

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

Институт Природных ресурсов

Специальность 130302 Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Кафедра Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Инженерно-геологические условия аэропорта г.Барнаула и проект изысканий под реконструкцию комплекса сооружений связи

УДК 624.131.3:625.717(571.150)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
з-2100	В.С. Захаров		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Н.Н. Бракоренко	к. г-м. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Геология»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	А.К. Полиенко	д. г-м. н.		

По разделу «Бурение»

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

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	В.Б. Романюк	к. э. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Н.А. Алексеев			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Н.В. Гусева	к. г-м. н.		

Томск – 2016г.

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

Институт природных ресурсов
 Специальность 130302 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»
 Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой
 _____ Гусева Н.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломного проекта

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2100	Захаров В.С.

Тема работы:

Инженерно-геологические условия аэропорта г.Барнаула и проект изысканий под реконструкцию комплекса сооружений средств связи	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.01.2016, № 462/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Фактический фондовый материал изысканий организации ПАО «ТомскТИСИЗ», опубликованная литература, нормативные документы, материалы производственной работы автора.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	В общей части привести общие сведения о районе исследований, рассмотреть природные условия г.Барнаула, климат, геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия. В специальной части рассмотреть инженерно-геологические условия участка проектируемых работ. В проектной части разработать проект изысканий для строительства комплекса сооружений средств связи (ДПРМ и МВРЛ). Определить основные виды и объемы работ, изложить методику их проведения.
Перечень графического материала	1. Карта четвертичных отложений г.Барнаула 2. Карта инженерно-геологических условий, инженерно-геологический разрез

	3. Расчетная схема сооружений с геологической средой 4. Геолого-технический наряд скважины 5. Испытание грунта статическими нагрузками (штампом)
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Геология	Полиенко А.К.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Романюк В.Б.
Социальная ответственность	Алексеев Н.А.
Бурение	Шестеров В.П.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Бракоренко Н.Н.	к. г. - м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2100	Захаров В.С.		

РЕФЕРАТ

Дипломный проект 157 с., 23 рис., 63 табл., 57 источников, 5 листов графического материала.

В дипломном проекте рассмотрены актуальные вопросы оптимизации инженерно-геологических работ в связи с реконструкцией аэропорта г. Барнаула. В составлении проекта использованы производственные и фондовые материалы ПАО «ТомскТИСИЗ».

Пояснительная записка в дипломной работе состоит из пяти частей и написана на 157 страницах машинописного текста.

В общей части приведены общие сведения о районе исследований, рассмотрены природные условия г. Барнаула, климат, гидрогеологические и инженерно-геологические условия. Приводится геологическая изученность территории: геологическое строение района, история развития.

В специальной части рассмотрены инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ и дан прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий строительства и эксплуатации сооружений.

В проектной части разрабатывается проект строительства средств связи аэропорта г. Барнаула. Определяются основные объемы и виды работ, рассматривается методика их проведения. Рассматриваются вопросы охраны труда, мер защиты от вредных и опасных факторов, пожарной безопасности.

В производственно-технической части выполнен расчет технико-экономических показателей сметной стоимости работ.

Дипломный проект выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word, графики построены в Microsoft Excel и Auto CAD.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	10
1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА РАБОТ.....	11
1.1 Физико-географический очерк.....	11
1.1.1 Рельеф.....	11
1.1.2 Климат.....	16
1.1.3 Гидрология.....	31
1.1.4 Геоморфология.....	37
1.2 Инженерно-геологическая изученность.....	39
1.3 Геологическое строение района.....	41
1.3.1 Стратиграфия.....	42
1.3.2 Тектоника.....	47
1.4 Гидрогеологические условия.....	49
1.5 Геологические процессы и явления.....	55
СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	69
2. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА РАБОТ.....	70
2.1. Рельеф участка.....	70
2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости.....	71
2.3 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-2011) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522-2012).....	71
2.4 Гидрогеологические условия.....	80
2.5 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка.....	80
2.6 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации сооружения.....	80
2.7 Современное экологическое состояние территории.....	81

3. ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКЕ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	86
3.1 Определение сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания. Конкретные задачи изысканий.....	86
3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ.....	89
3.2.1 Этапы инженерно – геологических изысканий.....	89
3.2.2 Виды работ.....	90
3.3 Методика проектируемых работ.....	96
3.3.1 Топографо – геодезические работы.....	96
3.3.2 Буровые работы.....	97
3.3.3 Опытные работы.....	104
3.3.4 Лабораторные исследования.....	106
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ.....	109
4. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ.....	110
4.1 Производственная и экологическая безопасность при проведении инженерно-геологических работ.....	110
4.2 Производственная безопасность.....	111
4.2.1 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению.....	113
4.2.2 Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению.....	118
4.3 Определение воздухообмена в камеральном помещении.....	121
4.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	122
4.4.1 Расчет общего равномерного освещения в камеральном помещении.....	123
4.5 Повышенная запылённость рабочей зоны.....	126
4.6 Превышение уровня электромагнитных излучений.....	127
4.6.1 Электромагнитное и ионное излучение при работе на ЭВМ.....	129
4.7 Пожарная и взрывная безопасность.....	131
4.8 Экологическая безопасность.....	134
4.9 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	136

ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ.....	138
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	139
5.1 Геологическое задание на производство инженерно-геологических работ.....	139
5.2 Объемы проектируемых работ.....	140
5.3 Организация оплаты труда.....	141
5.4 Расчет затрат времени.....	142
5.5 Расчет производительности труда и количества бригад по видам работ.....	145
5.6 Расчет сметной стоимости проекта.....	147
5.7 Организация труда и производства.....	150
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	152
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	154

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа представляет собой проект инженерно-геологических исследований участка. Участок работ расположен на территории международного аэропорта Барнаул, который расположен в 17 км к западу от г. Барнаул Алтайского края (рисунок 1).

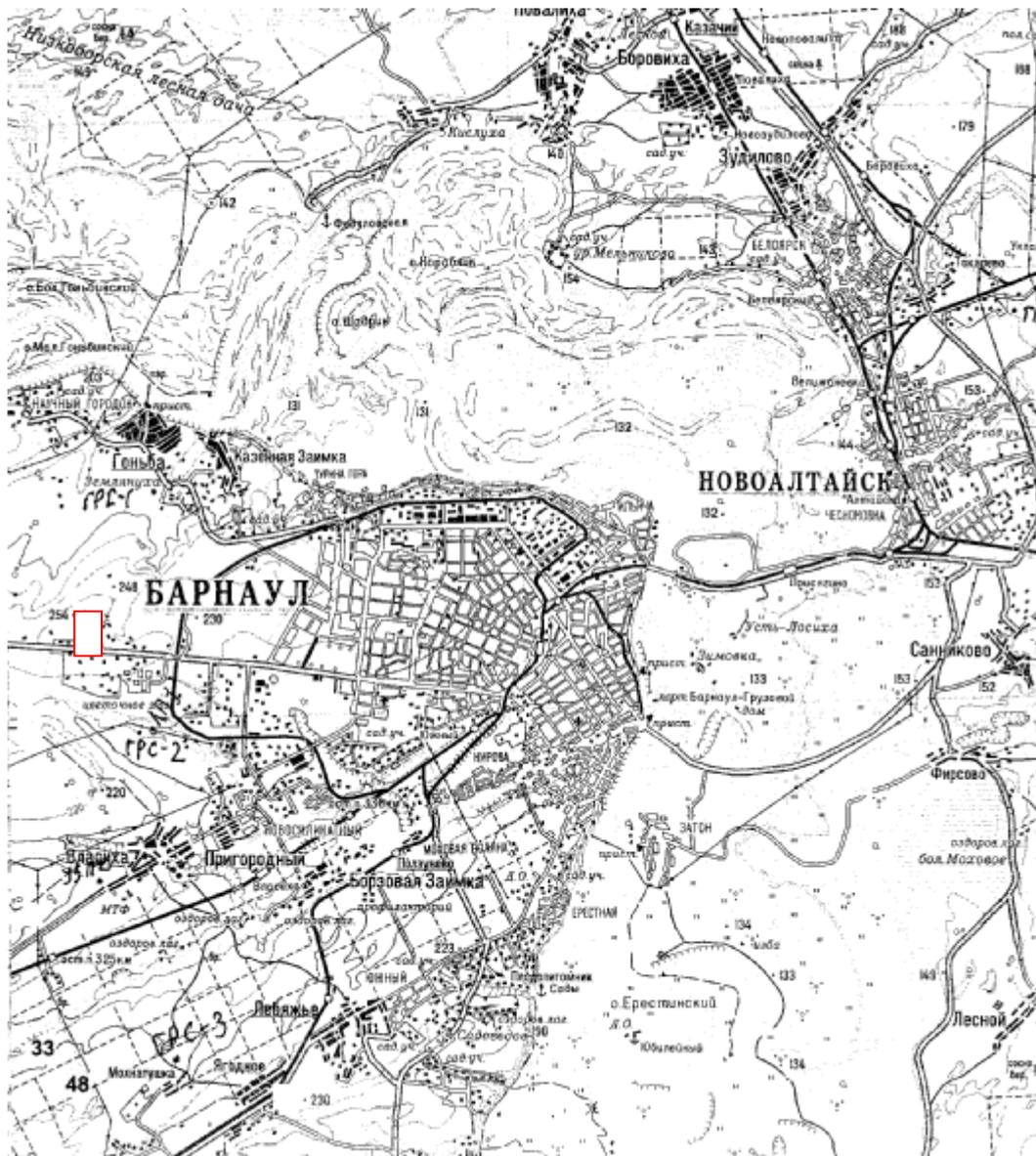


Рисунок 1 Обзорная схема

 - участок работ

Целью проектирования является изучение инженерно-геологических условий участка и разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство средств связи аэропорта.

Задачей является нахождение оптимальных приемов и методов исследований, обеспечивающих получение достоверных данных необходимых для проектирования и получение информации о свойствах геологической среды – компонентах инженерно-геологических условий в пределах предполагаемой сферы ее взаимодействия с сооружениями [4].

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА РАБОТ

1.1 Физико-географический очерк

1.1.1 Рельеф

Барнаул – город краевого значения, административный центр Алтайского края.

Расположен на юге лесостепной зоны Западной Сибири, в верхнем течении реки Оби на ее левом берегу, у места впадения реки Барнаулки в Обь. С севера и востока Барнаул огибает русло Оби, на юго-западе – ленточный бор[1].

