

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

Институт природных ресурсов

Специальность Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Инженерно-геологические условия участка Портового управления г. Выборга и проект изысканий под административно-бытовой комплекс

УДК 725.1:627.2:624.131.3(470.23)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
212Б	Лагода Людмила Романовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф ГИГЭ	Попов В.К.	Д. Г.-М. Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Геология»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф ГИГЭ	Попов В.К.	Д. Г.-М. Н.		

По разделу «Бурение»

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

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шарф И.В.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев М.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующая кафедрой ГИГЭ	Гусева Н.В.	К.Г.-М.Н.		

Томск – 2017 г.

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

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

УТВЕРЖДАЮ:

_____ Гусева Н.В.
(Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
2126	Лагода Л.Р.

Тема работы:

Инженерно-геологические условия участка Портового управления г. Выборга и проект изысканий под административно-бытовой комплекс
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе:	Фондовые материалы ЗАО «ЛИМБ», опубликованная учебная и научная 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. Выборга, климат, геологические,

	<p>гидрогеологические и инженерно-геологические условия.</p> <p>В специальной части рассмотреть инженерно-геологические условия участка проектируемых работ.</p> <p>В проектной части разработать проект изысканий для строительства административно-бытового комплекса. Обосновать основные виды и объемы работ, изложить методику их проведения.</p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Геология	Попов В.К.
Бурение	Шестеров В.П.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шарф И.В.
Социальная ответственность	Гуляев М.В.

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Учетная степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф ГИГЭ	Попов В.К.	д. г.-м. н.		

Задание принял к исполнению студент:

группа	ФИО	Подпись	Дата
2126	Лагода Л.Р.		

Реферат

Дипломный проект состоит из 99 страниц, 26 рисунков, 19 таблиц и 60 источников.

Объект исследований – инженерно-геологическая среда в пределах которой будет осуществляться строительство и эксплуатация административно-бытового комплекса (территория портового управления г. Выборг).

Целью данной работы является оценка инженерно-геологических условий участка на территории портового управления г. Выборга, изучение состава и свойств грунтов, геологических процессов и явлений, обоснование оптимальных видов работ для составления проекта изысканий под строительство административно-бытового комплекса и выбор методики изысканий.

Для получения достоверных данных были использованы литературные сведения из различных источников, а также фактические данные результатов работ организации ЗАО «ЛИМБ».

В работе обоснованы необходимые виды и объемы работ, составлена смета на выполнение работ.

Текст дипломного проекта выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2015, рисунки и графические приложения выполнены в программе AutoCAD 2015, при построении таблиц использован офисный пакет Microsoft Excel 2015.

Определения и сокращения

Вещественный состав грунта: Химико-минеральный состав вещества твердых, жидких, газовых и биотических (живых) компонентов грунта.

Водопроницаемость: Способность грунта фильтровать воду.

Гранулометрический состав грунта: Процентное содержание первичных (не агрегированных) частиц различной крупности по фракциям, выраженное по отношению их массы к общей массе грунта.

Грунт: Любые горные породы, почвы, осадки и техногенные образования, рассматриваемые как многокомпонентные динамичные системы и как часть геологической среды и изучаемые в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека.

Дисперсный грунт: Грунт, состоящий из совокупности твердых частиц, зерен, обломков и др. элементов, между которыми есть физические, физико-химические или механические структурные связи.

Инженерно-геологический элемент: некоторый объем грунта одного и того же происхождения и вида при условии, что значения характеристик грунта изменяются в пределах элемента случайно (незакономерно), либо наблюдающаяся закономерность такова, что ею можно пренебречь.

Ил: Современный не литифицированный морской или пресноводный органо-минеральный осадок, содержащий более 3% (по массе) органического вещества, как правило, имеющий текучую консистенцию, коэффициент пористости $e = 0,9$ и содержание частиц размером менее 0,01 мм более 30% по массе.

Крупнообломочный грунт: Несвязный минеральный грунт, в котором масса частиц размером более 2 мм составляет более 50%.

Набухающий грунт: Грунт, увеличивающий свой объем при замачивании водой и имеющий относительную деформацию набухания $\varepsilon_{sw} \geq 0,04$ (в

условиях свободного набухания) или развивающий давление набухания (в условиях ограниченного набухания).

Органическое вещество: Органические соединения, входящие в состав грунта.

Песчаный грунт (песок): Несвязный минеральный грунт с массой частиц размером 0,05–2 мм более 50%.

Пучинистый грунт: Дисперсный грунт, который при переходе из талого состояния в мерзлое увеличивается в объеме вследствие образования льда.

Скальный грунт: Грунт, имеющий жесткие структурные связи кристаллизационного и/или цементационного типа.

Трещиноватость скального массива: Особенность строения скального массива, обусловленная наличием трещин разного происхождения, размера, формы, направления, с различными заполнителями.

Сокращения

Абс. отм. – абсолютная отметка

ВСЕГЕИ – государственный научно-исследовательский институт в подчинении Федерального агентства по недропользованию РФ

ЕНВРиР – единые нормы времени и расценки на проектные работы

ИГЭ – инженерно-геологический элемент

ССН – сборник сметных норм

ЭСП – электростатическое поле

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	9
1 Общая часть. Природные условия района строительства	10
1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика	10
1.2 Изученность инженерно-геологических условий.....	13
1.3 Геологическое строение района работ (стратиграфия, литология, тектоника, неотектоника, геоморфология).....	16
1.4 Гидрогеологические условия.....	20
1.5 Геологические процессы и явления	25
1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района.....	26
2 Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ	28
2.1 Рельеф участка	28
2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости	28
2.3 Физико-механические свойства грунтов.....	29
2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100 – 2011) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522 – 2012).....	29
2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов (ГОСТ 20522 – 2012).....	34
2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов	45
2.4 Гидрогеологические условия.....	48
2.5 Геологические процессы и явления на участке	54

2.6. Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка.....	55
2.7. Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации сооружений	57
3 Проектная часть. Проект инженерно-геологических изысканий на участке	58
3.1. Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания. Задачи изысканий.....	58
3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ	61
3.3 Методика проектируемых работ	68
3.3.1 Топогеодезические работы	68
3.3.2 Буровые работы.....	68
3.3.3 Опытные полевые работы.....	78
3.3.4 Гидрогеологические опытные работы.....	79
3.3.5 Инженерно-геофизические работы.....	79
3.3.6 Лабораторные исследования	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	90
Список использованной литературы.....	95

ВВЕДЕНИЕ

Данная работа представляет собой изучение инженерно-геологических условий и составление проекта изысканий под строительство административно-бытового комплекса на территории портового управления г. Выборга.

Целью проектирования является изучение инженерно-геологических условий участка и разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство административного здания на стадии проектной и рабочей документации.

Задачей является получение максимальной информации о свойствах геологической среды – инженерно-геологических условиях в пределах предполагаемой сферы ее взаимодействия со зданием и вблизи него, а также нахождение оптимальных способов и методов исследований, обеспечивающих получение достоверных данных, необходимых для проектирования.

В работе над дипломным проектом были использованы результаты исследований, выполненных компанией ЗАО «ЛИМБ» на предшествующих стадиях изыскательских работ, а так же нормативная и справочная литература.

Участок изысканий расположен на северо-западе Российской Федерации, на территории Северо-Западного федерального округа, Ленинградской области, Выборгского района, на окраине г. Выборга (Рисунок 1.1). Территория относится к землям запаса г. Выборга и находится в 24 м юго-западнее от автодороги "Скандинавия" и в 100 м юго-восточнее железной дороги Санкт-Петербург - Попово. На участке изысканий планируется строительство административно-бытового комплекса.

Уровень ответственности II (нормальный).

Стадия проектирования: Проектная и Рабочая документация.

1 Общая часть. Природные условия района строительства

1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика

Район работ представляет неглубокую переувлажненную котловину, обрамленную с трех сторон (северной, восточной и южной) холмистыми грядами. Участок изысканий расположен на юго-восточной окраине г. Выборг (Рисунок 1.1).

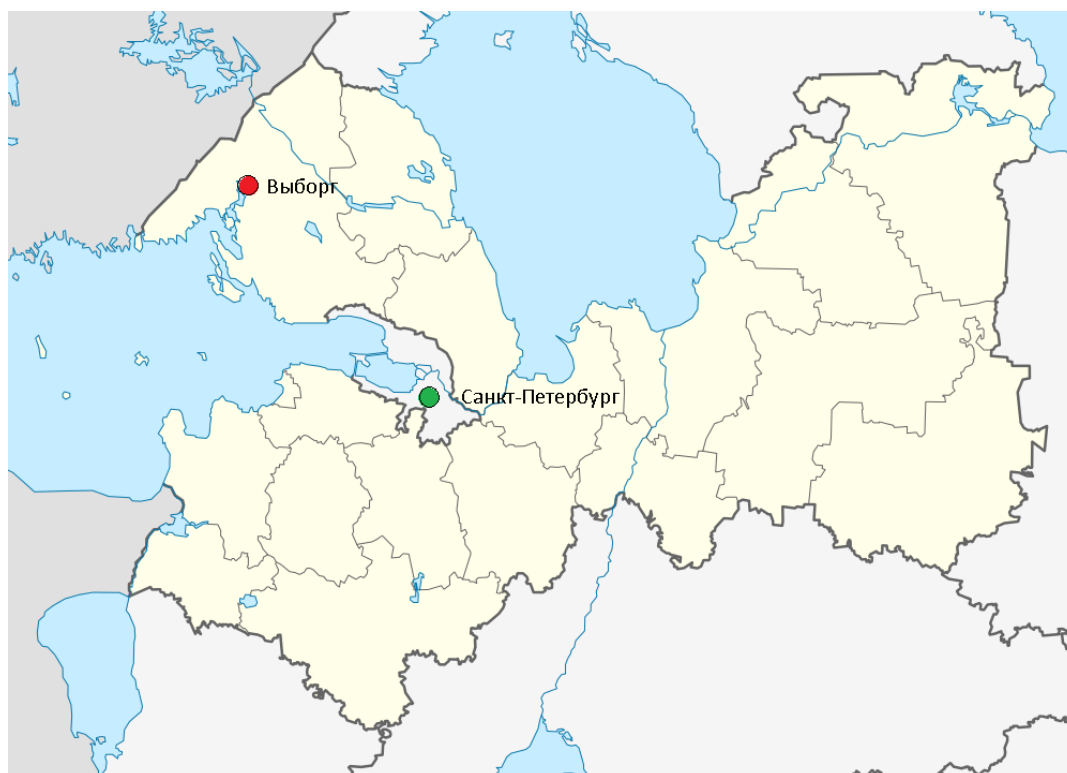


Рисунок 1.1 – Схематическая карта расположения города Выборга, на окраине которого располагается участок изысканий [58]

Наиболее низкие отметки поверхности фиксируются в западной части площадки 0,77–1,1 м, повышение отметок отмечается вдоль южной и восточной границ площадки (до 3,46 м). В периоды максимального водного питания центральная часть площадки подтоплена поверхностными водами. Повсеместно на поверхности участка встречаются гранитные глыбы и валуны скальных пород размерами до 5–7 м.

Основными процессами почвообразования являются подзолообразование и заболачивание. В районе изысканий преобладают торфяно-подзолисто-глеевые и подзолисто-глеевые почвы, по механическому составу – средне- и легкосуглинистые.

Растительность представлена еловыми лесами с примесью лиственных пород (дуб, береза). Пониженные заболоченные участки покрыты тонкомерным преимущественно березовым лесом и ивняком.

Гидрографическая сеть района принадлежит бассейну Финского залива.

Район находится под воздействием морских атлантических и континентальных воздушных масс умеренных широт, частых вторжений арктического воздуха и активной циклонической деятельности. В результате формируется климат, близкий к морскому, основными особенностями которого являются большая относительная влажность воздуха в течение всего года, относительно короткое умеренно теплое и влажное лето и довольно продолжительная умеренно холодная зима с частыми оттепелями.

Циркуляция атмосферы в основном определяет формирование климата в холодный период, когда регион испытывает наибольшее влияние Атлантики. С атлантическими циклонами поступает значительное количество тепла, за счет которого зима смягчается, а осень оказывается теплее весны. Весной и летом циклоническая деятельность ослабевает, и в формировании климата возрастает роль радиационных факторов.

Климатическая характеристика района изысканий составлена по данным опорной метеостанции Выборг (Таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Температура воздуха (Выборг), °С

Температура, °С													Год
Среднемесячная и годовая	-7,9	-8,6	-4,6	2,1	9,1	14,7	17,4	15,5	10,4	4,6	-0,5	-5,2	3,9
Средняя максимальная	-5,5	-5,4	-0,5	6,2	13,8	19,5	21,5	19,8	14,1	7,4	1,6	-2,4	7,5
Абсолютная максимальная	6	6	12	22	29	31	33	31	27	19	11	7	33
Средняя минимальная	-11,8	-12,4	-8,7	-1,4	5,0	11,0	13,5	12,3	7,7	2,6	-2,4	-7,5	0,7
Абсолютная минимальная	-34	-38	-31	-21	-6	-1	4	0	-6	-14	-21	-34	-38

За последние годы температуры повысилась. За период 1966-2006 гг. средняя месячная температура наиболее холодного месяца (февраль) составила минус 8 °С, средняя минимальная – минус 11,5 °С. Средняя максимальная температура наиболее теплого месяца (июль) – 21,7 °С.

Геологические процессы и явления в береговой зоне города и на его территории, обусловлены проявлением эндогенной и экзогенной геодинамики, а также провоцирующим взаимодействием между естественными геологическими процессами и техногенезом.

Эндогенные процессы и явления возникают при активизации современной тектоники, а накопившийся в городской береговой зоне мощный слой различных по составу техногенных образований создает в ряде случаев крайне неблагоприятную экологическую обстановку. Наиболее известным техногенным объектом городской береговой зоны являются набережные, представляющие собой сложные по составу и строению разновозрастные гидротехнические (берегозащитные, инженерные) сооружения, многие из которых имеют ландшафтную, архитектурную и историческую ценность. Укрепленная набережными береговая зона обладает характерной (а местами очень активной) морфо- и литодинамикой, имеющей деструктивный характер.

Техногенные отложения, связанные с деятельностью человека, в пределах города имеют весьма широкое распространение.

Проявления процессов абразии берегов относится к наиболее активно проявленным экзогенным геологическим процессам в береговой зоне г. Выборга, приводящим к потере прибрежных территорий, разрушению зданий и сооружений, дорог и коммуникаций.

На участках развития морских террас, особенно в южных районах города, происходит разгрузка подземных вод. Результатом этого является увлажнение пород и, соответственно, изменение их физического состояния и ослабление прочности. Под воздействием гидродинамического давления подземных вод формируются оползни.

Результатом устойчивого, местами прогрессирующего избыточного переувлажнения территорий в условиях равнинного рельефа, связанного с близким залеганием к поверхности грунтовых вод или водоупорного слоя является образование болот и подтопление.

1.2 Изученность инженерно-геологических условий

Общие сведения об инженерно-геологических условиях территории и инженерно-геологическом районировании взяты из монографии «Инженерная геология СССР» [2].

До середины XIX в. исследования на описываемой территории носили случайный характер, и сведения о них приводились лишь при описании окрестностей Петербурга или касались отдельных вопросов, связанных с полезными ископаемыми.

Первые сведения о стратиграфии характеризуемого района были получены в сороковых годах прошлого века.

Ранний период геологического изучения завершился появлением первой геологической карты, составленной в 1852 г. в масштабе 1:420 000.

После Великой Октябрьской социалистической революции к изучению геологического строения Ленинградской и смежных областей привлека-

ется большой коллектив геологов, начинаются планомерные геологические съемки и поисково-разведочные работы.

Геологические карты, составленные в 1921–1932 гг., с возможной в то время полнотой осветили состав, генезис, стратиграфическое положение и распространение всех встречающихся здесь отложений с самых древних до четвертичных включительно.

До 1929 г. геологические исследования производились многочисленными и самыми различными по роду своей деятельности учреждениями: Академией наук, Геологическим комитетом, Московским и Ленинградским обществами испытателей природы, Минералогическим обществом, Ленинградским университетом, Горным институтом и др.

Первой обобщающей работой по геологии и гидрогеологии г. Ленинграда и его окрестностей явилась монография с атласом карт, выполненная в 1936 г. группой геологов (ныне ВСЕГЕИ) Е. П. Александрова, Б. Н. Архангельский, Б. П. Асаткин и др. (1936 г.).

В результате проведенных геологосъемочных работ значительно повысилась степень изученности геологического строения рассматриваемой территории. Впервые для большей ее части были составлены детальные, увязанные между собой геологические карты дочетвертичных и четвертичных отложений; заново были описаны и изучены все опорные разрезы палеозойских отложений и содержащиеся в них остатки фауны и флоры, что позволило значительно уточнить и детализировать стратиграфическое расчленение этих отложений; были разработаны новые схемы стратиграфического расчленения, вошедшие составными частями в соответствующие унифицированные схемы стратиграфии (1965 г.); получены новые данные о структуре осадочного покрова, выявлены новые геологические структуры. [2]

По результатам изучения материалов было выявлено, что геолого-литологический разрез представлен четвертичными и раннепротерозойскими отложениями разного генезиса. Характерным для данной территории является наличие толщи специфических грунтов и слабонапорных подземных вод.

