



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ТРАНСЭНЕРГОСТРОЙ»

**ОБУСТРОЙСТВО ВЯТСКОЙ ПЛОЩАДИ АРЛАНСКОГО
НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.
РАСШИРЕНИЕ БКНС-4А. ТВО-4А**

**Часть 2
Инженерно-геологические изыскания**

Книга 1

Д050210150000-3 - ИГИ

Том 2.1.1

Изм	№ док.	Подп.	Дата
1	28-21	<i>Яковлев</i>	24.06.21
2	29-21	<i>Яковлев</i>	01.07.21



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ТРАНСЭНЕРГОСТРОЙ»

Свидетельство СРО № ИИ-168-477 от 27 декабря 2012г.

ОБУСТРОЙСТВО ВЯТСКОЙ ПЛОЩАДИ АРЛАНСКОГО
НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.
РАСШИРЕНИЕ БКНС-4А. ТВО-4А

Часть 2
Инженерно-геологические изыскания

Книга 1

Д050210150000-3 - ИГИ

Том 2.1.1

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР

И.В. ВЬЮНИЦКИЙ

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА

Э.А. БОБИН



Изм	№ док.	Подп.	Дата
1	28-21	<i>Э.А. Бобин</i>	24.06.21
2	29-21	<i>Э.А. Бобин</i>	01.07.21

Взам.инв.№

Подпись и дата

Инв.№ подл.

**Состав отчётной технической документации
по инженерным изысканиям**

Номер тома	Обозначение	Наименование	Примечание
1.1.1.	Д050210150000-3 - ИГДИ	Часть 1. Инженерно-геодезические изыскания	
2.1.1.	Д050210150000-3 - ИГИ	Часть 2. Инженерно-геологические изыскания	

Взам.инв.№

Подпись и дата

Инв.№ подл.

2		36	29-21	<i>Ильянок</i>	07.21
1	зам	все	28-21	<i>Ильянок</i>	06.21
<i>Изм.</i>	<i>Кол.У</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>
ГИП		Бобин		<i>[Подпись]</i>	09.19
Выполнил		Ильянок		<i>Ильянок</i>	09.19
Проверил		Ильянок		<i>Ильянок</i>	09.19
Н. контроль		Косырева		<i>[Подпись]</i>	09.19

Д050210150000-3 - ИГИ СД

Состав отчетной технической
документации по инженерным
изысканиям

Стадия	Лист	Листов
П	1	1

ООО
«Трансэнергострой»

Содержание

Д050210150000-3 - ИГИ	Пояснительная записка	
1	Введение	5
2	Изученность инженерно-геологических условий	17
3	Физико-географические и техногенные условия	18
3.1	Рельеф и геоморфология	18
3.2	Климат	21
3.3	Техногенные условия	23
4	Геологическое строение	23
5	Физико-механические свойства грунтов	25
6	Специфические грунты	31
7	Гидрогеологические условия	33
8	Геологические и инженерно-геологические процессы	33
9	Заключение	35
	Список использованных материалов	40

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Д050210150000-3 - ИГИ С						Стадия	Лист	Листов
			Изм.	Кол.У	Лист	№док	Подпись	Дата			
			ГИП	Бобин		09.19	Содержание	ООО «Трансэнергострой»			
			Выполнил	Ильянок		09.19					
			Проверил	Ильянок		09.19					
			Н. контроль	Косырева		09.19					

1 Введение

Настоящий отчет по инженерно-геологическим изысканиям на объекте: «Обустройство Вятской площади Арланского месторождения нефти. Расширение БКНС- 4а. ТВО-4а» составлен по результатам выполненных инженерно-геологических изысканий, выполненных организацией ООО «Трансэнергострой». Инженерно-геологические изыскания выполнены в соответствии с техническим заданием, утвержденным заместителем генерального директора по капитальному строительству АО «Белкамнефть» им. А.А.Волкова и согласованным главным инженером ООО «Трансэнергострой» (приложение А) и дополнению № 1 к техническому заданию, утвержденному заместителем начальника УКС АО «Белкамнефть» им. А.А.Волкова и согласованному генеральным директором ООО «Трансэнергострой» (приложение А.2).

Основанием для производства работ послужили:

- Техническое задание на производство инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-экологических, инженерно-гидрометеорологических изысканий (приложение А);
- Дополнение №1 к техническому заданию на производство инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-экологических, инженерно-гидрометеорологических изысканий (приложение А.2);
- Программа на выполнение инженерно-геологических изысканий (приложение Б).

Право на производство инженерных изысканий подтверждено следующими документами:

- Свидетельство СРО, выданное ООО «Трансэнергострой» о допуске к определенному виду или видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства, № ИИ-168-477 от 27.12.2012 г. (приложение В);
- Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.21 АУ54 лаборатории по исследованию грунтов и вод ПАО «ОмскТИСИЗ» (приложение Г);

Наименование объекта: «Обустройство Вятской площади Арланского месторождения нефти. Расширение БКНС 4а. ТВО 4а».

Заказчик: АО «Белкамнефть» им. А. А. Волкова.

Местоположение объекта: Удмуртская республика, Каракулинский район, Вятская площадь Арланского нефтяного месторождения.

Исполнитель инженерно-геологических изысканий: ООО «Трансэнергострой».

Вид строительства: новое строительство.

Стадия проектирования: проектная и рабочая документация.

На объекте предусматривается строительство сооружений нормального и повышенного уровня ответственности (в соответствии с 384-ФЗ от 30.12.2009г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», ГОСТ 54257-2010, ФЗ №190 «Градостроительный кодекс».

Д050210150000-3 - ИГИ ПЗ

Изм.	Кол.У	Лист	№док	Подпись	Дата
ГИП•		Бобин			09.19
Выполнил		Ильянок			09.19
Проверил		Ильянок			09.19
Н. контроль		Косырева			09.19

ООО
«Трансэнергострой»

Взам.инв.№

Подпись и дата

Инв.№ подл.

Характеристика проектируемых объектов:

Техническая характеристика проектируемых площадных сооружений:

Таблица 1 Проектируемые площадки

№	Наименование	Примечание
1.	ТВО-4а	проектирование
2.	БКНС-4а.	расширение
3.	БОВ с потоковыми фильтрами (3 шт.)	проектирование

Площадка ТВО-4а

-ТВО-4а: свайный куст из металлических свай-труб диаметром 325-10, нагрузка (сжимающая) на сваю 25,0 т, предполагаемая глубина заложения фундамента от поверхности земли 5,0м;

-Узлы отбора проб на входе и выходе с ТВО-4а: фундамент сборный из ж\б плит на подушке из песка по уплотненному щебнем основанию, нагрузка от фундамента/давление под подошвой 0,9 т/м², предполагаемая глубина заложения фундамента от поверхности земли (0,8м);

-Узел задвижек с подключением нефтепроводов на ТВО-4а, ТВО-4 и подключения нефтепроводов от направлений кустов № 31,74,84: фундамент сборный из ж\б плит на подушке из песка по уплотненному щебнем основанию, нагрузка от фундамента/давление под подошвой 0,9 т/м², предполагаемая глубина заложения фундамента от поверхности земли (0,8);

-Молниеприемная мачта, фундамент свайный-одиночная свая из металлической сваи-трубы диаметром 820мм, нагрузка от фундамента/давление под подошвой: вертикальная 3,1т, горизонтальная-1,7т, момент сил 35,7 тс*м, предполагаемая глубина заложения фундамента от поверхности земли (8,0м);

-Емкость заглубленная V=5м³, (V=63м³), фундамент сборный из ж\б плит по уплотненному основанию (пригруз), предполагаемая глубина заложения фундамента от поверхности земли (3,4м-4,0м);

-Блок-контейнер НКУ, фундамент сборный из ж\б плит на подушке из песка по уплотненному щебнем основанию, предполагаемая глубина заложения фундамента от поверхности земли-песчаная подушка толщиной 1,0м:

-Площадка КТП, фундамент сборный из ж\б плит на подушке из песка по уплотненному щебнем основанию, предполагаемая глубина заложения фундамента от поверхности земли-песчаная подушка толщиной 1,0м:

БОВ с потоковыми фильтрами (3 шт.)

-Емкость подземная V=5м³, фундамент сборный, на естественном основании (пригруз); нагрузка от фундамента/давление под подошвой 1,3 т/м², предполагаемая глубина заложения фундамента от поверхности земли 3,5м;

-Фундамент БОВ, плитный из сборных ж\б плит на подушке из песка по уплотненному основанию; предполагаемая глубина заложения фундамента от поверхности земли-песчаная подушка толщиной не менее 1,0м;

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Д050210150000-3 - ИГИ

Лист

2

-*Молниеприемная мачта:* фундамент свайный-одиночная свая из металлической трубы диаметром 820мм, нагрузка от фундамента/давление под подошвой: вертикальная 2,3т, горизонтальная-1,2т, момент сил 2,0 тс*м;

Трубопроводы (технологической обвязки ТВО-4 и блока очистки воды), фундамент - опоры, нагрузка от фундамента/давление под подошвой 1,3 т/м², предполагаемая глубина заложения фундамента от поверхности земли 2,5м;

БКНС-4а

-*Насос типа ЦНС-240* фундамент монолитный ж/б на естественном основании; нагрузка от фундамента 11,0т; предполагаемая глубина заложения фундамента от поверхности земли 1,9м;

-*БКНС-* фундамент свайный из свай-труб диаметром 219х8, нагрузка от фундамента- 40т, предполагаемая глубина заложения фундамента от поверхности земли 5,8м;

-*Блок напорной гребенки,* фундамент сборный из ж/б плит на подушке из песка по уплотненному основанию, предполагаемая глубина заложения фундамента от поверхности земли - песчаная подушка толщиной 0,8м;

-*Емкость заглубленная V=5м³,* фундамент сборный из ж/б плит по уплотненному основанию (пригруз), предполагаемая глубина заложения фундамента от поверхности земли (3,5м).