Рельеф территории Барнаула определяют основные геоморфологические структуры - Приобское плато, на котором расположен город, и долины рек Оби и Барнаулки. Абсолютные отметки высот - от 132-135 м близ устья реки Барнаулки до 230-250 м в северной части города; общий наклон поверхности – с северо-запада на юго-восток к долине Барнаулки.

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

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

Помимо этой общей закономерности изменения рельефа следует отметить и осложненность плато эрозионными геоморфологическими

структурами средних и мелких форм: долинами р. Пивоварки, Сухого Лога, оврагами, западинами, мелкими понижениями типа «степных блюдец». Наиболее крупная эрозионная форма – долина р. Пивоварки (нередко именуемая оврагом или логом), протяженностью 12 км. В западной периферии территории города прослеживается овраг Сухой Лог длиной 8,8 км. Этими эрозионными структурами расчленяется плато, осложняется рельеф. Они играют отрицательную роль в планировке города, размещении жилых кварталов и промышленных комплексов.

В южной части Барнаула находится, так называемая, Нагорная часть города – водораздел между долинами Оби и Барнаулки.[1].

Склон Приобского плато к долине Оби довольно крутой (25-60°), местами обрывистый, высотой 50-110 м, неустойчив и подвержен оползнеобразованию, суффозионным процессам, плоскостному смыву и оврагообразованию. Наиболее крупные овраги близ Туриной горы (длина 2,2 км), вдоль железнодорожной выемки (1,6 км) и у д. Ерестной (1,2 км). Неустойчивость склона обуславливает неустойчивое положение зданий и сооружений на бровке плато.

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

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

Пойма в левобережье развита не повсеместно. Она отмечается на участке от д. Ерестной до I речного водозабора, но преимущественно, она развита ниже железнодорожных мостов: в районе пос. Ильича (шириной до

1,5 км) и на северо-западной окраине города (район золоотвалов, где ширина ее достигает 4 км).

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

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

Террасированная долина Барнаулки – типичная аккумулятивная форма рельефа, прослеживается в центре города от ул. Молодежной до ул. Л. Толстого и представлена поймой и тремя надпойменными террасами (рис 1.1).

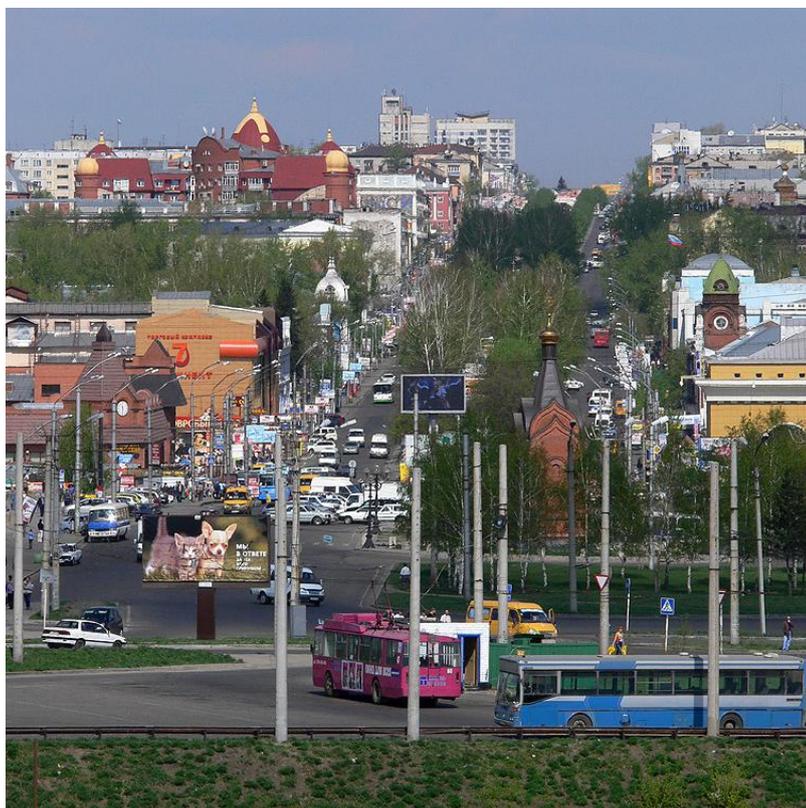


Рисунок 1.1 – Террасированная долина р. Барнаулки

Сама пойма неширокая (50-200 м), приурочена к ложбине древнего стока, а в северо-западном направлении простираются три надпойменные террасы с высотами от 137 до 185 м над уровнем моря. Площадь занимаемой территории – 935,5 га из них городскими кварталами застроено около 1/3.[2].

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

Вторая надпойменная терраса расположена только на левом берегу реки. Ширина ее 500-950 м. Абсолютные отметки 150-170 м. Граница с третьей террасой проходит по улицам Чкалова-Кирова.[1].

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

Для террас (а особенно для третьей), характерен дюнно-грядовой рельеф в связи с проявлением эоловых процессов. Перевеванию песков обязано сглаживание границ между террасами. Планировочными работами при развитии города неровности рельефа также были в определенной мере сглажены и в настоящее время в долине Барнаулки наблюдается антропогенный рельеф.[2].

Антропогенное, в том числе техногенное, воздействие на рельеф отмечаются 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, кроме того – расширение оврага в левобережье Оби под выемку у железнодорожных мостов (рис.1.2).



Рисунок 1.2 – Террасирование Обского склона

В долине Оби наблюдается, преимущественно, техногенное воздействие, выраженное в отсыпке и намыве дамб для чаш золоотвалов ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 высотой 9-12 м на больших площадях и в наполнении этих чаш золошлаковым материалом, мощностью 8-10 м.

Другой вид воздействия – отсыпка и намыв насыпей для железнодорожных и автомобильного мостов через р. Обь высотой до 15-20 м, формирование подмостовых ям глубиной 5-16 м, формирование искусственных озер на пойме при выемке грунта под насыпь автомобильного моста, дноуглубление р. Оби близ устья Бобровской протоки для прохода судов и др [2].

В целом следует отметить, что рельеф Барнаула благоприятен для создания положительного архитектурного облика города. С одной стороны, это относительно ровные территории Приобского плато, позволяющие тратить минимум средств на планировочные работы, иметь прямые магистрали, строить жилмассивы прямоугольной формы. С другой стороны, террасированная долина р. Барнаулки позволяет создавать своеобразные

архитектурные ансамбли, причудливые вертикальные формы решения застройки территорий.

1.1.2 Климат

Климат района резко континентальный с холодной продолжительной зимой и коротким теплым летом. Характеристика климатических условий приведена по многолетним данным наблюдений метеорологической станции Барнаул.

Климат района резко континентальный, с холодной продолжительной зимой и коротким тёплым летом [3]. По данным наблюдений среднемесячная и среднегодовая температура воздуха иллюстрируется таблицей 1.1.

Таблица 1.1 Среднемесячная и годовая температуры воздуха, °С

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Барнаул	-17.7	-16.3	-9.5	1.8	11.3	17.4	19.7	17.0	10.8	2.6	-8.2	-15.2	1.1

Наиболее тёплым месяцем является июль, наиболее холодным – январь.

Продолжительность холодного периода составляет 200 дней, тёплого-165 дней. Устойчивый период со среднесуточной температурой выше 0 наступает в конце апреля и продолжается в среднем 196 дней [2]. Даты наступления среднесуточных температур воздуха выше и ниже определённых пределов и число дней с температурой превышающей эти пределы приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2. Даты наступления средних суточных температур воздуха выше и ниже определенных пределов и число дней с температурой, превышающей эти пределы (мст Барнаул)

Характеристика	Температура, °С						
	-15	-10	-5	0	5	10	15
Даты наступления средних суточных температур воздуха выше определенных пределов	25 II	15 III	28 III	10 IV	24 IV	10 V	15 VI
Даты наступления средних суточных температур воздуха ниже определенных пределов	13 XII	20 XI	6 XI	24 X	7 X	18 IX	28 VIII
Число дней с температурой, превышающей эти пределы	290	249	222	196	165	130	87

Наиболее тёплый период со среднесуточной температурой выше 15 в среднем длится 87 дней.

Таблица 1.3. Среднее число дней с отрицательной температурой во все часы суток (макс. ≤ 0), с переходом температуры через 0^0 , (макс. ≥ 0 , мин. ≤ 0) и с положительной температурой во все часы суток (мин. ≥ 0)

Температура	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
метеостанция Барнаул												
макс. ≤ 0	0.0	0.0	2.7	20.2	28.9	30.3	26.4	21.1	3.0	0.02	0.0	0.0
макс. ≥ 0 , мин. ≤ 0	0.02	4.0	16.2	8.6	2.1	0.7	1.9	9.5	18.8	5.98	0.1	0.0
мин. ≥ 0	31.0	26.0	12.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.4	8.2	25.0	29.9	31.0

Абсолютный минимум температуры воздуха минус 52 °С, абсолютный максимум + 38 °С [2]. Амплитуда экстремальных температур составляет 90 °С, амплитуда среднемесячных температур 49.8 °С.

Таблица 1.4 Средние и абсолютные максимум и минимум температуры воздуха (°С) мст. Барнаул

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средний максимум	-12.8	-10.7	-3.9	7.4	17.8	23.8	25.7	23.4	17.4	7.8	-4.1	-10.8	6.8
Абсолютный максимум	5	8	13	27	35	37	38	36	34	25	13	7	38
Средний минимум	-39	-36	-31	-15	-4	3	7	3	-3	-12	-28	-37	-43
Абсолютный минимум	-52	-49	-41	-28	-16	-2	3	-1	-10	-36	-45	-50	-52

В таблице 1.5 приведены средние даты наступления, прекращения и продолжительности устойчивых морозов.

Таблица 1.5 Средние даты наступления, прекращения и продолжительности устойчивых морозов (мст. Барнаул)

Устойчивый мороз		Средняя продолжительность (дни)
наступления	прекращение	
21 III	15 XI	127

В таблице 1.6 приведены климатические параметры согласно СНиП 23-01-99* «Строительная климатология».

Таблица 1.6 Климатические параметры по данным м/ст Барнаул (СНиП 23-01-99*) [3].