Изученность района невысокая (Рисунок 1.2) [59]

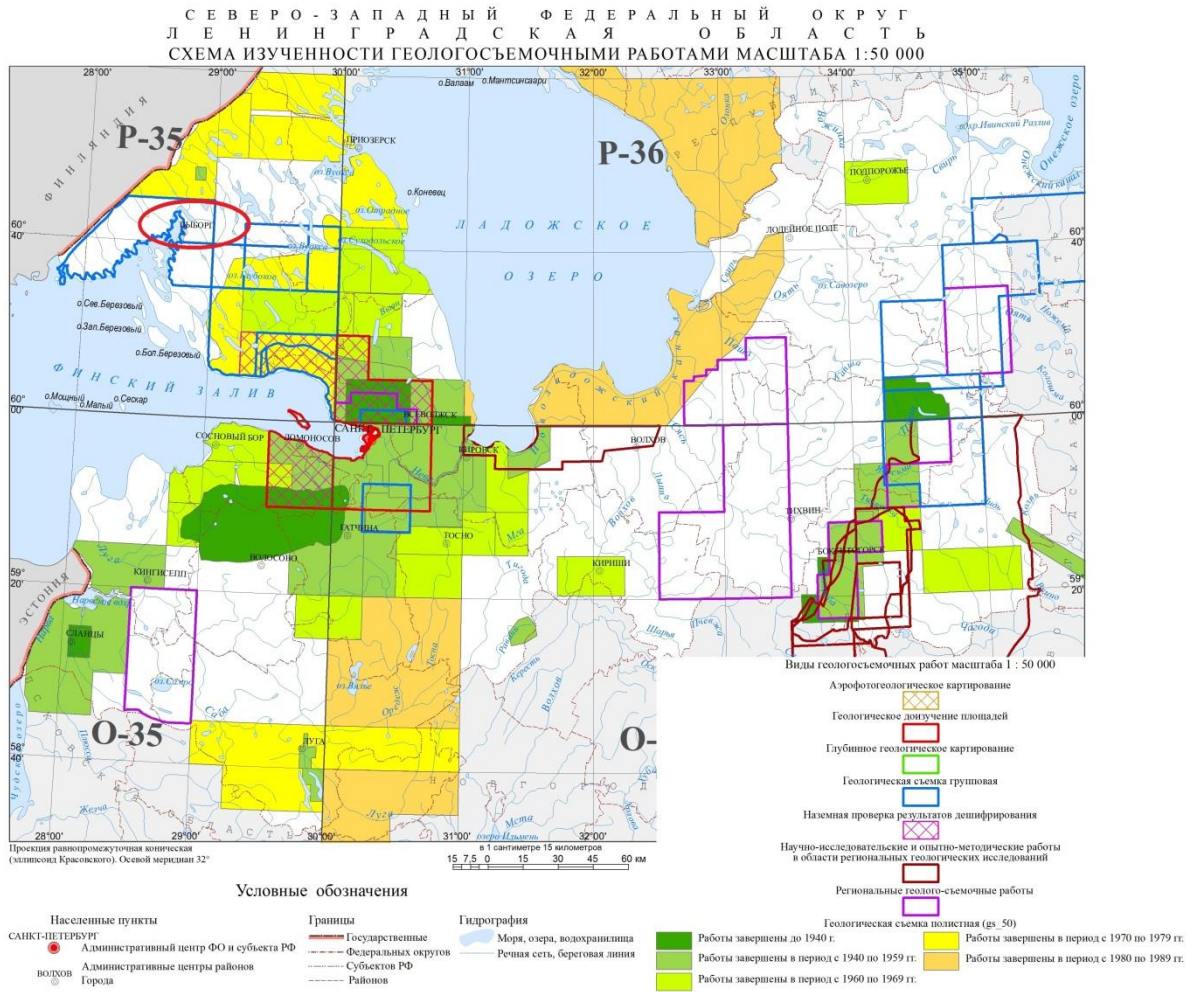


Рисунок 1.2 – Схема изученности инженерно-геологических условий

1.3 Геологическое строение района работ (стратиграфия, литология, тектоника, неотектоника, геоморфология)

В геологическом отношении территория относится к южной оконечности Балтийского щита. Район изысканий представляет собой всхолмленную равнину, сложенную древнейшими кристаллическими породами архейско-протерозойского комплекса, перекрытыми чехлом ледниковых и флювиогляциальных накоплений мощностью от нескольких до 2500 метров и более. В подошве холмов и гряд развиты обширные плоские равнины, занятые озерно-морскими и морскими отложениями, часто заболоченные (Приложение 1).

Коренные породы представлены нижнепротерозойскими отложениями (PR). В составе четвертичного звена выделяются: элювиальные грунты (eQ), флювиогляциальные (*fQ*_{III}), озерно-морские (*lmQ*_{IV}), озерные (*lQ*_{IV}), техногенные (*tQ*_{IV}) отложения.

Протерозойские отложения (PR)

(формация гранитов рапакиви уPt₃)

В пределах описываемой территории граниты рапакиви слагают крупный Выборгский массив, северо-западная часть которого расположена на площади Финляндии. По геофизическим параметрам (плотности порядка 2,56, отрицательному гравитационному и магнитному полям), которые местами контролируются отдельными скважинами, эти породы установлены на южном побережье Финского залива к северу от г. Котлы, и на восточном побережье Ладожского озера. Согласно взглядам А. А. Полканова (1956), граниты рапакиви, представляющие собой интрузии платформенного типа, пространственно приурочены к поясу большой флексуры, ограничивающей Балтийский щит с юга и юго-востока.

Стратиграфическое положение этих по род устанавливается на основании следующих фактов:

1) активное воздействие их на вмещающие свекофенские гнейсы (Выборгский массив);

2) наличие жил рапакиви в кристаллических сланцах верхов, ладожской серии (Салминский массив; Макарова и др., 1964 г.);

3) налегание на кору выветривания гранитов рапакиви эффузивов салминской свиты (Яковлева, 1964 г.), сопоставлявшихся К. О. Кратцем с габбро-диабазами Валаамского архипелага (1947 г.).

По материалам абсолютной геохронологии возраст гранитов рапакиви устанавливается 1650 млн. лет. Согласно исследованиям В. Хакмана (1934), Д. А. Великославинского (1953), В. В. Яковлевой (1964 г.), массивы Выборгский, Салминский и другие представляют собой многофазные интрузии, в основном сложенные собственно гранитами.

Только местами в краевых зонах, контаминированных материалом меланократовых вмещающих пород, они сменяются гранодиоритами, редко кварцевыми диоритами.

Согласно специальным исследованиям Д. А. Великославинского (1953), Выборгский массив представляет собой крупное, плитообразное тело. Контакты его с окружающими гнейсами преимущественно четкие, до резких. Местами наблюдается проникновение гранитов в окружающие гнейсы в виде системы секущих и согласных жил.

Граниты рапакиви представляют собой розовые или серовато-розовые массивные породы, в основном состоящие из микроклина или ортоклазпертита, олигоклаз-андезина (27–32% An), кварца, небольшого количества биотита и амфибола. Акцессорные минералы представлены магнетитом, апатитом, флюоритом, вторичные – серицитом и хлоритом.

Специфическими особенностями этих пород являются преобладающая овоидная форма вкрапленников калиевого полевого шпата, местами окруженного каймой олигоклаза, и темно-серая до черной окраска кварца. По

данным Д. А. Великославинского, состав гранитоидов Выборгского массива варьирует от разновидностей, промежуточных между кварцевыми диоритами и сиенито-диоритами, до типичных гранитов, пересыщенных кремнеземом, местами глиноземом, умеренно богатых и богатых щелочными. Жильная фация гранитов рапакиви представлена аплитами и пегматитами.

Граниты рапакиви в пределах исследуемого района – розовые, равномернозернистые, среднезернистые массивной текстуры.

По геофизическим данным выделяются участки гранитов с различной степенью трещиноватости: сильнотрещиноватые граниты с величиной УЭС менее 1400 Омм, к слабо трещиноватым относятся породы с УЭС более 2000 Омм. Кровля скальных грунтов по геолого-геофизическим данным залегает на глубинах от 6 до 12 м, вскрытая мощность отложений 1,2–5 м.

Коренные раннепротерозойские отложения перекрываются четвертичными отложениями.

Четвертичные отложения (Q)

Ниже представлено описание четвертичных отложений. Карту их распространения можно посмотреть в приложении 1.

Элювиальные отложения (eQ)

К элювиальным отложениям отнесены грунты, которые образовались в результате процессов физического выветривания на месте их залегания.

Элювий на участке изысканий представлен дресвяными грунтами с песчаным заполнителем до 40% насыщенным водой. С глубиной степень выветрелости постепенно снижается и они переходят в трещиноватую материнскую породу. Граница между элювиальными грунтами и материнским породами установлена по геолого-геофизическим данным и является в определенной степени условной: к коре выветривания отнесены породы с величи-

ной УЭС менее 1400 Ом. Мощность отложений изменяется от 0,40 м до 4,70 м (абс. отм. подошвы от минус 1,38 до минус 11,34 м).

Верхнечетвертичные флювиогляциальные отложения (fQ_{III})

Отложения имеют локальное распространение, залегают под озерно-морскими осадками на элювиальных отложениях или на скальных породах. Представлены песками, насыщенными водой, мощностью от 0,2 м до 2,0 м.

Современные отложения (Q)

Современные озерно-морские отложения (lmQ_{IV})

Озерно-морские отложения представлены илами суглинистыми и глинистыми текучей консистенции, супесями пластичными, песками различной крупности: от пылеватых до средних насыщенных водой.

Современные озерные отложения (lQ_{IV})

Озерные отложения представлены суглинками коричневатого цвета тяжелыми пылеватыми различной консистенции с прослоями песка, включениями гравия и гальки до 15 % и примесью органических веществ, сапропелями минеральными серовато-коричневого цвета.

Современные техногенные отложения (tQ_{IV})

Техногенные отложения (tQ_{IV}) залегают непосредственно под почвенно-растительным слоем мощностью до 0,5 м, имеют локальное распространение, встречены на участках проложения существующих трасс коммуникаций, насыпей автодорог. Отложения представлены песками крупными желтовато-

коричневого цвета, средней плотности, влажными, суглинками коричневатого цвета с включениями щебня мощностью до 2,3 м.

1.4 Гидрогеологические условия

Район изысканий приурочен к Восточно-Балтийскому гидрогеологическому массиву.

Гидрогеологические условия Выборгского района характеризуются наличием трех водоносных толщ, приуроченных к отложениям четвертичного и протерозойского отделов. Водоносные горизонты образуют единый водоносный комплекс. Толщи гидравлически связаны между собой и не имеют надежных выдержанных разделяющих водоупоров.

Комплекс озерно-аллювиальных отложений (Q_{IV})

Озерно-аллювиальные отложения выполняют озерные впадины и долины рек, однако площади их распространения в большинстве случаев весьма незначительны. Описываемые отложения представлены песками от тонко- до грубозернистых, переслаивающимися с супесями, суглинками и глинами, реже – галечниками. Все эти отложения быстро сменяют друг друга как по площади, так и по разрезу. Общая мощность их изменяется от 0,5 до 25,0 м (чаще до 10,0 м), причем наибольшая мощность отмечается в долинах крупных рек – Волхова, Ловати, Плюссы, Луги, Шелони (10,0–25,0 м)

Водовмещающими породами являются пески различного гранулометрического состава супеси, реже галечники. Мощность водовмещающих пород изменяется от 0,5 до 10,0–20,0 м. Вода вскрывается на глубинах от 0,04 до 17,5 м, чаще до 2,0–3,0 м. Статические уровни вод устанавливаются на глубине от 0,04 до 12,0 м, чаще до 3,0 м. На отдельных участках они имеют небольшой местный напор.

Описываемый водоносный комплекс эксплуатируется буровыми скважинами и колодцами во многих районах

Глубины колодцев изменяются от 0,5 до 3,0 м Столб воды в них 0,5–2,1 м, чаще 1,0–1,5 м Дебиты скважин 0,9–4,0 л/сек, при удельных дебитах 0,42 – 0,93 л/сек (по данным трех откачек).

Воды озерно-аллювиальных отложений пресные, имеют минерализацию 200–300 мг/л, реже до 600–700 мг/л, общую жесткость чаще до 3,6 – 5,4 мг-экв; по химическому составу они преимущественно гидрокарбонатные кальциевые, на отдельных участках воды содержат повышенное количество железа (до 2–3 мг/л).

Эксплуатация вод озерно-аллювиальных отложений может осуществляться шахтными колодцами глубиной до 3,0–6,0 м, реже до 10,0 м и буровыми скважинами глубиной до 10,0–15,0 м.

Комплекс озерно-морских отложений (*lm, f Q_{III-IV}*)

Озерно-морские отложения прослеживаются по побережью Финского залива и Ладожского озера, по берегам озер Правдинское, Вишневское, Глубокое (Карельский перешеек) и на ряде островов, расположенных в Финском заливе. Они развиты до абсолютных отметок 10,0–18 м, редко до 20,0–25,0 м и представляют собой осадки водных бассейнов (древнебалтийского, литоринового, анцилового и иольдиевого морей)

Озерно-морские отложения представлены песками мелко- и средне - зернистыми, реже крупнозернистыми, однородными или с включением гравия, реже гальки, а также супесями и глинами. На отдельных участках в толще озерно-морских осадков встречаются прослои иловатой породы – сапропель, представляющая собой образования времени литоринового моря. Сапропель встречается в районе Сестрорецка и в нижнем течении рек Луги и Нарвы. Мощность озерно-морских отложений изменяется от 0,5 до 10,0–13,0 м, а в береговых валах до 15 – 18,0 м, наиболее распространенная мощность 6,0–8,0 м. Вмещающими породами

являются пески, супеси и песчаные прослои и линзы, залегающие среди глин. Мощность водовмещающих пород изменяется от 0,5 до 10,0 м, чаще составляет 2,0–4,0 м.

Воды озерно-морских отложений безнапорны, и только на участках, перекрытых глинами (озерно-морскими), приобретают небольшой местный напор – до 1,0, реже до 3,0–4,0 м. Глубина залегания воды (по колодцам и скважинам) изменяется от 0,0 до 10,0 м, чаще до 3,0 м.

Водообильность озерно-морских отложений находится в зависимости от литологического состава водовмещающих пород. Дебит имеющихся эксплуатационных скважин (по данным 6 откачек) изменяется от 0,01 (Александровская Горка) до 1,15–1,8 л/сек (Вейно, Лебяжье) при удельном дебите от 0,008 до 0,45 л/сек и более, чаще до 0,1 л/сек.

Дебиты колодцев, заложенных в мелкозернистых песках, составляют (по данным 37 откачек) 0,01–0,08 л/сек, в песчаных прослоях, заключенных в глинах – 0,005–0,02 л/сек, в средне- и крупнозернистых песках с гравием 0,14–0,40 л/сек. Наибольший дебит имеют колодцы, расположенные в Солнечном, Сестрорецке, Тарховке, Горской, Лахте. В этих пунктах дебит колодцев – 0,2–0,4 л/сек. На отдельных участках Карельского перешейка зарегистрированы родники, питающиеся водами озерно-морских отложений. Их дебит 0,01–0,1 л/сек.

Коэффициент фильтрации водовмещающих пород изменяется от 0,5 до 18 ж/сутки, чаще составляет 2,0–4,0 м/сутки.

Воды озерно-морских отложений пресные, с минерализацией от 60 до 150 мг/л – на побережье Ладожского озера, до 300–700 мг/л (чаще до 500 мг/л) – по побережью Финского залива. Они в основном мягкие, с общей жесткостью до 2,5 мг-экв/л, преимущественно гидрокарбонатные кальциевые и натриевые, реже сульфатные и хлоридные. По данным режимных наблюдений, в течение пяти лет степень минерализации и химический состав этих вод почти не изменялись. В некоторых местах отмечается присутствие в воде нитритов и нитратов, свидетельствующих о загрязнении вод.

В районе Сестрорецка группа мелких скважин вскрыла воды на глубине 6,0–7,0 м, насыщенные газом, преимущественно метаном (до 63,7%).

Описываемые воды могут быть использованы для водоснабжения только мелких предприятий и хозяйств с небольшими потребностями в воде. Эксплуатация может осуществляться шахтными колодцами глубиной до 5,0–10,0 м и скважинами глубиной до 10,0–15,0 м.

Выборгский водоносный комплекс гранитов рапакиви (PR)

Водоносный комплекс приурочен к северо-западной части Карельского перешейка (в районе г. Выборга). Граниты рапакиви имеют сложную систему трещин: 1) трещины выветривания различных направлений шириной преимущественно 1–3 мм; 2) трещины отдельностей шириной от волосных до 2–3 мм; 3) трещины тектонические.

Водоносность гранитов связана с их трещиноватостью. Трещинные воды преимущественно скопляются в верхней зоне гранитов, в среднем до глубины 50 м, так как с глубиной трещиноватость затухает, и обводненными обычно остаются лишь наиболее крупные тектонические трещины. В целом граниты слабо водоносны и только местами на сильно трещиноватых и выветрелых участках они водообильны (например, у г. Выборга).

Воды пресные, мягкие, гидрокарбонатные натриевые. С глубиной минерализация несколько увеличивается и воды переходят в гидрокарбонатно-хлоридные и хлоридные натриевые (пос. Сосновая Горка в скважине на глубине 100 м воды характеризуются сухим остатком в 0,6 г/л). Местами наблюдается повышенное содержание железа (8,4 мг/л – ст. Гвардейское).

Область питания комплекса гранитов рапакиви совпадает с областью его распространения, сток направлен к Финскому заливу и к системе р. Вуоксы.

Эксплуатационное значение комплекс имеет лишь на отдельных участках.

Протерозойско-архейский водоносный комплекс распространен в северной части Карельского перешейка, где он сложен разнообразными кристаллическими сланцами, гнейсо-гранитами, гнейсами и другими метаморфическими и интрузивными горными породами, разбитыми сложной системой трещин выветривания, отдельностей и тектонических.

Трещинные воды кристаллических пород описываемого комплекса встречаются преимущественно до глубины 50–65 м. Комплекс в целом слабо водоносный, на многих участках практически безводный.

Воды пресные, мягкие, гидрокарбонатные натриевые. Местами минерализация повышается до 0,8 г/л и воды переходят в хлоридные натриевые (пос. Барышево на глубине 50 м). То же наблюдается в некоторых местах по мере углубления в толщу кристаллических пород. Так, в скважине пос. Барышево на глубине 120 м в гнейсах вскрыта слабо солоноватая (1,6 г/л) хлоридная натриевая вода. В скважине пос. Михалево (в 2 км южнее ст. Бородинское) на глубине 98 м в гнейсах минерализация воды составляет 3,9 г/л, а на глубине 151 м – 15,4 г/л.

Появление солоноватых хлоридных вод на Балтийском щите, по-видимому, объясняется смешением современных инфильтрационных атмосферных вод и захороненных древних инфильтрационных морских вод бассейнов четвертичного времени, т. е. мгинского моря межледниковой эпохи и иольдиевого моря позднеледниковья, соединявшего Балтику и Беломорье проливом через Карельский перешеек, Ладожское озеро, Ладожско-Онежский перешеек и Онежское озеро. До настоящего времени солоноватые хлоридные воды в породах Балтийского массива в Ленинградской области известны лишь в пределах предполагаемых границ распространения указанных выше морей.