В рамках проектирования объекта «Обустройство Вятской площади Арланского нефтяного месторождения. Расширение БКНС-4а. ТВО-4а» не предусматривается изменение параметров, в т. ч. несущих конструкций существующих строений и сооружений. Проектируемые сооружения (дополнительный блок БКНС с насосом типа ЦНС-240, блок напорной гребенки и емкость) проектируются отдельно от существующего здания БКНС-4а (дополнение №1 к Техническому заданию на инженерные изыскания - текстовое приложение А.2).

Техническая характеристика проектируемых линейных сооружений:

Прокладка нефтегазосборных трубопроводов и водоводов подземная. Согласно техническим условиям на проектирование, прокладка трубопроводов предусматривается на глубине 1 м до верха трубы. Глубина заложения опор ВЛ от 2,1м до 3,0м (дополнение №1 к Техническому заданию на инженерные изыскания - текстовое приложение А.2).

Таблица 2 Проектируемые линейные сооружения

№	Наименование	Примечание	Протяженность, м
1.	Подводящий трубопровод от узла задвижек к ТВО-4а	проектирование	87,4
2.	Отводящий трубопровод от ТВО-4а до узла задвижек	проектирование	95,5
3.	"Коллектор выкидной \$6" (нефтепровод от АГЗУ-23 до узла задвижек в районе КНС-4)	проектирование	25,8
4.	"Коллектор выкидной \$8" (нефтепровод от куста 31 до узла задвижек в районе КНС-4)	проектирование	2965,5

Взам. инв. №						Лист
Подпись и дата						Д050210150000-3 - ИГИ
Инв. № подл.						
Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

5.	"Коллектор выкидной \$10" (нефтепровод от проектируемого узла задвижек в районе КНС-4 до т.вр. в "Нефтепровод от т.вр коллектор выкидной 13 до ТВО-4")	проектирование	1238,2
6.	Выносимый участок нефтепровода от т.вр. в нефтесбор с кустов 22,33,74 до узла задвижек в районе ТВО-4а	проектирование	256,9
7.	Нефтепровод от т.вр. в нефтесбор от куста 26 до т.вр. в "Коллектор выкидной \$8"	проектирование	48
8.	Нефтепровод от т.вр. АГЗУ 32 до т.вр. в "Коллектор выкидной \$8"	проектирование	11,6
9.	Нефтепровод от т.вр. АГЗУ 27 до т.вр. в "Коллектор выкидной \$8"	проектирование	29,2
10.	Высоконапорный водовод от узла задвижек БКНС-4а до узла задвижек куста 20	проектирование	1541,6
11.	Высоконапорный водовод от узла задвижек БКНС-4а до узла задвижек куста 27	проектирование	1092,6
12.	Высоконапорный водовод от узла задвижек БКНС-4а до т.вр. в подводящий водовод "КНС-4 до скв. 6729 к.74"	проектирование	625,5
13.	Высоконапорный водовод от узла задвижек БКНС-4а до узла задвижек куста 30	проектирование	4099,3
14.	Низконапорный водовод от ТВО-4а до БОВ	проектирование	749,4
15.	Выносимый участок водовода от КНС-4 до БГ-20	проектирование	41,9
16.	Выносимый участок водовода от КНС-4 до куста 74	проектирование	59,6
17.	ВЛ-6кВ от фидер 13 ПС Ветлянка до КТП-6/0,4 ТВО-4а	проектирование	91
18.	Выносимый участок ВЛ-6кВ ф.13 ПС «Ветлянка»	проектирование	154
19.	ВЛ-6кВ от ПС 35/6кВ Биектау до фидера 1 ПС 35/6 Ветлянка	проектирование	296,3
20.	Съезд с площадки БОВ	проектирование	19,40
21.	Съезд с площадки ТВО-4а	проектирование	102,40

Доверительная вероятность при расчете по несущей способности 0,95; при расчете по деформациям - 0,85.

Комплекс инженерно-геологических изысканий выполнен организацией ООО «Трансэнергострой» в период февраль-сентябрь 2019 г. Буровые работы проведены в феврале 2019 г.; статическое зондирование грунтов выполнено в феврале 2019 г., лабораторные исследования - в марте 2019 г., камеральные работы – в период в март-сентябрь 2019г.

Цель инженерно-геологических изысканий: изучить инженерно-геологическое строение, геоморфологические и гидрогеологические условия, определить показатели физико-механических характеристик грунтов, химический состав грунтов, подземных вод для

Взам.инв.№

Подпись и дата

Инв.№ подл.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№док	Подпись	Дата

Д050210150000-3 - ИГИ

Лист

4

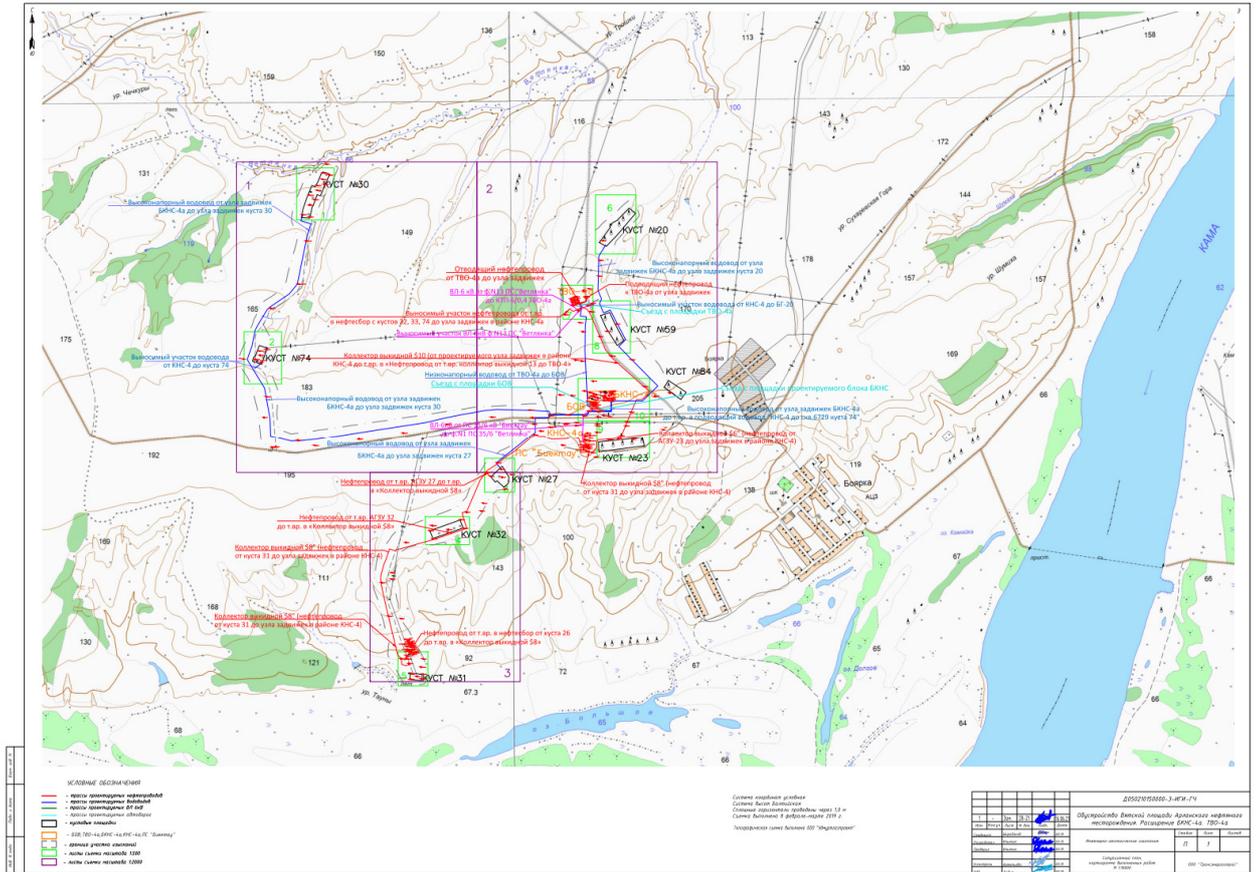


Рисунок 1- Ситуационная карта-схема участка работ

Буровые работы (рис. 2, 3) выполнялись для определения геолого-литологического состава грунтов, их распространения в плане и по глубине, отбора образцов грунтов ненарушенного (монолитов) и нарушенного сложения для лабораторных исследований, замеров уровней грунтовых вод.

Буровые работы проведены организацией ООО «Трансэнергострой» в феврале 2019 г. Работы выполнены буровой бригадой под руководством геолога Галат А.Н; машинисты буровой установки - С. А. Устинин, А.М. Шиндяпин.

Бурение скважин выполнено установкой УРБ -2А-2 (рис. 2), способ бурения скважин согласно СП 11-105-97, Часть I, прил. Г – колонковый. В качестве бурового наконечника применялась колонковая труба диаметром 127 мм.

Количество, местоположение и глубина геологических выработок определены согласно п.п. 6.3.6, 6.3.8 СП 47.13330.2012 с учетом размещения и направления коридоров коммуникаций; размещения на площадных объектах сооружений, типа и глубины заложения фундаментов.

На площадных сооружениях инженерно-геологические выработки располагаются в пределах контуров и по осям размещения сооружений. Глубина скважин на 4-6 м ниже подошвы фундаментов.

Для линейных сооружений расстояния между геологическими выработками не превышают 300 м; глубина скважин составила 5,0 м, из расчета не менее 1-2 м ниже глубины промерзания грунтов, глубины заложения трубопроводов.