№	Характеристика	Величина
Холодный период		
1.	Абсолютная минимальная температура	-52 °С
2.	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца	10.2
3.	Продолжительность периода со среднесуточной температурой: $\leq 0^{\circ}\text{C}$	168
	$\leq 8^{\circ}\text{C}$	221
	$\leq 10^{\circ}\text{C}$	235
4.	Средняя температура воздуха периода со среднесуточной температурой: $\leq 0^{\circ}$	-11.4 °С
	$\leq 8^{\circ}\text{C}$	-7.7 °С
	$\leq 10^{\circ}\text{C}$	-6.7 °С
5.	Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью: 0.98	-44 °С
	0.92	-42 °С
6.	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью: 0.98	-41 °С
	0.92	-39 °С
Теплый период		
7.	Абсолютная максимальная температура	+38 °С
8.	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца	12.3 °С
9.	Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца	26.0 °С
10.	Температура воздуха обеспеченностью 0.95	24.5 °С
		27.7 °С
	0.98	

Таблица 1.7 Расчетная температура самой холодной пятидневки, расчетная зимняя вентиляционная температура, средняя температура отопительного периода и его продолжительность.

Станция	Расчетная температура		Отопительный период	
	самой холодной пятидневки	зимняя вентиляционная	средняя температура	продолжительность (сутки)
Барнаул	-39	-23	-8.3	219

В таблице 1.8 приведены даты первого и последнего заморозка в почве и продолжительность безморозного периода по мст Барнаул.

Таблица 1.8 Даты первого и последнего мороза в почве и продолжительность безморозного периода на глубине 0.4 м (мст. Барнаул)

Дата мороза						Средняя продолжительность безморозного периода (дни)
последнего			первого			
средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	
15 IV	13 III	8 V	12 XII	10 XI	11 I	240

Средняя глубина проникновения температуры 0 °С в почву (см) представлена в таблице 1.9. Глубина проникновения температуры 0 °С в почву в значительной степени зависит от высоты снежного покрова. Чем больше высота снежного покрова, тем глубина проникновения в почву отрицательных температур меньше [3].

Таблица 1.9 Средняя, наибольшая и наименьшая глубина проникновения температуры 0°С в почву, см (мст Барнаул)

Глубина проникновения	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
По наблюдениям на глубинах: 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2 м									
средняя	•	59	87	111	129	133	93	•	0
наибольшая	61	123	159	165	168	217	219	80	0
наименьшая	0	0	28	49	80	80	30	0	0

Примечание: в данном месяце более, чем в 50: лет температуры 0°С не достигает самого близкого к поверхности термометра [3].

Сильное воздействие на глубину промерзания почвы оказывает рельеф и микрорельеф. Можно считать, что если по данным станции, расположенной на ровном месте, глубина промерзания почвы в среднем составляет 100 см, то на возвышенности почва может промёрзнуть до 120-150 см, в пониженных местах может промёрзнуть до 50-70 см.

Таблица 1.10 Средняя месячная, максимальная и минимальная температура поверхности почвы, (°С) мст Барнаул

Температура	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Го д
Почва – чернозем обыкновенный, суглинистый													
Средняя	-19	-18	-10	3	15	22	24	20	12	2	-8	-16	2
Средн. макс	-12	-7	0	16	33	42	44	39	27	11	-3	-10	15
Абс. максимум	4	9	17	40	57	60	62	56	49	30	14	6	62
Средн. Мин	-26	-27	-19	-5	3	9	12	10	3	-3	-14	-23	-7
Абс. минимум	-54	-52	-46	-30	-18	-3	2	-2	-11	-37	-47	-52	-54

В таблице 1.11 представлена средняя месячная и годовая температура почвы на глубинах 0.20 м-3.20 м, которая является основной характеристикой термического режима более глубоких слоев почвы. Наибольшая изменчивость температуры почвы из года в год на глубинах наблюдается весной (преимущественно в мае), а не зимой, как у температуры воздуха. Второй максимум изменчивости отмечается в октябре-ноябре [3].

Под оголенной поверхностью средние месячные температуры почвы летом выше, чем под естественной; зимой под снежным покровом температуры значительно выше, чем под оголённой поверхностью.

Таблица 1.11 Средняя месячная и годовая температура почвы по вытяжным термометрам (мст Барнаул)

Глубина, м	Температура, °С .											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Почва – чернозем обыкновенный, суглинистый												
0.2	-6.0	-6.7	-3.8	1.6	17.4	20.4	18.2	11.9	4.8	-0.6	-3.6	5.3
0.4	-4.3	-5.2	-3.3	0.8	14.2	17.5	16.6	12.0	5.7	0.6	-2.1	5.1
0.8	-1.7	-2.6	-2.0	0.4	11.7	14.8	15.1	12.1	7.5	2.5	0.3	5.3
1.6	2.6	1.7	1.2	1.4	8.2	11.0	12.4	11.6	9.2	6.2	3.9	6.1
3.2	5.1	4.3	3.6	3.0	5.4	7.3	9.0	9.6	9.2	7.9	6.4	6.2

Количество и распространение осадков определяется особенностями общей циркуляции атмосферы. Увлажненность почти целиком зависит от количества влаги, приносимой с запада. Большая часть осадков выпадает с мая по октябрь, зимний сезон отмечается относительной сухостью. Основное количество осадков выпадает в виде дождя в летние месяцы [3].

По количеству осадков данный район относится к зоне достаточного увлажнения. Наибольшее количество осадков приходится на июнь, июль и август месяцы, наименьшее - на февраль-март.

Ниже приведены данные о количестве осадков (мм) (табл. 2.12-2.14).

Таблица 1.12 Среднее количество осадков, мм

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Барнаул	33	25	24	26	38	51	70	54	38	47	47	42	495

Таблица 1.13 Наибольшее месячное и годовое количество осадков (мм). мст Барнаул

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
93	83	70	79	73	117	187	139	92	114	112	85	670

Таблица 1.14 Наименьшее месячное и годовое количество осадков. мст Барнаул

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
8	1	3	2	3	7	17	2	1	11	2	10	266

В таблице 2.15 приводятся основные характеристики режима осадков согласно СНиП 23-01-99* «Строительная климатология».

Таблица 1.15 Основные характеристики режима осадков

	Характеристика	Величина	Метеостанция
1.	Количество осадков за год	495 мм	Барнаул
2.	Кол-во осадков теплого периода (апрель-октябрь)	324 мм	Барнаул
3.	Кол-во осадков холодного периода (ноябрь-март)	171 мм	Барнаул
4.	Суточный максимум осадков	65 мм	Барнаул
5.	Среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца:	70%	Барнаул
6.	Среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца:	79%	Барнаул

7.	Число дней с осадками ≥ 0.1 мм	180	Барнаул
	≥ 0.5 мм	140	

Наибольшее годовое количество осадков 670 мм, среднее 495 мм, наименьшее 266 мм. Наибольшее количество осадков приходится на летнее время. Зимой увеличивается число дней с осадками, но уменьшается их суточное количество. Всего за лето выпадает до 50 % годового количества осадков, а за весь теплый период до 70 % от годовой суммы. Минимум осадков приходится на конец зимы [3].

Максимальная интенсивность осадков для 10 минутного интервала времени (мм/мин.) год приведена в таблице 1.16.

Таблица 1.16 Максимальная интенсивность осадков для 10 минутного интервала (мм/мин.) мст. Барнаул

Максимальная интенсивность (мм/мин.)	1,2
--------------------------------------	-----

Суточный максимум осадков 1-% обеспеченности приведены в таблице 1.17.

Таблица 1.17 Суточный максимум осадков 1 % обеспеченности, мст. Барнаул

Средний максимум, мм	Суточный максимум осадков 1% обеспеченности, мм	Наблюденный максимум			Год
		мм	число	месяц	
28	65	61	4	VIII	1942

Грозы наблюдаются чаще всего с мая по август и значительно реже в весенне-осенние месяцы. В апреле и октябре грозы бывают не ежегодно [3].

Самым грозовым месяцем является июль. Количество дней с грозой дано в таблице 1.18.

Таблица 1.18 Количество дней с грозой

станция	IV	V	VI	VII	VIII	IX	год
Среднее число дней с грозой							
Барнаул	0.4	3	8	10	6	2	29
Наибольшее число дней с грозой							
Барнаул	2	8	13	15	11	5	40

В течение холодного периода туманы наблюдаются чаще, чем в теплый период. С октября по март в среднем бывает от 4 до 12 дней с туманом. Количество дней с туманом приведены в таблице 1.19.

Таблица 1.19 Количество дней с туманом

станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Среднее число дней с туманами													
Барнаул	12	10	8	3	0.8	0.8	2	3	4	4	5	9	62
Наибольшее число дней с туманами													
Барнаул	25	20	19	8	4	5	6	13	12	17	12	21	109

Град наблюдается преимущественно в теплую половину года, на местности он выпадает пятнами. Выпадение града обычно сопровождается ливневыми осадками, грозами и иногда шквалистым ветром. Град относится к опасным атмосферным явлениям. Выпадение града связано с прохождением через исследуемую территорию холодных фронтов с волнами, неустойчивостью воздушных масс, резким контрастами температуры [3].

Количество дней с градом приведено в таблице 1.20.

Таблица 1.20 Количество дней с градом

станция	IV	V	VI	VII	VIII	IX	год
Среднее число дней с градом							
Барнаул	0.2	0.8	0.9	0.6	0.5	0.4	3.4

Наибольшее число дней с градом							
Барнаул	2	3	3	3	3	2	7

Метели наблюдаются в период с октября по апрель. Максимум дней с метелью наблюдается - в декабре-январе. К апрелю число дней с метелью на всей территории резко падает, что связано с переходом циркуляционных процессов с зимнего режима на летний. Количество дней с метелью приведено в таблице 1.21.

Таблица 1.21 Количество дней с метелями

станция	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	год
Среднее число дней с метелями									
Барнаул	0.9	6	9	7	5	6	1		35
Наибольшее число дней с метелями									
Барнаул	6	15	19	21	12	12	5		53

Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха приведена в таблице 1.22.

Таблица 1.22 Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха (%) по данным мст Барнаул

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Среднее	79	78	77	69	57	62	70	71	72	74	79	80	72

Согласно карте зон влажности по СНиП 23-01-99* «Строительная климатология» в соответствии с комплексным показателем $K \geq 5$, территория относится к сухой.

Снежный покров появляется в ноябре и сохраняется до середины апреля. В некоторые годы происходит особенно раннее выпадение снега. Средняя высота снежного покрова (в см.) на конец месяца представлена в таблице 1.23.