Область питания протерозойско-архейского комплекса совпадает с областью его распространения, сток направлен к Ладожскому озеру и системе р. Вуоксы.

Значение вод описываемого комплекса как источника водоснабжения

весьма ограничено. Более водообильными являются здесь четвертичные водоносные горизонты.

1.5 Геологические процессы и явления

Подтопляемость

Большая часть территории Выборгского района относится к недrenированной (подтопляемой) грунтовыми водами территории (УГВ составляет 0,0–0,5 м). Учитывая высокие уровни залегания грунтовых вод и низкую степень естественной дренированности большей части территории города Выборга, а также сезонные климатические изменения (чрезмерное выпадение осадков), грунтовые воды могут стать источником подтопления территорий, подвалов и фундаментов зданий, разрушения подземных коммуникаций и др. Подтопление центральных районов города усиливается в местах утечек канализационно-ливневых, водопроводных и других коммуникаций, а также за счет конденсационных процессов.

Абразия

Береговая зона г. Выборга изобилует размывными (абразионными) нарушениями в виде уступов, бенчей, ложбин, оползней. Часть этих процессов и явлений непосредственно угрожает сохранности пляжей, гидротехнических сооружений, коммуникаций, селитебной зоны, растительного и животного мира.

Землетрясения

Землетрясения в г. Выборге происходят с низкой периодичностью, и амплитуда колебаний земной коры достаточно невелика. Город расположен на такой части земной коры, которая не может продуцировать крупные тектонические землетрясения. На этой территории могут происходить постоянные перемещения. Северный берег Финского залива поднимается со скоростью 1–1,5 мм в год, а южный опускается на 0,5–1 мм в год.

Пучинистость

Грунты, залегающие в зоне сезонного промерзания, обладают свойствами морозного пучения.

1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района

Участок изысканий располагается в пределах Московской синеклизы, в низинной долине Финско-Ладожской депрессии, сложенной четвертичными отложениями мощностью от 20 до 50 метров, залегающими на протерозойских гранитах.

Московская синеклиза представляет собой обширный чашеобразный прогиб докембрийского фундамента платформы размером 1000×450 км, ориентированный удлиненной осью на восток-северо-восток. На востоке прогиб граничит с Волго-Уральской, на юге – с Воронежской, на западе – с Белорусской антеклизой, на севере – с Балтийским щитом. Средняя глубина залегания фундамента Русской платформы в районе Московской синеклизы составляет 1,5–2 км.

Осложняющие факторы инженерно-геологических условий строительства

На территории Выборга развита сложная система тектонических разломов различного направления. Этот фактор необходимо учитывать при прогнозе условий строительства и оценке устойчивости различных сооружений, в том числе подземных трасс канализационных коллекторов, транспортных тоннелей метро.

Четвертичный разрез рассматриваемой территории в инженерно-геологическом отношении весьма неоднороден и сложен. Он включает техногенные (намывные и насыпные), болотные, озерно-морские, озерно-ледниковые, ледниковые, межморенные образования.

Озерно-морские и озерные песчано-глинистые отложения местами заторфованы, отличаются чрезвычайной пестротой литологического состава. Отдельные слои не выдержаны как по мощности, так и по простиранию, характеризуются, как слабые и малопригодные для строительства.

Озерно-ледниковые песчано-глинистые разности залегают под насыпным техногенным слоем или озерно-морскими образованиями. Они различаются по текстурным особенностям, физическому состоянию, обладают тиксотропными свойствами. Это слабые неравномерно сжимаемые грунты, по-разному реагирующие на динамическую нагрузку от транспорта. Так же встречается морозная пучинистость.

Для района характерны межморенные водоносные горизонты. Гидрогеологические условия здесь характеризуются высоким положением уровня грунтовых вод и слабой дренированностью пород, что осложняет массовое строительство и способствует подтоплению. Согласно данным о химическом составе, в грунтовых водах на многих участках проявлен широкий спектр органических веществ, фиксируются заметные количества сульфатов, азотных соединений.

2 Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ

2.1 Рельеф участка

Застройка будет производиться на равнинном участке, т.к. его абсолютные отметки изменяются в интервале от 0,77 до 3,46, что составляет менее 3 метров.



Рисунок 2.1 – фотография участка изысканий

2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости

Площадка находится в пределах Балтийского щита, где близко к поверхности выходят кристаллические породы раннепротерозойского периода, преимущественно – гранит. Они перекрываются песчаной и супесчаной мореной с гравием, щебнем и валунами, которые покрыты озёрными и озёрно-аллювиальными отложениями четвертичного периода.

2.3 Физико-механические свойства грунтов

2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100 – 2011) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522 – 2012)

В настоящее время геологический разрез расчленяется на следующие категории:

Формации – крупные комплексы горных пород сформировавшихся под влиянием одних геотектонических и палеоклиматических факторов. Выделяются платформенные и геосинклинальные формации осадочных, магматических и метаморфических горных пород;

Генетический комплекс – комплекс пород одного генезиса;

Стратиграфо-генетический комплекс – породы, одного возраста, одного генезиса, сформировавшиеся в одной физико-географической обстановке, выделяются на основе геологических схем стратиграфических подразделений отложений для разных регионов.

Далее расчленение проводится в соответствии с ГОСТ 25100 – 2011 [11].

Классификация грунтов включает в себя следующие таксономические единицы, выделяемые по группам признаков:

- класс (подкласс) – по природе структурных связей;
- тип (подтип) – по генезису;
- вид (подвид) – по вещественному, петрографическому или литологическому составу.

Таким образом, в разрезе участка проектируемых работ выделяются: нижнепротерозойские отложения (PR), представленные гранитам и четвертичные. В составе четвертичного звена выделяются: элювиальные грунты (eQ), озерно-морские (lmQ_{IV}), озерные (lQ_{IV}),

Выделяется 2 группы: связные и несвязные грунты.

К связным относится только нижнепротерозойские отложения (PR).

Нижнепротерозойские отложения (PR)

Класс – скальные грунты.

Тип (подтип) – магматические (интрузивные)

Вид – кислые

Подвид – граниты

К несвязным грунтам относятся: элювиальные грунты (*eQ*), озерно-морские (*lmQ_{IV}*), озерные (*lQ_{IV}*), техногенные.

Элювиальные грунты (*eQ*)

Класс – дисперсные грунты

Класс (подкласс) – несвязные

Тип – элювиальные

Подтип – образованные в результате выветривания (гранитов)

Вид – минеральные

Подвид – крупнообломочные грунты

Озерно-морские (*lmQ_{IV}*)

Класс – дисперсные

Подкласс – связные и несвязные

Тип – осадочные

Подтип – озерно-морские

Вид – органические и минеральные

Подвид – илы, супеси, пески

Озерные (*lQ_{IV}*)

Класс – дисперсные

Подкласс – связные

Тип – осадочные

Подтип – элювиальные

Вид – минеральные

Подвид – глинистые грунты

Разновидность – супесь

Самый однородный объем пород – ИГЭ.

Протерозойские отложения (PR)

Коренные раннепротерозойские отложения распространены повсеместно под четвертичными отложениями и корой выветривания, представлены магматическими породами кислого состава (гранитоидами), преимущественно гранитами розовыми равномернозернистыми, среднезернистыми массивной текстуры.



Рисунок 2.2 – фотография гранита рапакиви

По геофизическим данным выделяются участки гранитов с различной степенью трещиноватости: сильнотрещиноватые граниты с величиной УЭС менее 1400 Омм, к слабо трещиноватым относятся породы с УЭС более 2000 Омм. Кровля скальных грунтов по геолого-геофизическим данным залегает

на глубинах от 6 до 12 м, вскрытая мощность отложений 1,2 - 5 м. Отложения отнесены к ИГЭ 10.

Четвертичные отложения (Q)

Ниже представлено описание различных четвертичных отложений.

Карту четвертичных отложений с отмеченным участком изысканий можно посмотреть в приложении 1.

Элювиальные отложения (eQ)

К элювиальным отложениям отнесены грунты, которые образовались в результате процессов физического выветривания на месте их залегания. Элювий на участке изысканий представлен дресвяными грунтами с песчаным заполнителем до 40% насыщенным водой. С глубиной степень выветрелости постепенно снижается и они переходят в трещиноватую материнскую породу. Граница между элювиальными грунтами и материнскими породами установлена по геолого-геофизическим данным и является в определенной степени условной: к коре выветривания отнесены породы с величиной УЭС менее 1400 Омм. Мощность отложений изменяется от 0,40 м до 4,70 м (абс. отм. подошвы от минус 1,38 до минус 11,34 м). Все элювиальные грунты отнесены к ИГЭ 9.

Современные озерно-морские отложения (*lmQ_{IV}*)

Озерно-морские отложения распространены повсеместно, представлены илами суглинистыми и глинистыми текучей консистенции, супесями пластичными, песками различной крупности: от пылеватых до средних насыщенных водой. В составе отложений выделяются ИГЭ 2, ИГЭ 3, ИГЭ 4, ИГЭ 5, ИГЭ 6.

ИГЭ 6 представлен песками мелкими бурыми средней плотности насыщенными водой мощностью от 0,3 м до 3,60 м (абс. отм. подошвы от минус 1,68 до минус 6,10 м).

ИГЭ 5 представлен песками пылеватыми серыми средней плотности насыщенными водой мощностью от 0,3 м до 5,3 м (абс. отм. подошвы от 2,02 м до минус 7,20 м).

ИГЭ 4 представлен супесями пылеватыми серовато-коричневыми, пластичными с редкими включениями гравия и гальки мощностью от 0,6 м до 5,0 м (абс. отм. подошвы от 1,7 м до минус 3,03 м).

ИГЭ 3 представлен илами глинистыми серыми, текучими мощностью от 0,5 м до 6,8 м (абс. отм. подошвы от 0,5 м до минус 6,4 м.)

ИГЭ 2 представлен илами суглинистыми серыми, текучими мощностью 1,0 – 3,9 м (абс. отм. подошвы от 1,1 до минус 3,89 м).

Современные озерные отложения (lQ_{IV})

Озерные отложения имеют широкое распространение. Представлены суглинками коричневато-серого цвета тяжелыми пылеватыми тугопластичными с прослоями песка, включениями гравия и гальки до 15 % и примесью органических веществ, сапропелями минеральными серовато-коричневого цвета. В составе отложений выделяется ИГЭ 1.

ИГЭ 1 представлен суглинками тяжелыми пылеватыми коричневато-серыми тугопластичными с прослоями песка мощностью от 0,6 до 3,10 м (абс. отм. подошвы от 1,1 до минус 1,60 м).

Нормативные и расчетные значения показателей физико-механических свойств грунтов приведены в таблице 2.4

2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов (ГОСТ 20522 – 2012).

В пределах участка изысканий выделяется грунты I и II два класса грунтов. I класс природных скальных грунтов, группы скальных грунтов, подгруппы магматических силикатных грунтов кислого состава, к которым относятся нижнепротерозойские граниты. Ко II классу природных дисперсных грунтов группы связных и несвязных осадков минерального и органоминерального типа относятся все остальные грунты.

Выделение инженерно-геологических элементов проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 20522 – 2012 [13]. Исследуемые грунты предварительно разделяют на ИГЭ с учетом происхождения, текстурно-структурных особенностей и вида. Таким образом, в разрезе предварительно можно выделить 6 инженерно-геологических элементов:

1. Суглинки
2. Илы
3. Супеси
4. Пески
5. Элювий гранита
6. Граниты розовые

Изучение характера изменчивости проводится, используя при этом следующие показатели свойств грунта:

– для крупнообломочных грунтов – гранулометрический состав (дополнительно общую влажность и влажность заполнителя для крупнообломочных грунтов с глинистым заполнителем);

– для песчаных грунтов – гранулометрический состав, коэффициент пористости (дополнительно влажность для пылеватых песков);

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

Графики изменения показателей физических свойств предварительно выделенных грунтов по глубине, приведены на стр. 15

Согласно п.4.5 ГОСТ 20522 – 2012 [13] при наличии закономерного распределения необходимо решить вопрос о дополнительном разделении ИГЭ на два или несколько новых. Дополнительное разделение ИГЭ не проводят, если выполняется условие $V < V_{доп}$

Коэффициент вариации – мера отклонения опытных данных от выбранного среднего значения, выражаемая в долях единицы или в процентах, вычисляется по формуле:

$$V = \frac{S}{X_n} \quad (1)$$

где S – среднеквадратичное отклонение,

X_n – среднее значение параметра.

При наличии закономерности в изменении характеристики грунта по глубине инженерно-геологического элемента дальнейшее его расчленение не проводят, если коэффициент вариации не превышает следующих величин:

Для физических характеристик ($W_{ест}$, W_L , W_p , J_p и e) не более 0.15;

Для механических характеристик (E , C и ϕ) не более 0.30.

Коррозионные свойства, гранулометрический состав и физико-механические свойства грунтов на территории изысканий определялись по образцам грунтов нарушенной и ненарушенной структуры, отобранных из инженерно-геологических скважин. Результаты лабораторных исследований грунтов приведены в приложении 8.

Графики изменчивости нормативных и расчетных значений показателей физико-механических свойств грунтов

ИГЭ 1 – суглинок



Рисунок 2.3 – График изменчивости естественной влажности суглинка по глубине

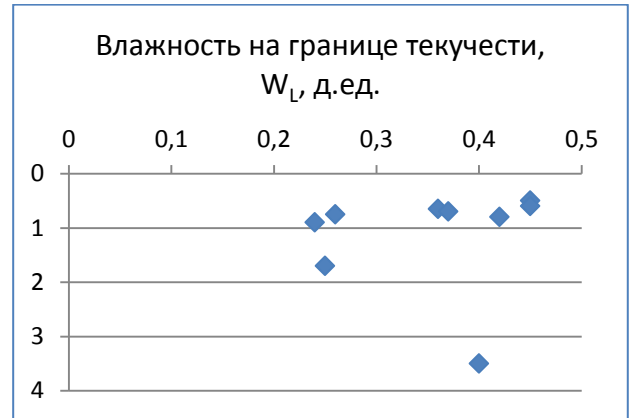


Рисунок 2.4 – График изменчивости влажности на границе текучести по глубине

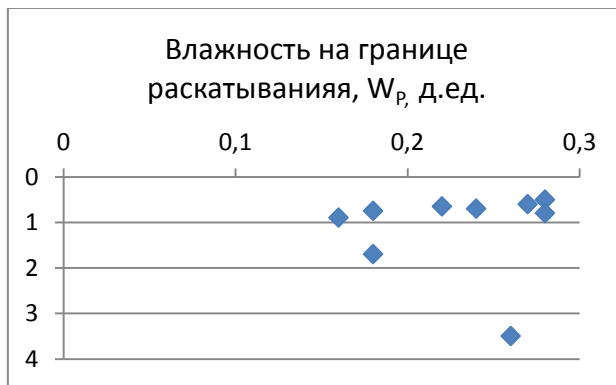


Рисунок 2.5 – График изменчивости влажности на границе раскатывания по глубине

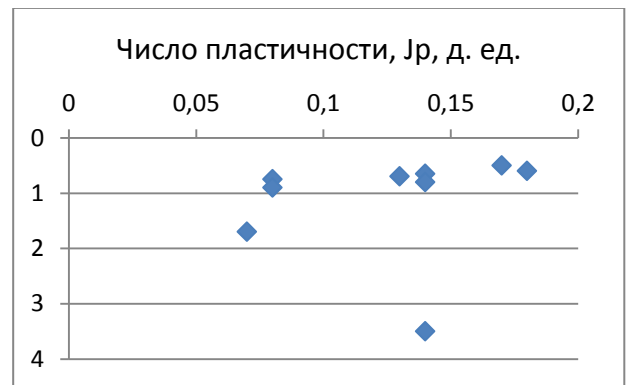


Рисунок 2.6 – График изменчивости числа пластичности суглинка по глубине

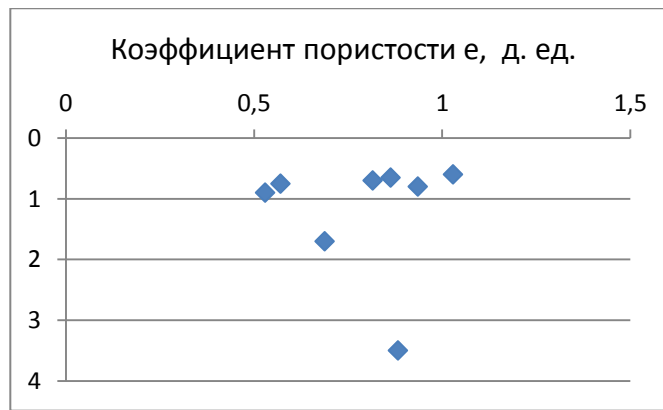


Рисунок 2.7 – График изменчивости коэффициента пористости суглинка по глубине

Таблица 2.1 – Статистические данные по суглинку

Характеристики физических свойств	Среднеквадратичное отклонение, σ	Среднее значение параметра, X	Кoeffициент вариации, V
Естественная влажность, $W_{ест.}$	0.013	0.222	0.058
Влажность на границе текучести, WL	0.052	0.367	0.143
Влажность на границе раскатывания, WP	0,03193	0.233	0.1368
Число пластичности, IP	0,013867	0.128	0.10833
Кoeffициент пористости, e	0,03586	0.660	0.0543

ИГЭ 2 – Ил

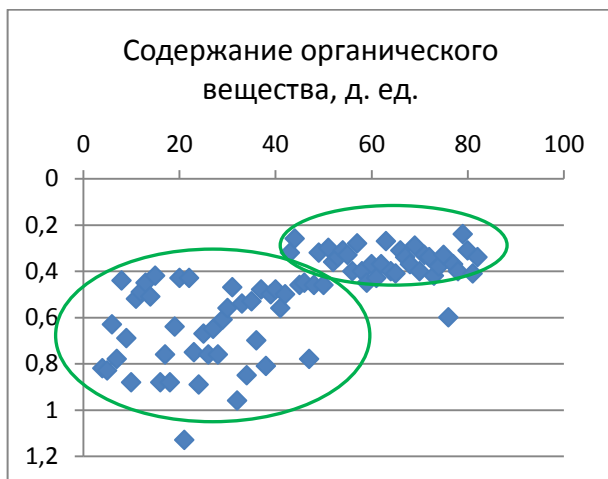


Рисунок 2.8 – График изменчивости содержания органического вещества по глубине

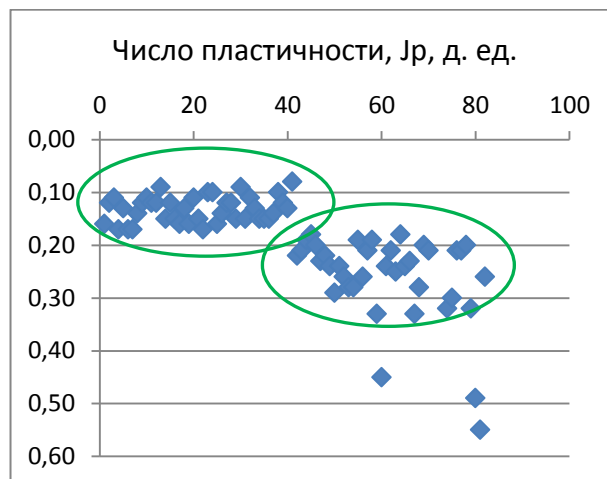


Рисунок 2.9 – График изменчивости числа пластичности ила по глубине

По графику на рисунке – 2.8 видим, что предварительно выделенный ИГЭ 2, на самом деле содержит в себе два ИГЭ, так как произошло четкое разделение образцов по содержанию органического вещества по глубине на 2 группы.