Взам.инв.№
Подпись и дата
Инв.№ подл.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№док	Подпись	Дата

Д050210150000-3 - ИГИ

Листм

6



Рисунок 2 - Бурение скважин выполнено установкой УРБ -2А-2

Таблица 1.1 – Виды и объемы выполненных работ

Виды работ	Единица измерения	Количество	Нормативный документ, методика работ
1	2	3	4
Рекогносцировочное обследование, буровые работы, полевые исследования грунтов, опробование грунтов, подземных вод			
Рекогносцировочное обследование территории	км	15	СП 11-105-97, Часть I
Разбивка и плано-высотная привязка инженерно-геологических выработок	скв.	68	СП 11-104-97
Механическое бурение скважин колонковым способом диаметром до 160 мм	скв./п.м	68/625	СП 11-105-97, Часть I
Испытания грунтов методом статического зондирования	точка/п.м.	14/154	ГОСТ 19912-2012
Отбор из скважин проб грунтов: - ненарушенного сложения - нарушенного сложения	проба проба	97 144	ГОСТ 12071-2000
Лабораторные исследования грунтов:			
Природная влажность	опр.	241	ГОСТ 5180-84
Влажность на границе текучести и раскатывания	опр.	241	ГОСТ 5180-84
Плотность/плотность частиц	опр.	97/97	ГОСТ 5180-84
Прочностные свойства (при природной влажности/при водонасыщении)	опр.	26/28	ГОСТ 12248-2010
Компрессионное сжатие (при природной влажности/при водонасыщении)	опр.	35/29	ГОСТ 12248-2010
Гранулометрический состав (ареометр)	опр.	7	ГОСТ 12536-2014
Определение показателей набухаемости/усадки	опр.	4/4	ГОСТ 12248-2010

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Д050210150000-3 - ИГИ

Лист

7

Изм. Кол. уч. Лист. № док. Подпись. Дата

Виды работ	Единица измерения	Количество	Нормативный документ, методика работ
1	2	3	4
Определение размокаемости	опр.	7	РСН 51-84
Содержание карбонатов	опр.	11	
Коррозионная агрессивность по отношению:			
- к углеродистой и низколегированной стали	опр.	5	ГОСТ 9.602-2005
-к бетону и арматуре железобетонных конструкций	опр.	4	ГОСТ 26423-85- ГОСТ 26428-85
-к алюминиевой и свинцовой оболочкам кабеля	опр.	3	ГОСТ 9.602-2005
Камеральная обработка материалов изысканий и составление технического отчета	отчет		1



Рисунок 3 – Бурение скважины С-1301 специалистами ООО «Трансэнергострой» буровой установкой УРБ -2А-2.

В процессе бурения скважин велось порейсовое описание всех встреченных разновидностей грунтов, производился их отбор для последующего лабораторного изучения физических и механических свойств, коррозионной агрессивности к основным строительным материалам, алюминиевой и свинцовой оболочкам кабеля.

Пробы грунта отбирались планомерно по простиранию и глубине из основных литологических разновидностей. Количество образцов ненарушенного сложения составило не менее шести для каждого инженерно-геологического элемента в сфере взаимодействия

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Д050210150000-3 - ИГИ

сооружений с геологической средой (с учетом архивных данных), что обеспечивало возможность статистической обработки и получения расчетных характеристик физико-механических свойств грунтов по ГОСТ 20522-2012. Виды лабораторных исследований определены согласно приложению «Е» СП 47.13330.2012 с учетом требований п.п. 6.4.9, 8.1.12, 8.1.13 СП 11-105-97, ч. III для элювиальных грунтов.

Отбор, хранение и транспортировка проб осуществлялись в соответствии с ГОСТ 12071-2000, ГОСТ 5396-77. По окончании проходки и проведения гидрогеологических исследований выработки засыпаны выбуренным грунтом с послойным уплотнением.

Полевые опытные исследования грунтов выполнены организацией ООО «Трансэнергострой» в феврале 2019 г. Для расчленения толщи грунтов на отдельные слои, оценки пространственной изменчивости свойств грунтов, количественной оценки их прочностных и деформационных характеристик, а также определения несущей способности свай для сооружений со свайным типом фундаментов проведены *испытания методом статического зондирования (рис. 4)* в 14 точках в соответствии с требованиями ГОСТ 19912-2012. Испытания проводились до достижения предельных усилий вдавливания зонда установкой статического зондирования или соответствовали глубине скважин.

Статическое зондирование выполнялось в феврале 2019 г. измерительной аппаратурой «ТЕСТ-АМ» (тензометрический зонд II типа А2-350).

Точки статического зондирования размещались с учётом требований п. 5.10 СП 24.13330.2011 рядом с геологическими скважинами, испытания проводились согласно требованиям ГОСТ 19912-2012 до выполнения условий п.5.4.6 ГОСТ 19912-2012.

По результатам испытаний вычислены значения удельного сопротивления грунтов под наконечником зонда q_c и на муфте трения f_s , угла внутреннего трения, удельного сцепления и модуля деформации. Произведен расчет несущей способности (F_d) забивных свай в соответствии с СП 24.13330.2011 и ГОСТ 20522-2012.

Результаты испытания грунтов статическим зондированием представлены в текстовых приложениях Ф, Х, Ц.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №							Лист	
										9
			Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		



Рисунок 4 – Испытания грунтов статическим зондированием

По настоящему объекту привлечены результаты испытания грунтов статическими нагрузками на штамп $S=600 \text{ см}^2$, выполненные организацией ООО «Трансэнергострой» по объекту «Обустройство Вятской площади Арланского месторождения нефти. Первый этап» (шифр Д050210150000-1), расположенному в пределах площади исследования. Испытания грунтов статическими нагрузками проводились с целью определения характеристик деформируемости, в том числе характеристик пермских элювиальных глинистых грунтов. Испытания методом статической нагрузки на винтовой штамп проводились согласно ГОСТ 20276-2012.

Испытания грунтов статическими нагрузками осуществлялись жестким круглой формы винтовым штампом тип ШВ60 площадью 600 см^2 , завинчиваемым на глубину 30 см ниже забоя скважины. Нагрузка на штамп производилась ступенями давления, равными 0,05-0,1 МПа. Измерение нагрузки производилось динамометром ДОСМ 3-50У, измерение осадки штампа осуществлялось индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм. По данным испытаний построены графики зависимости осадки штампа от давлений $S=f(p)$. Результаты испытаний грунтов статическими нагрузками на винтовой штамп приведены в приложении У.

Виды, количество и методика полевых опытных работ приведены в таблице 1.1.

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Д050210150000-3 - ИГИ

Лабораторные работы выполнялись в лаборатории по исследованию грунтов и вод ПАО «ОмскТИСИЗ в марте 2019 г. Определение классификационных и физико-механических свойств грунтов производилось в соответствии с нормативными документами ГОСТ 12536-2014, ГОСТ 5180-84, ГОСТ 28245-89, ГОСТ 12248 -2010, ГОСТ 30416-2012.

Прочностные характеристики грунтов (удельное сцепление - с, угол внутреннего трения - ф) (приложение Л) определялись методом консолидированно-дренированного среза при природной влажности и в водонасыщенном состоянии в срезных приборах СПКА при вертикальных нагрузках 0,10; 0,20; 0,30 МПа и 0,10; 0,30; 0,50. Скорость среза - согласно табл. 5.3 ГОСТ 12248-2010.

Деформационные характеристики (модуль деформации - Е) грунтов (приложение Л) определены методом компрессионных испытаний при природной влажности и в водонасыщенном состоянии в компрессионных приборах КППА ДС. Нагрузки прикладывались ступенями по 0,050 МПа до конечной нагрузки 0,30 МПа. Модуль деформации рассчитан в интервале давлений 0,10-0,20 МПа.

Частные значения физико-механических свойств грунтов, а также результаты сдвиговых и компрессионных испытаний представлены в таблицах физико-механических свойств (приложения Д.1, Ж) и паспортах грунтов (приложение Л).

Типы размокания определены согласно с РСН 51-84 с использованием прибора ПРГ-2 (приложение Т).

Степень набухания глинистых грунтов определялась в соответствии с ГОСТ 12248-2010 с использованием прибора свободного набухания грунтов ПНГ и в компрессионных приборах КПр-1 (приложение Р). Усадка грунта определена в условиях свободной трехосной деформации грунта при высыхании образца (приложение Р).

Коррозионная агрессивность грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали определялась по удельному электрическому сопротивлению и средней плотности катодного тока лабораторным методом с ГОСТ 9.602-2016. Результаты испытаний представлены в приложении Н.

Коррозионная агрессивность грунтов на бетон и арматуру железобетонных конструкций, а также к алюминиевой и свинцовой оболочкам кабеля (приложение П) определялась по результатам химического анализа водных вытяжек в соответствии с требованиями нормативных документов ГОСТ 9.602-2016, СП 28.13330.2012.

Камеральная обработка материалов инженерно-геологических изысканий производилась по результатам рекогносцировочного обследования, буровых, опытных работ и лабораторных исследований грунтов и вод.

Камеральная обработка материалов выполнена в период март-сентябрь 2019 г. главным геологом Ильянок Т.П., инженером-геологом Калюжной Е.С.

В результате камеральной обработки:
- составлены карты фактического материала, масштаб 1:2000; 1:500; 1:10000; на которые вынесены скважины, линии инженерно-геологических разрезов и их номера (том 2.2.1);

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Д050210150000-3 - ИГИ	Лист 11

- построены продольные профили с инженерно-геологическими разрезами под проектируемые линейные сооружения, масштаб: гориз. 1:2000, 1:500, верт. 1:100 (графические приложения том 2.2.1);
- построены инженерно-геологические разрезы под проектируемые площадные сооружения, масштаб: гориз. 1:500, верт. 1:100 (графические приложения том 2.2.1);
- составлены инженерно-геологические колонки выработок (графические приложения том 2.2.1);
- составлена карта инженерно-геологических условий и опасных геологических и инженерно-геологических процессов, масштаб 1:10000 (том 2.2.1);
- выполнена статистическая обработка физико-механических характеристик грунтов (приложения Д, Д.1).
- проанализированы результаты лабораторных исследований грунтов;
- составлена пояснительная записка. В пояснительной записке обобщены результаты инженерно-геологических изысканий и даны необходимые выводы и рекомендации для принятия проектных решений.

