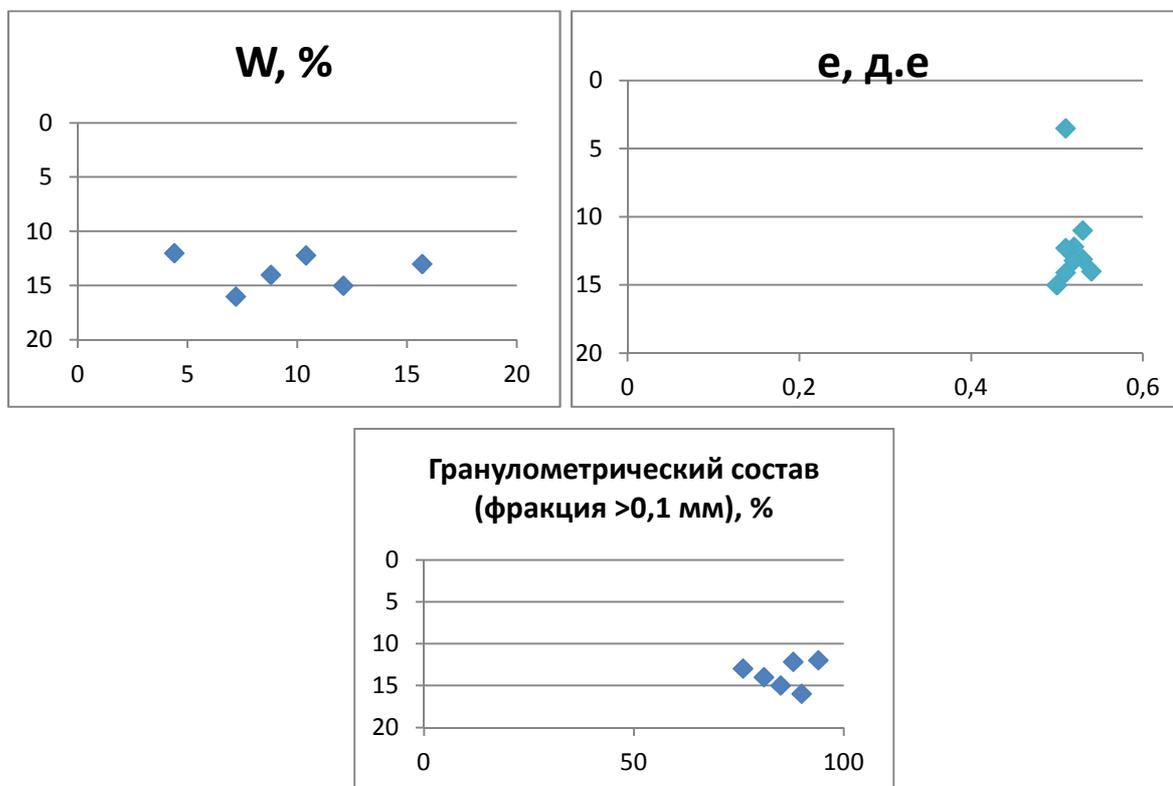


Рисунок 2.4 – Графики изменчивости показателей свойств по глубине песка мелкого плотного (ИГЭ-3)

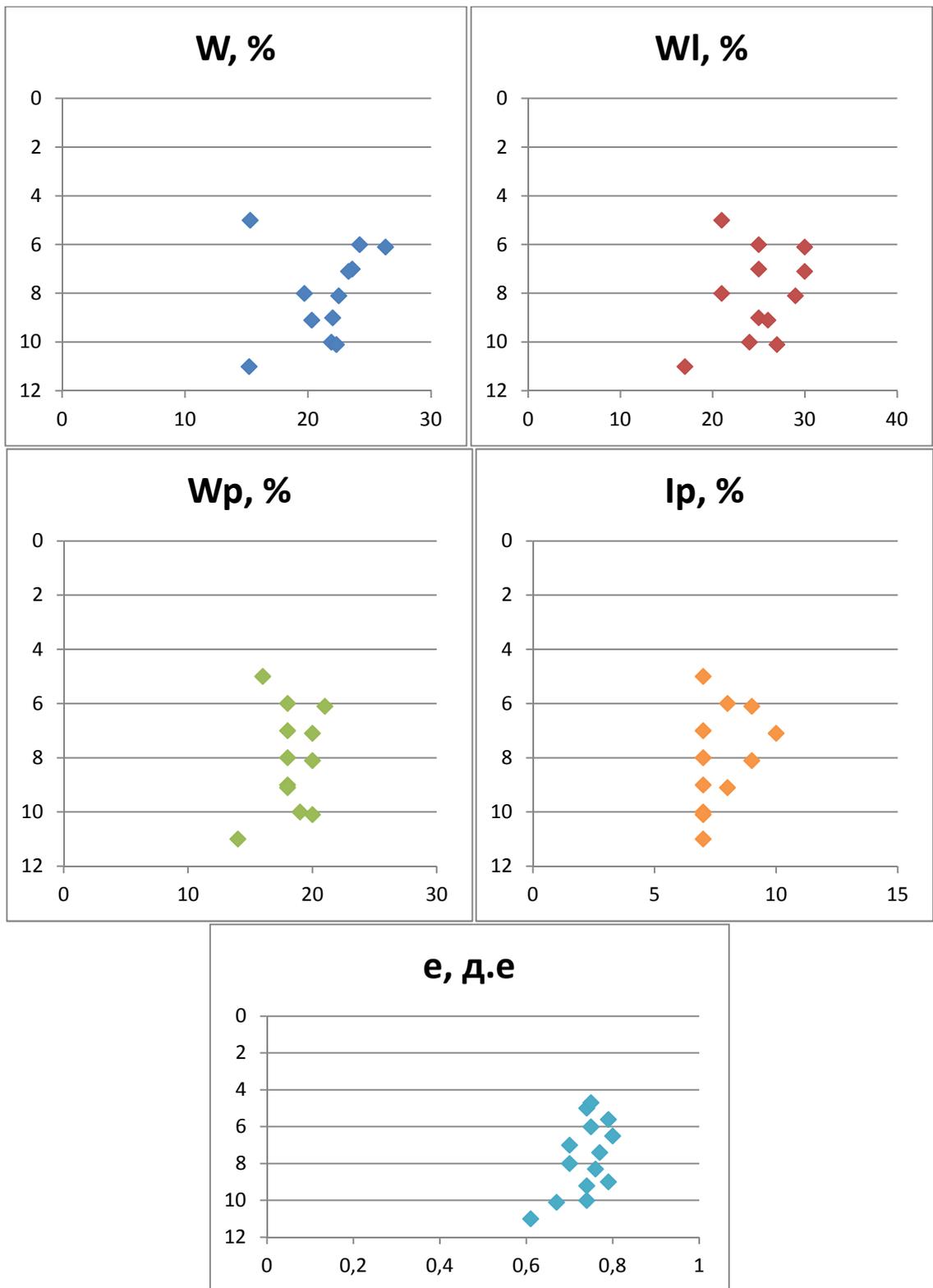


Рисунок 2.5 – Графики изменчивости показателей свойств по глубине суглинка тугопластичного (ИГЭ-4)

Изменение свойств в пределах каждого инженерно-геологического элемента не закономерно, а при имеющейся закономерности, коэффициент вариации не превышает пределов, установленных ГОСТ 20522-2012

«Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний» [21].

Таблица 2.1 – Результаты определение коэффициента вариации для ИГЭ-2

	We	e
S	0,022	0,043
Xn	3,7	0,65
V	0,105	0,066

S-среднеквадратичное отклонение

Xn-среднее значение

V-коэффициент вариации

Таблица 2.2 – Результаты определения коэффициента вариации для ИГЭ-3

	We	e
S	0,039	0,028
Xn	9,8	0,55
V	0,101	0,051

Таблица 2.3 – Результаты определения коэффициента вариации для ИГЭ-4

	We	WL	WP	IP	e
S	0,018	0,018	0,011	0,019	0,014
Xn	21,4	25	18	7	0,65
V	0,128	0,080	0,060	0,070	0,019

#### **2.4.2 Нормативные и расчетные показатели свойств инженерно-геологических элементов**

Характеристика физико-механических свойств выделенных ИГЭ.

- слой 1 – современные техногенные образования – насыпной грунт;
- ИГЭ 2 – верхнечетвертичные – современные эоловые отложения – песок мелкий средней плотности, средней степени водонасыщения до насыщенного водой;
- ИГЭ 3 – средне-верхнечетвертичные аллювиальные отложения – песок мелкий плотный средней плотности, средней степени водонасыщения до насыщенного водой;

- ИГЭ 4 – средне-верхнечетвертичные аллювиальные отложения – суглинок тугопластичный.

**Слой 1** – Современные техногенные образования насыпной грунт, представленный песком мелким, перемешанным с почвой, с включением строительного мусора до 20% (битый кирпич, щебень и т.д.). Залегаet с поверхности, мощность слоя 0,3 м.

Грунты служат коллектором для инфильтрации поверхностных и техногенных вод.

Плотность приведена по ГЭСН 81-02-01-2001 – 1,8 г/см<sup>3</sup>.

Расчетное сопротивление данного грунта приведено по СП 22.13330.2011 [41], приложение В, таблица В.9 и составляет 100 кПа, как для свалки грунтов и отходов производств без уплотнения.

В зоне сезонного промерзания, по относительной деформации пучения грунты непучинистые.

Нормативная глубина сезонного промерзания насыпного грунта слоя 1 - 2,13 м.

**ИГЭ 2** – Вернечетвертичные – современные эоловые отложения – песок мелкий средней плотности малой степени водонасыщения, желто-бурый, с прослоями супеси и суглинка. Залегаet под насыпными грунтами слоя 1 до глубины 2,6-4,5 м. Мощность слоя 2,3-4,2 м.

По гранулометрическому составу содержание частиц крупнее 0,10 мм составляет в общей массе грунта 94 % – песок мелкий.

Нормативное значение плотности грунта составляет 1,67 г/см<sup>3</sup> при природной влажности 27 % и плотности скелета грунта 1,62 г/см<sup>3</sup>. Степень влажности 0,11 д.е. Коэффициент пористости 0,63 д.е – песок средней плотности.

Деформационные и прочностные характеристики песков ИГЭ 2 составляют: по СП 22.13330.2011, прил.Б, табл. Б.1 – модуль деформации 20 МПа, угол внутреннего трения 30<sup>0</sup>, удельное сцепление – 4 кПа

Угол естественного откоса песков в сухом состоянии составляет 31<sup>0</sup>,

под водой – 25<sup>0</sup>.

По содержанию SO<sub>4</sub> и Cl грунты агрессивными свойствами к бетонам любой марки по водонепроницаемости на всех цементах не обладают.

Коррозионная агрессивность песков ИГЭ 2 к углеродистой стали, определенная по лабораторным исследованиям, составила: по плотности катодного тока 0,03 А/м<sup>2</sup> (низкая), по удельному электросопротивлению – 136 Ом\*м (низкая), по геофизическим данным – низкая (107 Ом\*м) (Приложение А, В, Г).

Пески ИГЭ 2 в зоне сезонного промерзания по относительной деформации пучения являются слабопучинистыми.

**ИГЭ 3** – Средне-верхнечетвертичные аллювиальные отложения – песок мелкий плотный малой степени водонасыщения, желто-бурый, с прослоями супеси и суглинка. Залегает под песками ИГЭ 2 в скважине 2, до глубины 3,9 м, и суглинками ИГЭ 4, до вскрытой глубины 15,0 м. Мощность слоя 1,3-4,8 м.