По графику на рисунке – 2.9 снова видим разделение грунтов по свойствам на 2 группы. Согласно ГОСТ 25100 – 2011 [11] таблица Б18 илы являются суглинистыми и глинистыми.

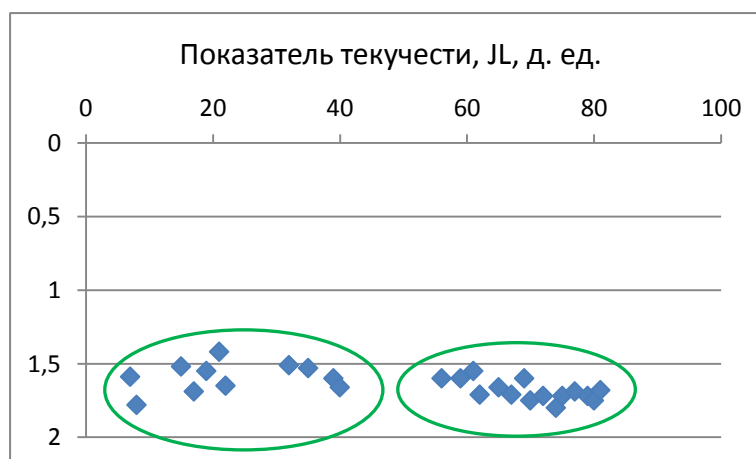


Рисунок 2.10 – График изменчивости показателя текучести ила по глубине

По показателю текучести согласно ГОСТ 25100 – 2011 [11] таблица Е.7 обе разновидности илов текучие. На основании вышесказанного выделяем дополнительный ИГЭ 3 – ил глинистый серый текучий.

ИГЭ 4 – Супесь



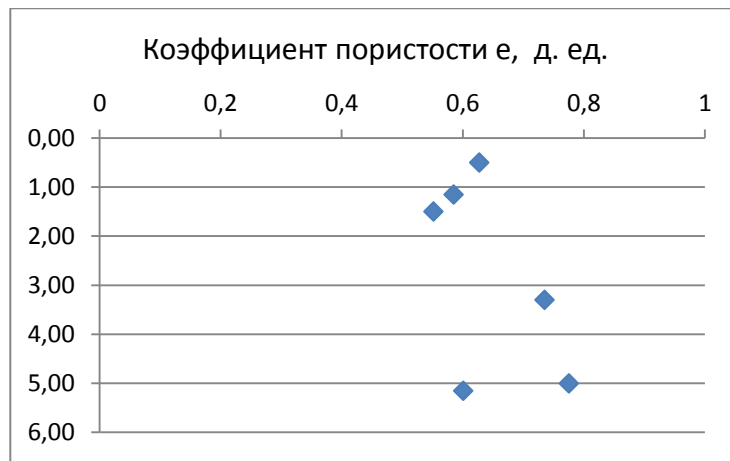


Рисунок 2.15 – График изменчивости коэффициента пористости супеси по глубине

Таблица – 2.2 Статистические данные по супеси

	Среднеквадратичное отклонение	Среднее значение параметра	Кoeffициент вариации
Естественная влажность	0,024734	0,21	0,11968
Влажность на границе текучести, WL	0,012367	0,22	0,056213
Влажность на границе раскатывания, WP	0,009583	0,18	0,054072
Число пластичности, IP	0,005745	0,04	0,134302
Кoeffициент пористости, e	0,08915	0,646	0,137987

ИГЭ 5 – песок



Рисунок 2.16 – График изменчивости естественной влажности песка по глубине

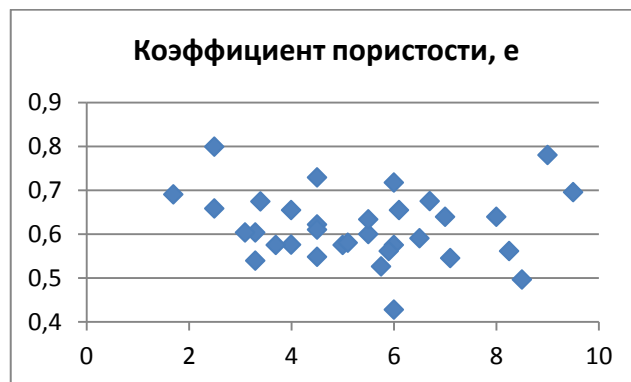


Рисунок 2.17 – График изменчивости коэффициента пористости песка по глубине

В отобранных образцах песка наблюдались частицы совершенно разного размера, была проведена их классификация по ГОСТ 25100 – 2011 [11] и построены логарифмические кривые гранулометрического состава. Пески оказались разных видов, поэтому необходимо выделить ещё 3 ИГЭ.

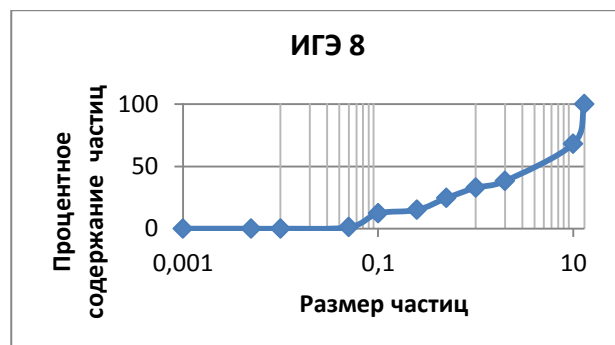
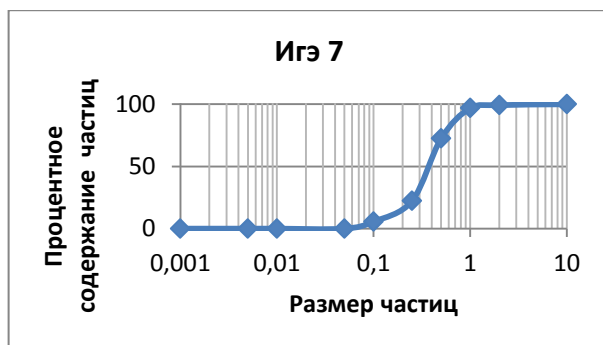
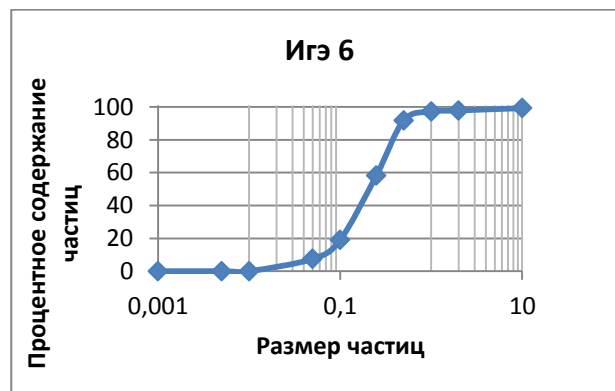
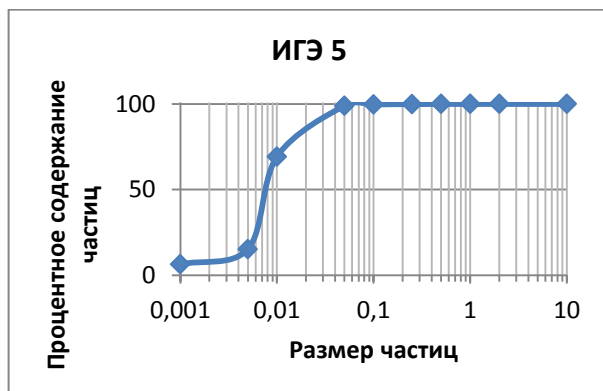


Рисунок 2.18 – Логарифмические кривые, отображающие гранулометрический состав песков

ИГЭ 6 – Песок мелкий бурый, средней плотности

ИГЭ 7 – Песок средней крупности коричнево-бурый, средней плотности

ИГЭ 8 – Песок гравелистый коричневый средней плотности

Степень неоднородности гранулометрического состава песка C_u , д.е., определяли по формуле:

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (2)$$

где d_{60} , d_{10} – диаметры частиц, меньше которых в грунте содержится соответственно 60% и 10% (по массе) частиц, мм.

Таблица – 2.3 Классификация песков по степени однородности

№ ИГЭ	d_{60}	d_{10}	C_u	Степень однородности гранулометрического состава
5	0,0085	0,0035	2,43	Однородный
6	0,26	0,65	0,40	Однородный
7	0,42	0,15	2,80	Однородный
8	7	0,085	82,35	Неоднородный

ИГЭ 9 – элювий гранита



Рисунок 2.19 – График изменчивости естественной влажности элювия гранита по глубине

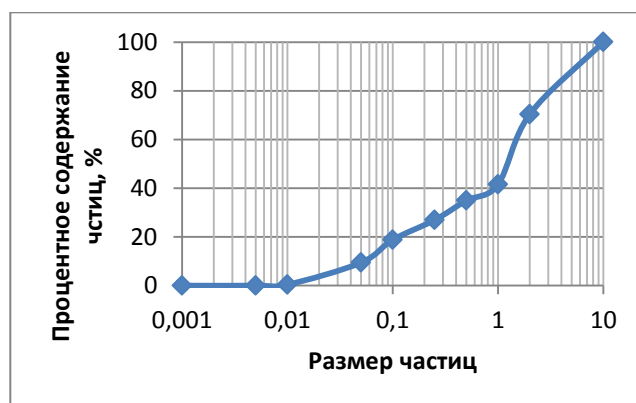


Рисунок 2.20 – Диаграмма, отображающая гранулометрический состав элювия гранита

По графику гранулометрического состава видим, что ИГЭ 9, согласно ГОСТ 25100 – 2011 [11] таблица Б9, представлен дресвяным грунтом с песчаным заполнителем составляющим от 37,2 до 48,2%.

В соответствии с ГОСТ 25100 – 2011 приведено описание выделенных элементов.

Современные озерные отложения – IQ_{IV}

ИГЭ 1 Суглинки тяжелые пылеватые коричневатые-серые, тугопластичные, с прослоями песка. Естественная влажность – 0,31 д. ед., число пластичности 0,15 д.ед., показатель консистенции 0,42 д.ед., плотность 1,83 г/см³, коэффициент пористости 0,905.

Современные озерно-морские отложения – ImQ_{IV}

ИГЭ 2 Илы суглинистые серые, текучие. Естественная влажность грунтов 0,56 д.ед., число пластичности 0,13 д.ед., показатель текучести 2,36 д.ед. Коэффициент консолидации C_v равен – $1 \cdot 10^7$ см²/год, плотность 1,67 г/см³, коэффициент пористости 1,497.

ИГЭ 3 Илы глинистые серые, текучие. Естественная влажность грунтов 0,85 д.ед. число пластичности 0,26 д.ед., показатель консистенции 1,89 д.ед., Коэффициент консолидации C_v равен – $(4-8) \cdot 10^4$, плотность 1,60 г/см³, коэффициент пористости 1,749.

ИГЭ 4 Супеси пылеватые серовато-коричневые, пластичные, с редкими включениями гравия и гальки. Естественная влажность грунтов 0,20 д.ед., число пластичности 0,04 д.ед., показатель консистенции 0,61 д. ед., плотность 2,06 г/см³, коэффициент пористости 0,652.

ИГЭ 5 Пески пылеватые серые, средней плотности, насыщенные водой. Плотность 1,94 г/см³, коэффициент пористости 0,617 д.ед., коэффициент водонасыщения 0,724 д.ед., коэффициент фильтрации в рыхлом

сложении 1,51 м/сут., плотном сложении – 0,82 м/сут., коэффициент пористости 0,609.

ИГЭ 6 Пески мелкие бурые, средней плотности, насыщенные водой, Плотность 1,92 г/см³, коэффициент пористости 0,614 д.ед., коэффициент водонасыщения 0,750 д.ед., коэффициент фильтрации в рыхлом сложении 4,01 м/сут, плотном сложении – 1,07 м/сут.

ИГЭ 7 Пески серые, средней крупности, средней плотности. Плотность 1,94 г/см³, коэффициент пористости 0,620 д.ед., коэффициент водонасыщения 0,769 д.ед., коэффициент фильтрации в рыхлом сложении 3,75 м/сут, плотном сложении – 1,04 м/сут.

Верхнечетвертичные флювиогляциальные отложения – $f Q_{III}$

ИГЭ 8 Пески серые гравелистые, средней плотности. Плотность 1,92 г/см³, коэффициент пористости 0,679 д.ед., коэффициент водонасыщения 0,679 д.ед., коэффициент фильтрации в рыхлом сложении 3,67 м/сут, плотном сложении – 1,84 м/сут.

Элювиальные отложения eQ

ИГЭ 9 Дресвяный грунт с песчаным заполнителем до 40%, насыщенный водой

ИГЭ 10 Граниты розовые, среднезернистые, массивные, прочные, неразмягчаемые, слабоводопроницаемые. Предел прочности на одноосное сжатие в естественном сложении 76,9 МПа, плотность 2,58 г/см³, коэффициент размягчаемости 0,94 д.ед., коэффициент водопоглощения 0,04.

2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов

Согласно СП 22.13330.2011 [17] (п.5.3.14), расчетные значения характеристик грунтов устанавливаются на основе статистической обработки результатов испытаний по методике, изложенной в ГОСТ 20522 – 2012 [13].

Согласно ГОСТ 20522 – 2012 нормативное значение характеристик выделенных ИГЭ рассчитывается как среднее значение показателей физико-механических свойств грунтов этих ИГЭ.

$$X_n = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad (3)$$

где n – число определений характеристики;

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

Расчетное значение, согласно ГОСТ 20522 – 2012 [13], представляет собой нормативное значение характеристик выделенных ИГЭ деленное на коэффициент надежности (безопасности) по грунту.

$$X_n = \frac{X_n}{\gamma_g}, \quad (4)$$

где γ_g – коэффициент надежности по грунту, который равен (формула 2.6):

$$\gamma_g = \frac{1}{1 \pm \rho_\alpha} \quad (5)$$

где ρ_α – показатель точности X_n , который находится по формуле (2.7):

$$\rho_\alpha = \frac{t_\alpha V}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

где t_α – коэффициент, принимаемый по ГОСТ 20522 – 2012 [13] приложения Ж в зависимости от заданной односторонней доверительной вероятности α и числа степеней свободы $K = n-1$.

В соответствии с п.5.3.16 СП 22.13330.2011 [17] доверительная вероятность расчетных значений характеристик грунтов принимается при расчетах оснований по несущей способности $\gamma = 0,95$, по деформации – $\gamma = 0,85$.

Нормативные значения угла внутреннего трения, удельного сцепления C_n и модуля деформации E допускается по СП 22.13330.2011 [17].

где t_α – коэффициент, принимаемый по ГОСТ 20522–2012 [13] приложения Ж в зависимости от заданной односторонней доверительной вероятности α и числа степеней свободы $K = n-1$.

В соответствии с п.5.3.16 СП 22.13330.2011 [17] доверительная вероятность γ расчетных значений характеристик грунтов принимается при расчетах оснований по несущей способности $\gamma = 0,95$, по деформации – $\gamma = 0,85$.

Нормативные значения угла внутреннего трения, удельного сцепления C_n и модуля деформации E допускается по СП 22.13330.2011 [17].