Для построения инженерно-геологических разрезов были использованы программный комплекс «Морея» (Свидетельство № 2011617588 от 29.09.2011 г. о государственной регистрации программы; Свидетельство №2011620598 от 24.06.2011 г. о государственной регистрации базы данных).

Предельные, нормативные и расчетные значения основных характеристик грунтов, полученные при статистической обработке, приведены в таблицах раздела 5 текстовой части отчета.

Инженерно-геологические изыскания выполнены в соответствии с требованиями:

СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения [6.34];

СП 11-105-97 Инженерно - геологические изыскания для строительства:

Часть I Общие правила производства работ;

Часть II Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов;

Часть III Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов;

Часть V Правила производства работ в районах с особыми природно-техногенными условиями;

СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений.

Классификация грунтов дана согласно ГОСТ 25100-2011, выделение ИГЭ в соответствии с ГОСТ 20522 – 2012.

Статистическая обработка результатов определений физико-механических характеристик грунтов и выделение инженерно-геологических элементов (ИГЭ) выполнены по ГОСТ 20522-2012.

Взам. инв. №							Лист
Подпись и дата							12
Инв. № подл.							Д050210150000-3 - ИГИ
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

В пределах основной территории подземные воды скважинами глубиной 4,0-15,0 м не вскрыты. Появление временного горизонта подземных вод типа «верховодка» возможно на глубине 0,5-3,0 м на участках развития глинистых слабофильтрующих грунтов, которые будут являться водоупором.

Опасные геологические и инженерно-геологические процессы в пределах изучаемой территории проявляются в виде сезонного подтопления территории подземными водами типа «верховодка». Опасных склоновых процессов не отмечено.

В соответствии с требованиями п. 5.2, СП 11-105-97, часть I, материалы ранее выполненных инженерно-геологических исследований были проанализированы и использовались при составлении настоящего отчета, в том числе для получения общих сведений о геологическом, гидрогеологическом, геоморфологическом строении, развитии геологических процессов, для стратиграфического расчленения, при выделении инженерно-геологических элементов (ИГЭ), при статистической обработке физико-механических характеристик грунтов.

Для установления возможности использования ранее полученных результатов исследований грунтов при составлении характеристик физико-механических свойств выделенных ИГЭ и несущей способности грунтов оснований сооружений, был выполнен предварительный анализ и сравнение этих данных с вновь полученными результатами исследований состава, состояния, физико-механических свойств грунтов. На основе сравнения был сделан вывод, что в целом новые данные физико-механических характеристик свойств грунтов близки к ранее полученным физическим характеристикам или находятся в пределах их вариаций.

При рекогносцировочном обследовании установлено, что с момента проведения вышеназванных изысканий до настоящего времени существенных изменений рельефа, инженерно-геологических и гидрогеологических условий в пределах исследуемой площади не произошло. На участках прокладки трасс коммуникаций, обустройства кустовых площадок с момента проведения изысканий произошли незначительные изменения рельефа, связанные со строительством автодорог, нефтепроводов и водоводов (обвалование).

При построении инженерно-геологических разрезов привлечены 38 архивных скважин общим объемом 342 п.м. Архивные скважины (шифры Д050210150000-1-ИГИ, 998.11-П-00000-ИГЛ-01) расположены в границах исследованной площади по настоящему объекту, нанесены на карты фактических материалов М 1:2000, 1:500, 1:10000 (том 2.2.1).

В качестве справочного материала использовались «Инженерная геология СССР. Русская платформа» (том 1). Москва, Издательство МГУ, 1976 г. и «Геология СССР», том XI – Поволжье и Прикамье. Москва, Издательство «Недра».

3 Физико-географические и техногенные условия

3.1 Рельеф и геоморфология

В административном отношении территория изысканий расположена в Каракулинском районе Удмуртской Республики, в пределах Вятской площади Арланского нефтяного

Име.№ подл.

Подпись и дата

Взам.инв.№

Изм.	Коп.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата

Д050210150000-3 - ИГИ

Лист

14

месторождения близ населенного пункта Боярка.

В орографическом отношении территория приурочена к восточной части Русской равнины и расположена в пределах Сарапульской возвышенности.

Территория расположена в Камско-Бельском понижении на правобережье нижнего течения р. Кама.

В геоморфологическом отношении площадь исследований приурочена к правобережному водораздельному склону реки Кама, осложненному долиной реки Ветлянка.

Рельеф в пределах исследуемой территории пологохолмистый, с общим уклоном к долине реки Кама. Абсолютные отметки поверхности изменяются от наиболее пониженной (75-100 м) южной части территории, расположенной вдоль долины реки Кама, до 200 м в центральной, наиболее возвышенной части.

Гидрографическая сеть территории представлена рекой Кама и ее правобережными притоками.

В русле Камы находится Нижнекамское водохранилище (Нижнекамская ГЭС). Нижнекамское водохранилище создано в 1979 году в долине р. Кама путем наполнения до промежуточной отметки 62,00 м БС (проектная отметка 68,00 м БС). Максимальная ширина водохранилища равна 15 км, средняя – 4 км. Длина составляет 185 км по р. Кама и 157 км по р. Белая. Средняя глубина – 3,3 м, наибольшая – 20 м. Площадь водосбора составляет 366 тыс. км².

Нижнекамское водохранилище обеспечивает суточное и недельное перераспределение притока к гидроузлу в интересах энергетики. Приточные расходы круглогодично пропускаются транзитом в нижний бьеф. Полный объем водохранилища при временной отметке 62,00 м БС составляет 2,9 км³, водного зеркала – 1,08 тыс. км². Мелководья с глубинами до 2 м занимают 49,8 % площади водохранилища. Ниже представлены данные отдела водных ресурсов по Удмурдской республике о Нижнекамском водохранилище на р. Кама:

Морфометрические характеристики:

- нормальный подпорный уровень, НПУ – 63,3 м БС;
- объем водохранилища при НПУ (полный) – 4,21 км³;
- площадь зеркала водохранилища при НПУ -1370 м²;
- минимальный навигационный уровень – 63,00 м БС;
- форсированный уровень при пропуске максимальных расходов вероятностью

превышения 1% -65,40 м БС.

Максимальные уровни воды на р. Кама наблюдаются в период весеннего половодья.

Вероятность подтопления площадных объектов (Кусты № 1, №2, площадки одиночной скв. 1546) и проектируемых линейных сооружений поверхностными водами отсутствует, так как абсолютные отметки исследуемой площади значительно выше высших уровней воды ближайших водотоков и форсированного уровня Нижнекамского водохранилища при пропуске максимальных расходов (65,40 м БС 77 г., согласно данным Камского БВУ). Ближайшие поверхностные водотоки находятся на значительном расстоянии от проектируемых сооружений.

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Д050210150000-3 - ИГИ	Лист 15

3.2 Климат

Климатическая характеристика района работ составлена по данным наблюдений метеостанции (МС) Сарапул.

В соответствии с рис. А.1 СП 131.13330.2018 исследуемая территория отнесена к IV климатическому подрайону, согласно приложения «В» СП 50.13330.2012 – к нормальной зоне влажности.

Территория характеризуется умеренно-континентальным климатом с продолжительной холодной, многоснежной зимой и сравнительно коротким, но теплым летом.

Атмосферная циркуляция. Климатические особенности рассматриваемой территории определяются ее географическим положением в центре материка Евразии. Зимой рассматриваемая территория находится под преимущественным влиянием сибирского антициклона, обуславливающим устойчивую морозную погоду. Наблюдаются частые вторжения холодных воздушных масс с севера, а также прорывы морских воздушных масс, несущих влагу с Атлантического океана, с которыми связаны резкие изменения погоды. Летом территория находится в основном в области низкого давления. Нередко вторгаются воздушные массы с Баренцева и Карского морей, а также с Азорских островов. Проникновение морских воздушных масс умеренных широт, связанное с интенсивной циклонической деятельностью, вызывает в холодное время года резкое повышение температуры воздуха и кратковременные оттепели. Летом морской воздух приносит прохладную и влажную погоду.

Ветровой режим. В течении всего года преобладают ветры юго-западных направлений. Средняя годовая скорость ветра составляет 3,4 м/с. Средние месячные скорости ветра изменяются в пределах 2,8-3,8 м/с, наибольшие скорости наблюдаются в холодный период года, наименьшие – в теплый.

Максимальная скорость ветра с учетом порыва достигает 28 м/с.

Температура воздуха. Средняя годовая температура воздуха составляет плюс 3,1°С. Наиболее холодным месяцем в году является январь со среднемесячной температурой воздуха минус 13,2°С. Средняя месячная температура июля, самого теплого месяца, составляет плюс 19,1 °С.

Таблица 1.3.1 - Средняя месячная и годовая температура воздуха в градусах Цельсия

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Сарапул	-13,2	-12,1	-5,0	4,2	12,2	17	19,1	16,4	10,6	3,1	-4,6	-10,6	3,1

Абсолютный максимум температуры воздуха по м.ст. Сарапул составил плюс 35,5°С (июль), абсолютный минимум – минус 41,6°С (январь). Продолжительность теплого и холодного периодов составляет соответственно 7 и 5 месяцев.

Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 0оС осенью происходит 25 октября, весной – 5 апреля.

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Первые заморозки отмечаются обычно в третьей декаде сентября, последние – в середине мая. Безморозный период составляет в среднем 132 дня.