Таблица 1.23 Средняя многолетняя высота снежного покрова на третью декаду месяца, см (мст Барнаул)

Место установки рейки	XI	XII	I	II	III	наибольшая за зиму		
						средн.	макс.	мин.
открытое	12	23	28	29	20	33	60	8
защищенное	14	28	36	42	30	46	76	20

Таблица 1.24. Наибольшая декадная высота снежного покрова (см) различной обеспеченности (мст Барнаул)

Место установки рейки	Средняя из наибольших декадных высот	Обеспеченность декадных высот (%)						
		32	37	45	55	65	74	82
защищенное	46	32	37	45	55	65	74	82

Средняя наибольшая декадная высота снегового покрова за зиму составляет: в лесу 46 см, в поле 33 см. На открытых участках высота снежного покрова за зиму достигает 60 см, на защищенных 70-80 см [3].

Появление снежного покрова приходится на 24 октября; устойчивый снеговой покров образуется 7 ноября; разрушение устойчивого снегового покрова происходит 6 апреля и полностью снежный покров сходит 14 апреля (средние даты). Средняя высота снежного покрова на защищенном месте за зиму составляет 46 см, максимальная – 76 см, минимальная – 20 см.

Среднее число дней со снежным покровом - 158 дней. Даты начала и конца неустойчивого покрова приведены в таблице 1.25 [2].

Таблица 1.25 Даты появления и схода снежного покрова, образования и разрушения устойчивого снежного покрова (мст Барнаул)

Число дней с снежным покровом	Даты появления снежного покрова			Даты образования устойчивого снежного покрова			Даты разрушения устойчивого снежного покрова			Даты схода покрова		
	средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	средняя	Самая ранняя	Самая поздняя

158	24.X	1.X	11.X	7.XI	21.X	11.X	6.IV	20.III	26.IV	14.IV	20.III	10.V
-----	------	-----	------	------	------	------	------	--------	-------	-------	--------	------

Гололёд и изморозь наблюдаются с октября по май. Гололёд преобладает с середины зимы.

Среднее число дней с гололёдом и изморозью приведены в таблице 1.26.

Таблица 1.26 Среднее число дней с гололедом и изморозью (мст Барнаул)

Характеристика	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Год
гололед	0.03	0.2	0.8	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.03	2
изморозь		0.1	5	9	12	10	6	0.7		43

Согласно СНиП 2.01.07-85 исследуемая территория относится к III району (карта 4), нормативная толщина стенки гололеда равна 10 мм (таблица 11 по СНиП 2.01.07-85*).

Преобладающее направление ветра юго-западное в зимний период и северо-восточное в – теплый. Повторяемость направлений ветров и штилей в % приведена на рисунке 1.3 и в таблице 1.27.

Таблица 1.27 Повторяемость направлений ветра и штилей (%) по месяцам на мст. Барнаул

Месяц	Направление ветра								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Повторяемость в %									
I	3	11	3	8	17	37	10	3	32
II	3	12	2	7	15	35	12	2	23
III	4	17	3	7	16	36	15	4	22
IV	8	24	5	4	10	26	23	9	17
V	11	17	8	8	12	25	18	11	14
VI	14	21	7	11	11	16	14	10	15
VII	14	20	8	12	11	15	13	10	21
VIII	14	16	6	10	10	17	16	11	25
IX	6	14	5	7	11	25	14	8	30
X	3	9	2	6	16	46	17	5	20
XI	3	7	3	7	13	42	15	6	22

ХII	2	10	2	6	17	48	12	1	25
IV-X	7	15	5	8	13	31	15	7	22
XI-III	10	17	6	8	12	24	16	9	20
Год	3	12	2	7	16	40	13	3	25

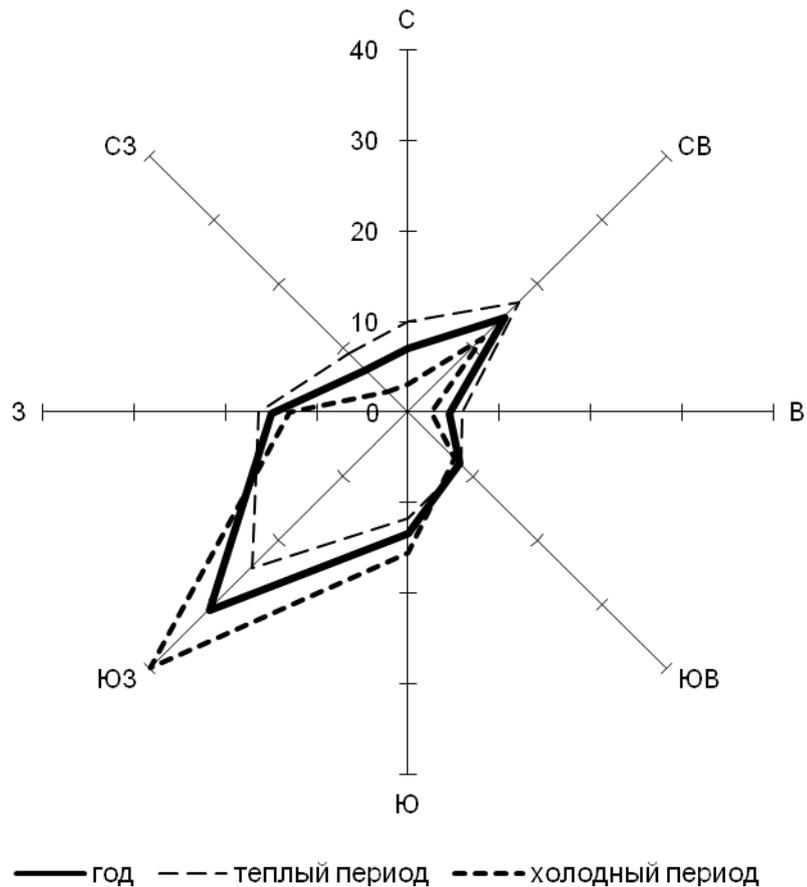


Рисунок 1.3 Роза ветров по данным метеостанции Барнаул

Средняя годовая скорость ветра на высоте 16 м над поверхностью составляет 3.5 м/с. Наибольшая среднемесячная скорость ветра наблюдается в ноябре-декабре и составляет 4.7-4.8 м/с. Данные по скорости ветра приведены в таблице 1.28.[3]

Таблица 1.28 Среднемесячная и среднегодовая скорости ветра (м/с)

м/ст	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Барнаул	3.0	3.2	3.4	3.7	3.9	3.5	3.0	3.0	3.3	4.4	4.7	4.8	3.5

Нормативное значение ветрового давления (W_0) в зависимости от ветрового района принимается по СНиП 2.01.07-85*. Территория проектируемого строительства относится к ветровому району III, где $W_0 = 0.38$ кПа.

В таблице 1.29 приводятся основные характеристики ветрового режима согласно СНиП 23-01-99 «Строительная климатология».

Таблица 1.29 Характеристика ветрового режима по данным мст. Барнаул

№	Характеристика	Величина
Холодный период		
1.	Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль	ЮЗ
2.	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с	5.9
3.	Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С	3.9
Теплый период		
4.	Преобладающее направление ветра за июнь-август	СВ
5.	Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с	0

Согласно приложению 1 СНиП 2.05.02-85 район изысканий находится в III дорожно-климатической зоне, в соответствии с приложением 2 СНиП 2.05.02-85 по характеру и степени увлажнения местность относится ко 2 типу [3].

По СНиП II-7-81* на основе комплекта карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации ОСР-97 Объединенного института Физики Земли им. О.Ю. ШМИДТА на площадке изысканий в г.

Барнаул со средними по сейсмическим свойствам грунтами (II категории, согласно табл.1*) расчетная сейсмическая интенсивность в баллах шкалы MSK-64 для трех степеней сейсмической опасности - А (10%), В (5%), С (1%) в течение 50 лет соответствует: карта А-6 баллов, карта В-7 баллов, карта С-7 баллов [7].

1.1.3 Гидрология

В пределах границ города протекают постоянные водотоки - реки Обь, Барнаулка, Лосиха, Талая, а также ряд временных водотоков, из которых наиболее значимыми являются Пивоварка и Сухой Лог [1].

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

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



Рисунок 1.5 – Река Обь

Наблюдения за уровнем воды р. Оби у г. Барнаула начаты с 1893 г., а расходы воды измеряются с 1922 г. Гидрологический пост действует и в настоящее время. Характерные уровни, расходы воды и даты их появления приведены ниже. Гидрограф Оби характеризуется растянутым половодьем (на котором часто можно выделить две волны) и низкой устойчивой зимней меженью [3].

Норма годового стока воды Оби у г. Барнаула равна 1470 м³/с (см. табл. 1.3). Минимальный среднегодовой расход составил 1020 м³/с, максимальный - 2300 м³/с.

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

В период половодья по Оби проходит до 70% годового стока. Сроки прохождения максимального расхода, начала и окончания половодья колеблются в значительных пределах (табл. 1.30).

Таблица 1.30 Даты наступления половодья р. Оби у г. Барнаула

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

За пять месяцев зимней межени (с ноября по март) по реке проходит лишь 10 % годового стока [3].

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

Наивысший за весь период наблюдений уровень Оби у г. Барнаула отмечен в 1937 г. и составил 763 см над нулем графика водпоста (абс. отметка «нуля» графика - 127,89 м).

Таблица 1.31 Характерные уровни р. Оби у г. Барнаула

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

Таблица 1.32 Характеристика расхода воды р. Оби у г. Барнаула

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

Наиболее низкий максимальный уровень наблюдался в паводок 1918 г. и равнялся 416 см (табл. 1.32). [1].

Низший зимний уровень был зафиксирован в ноябре 1924 года и составил 96 см ниже нуля графика водпоста. В среднем уровень воды зимой опускается до 8 см над «нулем» графика. Годовая амплитуда изменения уровня в среднем равна 553 см, максимальная - 769 см (1969 г.), минимальная - 424 см (1900 г.). [3].

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

В низкие половодья, как в 1999 г. (максимальный уровень примерно на 1 м ниже нормы), пойма р. Оби практически не затапливается. Вода только заходит в понижения, прорвы [3].

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

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

Перед впадением в р. Обь, Барнаулка протекает по городской территории, где расположены многочисленные инженерные сооружения. Первым таким сооружением является построенный еще в 1744 г. Заводской пруд, просуществовавший до 1926 года. В настоящее время сооружения представлены мостовыми переходами, набережными, переходами ЛЭП и связи, и другими сооружениями [3].