По гранулометрическому составу содержание частиц крупнее 0,10 мм составляет в общей массе грунта 89% – песок мелкий.

Нормативное значение плотности грунта составляет 1,8 г/см<sup>3</sup> при природной влажности 27 % и плотности скелета грунта 1,75 г/см<sup>3</sup>. Степень влажности 0,14 д.е. Коэффициент пористости 0,52 д.е – песок плотный.

Деформационные и прочностные характеристики песков ИГЭ 3 составляют: по СП 22.13330.2016, прил.Б, табл. Б.1 – модуль деформации 31 МПа, угол внутреннего трения 35<sup>0</sup>, удельное сцепление – 7 кПа.

Пески ИГЭ 3 в зоне сезонного промерзания по относительной деформации пучения являются слабопучинистыми.

**ИГЭ 4** – Средне-верхнечетвертичные аллювиальные отложения – суглинок тугопластичный, желто-бурого цвета, с частыми прослоями супеси и песка пылеватого. Залегает под песками ИГЭ 2 и ИГЭ 3 до глубины 10,2-11,3 м. Мощность слоя 5,7-7,4 м.

Число пластичности суглинка 10 % при влажности на границе текучести 28 % и на границе раскатывания 18 %. Консистенция суглинка, в среднем, тугопластичная ( $I_L = 0,48$  д.е). Коэффициент пористости 0,74 д.е.

Нормативное значение плотности грунта  $1,82 \text{ г/см}^3$  при природной влажности 166 % и плотности скелета грунта  $1,56 \text{ г/см}^3$ . Степень влажности суглинка 0,61 д.е.

Модуль деформации, полученный по компрессионным испытаниям при  $E_w 0,1-0,2$ , составляет 12 МПа, при  $E_w 0,1-0,3$ , составляет 12,5 МПа, при  $E_{wSat} 0,1-0,2$  составляет 7,0 МПа, при  $E_{wSat} 0,1-0,3$  составляет 6,5 МПа.

Значения прочностных показателей суглинков в условиях консолидированного среза при полном водонасыщении составляют: угол внутреннего трения  $26^\circ$ , удельное сцепление – 12 кПа.

Нормативные и расчётные характеристики выделенных элементов приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Нормативные и расчетные характеристики грунтов

Номер элемента	Номенклатурный вид грунта	Плотность, $\text{г/см}^3$			Угол внутреннего трения, град.			Удельное сцепление, кПа			Модуль деформации, МПа		Номер позиции по ФЕР 81-02-01-2001
		$\rho_n$	$\rho_l$	$\rho_{II}$	$\varphi_n$	$\varphi_l$	$\varphi_{II}$	$c_n$	$c_l$	$c_{II}$	$E_{0,1-0,2}$ $\frac{W}{W_{sat}}$	$E_{0,1-0,3}$ $\frac{W}{W_{sat}}$	
1	Насыпной грунт	1,8	Расчетное сопротивление 100 кПа										26а
2	Песок мелкий средней плотности	$\frac{1,67}{2,06}$	$\frac{1,64}{2,03}$	$\frac{1,65}{2,04}$	30	28	29	4	2	3	20*	-	29а
3	Песок мелкий плотный	$\frac{1,80}{2,08}$	$\frac{1,78}{2,06}$	$\frac{1,79}{2,07}$	35	33	34	7	5	6	31*	-	29а
4	Суглинок тугопластичный	$\frac{1,82}{1,98}$	$\frac{1,79}{1,95}$	$\frac{1,80}{1,96}$	Сдвиг консолидированный при $W_{sat}$						$\frac{12,0}{7,0}$	$\frac{12,5}{6,5}$	35а
					26	25	25	12	9	10			

Примечание к таблице 2.4:  $\frac{1,67}{2,06}$  - плотность при природной влажности;

2,06 - плотность при полном водонасыщении;

\* - значения приняты по СП 22.13330.2011, Прил. Б, табл. Б.1;

## 2.5 Гидрогеологические условия

Грунтовые воды в настоящее время в пределах изученной глубины вскрыты подземные воды типа «верховодка» на глубине 2,0 м на абсолютных отметках 167,1 м.

Водовмещающими грунтами являются пески мелкие средней плотности.

Причиной образования горизонта является нарушение общего баланса подземных вод на территории с превышением приходной части над расходной (вертикальная планировка, утечки и прочее). Режимных наблюдений не велось. За прошедшие 20 лет уровень грунтовых вод поднялся предположительно на 4,3 м. Скорость подъема уровня грунтовых вод составляет 0,2 м в год. При критическом подтопляющем уровне 2,5 м площадка на период 15 лет является потенциально подтопляемой.

По химическому составу воды - сульфатно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые с минерализацией 0,7 г/л, неагрессивные ко всем маркам бетона по водонепроницаемости и слабоагрессивные на арматуру железобетонных конструкций при периодическом смачивании [2].

Для предотвращения подтопления территории проектируемого строительства рекомендуется предпринять гидроизоляцию подземных вод.

Назначение гидроизоляции – защита внутреннего объема подземных сооружений от проникновения капиллярной, грунтовой или поверхностной воды через ограждающие конструкции (противокапиллярная и противонапорная гидроизоляция) и защита элементов фундаментов на ограждающей конструкции от коррозии (антикоррозийная гидроизоляция).

В ряде случаев приходится устраивать гидроизоляцию для предотвращения проникновения воды и иных жидкостей из резервуаров, бассейнов, каналов в окружающий грунт.

Если на разных участках подземного сооружения имеются различные условия обводнения, то на них должны предусматриваться различные типы гидроизоляции.

Выделяют следующие виды гидроизоляции: наружная противонапорная, внутренняя противонапорная, гидроизоляция водосборников, гидроизоляция от безнапорных поверхностных или фильтрационных вод, гидроизоляция для защиты от капиллярной влаги.

Для данного проекта рекомендуется гидроизоляцию водосборников.

Система сбора и удаления подземных вод называется дренажом. Дренажные трубы собирают подземную воду и направляют ее в коллекторный колодец. Закрытые глухой крышкой дренажные колодцы для чистки труб устраивают на прямолинейных участках дренажа с шагом не больше 60 м, а на ломаных участках – на каждом втором изломе [15].

## **2.6 Геологические процессы и явления**

Согласно картам общего сейсмического районирования территории – ОСР-2015 – 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. Категория грунтов по сейсмическим свойствам (табл. 1, СП 14.13330.2014) – третья (суммарная мощность насыпных грунтов, песков малой степени водонасыщения и суглинков с показателем текучести более 0,5 составляет в 30-ти метровой толще более 10-ти метров). Сейсмичность площадки строительства 6 баллов.

Участок по наличию процесса подтопления относится ко II области (потенциально подтопляемые), по условиям развития процесса к району II-Б1 – потенциально подтопляемые в результате ожидаемых техногенных воздействий, с медленным повышением уровня грунтовых вод (СП 11-105-97, часть II, приложение И) [37].

## **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 (приложение Б) [36, 37]. 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 – III надпойменная терраса р. Барнаулки – I категория. Поверхность участка относительно ровная, выявленные инженерно-геологические элементы также залегают относительно ровно и с выдержанной мощностью по простиранию – I категория.

Геологические условия в сфере взаимодействия сооружения, 4 различных слоев различных по литологии, мощность изменяется закономерно – II категория.

Подземные воды, один выдержанный горизонт подземных вод, имеющий слабоагрессивное воздействие на арматуру железобетонных конструкций при периодическом смачивании – II категория.

Геологические и инженерно-геологические процессы, отрицательно влияющие на условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений, не оказывающие существенного влияния на выбор проектных решений – II категория.

Специфические грунты в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой, слабопучинистые грунты в зоне сезонного промерзания, так же, участок является потенциально подтопляемым – II категория.

Таким образом, по совокупности факторов инженерно-геологические

условия проектируемого строительства административного здания СП 11-105-97 [37] относятся к II категории (средней сложности).

## **2.8 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации сооружения**

На прилегающей территории к участку проектируемой реконструкции 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.

Первоначально должно выполняться мероприятия по уплотнению тяжелыми катками или трамбовка. При заложении фундаментов ниже уровня подземных вод применяются водопонижение иглофильтровыми

установками. Поверхностный водоотлив почти не применяется, так как он приводит к значительному вымыву песчаных грунтов. После проведения данных мероприятий сооружение ведет себя устойчиво, каких-либо деформаций не должно наблюдаться [3].

Поскольку изучаемый участок находится вблизи с оползневый склоном, обводнение грунтов может негативно сказаться, на его устойчивость.

## ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

### 3 Проект инженерно-геологических изысканий на участке

#### 3.1 Определение сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания

Под сферой взаимодействия геологической среды с сооружением следует понимать подстилающую (вмещающую) сооружение область литосферы, внутри которой в результате взаимодействия с сооружением развиваются инженерно-геологические процессы.

Сфера взаимодействия может быть определена тогда, когда:

Определено точное местоположение проектируемого сооружения.

Разработаны его конструкции и режим эксплуатации (таблица 3.1).

Выявлены и изучены геологическое строение участка и его гидрогеологические условия.

Таблица 3.1 – Техническая характеристика сооружения

Вид и назначение проектируемого сооружения	Габариты (ширина, длина), м	Этажность	Тип фундамента	Нагрузка на сваю, кН	Длина свай, м	Наличие подвала	Уровень ответственности
Административное здание	17x17	4	свайный	250	9	–	II

Сфера воздействия проектируемого сооружения на свайном фундаменте на геологическую среду ограничена:

а) по площади – контуром расположения проектируемого сооружения и территорией благоустройства (1-2 м);

б) по глубине – нижняя граница активной зоны, принимаемой в зависимости от типа фундамента и нагрузки на него.

Таким образом, согласно таблице 5.11 СП 24.13330.2011 [39], принимаем глубину горных выработок 14 м. Глубина сферы взаимодействия составляет:  $H_{с.в.} = 14 - 1 \text{ м} = 13 \text{ м}$ .

Согласно СП 11-105-97 [37], границами сферы взаимодействия здания с геологической средой в плане будут являться размеры здания 17x17 м и дополнительно 1-2 м (с каждой стороны) – территория благоустройства. Территория благоустройства принимается равной 2 м.

Таким образом, размеры сферы взаимодействия составят:

- по площади – 19x19 м;
- по глубине – 13 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.

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 основания и с учетом требований нормативных документов определены следующие конкретные задачи изысканий в пределах предполагаемой сферы взаимодействия проектируемого здания:

- изучение геологического строения и гидрогеологических условий;
- определению физико-механических свойств грунтов оснований или среды;
- составлению инженерно-геологической модели оснований или среды сооружений;
- установлению обобщенных значений показателей;

- оценка инженерно-геологических условий строительства.

## **3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ**

### **3.2.1 Рекогносцировочные работы**

В задачу рекогносцировочного обследования территории входит:

- осмотр места изыскательских работ;
- 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.

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

### **3.2.2 Буровые работы**

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 СП 47.13330.2012 [36], п.6.3.6, горные выработки необходимо располагать в пределах контуров проектируемых зданий и сооружений.

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. 6.2. СП 47.13330.2012 [36].

В соответствии с рекомендациями СП 47.13330.2012 [36], для проектируемого здания II уровня ответственности и II категории сложности, расстояние между горными выработками должно составлять до 50 м и располагаться в пределах контура здания. В нашем случае, выработки располагаем по контуру проектируемого 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 СП 11-105-97 [37]), таким образом, проектируются 3 скважины, с учетом проведенных ранее изысканий для строительства данного административного здания.