Расчетные температуры наружного воздуха тёплого периода года приведены по м.ст. Сарапул:

- температура воздуха обеспеченностью 0,95 % (повторяемостью один раз в 20 лет) плюс 23°С, обеспеченностью 0,98 % (один раз в 100 лет) плюс 26°С;
- средняя максимальная температуры воздуха наиболее тёплого месяца плюс 24,7°С;
- средняя суточная амплитуда температуры наиболее тёплого месяца плюс 10,7°С;

Осадки. Средняя многолетняя сумма осадков составляет 568 мм. Распределение их в течение года неравномерное, основная масса осадков (68,5 %) выпадает в теплый период года, на холодный период года приходится 31,5 % годовой суммы осадков.

Снежный покров. Снежный покров оказывает существенное влияние на формирование климата. Снежный покров обычно появляется в конце второй декады октября. Устойчивый снежный покров образуется в первой декаде ноября, разрушается в середине апреля. Полный сход снежного покрова наблюдается в третьей декаде апреля. Средняя продолжительность периода со снежным покровом составляет 166 дней.

Максимальной высоты снежный покров достигает к концу второй декады марта. Максимальная высота снежного покрова из наибольших за зиму в поле составляет 88 см, средняя -53 см, наименьшая - 32 см.

Влажность воздуха. Среднее годовое парциальное давление водяного пара, содержащегося в воздухе, составляет 6,9 гПа. В течение года парциальное давление водяного пара изменяется от 2,1 гПа в январе и феврале до 14,5 гПа в июле.

Средняя годовая относительная влажность воздуха составляет 74 %. Наибольшие значения относительной влажности воздуха наблюдаются в зимний период, наименьшие - в теплый.

Нагрузки. По весу снегового покрова участок изысканий относится к району – V, нормативное значение веса снегового покрова на 1м² горизонтальной поверхности земли равно 2,5 (250) кПа (кгс/м²).

По ветровому давлению рассматриваемая территория относится к району – I, нормативное значение ветрового давления на высоте 10 м от земли и повторяемостью 1 раз в 50 лет принято равным 0,23 (230) кПа (кгс/м²).

По скоростному напору ветра участок изысканий относится к району - II, значение скоростного напора ветра: на высоте 10 м над поверхностью земли повторяемостью 1 раз в 25 лет, при расчетной скорости 29 м/с равен 500 Па.

По толщине стенки гололёда участок работ находится во II районе. Нормативная толщина стенки гололёда для высоты 10 м над поверхностью земли повторяемостью 1 раз в 5 лет – 5 мм.

Район по толщине стенки гололеда по картам районирования относится к III району. Нормативная толщина стенки гололёда на высоте 10 м над поверхностью земли повторяемостью 1 раз в 25 лет составляет 20 мм.

Атмосферные явления.

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Д050210150000-3 - ИГИ

Туманы. Туманы возможны в любое время года, среднее число дней в году с туманами по м. ст. Сарапул - 32, наибольшее – 49. Среднегодовая продолжительность тумана составляет 137 часов.

Гроза. Среднее число дней в году с грозами составляет – 27, наибольшее - 41. Среднегодовая продолжительность грозы - 54 часа.

Метели. За год среднее количество дней с метелью составляет 31, наибольшее - 59. Среднегодовая продолжительность метелей составляет 239 часов.

Гололед. Зимы сопровождаются гололедно - изморозевыми явлениями. Максимальный диаметр стенки гололеда составляет 8 мм, толщина нормативной стенки гололеда равна 7 мм, вес отложения – 16 г.

3.3 Техногенные условия

В настоящее время в пределах границ исследования расположены существующие сооружения: БКНС-4а, КНС-4а, ТВО-4, ПС «Биектау». Обустроены полностью или частично и находятся в эксплуатации ряд кустовых площадок Арланского месторождения нефти. Кустовые площадки №№ 20, 23, 27, 28, 30, 31, 32, 74, 84 застроены сооружениями технологического назначения, с подземными и наземными коммуникациями. Площадки кустов обвалованы насыпями высотой 0,5-1,0 м.

В пределах исследуемой территории имеются действующие нефтепроводы, внутрипромысловые автодороги, линии электропередач, проложены инженерные коммуникации: высоконапорные и низконапорные водопроводы, кабельные сети.

По опросам местных жителей и служащих нефтяного промысла, за период эксплуатации месторождения аварий на объекте не происходило. Опасных геологических и инженерно-геологических процессов, связанных со строительством и эксплуатацией указанных сооружений, не отмечено.

Проезд к участку работ возможен по автодороге с асфальтовым покрытием Уфа-Ижевск через паромную переправу ОАО «Белкамнефть» у с. Боярка, затем по нефтепромысловым грунтовым автодорогам до кустовых площадок.

Ближайшие крупные населенные пункты – с. Боярка, г. Нефтекамск, г. Сарапул.

4 Геологическое строение

Согласно схеме инженерно-геологического районирования Русской платформы, территория исследований приурочена к Волго-Уральской антеклизе.

В тектоническом отношении рассматриваемая территория соответствует восточной окраине Русской плиты Восточно-Европейской платформы, представляющей собой докембрийский гранитно-гнейсовый фундамент, перекрытый чехлом осадочных пород палеозоя, мезозоя и кайнозоя.

Изм. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. №

Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Д050210150000-3 - ИГИ	Лист 19

Таблица 4.1- Сводный геолого-литологический разрез территории исследований

Геол. индекс	№ ИГЭ, слоя	Литолого-генетические типы и виды грунтов и их описание	Мощность, м
1	2	3	4
tQ _H	Слой 1a	Насыпной грунт: глина полутвердая с прослойками суглинка, с щебнем, гравием	0,1-1,3 м
Q _H	Слой 1	Почвенно-растительный слой	0,1-0,3 м
edQ	ИГЭ 8	Суглинок полутвердый, тяжелый, пылеватый, бурый, непросадочный, ненабухающий, с прослойками твердого и тугопластичного	1,1-4,8 м
edQ	ИГЭ 10	Глина полутвердая, легкая, пылеватая, бурая, непросадочная, сильнонабухающая, участками средненабухающая, с прослоями (10-20 см) твердой глины и суглинка	0,5-6,5 м
eP _{3t}	ИГЭ 15	Глина твердая, легкая, пылеватая, красно-коричневая, ненабухающая, непросадочная, алевритистая, известковистая, трещиноватая, с частыми прослоями алевролитов и песчаника (мощностью 5-10см), с включениями (размером 3-7см) дресвы и щебня карбонатных пород 5-20%.	вскрытая мощность 0,4-14,9 м
eP _{3t}	ИГЭ 16	Алевролит сильновыветрелый до суглинка твердого, прослоями полутвердого, тяжелого, пылеватого, красно-коричневого, непросадочного, ненабухающего, с прослоями (5-10 см) песчаника, с включениями дресвы и щебня карбонатных пород 5-20%	вскрытая мощность 0,6-10,6

5 Физико-механические свойства грунтов

В настоящем отчете принята ранее используемая нумерация инженерно-геологических элементов (ИГЭ) по объекту: «Обустройство Вятской площади Арланского нефтяного месторождения. Первый этап» (шифр отчета Д050210150000-1-ИГИ), находящемся в пределах исследуемой территории.

В результате анализа частных значений физико-механических свойств грунтов, определенных лабораторными и полевыми методами, с учетом данных о литологических особенностях грунтов в геологическом разрезе выделено 4 инженерно-геологических элемента (ИГЭ) и два слоя:

- Слой 1 (Q_H)** – Почвенно-растительный слой;
- Слой 1a (tQ_H)** – Насыпной грунт: глина полутвердая с щебнем, гравием;
- ИГЭ 8 (edQ)** – Суглинок полутвердый;
- ИГЭ 10 (edQ)** – Глина полутвердая сильнонабухающая, участками средненабухающая;
- ИГЭ 15 (eP_{3t})** – Глина твердая, с прослоями алевролитов и песчаника, с дресвой и щебнем 5-20%;
- ИГЭ 16 (eP_{3t})** – Алевролит сильновыветрелый до суглинка твердого, с прослоями песчаника, с дресвой и щебнем 5-20%.

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Частные значения физико-механических свойств грунтов приведены в приложениях Д.1, Ж и Л. Предельные, нормативные и расчетные значения основных характеристик грунтов, полученные при обработке по ГОСТ 20522-2012 приведены в таблицах 5.1-5.4 текста.

Слой 1 (Q_H) – Почвенно-растительный слой.

Слой 1а (tQ_H) – Насыпной грунт: глина полутвердая с щебнем, гравием.

Техногенные отложения вскрыты на переходах через автодороги, имеют незначительную мощность (0,1–1,3 м). Они не служат основанием проектируемых сооружений и не являются объектом инженерно-геологических исследований, поэтому изучались только их мощность и характер распространения (п.9.2, ч. III СП 11-105-97).