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

Максимальный расход воды в Барнаулке в половодье проходит с 4 по 30 апреля, при средней дате 15 апреля. Таким образом, пик половодья

Барнаулки значительно опережает максимум половодья на Оби и проходит при отсутствии подпора от Оби. Именно в этот период скорости течения достигают 2-3 м/с. В дальнейшем расход воды Барнаулки уменьшается и, в связи с ростом уровней Оби, проявляется подпор вод Барнаулки, распространяющийся до створа ул. Ядринцева при вероятностях превышения УВВ в Оби, равных 1-2%. При этом скорости течения вод Барнаулки значительно уменьшаются [2].

Среднегодовые расходы воды изменяются от 1,25 до 6,81 м³/с (см. табл. 1.33). Нормой стока является годовой расход, равный 3,71 м³/с. Наибольшая водность реки приходится на апрель, наименьшая – на январь-февраль.

Таблица 1.33 Средние величины расхода воды, р. Барнаулки, м³/с

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

В средний по водности год максимальный расход воды в Барнаулке составляет 50 м³/с. Наибольший измеренный расход, равный 124 м³/с отмечен в апреле 1957 г. (см. табл. 1.33). Самый низкий пик половодья за годы наблюдений зафиксирован в 1952 г. и составил 7,87 м³/с [3].

Таблица 1.34 Характерные расходы воды, м³/с р. Барнаулки - г.Барнаул

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

Наибольший расход в годовом цикле вне половодья равен $1,88 \text{ м}^3/\text{с}$, наименьший – $0,20 \text{ м}^3/\text{с}$. Низший расход воды при отсутствии ледовых явлений равен $0,94 \text{ м}^3/\text{с}$. При наступлении ледовых явлений расход воды в реке в среднем уменьшается до $0,35 \text{ м}^3/\text{с}$ [3].

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

Река Лосиха - правый приток р. Оби, имеет длину 150 км, площадь водосбора 1,5 тыс. км². Начало берет из логов северо-западнее с. Лосиха Косихинского района и впадает в Обь напротив г. Барнаула, в 2 км выше по течению от старого ж.-д. моста. Ниже с. Баюновские Ключи (на 38 км от устья) река протекает по надпойменным террасам р. Оби, а ниже с. Фирсово (в 12 км от устья) – по пойме р. Оби. Расход воды у с. Фирсово при 10 % ВП составляет $182 \text{ м}^3/\text{с}$.

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

Река Талая – берет начало из болота Бобровская Согра, расположенного на правосторонней пойме р. Оби близ сочленения с надпойменной террасой. Талая – своеобразная река, протекающая только по пойме Оби, впадает в р. Обь ниже пос. Затон. Некоторыми исследователями Талая считается протокой Оби, но это не так, ввиду того, что она имеет только одно соединение с Обью (в устье). Длина реки 15 км, ширина 20-30 м. Русло выработанное, высота берегов от 1-3 до 3-4 м. В нижней части Талая также была канализирована при сооружении автомобильного мостового перехода. Берега канала не закреплены [11].

Временные водотоки.

Пивоварка – малая река, левый приток Барнаулки. Длина 11 км, площадь водосбора 57 км² (вся в пределах городской застройки). Сток отмечается лишь в период таяния снегов и сильных дождей. Аллювиальные отложения реки покрыты слоем антропогенных образований [3].

Сухой Лог - левый приток Барнаулки. Длина 8,8 км, водосборная площадь 22 км². В верхней и средней части практически не имеет стока. Постоянный сток отмечается только ниже дамбы, находящейся южнее завода синтетического волокна. Расход в летнюю межень 15-20 л/с.

Водоемы.

Из водоемов, находящихся на территории г. Барнаула, можно отметить «Лесной пруд» на Барнаулке площадью 28 га, небольшие пруды (1-2 га) по Пивоварке и Сухому Логу и ряд озер в пойме Оби (Хомутина, Долгое, Козел, Эрикалиха и др.), из них самым крупным является оз. Лебяжье (на границе территории Барнаула) площадью свыше 40 га. Следует отметить также два искусственных озера в зоне отдыха на правом берегу Оби, восточнее нового автомобильного моста через Обь [2].

1.1.4 Геоморфология

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

Рельеф территории города определяют основные геоморфологические структуры - Приобское плато, на котором расположен город, и ассиметричные долины рек Оби и Барнаулки.

Долины рек Оби и Барнаулки ассиметричны. Левый берег Оби и правый Барнаулки крутые и высокие, противоположные склоны рек пологие или с небольшими уступами. Река Барнаулка течет в ложбине древнего стока, которая пересекает южную часть города с запада на восток [3]. Ее террасированная долина - типичная аккумулятивная форма рельефа, прослеживается в центре города от ул. Молодежной до ул. Льва Толстого.

Сама пойма неширокая (50—200 м), приурочена к ложбине древнего стока, а в северо-западном направлении простираются три надпойменные террасы с высотами от 137 до 185 м над уровнем моря. В районе города Барнаула отмечается шесть террас, первые четыре из которых аккумулятивные, пятая и шестая – структурные. Абсолютные отметки высот — от 132—135 м близ устья реки Барнаулки до 230—250 м в северной части города; а общий наклон поверхности — с северо-запада на юго-восток к долине Барнаулки. Пойменная терраса реки Оби расположена в районе пристани к северо-западу от железнодорожного моста [7]. В южной части Барнаула находится, так называемая, Нагорная часть города — водораздел между долинами Оби и Барнаулки. Рельеф осложнен эрозионными структурами средних и мелких форм: долиной реки Пивоварки (12 км), мелкими понижениями, оврагами. Склоны в долине Оби довольно крутые (25—60°), местами обрывисты, высотой 50—110 м, неустойчивы и подвержены суффозионным процессам, плоскостному смыву и оврагообразованию. Пойменная терраса реки Оби прослеживается в районе пристани к северо-западу от железнодорожного моста. Абсолютные отметки её поверхности изменяются от 131 до 137 м.

Приобское плато в районе Барнаула - пологоувалистая равнина с абсолютными отметками высот от 230-250 м в северной части города и до 185-190 м близ границы плато с долиной реки Барнаулки [3]. Наивысшая отметка в пределах города «251,4» м зафиксирована в Ленинском районе около Барнаульского мясокомбината.

Рельеф плато осложнен эрозионными геоморфологическими структурами средних и мелких форм: долиной реки Пивоварки, мелкими понижениями. Наиболее крупная эрозионная форма - долина Пивоварки протяженностью 12 км. На западной окраине города существует овраг Сухой лог, протяженностью 8 км [2].

В пределах городской черты плато проходит через следующие ландшафты:

- вершинные плоские поверхности со злаково-разнотравными луговыми, ковыльными степями на выщелоченных и обыкновенных черноземах (северо-запад);
- пологонаклонные возвышенные поверхности верхнего уровня плато с - разнотравными луговыми степями и лугами на черноземах, парковыми колочными лесами на серых лесных почвах по пологим лощинам стока рек и западинам (север и северо-запад);
- слабоволнистые лугово-степные склоновые поверхности с просадочными западинами, разделенные балками и долинами малых водотоков с лугово-степной и кустарниковой растительностью на слабосмытых черноземах (центральная часть);
- плоско-бугристо-западинные поверхности с сосновыми и березовыми лесами на слабо подзолистых почвах (юг);
- крутопадающие приречные склоны плато, местами задернованные и залесенные, с активными оврагами и оползнями (север, восток и юго-восток).

Физико-геологические процессы на территории Барнаула и в пригороде проявляется в виде оврагов, оползней, заболоченных участков и посадочных западин [3].

Активное развитие оврагов обусловлено крутыми склонами берегов рек Оби и Барнаулки. Овраги в большинстве случаев активные, действующие с вертикальными стенками и большими уклонами тальвегов.

Интенсивному развитию оползней способствует - подмыв берегов рек в паводковые периоды и развитие суффозии способствуют. Причины, вызывающие оползни различны. Как на участке от устья р. Барнаулки вниз по течению р.Оби до железнодорожного моста на кровле пород кочковской свиты, залегающей значительно выше уровня воды в реке, интенсивно выклиниваются подземные воды, и наблюдается механический вынос породы. Участок характерен обилием мелких (до 15-30 м в диаметре), но многочисленных суффозионных цирков.

1.2 Инженерно-геологическая изученность

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

Инженерно-геологические работы в больших масштабах до 1934 г. не проводились [4]. Летом 1934 г. по заданию Барнаульского горкомхоза инженером-геологом Ф.П. Завьяловым были проведены исследования на территории г. Барнаула. Исследованиями охвачена территория в 60 км². На этой площади было пробурено 93 скважины – 1310 м, пройдено 14 шурфов – 80 м и проведены две опытных откачки. Отчет о проведенной работе был выпущен в 1935 г. [2]

В 1955 г. отделом инженерной геологии института Ленгипрокоммунстрой проведены работы по изучению оврагов г. Барнаула.

В отчете «Инженерно-геологические условия овражных участков г. Барнаула Алтайского края РСФСР», 1956 г., приведена детальная характеристика всех оврагов территории города, даны рекомендации по борьбе с оврагообразованием, приведена таблица «Инженерно-геологическая характеристика овражных участков проектирования 1-ой очереди». [2]

Позднее до 1963 г. инженерно-геологические изыскания проводились проектными институтами «ПИ-2», «Алтайгражданпроект», а с 1963 г. проводятся Барнаульским отделением «КузбассТИСИз», ныне «АлтайТИСИз» и другими инженерно-геологическими организациями на отдельных многочисленных площадках для гражданского, линейного и промышленного строительства. [3]

В 1967 г. Барнаульским отделением составлена Инженерно-геологическая карта центральной части г. Барнаула, автор В.И. Арефьева.

В пределах картируемой территории была выделена IV надпойменная терраса р. Оби и I, II и III террасы р. Барнаулки.

На инженерно-геологической карте показаны два комплекса пород, верхний и подстилающий, комплексы выделены с учетом их генезиса.

В 1973 г. «АлтайТИСИзом» с учетом материалов изысканий прошлых лет была составлена инженерно-геологическая карта г. Барнаула масштаба 1:10000, автор отчета Осьмушкин В.С.

В 1988 г. была составлена книга «Географические и инженерно-геологические условия Степного Алтая», авторы Черноусов С.И, Арефьев В.С., Осьмушкин В.С. и др.

В 1992 г. ОАО «АлтайТИСИз» были проведены инженерно-геологические изыскания для строительства квартала 2011, в котором расположен наш проектируемый многоэтажный дом.

В 2006 г. ОАО «АлтайТИСИзом» были составлены Карта инженерно-геологических условий и Карта опасных геологических процессов масштаба 1:10 000. Работы выполнены в основном по фондовым материалам [1].