Таблица 2.4 – Нормативные и расчетные значения показателей физико-механических свойств грунтов

НОРМАТИВНЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ОСНОВАНИЙ																									
С.Ли №	Наименование грунтов	Геологический индекс	Плотность грунта, г/см ³			Коэффициент пористости e	Естественная влажность, долей	Число пластичности J _p	Показатель текучести I _L /C _d	Прочностные характеристики							Модуль деформации МПа	Коэффициент фильтрации м/сут.	Потеря при прокаливании д. е.	Расчетное сопротивление кПа	Примечания				
			ρ _n	ρ _п	ρ _т					угло внутреннего трения [°]			удельное сцепление, кПа			E						K _ф	ППП	R ₀	
										φ _n	φ _п	φ _т	C _n	C _п	C _т										кгс/см ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21					
1	Суглинки тяжелые пылеватые коричнево-серого цвета, тугопластичной консистенции (по Св тугопластичные), с прослоями песка	IQIV	1,89	1,87	1,85	0,905	0,32	0,15	0,42	18	18	16	16	16	11	90**	0,01	0,05	180	E, R ₀ , с, φ – СП 50-101-2004					
2	Илы суглинистые серого цвета, текучей консистенции	m, IQIV	1,69	1,67	1,65	1,497	0,56	0,13	2,43	*			*				0,001	0,04		E, R ₀ , с, φ – СП 50-101-2004					
3	Илы глинистые серого цвета, текучей консистенции	m, IQ IV	1,62	1,60	1,58	1,749	0,82	0,24	1,84	*			*				0,001	0,07		E, R ₀ , с, φ – СП 50-101-2004					
4	Супеси пылеватые серовато-коричневого цвета, пластичной консистенции (по Св пластичные), с редкими включениями гравия и гальки	m, IQIV	2,08	2,06	2,04	0,652	0,19	0,04	0,39	27	27	23	15	15	10	11	0,5		245	с, φ – СНиП 2.02.01-83*, E - ТСН 50-302-2004, R ₀ -СНиП 2.02.01-83*					
5	Пески пылеватые серого цвета, средней плотности, влажные, насыщенные водой	m, IV	1,94	1,92	1,90	0,609	0,17		0,29	32	32	29	5	5	3	22	0,5-1,0		150	с, φ, E, R ₀ - применительно к СНиП 2.02.01-83*					
6	Пески мелкие бурого цвета, средней плотности, влажные, насыщенные водой	m, IV	1,96	1,94	1,92	0,614	0,18		0,29	34	34	31	3	3	2	32	1-5		200	с, φ, E, R ₀ - применительно к СНиП 2.02.01-83*					
7	Пески средней крупности коричнево-бурого цвета, средней плотности, влажные, насыщенные водой	m, IQIV	1,95	1,93	1,91	0,603	0,17		0,29	36	36	33	1	1	1	35	5-20		400	с, φ, E, R ₀ - применительно к СНиП 2.02.01-83*					
8	Пески гравелистые коричневого цвета, средней плотности, влажные, насыщенные водой	f QIII	1,92	1,90	1,88	0,589	0,14		0,29	39	39	35	1	1	1	34	50		500	с, φ, E, R ₀ - применительно к СНиП 2.02.01-83*					
9	Эловый гранита	EQ	Расчетное сопротивление, R ₀ = 600 кПа (6.00 кг/см ²)																	R ₀ - применительно к СНиП 2.02.01-83*					
10	Скальные породы: граниты розовые	PR	Предел прочности на одноосное сжатие, R _c = 80 Мпа (800 кг/см ²)**																						
Примечание: 1) Доверительная вероятность принята равной при расчете ρ _t , φ _t , C _t - α = 0,95; ρ _n , φ _n , C _n - α = 0,85																									
2) K _φ - "Справочное руководство гидрогеолога" т.1 (1979г.) с учетом лабораторных данных																									
3) Модули деформации дан с учетом данных статического зондирования																									
* - механические характеристики для грунтов ИГЭС 5, 6, 7 будут представлены после полной обработки полевых испытаний																									
** - физико-механические характеристики будут уточнены по лабораторным данным																									

2.4 Гидрогеологические условия

Принадлежность региона к зоне избыточного увлажнения предопределяет сравнительно неглубокое залегание уровня грунтовых вод, невысокую минерализацию и преимущественно гидрокарбонатный анионный состав. По результатам гидрогеологических наблюдений построена гидрогеологическая карта участка изысканий с картой гидроизогипс масштаба 1:1000, по которой определено направление грунтового потока (Приложение 3).

Анализ геологического строения участка работ и гидрогеологических условий позволил выделить следующие водоносные толщи:

- слабоводоносный горизонт современных озерных отложений;
- водоносный горизонт озерно-морских и отложений;
- водоносная зона трещиноватости протерозойских пород и элювиальных отложений.

Ниже приводится характеристика выделенных водоносных толщ.

Слабоводоносный современный озерный горизонт (IQ_{IV}) залегает первым от поверхности и имеет свободную поверхность. Развита в западной части площадки. Водовмещающими являются сапропели минеральные, линзы и прослои песков в толще суглинков общей мощностью 1,0 – 4,7 м (абс. отм подошвы от 1,1 до минус 1,6 м). Глубина установившегося уровня от поверхности земли составляет 0,0 – 0,3 м. В летнюю межень уровень грунтовых вод снизился на 0,1 – 0,3 м.

Относительным водоупором служит толща глинистых отложений озерно-морского генезиса. Воды имеют тесную гидравлическую связь с поверхностными водами и грунтовыми водами нижележащего горизонта, общее направление грунтового потока – западное.

По химическому составу воды сульфатно-гидрокарбонатные, гидрокарбонатные и сульфатные, магниевые-натриевые кальциевые или натриево-кальциевые, пресные и ультрапресные с минерализацией 0,08 – 0,22 г/дм³. Содержание железа общего изменяется от 2,2 до 24,6 мг/дм³, аммонийного

азота – 0,40-2,50 мг/дм³. По величине рН слабокислые, по величине общей жесткости – воды очень мягкие.

$$M \ 0,08-0,22 \frac{HCO_3 \ 63 - 75SO_4 \ 26 - 77Cl35}{Ca38 - 50(Na + K)34 - 48Mg25 - 34} \quad (7)$$

По результатам экспресс-откачек коэффициенты фильтрации изменяются от 0,073 до 0,092 м/сут, среднее значение – 0,084 м/сут.

Коэффициент водоотдачи (μ) для горизонта в среднем по слою составляет 0,033-0,074.

Инфильтрация горизонта весьма невелика и не превышает 1,4–7,6 мм/год [4], т.к. зона аэрации практически отсутствует, с поверхности развиты связные грунты, кроме того велика задернованность участка.

Основное питание горизонта - атмосферное, в меньшей степени – грунтовое из нижележащего слабонапорного водоносного верхнечетвертичного - современного озерно-морского, флювиогляциального горизонта. Область питания совпадает с областью распространения, дренирование – в местную эрозионную сеть.

Водоносный верхнечетвертичный - современный озерно-морской, флювиогляциальный горизонт ($lm, f Q_{III-IV}$) имеет широкое распространение и залегает вторым от поверхности под толщей современных техногенных или озерных отложений на отложениях рушенной зоны верхнепротерозойских отложений. Вскрыт на глубинах от 0,2 до 6,0 м.

Водовмещающими породами являются пески разной крупности, реже супеси. Мощность горизонта от 0,7 до 11,4 м, (абс. отм. подошвы минус 1,7 – минус 9,1 м). Относительным верхним водоупором для горизонта служат глинистые отложения современных озерных или озерно-морских отложений. Нижнего водоупора, отделяющего эту толщу от протерозойских отложений нет.

По типу циркуляции воды поровые, безнапорно-слабонапорные (на участках залегания под глинистыми грунтами), величина напора изменяется 0,3 – 6,0 м (абс. отм. 0,5 – минус 1,5 м). Питание горизонта – инфильтрационное на участках отсутствия глинистых отложений, область питания совпа-

дает с областью распространения, дренирование – в местную гидрографическую сеть. В скважине ГГ8-1 в период производства работ (май 2010 г.) отмечался местный напор с превышением установившегося уровня над поверхностью земли – 0,30 м. В сентябре уровень снизился на 0,3 м и сравнялся с поверхностью земли.

Воды горизонта в связи с отсутствием водоупора гидравлически связаны с водоносной зоной трещиноватости верхнепротерозойских пород. Наличие гидравлической связи между горизонтами установлено при проведении откачек из скальных грунтов, при этом в близ расположенных скважинах наблюдалось понижение уровня воды, по завершении откачки – уровень восстанавливался до статического. При этом запаздывание по времени не превышало 3–7 минут, восстановление уровня происходило также с небольшим отставанием от испытываемой скважины.

По химическому составу воды хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатные, сульфатно-гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные, натриево-кальциевые, кальциево-натриево-магниевые, и магниевые-кальциево-натриевые, пресные с минерализацией 0,12–0,26 г/дм³. По реакции среды воды слабокислые (рН 6,2–6,3), очень мягкие (общая жесткость – 0,90–0,3 мг-экв/дм³) и мягкие (2,0 мг-экв/дм³). Содержание железа общего составляет 2,5–4,7 мг/дм³.

Основное питание горизонта – инфильтрационное, в меньшей степени – грунтовое из нижележащей зоны трещинных вод. Область питания совпадает с областью распространения, дренирование – в местную эрозионную сеть.

Водоносная зона трещиноватости верхнепротерозойских пород (PR) и элювиальных отложений имеет повсеместное распространение и залегает под толщей современных и верхнечетвертичных отложений, кровля залегает на глубинах от 4,0 м и глубже. Водовмещающими породами являются трещиноватые граниты и элювий гранита. Вскрытая мощность зоны – до 8,5 м, (абс. отм. подошвы изменяется от минус 1,6 до минус 12,7 м). Уровень грунтовых вод при-

урочен к кровле отложений и вскрыт на глубине 3,0–11,60 м, установившийся уровень – от 0,0 до 2,70 м (абс. отм. Изменяется от 2,0 до 4,90 м), величина напора – изменяется от 2,27 до 11,70 (абс.отм.) м. По характеру циркуляции воды трещинные напорно-безнапорные. Водообильность толщи зависит от степени трещиноватости горных пород. Питание горизонта инфильтрационное, дренирование – в сторону, в местную эрозионную сеть.

По химическому составу воды сульфатно-гидрокарбонатные, сульфатные, хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатные, кальциево-натриевые, магниевые-натриевые, натриево-магниевые кальциевые, пресные с минерализацией 0,20 – 0,50 г/дм³. По величине рН нейтральные и слабокислые (рН 5,6 – 6,7), очень мягкие и умеренно жесткие. Содержание железа общего составляет 2,8 – 26,5 мг/дм³. Сезонные колебания химического состава незначительные и проявляются преимущественно в изменении катионного состава воды.

По результатам откачек из скважин №№ 4, 7, 9 составляют 1,44, 68,1, 7,92 м/сут. соответственно. Такой разброс в коэффициентах фильтрации можно объяснить различной степенью трещиноватости скальных пород и мощностью зоны элювия.

По данным режимных наблюдений (замеры уровня воды в сентябре 2010 г.) отмечено снижение уровня на 0,25-0,49 м в скважинах:

- ГГ1 – с 2,67 (05.10) до 2,18 м (09.10 г);
- ГГ4 – с 3,27 (06.10 г.) до 3,52 м (09.10 г);
- ГГ7 - с 0,72 м (05.10 г.) до 1,09 м (09.10 г.)

Коэффициент водоотдачи (μ) для горизонта в среднем по слою составляет 0,10 – 0,25 [4]. Гравитационно-упругая водоотдача, по данным Бочера Ф.М. можно принять равной для трещиноватых гранитов $(1,4 - 1,25) \times 10^{-5}$, для элювиальных грунтов – $(4-3) \times 10^{-3}$.

Инфильтрация горизонта весьма невелика и не превышает 7,6 – 15 мм/год [3], т.к. зона аэрации не более 2 – 3 м и сложена чаще всего связными грунтами, кроме того велика задернованность участка.

Питание горизонта – инфильтрационное, область питания – на участках выхода скальных пород на поверхность или под толщу рыхлых отложений, дренирование – в местную эрозионную сеть.

Анализ общих гидрогеологических условий участка работ позволяет сделать следующие выводы:

– водоносные толщи четвертичных и коренных отложений имеют общее направление подземного стока (западное), который совпадает с рельефом местности и, следовательно, с направлением поверхностного стока;

– воды четвертичных и коренных отложений имеют общие отметки установившегося уровня и образуют общую гидравлическую поверхность, что свидетельствует о наличии гидравлической связи между водоносными толщами.

– слабоводоносный горизонт современный озерный горизонт кроме атмосферного питания имеет питание напорными водами нижележащих водоносных горизонтов;

– показатели водообильности горизонтов с учетом периода проведения опытных работ (весенний паводок) близки к максимальным значениям.

В качестве контрольных рекомендуются гидрогеологические скважины №№ 1, 7, 8, 9.

По результатам откачек из скважин №№ 1, 3, 8 коэффициенты фильтрации, рассчитанные по формуле Бабушкина, составляют:

– для песков пылеватых – 0,28 м/сут. (скв. № ГГ3);

– для песков мелких – 2,9 м/сут (скв. № ГГ1);

– для песков средних – 7,2 м/сут (скв. № ГГ8).

Среднее значение по водоносному горизонту – 3,46 м/сут.

По лабораторным данным коэффициент фильтрации составляет для:

– песков пылеватых – 0,56 м/сут;

– песков мелких – 2,2 м/сут;

– песков средних – 2,5 м/сут.

Коэффициент водоотдачи (μ) для горизонта в среднем по слою составляет 0,15 – 0,25 [4].

Инфильтрация горизонта весьма невелика и не превышает 7,6–15 мм/год [4], т.к. зона аэрации не более 2–3 м и сложена чаще всего связными грунтами, кроме того велика задернованность участка.

Основное питание горизонта – инфильтрационное, в меньшей степени – грунтовое из нижележащей зоны трещинных вод. Область питания совпадает с областью распространения, дренирование – в местную эрозионную сеть.

Агрессивность подземных вод

Подземные воды в соответствии со СП 28.13330-2012 [19], по содержанию агрессивной углекислоты воды среднеагрессивны по отношению к бетону марки W4 и слабоагрессивны по отношению к бетону марки W6 (приложение 9). По остальным показателям и по отношению к бетонам марки W8 воды не агрессивны.

В соответствии с ГОСТ 9.602 – 2005 [10] по отношению к свинцовым оболочкам кабеля воды обладают высокой коррозионной агрессивностью по показателю общей жесткости, к алюминиевым – воды обладают высокой коррозионной агрессивностью по содержанию ионов железа и средней коррозионной агрессивностью по содержанию ионов хлора (приложение 9).

Под воздействием проектируемого строительства изменение режима подземных вод не произойдет, т.к. здание будет располагаться на сваях, упирающихся в гранитный слой и деформации вышележащих пород не будет. Возможно подтопление так как строительство будет осуществляться на местах водонасыщенных грунтах (Приложение 2).

2.5 Геологические процессы и явления на участке

На территории изысканий к опасным геологическим процессам можно отнести процессы подтопления и морозной пучинистости грунтов.

Территория изысканий по глубине залегания уровня грунтовых вод относится к естественно подтопляемым территориям, что обусловлено литологическим составом и строением гидрогеологического разреза. Способствует формированию процессов подтопления затрудненный поверхностный сток с площадки и гидродинамические условия (наличие напорных вод в нижней части гидрогеологического разреза).



Рисунок 2.21 – Фотография западной части участка изысканий

Для защиты территории от подтопления следует применять соответствующие системы инженерной защиты в соответствии по СП 116.13330-2012 [21] дренажи, противодиффузионные устройства, ливневую канализацию. Для защиты подземных частей зданий от капиллярного увлажнения до

процессов термовлагопереноса, а так же при защите от воздействия подземных вод следует применять гидроизоляцию. Для защиты от подтопления следует предусмотреть проведение мониторинга, с целью отслеживания изменений показателей, характеризующих динамику режима (гидродинамического, химического и температурного) подземных вод, выявление опасных аномалий в режиме подземных вод (непредусмотренный подъем уровня подземных вод, рост их агрессивности, повышение температуры).

Грунты, залегающие в зоне сезонного промерзания, обладают свойствами морозного пучения и по ГОСТ 25100 – 2011 [11], таблице Б.27 и относятся к слабопучинистым (ИГЭ 5), среднепучинистым (ИГЭ 1), сильнопучинистым и чрезмернопучинистым (ИГЭ 2, ИГЭ 3, ИГЭ 4), практически непучинистым (ИГЭ 6, ИГЭ 7, ИГЭ 8, ИГЭ 9).

К эндогенным процессам относится вероятность сейсмической активности, обусловленная особенностями тектоники района. В соответствии со СП 14.13330.2014 (карты ОСР-97-А, ОСР-97-В и ОСР-97-С) вероятность возможного превышения интенсивности сейсмических воздействий при 10 %-й, 5 %-й и 1 %-й вероятности составляет 5 баллов.

2.6. Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка

Оценка категории сложности производится по СП 11–105 – 97 [22] (приложение Б), СП 47.13330.2012 [20]. Категории сложности инженерно-геокриологических условий следует устанавливать по совокупности факторов, указанных в приложении Б. Если какой-либо отдельный фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии основных проектных решений, то категорию сложности инженерно-геокриологических условий следует устанавливать по этому фактору (Таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Факторы в пределах участка строительства и их категория сложности

Факторы	Категория сложности		
	I (простая)	II (средней сложности)	III (сложная)
Геоморфологические условия	Площадка (участок) в пределах одного геоморфологического элемента. Поверхность горизонтальная, нерасчлененная		
Геологические условия в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой			Более четырех различных по литологии слоев. Мощность резко изменяется. Линзовидное залегание слоев. Значительная степень неоднородности по показателям свойств грунтов, изменяющихся в плане и по глубине. Скальные грунты имеют сильно расчлененную кровлю и перекрыты нескальными грунтами. Имеются разломы разного порядка.
Геологические, инженерно-геологические, криогенные процессы, отрицательно влияющие на условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений			Водоносные горизонты пластово-трещинные, не выдержаны по простиранию и мощности. Нередко сложное чередование водоносных и водоупорных слоев. Напоры изменяются по простиранию. Водоотдача грунтов слабая, водообильность высокая. Распространены агрессивные воды
Техногенные воздействия и изменения освоенных территорий	Незначительные и могут не учитываться при инженерно-геологических изысканиях и проектировании		

Таким образом, инженерно-геологические условия участка строительства сложные **III**. Наглядно это можно увидеть на разрезе А–Б (Приложение 2).

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

Инженерно-геологические условия участка существенного влияния на процесс изысканий оказывать не будут. Участок работ располагается в зоне повышенной сейсмической активности и в зоне опасности подтопления, в связи с этим строительство предусматривает осуществление антисейсмических мероприятий, учитывающих ответственность сооружений, а также необходимо осуществление мероприятий по снижению угроз подтопления территории.

3 Проектная часть. Проект инженерно-геологических изысканий на участке

Проектируемое здание – административно-бытовой комплекс 3 категории сложности и 2 уровня ответственности.

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

Исходя из геологического строения участка изысканий, рекомендуется применять буронабивные свайные фундаменты, обеспечивающие требования по устойчивости основания, согласно СП 24.13330 – 2011 [18]. Несущим слоем для свай будут служить граниты (ИГЭ 10), удобно залегающие близко к поверхности (Приложение 2).