ИГЭ 8 (edQ) – Суглинок полутвердый

Показатели физико-механических свойств грунта ИГЭ 8 приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Основные показатели физико-механических свойств грунтов ИГЭ 8

Наименование характеристики	Кол. опр.	Значение характеристики			S	V	Расчетные значения	
		min	max	норм.			0,85	0,95
Влажность природная W_e , д.е.	29	0,15	0,27	0,23	3,21	0,14		
Влажность при водонасыщении W_{sat} , д.е.	6	0,17	0,24	0,23				
Влажность на границе текучести W_L , д.е.	29	0,30	0,42	0,37	2,70	0,07		
Влажность на границе раскатывания W_p , д.е.	29	0,19	0,25	0,22	1,72	0,08		
Число пластичности I_p , д.е.	29	0,11	0,16	0,15				
Показатель текучести при природной влажности I_L , д.е.	29	0,02	0,24	0,07				
Коэффициент водонасыщения S_r , д.е.	26	0,80	1,00	0,90				
Плотность минеральной части ρ_s , г/см ³	26	2,67	2,71	2,69				
Плотность грунта при природной влажности ρ , г/см ³	26	1,91	2,00	1,96	0,03	0,02	1,95	1,94
Плотность грунта при водонасыщении ρ , г/см ³	6	2,01	2,18	2,07	0,08	0,04	2,03	2,00
Плотность сухого грунта ρ_d , г/см ³	26	1,51	1,73	1,59				
Коэффициент пористости e , д.е.	26	0,56	0,78	0,69				
Относит. деформация набухания ε_{sw0} , д.е.	3	0,003	0,014	0,009				
Угол внутреннего трения при природной влажности по результатам лабораторных исследований φ , градусы	6	16	24	21	2,66	0,13	19	18
Угол внутреннего трения при водонасыщении по результатам лабораторных исследований φ , градусы	6	17	20	18	1,05	0,06	18	17
Удельное сцепление при природной влажности по результатам лабораторных исследований C , кПа	6	23	36	29	4,97	0,17	26	25
Удельное сцепление при водонасыщении по результатам лабораторных исследований C , кПа	6	17	34	26	6,35	0,24	23	21
Модуль деформации E при природной влажности по результатам компрессионных испытаний, МПа	12	3,3	6,5	4,7	0,98	0,21		
Модуль деформации E при водонасыщении по результатам компрессионных испытаний	6	2,7	3,7	3,1	0,46	0,15		
Модуль деформации E при природной влажности по результатам компрессионных испытаний с учетом коэффициента m_k	6	13,30	26,19	18,94				
Модуль деформации E по результатам штамповых испытаний, МПа	2	18,10	19,80	18,95				

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Д050210150000-3 - ИГИ

Лист

22

Изм. Кол. уч. Лист. № док. Подпись. Дата

Наименование характеристики	Кол. опр.	Значение характеристики			S	V	Расчетные значения	
		min	max	норм.			0,85	0,95
Модуль деформации E_{sat} при водонасыщении по результатам штамповых испытаний с учетом переходного коэффициента $E_{k sat} / E_{k w}$, МПа				12,50				
Примечания: S – среднеквадратичное отклонение; V – коэффициент вариации Корректировочный коэффициент m_k получен по результатам сопоставления модуля деформации по штамповым испытаниям со значением модуля деформации по результатам компрессионных испытаний								

ИГЭ 10 (edQ) – Глина полутвердая сильнонабухающая, участками средненабухающая.

Показатели физико-механических свойств грунта ИГЭ 10 приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Основные показатели физико-механических свойств грунтов ИГЭ 10

Наименование характеристики	Кол. опр.	Значение характеристики			S	V	Расчетные значения	
		min	max	норм.			0,85	0,95
Влажность природная W_e , д.е.	69	0,18	0,32	0,23	3,39	0,15		
Влажность при водонасыщении W_{sat} , д.е.	6	0,22	0,27	0,25				
Влажность на границе текучести W_L , д.е.	69	0,32	0,54	0,43	3,51	0,08		
Влажность на границе раскатывания W_p , д.е.	69	0,18	0,30	0,23	2,57	0,11		
Число пластичности I_p , д.е.	69	0,17	0,25	0,21				
Показатель текучести I_L при природной влажности, д.е.	69	<0	0,47	0,22				
Коэффициент водонасыщения S_r , д.е.	24	0,81	1,00	0,91				
Плотность минеральной части ρ_s , г/см ³	24	2,69	2,74	2,71				
Плотность грунта при природной влажности ρ , г/см ³	24	1,84	2,06	1,98	0,07	0,04	1,96	1,95
Плотность грунта при водонасыщении ρ , г/см ³	6	2,08	2,26	2,13	0,06	0,03	2,10	2,07
Плотность сухого грунта ρ_d , г/см ³	24	1,40	1,74	1,61				
Коэффициент пористости e , д.е.	24	0,56	0,89	0,68				
Относительная деформация набухания ϵ_{sw} , д.е.	4	0,082	0,196	0,123				
Влажность после набухания w_{sw} , %	4	31	37	34				
Давление набухания p_{sw} , МПа	4	0,00	0,40	0,12				
Относительная объемная усадка, д.ед.	4	0,1	0,22	0,13				
Относительная линейная усадка, д.ед.	4	0,04	0,09	0,05				
Влажность на пределе усадки W_u , %	4	11	15,9	13,3				
Угол внутреннего трения при природной влажности по результатам лабораторных исследований ϕ , градусы	7	15	18	17	0,98	0,06	16	15
Угол внутреннего трения при водонасыщении по результатам лабораторных исследований ϕ , градусы	6	13	18	16	1,72	0,11	15	14
Угол внутреннего трения по результатам статического зондирования, градусы	10	19	21	20		<0,3	19	19
Удельное сцепление при природной влажности по результатам лабораторных исследований C , кПа	7	59	82	70	9,23	0,13	66	63
Удельное сцепление при водонасыщении по результатам лабораторных исследований C , кПа	6	33	41	37	3,22	0,09	35	34
Удельное сцепление по результатам статического зондирования, кПа	10	38	41	39		<0,3	38	37

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Д050210150000-3 - ИГИ

Лист

23

Изм. Кол. уч. Лист. № док. Подпись. Дата

Наименование характеристики	Кол. опр.	Значение характеристики			S	V	Расчетные значения	
		min	max	норм.			0,85	0,95
Модуль деформации E при природной влажности по результатам компрессионных испытаний, МПа	10	4,2	5,7	4,8	0,48	0,10		
Модуль деформации E при водонасыщении по результатам компрессионных испытаний	6	2,0	3,2	2,7	0,51	0,19		
Модуль деформации E при природной влажности по результатам компрессионных испытаний с учетом коэффициента m_k	10	20,11	27,30	22,99				
Модуль деформации E по результатам штамповых испытаний, МПа	2	20,80	25,20	23,00				
Модуль деформации E_{sat} при водонасыщении по результатам штамповых испытаний с учетом переходного коэффициента $E_{k sat} / E_{k w}$, МПа				12,94				
Модуль деформации E по результатам статического зондирования, МПа	10	10,9	16,2	16,2				
Примечания: S – среднеквадратичное отклонение; V – коэффициент вариации Корректировочный коэффициент m_k получен по результатам сопоставления модуля деформации по штамповым испытаниям со значением модуля деформации по результатам компрессионных испытаний								

ИГЭ 15 (eP_{3t}) – Глина твердая, с прослоями алевролитов и песчаника, с дресвой и щебнем 5-20%.

Показатели физико-механических свойств грунта ИГЭ 15 при природной влажности и водонасыщении представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Основные показатели физико-механических свойств грунтов ИГЭ 15

Наименование характеристики	Кол. опр.	Значение характеристики			S	V	Расчетные значения	
		min	max	норм.			0,85	0,95
Влажность природная W_e , д.е.	101	0,16	0,26	0,20	1,85	0,09		
Влажность при водонасыщении W_{sat} , д.е.	11	0,20	0,31	0,23				
Влажность на границе текучести W_L , д.е.	101	0,35	0,56	0,45	4,33	0,10		
Влажность на границе раскатывания W_p , д.е.	101	0,18	0,32	0,24	3,02	0,13		
Число пластичности I_p , д.е.	101	0,18	0,31	0,21				
Показатель текучести I_L при природной влажности, д.е.	89	<0	0,21	<0				
Коэффициент водонасыщения S_r , д.е.	24	0,77	0,96	0,83				
Плотность минеральной части ρ_s , г/см ³	24	2,69	2,73	2,71				
Плотность грунта при природной влажности ρ , г/см ³	24	1,88	2,06	1,97	0,05	0,03	1,96	1,95
Плотность грунта при водонасыщении ρ , г/см ³	11	1,90	2,40	2,17	0,19	0,09	2,10	2,06
Плотность сухого грунта ρ_d , г/см ³	23	1,50	1,72	1,65				
Коэффициент пористости e , д.е.	23	0,57	0,82	0,65				
Относит. деформация набухания ϵ_{sw0} , д.е.	4	0,033	0,039	0,036				
Угол внутреннего трения при природной влажности по результатам лабораторных исследований ϕ , градусы	7	16	19	17	1,11	0,06	17	16
Угол внутреннего трения при водонасыщении по результатам лабораторных исследований ϕ , градусы	9	14	18	16	1,17	0,07	16	15
Угол внутреннего трения по результатам статического зондирования, градусы	14	20	21	20		<0,3	20	19
Удельное сцепление при природной влажности по	7	68	87	79	6,58	0,08	77	75

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Д050210150000-3 - ИГИ

Лист

24

Изм. Кол. уч. Лист. № док. Подпись. Дата

Наименование характеристики	Кол. опр.	Значение характеристики			S	V	Расчетные значения	
		min	max	норм.			0,85	0,95
результатам лабораторных исследований C , кПа								
Удельное сцепление при водонасыщении по результатам лабораторных исследований C , кПа	9	35	42	38	2,32	0,06	37	36
Удельное сцепление по результатам статического зондирования, кПа	14	39	43	40		<0,3	39	38
Модуль деформации E при природной влажности по результатам компрессионных испытаний, МПа	7	4,0	4,9	4,4	0,29	0,07		
Модуль деформации E при водонасыщении по результатам компрессионных испытаний	11	1,9	2,8	2,3	0,29	0,13		
Модуль деформации E при природной влажности по результатам компрессионных испытаний с учетом коэффициента m_k	6	17,76	21,76	19,56				
Модуль деформации E при природной влажности по результатам штамповых испытаний, МПа	3	19,00	20,40	19,53				
Модуль деформации E_{sat} при водонасыщении по результатам штамповых испытаний с учетом переходного коэффициента $E_{k sat} / E_{k w}$, МПа				10,21				
Модуль деформации E по результатам статического зондирования, МПа	14	17,10	23,00	22,8				
Примечания: S – среднеквадратичное отклонение; V – коэффициент вариации Корректировочный коэффициент m_k получен по результатам сопоставления модуля деформации по штамповым испытаниям со значением модуля деформации по результатам компрессионных испытаний								

ИГЭ 16 (P_{3t}) – Алеврит сильноветрелый до суглинка твердого, с прослоями песчаника, с дресвой и щебнем 5-20%.