Выбор способа бурения зависит от свойств проходимых грунтов, назначения и глубины скважин, а также условий производства работ и имеющихся технических возможностей.

На участке проектируемой реконструкции будет пробурено 3 скважины до глубины 14 м ударно-канатным и вдавливающим способами, диаметром 146 мм, буровой установкой УГБ 1-ВС.

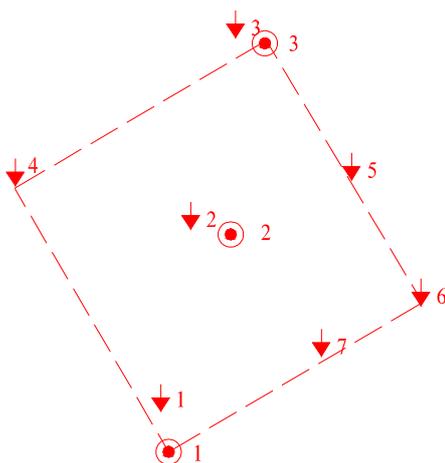


Рисунок 3.1 – Схема расположения скважин и точек статического зондирования

### 3.2.3 Полевые испытания грунтов

Выбор методов полевых исследований грунтов следует осуществлять в зависимости от вида изучаемых грунтов и целей исследований с учетом стадии (этапа) проектирования, уровня ответственности зданий и сооружений степени изученности и сложности инженерно-геологических условий в соответствии с (приложением Ж) СП 11-105-97.

В соответствии с пунктом 8.16. СП 11-105-97, СП 24.13330.2011 [37, 39] определение деформационных характеристик грунтов следует осуществлять испытаниями статическими нагрузками штампами и (или) прессиометрами, а прочностных характеристик – срезом целиков грунтов и (или) вращательным (поступательным) срезом по ГОСТ 20276-2012 [27], а также методом статического зондирования по ГОСТ 19912-2012 [24].

#### Статическое зондирование

Наиболее целесообразным способом для определения необходимых показателей свойств грунтов данного участка является применение статического зондирования. Согласно СП 24.13330.2011, приложение Б, таблица Б.1 [39] для зданий и сооружений II (нормального) уровня ответственности при второй категории сложности грунтовых условий

количество испытаний должно быть не менее 7. Таким образом, проектируется 7 точек статического зондирования. Согласно ГОСТ 19912-2012 [24] часть точек зондирования должна быть расположена в непосредственной близости от горных выработок (2-5 м) с целью получения данных, необходимых для интерпретации результатов зондирования.

Согласно СП 11-105-97 [37], для зданий и сооружений II уровня ответственности для определения прочностных и деформационных характеристик следует предусматривать статическое зондирование.

С помощью статического зондирования решают следующие задачи:

- 1) выяснение степени неоднородности геологического разреза по глубине
- 2) уточнение разреза, характера напластования, глубины залегания горных пород или более плотных и прочных;
- 3) количественную оценку показателей физико-механических свойств пород: плотности, консистенции глинистых пород, модуля общей деформации;
- 4) определение нормативного давления по подошве фундаментов.

Статическое зондирование грунтов рекомендуется применять для расчленения толщи песчаных и суглинистых грунтов на отдельные слои, различающиеся прочностью и плотностью, и для оценки пространственной изменчивости свойств просадочных грунтов. По данным статического зондирования с определением сопротивления грунта погружению конуса зонда при естественной влажности и в водонасыщенном состоянии может быть установлено предварительное значение модуля деформации [37].

Статическое зондирование будет выполняться в семи точках прибором ПИКА – 15. Задавляющим устройством явилась буровая установка ПБУ – 2. Тип зонда – II. Глубина зондирования составит 14 м.

Показатели статического зондирования грунта в процессе вдавливания зонда необходимо регистрировать непрерывно либо с интервалом по глубине не более 0,2 м. Скорость погружения зонда в грунт должна быть  $(1,0 \pm 0,3)$  м/мин. Испытание грунта следует заканчивать после достижения заданной глубины или предельных усилий на зонд. По

окончанию испытания зонд извлекают из грунта, а скважину тампонируют, восстановив почвенно-растительный слой в местах, где он был нарушен в результате производства работ по зондированию

Регистрацию результатов испытаний грунтов статическим зондированием следует производить в «Журнале статического зондирования» или на диаграммной ленте.

Интерпретация материалов зондирования будет осуществляться в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [37].

### 3.2.4 Опробование

Опробование – комплексный метод получения инженерно-геологической информации включающий способы отбора образцов и их консервации.

Числовой характеристикой плотности точек опробования являются интервал (расстояние между точками определения показателей свойств грунтов по вертикали) и шаг (расстояние между точками определения показателей свойств грунтов по горизонтали) опробования.

Для определения количества образцов используем нормативный метод. Согласно СП 11-105-97 [37] п. 8.19 необходимо 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.

Рассчитываем общее количество частных значений (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Количество частных значений характеристик грунта

ИГЭ	$\rho_s$	$W_{ест}$	$W_l$	$W_p$	$E$	$C_\phi$	грансостав	Монолит	Нарушенный образец
2. Песок мелкий средней плотности	10	10	-	-	-	-	10	-	10
3. Песок мелкий плотный	10	10	-	-	-	-	10	-	10
4. Суглинок тугопластичный	10	10	10	10	6	6	-	10	-

Итого: 10 монолитов и 20 образцов нарушенного сложения.

Интервал опробования определяется следующим образом:

Количество скважин

$$n = H_{\text{cp}}/N^*, \quad (3.1)$$

где:  $n$  – интервал опробования, м;

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

$N$  – необходимое количество образцов.

Интервалы опробования:

$$n \text{ (ИГЭ 2)} = 3,2/10 * 3 = 1,0 \text{ м};$$

$$n \text{ (ИГЭ 3)} = 3,0/10 * 3 = 0,9 \text{ м};$$

$$n \text{ (ИГЭ 4)} = 6,5/10 * 3 = 1,9 \text{ м}.$$

### 3.2.5 Лабораторные исследования

Лабораторные исследования грунтов следует выполнять с целью определения их состава, состояния, а также физических, механических, химических свойств для выделения классов, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [20], 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.

В лабораторных условиях необходимо определить для грунтов полный комплекс физико-механических свойств (консистенцию, гранулометрический состав, плотность грунта, плотность частиц грунта, модуль деформации, удельное сцепление, угол внутреннего трения).

Определение плотности частиц грунта, плотности грунта, влажности природной и на границах текучести и раскатывания производят в соответствии с ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы определения физических характеристик [26].

Определение гранулометрического состава производят в соответствии с ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава [29].

По образцам ненарушенного сложения помимо определения физических характеристик проектируется определение механических показателей в соответствии с ГОСТ 12248-2010 [25].

Определение коррозионной агрессивности грунтов к углеродистой стали следует проводить в соответствии с ГОСТ 9.602-2016 [32]. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.

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

Отбор, консервацию, хранение и транспортирование проб воды для лабораторных исследований следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 31861-2012 [33].

Количество лабораторных анализов приведены в таблице 3.3.

### **3.2.6 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 [32]).

На участке проектируемой реконструкции необходимо определить удельное электрическое сопротивление в двух точках, до глубины 4,0 м и наличие блуждающих токов в двух точках.

### **3.2.7 Камеральные работы**

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

Отчет об инженерно-геологических условиях участка должен содержать:

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

Виды и объёмы инженерно-геологических изысканий для стадии рабочей документации приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 –Виды и объемы проектируемых работ

Виды работ	Единица измерения	ГОСТ, СП, РСН,	Объем
Полевые работы			
Рекогносцировочное обследование	м	СП 11-105-97 п.5.4[37]	250
Механическое бурение скважин	скв./п. м.	РСН 74-88 [47], СП 11-105-97 п.5.6, 7.8 [37]	3/42
Статическое зондирование	исп./п.м.	ГОСТ 19912-2001 [24], СП 11-105-97 п.5.7 [37]	7/98
Отбор проб грунта ненарушенной структуры	монолит	ГОСТ 12071-2014 [22], СП 11-105-97 п.5.8, 7.13[37]	10
Отбор проб грунта нарушенной структуры	образец	ГОСТ 12071-2014 [22], СП 11-105-97 п.5.8, 7.13[37]	20
Определение блуждающих токов	точка	ГОСТ 9.602-2016 [32], СП 11-105-97 п.5.7, 7.12[37]	2
Определение удельного электросопротивления	точка	ГОСТ 9.602-2016 [32], СП 11-105-97 п.5.7, 7.12[37]	3
Камеральные и лабораторные работы			
Определение влажности грунта на границе текучести	опред.	ГОСТ 5180-2015 [26]	10
Определение влажности грунта на границе раскатывания	опред.	ГОСТ 5180-2015 [26]	10
Определение плотности грунта	опред.	ГОСТ 5180-2015 [26]	30
Определение плотности частиц грунта	опред.	ГОСТ 5180-2015 [26]	30
Гранулометрический состав	опред.	ГОСТ 5180-2015 [26], СП 11-105-97 п.5.11, 7.15[37]	20
Определение природной влажности	опред.	ГОСТ 51802015 [26]	30
Определение сопротивление срезу	опред.	ГОСТ 12248-2010 [25]	6
Компрессионные испытания грунта	опред.	ГОСТ 12248-2010 [25]	6
Определение пучинистости	опред.	СП 11-105-97 п.5.11, 7.15[37]	9

Виды работ	Единица измерения	ГОСТ, СП, РСН,	Объем
Коррозионная активность к бетону, к железобетону	опред.	ГОСТ 9.602-2016 [32], СП 11-105-97 п.5.11, 7.15[37]	2
Коррозионная активность к стали	опред.	ГОСТ 9.602-2016 [32], СП 11-105-97 п.5.11, 7.15[37]	2
Составление отчета	шт.	СП 11-105-97 п.5.14, 7.20[37]	1

## **4 Методика проектируемых работ**

### **4.1 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 обнажении 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.

## **4.2 Буровые работы**

### **Геолого-технические условия бурения**

Проектом предусматривается бурение трех технических скважин глубиной по 14,0 м с отбором проб грунта ненарушенного сложения (монолитов) и образцов нарушенного сложения. Общий метраж бурения составляет 42 п.м.

В пределах участка проектируемой реконструкции по материалам изысканий прошлых лет до глубины 11,0 м разрез представлен песками мелкими средней плотности, песками мелкими плотными и залегающими в их толще суглинками твердыми.

Предполагаемые породы можно классифицировать по следующим критериям:

- по буримости – все породы III категории;
- по абразивности – все породы I класса;
- по степени устойчивости горных пород в стенках скважины – все породы кратковременноустойчивые.

Условия производства буровых работ – легкие.

### **Выбор конструкции скважин**

Исходя из проектного инженерно-геологического разреза, технические скважины будут буриться одним диаметром – 146 мм на всю проектную мощность (14,0 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.

### **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 и ударно-канатное и вдавливающее бурение.

В Алтайском крае широкое распространение получил ударно-канатный 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.

Таким образом, выбран ударно-канатный способ и вдавливающий сплошным забоем.

### **Выбор буровой установки**

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

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 [10].

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 ГАЗ-66 (рисунок 4.1).