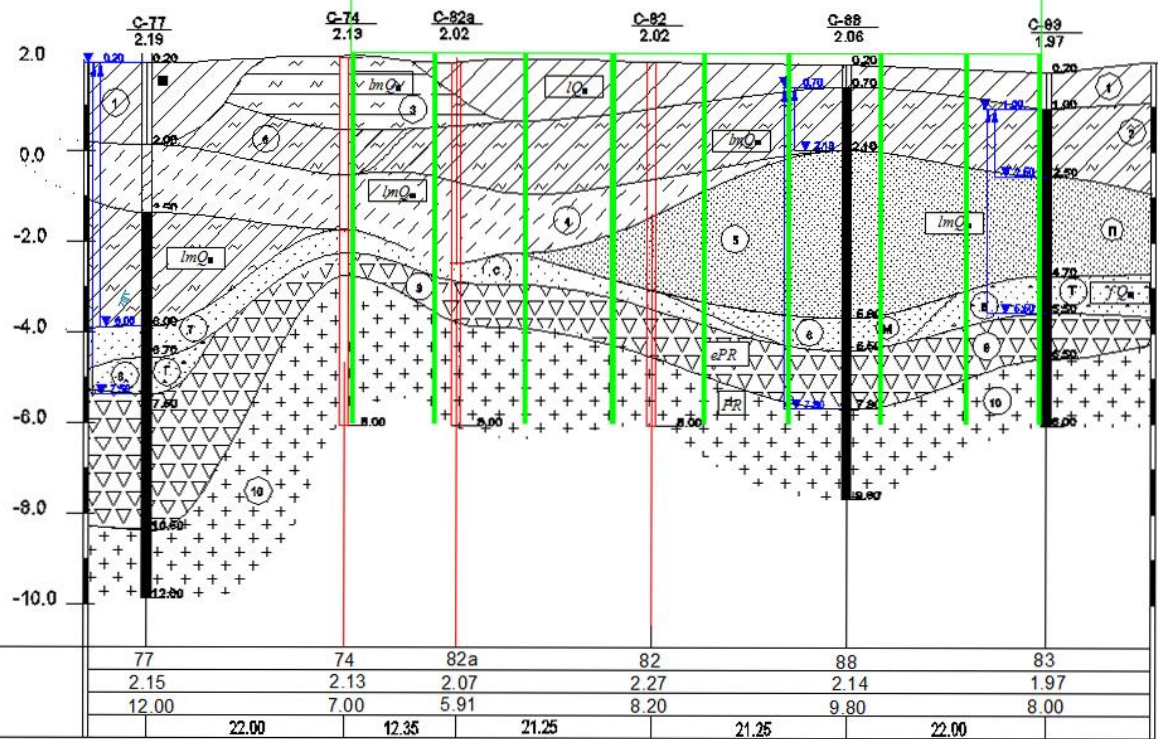
Таблица 3.1 – Техническая характеристика проектируемого здания

Вид и назначение проектируемого здания и сооружения	Габариты (длина, ширина, высота)	Тип фундамента, его размеры, отметка ростверка свайного фундамента и его толщина	Этажность	Нагрузка на фундамент
1	2	3	4	5
Административно-бытовой комплекс	66х24 м, высота 11м	Свай-стойки	3	
Предполагаемая глубина заложения фундамента, или погружения сваи	Наличие мокрых технологических процессов	Наличие подвалов, их глубина и назначение	Предполагаемые нагрузки на грунты кг/см	Чувствительность к неравномерным осадкам
6	1	8	9	10
7 м	–	–	–	–

Согласно СП 11–105 – 97 [22] расчет сферы взаимодействия не требуется, так как сваи-стойки будут опираться на скальный грунт, представленный гранитом. В пределах сферы взаимодействия не встречаются зоны, в которых, в период строительства и эксплуатации сооружения, могут возникнуть инженерно-геологические процессы (Рисунок 3.1).

P

Абс. отм., м



Масштабы: горизонтальный и вертикальный 1:500

- Сваи-стойки
- Контур проектируемого здания

Остальные условные обозначения см. в приложении 2

Рисунок 3.1 – Примерное расположение свай-стоек

3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ

Обязательными видами работ, независимо от уровня ответственности объектов строительства и типа фундамента, являются бурение скважин, лабораторные исследования и статическое или динамическое зондирование.

Таким образом, проектируются следующие виды работ:

1. топографо-геодезические работы;
2. проходка горных выработок;
3. полевые исследования грунтов;
4. гидрогеологические исследования;
5. опробование;
6. лабораторные исследования грунтов, подземных вод;
7. камеральная обработка материалов и составление технического отчета.

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

Необходимо провести следующие виды работ:

Топогеодезические работы

Топогеодезические работы применяются с целью обеспечения буровых работ и опробования грунтов геодезической сеткой. Основными работами являются плановая и высотная привязка скважин. Проектируется планово-высотная привязка 8 устьев скважин.

Буровые работы

В соответствии с СП 11-105 – 97 [22] (п.8.3), горные выработки следует располагать по контурам и (или) осям проектируемых зданий и сооружений, в

местах резкого изменения нагрузок на фундаменты, глубины их заложения, на границах различных геоморфологических элементов.

Согласно СП 11-105 – 97 [17] пункт 8.4. расстояния между горными выработками следует устанавливать с учетом ранее пройденных выработок в зависимости от сложности инженерно-геокриологических условий (приложение Б) и уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений (ГОСТ 27751 – 2014 [19]) в соответствии с таблицей 8.1.

Таблица – 8.1 Расстояние между горными выработками для зданий и сооружений I и II уровней ответственности

Категория сложности инженерно-геокриологических условий	Расстояние между горными выработками для зданий и сооружений I и II уровней ответственности, м	
	I	II
I	40-30	50-40
II	25-20	30-25
III	15-10	20-15

Примечание - Большие значения расстояний следует применять для зданий и сооружений малочувствительных к неравномерным осадкам.

Для зданий и сооружений II уровня ответственности и III категории сложности инженерно-геокриологических условий рекомендуется соблюдать расстояние 20–15 метров. Но, так как в основании здания будут располагаться сваи-стойки с опиранием на скальные грунты (граниты), то здание будет не чувствительно к неравномерным осадкам. Поэтому, можно размещать горные выработки на больших расстояниях. В нашем случае эти расстояния не будут превышать 25 метров, располагаясь, при этом, по контуру здания.

Общее количество горных выработок в пределах контура каждого здания и сооружения II уровня ответственности должно быть, как правило, не менее трех, включая выработки, пройденные ранее (п.8.4 СП 11–105 – 97 [22]). Таким образом, всего проектируется бурение 11 скважин.

Рассчитанное расстояние между скважинами соответствует рекомендациям СП 11–105 – 97 п.8.4 [22].

Согласно СП 11–105 – 97 [22] пункт 8.5, если в пределах глубин, указанных в таблице, залегают скальные грунты (морозные, слабо льдистые), то горные выработки необходимо проходить на 2–3 м ниже кровли слабо выветрелых грунтов или подошвы фундамента при его заложении на скальный грунт. Таким образом, глубина заложения свай составит 6 метров (Рисунок 3.1).

Полевые испытания грунтов

Согласно СП 11–105 – 97 [22] (часть 1) полевые исследования грунтов следует проводить при изучении массивов грунтов с целью:

1. расчленения геологического разреза, оконтуривания линз и прослоев слабых и других грунтов;
2. определения физических, деформационных и прочностных свойств грунтов в условиях естественного залегания;
3. оценки пространственной изменчивости свойств грунтов;
4. оценки возможности погружения свай в грунты и несущей способности свай.

Выбор методов полевых исследований грунтов следует осуществлять в зависимости от вида изучаемых грунтов и целей исследований с учетом стадии (этапа) проектирования, уровня ответственности зданий и сооружений степени изученности и сложности инженерно-геологических условий в соответствии с приложением Ж СП 11–105 – 97 [22].

Опробование

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

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

Шаг опробования определяется расположением запроектированных скважин и составляет от 20 до 25 метров.

Интервал опробования определяется по формуле

$$n = H_{\text{ср}} / N * \text{количество скважин} \quad (8)$$

где $H_{\text{ср}}$ – средняя мощность толщи пород

N – количество образцов

Таблица 3.2 – Интервалы опробования

№	Породы	Номер ИГЭ	Средняя мощность	Интервал опробования
1	Суглинки тяжелые пылеватые, коричневатого-серого цвета, тугопластичной консистенции, с прослоями песка	1	1,85	1,5
2	Илы суглинистые серого цвета, текучей консистенции	2	2,45	2,0
3	Илы глинистые серого цвета, текучей консистенции	3	3,65	3,0

Продолжение таблицы 3.2

4	Супеси пылеватые серовато-коричневого цвета, пластичной консистенции,	4	2,8	2,3
5	Пески пылеватые серого цвета, средней плотности, влажные, насыщенные водой	5	2,8	2,2
6	Пески мелкие бурого цвета, средней плотности, насыщенные водой	6	1,95	1,6
7	Песок средней крупности серый, средней плотности, насыщенный водой	7	2,8	2,2
8	Песок гравелистый серый, средней плотности, насыщенный водой	8	2,1	1,7
9	Элювий гранита	9	2,5	2,0
10	Скальные породы: граниты розовые	10	5	4,0

Для определения количества образцов используем нормативный метод. Согласно СП 11–105 – 97 [22] п.8.19 необходимо обеспечивать по каждому выделенному инженерно-геологическому элементу получение частных значений в количестве не менее 10 характеристик состава и состояния грунтов или не менее 6 характеристик механических (прочностных и деформационных) свойств грунтов. Необходимое количество частных определений представлено в таблице 3.3.

Таблица 3.3. Количество образцов, необходимое для лабораторного исследования грунтов

№ ИГЭ	Породы	Природная влажность, w	Плотность частиц грунта, ρ_s	Компрессионное сжатие	Одноосное сжатие	Сопротивление срезу	Гран. состав	Количество образцов	
								Нарушенного сложения	Монолиты
1	Суглинки тяжелые пылеватые, коричнево-вато-серого цвета, тугопластичной консистенции, с прослоями песка	10	10	10	-	6	-		10
2	Илы суглинистые серого цвета, текучей консистенции	10	10	10	-	-	-	10	
3	Илы глинистые серого цвета, текучей консистенции	10	10	10	-	-	-	10	
4	Супеси пылеватые серовато-коричневого цвета, пластичной консистенции,	10	10	10	-	6	-		10
5	Пески пылеватые серого цвета, средней плотности, влажные, насыщенные водой	10	10	10	-	-	10	10	
6	Пески мелкие бурого цвета, средней плотности, насыщенные водой	10	10	10	-	-	10	10	
7	Песок средней крупности серый, средней плотности, насыщенный водой	10	10	10	-	-	10	10	
8	Песок гравелистый серый, средней плотности, насыщенный водой	10	10	10	-	-	10	10	
9	Элювий гранита	10	10	10	-	-	10	10	
10	Скальные породы: граниты розовые	10	10	10	6	-	-		10

Камеральные работы

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

Виды и объёмы инженерно-геологических изысканий приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Сводная таблица видов и объемов работ

Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Примечание
Топогеодезические работы	ед.	8	СП 11-104 – 97
Инженерно-геологическая рекогносцировка	км	0,2	СП-11-105 – 97 [22]
Проходка горных выработок	м	64	РСН 74-88
Статическое зондирование	м	27,4	ГОСТ 19912 – 2012 [16]
Микросейсморайонирование территории	количество профилей	1	РСН 60-86
Опробование – отбор образцов с нарушенной структурой – отбор образцов с ненарушенной структурой	проба монолит	70 30	ГОСТ 12071 – 2014 [8]

Подготовительные работы

Заключались в сборе и систематизации существующей геологической и технической информации по участку работ. Были проанализированы материалы изысканий прошлых лет, выполненные ЗАО «ЛИМБ» в г. Выборг в

2009 г., а также материалы инженерных изысканий, выполненные в различные годы ООО «Ленгражданпроект» на сопредельной территории.

На данном этапе изысканий было выполнено рекогносцировочное обследование территории, заключающееся в осмотре участка и прилегающей территории, визуальная оценка рельефа, выяснение условий производства изысканий. Площадь рекогносцировочного обследования – 8,0 га.

3.3 Методика проектируемых работ

3.3.1 Топогеодезические работы

Перед производством буровых работ необходимо выполнить работы по выносу намечаемых горных выработок и полевых исследований на местность. Произвести плановую и высотную привязку выработок и нанести на карту фактического материала 1:500 (Приложение 4).

Система координат местная 1964 г., система высот - Балтийская.

3.3.2 Буровые работы

В соответствии с СП 24.13330 – 2011 [18] обязательными видом работ, независимо от уровня ответственности объектов строительства и типов свайных фундаментов, является бурение скважин.

Данный вид работ осуществляется с целью установления и уточнения геологического разреза, условий залегания грунтов и содержащихся в них подземных вод, определения глубины залегания уровня подземных вод.

Также этот вид работ необходим для отбора образцов грунтов и для определения их состава, состояния и свойств, а также проб подземных вод для их химического анализа.

3.3.2.1 Описание геологического разреза с указанием буримости пород, устойчивости стенок скважин

Проектом предусматривается бурение 8 скважин глубиной 8 м. Общий объем бурения составляет 64 м. Расстояние между инженерно-геологическими скважинами (согласно СП 11-105 – 97 [22]) принято равным 20-25 м.

Проектный литологический разрез (усредненный) представлен в таблице 1.

Таблица 3.4 – Краткое описание геологического разреза скважин глубиной 5 м

ИГЭ	Разновидности грунтов	Средняя мощность, м	Категория пород по буримости
1	Суглинки тяжелые пылеватые, коричневатого-серого цвета, тугопластичной консистенции, с прослоями песка	1,85	I
2	Илы суглинистые серого цвета, текучей консистенции	2,45	I
3	Илы глинистые серого цвета, текучей консистенции	3,65	I
4	Супеси пылеватые серовато-коричневого цвета, пластичной консистенции,	2,8	I
5	Пески пылеватые серого цвета, средней плотности, влажные, насыщенные водой	2,8	I
6	Пески мелкие бурого цвета, средней плотности, насыщенные водой	1,95	I
7	Песок средней крупности серый, средней плотности, насыщенный водой	2,5	I
8	Песок гравелистый серый, средней плотности, насыщенный водой	2,1	I
9	Элювий гранита	2,5	VII
10	Скальные породы: граниты розовые	5	VII

Для определения необходимости использования при бурении обсадных труб проводится оценка устойчивости пород. Под устойчивостью понимают способность горных пород не обрушаться при обнажении их в массиве буровыми скважинами или горными выработками. Устойчивость зависит от характера связи между частицами горных пород.

На участке проектирования инженерно-геологический разрез слагают породы III группы – неустойчивые породы (текучие илы и водонасыщенные пески). Следовательно, крепление стенок скважины обсадными трубами необходимо.

В процессе бурения по мере вскрытия геологических отложений производить геологическое описание извлеченного керна и отбор образцов нарушенного и ненарушенного сложения на определение показателей физико-механических свойств, коррозионной агрессивности грунтов. Для отбора монолитов использовать грунтоносы. Пробы отбирать из каждой скважины, в среднем через 2,3 метра.

Отбор образцов грунтов, их хранение, упаковка и доставка в лабораторию выполнять в соответствии с ГОСТ 12071 – 2014 [8], проб воды – ГОСТ Р51592 – 2000 [25].

В скважинах выполнять гидрогеологические наблюдения: фиксировать глубину появления и установления уровня, отбирать пробы воды на стандартный анализ.

3.3.2.2 Выбор конструкции скважины

Особенности бурения, глубина скважин, характер пород, диаметры скважин требуют применения соответствующих конструкций скважин. Назначение буровых скважин определяет диаметр скважины, вид, количество и правила отбора образцов, состав и содержание опытных работ, способ бурения.

В данной работе проектируется бурение разведочных скважин. Назначение разведочных скважин заключается в детальном изучении геологического разреза. Бурение сопровождается извлечением из скважин образцов грунта (керна). Керна служат для определения особенностей геологического разреза, последовательности в залегании слоев грунта, их мощности и положения контактов, текстурных и структурных особенностей грунта, плотности и консистенции грунта, соответствующих природным условиям, влажности и водоносности грунта.

Так как бурение скважин планируется колонковым механическим способом «всухую», в соответствии с приложением Г СП 11-105–97 [22] (часть 1), минимальный диаметр бурения составляет 89 мм, максимальный 219 мм.

Проектная глубина бурения наряду с назначением скважины определяет тип и мощность бурового станка, основные параметры бурового оборудования и инструмента, отчасти начальный диаметр скважин и т. п.

Планируется бурение неглубоких скважин глубиной 8 м. Диаметр проектируемых скважин составляет 160 мм. Крепление обсадными трубами необходимо производить на всю глубину (от поверхности до 8 м).

Конструкция скважин представлена на рисунке 3.2

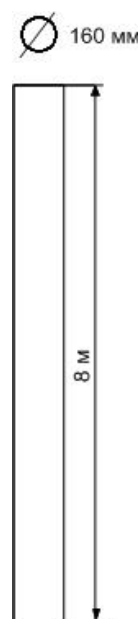


Рисунок 3.2 – Глубина и диаметр проектируемых скважин (мм)

3.3.2.3 Выбор способа бурения

Способ бурения необходимо выбирать в зависимости от свойств проходимых грунтов, назначения и глубины скважин, а также условий производства работ. Выбранный способ бурения должен обеспечивать удовлетворительное качество инженерно-геологической информации о грунтах и достаточно высокую производительность.

В процессе бурения необходимо проводить отбор образцов грунта, требующих сохранения природной влажности, бурение скважин следует вести без применения промывочной жидкости, с пониженным числом оборотов бурового инструмента (не более 60 об/мин).

Из таблицы 1 видно, что грунты разреза представлены илистыми и песчаными водонасыщенными грунтами. Из этого следует, что проходку горных выработок проектируется проводить колонковым механическим способом «всухую».

Проходка скважин колонковым способом осуществляется твердосплавным породоразрушающим инструментом, применяемым для проходки скважин в песчаных, глинистых и мерзлых грунтах. В зависимости от физико-механических свойств, проходимых грунтов и от глубины скважины, бурение колонковым способом может осуществляться «всухую», с промывкой водой и солевыми охлажденными или глинистыми растворами, с продувкой сжатым воздухом, а также «безнасосным» способом.