В 2006-2014 г.г. ОАО «АлтайТИСИз» и другие организации провели инженерно-геологические изыскания под строительство многочисленных жилых домов и инженерных коммуникаций к ним, в том числе и по ул. Ускова в квартале 2011 г. Барнаула.

В последние годы инженерно-изыскательские работы различного масштаба проводились на конкретных объектах гражданского, промышленного, спортивного строительства непосредственно в границах г. Барнаула.

Инженерно-геологическая изученность для территории работ носит сравнительно детально изученный характер [4].

1.3 Геологическое строение района

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 [2].

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

Мезозойская эратема представлена четвертичной системой.

Четвертичная система

Четвертичная система представлена подразделами: плейстоценом и голоценом.

Плейстоцен

Плейстоцен представлен разделами: эоплейстоцен и неоплейстоцен.

1.3.1 Стратиграфия

Эоплейстоцен

Эоплейстоцен представлен отложениями кочковской свиты ЕКж. Озерно-аллювиальные отложения кочковской свиты в районе г. Барнаула в верхней части разреза представлены суглинками, реже - глинами, темного синеватого или зеленовато-серого цвета, в нижней части разреза - песками.

Кровля кочковской свиты прослеживается в основании обрывистого левого борта долины р. Оби. Кровля возвышается над урезом воды в межженный период до 10 м и более [3].

Суглинки и глины свиты отличаются от перекрывающихся четвертичных пород большей плотностью, вязкостью, местами имеют вид полуокаменевших трещиноватых пород и в меньшей степени подвержены

размыву речными водами, благодаря чему образуют в подошве обрывистого берега выступы - ступени.

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

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

Неоплейстоцен

Неоплейстоценовые отложения представлены:

- нижне-среднечетвертичными озерно-аллювиальными отложениями красnodубровской свиты IaI-IIIrd;
- средне-верхнечетвертичными аллювиальными отложениями русла и поймы р. Оби и надпойменных террас р. Барнаулки aII-III;
- верхнечетвертичными субаэральными отложениями saIII;
- верхнечетвертичными эоловыми отложениями – vIII.

Нижне-среднечетвертичные озерно-аллювиальные отложения красnodубровской свиты IaI-IIIrd

Отложения красnodубровской свиты слагают водоразделы и склоны степного плато. С поверхности они перекрыты верхнечетвертичными покровными субаэральными лессовидными отложениями saIII и подстилаются суглинками и глинами кочковской свиты. Красnodубровская свита залегает на суглинках и глинах кочковской свиты, как правило, с размывом. Представлена свита толщей суглинков, супесей и песков с горизонтами погребенных почв. Литологический состав свиты и ее мощность изменяются в пространстве [3].

В пределах Приобского степного плато свита имеет сложное внутреннее строение, распадаясь на целый ряд наложенных друг на друга аллювиально-озерных и субэральных пачек мощностью от 10 до 30 м. Каждая пачка внизу сложена песками, супесями или иловатыми суглинками, сменяющимися выше по разрезу лессовидными супесями или суглинками, иногда увенчанными погребенной почвой. Пространственные взаимоотношения между отдельными пачками весьма сложные. Мощность отложений красnodубровской свиты 50-70 м до 100 м.

На территории г. Барнаула в обрыве плато вдоль левого берега р. Оби отложения красnodубровской свиты меняют свой состав вниз по течению от существенно песчаного состава до сугубо глинистого [1].

Средне-верхнечетвертичные аллювиальные отложения русла и поймы р. Оби и надпойменных террас р. Барнаулки аII-III

Отложения касмалинской свиты выполняют древние ложбины стока Приобского плато р. Касмала, Барнаулка и др. На территории г. Барнаула отложения касмалинской свиты в долине р. Барнаулки хорошо изучены и в свите выделены три надпойменные террасы.

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

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

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

Мощность отложений первой надпойменной террасы 2-5 м до 7-8 м, второй – от 8-10 м до 15-20 м, третьей - до 31 м, увеличиваясь от подошвы террасы к тыловому шву [3].

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

Верхнечетвертичные субэральные отложения saIII

Субэральные покровные лессовые отложения имеют широкое распространение на территории г. Барнаула в пределах Приобского плато.

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

Покровные лессовидные суглинки и супеси обладают просадочными свойствами и широко используются в качестве оснований фундаментов зданий и сооружений. Мощность просадочной толщи от 4-5 м до 10-13 м.

Верхнечетвертичные эоловые отложения vIII

На изучаемой территории эоловые пески сплошным чехлом покрывают 2-ю и 3-ю надпойменные террасы р. Барнаулки, маскируя уступы между террасами и частично выходят за пределы долины реки на коренной склон плато [1]. Пески залегают в виде гряд, бугров, дюн. Пески светло-желтые, светло-серые, белые, тонко- и мелкозернистые, неслоистые, массивной текстуры, но в некоторых обнажениях наблюдается плохо выраженная горизонтальная, слабо-волнистая, косая и вихревая слоистость. Мощность эоловых песков от 1-2 до 5-10 м и несколько более. Максимальная мощность песков на склоне плато и в тыловых частях надпойменных террас.

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

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

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

Голоцен

Голоцен представлен:

- делювиально-пролювиальными отложениями **dpIV**;
- аллювиальными отложениями русла и поймы р. Оби и р. Барнаулки **aIV**;
- элювиальными отложениями **eIVЭ**;
- техногенными образованиями **tIV**.

Делювиально-пролювиальные отложения dpIV

Делювиально-пролювиальные отложения приурочены к оврагам, логам Приобского плато и склонам бортов долин р. Оби и р. Барнаулки. Отложения образовались в результате разрушения и переотложения лессовых глинистых пород (с прослоями песков) поверхностными водами. Сортировка материала отсутствует и литологическое расчленение делюво-пролювия невозможно на сколько-нибудь значительных площадях.

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

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

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

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

Аллювиальные отложения русла и поймы р. Оби и р. Барнаулки, aIV

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

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

В долине р. Оби присутствие глинистых отложений более значительное и суглинки (супеси) местами слагают верхнюю часть разреза. Мощность песков от 2-3 м до 10 м, суглинков - до 2-4 м, общая мощность до 10 м и более.

В долине р. Пивоварки аллювий развит в среднем и нижнем течении и представлен песками, которые слагают русло и пойму. Мощность отложений в пределах 2-3 м, реже 5-7 м.

Элювиальные отложения eIV

Элювиальные отложения показаны только на разрезе и представлены почвенно-растительным слоем. Почва залегает с поверхности, за исключением участков, где она перекрыта насыпными или намывными

грунтами. В застроенной части города почвенно-растительный слой, как правило, снят [3].

Минимальные мощности почвенно-растительного слоя на песчаных породах – 0,1-0,3 м, максимальные на суглинках - 0,5-0,8 м.

Техногенные образования tIV

Техногенные образования 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 [3].

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

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

1.3.2 Тектоника

В тектоническом отношении Степной Алтай представляет собой неотектоническую сложноступенчатую впадину начала четвертичного периода. Перед фронтом Алтайского сводово-глыбового поднятия сформировалась предгорная зона опускания – Предалтайская неотектоническая предгорная впадина. В современном рельефе ей соответствует Предалтайская возвышенная равнина – Степной Алтай. Предалтайская равнина является частью крупнейшей отрицательной морфоструктуры первого порядка - Западно-Сибирской платформенной равнины. Предалтайская равнина подразделяется на морфоструктуры второго порядка, характеризующиеся спецификой рельефа геологического строения и тектонического режима. К положительным

морфоструктурам относятся северные предгорья Алтая, юго-западные предгорья Салаира, Обь-Чумышское и Приобское плато, к отрицательным – Кулундинская низменность и Обская долина [3].

Северные предгорья Алтая – положительная морфоструктура, соответствующая Рубцовской структурной террасе. Ее зарождение произошло в позднем олигоцене, когда Рубцовская ступень по серии субширотных разломов отделилась от воздымающегося Алтайского свода и была вовлечена в погружения расширяющейся впадины. В среднем плейстоцене погружение Рубцовской ступени сменилось поднятием, продолжающимся до сих пор, что способствует интенсивному развитию эрозионных процессов. Обь-Чумышское плато как положительная унаследованная обращенная морфоструктура была сформирована в результате инверсии восточной части Бийской и отчасти Рубцовской структурных террас. Суммарная амплитуда неотектонического погружения около 100-200 м.

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

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

Обь-Чумышского плато и отрицательной – Обской долины, прилегающей между ними.

Отрицательная морфоструктура второго порядка (Кулундинская низменность) в тектонической отношении соответствует наиболее погруженной центрально-кулундинской структурной террасе Предалтайской впадины. Погружение центрально-кулундинской террасы началось с раннего мела и продолжается до настоящего времени [2]. В окончательном виде Кулундинская низменность оформилась в позднем плиоцене. В заложении Обской долины (отрицательной морфоструктуры второго порядка) помимо эрозионно-аккумулятивных процессов принимали большое участие тектонические.

Так, контуры долины в районе г. Барнаула следуют параллельно крупному глубинному разлому – Барнаульскому краевому шву. Южный участок долины приурочен к зоне сочленения Рубцовской и Бийской структурных террас [3].

1.4 Гидрогеологические условия

Гидрогеологические условия исследуемого района тесно взаимосвязаны с его геологическим строением, литологическим составом пород и условиями их залегания, с особенностями рельефа, а также во многом зависит от климатических особенностей региона.

Вся территория страны расположена в пределах большого Западно-Сибирского артезианского бассейна, в котором гидрогеологами выделяется несколько бассейнов второго порядка: Тобольский, Иртышский, Кулундинско-Барнаульский, Чулымский, Обский и др.

Эти артезианские бассейны следует считать бассейнами второго порядка. Бассейны территориально разобщенные.

Наибольшую площадь занимает Кулундинско-Барнаульский бассейн. Расположенный на юго-западе территории в границах степного Алтая на сопряжении структур горного Алтая и Салаира.

Учитывая изменение основных факторов формирования подземных вод по площади в направлении от горных сооружений к низменности в пределах Кулундинско-Барнаульского артезианского бассейна выделены районы третьего порядка.

Они соответствуют основным орографическим элементам территории – Обь-Чумышской возвышенности, Приобскому плато, Кулундинской аллювиальной равнине.