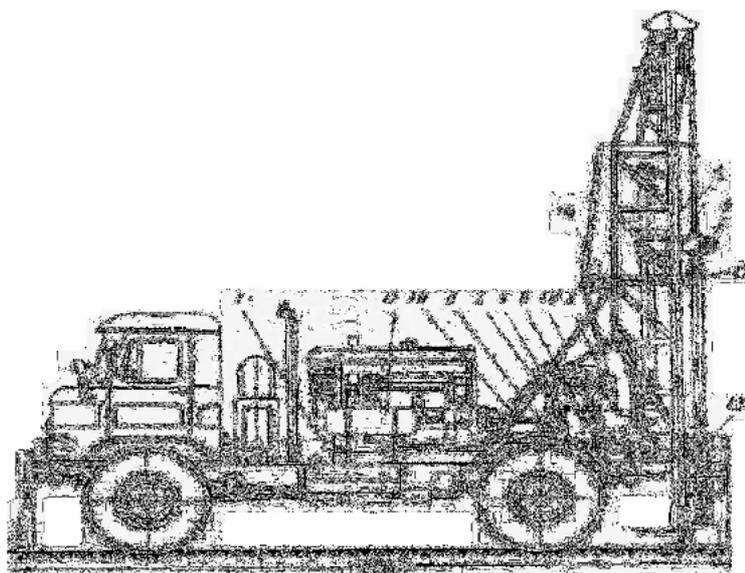


Рисунок 4.1 – Буровая установка УГБ-1ВС

1–рама; 2–коробка передач; 3–лебёдка; 4–тормоза; 5–мачта; 6–вращатель; 7– гидроцилиндры, 8–оттяжной ролик; 9–пост управления станком, цилиндр подъёма мачты; 10–цилиндры подъёма мачты; 11–масляный бак; 12–фары; 13–ограждение шнека; 14–направляющий ролик

Привод осуществляется от палубного двигателя Д-65. Основные технические характеристики УГБ-1ВС приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Технические характеристики УГБ-1ВС

Условная глубина бурения:	
- шнеками D=135мм	50 м
- шнеками D=180мм	25 м
- шурфобуром D=650мм	12 м
- с промывкой	50 м
- ударно-канатным способом	25 м
Ход вращателя	3200 мм
Наибольший крутящий момент	5000 Нм
Усилие подачи:	
- вниз	30 кН
- вверх	80 кН
Скорость подъема бурового снаряда	
- вниз	0 - 0,40 м/с
- вверх при максимальной грузоподъемности	0 - 0,013 м/с
- быстро вверх (без нагрузки)	0 - 0,20 м/с
Габаритные размеры в транспортном положении	9050мм x2380мм x2750мм
Масса установки	6045 кг

### Выбор технологического инструмента

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

В нашем случае будут использованы забивные стаканы и утяжеленные штанги.

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.

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 ею на забой [10].

В нашем случае будут использованы забивные стаканы с одним продольным отверстием без клапана диаметрами 127 и 146 мм и утяжеленная штанга (рисунок 4.2).

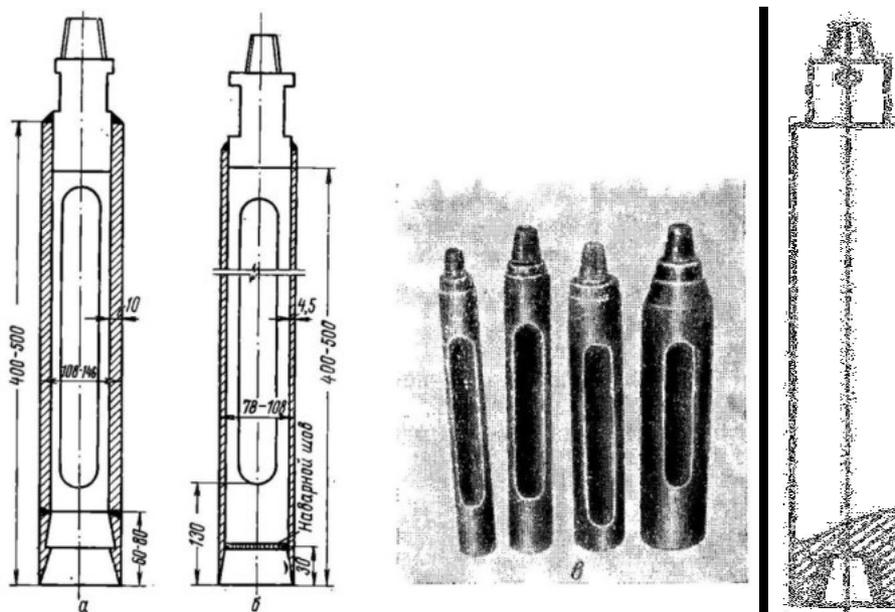


Рисунок 4.2 – Забивные стаканы (а, б, в) и утяжеленная штанга (справа)

При вдавливающем бурении будут использованы тонкостенные грунтоносы диаметром 127 мм, с толщиной стенок 3 мм, наружным углом

заточки башмака в  $7^\circ$ . Внутренний диаметр башмака меньше внутреннего диаметра грунтоприемной гильзы на 2 мм. Скорость вдавливания грунтоноса 0,5-2 м/мин (рисунок 4.3).



Рисунок 4.3 – Тонкостенный грунтонос

### **Технология бурения скважин**

Ударно-канатное бурение кольцевым забоем – 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 кольцевым забоем можно применять только при проходке скважин в нескальных грунтах I-IV категорий по буримости.

Основные параметры *ключевого* способа – 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. Ключевой 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.

Бурение технических скважин по всей мощности будет проходить до глубины 3,9 м ударно-канатным способом и до проектируемой глубины 8,5 м вдавливающим способом диаметром 146 мм.

После проходки скважин производится их тампонаж путем обратной засыпки извлеченного из них грунта с послойным тромбованием.

### **4.3 Полевые испытания грунтов**

#### **Статическое зондирование**

При проведении инженерно-геологических изысканий на данном участке предусматриваются полевые определения физико-механических свойств методом статического зондирования.

*Статическое зондирование* проводят с целью:

- определения плотности сложения песчаных грунтов; E, c, φ;

- выделение инженерно-геологических элементов (мощность, границы распространения грунтов различного состава и состояния);
- комплексной оценки физико-механических свойств грунтов.

Статическое зондирование грунтов рекомендуется применять для расчленения толщи песчаных и суглинистых грунтов на отдельные слои, различающиеся прочностью и плотностью. По данным статического зондирования с определением сопротивления грунта погружению конуса зонда при естественной влажности и в водонасыщенном состоянии может быть установлено предварительное значение модуля деформации и плотности.

Методы полевых испытаний грунтов зондированием применяют в комплексе с другими видами инженерно-геологических работ или отдельно для:

- выделения инженерно-геологических элементов (толщины слоев и линз, границ распространения грунтов различных видов и разновидностей);
- оценки пространственной изменчивости состава и свойств грунтов;
- определения глубины залегания кровли скальных и крупнообломочных грунтов;
- количественной оценки характеристик физико-механических свойств грунтов (плотности, модуля деформации, угла внутреннего трения и сцепления грунтов и др.);
- определения степени уплотнения и упрочнения грунтов во времени и пространстве;
- выбора мест расположения опытных площадок и глубины проведения полевых испытаний, а также мест отбора образцов грунтов для лабораторных испытаний;
- контроля качества геотехнических работ.

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 ПИКА-15, зонд II типа. На данном участке работ, согласно СП 24.13330.2011 [39] проектом заложено 7 точек статического зондирования. Глубина зондирования составит 14 м.

### **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  $(1,2 \pm 0,3)$  м/мин.

Испытание заканчивают: после достижения заданной глубины погружения зонда; предельных усилий, отклонения наконечника зонда; 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 показателей сопротивления грунта внедрению зонда проводят в журнале испытания.

По данным измерений, полученным в процессе испытания, определяют значения  $q_c$ , составляют таблицы и строят графики изменения этих величин по глубине зондирования.

#### **4.4 Опробование**

Отбор образцов грунта нарушенного или ненарушенного сложения (монолитов) следует осуществлять в зависимости от свойств грунта и целевого назначения инженерно-геологических работ.

Монолиты сразу после отбора должны быть ориентированы (отмечен верх монолита).

Для упаковки образцов грунта нарушенного сложения применяют тару, обеспечивающую сохранение мелких частиц грунта (мешочки из синтетической пленки, плотной ткани или водостойкой бумаги); для образцов, требующих сохранения природной влажности, применяют

металлические коррозионностойкие или пластмассовые банки с герметически закрывающимися крышками (бюксы).

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 [34] с добавкой 35-50 % (по массе) гудрона, марлю, изоляционную ленту.

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.

Необходимый объем проб грунта нарушенной структуры для определения влажности, влажности на границах текучести и раскатывания – 300 грамм; для определения гранулометрического состава ситовым методом от 100 до 2000 гр. (ГОСТ 12071-2014 [22]).

Необходимое количество образцов приведено в таблице 3.3.

#### **4.5 Лабораторные исследования**

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 средней плотности и плотного определяют ситовым методом в соответствии с ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава [29]. 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 [26]).

Остальные физические характеристики определяются расчетным методом.

Методы, применяемые при определении прочностных и деформационных характеристик грунтов в соответствии с ГОСТ 12248-2010[25]:

– испытанием грунтов методом одноплоскостного среза определяют угол внутреннего трения  $\varphi$  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 одной кривой 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 [32].

#### ***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.

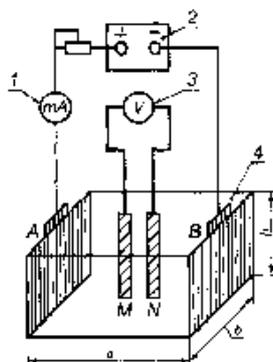


Рисунок 4.4 – Схема установки для определения удельного электрического сопротивления грунта в лабораторных условиях. 1 - миллиамперметр; 2 - источник тока; 3 - вольтметр; 4 - измерительная ячейка размерами a, b, h (см. А.2.2); А и В - внешние электроды; М и N - внутренние электроды

***Определение средней плотности катодного тока (ГОСТ 9.602-2016 [32])***

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 [25]. 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 4.5, с использованием прерывателя тока и вольтметра или с использованием специального прибора, включающего в себя прерыватель тока.

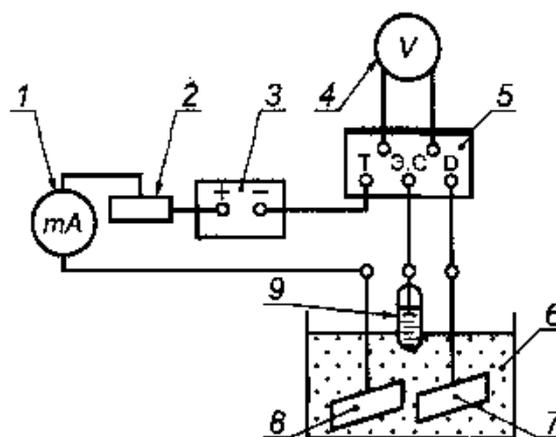


Рисунок 4.5 – Схема установки для определения плотности катодного тока. 1 - миллиамперметр; 2 - регулируемое сопротивление; 3 - источник постоянного тока; 4 - вольтметр; 5 - прерыватель тока с клеммами для подключения электродов: Т-вспомогательного, Э.С - сравнения, D - рабочего; 6 - ячейка; 7 - рабочий 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 ( $2 \times 10^{-4}$  А) с учетом

рабочей поверхности электрода  $10 \text{ см}^2$  характеризует высокую коррозионную агрессивность грунта.