Показатели физико-механических свойств грунта ИГЭ 16 при природной влажности и при водонасыщении приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Основные показатели физико-механических свойств грунтов ИГЭ 16

Наименование характеристики	Кол. опр.	Значение характеристики			S	V	Расчетные значения	
		min	max	норм.			0,85	0,95
Влажность природная W_e , д.е.	42	0,14	0,26	0,18	2,82	0,15		
Влажность при водонасыщении W_{sat} , д.е.	6	0,19	0,24	0,20				
Влажность на границе текучести W_L , д.е.	42	0,28	0,41	0,35	3,01	0,09		
Влажность на границе раскатывания W_p , д.е.	42	0,14	0,25	0,20	2,76	0,14		
Число пластичности I_p , д.е.	42	0,13	0,16	0,15				
Показатель текучести I_L при природной влажности д.е.	42	<0	0,23	<0				
Коэффициент водонасыщения S_r , д.е.	17	0,82	1,00	0,84				
Плотность минеральной части ρ_s , г/см ³	17	2,68	2,70	2,69				
Плотность грунта при природной влажности ρ , г/см ³	17	1,91	2,12	2,00	0,06	0,03	1,99	1,98
Плотность грунта при водонасыщении ρ , г/см ³	6	1,99	2,29	2,13	0,12	0,06	2,07	2,03
Плотность сухого грунта ρ_d , г/см ³	17	1,59	1,81	1,69				
Коэффициент пористости e , д.е.	17	0,48	0,71	0,59				
Относит. деформация набухания ε_{sw0} , д.е.	3	0,006	0,020	0,013				

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Д050210150000-3 - ИГИ

Лист

25

Изм. Кол. уч. Лист. № док. Подпись. Дата

Угол внутреннего трения при природной влажности по результатам лабораторных исследований φ , градусы	6	17	24	19	2,61	0,14	18	17
Угол внутреннего трения при водонасыщении по результатам лабораторных исследований φ , градусы	6	17	20	19	1,10	0,06	17	16
Удельное сцепление при природной влажности по результатам лабораторных исследований C , кПа	6	28	41	33	5,29	0,16	30	29
Удельное сцепление при водонасыщении по результатам лабораторных исследований C , кПа	6	23	34	28	4,00	0,14	26	25
Модуль деформации E при природной влажности по результатам компрессионных испытаний, МПа	6	4,6	7,3	5,5	1,00	0,18		
Модуль деформации E при водонасыщении по результатам компрессионных испытаний	6	2,6	3,9	3,3	0,44	0,13		
Модуль деформации E при природной влажности по результатам компрессионных испытаний с учетом коэффициента m_k	6	14,12	22,41	16,89				
Модуль деформации E по результатам штамповых испытаний	2	16,7	18,9	17,8				
Модуль деформации E_{sat} при водонасыщении по результатам штамповых испытаний с учетом переходного коэффициента $E_{k sat} / E_{k w}$, МПа				10,68				
Примечания: S – среднее квадратичное отклонение; V – коэффициент вариации Корректировочный коэффициент m_k получен по результатам сопоставления модуля деформации по штамповым испытаниям со значением модуля деформации по результатам компрессионных испытаний								

Характер залегания выделенных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) по площади и глубине простирается показан на инженерно-геологических разрезах масштаба 1:500, на профилях с инженерно-геологическими разрезами М 1:2000 и в инженерно-геологических колонках выработок.

Предельные, нормативные и расчетные значения физико-механических характеристик грунтов, а также статистические характеристики приведены в приложениях Д, Д.1; частные значения – в прил. Д.1, Ж, Л.

По результатам химического анализа водной вытяжки (приложение М), грунты выше уровня подземных вод, согласно табл. Б.25 ГОСТ 25100-2011, незасоленные.

Согласно табл. В.1 СП 28.13330.2012, грунты не агрессивны по отношению к бетонам (по содержанию сульфатов).

Согласно табл. В.2 СП 28.13330.2012, грунты не агрессивны по отношению к арматуре железобетонных конструкций (по содержанию хлоридов).

Согласно табл. Х.5 СП 28.13330.2012, грунты ниже уровня подземных вод по отношению к конструкциям из углеродистой стали слабоагрессивные; выше уровня грунтовых вод - среднеагрессивные.

По результатам лабораторных определений удельного электрического сопротивления (УЭС), согласно ГОСТ 9.602-2005 (табл. 1), коррозионная агрессивность грунтов до глубины 1,4-7,7 м - высокая (приложение Н).

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Д050210150000-3 - ИГИ

Лист

26

Глины ИГЭ 15 просадочными свойствами не обладают (коэффициент водонасыщения более 0,80).

Грунты ИГЭ 15 ненабухающие ($\varepsilon_{sw} = 0,036$ д.е.).

Содержание карбонатов в глине ИГЭ 15 составляет до 4% (приложение С).

В гранулометрическом составе преобладают пылеватые частицы (приложение К).

Грунты ИГЭ 15 по типу размокаемости - быстро, медленно и очень медленно размокаемые (приложение Т). Ввиду быстрой размокаемости грунтов разреза следует предусмотреть меры по предотвращению их промачивания.

ИГЭ 16 (eP_{3t}) - Алевролит сильновыветрелый до суглинка твердого, прослоями полутвердого, тяжелого, красно-коричневого, непросадочного, ненабухающего, с прослоями (5-10 см) песчаника, с включениями дресвы и щебня карбонатных пород 5-20%. Отложения ИГЭ 16 залегают в толще пермских элювиальных образований. Мощность 0,6-10,6 м.

Алевролиты, сильновыветрелые до суглинков (ИГЭ 16) просадочными свойствами не обладают (коэффициент водонасыщения более 0,80).

Грунты ИГЭ 16 ненабухающие, по типу размокаемости - быстро размокаемые (приложение Т).

Содержание карбонатов в алевролитах, выветрелых до суглинка (ИГЭ 16) до 4% (приложение С).

По степени водопроницаемости грунты ИГЭ 15, ИГЭ 16 относятся к слабопроницаемым (коэффициент фильтрации $k_f = 0,1$ м/сут).

Набухающие грунты представлены элювиально-делювиальными глинами полутвердыми (ИГЭ 10) сильнонабухающими, участками средненабухающими. Набухающие глины (ИГЭ 10) вскрыты в верхней части разреза. Мощность глины ИГЭ 10 изменяется от 0,5 до 6,5 м. Максимальная мощность глины (до 6,5 м) вскрыта по трассе ВЛ-6 кВ от ф.№1 ПС «Ветлянка» до КТП-6/0,4 ТВО-4а.

По результатам определения свободного набухания, влажности после набухания, давления набухания и определения усадки, набухающие глины ИГЭ 10 характеризуются следующими показателями (приложение Р):

- относительная деформация набухания (свободное набухание) e_{sw} глин ИГЭ 10 без нагрузки составляет 0,082-0,196 д.е.;

- влажность после набухания w_{sw} составляет 31-37%;

- давление набухания p_{sw} изменяется от 0,00 МПа до 0,40 МПа;

- заданное давление, при котором определялась относительная деформация набухания: 0,0025 МПа, 0,0125 МПа; 0,05 МПа, 0,1 МПа, 0,2 МПа, 0,3 МПа, 0,4 МПа;

- относительная объемная усадка изменяется от 0,1 д.ед. до 0,22 д.ед.;

- относительная линейная усадка изменяется от 0,04 д.ед. до 0,09 д.ед.;

- влажность на пределе усадки W_y изменяется от 11% до 15,9%.

Грунты способны проявлять набухающие свойства при замачивании в условиях, исключающих возможность бокового расширения.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Д050210150000-3 - ИГИ

Лист

28

При нарушении природного сложения набухающего грунта (например, при использовании его в качестве грунта обратной засыпки) величина свободного набухания может увеличиться до 1,5-2,0 раз. Набухающие грунты при высыхании дают усадку, которая находится в прямой пропорциональной зависимости от склонности грунта к набуханию.

Нормативные и расчетные характеристики основных физико-механических свойств специфических грунтов приведены в таблицах 5.3, 5.4 текстовой части отчета.

Согласно карте карстопроявлений на территории СССР и схеме карстовых областей и районов Европейской части СССР, Урала и Кавказа, справочника по инженерной геологии (Ребрик Б.М., Соколов. Д. С., М., Недра) карстопроявление на территории Республики Удмуртия отсутствует. Карстующиеся породы в пределах района изысканий не встречены.

В соответствии с СП 116.13330.2012 и картой местного регионального районирования исследуемая территория не является карстоопасной для строительства проектируемых сооружений. По данным маршрутных обследований внешние проявления карстовых процессов (воронки, котловины и др.) не зафиксированы. Согласно прил. Ж СП 116.13330.2012, по совокупности факторов по категории устойчивости к карсту объект расположен на территории IV категории устойчивости.

7 Гидрогеологические условия

На период проведения изысканий (февраль 2019 г.) в пределах площади исследований подземные воды до исследуемой глубины 5,0-15,0 м не вскрыты. В периоды весеннего снеготаяния и продолжительных дождей возможно формирование кратковременного горизонта подземных вод типа «верховодка» в интервале глубин 1,5-3,0 м от поверхности земли в связи с близким залеганием к поверхности глинистых отложений.

В результате строительства проектируемых сооружений, исходя из их технических характеристик и инженерно-геологических условий территории, существенного изменения гидрогеологических условий не произойдет. При проведении мероприятий по планировке площадки, сбору и утилизации дождевых и талых вод, формирования постоянного водоносного горизонта в сфере влияния сооружений с геологической средой не ожидается.