Кулундинско-Барнаульский артезианский бассейн выделяется на крайнем юго-востоке Западно-Сибирской системы артезианских бассейнов. В структурном отношении он приурочен к предгорной депрессии - Кулундинской впадине, расположенной между горными сооружениями Алтая на юге, Салаира - на востоке и северо-востоке и Каменским выступом Колывань-Томской складчатой зоны на севере и совпадающей с границами степной части Алтайского края [3].

Орографически бассейн представляет собой равнину с абсолютными отметками поверхности от 80 м (Кулундинская низменность) до 400 м вблизи горного обрамления. Восточная часть территории относится к бассейну верхнего течения р Оби, долина которой делит район на две части Обь-Чумышскую возвышенность и Приобское плато Кулундинская низменность, примыкающая к последнему с запада, относится к бассейну замкнутого стока рек Кулунды и Бурлы [2].

Сложен бассейн морскими и континентальными литологически неоднородными мезо-кайнозойскими отложениями, мощность которых увеличивается с востока на запад, где достигает 1000 м и более. Литологический состав водовмещающих пород и условия их залегания между, в различной степени выдержанными, водоупорами определяют развитие в бассейне порово-пластовых напорных и безнапорных вод [4].

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

На территории г. Барнаула выделяются следующие подземные воды, залегающие первыми от поверхности и оказывающие влияние на инженерно-геологические условия:

- подземные воды типа «верховодка»;
- грунтовые воды аллювиальных отложений пойм р. Оби, р. Барнаулки и р. Пивоварки (aIV);
- грунтовые воды аллювиальных отложений надпойменных террас р. Барнаулки (aIII);
- водоносный комплекс краснодубровской свиты (IaI-IIIkd).

Подземные воды типа «верховодка».

Имеют локальное распространение в зоне аэрации и встречаются на различных элементах рельефа. Они имеются на 2-ой и 3-ей надпойменных террасах р. Барнаулки, в долине р. Пивоварки, на водораздельных пространствах и склонах Приобского плато [1].

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

В пределах второй и третьей надпойменных террас р. Барнаулки, а также на её левом коренном склоне «верховодка» встречается в песках и приурочена к понижениям рельефа, часто имеющим замкнутый характер. Этому способствует дюнно-грядовый рельеф эоловых песков с замкнутыми котловинами. Водоупорами являются суглинки, супеси и пачки песков с частыми прослоями суглинков и супесей (переслаивание) [2].

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

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

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

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

Грунтовые воды аллювиальных отложений пойм рек Оби, Барнаулки и Пивоварки – aIV [3].

Распространены в пределах низких и высоких пойм. Водовмещающими породами служат пески мелкие, средние, местами хорошо отсортированные, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты. Мощность водоносного горизонта от 2-3 м до 10 м и более в устье р. Барнаулки и в долине р. Оби. Глубина залегания от 0,0 м до 2-3 м. На поверхности пойм имеются озера (старицы) и заболоченные участки. Коэффициент фильтрации песков 9,6-11,1 м/сут. Источники питания - атмосферные осадки, перетекающие подземные воды из гипсометрически более высокорасположенных водоносных отложений надпойменных террас в долине р. Барнаулки. В периоды паводков и половодий питание поступает из рек, с которыми грунтовые воды гидравлически связаны; в остальное время года реки дренируют грунтовые воды. Годовая амплитуда колебания уровня от 0,8-1,65 м до 3,04 м в устье р. Барнаулки [3].

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

Грунтовые воды аллювиальных отложений первой надпойменной террасы р. Барнаулки - aIII.

Грунтовые воды распространены в пределах первой надпойменной террасы р. Барнаулки, преимущественно на левобережье. Водовмещающими породами являются пески пылеватые, мелкие, средние, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты (региональный

водоупор). Глубина залегания от 0,0 м до 2,0 м [2]. Местами в понижениях рельефа грунтовые воды выходят на поверхность, заболачивая участки, образуя небольшие озерки. Мощность водоносного горизонта - 3-8 м. Годовая амплитуда колебания уровня воды 0,59 - 2,15 м.

Источники питания - атмосферные осадки, перетекающие грунтовые воды из гипсометрически более высокорасположенных водоносных отложений второй надпойменной террасы. Грунтовые воды разгружаются в водоносный горизонт отложений поймы или дренируются р. Барнаулкой. Местами наблюдается выклинивание грунтовых вод у подошвы первой надпойменной террасы в виде родников и мочажин [1].

Коэффициент фильтрации песков в пределах 1,2-15,1 м/сут.

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

Грунтовые воды аллювиальных отложений второй надпойменной террасы р. Барнаулки – аШ [3].

Грунтовые воды распространены в пределах второй надпойменной террасы р. Барнаулки, преимущественно на левобережье.

Водовмещающими породами являются мелкие пески, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты (региональный водоупор). Глубина залегания уровня воды от 2-3 м у подошвы террасы до 10-12 м у тылового шва. Годовая амплитуда колебания уровня грунтовых вод 0,32-0,46 м. Мощность водоносного горизонта 8-13 м. Коэффициент фильтрации песков 2,7-9,8 м/сут.

Источники питания – атмосферные осадки, перетекающие грунтовые воды из обводненных отложений третьей надпойменной террасы, расположенной выше по склону. Водоносный горизонт разгружается в отложения песков первой надпойменной террасы р. Барнаулки, дренируется

р. Обью и р. Пивоваркой. В обрывах левого берега р. Оби грунтовые воды выклиниваются по кровле кочковской свиты, о чем свидетельствуют родники и мочажины. В долине р. Пивоварки, в её нижнем течении наблюдается водонасыщение грунтов подножий береговых обрывов.

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

Грунтовые воды аллювиальных отложений третьей надпойменной террасы р. Барнаулки - аШ.

Грунтовые воды распространены в пределах третьей надпойменной террасы р. Барнаулки, преимущественно на левобережье.

Водовмещающие породы - мелкие, средние пески и супеси, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты. Глубина залегания более 10-ти метров, за исключением отдельных участков, где грунтовые воды залегают на глубинах 2-5 м [3].

Мощность водоносного горизонта до 10-15 метров.

Источники питания - атмосферные осадки и перетекающие подземные воды из пород краснодубровской свиты. Водоносный горизонт третьей надпойменной террасы р. Барнаулки разгружается в отложения пород второй надпойменной террасы и дренируется р. Обью и р. Пивоваркой в нижнем течении. В долине р. Оби разгрузка происходит по цоколю (кровля кочковской свиты), выступающему над урезом воды в реке. Выклинивание пластовое в виде многочисленных родников и мочажин. Расход родников от 0,1 до 0,4-0,5 л/сек в летнюю межень.

Грунтовые воды пресные, минерализация 0,3-1,0 г/л, иногда до 1,2 г/л, не агрессивные к бетонам на обычных цементах.

Водоносный комплекс краснодубровской свиты – IaI-IIIrd.

Водоносный комплекс распространен повсеместно, за исключением долины р. Оби и тех участков долины р. Барнаулки, где аллювий ложится непосредственно на кочковскую свиту [3].

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

В долине р. Оби отложения красnodубровской 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 красnodубровской свиты и вдоль берега реки наблюдаются многочисленные выходы подземных вод в виде родников и мочажин.

Глубина залегания подземных вод красnodубровской свиты на Приобском плато - более 10-20 м, в бортах долин рек Оби и Барнаулки - 40-50 и более метров [3].

Подземные воды пресные 0,7 - 0,9 г/л до 1,1 г/л гидрокарбонатно-хлоридно-кальциево-магниевые, гидрокарбонатно-хлоридно-кальциевые.

Область питания находится, в основном, за пределами изучаемой территории. Водоносный комплекс разгружается в аллювиальные отложения р. Барнаулки и дренируется р. Обью.

Техногенное воздействие на грунтовые воды.

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. [2]

1.5 Геологические процессы и явления

На территории г. Барнаула развиты следующие геологические и инженерно-геологические процессы, которые тесно связаны между собой, активизируются в связи с хозяйственной деятельностью и могут оказывать отрицательное влияние на строительство и эксплуатацию зданий и сооружений:

- оползни;
- суффозия;
- просадочность лессовых пород;
- подтопление территории;
- морозное пучение грунтов;
- эрозия овражная;
- эрозия речная (переработка берегов);
- затопления (наводнения);
- землетрясения.

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

Изучением оползней у г. Барнаула занимается Оползневая станция, созданная в 1974 г. За время её существования зафиксировано порядка 350 оползней и оползнепроявлений. Ежегодно отмечается сход от нескольких до 30 оползней [7].

Оползневой станцией установлена опасная оползневая зона, включающая Обской склон и прибровочную полосу Приобского плато шириной 200 - 300 м. Статус оползневой зоны узаконен решением администрации г. Барнаула от 09.06.1993 .

Процессы оползнеобразования в Барнаульском Приобье по категории опасности согласно СНиП 22-01-95 «Геофизика опасных природных воздействий» относятся к «весьма опасным» [21].



Рисунок 1.4 Оползень по ул. Канская 19.04.2006 г

Интенсивность пораженности Обского склона оползнями неодинакова. По данным Оползневой станции очень сильной пораженностью характеризуются участки, где отсутствует пойма [3].



Рисунок 1.5 Оползень по ул. Фабричной 01.07.2011 г.

Повышенная крутизна склона - основной фактор развития оползневых процессов. Другими факторами, стимулирующими процессы оползнеобразования, являются:

- благоприятное для развития оползней геологическое строение - наличие в основании склона грунтов, легко поддающихся механическому суффозионному выносу (песков и супесей), в результате чего формируются ниши и в целом ослабляется этот слой грунтов; залегающие выше грунтовые массы в результате теряют опору и получают неустойчивое положение [21];

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

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

- размывающая деятельность реки Оби, производящая подмыв и обрушение берегов, сносящая оползшие массы грунта, обуславливая повышенную крутизну склона и препятствуя его стабилизации [21];

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

- неравномерность выпадения годовых атмосферных жидких осадков, наличие периодов обильного выпадения дождей или сильных ливней, обуславливающих эрозию склона, насыщающих грунты его и способствующих оползнеобразованию,

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

Последний фактор приобретает всё большее значение, ввиду усиливающейся производственной нагрузки на склон и прирочную полосу.

Значимость всех этих факторов оползнеобразования неодинакова для различных участков Обского склона, хотя везде решающим фактором является большая крутизна склона .

Суффозионные процессы

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

Этому способствовали такие факторы, как наличие крутых склонов (левый берег Оби, правый берег Барнаулки), оврагов, искусственных дренажных выемок, заметный уклон уровня грунтовых вод в сторону рек, значительные сезонные колебания его, облегченная инфильтрация атмосферных осадков, наличие легкоразмываемых грунтов: песков, супесей, суглинков, теряющих структурные связи при их обводнении или увлажнении [3].