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

#### Обработка результатов измерений

Среднюю плотность катодного тока  $i_{\text{к}}$ , А, вычисляют по формуле

$$i_{\text{к}} = \frac{I_{\text{к.ср}}}{0,001} \quad (4.1)$$

где:  $I_{\text{к.ср}}$  - среднеарифметическое значение силы катодного тока по результатам измерений в трех параллельных ячейках, А;  
0,001 - площадь поверхности рабочего электрода,  $\text{м}^2$ .

### 4.6 Геофизические работы

#### Определение удельного электрического сопротивления грунта (ГОСТ 9.602-2016 [32])

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

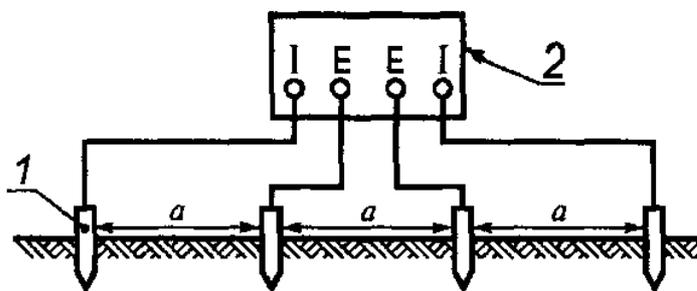


Рисунок 4.6 – Схема определения удельного сопротивления грунта. 1 - электрод, 2 - прибор с клеммами: I - силы тока; E - напряжения; а - расстояние между электродами

### 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  $\rho$  Ом·м, вычисляют по формуле:

$$\rho = 2\pi R_{г.п} a, \quad (4.2)$$

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 4.2.

Таблица 4.2 - Коррозионная агрессивность грунта по отношению к углеродистой и низколегированной стали (ГОСТ 9.602-2016 [32])

Коррозионная агрессивность грунта	Удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м	Средняя плотность катодного тока, А/м <sup>2</sup>
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 [32])**

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 проектируемого строительства.

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.

### **4.7 Камеральные работы**

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

В текущую обработку материалов изысканий входит 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 47.13330.2012 [36], ГОСТ 20522-2012 [21] и ГОСТ 25100-2011 [20].

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 21.302-96. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям [30].

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 данных статического зондирования производится в программе Statzond.Ex;

Обработка лабораторных данных производится в программе Laboratory v1.4.

## **5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **5.1 Социальная и экологическая ответственность при проведении инженерно-геологических работ под строительство административного здания**

Исследуемая площадка проектируемого строительства административного здания расположена в центральной части города Барнаул, Индустриального района, по ул. Чкалова. Данная площадка свободна от жилой застройки и инженерных коммуникаций.

Участок изысканий в геоморфологическом отношении приурочен к Приобскому плато.

Площадка изысканий расположена на свободной от застройки территории.

Рельеф поверхности площадки ровный, спланированный, изменен хозяйственной деятельностью человека.

Характеристика климатических условий приведена по многолетним данным наблюдений метеорологической станции Барнаул.

Континентальный климат Барнаула определяется своеобразным географическим положением на юге Западной Сибири и воздействием Алтайской горной области. Открытость со стороны 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, умеренносуровая и малоснежная зима и теплое лето.

### **5.2 Производственная безопасность**

Первопричиной всех травм и заболеваний, связанных с процессом труда, является неблагоприятное воздействие на организм человека тех или иных факторов производственной среды и трудового процесса. Это

воздействие зависит от наличия в условиях труда того или иного фактора, его потенциально неблагоприятных для организма человека свойств, длительность воздействия данного фактора.

Выявлены два наиболее важных и общих типа неблагоприятно действующих производственных факторов - опасные производственные факторы (ОПФ) и вредные производственные факторы (ВПФ) [35].

В ходе полевых, лабораторных и камеральных работ на проектируемом участке работники могут подвергаться воздействию разнообразных опасностей, влияющих на их жизнь и здоровье. Анализ факторов проведен согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [35] (таблица 5.1).

Все предусмотренные проектом виды работ будут выполняться в соответствии с техническим заданием, планом работ, инструкциями и иной технической документацией. Со специалистами согласуются формы сводок, отчетности, возможные отклонения от проектной документации.

До начала полевых работ весь персонал партии должен быть ознакомлен с условиями производства полевых работ и правилами техники безопасности (ТБ). Все работники, а также лица, ответственные за пожарную безопасность и проведение противопожарного инструктажа, планируемые к направлению на объект для выполнения работ (оказания услуг), обучены по соответствующей программе пожарно-технического минимума, прошли обучение требованиям охраны труда, оказанию первой помощи пострадавшим.

Перед выездом в поле готовность отряда должна быть проверена комиссией и оформлена специальным актом.

Запрещается допускать к работе лиц в алкогольном, наркотическом состоянии.

Таблица 5.1 – Основные элементы производственного процесса инженерно-геологических работ, формирующие опасные и вредные факторы

Этапы работ	Наименование запроектованных видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) [35]		Нормативные документы
		Вредные	Опасные	
Полевой (на открытом воздухе)	1.Инженерно-геологическое обследование (рекогносцировка); 2.Опробование скважин (отбор монолитов и образцов нарушенной структуры); 3.Гидрогеологические работы (замеры уровней подземных вод);	1.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 2.Превышение уровней шума; 3.Превышение уровней вибрации.	1.Движущаяся машина и механизмы производства 2.Электрический ток; 3.Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов	ГОСТ 12.2.003-91 [49] ГОСТ 12.2.062-81 [50] ГОСТ 12.3.009-76 [51] ГОСТ 12.4.011-89 [52] ГОСТ 12.4.125-83 [53] ГОСТ 12.1.005-88 [54] ГОСТ 23407-78 [55] ГОСТ 12.1.019-79 [56] ГОСТ 12.1.030-81 [57] ГОСТ 12.1.006-84 [58] ГОСТ 12.1.038-82 [59] ГОСТ 12.1.003-2014 [60] ГОСТ 12.1.012-90 [61] ГОСТ 12.4.002-97 [62] ГОСТ 12.4.024-86 [63] ГОСТ 12.1.007-76 [64] ГОСТ 12.1.004-91 [65]
Лабораторный и камеральный (внутри помещения)	1.Определение классификационных косвенных и прямых показателей свойств пород; 2.Проведение анализов проб воды (полный, химический, микрокомпонентный, бактериологический) в аналитических лабораториях при помощи приборов и химических реактивов 3.Определение агрессивности воды 4.Составление отчета, работа на компьютере	1.Отклонение показателей микроклимата в помещении; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. Превышение уровней электромагнитных и ионизирующего излучений; 4.Повешенная запыленность рабочей зоны;	1.Электрический ток; 2.Статическое электричество 3. Короткое замыкание.	ГОСТ 12.1.045-84 [66] СП 52.13330.2011 [67] СанПиН 2.2.4.548-96 [68] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [69] СанПиН 2.2.4.3359-16 [70] СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [71] ГОСТ 12.1.003-2014 [60] СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [72] ГОСТ 12.1.012-2004 [73] ГОСТ 12.2.003-91 [774] СНиП 2.04.05- 91 [75] ГОСТ Р 12.1.019-2009 [76] ГОСТ 12.1.004-91 [65] ГОСТ 12.1.005-88 [54] СанПиН 2.2.1/2.1.11278-03 [79] ПУЭ [78] ГОСТ 17.2.1.03-84 [83] ГОСТ 17.4.3.04-85 [84]

### **5.3 Анализ опасных и вредных факторов и мероприятия по их устранению**

#### *Полевой этап*

Вредные и опасные факторы, воздействующие на человека, в полевых условиях, связаны с особенностями методики измерений, конструктивными особенностями исследовательской аппаратуры.

#### *Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования*

Возникает на всех этапах полевых работ, но возрастание риска подвергнуться механическому воздействию, а в следствии, получить травму можно при погрузочно-разгрузочных работах, монтаже-демонтаже оборудования на скважине и др.

К основным документам, регламентирующим работу с движущимися механизмами, относится ГОСТ 12.2.003-91 [49], здесь описываются такие требования как: материалы конструкции производственного оборудования не должны оказывать опасное и вредное воздействие на организм человека на всех заданных режимах работы и предусмотренных условиях эксплуатации, а также создавать пожаровзрывоопасные ситуации; конструкция производственного оборудования и его отдельных частей должна исключать возможность их падения, опрокидывания и самопроизвольного смещения и т.п. Все рабочие во избежание травм снабжаются спецодеждой [52].

Согласно ГОСТ 12.2.062-81 [50] все опасные зоны оборудуются ограждениями. Согласно ГОСТ 12.4.026-2001 [80] вывешиваются инструкции, и плакаты по технике безопасности, предупредительные надписи и знаки, а так же используются сигнальные цвета.

#### *Электрический ток*

Опасностями поражения током при проведении полевых работ являются поражения от токонесущих элементов каротажной станции,

поэтому требования безопасности сводятся, в основном, к мерам электробезопасности. Причинами поражения электрическим током могут быть: повреждение изоляции электропроводки, неисправное состояние электроустановок, случайное прикосновение к токоведущим частям, отсутствие заземления.

Корпуса всех агрегатов обеспечены надежным заземлением. Заземление выполняется на контур буровой, имеющий металлическую связь с устьем скважины, или на устье скважины, на которой проводятся работы. Основной причиной смертельных несчастных случаев является нарушение правил работы под линиями электропередач. Во избежание электротравм следует проводить следующие мероприятия: ежедневно перед началом работы проверять наличие, исправность и комплектность диэлектрических защитных средств; все технологические операции, выполняемые на приёмных и питающих линиях, должны проводиться по заранее установленной и утвержденной системе команд, сигнализации и связи и многие другие [79]. Помощь пораженному электротоком необходимо оказывать немедленно. Прежде всего, добиться прекращения действия тока на пострадавшего, для чего любым способом изолировать его от источника тока.

#### *Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов*

Механические поражения могут быть следствием неосторожного обращения с инструментами. Инструмент должен содержаться в исправности и чистоте, соответствовать техническим условиям завода - изготовителя и эксплуатироваться в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации. Ручной инструмент должен содержаться в исправности. Инструменты с режущими кромками и лезвиями следует переносить и перевозить в защитных чехлах и сумках, согласно ГОСТ 12.2.003-91 [49].

### *Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе*

Микроклимат – особенности климата на небольших пространствах, обусловленные особенностями местности. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 [54] показателями, характеризующими микроклимат, являются: температура воздуха; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового излучения.

Нормы параметров микроклимата при работе на открытом воздухе Р 2.2.2006-05 [81] зависят от тяжести и времени выполняемых работ. По результатам анализа определяются конкретные мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия климата на организм рабочего.

### *Превышение уровней шума*

Шум может создаваться работающим оборудованием (буровой установкой, преобразователями напряжения). 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. Допустимый уровень звука и эквивалентный уровень звука 80 дБА согласно ГОСТ 12.1.003-2014 [60] соответствует.

### *Превышение уровней вибрации*

Источником вибрации является буровая установка. К основным законодательным документам, регламентирующим вибрацию, относится ГОСТ 12.1.012-2004 [73]. Допустимая вибрация для человека не превышает частоту вибраций 16-250Гц согласно ГОСТ 12.1.012-2004. Значения нормируемых параметров вибрации определяют по результатам измерений на рабочих местах: локальной вибрации – по ГОСТ 31192.2-2005 [72]; общей

вибрации – по ГОСТ 31319-2006 [72]. Контроль за соблюдением установленных гигиенических нормативов по вибрации осуществляют соответствующие уполномоченные организации в ходе периодического контроля за соблюдением безопасных условий труда, аттестации рабочих мест и др.