В соответствии с ГОСТ 12071 – 2014 [8] отбор монолитов следует проводить грунтоносом.

Вращательное колонковое бурение является одним из наиболее широко применяемых на инженерных изысканиях способов проходки скважин. Основными преимуществами колонкового бурения являются: возможности проходки скважин почти во всех разновидностях горных пород, сравнительно большая глубина проходимых скважин, достаточно хорошо разработанная

и освоенная технология бурения, сравнительно небольшие мощности, затрачиваемые на бурение, возможность получения качественного керна.

3.3.2.4 Выбор буровой установки

Основными факторами, определяющими выбор буровой установки, является целевое назначение, глубина бурения, конечный диаметр скважин, характер и свойства проходимых грунтов, природные условия (рельеф, растительность, климат).

Выбираемая буровая установка должна быть в достаточной степени эффективной технически и экономически обладать хорошей транспортабельностью, обеспечивать возможность производства бурения несколькими способами, укомплектовываться надежным в работе и удобным в обращении буровым и вспомогательным инструментом, обеспечивать простоту производства ремонта, возможность обслуживания минимальным числом рабочих с незначительными затратами труда, удобство, простоту и безопасность работы.

Выбор буровых установок должен определяться условиями производства буровых работ, в том числе глубиной и диаметром скважин. Максимальная глубина скважин не должна превышать максимальную глубину бурения, указанную в технической документации.

Параметры выбираемых буровых установок должны соответствовать максимальной глубине и диаметру скважин. В проекте планируется использование буровой установки УРБ-2А-2 на базе автомобиля УРАЛ. Техническая характеристика приведена в таблице – 6.1.

Таблица 3.5 – Основные технические характеристики буровой установки УРБ-2А-2

Глубина бурения, м	
Геофизических скважин	100
Структурных скважин	300
При продувке забоя воздухом	30
При бурении шнеками	30
Начальный диаметр бурения, мм	190
Конечный диаметр бурения, мм	
Геофизических	118
Структурных	93
Диаметр бурения, мм	
При продувке забоя воздухом	135
При бурении шнеками	135
Частота вращения, об./мин	
I скорость	140
II скорость	225
III скорость	325
Крутящий момент, Н-м	
I скорость	2010
II скорость	1210
III скорость	830
Ход вращателя, мм.	5200
Рабочее давление в гидросистеме, кгс/см ²	100
Грузоподъемность инструмента, кгс	4600
Грузоподъемность мачты, кгс	6000
Габаритные размеры в транспортном положении, м	8080x2500x3500
Габаритные размеры в рабочем положении, мм	8080x2500x8380
Масса установки, кг	не более 13 800

Установка УРБ-2А-2 предназначена для бурения сейсмических и структурных скважин.

Установка смонтирована на шасси автомобиля УРАЛ и приводится в действие от его двигателя. Она оборудована перемещающимся по мачте вращателем с гидроприводом, который может использоваться также для свинчивания и развинчивания бурильных труб. Установка снабжена гидравлическими опорными домкратами для разгрузки шасси автомобиля при бурении скважин. Управление установкой полностью гидрофицировано. Установка может обслуживаться двумя рабочими.

На установке предусмотрена возможность бурения скважин с очисткой забоя промывкой или продувкой, а также шнековым способом.

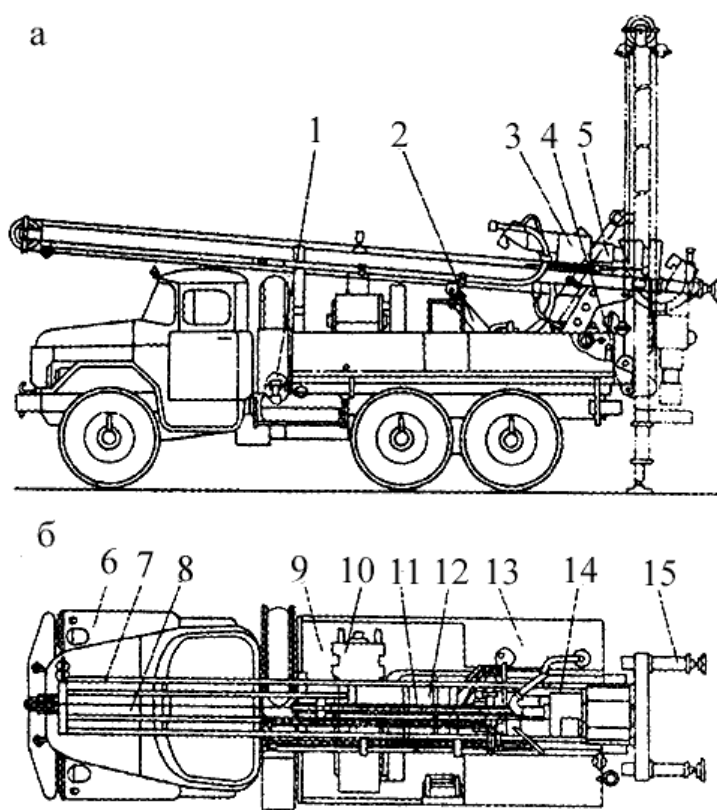


Рисунок 3.3 – Буровая установка УБР-2А-2

а – вид сбоку; *б* – вид сверху; *1* – коробка отбора мощности; *2* – цилиндр подъема мачты; *3* – вращатель; *4* – пульт управления; *5* – элеватор для труб и патрон для шнеков; *6* – автомобиль; *7* – мачта; *8* – талевая система; *9* – рама; *10* – установки бурового насоса и компрессора; *11* – гидродомкрат подачи; *12* – раздаточная коробка; *13* – обвязка гидросистемы; *14* – каретка; *15* – опорный домкрат.



Рисунок 3.4 – Буровая установка УБР-2А-2

3.3.2.5 Выбор бурового инструмента

В состав инструмента для колонкового вращательного бурения входят породоразрушающие инструменты и обсадные трубы.

Так как проектом предусмотрено бурение скважин с отбором монолитов, в качестве бурового инструмента следует использовать грунтонос.

В соответствии с таблицей Г1 ГОСТ 12071 – 2014 [8] для песков средней плотности и органо-минеральных грунтов используется обуривающий грунтонос ГО-1, принадлежащий к нормальному ряду грунтоносов для отбора монолитов из скважин. Технические характеристики выбранного грунтоноса приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 Технические характеристики грунтоноса ГО-1

Тип грунтоноса	Шифр грунтоноса	Длина, мм	Наружный диаметр корпуса, мм	Диаметр входного отверстия, мм	Длина керновой приемной гильзы, мм	Наружный диаметр гильзы, мм	Внутренний диаметр гильзы, мм	Угол заточки башмака, градус	Масса грунтоноса, кг
Обуривающий	ГО-1	25	27	4	400	9,5	6	0	7

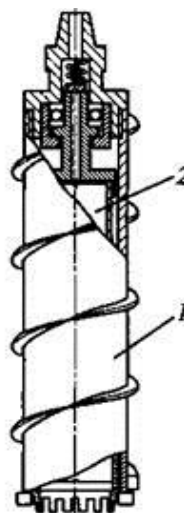


Рисунок 3.5 – Схема строения обуривающего грунтоноса

3.3.2.6 Технология бурения скважин

Вращательное (колонковое) бурение является одним из наиболее распространенных способов проходки скважин при инженерных изысканиях.

Грунты, слагающие разрез, относятся к одной категории по буримости (I), технология бурения не меняется с глубиной. Так как торфяные и песчаные грунты являются неустойчивыми, стенки скважины необходимо укреплять обсадными трубами. Диаметр обсадных труб выбран на основании диаметра бурового инструмента и составляет 169,7 мм. Отбор монолитов и образцов нарушенной структуры необходимо проводить через рассчитанный интервал.

Хотя данный вид бурения носит название «всухую», он ведется либо при наличии воды в скважине, либо с подливом. Технология бурения должна соответствовать геолого-техническому наряду, приведенному в приложении.

3.3.3 Опытные полевые работы

На участке изысканий выполнить полевые исследования грунтов методом статического зондирования, методом вращательного среза и методом ручной пенетрации. Результаты опытных полевых работ использовать для корректировки выделенных инженерно-геологических элементов, уточнения их физико-механических свойств, расчета несущей способности свай.

Статическое зондирование выполнять согласно ГОСТ 20069 – 81 [26] всего – 4 точки статического зондирования, глубиной до 8 м. Общий объем статического зондирования составит 32 п.м.

Зондирование проводить с отдельным замером бокового и лобового сопротивления грунтов тензометрическими датчиками, расположенными в зонде, с погружением зонда с постоянной скоростью и синхронной записью измерений на ПЭВМ.

По результатам работ определить:

- удельное сопротивление грунта (МПа) под конусом зонда (q_c) и его боковой поверхности (муфте трения) f_c ;
- вычислить показатель R_f (%);
- рассчитать несущая способность для свай-стоек с сечением 30*30, 35*35, 40*40 см.

По результатам зондирования построить графики изменения с глубиной лобовых и боковых сопротивлений грунта погружению зонда и рассчитать забивные сваи сечением 30*30, 35*35, 40*40 см.

Исследовать специфические и слабые грунты методами вращательного среза сдвигомером-крыльчаткой (по ГОСТ 20276 – 2012 [14]) и методом зондирования ручным пенетрометром (по ГОСТ 19912 – 2012 [16]).

Испытания методом вращательного среза выполнить в четырех точках с шагом 0,2-0,3 м.

3.3.4 Гидрогеологические опытные работы

Гидрогеологические опытные работы выполнить согласно СП 11-105 – 97 [22] для каждого водоносного горизонта:

Местоположение гидрогеологических скважин выбрать на различных участках площадки или вблизи ее границ для равномерного изучения гидрогеологических параметров и построения гидрогеологической карты. Глубины скважин и их конструкции корректировать по результатам инженерно-геологического бурения.

Экспресс откачки выполнять по методике несовершенного колодца с проницаемым дном и непроницаемыми стенками.

Для производства откачек из песков стенки скважин закреплять обсадной колонной диаметром 146 мм. В нее устанавливать фильтровую колонну диаметром 108 мм, на которой в интервале глубины залегания водоносного горизонта смонтировать сетчатый фильтр диаметром 108 мм, ниже его - отстойник. Откачки проводить до стабилизации уровня, после чего вести наблюдения до полного восстановления уровня.

Откачки из скальных грунтов проводить без фильтра. Откачки, учитывая высокий дебит, проводить эрлифтом.

Замеры уровней проводить хлопущкой или электроуровнемером ВФК, замеры дебита – объемным методом.

3.3.5 Инженерно-геофизические работы

Цели работ состоят в определении:

- коррозионной активности грунтов на основе измерения их удельного электрического сопротивления (УЭС);

- биокоррозионной активности грунтов;
- опасного влияния постоянных и переменных блуждающих токов.

Выполнить изучение геоэлектрических параметров верхней части разреза методом вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ) для определения места и глубины погружения анодного заземления и оценки глубины залегания кровли коренных пород.

Инженерно-геофизические исследования выполнять в соответствии с требованиями следующих нормативных документов: РСН 64-87 Госстроя РСФСР, СП 47.13330 – 2012 [20], СП 11-105 – 97 [22], ГОСТ 9.602 – 2005 [10], РД 153-34.0-20.518-2003 и Инструкции по электроразведке (1984).

Удельное электрическое сопротивление грунта измерять с использованием четырех электродной установки. Использовать электроды в виде стальных стержней длиной 350 мм и диаметром 20 мм. Глубина забивания электродов в грунт должна составлять не более $1/20$ расстояния между электродами.

Для определения коррозионной активности грунтов провести замеры УЭС грунтов. Методика определения удельного электрического сопротивления и коррозионной активности грунтов соответствует РД 153-34.0-20.518-2003, ГОСТ 9.602 – 2005 [10].

Для определения биокоррозионной активности грунтов выполняли ручное бурение до глубины 2 м с отбором одной пробы с забоя скважины. Методика определения биокоррозионной активности грунта должна соответствовать РД 153-34.0-20.518-2003, ГОСТ 9.602 – 2005 [10].

Для определения опасного влияния блуждающего постоянного тока использовать методику определения опасного влияния блуждающего постоянного тока соответствующую ГОСТ 9.602 – 2005 [10].

Определение величин переменного тока выполнено с использованием высокоточного цифрового мультиметра (АРРА-305) в режиме переменного тока по сети 100х100 м.

Для определения места и глубины погружения анодного заземления, а также оценки глубины залегания скальных пород протерозойского возраста пользуемся методом ВЭЗ. Методика ВЭЗ соответствует Инструкции по электроразведке (1984) и РСН 64-87 Госстроя РСФСР.

3.3.6 Лабораторные исследования

Исследования грунтов производить в испытательной грунтовой лаборатории.

Выполнить лабораторные определения состава, физических и механических свойств грунтов, анализы грунтов на коррозионную агрессивность и стандартные анализы воды.

Лабораторные определения свойств грунтов, анализы грунтов на коррозионную агрессивность, анализы воды выполнить согласно ГОСТ 30416 – 2012 [12], ГОСТ 22733 – 2002 [27], ГОСТ 12536 – 2014 [6], ГОСТ 23740 – 79 [7], ГОСТ 5180 – 2015 [9].

Лабораторные исследования физико-механических свойств скальных грунтов

Скальными грунтами называют разновидность горных пород, обладающих пределом прочности на одноосное сжатие более 5 МПа (в водонасыщенном состоянии). Наиболее высокая прочность отмечается у магматических пород, метаморфических образований.

На участке изысканий для строительства административно-бытового комплекса на территории портового управления г. Выборга в пределах исследованной глубины были выявлены скальные породы – розовые граниты рапакиви, на которые планируется опереть сваи-стойки.

В связи с этим возникает необходимость определения таких физико-механических характеристик, как предел прочности на одноосное сжатие,

плотность частиц грунта, размокание, так как оно снижает прочность грунта. Далее описаны методики определения этих характеристик.

Определение плотности гранита методом взвешивания в воде

Необходимое оборудование: лабораторные весы (ГОСТ 24104 – 2001 [28]), нить, парафин, песчаная баня, штатив.

Подготовка к испытаниям

Необходимо вырезать образец грунта объемом не менее 50 см³ и придать ему округлую форму, срезая острые выступающие части.

Далее образец обвязывается тонкой прочной нитью со свободным концом длиной 15–20 см, имеющим петлю для подвешивания к серьге весов. Парафин, не содержащий примесей, нагревают до температуры 57°C-60°C.

Проведение испытания

Обвязанный нитью образец грунта взвешивают и погружают на 2–3 секунды в нагретый парафин. При этом, появляющиеся в парафиновой оболочке пузырьки воздуха необходимо проткнуть и загладить места проколов нагретой иглой. Эту операцию повторяют до образования плотной парафиновой оболочки.

Охлажденный парафинированный образец взвешивают.

Затем парафинированный образец взвешивают в сосуде с водой. Для этого над чашей весов устанавливают подставку для сосуда с водой так, чтобы исключить ее касание к чаше весов (или снимают подвес с чашей с серьги, уравнив весы дополнительным грузом). К серьге коромысла подвешивают образец и опускают в сосуд с водой. Объем сосуда и длина нити

должны обеспечить полное погружение образца в воду. При этом образец не должен касаться дна и стенок сосуда.

Примечание – Допускается применять метод обратного взвешивания. На чашу циферблатных весов устанавливают сосуд с водой и взвешивают его. Затем в жидкость догружают образец, подвешенный к штативу, и вновь взвешивают сосуд с водой и погруженным в нее образцом.

Взвешенный образец вынимают из воды, промокают фильтровальной бумагой и взвешивают для проверки герметичности оболочки. Если масса образца увеличилась более чем на 0,02 г по сравнению с первоначальной, образец следует забраковать и повторить испытание с другим образцом.

Обработка результатов

Плотность грунта ρ , г/см³, вычисляют по формуле:

$$\rho = \frac{m \rho_p \rho_w}{\rho_p (m_1 - m_2) - \rho_w (m_1 - m)} \quad (9)$$

где m – масса образца грунта до парафинирования, г;

m_1 – масса парафинированного образца грунта, г;

m_2 – результат взвешивания образца в воде – разность масс парафинированного образца и вытесненной им воды, г;

ρ_p – плотность парафина, принимаемая равной 0,900 г/см³;

ρ_w – плотность воды при температуре испытаний, г/см³.

Плотность парафина следует уточнять для каждой партии парафина.

Плотность воды, в зависимости от температуры, следует принимать по таблице 4.1

Таблица 4.1 – Плотность воды в зависимости от температуры

Температура, °С	Плотность, ρ , г/см
0–12	1
12–18	0,999
19–23	0,998
24–27	0,997
29–30	0,996
31–33	0,995

Определение прочности скальных грунтов методом одноосного сжатия

Предел прочности скальных грунтов от очень прочных до мало прочных при одноосном сжатии образцов правильной формы следует определять в соответствии с требованиями ГОСТ 21153.0 – 75 [29] и ГОСТ 21153.2 – 75 [30].

Сущность метода заключается в измерении максимального значения разрушающего давления, приложенного к плоским торцам правильного цилиндрического или призматического образца через плоские стальные плиты.

Общие требования

Определение пределов прочности горных пород на сжатие, растяжение, изгиб и срез проводят не менее чем на десяти образцах.

За окончательный результат испытаний принимают среднее арифметическое результатов всех определений.

Испытания образцов проводят в воздушно-сухом состоянии, а при возможности, в состоянии их естественной влажности. При испытании в со-

стоянии естественной влажности пород, на прочность которых существенно влияет содержание в них влаги, этот показатель определяют путем сушки каждого испытанного образца при температуре 105–110 °С до постоянной массы и фиксируют в протоколе испытаний.

Скорость нагружения образца при испытаниях выбирают в пределах от 1 до 30 кг/см²*с в зависимости от прочности породы.