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 грунтовыми водами, в песчаном слое образуются разнообразные полости: ниши, западины, воронки, пещеры и др. При этом вышележащие породы теряют устойчивость и обрушаются, образуя суффозионные цирки. Подобные суффозионные процессы протекают на левобережье Оби, обуславливая развитие оползневых явлений суффозионного происхождения [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 60м. Безусловно, одна из причин роста оврагов - нарушение поверхностного стока в процессе строительства, другой же причиной являются неотектонические поднятия [7].

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 [8];
- утечки вод из коммуникаций, размывающие грунты.

Формирование оврагов на территории Барнаула происходит и в настоящее время. Скорость их роста 0.5 - 1 м в год, иногда до 7 - 12 м в год. 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 [2].

Плоскостная эрозия

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

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

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

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

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 [2].

Просадочность лессовых грунтов.

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

Лессовые просадочные грунты представлены суглинками и супесями с числом пластичности, как правило, находящимися в пределах 0,05 - 0,10. По существу, они представляют собой единый генетический комплекс субаэральных отложений. Эти грунты характеризуются близкими значениями физико-механических свойств [3].

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) [1].

Просадка лессовых грунтов при их замачивании проявляется, в основном, под воздействием внешней нагрузки. Просадка грунтов от собственного веса невелика, обычно 2-3 см и, как правило, не превышает 5

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

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

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) [3].

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.) [1].

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 [21]].

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 % .

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 [1].

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 ~ на 4,3 м.

В целом, процессы подтопления в 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 %, на II и III террасах - 2-3 % .

Пучинистость грунтов.

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

Основными типами грунтов в Барнауле на Приобском плато являются лессы, а на террасах Барнаулки - пески мелкие [1].

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 [1] .

Пески мелкие на террасах 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 чрезмерно пучинистыми.

В целом, можно отметить, что пучинистость песков практически не сказывается на строительстве и эксплуатации зданий, чего нельзя сказать о лёссах [1].

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 Барнаула, где на Приобском плато сплошным покровом залегают просадочные лёссы, это явление усугубляется совместным действием при замачивании грунтов и просадки, и пучения [3].

Для исключения действия сил пучения по боковой поверхности фундаментов рекомендуется обратная засыпка из непучинистых грунтов, что в Барнауле зачастую не выполняется. Эта засыпка производится нередко грунтом из вскрытого котлована под здание, т.е. лессовыми суглинками и супесями, являющимися чрезмерно пучинистыми 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 этажные здания.

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

Наводнения (затопление).

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

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

Затопление поймы Оби начинается при подъеме уровня воды до 500 см над нулем водпоста (127,89 см), т.е. при поднятии его до отметки 132,9 м. Но поступление воды в пониженные места поймы, старицы и озера начинаются еще ранее при уровне воды в Оби в 400 см над уровнем поста.

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



Рисунок 1.6 Наводнение (затопление) частного сектора

Размыв и обрушение берегов.

Развитие процессов размыва берегов рек в пределах г. Барнаула обусловлено значительным врезом Оби и большой высотой берегов (50 - 100

м), относительно легкой размываемостью пород, слагающих берега (пески, лессовидные суглинки и супеси), большой скоростью течения (2-3 м/с), повышенным уклоном водной поверхности Оби (0,7 %) увеличением водности Оби во время весенних половодий и летних паводков до 6000 - 7000 м³/с, стеснением русла при строительстве мостов, полным перекрытием правобережной поймы глухими насыпями подходов к мостам [3].

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

На реке Барнаулке главным фактором размыва берегов является действие быстрого течения вод во время половодья.

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

Землетрясения.

Согласно СП 14.13330.2011 (Строительство в сейсмических районах) расчетная сейсмическая интенсивность в баллах шкалы MSK-1964 для средних грунтовых условий в г. Барнауле составляет 6 баллов для степени сейсмической опасности, равной 10 % вероятности возможного превышения (или 90 %-ной вероятности не превышения) в течение 50 лет (карта ОСР-97А), 7 баллов для 5 %-ной вероятности возможного превышения в течение 50 лет (карт ОСР-97В) и 8 баллов - для 1 %-ной вероятности в течение 50 лет (карта ОСР-97С) [21].

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

Таким образом, для объектов повышенной ответственности и особо ответственных объектов при их проектировании необходимо назначать антисейсмические мероприятия.

27 сентября 2003 г. в Кош-Агачском районе произошло землетрясение силой 9 баллов по шкале MSK-1964 и шкале ГОСТа 6249-52. В г. Барнауле оно проявилось силой в 6 баллов по этим шкалам [3].

В результате этого землетрясения разрушена 120-метровая вентиляционная труба завода техуглерода, в стенах ряда зданий появились трещины (16-этажный дом на углу ул. Папанинцев и ул. Геблера, 9-этажный дом по ул. Горно-Алтайская, 15 и др.) [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный дипломный проект является работой, подводящей итог теоретического курса обучения в университете по специальности «поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания» и практических навыков, полученных в процессе обучения.

В дипломном проекте были рассмотрены инженерно-геологические условия района и составлен проект изысканий под жилой комплекс (два десятиэтажных жилых дома и гаражный комплекс). Данные работы были выполнены с целью получения инженерно-геологической информации, которая должна быть необходимой и достаточной для решения задач проектирования.

В процессе проектирования был сделан обзор, анализ и оценка ранее проведенных работ, на основе которых дана детальная характеристика природных условий изучаемой территории.

Дана детальная характеристика инженерно-геологических условий участка работ, построены графики изменчивости свойств по глубине, рассчитаны коэффициенты вариации и выделены три инженерно-геологических элемента. Для каждого инженерно-геологического элемента представлены нормативные и расчетные характеристики их физико-механических свойств.

Оценены как простые геоморфологические, геологические, гидрогеологические условия и геологические процессы на участке работ.

В результате составления проекта были определены граница сферы взаимодействия с геологической средой, составлена расчетная схема и обоснованы данные для расчета природного давления, расчетного сопротивления грунта, несущей способности свай, расчета осадки.

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

сформулированы задачи проектируемых работ, для решения которых были запроектированы и обоснованы виды и объемы работ.

Определены наиболее эффективные и экономически выгодные в данных условиях методы получения инженерно-геологической информации, требующие минимально необходимых затрат труда, средств, времени и обеспечивающие получение информации нужного качества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

Фондовая литература

1. Швецов Г.И. Лессовые просадочные породы южной оконечности Западно-Сибирской плиты и методы устройства оснований и фундаментов// Инженерная геология.-1989.-№5.-С. 52-60
2. Осьмушкин В.С., Швецов А.Я., Ковтун Е.П., (Госстрой РСФСР, ПО"Стройизыскания" Алтай ТИСИЗ). Отчет о работах по теме: Обобщение материалов инженерно-геологических изысканий территории г. Барнаула. 1 этап. Барнаул. 1992 (фондовые материалы).
3. Технический отчет о комплексных инженерных изысканиях по объекту:«Реконструкция и техническое перевооружение комплекса средств УВД,РТОП и электросвязи аэропорта г.Барнаула.

Опубликованная литература

4. Бондарик Г.К. Методика инженерно-геологических исследований – М.:Недра,1986. – 333с.
5. Голикон В.Я., Короленко И.П. Радиационная защита при использовании ионизирующих излучений – М.: Недра, 1987. – 187с.
- 6.Евсеева И.Е. Герграфия Томской области. Природные условия и ресурсы. Под ред. Н.С. Евсеевой. – Томск: ТГУ, 1990. – 242 с.
- 7.Коломенский Н.В. Общая методика инженерно-геологических исследований – М.: Недра,1968. – 256с.
- 8.Королев В.А., Цуканова Л.А. Агрессивность грунтов и методы ее оценки – М.:1995. – 46с.
- 9.Ломтадзе В.Д. Методы лабораторных исследований физико-механических свойств пород – Л.: Недра,1972. – 311с.
- 10.Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин – М.: Недра, 1983. – 332с.
- 11.Сибаров Н.Н и др. Охрана труда в вычислительных центрах – М.: Недра, 1990. – 192с.

12. Солодухин Н.А. Инженерно-геологические изыскания для промышленного и гражданского строительства – М.: Недра, 1985. – 189с.

Нормативная литература

13. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений

14. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства

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

16. ГОСТ 25100-2011 «Грунты. Классификация»

17. ГОСТ 20522-2012 «Методы статистической обработки результатов испытаний»

18. ГОСТ 9.602-2011 Защита от коррозии – М.; Изд-во стандартов 2011. – 46с.

19. СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты»

20. СП 50-102-20032 «Проектирование и устройство свайных фундаментов»

21. СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмически активных районах»

22. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации ОСР-2012

23. ГОСТ Р 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований»

24. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства

25. ГОСТ 19912-2012 «Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием»

26. ГОСТ 12248-2010 «Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости»

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

28. ГОСТ 12.2.062-81 Оборудование производственное. Ограждения защитные
29. ГОСТ 12.3.009-76, ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности
30. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
31. ГОСТ 12.4.125-83, Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов
32. ГОСТ 12.1.005-88, (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
33. ГОСТ 12.1.030-81, ССБТ. Защитное заземление, зануление.
34. ГОСТ 12.1.003-83, ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
35. ГОСТ 12.1.012-90, ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
36. ГОСТ 23407-78, Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ. Технические условия
37. ГОСТ 12.4.026-76. ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности
38. ГОСТ 12.1.038-82, ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов
39. ГОСТ 12.1.006-84, ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
40. ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
41. СНиП 23-05-95, "Естественное и искусственное освещение"
42. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
43. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

44. СанПин 2.2.4/2.1.8.055-96, Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)
45. СН 2.2.4/2.1.8.556-96, Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 1997.
46. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: Минздрав России, 1997.
47. ПУЭ Правила устройства электроустановок. Издание 7. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204
48. СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование
49. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
50. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования
51. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности
52. ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы, гидросфера. Общие требования к охране подземных вод
53. СНиП 21.01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Гострой России, 1997. – с. 12.
54. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
55. ССН-93 «Сборник сметных норм». М.:1993
56. ЕНВиР « Сборник единичных сметных расценок и норм времени на инженерно-геологические изыскания» - М. 1983 -269 с.
57. СБЦ «Сборник базовых цен на инженерно-геологические изыскания для строительства» М.- 1999-89с.