### ***Камеральный и лабораторный этапы***

#### *Электрический ток*

При работе с компьютером существует опасность поражения электрическим током. Во влажных помещениях или наружных электроустановках складываются неблагоприятные условия, при которых улучшается контакт человека с токоведущими частями.

Для профилактики поражения электрическим током в помещении, где проводятся камеральные работы необходимо проводить следующие мероприятия по обеспечению электробезопасности: изоляция всех токопроводящих частей и электрокоммуникаций, защитное заземление распределительных щитов. Основная причина смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током – нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ 12.1.019-79 [56]. Помещения *без повышенной опасности* поражения людей электрическим током характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность. К ним относятся жилые помещения, лаборатории, конструкторские бюро, заводоуправление, конторские помещения.

В соответствии с классификацией помещений по опасности поражения людей электрическим током, приведенной в ПУЭ [78], жилые помещения, лаборатории и камеральные комнаты относятся к помещениям без повышенной опасности.

## *Статическое электричество*

Источником статического электричества является - электростатическое поле (ЭСП), возникающее в результате облучения экрана монитора ПЭВМ потоком заряженных частиц. Неприятности, вызванные им, связаны с пылью, накапливающейся в электростатически заряженных экранах, которая летит на оператора во время его работы за монитором.

Предотвратить образование статического электричества или уменьшить его величину можно наведением зарядов противоположного знака, изготовлением трущихся поверхностей из однородных материалов. Ускорению снятия зарядов способствует заземление оборудования, увеличение относительной влажности воздуха и снижение электропроводности материалов с помощью антистатических добавок.

*Короткое замыкание* в электропроводах чаще всего происходят из-за нарушения изоляции токопроводящих частей в результате механических повреждений, старения изоляции, воздействия на нее влаги и агрессивных сред. При возникновении короткого замыкания общее сопротивление в электрической сети уменьшается, это приводит к увеличению тока по сравнению с нормальными условиями работы. Токи короткого замыкания могут достигать сотен ампер, при этом в короткий промежуток времени выделяется большое количество тепла, температура резко повышается. Все электрооборудование должно соответствовать величине тока и напряжению, мощности нагрузки технической характеристики оборудования. Эксплуатация электрооборудования требует регулярных планово-предупредительных ремонтов и замера сопротивления изоляции проводов. Для предохранения от КЗ служат аппараты защиты. Это быстродействующие автоматы и плавкие предохранители.

## *Отклонение показателей микроклимата в помещении*

Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений позволяют поддерживать на рабочем месте здоровую, благоприятную для организма человека обстановку. Комфортный микроклимат в помещении создают при помощи отопления и вентиляции. В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия. Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах. Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [68] показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются: температура воздуха; температура поверхностей; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения.

Таблица 5.2 – допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещениях согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [68]

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, t °С	Относительная влажность воздуха, φ%	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин t° <sub>опт</sub>	Диапазон выше оптимальных величин t° <sub>опт</sub>			Если t° < t° <sub>опт</sub>	Если t° > t° <sub>опт</sub>
Холодный	IIa	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0	15-75	0,1	0,3
	IIб	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2
Теплый	IIa	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	15-75	0,1	0,4
	IIб	20,0-21,9	24,1-28,0	15,0-29,0	15-75	0,1	0,3

Мероприятия по поддержанию требуемого микроклимата: осуществление терморегуляции в помещении с целью поддержания оптимальной температуры; установка вентиляционного оборудования для поддержания нормального воздухообмена; проветривания помещения во время перерывов; регулярная влажная уборка помещения.

### *Недостаточная освещенность рабочей зоны*

Различают естественное, искусственное и совмещенное освещение. Освещение рабочих мест внутри помещения характеризуется освещенностью и яркостью. Естественное и искусственное освещение помещений вычислительных центров должно соответствовать СП 52.13330.2011 [67].

Таблица 5.3 – Нормы освещенности рабочих поверхностей

Наименование помещений	Характеристика зрительной зоны	Размер объекта различения, мм	Нормы КЕО, %	Искусственная освещенность, лк	Тип светильника
Лаборатория и камеральные помещения	Средней точности	0,5-1	4–верхнее или комбинированно 1,5 - боковое	300	Люминисцентныегазозарядные лампы (ЛД), для бокового освещения настольные лампы накаливания

Для поддержания нормируемых значений освещенности в рабочем помещении своевременно проводится чистка стекол и светильников, замена перегоревших ламп.

### *Превышение уровней электромагнитных излучений*

Электромагнитное излучение при определённых уровнях может оказывать отрицательное воздействие на организм человека, а также неблагоприятно влиять на работу электрических приборов. Источником ЭМИ при выполнении данной работы является компьютер – монитор.

Таблица 5.4 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

## *Повышенная запыленность рабочей зоны*

Воздушная среда производственных помещений, в которой содержатся вредные вещества в виде пыли и газов, оказывает непосредственное влияние на безопасность труда. Воздействие пыли и газов на организм человека зависит от их ядовитости (токсичности) и концентрации в воздухе производственных помещений, а также времени пребывания человека в этих помещениях.

При камеральной обработке полученных данных источником возникновения пыли может являться ее проникновение в помещение через открытые форточки, окна, двери. В связи с этим необходимо предусмотреть использование вытяжной вентиляции. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 [54] запыленность в зале не должна превышать  $0,5 \text{ мг/м}^3$ . Мероприятиями по борьбе с запыленностью являются регулярные влажные уборки.

### **5.4 Экологическая безопасность**

Экологическая безопасность - допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека.

Таблица 5.5 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при инженерно-геологических работах [85]

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

Природные ресурсы, компоненты геологической среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Атмосферный воздух	Загрязнение атмосферного воздуха при работе оборудования	Установление нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Экологическую безопасность регламентируют такие ГОСТы как, ГОСТ 17.2.1.04-77 [87], ГОСТ 17.1.3.06-82 [86], ГОСТ 17.4.3.04-85[84].

Подъездные дороги и буровые площадки по возможности необходимо располагать на малопродуктивных землях, а размеры их должны быть минимальными, все горные выработки после окончания работ должны быть ликвидированы.

### **Правила утилизации оргтехники**

В каждом учреждении есть компьютеры, кондиционеры и другое электрооборудование. Списание основных средств включает в себя: определение технического состояния; оформление необходимой документации; получение разрешения на списание; утилизацию объектов и постановку на учет материалов, полученных от их ликвидации; списание с балансового (забалансового) учета.

### **Правила утилизации макулатуры**

Согласно ГОСТ Р 55090-2012 устанавливаются меры в области обращения с отходами бумаги и картона. Макулатура при использовании не выделяет вредных веществ, в воздушной среде и в присутствии других веществ не образует вредных соединений.

Рекомендации по утилизации: обеспечение эффективных мер для надлежащего использования расходов, необходимых для предотвращения неблагоприятного экологического воздействия при производстве бумаги и утилизации макулатуры; принятие мер по снижению высоких затрат на сбор и сортировку отходов; проведение экономического анализа процессов

утилизации для осуществления экономии затрат на их утилизацию; анализ и внедрение практических мер, направленных на увеличение спроса на переработанную макулатуру и на поставку вторичных волокон.

### **Правила утилизации люминесцентных ламп**

Согласно ГОСТ 17.0.0.02-79 утилизацией люминесцентных ламп занимаются специализированные компании. Такие лампы нельзя просто выкинуть в мусор с прочими отходами, они требуют специальных условий для переработки и сдаются в специальные компании имеющие лицензию по данному виду деятельности.

Основным способом утилизации ламп является демеркуризация. Согласно данному процессу лампы подвергаются мокрому измельчению, в момент которого происходит и их отмывка. Отмывка производится в специально подготовленном растворе. После отмывки, осуществляется механическое разделение стекла и цоколей.

### **5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Источник ЧС - Опасное техногенное происшествие, авария, катастрофа, опасное природное явление, стихийное бедствие, широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, в результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация.

*Пожары (взрывы) в зданиях* - Необходимо немедленно вызвать пожарную охрану. Ни в коем случае не тушить водой горящие электропроводку и электроприборы, находящиеся под напряжением - это опасно для жизни. Никогда не прячьтесь в задымленном помещении в укромные места.

*Пожары (взрывы) на транспорте* - как правило, большинство возгораний транспортных средств возникает по причине неисправности их узлов и агрегатов. Нередки случаи возгораний из-за повреждений топливной системы. При возникновении пожара нужно немедленно покинуть салон транспортного средства, прикрывая дыхательные пути, так как в любом салоне имеются материалы, при горении которых выделяются токсичные вещества.

## **5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

К выполнению буровых работ допускаются лица, возраст которых соответствует установленному законодательством, прошедшие медицинский осмотр 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. 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. Рабочий несет ответственность за: 1) соблюдение правил внутреннего трудового распорядка; 2) выполнение требований инструкций (паспортов) заводов-изготовителей оборудования и инструкции по охране труда, правил пожаробезопасности и электробезопасности; 3) качественное

выполнение работ; 4) сохранность закрепленного за ним оборудования, приспособлений и инструмента; 5) аварии, несчастные случаи и другие нарушения, причиной которых явились действия рабочего, нарушающего требования инструкций заводов-изготовителей оборудования и инструкции по охране труда. Все работники лаборатории обязаны пройти инструктаж по технике безопасности: знать меры при возникновении ЧС, расположение первичных средств пожаротушения, план эвакуации и нахождение кнопок оповещения.

Существуют правила, которые необходимо соблюдать работнику лаборатории: к работе не допускаются лица, не прошедшие инструктаж; продолжительность работы в лаборатории составляет не более 8 часов в день (перерывы через каждые 45-50 минут); работа с химическими веществами запрещена беременным женщинам и несовершеннолетним; периодичность медосмотров - раз в год. Законодательством об охране труда для работников, занятых на работах с вредными условиями труда или связанных с загрязнением, устанавливаются компенсации и льготы:

#### *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.

Яркий солнечный свет порождает блики на мониторе, поэтому лучше предусмотреть жалюзи. Вообще по всем гигиеническим нормам помещение в целом и рабочее место должны быть освещены достаточно и равномерно.

Недопустимо в темной комнате освещать только рабочее пространство, однако если для какой-либо работы необходим очень яркий свет, то лучше дополнительно осветить рабочее место при достаточном, но не излишнем фоновом освещении.

Современные передовые тенденции в организации рабочего места должны учитывать индивидуальные особенности работника. Не учет индивидуальных особенностей наносит значительный вред здоровью сотрудника использующего рабочее место, так же значительно снижаются производственные показатели как количественные, так и качественные.

Все работы проводимые при инженерно-геологических изысканий под строительство административного здания по ул. Чкалова, выполнены в соответствии с действующим законодательством, а нормируемые показатели не превышает допустимых норм.

## **6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **6.1 Основные направления деятельности АО «АлтайТИСИЗ»**

Алтайский трест инженерно-строительных изысканий (АлтайТИСИЗ) начал свою деятельность 1 января 1963 года.

В 1974 году в связи с постоянным увеличением объемов изыскательских работ в Алтайском крае по инициативе Алтайского крайкома КПСС и Алтайского крайисполкома Барнаульское отделение КузбассТИСИЗ было реорганизовано в Алтайский трест инженерно-строительных изысканий (АлтайТИСИЗ) в соответствии с приказом Госстроя РСФСР № 89 от 28 августа 1974 года.