Для определения пределов прочности горных пород применяют следующее основное оборудование, инструменты и материалы:

– станок обдирочно-шлифовальный любой конструкции с плоским чугунным диском, вращающимся вокруг вертикальной оси, или станок плоскошлифовальный типа ЗГ710 – для изготовления образцов;

– машины испытательные или прессы, отвечающие требованиям ГОСТ 28840 – 90 [31] и ГОСТ 9753 – 88 [32], максимальное усилие которых не менее чем на 20 – 30% превышает предельную нагрузку на образец;

– плиты стальные толщиной не менее 0,3 диаметра d (стороны квадрата) образца и диаметром, на 3–5 мм превышающим диаметр (диагональ квадрата $d\sqrt{2}$) образца, которые имеют плоскопараллельные рабочие поверхности (допускаемое отклонение от плоскостности 0,02 мм и параллельности 0,01 мм) с классом шероховатости не ниже 7 по ГОСТ 2789 – 73 [33] и твердостью по Роквеллу HRC 55–60 ед., – применяют в качестве прокладок между торцами образцов и опорными плитами испытательной машины в случае, если испытательная машина оснащена верхней подвесной сферической плитой;

– шлифпорошок N 12-8 по ГОСТ 3647 – 80 [34] – для доводки торцов образцов.

Подготовка к испытанию

Для испытания изготавливают цилиндрические или призматические (с квадратным поперечным сечением) образцы, которые изготавливают выбури-

ванием или выпиливанием на камнерезной машине из штуфов и кернов, их торцевые поверхности шлифуют на шлифовальном станке.

Размеры образцов должны соответствовать указанным в таблице – 4.2.

Таблица 4.2 – Размеры образцов грунта для проведения испытаний на одноосное сжатие

Параметр образца	Размеры, мм, при испытаниях	
	предпочтительные	допускаемые
Диаметр (сторона квадрата)	42±2	От 30 до 80 включительно
	1,0; 2,0	От 0,7 до 2,0
Отношение высоты образца к его диаметру	1,0; 2,0	От 0,7 до 2,0

Измерения проводят штангенциркулем с погрешностью $\pm 0,1$ мм. Диаметр измеряют в трех местах по высоте (в середине и у торцов) в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Допускается разность диаметров по всем измерениям не более 0,5 мм. За расчетный диаметр принимают среднее арифметическое результатов всех измерений.

Торцевые поверхности образца должны быть плоскими, параллельными друг другу и перпендикулярными боковой поверхности в соответствии с допусками, указанными в таблице – 4.3

Таблица 4.3 – Допускаемые отклонения формы образца

Наименование допуска	Размеры допуска, мм при испытаниях
Отклонение от плоскостности	0,03
Отклонение от параллельности	0,20
Отклонение от перпендикулярности	0,50

Отклонение от перпендикулярности торцевых поверхностей к образующей контролируют поверочным угольником в четырех точках каждой торцевой поверхности, смещенных относительно друг друга на 90 °С.

Образующие боковой поверхности образца должны быть прямолинейными по всей высоте. Допускаемое отклонение от прямолинейности 0,5 мм.

Образцы одной выборки должны иметь одинаковые размеры. Допускаются отклонения расчетных значений диаметра d и высоты h каждого образца от их средних арифметических значений и по всем образцам выборки: $|\bar{d} - d_i| \leq 1$ мм и $|\bar{h} - h_i| \leq 2$ мм.

Расчетные значения диаметра и высоты образцов, а также указание их ориентировки регистрируют в журнале испытаний

Проведение испытания образца

Образец размещают в устройстве, совмещая ось образца с центром нижней опорной плиты испытательной машины, нагружают равномерно до разрушения со скоростью 1 – 5 МПа/с.

Записывают максимальную величину разрушающей образец силы P в килоньютонах, зафиксированную силоизмерителем испытательной машины, с указанием отношения $m = h/d$ для образца.

Обработка результатов

Значение предела прочности при одноосном сжатии ($\sigma_{сж i}$) в МПа для каждого i -го образца выборки вычисляют по формуле

$$\sigma_{сж i} = K_B \cdot \frac{P}{S} \cdot 10, \quad (10)$$

где P – разрушающая образец сила, кН;

S – площадь поперечного сечения образца, см²;

K_B – безразмерный коэффициент высоты образца, равный 1,00 при отношении высоты к диаметру $d \geq 2 \pm 0,05$. Для других значений отношения коэффициент устанавливают по таблице 4.4

Таблица 4.4 – Значения коэффициента K_B

m	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00
K_B	0,68	0,72	0,76	0,80	0,86	0,90	0,94	0,97	1,00

Обработку результатов испытания образцов породы производят в следующем порядке.

Вычисляют среднее арифметическое значение предела прочности при одноосном сжатии $\bar{\sigma}_{сж}$, среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации V :

$$\bar{\sigma}_{сж} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \sigma_{сж i}, \quad (11)$$

$$\Delta = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (\sigma_{сж i} - \bar{\sigma}_{сж})^2}, \quad (12)$$

$$V = \frac{\Delta}{\bar{\sigma}_{сж}} \cdot 100, \quad (13)$$

Вычисления проводят с точностью:

- площади поперечного сечения образца – до 0,01 см², округляют – до 0,10 см²;
- частных значений и среднего значения отношения m – до 0,10;
- частных значений и среднего арифметического значения, а также среднеквадратичного отклонения предела прочности при одноосном сжатии – до 0,01 МПа, при этом значения менее 10 МПа оставляют без изменения, значения от 10 до 100 МПа округляют до 0,10 МПа, а значения более 100 МПа – до 0,50 МПа;
- значений коэффициента вариации – до 0,01.

Камеральные работы

Выполнять в соответствии с требованиями СП 47.13330-2012 [20], СП 11-105 – 97 [22], ГОСТ 25100 – 2011 [11], ГОСТ 20522 – 2012 [13]. При камеральной обработке выполнить обработку полевых материалов, результатов лабораторных исследований проб воды и грунтов. Выполнить разделение геологического разреза на ИГЭ с учетом результатов полевых исследований грунтов и лабораторных данных. Выполнить построение геолого-литологических колонок инженерно-геологических скважин, инженерно-геологических разрезов, нанести данные на карту фактического материала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте был рассмотрен участок строительства под административно-бытовой комплекс на территории портового управления города Выборга. Описаны условия района работ, его особенности и факторы, осложняющие строительство. Изучены инженерно-геологические условия участка.

Разработан план и методика проведения инженерно-геологических исследований для стадии проектной и рабочей документации, обеспечивающие все данные, необходимые для проектирования. В пределах участка выделено 10 ИГЭ, на которые практически не будет распространяться воздействие от здания, так как здание будет опираться на сваи-стойки, которые будут установлены на граниты, залегающие под чехлом осадочных пород.

Краткие итоги:

1. Участок изысканий расположен на территории: Ленинградская область, г. Выборг, относится к землям запаса г.Выборга, находится в 24 м юго-западнее от автодороги "Скандинавия" и в 100 м юго-восточнее ж/д Санкт-Петербург –Попово;

2. В геологическом строении участка до глубины 15,0 м принимают участие современные озерные (IQ_{IV}), озерно-морские отложения (ImQ_{IV}), верхнечетвертичные флювиогляциальные отложения (fQ_{III}), элювиальные отложения (ePR), коренные протерозойские породы (PR);

3. В соответствии с ГОСТ 25100 – 2011 [11] выделены почвенно-растительный слой и 10 инженерно-геологических элементов:

ИГЭ 1 Суглинок тяжелый пылеватый коричневато-серый, тугопластичный, с прослоями песка.

ИГЭ 2 Ил суглинистый серый, текучий.

ИГЭ 3 Ил глинистый серый, текучий.

ИГЭ 4 Супесь пылеватая серовато-коричневая, пластичная, с редкими включениями гравия и гальки.

ИГЭ 5 Песок пылеватый серый, средней плотности, насыщенный водой.

ИГЭ 6 Песок мелкий бурый, средней плотности, насыщенный водой.

ИГЭ 7 Песок средней крупности серый, средней плотности, насыщенный водой.

ИГЭ 8 Песок гравелистый серый, средней плотности, насыщенный водой.

ИГЭ 9 Элювий гранита.

ИГЭ 10 Гранит рапакиви розовый прочный.

4. Нормативные и расчетные значения физико-механических характеристик грунтов приведены в таблице 2.4;

5. Категория сложности инженерно-геологических условий согласно СП 11-105 – 97 [22] приложение Б – **III** (сложная);

6. Гидрогеологические условия исследуемой территории характеризуются наличием трех водоносных толщ приуроченных к отложениям четвертичного и протерозойского отделов:

– слабоводоносный горизонт современных озерных отложений имеет свободную поверхность. Водовмещающими являются линзы и прослои песков в толще суглинков. Мощность горизонта 0,50–2,30 м (абс. отм. подошвы от 1,42 м до минус 0,80 м). Питание горизонта – инфильтрационное, область питания совпадает с областью распространения, дренирование – в местную эрозионную сеть.

– водоносный горизонт озерно-морских отложений. Водовмещающими породами являются пески разной зернистости, реже супеси. Мощность горизонта – 0,7–10,20 м, (абс. отм. подошвы – от 1,70 м до минус 10,54 м), величина напора – 0,50–6,0 м. Воды горизонта в связи с отсутствием водоупора гидравлически связаны с водоносной зоной трещиноватости верхнепротерозойских пород. Питание – инфильтрационное.

– водоносная зона трещиноватости протерозойских пород и элювиальных отложений. Водовмещающими породами являются трещиноватые граниты и элювиальные отложения. Вскрытая мощность зоны – 2 м, (абс. отм. подошвы минус 1,64 м – минус 12,65 м). Вскрытый уровень грунтовых вод 3,0–10,50 м, установившийся уровень – от 0,0 м до 1,0 м (абс. отм. 2,70–1,35м), величина напора от 1,50 до 11,20 м.

Для оценки притока грунтовых вод в строительные выемки рекомендуются следующие значения коэффициентов фильтрации в соответствии с таблицей 71 (М.А.Солодухин, И.В.Архангельский. Справочник техника-геолога по инженерно-геологическим и гидрогеологическим работам. М.: Недра, 1982.):

суглинки тяжелые (ИГЭ 1)	0,05–0,005 м/сут;
сапропели, илы (ИГЭ 2, 3)	0,0003–0,07 м/сут;
супеси пылеватые (ИГЭ 4)	0,10–0,70 м/сут;
пески пылеватые (ИГЭ 5)	0,5–1,0 м/сут;
пески мелкие (ИГЭ 6)	1–5 м/сут;
пески средней крупности (ИГЭ 7)	5–20 м/сут;
пески гравелистые (ИГЭ 8)	50–100 м/сут;
элювий гранита (ИГЭ 9)	50–150 м/сут;
граниты (ИГЭ 10)	0,01–0,001 м/сут.

7. В соответствии со СП 28.13330-2012 [19], по содержанию агрессивной углекислоты воды среднеагрессивны по отношению к бетону марки W4 и слабоагрессивны по отношению к бетону марки W6. По остальным показателям и по отношению к бетонам марки W8 воды не агрессивны. В соответствии с ГОСТ 9.602 – 2005 [10] по отношению к свинцу воды обладают высокой коррозионной агрессивностью по показателю общей жесткости, по отношению к алюминию воды обладают высокой коррозионной агрессивностью по содержанию ионов железа и средней коррозионной агрессивностью по содержанию ионов хлора (приложение 9).

В соответствии со СП 28.13330 – 2012 [14] по отношению к бетонам марок W4, W6, W8 грунты неагрессивны, по отношению к свинцовым оболочкам кабеля грунты проявляют низкую коррозионную агрессивность, по отношению к алюминиевым оболочкам кабеля – среднюю коррозионную агрессивность по содержанию ионов хлора (приложение 9).

В соответствии с ГОСТ 9.602 – 2005 [10] по отношению к стали грунты характеризуются высокой коррозионной агрессивностью (приложение 9).

8. По данным геофизики в пределах участка отмечаются зоны низкой и средней коррозионной активности. Средняя коррозионная активность характерна для западной части участка. Высокая коррозионная активность отмечается на небольших площадках в западной части участка на глубинах 3 и 4 м.

Области биокоррозионной активности отмечаются на заболоченной западной части участка. Для восточной части участка, где коррозионная активность низкая, биокоррозионная активность не обнаружена.

Для всего участка характерно опасное влияние блуждающих токов.

Для устройства анодного заземления наиболее благоприятны области наибольшей мощности низкоомных глинистых пород.

Геофизические работы были выполнены в паводковый период, в связи с этим значения УЭС в зоне аэрации являются минимальными по сравнению с возможными среднегодовыми значениями. В меженные периоды значения УЭС в зоне аэрации будут существенно более высокими.

9. Территория изысканий по глубине залегания уровня грунтовых вод относится к естественно подтопляемым территориям. (СП 50-101 – 2004 [23], п. 5.4.8);

10. Нормативная глубина сезонного промерзания (м/станция Выборг) в исследуемом районе составляет для:

суглинков и глин - 1,19 м;

супесей, песков пылеватых – 1,45 м.

песков крупных и средней крупности – 1,55 м;

11. Грунты, залегающие в зоне сезонного промерзания обладают свойствами морозного пучения. Разновидности грунтов по величине относительной деформации пучения в соответствии с ГОСТ 25100 – 2011 [11], таблица Б.27 приведены в таблице 8.

Таблица – 3.6 Степень пучинистости инженерно-геологических элементов

ИГЭ 5	слабопучинистые
ИГЭ 1	среднепучинистые
ИГЭ 2, ИГЭ 3, ИГЭ 4	сильнопучинистые и чрезмернопучинистые
ИГЭ 6, ИГЭ 7	практически непучинистые

12. Осложняющими факторами инженерно-геологических условий строительства являются:

1. наличие на поверхности валунов гранита размерами до 7 м;
2. наличие в разрезе толщи органо-минеральных грунтов – илов и сапропелей (ИГЭ 2, 3);
3. морозная пучинистость грунтов;
4. коррозионная агрессивность грунтов и подземных вод;
5. наличие сети дренажных канав.

Список использованной литературы

Фондовые

1. Технический отчет ЗАО «Лимб» «Комплексные инженерные изыскания площадка Портового ЛПУ МГ. Книга 2. Арх. № 6545.095.064.23.14.01.02., 2009 г.

Опубликованные

2. Инженерная геология СССР под редакцией И. С. Комарова. Том 1. русская платформа. – М. Изд-во Московского университета. 1978г. – 528 с.
3. Пиннекер Е.В. Основы гидрогеологии. Общая гидрогеология. – Новосибирск, «Наука», 1980. – 226 с
4. Абрамов С.К., Бабушкин В.Д. и др. Справочное руководство гидрогеолога. – Л. «Недра», 1979. – 512 с.
5. Г.И. Большакова. Статья «ОБСЛЕДОВАНИЕ ПОСЛЕВОЕННОГО ВЫБОРГА (по материалам Ленинградского областного государственного архива в Выборге)». Журнал Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 9 с.

Нормативная литература

6. ГОСТ 12536 – 2014 Методы лабораторного определения гранулометрического и микро агрегатного состава.
7. ГОСТ 23740 – 2016 Методы лабораторного определения содержания органических веществ.
8. ГОСТ 12071 – 2014 Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
9. ГОСТ 5180 – 2015 Методы лабораторного определения физических характеристик.

10. ГОСТ 9.602 – 2005 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.
11. ГОСТ 25100 – 2011 Грунты. Классификация.
12. ГОСТ 30416 – 2012 Лабораторные испытания. Общие положения.
13. ГОСТ 20522 – 2012 Методы статистической обработки результатов испытаний.
14. ГОСТ 20276 – 2012 Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости.
15. ГОСТ 21.302 – 2013 Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям.
16. ГОСТ 19912 – 2012 Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием.
17. СП 22.13330 – 2011 Основания зданий и сооружений
18. СП 24.13330 – 2011 Свайные фундаменты
19. СП 28.13330 – 2012 Защита строительных конструкций от коррозии
20. СП 47.13330 – 2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
21. СП 116.13330 – 2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов.
22. СП 11-105 – 97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов.
23. СП 50-101 – 2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. 2004 г.
24. ГОСТ 27751 – 2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения
25. ГОСТ Р51592 – 2000. Вода. Общие требования к отбору проб
26. ГОСТ 20069 – 81 Грунты. Метод полевого испытания статическим зондированием

27. ГОСТ 22733 – 2016 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности
28. ГОСТ 24104 – 2001 Весы лабораторные. Общие технические требования
29. ГОСТ 21153.0 – 75 Породы горные. Отбор проб и общие требования к физическим испытаниям
30. ГОСТ 21153.2 – 84 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии
31. ГОСТ 28840 – 90 Машины для испытаний материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования
32. ГОСТ 9753 – Прессы гидравлические одностоечные. Параметры и размеры. Нормы точности
33. ГОСТ 2789 – 73 Шероховатость и размеры. Нормы точности поверхности . Параметры и характеристики
ГОСТ 3647 – 80 Материалы шлифовальные. Классификация. Зернистость и зерновой состав. Методы контроля
34. ГОСТ 3647 – 80 Материалы шлифовальные. Классификация. Зернистость и зерновой состав. Методы контроля
35. ГОСТ 12.0.003 – 74 Основные и вредные производственные факторы. Классификация
36. ГОСТ 12.2.003 – 91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности
37. ГОСТ 12.1.038 – 82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
38. ГОСТ 12.1.030 – 81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением №1)
39. ГОСТ 12.1.003 – 2014 Шум. Общие требования безопасности

40. ГОСТ 12.1.012 – 2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования
41. ГОСТ 12.1.005 – 88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1)
42. СанПиН 2.2/2.4.1340 – 03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
43. Р 2.2.2006 – 05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
44. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки
45. СанПин 2.2.4.548 – 96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
46. ГОСТ 12.2.061 – 81 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам
47. ГОСТ 12.2.062 – 81 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные
48. ГОСТ 12.4.026 – 76 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний
49. ГОСТ 12.4.011 – 89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация
50. ГОСТ 12.1.019 – 79 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (с Изменением N 1)

51. ГОСТ 12.1.045 – 84 Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
52. ГОСТ 12.1.006 – 84 Электромагнитные поля радиочастот, допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
53. ГОСТ 12.1.004 – 91 Пожарная безопасность. Общие требования
54. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
55. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий

Электронные ресурсы

57. <https://atlaspacket.vsegei.ru/#{'state':'7c904b5e8dbed18f24'}>
58. <https://maps.google.ru/>
59. <https://hge.spbu.ru/>
60. <https://ru.wikipedia.org/>