Согласно этому же приказу тресту был передан отдел изысканий института «Алтайгипросельхозстрой».

В настоящее время «АлтайТИСИЗ» является одной из ведущих организаций Алтайского края и Республики Алтай и выполняет весь комплекс инженерных изысканий для строительства, а именно:

- Инженерно-геодезические;
- Инженерно-геологические изыскания;
- Инженерно-гидрометеорологические изыскания;
- Инженерно-экологические изыскания;
- Инженерно-геотехнические изыскания;
- Обследование состояния грунтов основания зданий и сооружений [93].

Особенности строительства и эксплуатации объекта, которые могут вызвать изменение природных условий:

- особенности технологического процесса: нет
- планировка поверхности: подсыпка до 1,5 м  
срезка до 1,5 м

## 6.2 Виды и объёмы проектируемых работ

В соответствии с требованиями данных нормативных документов запроектированы виды работ, указанные в таблице 6.1 Виды и объемы проектируемых работ назначаются согласно требованиям нормативных документов, действующих на территории РФ – СП 47.13330.2012, СП 11-105-97.

Таблица 6.1 – Виды и объемы проектируемых работ

Виды работ	Единица измерения	ГОСТ, СП, РСН,	Объем
<b>Полевые работы</b>			
Рекогносцировочное обследование	м	СП 11-105-97 п.5.4[37]	250
Механическое бурение скважин	скв./п. м.	РСН 74-88 [47], СП 11-105-97 п.5.6, 7.8 [37]	3/42
Статическое зондирование	исп./п.м.	ГОСТ 19912-2001 [24], СП 11-105-97 п.5.7 [37]	7/98
Отбор проб грунта ненарушенной структуры	монолит	ГОСТ 12071-2014 [22], СП 11-105-97 п.5.8, 7.13[37]	10
Отбор проб грунта нарушенной структуры	образец	ГОСТ 12071-2014 [22], СП 11-105-97 п.5.8, 7.13[37]	20
Определение блуждающих токов	точка	ГОСТ 9.602-2016 [32], СП 11-105-97 п.5.7, 7.12[37]	2
Определение удельного сопротивления	точка	ГОСТ 9.602-2016 [32], СП 11-105-97 п.5.7, 7.12[37]	3
<b>Камеральные и лабораторные работы</b>			
Определение влажности грунта на границе текучести	опред.	ГОСТ 5180-2015 [26]	10
Определение влажности грунта на границе раскатывания	опред.	ГОСТ 5180-2015 [26]	10
Определение плотности грунта	опред.	ГОСТ 5180-2015 [26]	30
Определение плотности частиц грунта	опред.	ГОСТ 5180-2015 [26]	30
Гранулометрический состав	опред.	ГОСТ 5180-2015 [26], СП 11-105-97 п.5.11, 7.15[37]	20
Определение природной влажности	опред.	ГОСТ 51802015	30

Виды работ	Единица измерения	ГОСТ, СП, РСН,	Объем
		[26]	
Определение сопротивление срезу	опред.	ГОСТ 12248-2010 [25]	6
Компрессионные испытания грунта	опред.	ГОСТ 12248-2010 [25]	6
Определение пучинистости	опред.	СП 11-105-97 п.5.11, 7.15[37]	6
Коррозионная активность к бетону, к железобетону	опред.	ГОСТ 9.602-2016 [32], СП 11-105-97 п.5.11, 7.15[37]	2
Коррозионная активность к стали	опред.	ГОСТ 9.602-2016 [32], СП 11-105-97 п.5.11, 7.15[37]	2
Составление отчета	шт.	СП 11-105-97 п.5.14, 7.20[37]	1

### 6.3 Затраты времени и труда на выполнение работ

Таблица 6.2 – Календарный план работ

Виды работ	Дата
Проектно-сметный	С 1 июля 2018 г. по 20 июля 2018 г.
Подготовительный	С 21 июля 2018 г. по 25 июля 2018 г.
Организационный	С 26 июля 2018 г. по 31 июля 2018 г.
Полевые работы	С 1 августа 2018 г. по 26 августа 2018 г.
Лабораторные работы	С 27 августа 2018 г. по 10 сентября 2018 г.
Камеральные работы	С 11 сентября 2018 г. по 19 сентября 2018 г.

Как видно из таблицы 6.2 на бурение трех скважин и сопутствующие полевые работы необходимо 26 дней, а также для выполнения лабораторных работ 2 недели. 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, прессиометрия и срез целиков грунта, а также параллельно геофизическим работам. 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 дней.

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

Расчет затрат времени ( $N_i$ ) по каждому виду работ:

$$N_i = N_{вр} \times K \times V_i, \quad (6.1)$$

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.

### ***Рекогносцировочное обследование***

Рекогносцировочное обследование предусмотрено для выявления опасных инженерно-геологических процессов и явлений, а так же для выяснения условий производства работ. Рекогносцировочное обследование производится инженером-геологом.

Таблица 6.3 – Затраты времени на рекогносцировочное обследование

№	Виды работ	Объем		Норма времени	Сборник сметных норм выпуск таблица	Итого
		Ед. измерения	количество			
1	Маршрутные наблюдения, пешие переходы	м	250	0,64 см	ССН вып.1, часть 1, табл. 38	0.32

### ***Буровые работы***

Проходка горных выработок осуществляется с целью установления инженерно-геологического разреза и условий залегания грунтов, определения глубины залегания уровня грунтовых вод и гидрогеологических параметров водоносного горизонта, а также для отбора образцов грунта для

определения их состава и физико-механических показателей.

Бурение инженерно-геологических скважин планируется осуществлять самоходной буровой установкой УГБ-1ВС, ударно-канатным способом, диаметром 146 мм.

Скважины размещаются по оси административного здания с расстоянием между ними не более 50 м. Проектом предусматривается бурение 3 скважин глубиной по 14,0 м. Общий объем буровых работ составит 42 п. м.

Таблица 6.4 – 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	42 м	0,063	ССН-93 вып.5, табл. 174а	2,65
Итого:						2,65
2.	Монтаж/демонтаж и перемещение буровой установки		3	0,70	ССН-93 вып.5, табл. 102	2,10
Итого:						2,10

Таблица 6.5 – 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. 16	1	2,65
Помощник машиниста буровой установки		1	2,65
Итого:			5,3

Таблица 6.6 – 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	0,26	0,25
Рабочие		2,10	4,41
Итого:			4,66

### ***Полевые работы***

При проведении инженерно-геологических изысканий на данном

участке предусматриваются полевые определения прочностных и деформационных характеристик методом статического зондирования. Глубина исследования 14 м.

Таблица 6.7 – 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 6.8 – 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***

Отбор образцов с ненарушенным и нарушенным сложением является составной частью опробования.

Таблица 6.9 – Затраты времени на полевые работы

№ п.п	Виды работ	Ед. изм.	Объём работ	Нормы времени	Источник нормы	Затраты времени на объём (бр.-см.)
1.	Отбор проб ненарушенного и нарушенного сложения	шт.	10	0,606	ЕНВиР, н.367	6,06
			20	0,771		15,42
Итого:						21,48

Таблица 6.10 – 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	35,33
Помощник бурильщика		1	35,33
Геолог I категории		0,05	1,77
Итого:			72,43

### ***Геофизические работы***

Геофизические работы следует выполнять с целью определения оценки коррозионной агрессивности грунта, грунтовых или других вод по

отношению к металлу сооружения, опасного действия блуждающего постоянного и переменного токов (в соответствии с ГОСТ Р 9.602-2005 [32]).

Геофизические работы выполняются геофизиком и техником геофизиком.

Таблица 6.11 – Затраты времени на полевые работы

№ п.п	Виды работ	Ед. изм.	Объём работ	Нормы времени	Источник нормы	Затраты времени на объём (отр.-см.)
1.	Определение наличия блуждающих токов	измерение	2	0,228	ЕНВиР, н.1621	0,46
2.	Определение удельного электросопротивления грунта		2	0,169	ЕНВиР, н.1600	0,34
Итого:						0,80

Таблица 6.12 – Затраты труда на геофизические работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объём (чел.-дн.)
Геофизик II категории	ССН-93 вып.3, ч.2 табл.1.1.2	0,25	0,56
Техник-геофизик II категории		1	2,26
Итого:			2,82

### ***Лабораторные работы***

Лабораторные исследования грунтов следует выполнять с целью определения их состава, состояния, физико-механических, химических свойств, для выделения классов, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [20].

Лабораторные работы выполняются стандартными методами, согласно ГОСТам. Работы выполняются: начальником лаборатории, двумя инженерами-лаборантами и лаборантом по физико-механическим испытаниям.

Таблица 6.13 – Затраты времени на лабораторные работы

№ п.п	Виды работ	Объём работ	Нормы времени	Нормы по ЕНВиР	Затраты времени на Объём, ч
-------	------------	-------------	---------------	----------------	-----------------------------

№ п.п	Виды работ	Объём работ	Нормы времени	Нормы по ЕНВиР	Затраты времени на Объём, ч
1.	Определение гранулометрического состава	20	0,95	н.1658	19
2.	определение природной влажности	20	0,126	н.1622	2,52
3.	определение границы текучести и раскатывания	10	0,954	н.1631	9,54
4.	определение плотности грунта	10	0,296	н.1626	2,96
5	определение плотности частиц грунта	10	0,339	н.1630	3,39
6.	Компрессионные испытания грунта с двумя ветвями компрессии	78	1,000	н.1646	78
7.	Испытание грунта методом одноплоскостного среза	10	2,000	н.1637	20
8.	коррозионная активность грунтов к бетону, железобетону, свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля	2	3,50	н.1808	7
9.	коррозионная активность грунтов к стали	2	0,40	ССН-93, вып. 7, табл. 7.1, н. 1085	0,8
Итого:					143,21 ч

Таблица 6.14 – Затраты труда на лабораторные работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Инженер-лаборант	ССН-93 вып.7, табл.7.2	0,08	11,46
Техник-лаборант		0,08	11,46
Начальник лаборатории		0,08	11,46
Итого:			34,38

**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 обусловлена опытом подобных работ и составляет 15 дней.

Таблица 6.15 – Таблица затрат времени на камеральные работы

№п.п.	Виды работ	Ед. изм.	Объем работ	Сотрудник	Количество смен на выполнение работ (1 см. = 8ч.)
1	Составление программы инженерно-геологических работ	прогр.	1	инженер-геолог I категории	1
2	Написание инженерно-геологического отчета	отчет	1	инженер-геолог I категории	14
Итого количество 8 часовых смен по сотрудникам				инженер-геолог I категории	15

#### 6.4 Расчет сметной стоимости проектируемых работ

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

$K=44.21$  – инфляционный коэффициент к итогу сметной стоимости согласно письму Минрегиона России от Минстроя России от 04.04.2018 г. № 13606-ХМ/09.

Таблица 6.16 – Расчет сметной стоимости работ

№№	Характеристика предприятия	№№ частей, глав, таблиц, §§ и пунктов указанных к разделу	Расчет стоимости				Стоимость
			ед. изм.	Кол-во	Цена	Расчетный коэффициент	
п/п	здания, сооружения или виды работ	или главе сборника цен низыскательские работы для строительства				(руб.)	
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1</b>	<b>ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ</b>						
1	Планово-высотная привязка выработок при расстоянии до 50м на местности III кат. 10,8	т93§1	выр.	3	10,80	1,15	37,26
2	Вдавливающее бурение до 160 мм глубиной до 15 м IV кат 45,6	т17§1	п.м.	42	45,60	1,15	2 202,48
3	Статическое зондирование кат. III 12x1.1x1.15	т45§6	точка	7	255,30	1,15	2 055,17
4	Отбор монолитов: из скважин глубиной свыше 10 м: до 20 м	т57§1	проб	10	30,60	1,15	351,90
	<b>ИТОГО Полевых работ</b>						<b>4 646,81</b>
<b>2</b>	<b>ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ</b>						
5	Определение влажности грунта на границе текучести	т.63§1	опр	10	9,70	1,15	111,55
6	Определение влажности на границе раскатывания	т.63§1	опр.	10	9,70	1,15	111,55

Продолжение таблицы 6.16

7	Определение плотности грунта	т.63§1	опр.	30	9,70	1,15	334,65
8	Определение плотности скелета	т.63§1	опр.	30	9,70	1,15	334,65
9	Гранулометрический состав	т64§10	обр.	20	5,60	1,15	128,80
10	Компрессия 14	т.62§30	точка	178	14,00	1,15	2 865,80
11	Природная влажность 1,9	т.64§1	точка	30	1,9	1,15	65,55
12	Сопротивление срезу 16,2	т.62§31	обр.	6	16,2	1,15	111,78
13	Активность к бетону	т.75§5	опр	2	25,40	1,15	58,42
14	Коррозийность к стали	т.75§4	опр	2	18,20	1,15	41,86
	ИТОГО Лабораторных						<b>4 437,85</b>
<b>3</b>	<b>КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА</b>						
15	Составление программы гл.15 м 800x0,1	СБЦ-1999г. т81§3	прогр.	1	80,00	1,15	92,00
16	Буровых работ 8,2	т82§1	п.м	14	8,2	1,15	132,02
17	Испытания грунтов статическим зондированием 38,3	т83§2	точка	7	38,3	1,15	308,315
21	Определения физико-механических свойств грунтов Глинистых 273,24 0,2	т86§1	%	10	54,65	1,15	628,45
22	Обработка определения коррозионной активности грунтов 100,28 0,15	т86§8	%	4	15,04	1,15	69,19
23	Лабораторных работ 4438	т86§1-8	%	18	4438	0,18	798,81
24	Составление отчета от стоимости 2028,79	т87§2	%	22	2028,79	0,22	446,33
	ИТОГО камеральных работ						<b>2 475,13</b>

Продолжение таблицы 6.16

<b>4</b>	<b>ПРОЧИЕ РАСХОДЫ</b>								
25	Внутренний транспорт от стоимости полевых работ до 5 до 10 км	т4§2	%	8,75	4646,81	0,09			3 659,36
26	Внешний транспорт от стоимости полевых работ	т5§3	%	21	3696,62	0,196			724,54
27	Организация и ликвидация работ	п.13	%	6	8306,16	0,15			1 245,92
	ИТОГО по разделу								<b>5 629,82</b>
	<b>ИТОГО по смете</b>								<b>17 189,60</b>
		с инфляц. коэффиц.		44,21					<b>759 952,00</b>
		с договорным		1,2					<b>911 942,40</b>
		Кроме того НДС-18%		0,18					<b>164 149,63</b>
	<b>ИТОГО по смете с НДС</b>								<b>1 076 092,03</b>

Согласно сметному расчету стоимость комплекса инженерно-геологических изысканий составит 1 076 092, 03 (один миллион семьдесят шесть тысяч девяносто два рубля) три копейки.

Согласно приведенным расчетам строительство административного здания считается экономически целесообразным и ресурсоэффективным.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе был составлен проект инженерно-геологических изысканий под строительство административного здания. Были детально рассмотрены географические, климатические, геологические, гидрологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия района и участка работ.

По результатам статистической обработки изысканий прошлых лет на площадке проектируемой реконструкции было выделено 4 инженерно-геологических элементов, определена сфера взаимодействия сооружения с инженерно-геологической средой и составлена расчетная схема основания. Таким образом, были получены необходимые данные для определения видов и объемов работ и разработки методики производства работ.

В составе инженерных изысканий запроектированы следующие виды и методика работ:

- рекогносцировочные работы;
- проходка горных выработок;
- полевое испытание грунтов (статическое зондирование, испытание прессиомером, испытание на срез целиков грунта, испытание эталонной сваей);
- опробование;
- 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.

По результатам составления локального сметного расчета стоимость проектируемых работ составила 1 023 710, 18 (один миллион двадцать три тысячи семьсот десять рублей) восемнадцать копеек.

## Список литературы

### *Фондовая*

1. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям. «Жилой дом по пр. Комсомольский, 63а в г. Барнауле». ОАО «АлтайТИСИЗ», шифр 12409. Барнаул 2006 г.
2. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям. «10-ти этажный жилой дом с предприятиями общественного назначения по ул. Чкалова, 44 в г. Барнауле». ОАО «АлтайТИСИЗ», шифр 11590. Барнаул 2003 г.
3. «Инженерно-геологические условия г. Барнаула». ОАО «АлтайТИСИЗ». 2006 г. Шифр 12505.
4. Пантюхина М.А., Щигрев А.Ф. Материалы к государственной геологической карте СССР масштаба 1:200000. Геологическое строение и полезные ископаемые листа №-45-ХІХ. Фонды ОАО «АГГЭ», 1962 .
5. Щигрев А.Ф. «Неотектоника западной части Алтае-Саянской складчатой области» (отчёт аэрокосмической партии за 1978-1982гг.)
6. Ляшенко П.А., Букшань Н.П. Отчет по комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемке М 1:50000 для целей мелиорации на Майском массиве орошения за 1975-1977 гг. Фонды ОАО «АГГЭ», 1977.

### *Опубликованная*

7. Черноусов С.И., Арефьев В.С., Осьмушкин В.С. и др. Географические и инженерно-геологические условия степного Алтая. Новосибирск: Издательство «Наука», Сибирское отделение, 1988 – 96 с.
8. 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.
9. Бондарик Г.К. Методика инженерно – геологических исследований. – М.: Недра. 1986. – 333 с.
10. Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин: Справочник – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра. 1990-336 с.

11. Атлас Барнаула. - Барнаул: ФГУП «ПО Инжгеодезия» Роскартография, 2006.-100 с.
12. Энциклопедия Барнаула. - Скубневский В. А.. — Барнаул: Издательство АлтГУ, 2000. – 408 с. ил., цв. вкл.
13. Харламова Н.Ф. Климат и сезонная ритмика природы Барнаула. - Н.Ф. Харламова, В.С. Ревякин, Б.А. Леконцев.- Барнаул: Издательство Алтайского университета,2005.
14. Справочник по инженерной геологии. – М.: Недра, 1981. – 287 с.
15. Фадеев А. Б. Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений: учебное пособие для студентов строительных специальностей / СПб. гос. архит.- строит. ун-т. – СПб., 2007. – 53 с.
16. Рекомендации по выбору методов расчета коэффициента устойчивости склона. Центральное бюро научно-технической информации. Москва – 1986.
17. Саваренский, Ф.П. Гидрогеология / Ф. П. Саваренский. - Изд. 2-е, испр. – М.: Л.: ОНТИ НКТП СССР. Гл. ред. геолого-разведочной геодез. лит., 1935. – 335 с.
18. Абрамов, С. К. Подземные дренажи в промышленном и гражданском строительстве / С. К. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1973. – 127 с.
19. Швецов, А. Я. Техногенное воздействие на развитие опасных природных процессов/ А. Я. Швецов, В. С. Осьмушкин// Строительный комплекс и градостроительство, в свете выполнения национального проекта. – Барнаул.: АлтГТУ, 2008. – 104 с.

#### *Нормативная*

20. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация.
21. ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
22. ГОСТ 12071-2014. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
23. ГОСТ 30672-2012. Грунты. Полевые испытания

24. ГОСТ 19912-2012. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием.
25. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
26. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
27. ГОСТ 20276-2012. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости.
28. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб.
29. ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
30. ГОСТ 21.302-2013. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям.
31. ГОСТ 5686-2012. Грунты. Методы полевого испытаний сваями.
32. ГОСТ 9.602-2016 ЕСЗКС. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.
33. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб.
34. ГОСТ 23683. Парафины нефтяные твердые. Технические условия.
35. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
36. СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
37. СП 11-105-97. Часть 1. Инженерно-геологические изыскания для строительства.
38. СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства.
39. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты.
40. СП 14.13330.2011. Строительство в сейсмических районах.
41. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений.
42. СП 131.13330. 2012. Строительная климатология.

43. СП 115.13330.2016. Геофизика опасных природных воздействий.
44. Пособие к СНиП: 2.02.01-83 Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений.
45. И-ОИЗ-02-2010. Инструкция о порядке проведения инженерно-геологических работ.
46. Сборник базовых цен на инженерно-геологические изыскания для строительства.- М-1999.-89с.
47. РСН 74-88 Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству буровых и горнопроходческих работ.
48. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий.
49. ГОСТ 12.2.003-91 - Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
50. ГОСТ 12.2.062-81 - Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные.
51. ГОСТ 12.3.009-76 - Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
52. ГОСТ 12.4.011-89 - Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
53. ГОСТ 12.4.125-83 - Система стандартов безопасности труда. Средства коллективной защиты работающих от воздействий механических факторов. Классификация.
54. ГОСТ 12.1.005-88 - Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
55. ГОСТ 23407-78 - Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительного-монтажных работ. Технические условия.
56. ГОСТ 12.1.019-79 - Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
57. ГОСТ 12.1.030-81 - Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

58. ГОСТ 12.1.006-84 - Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

59. ГОСТ 12.1.038-82- Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

60. ГОСТ 12.1.003-2014 - Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

61. ГОСТ 12.1.012-90 - Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.

62. ГОСТ 12.4.002-97 - Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний.

63. ГОСТ 12.4.024-86 - Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования.

64. ГОСТ 12.1.007-76 - Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

65. ГОСТ 12.1.004-91 - Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

66. ГОСТ 12.1.045-84 - Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

67. СП 52.13330.2011 - Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*.

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

69. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 - Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

70. СанПиН 2.2.4.3359-16 - Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.

71. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 - Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы.

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

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

74. ГОСТ 12.2.003-91 - Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

75. СНиП 2.04.05- 91 - Отопление, вентиляция и кондиционирование.

76. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

77. СанПиН 2.2.1/2.1.11278-03 - Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

78. ПУЭ Правила устройства электроустановок. 7-е изд. с изм. и дополн., – М.; Изд-во стандартов 2006. – 331 с. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.

79. Техника безопасности при геологоразведочных работах. И.А. Шенгер и др. – Л.: Недра, 1970 – 264 с.

80. ГОСТ 12.4.026-2001 - Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний.

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

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

83. ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения».

84. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

85. ГОСТ 17.1.3.06-82 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод».

86. ГОСТ 17.2.1.04-77 «Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения»;

87. ГОСТ 17.1.3.02-77 «Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Правила охраны вод от загрязнения при бурении и освоении морских скважин на нефть и газ»;

#### *Интернет ресурсы*

88. Г.И. Швецов. Б.М. Черепанов. Новая технология создания высокопрочных грунтов оснований.

89. [http://img-fotki.yandex.ru/get/5411/50083820.1a2/0\\_9addf\\_c51258c\\_XL](http://img-fotki.yandex.ru/get/5411/50083820.1a2/0_9addf_c51258c_XL)

90. <http://ru.wikipedia.org/>

91. <http://vsegei.ru/ru/>

92. <https://altapress.ru/story/v-barnaule-proizoshel-opolzen-69377>

93. <http://altaitisiz.ru/>