8 Геологические и инженерно-геологические процессы

Опасные геологические и инженерно-геологические процессы возможны в виде сезонного подтопления территории. В соответствии с приложением «И» СП 11-105-97 (ч. II) участок относится к сезонно подтапливаемому в естественных условиях (I-A-2). Развитие процесса происходит по схеме 2 – вследствие увлажнения грунтов и формирования временного водоносного горизонта участках.

Категория сложности инженерно-геологических условий объекта, по совокупности факторов, согласно СП 47.13330.2012, приложение А, СП 11-105-97, Часть I, приложение Б - III (сложная).

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Д050210150000-3 - ИГИ	Лист
							29

- территория исследований находится в пределах одного геоморфологического элемента, одного генезиса, поверхность слабонаклонная (по данному признаку инженерно-геологические условия территории оцениваются как средней сложности – (II категория);
- в разрезе выделено не более 4 литологических слоев (II);
- в пределах исследуемой территории подземные воды отсутствуют (I);
- на территории распространены специфические грунты (техногенные, набухающие, элювиальные образования) (III кат.);
- опасные инженерно-геологические процессы, проявляющиеся в виде сезонного подтопления отдельных участков, не окажут решающего влияния на проектные решения, строительство и эксплуатацию объектов (II);
- природно-технические условия производства работ - хорошие (I).

По результатам рекогносцировочного обследования непосредственно на участке изысканий и на сопредельных территориях, наличия карстовых проявлений не обнаружено. Карстующиеся породы в пределах участка изысканий не встречены. Исходя из геолого-литологического строения территории и по результатам изысканий прошлых лет, можно сделать вывод, что защитный экран триггенных верхнепермских отложений составляет более 20 м.

Согласно карте карстопроявлений на территории СССР и схеме карстовых областей и районов Европейской части СССР, Урала и Кавказа, справочника по инженерной геологии (Ребрик Б.М., Соколов. Д. С., М., Недр) карстопроявление на территории республики Удмуртия отсутствует.

Принимая во внимание вышеизложенные факты, исследованная площадь относится к VI категории (провалообразование исключается) по карстовой опасности (табл. 5.1 СП 11-105-97, часть II).

Сейсмические условия. Согласно СП 14.13330.2018 (приложение А, примечание, третий абзац), интенсивность сейсмических воздействий на территории Удмуртской Республики составляет менее шести баллов (по картам А, В, С) ОСР -2015. Район работ, в соответствии с СП 14.13330.2014, не относится к сейсмически опасным.

Согласно СП 14.13330.2018 (примечание, третий абзац к приложению А), субъекты РФ, их города и населенные пункты, территории которых расположены в пределах зон, характеризующихся сейсмической активностью менее 6 баллов, в список населенных пунктов, расположенных в сейсмических районах, не помещены. Удмуртская Республика входит в число таких субъектов с сейсмической активностью менее 6 баллов.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №							Лист
			Д050210150000-3 - ИГИ						
Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

9. Заключение

1. В административном отношении территория изысканий расположена в Каракулинском районе Удмуртской Республики, в пределах Вятской площади Арланского нефтяного месторождения близ населенного пункта Боярка.

2. В геоморфологическом отношении площадь исследований приурочена к правобережному водораздельному склону реки Кама, осложненному долиной реки Ветлянка.

3. Рельеф в пределах исследуемой территории пологохолмистый, с общим уклоном к долине реки Кама. Абсолютные отметки поверхности изменяются от наиболее пониженной (75-100 м) южной части территории, расположенной вдоль долины реки Кама, до 200 м в центральной, наиболее возвышенной части.

4. В геологическом строении участка исследований до изученной глубины 15,0 м принимают участие четвертичные элювиально-делювиальные (edQ) отложения, подстилаемые пермскими элювиальными образованиями (eP_{3t}). С поверхности отложения перекрыты почвенно-растительным слоем, на переходах через автодороги вскрыты насыпные грунты.

Сводный геолого-литологический разрез территории в порядке стратиграфической последовательности представлен в таблице 4.1.

Границы распространения геолого-литологических разновидностей грунтов отражены на инженерно-геологических разрезах и профилях с инженерно-геологическими разрезами (графические приложения, том 2.2.1).

Частные значения физико-механических свойств грунтов приведены в приложениях Д.1, Ж и Л, нормативные и расчетные значения – в таблицах 5.1-5.4 раздела 5 текстовой части и в текстовом приложении Д.

Значения основных показателей физико-механических свойств грунтов для расчета оснований проектируемых сооружений представлены в таблице 9.1.

Слой 1 (Q_H) – Почвенно-растительный слой;

Слой 1a (tQ_H) – Насыпной грунт: глина полутвердая с щебнем, гравием;

ИГЭ 8 (edQ) – Суглинок полутвердый;

ИГЭ 10 (edQ) – Глина полутвердая сильнонабухающая, участками средненабухающая;

ИГЭ 15 (eP_{3t}) – Глина твердая, с прослоями алевролитов и песчаника, с дресвой и щебнем 5-20%;

ИГЭ 16 (eP_{3t}) – Алевролит сильновыветренный до суглинка твердого, с прослоями песчаника, с дресвой и щебнем 5-20%.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №							Лист
			Д050210150000-3 - ИГИ						
Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

Таблица 9.1 – Сводная таблица рекомендуемых расчетных и нормативных значений физико-механических свойств грунтов

Номер ИГЭ, слоя	Геологический индекс	Влажность, д.ед.	Показатель текучести, д.ед.	Коэффициент пористости, д.ед.	Коэффициент водонасыщения, д.ед.	Плотность, г/см ³			Угол внутреннего трения, град.			Удельное сцепление, кПа			Модуль деформации, МПа
						норм.	0,85	0,95	норм.	0,85	0,95	норм.	0,85	0,95	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8	edQ	$\frac{0,23}{0,23}$	$\frac{0,07}{0,09}$	0,69	0,90	$\frac{1,96}{2,07}$	$\frac{1,95}{2,03}$	$\frac{1,94}{2,00}$	$\frac{21}{18}$	$\frac{19}{18}$	$\frac{18}{17}$	$\frac{29}{26}$	$\frac{26}{23}$	$\frac{25}{21}$	$\frac{18,95}{12,50}$
10	edQ	$\frac{0,23}{0,25}$	$\frac{0,22}{0,26}$	0,68	0,91	$\frac{1,98}{2,13}$	$\frac{1,96}{2,10}$	$\frac{1,95}{2,07}$	$\frac{17}{16}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{15}{14}$	$\frac{70}{37}$	$\frac{66}{35}$	$\frac{63}{34}$	$\frac{23,00}{12,94}$
15	eP _{3t}	$\frac{0,20}{0,23}$	$\frac{\leq 0}{< 0}$	0,65	0,83	$\frac{1,97}{2,17}$	$\frac{1,96}{2,10}$	$\frac{1,95}{2,06}$	$\frac{17}{16}$	$\frac{17}{16}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{79}{38}$	$\frac{77}{37}$	$\frac{75}{36}$	$\frac{19,53}{10,21}$
16	eP _{3t}	$\frac{0,18}{0,20}$	$\frac{\leq 0}{< 0}$	0,59	0,84	$\frac{2,00}{2,13}$	$\frac{1,99}{2,07}$	$\frac{1,98}{2,03}$	$\frac{19}{19}$	$\frac{18}{17}$	$\frac{17}{16}$	$\frac{33}{28}$	$\frac{30}{26}$	$\frac{29}{25}$	$\frac{17,80}{10,68}$

Примечания:

1 Нормативные и расчетные значения показателей свойств для грунтов ИГЭ №№ 8,10,15,16 приведены: в числителе - при природной влажности, в знаменателе – при условии их водонасыщения;

2 Значения модуля деформации приведены:

- для грунтов ИГЭ № 8, 10, 15,16 - в числителе при природной влажности по результатам штамповых испытаний; в знаменателе – при условии их водонасыщения (E_{sat}) в соответствии с п. 5.3.2 СП 22.13330.2011 с учетом переходного коэффициента по формуле: $E = E \cdot k_{sat} / E_{k \cdot w}$, где:

E – модуль деформации по результатам штамповых испытаний при природной влажности;

E_{sat} – модуль деформации по результатам компрессионных испытаний при водонасыщении;

E_{k w} – модуль деформации по результатам компрессионных испытаний при природной влажности.

3. Нормативные и расчетные значения показателей свойств выделенных грунтов рекомендуется применять при условии их водонасыщения (значения в знаменателе).

5. По результатам химического анализа водной вытяжки (приложение М), грунты выше уровня подземных вод, согласно табл. Б.25 ГОСТ 25100-2011, незасолённые.

Согласно табл. В.1 СП 28.13330.2012, грунты не агрессивны по отношению к бетонам (по содержанию сульфатов).

Согласно табл. В.2 СП 28.13330.2012, грунты не агрессивны по отношению к арматуре железобетонных конструкций (по содержанию хлоридов).

Согласно табл. Х.5 СП 28.13330.2012, грунты ниже уровня подземных вод по отношению к конструкциям из углеродистой стали слабоагрессивные; выше уровня грунтовых вод - среднеагрессивные.

По результатам лабораторных определений удельного электрического сопротивления (УЭС), согласно ГОСТ 9.602-2005 (табл. 1), коррозионная агрессивность грунтов до глубины 1,4-7,7 м - высокая (приложение Н).

По лабораторным данным, согласно табл. 2, 5 ГОСТ 9.602-2016, коррозионная агрессивность грунтов по отношению к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля – высокая (приложение П).

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Д050210150000-3 - ИГИ

Лист

32

Изм. Кол. уч. Лист. № док. Подпись. Дата

6. Согласно СП 11-105-97, Часть III, в пределах исследуемого участка грунты, обладающие специфическими свойствами, представлены техногенными (насыпными) грунтами слоя 1, набухающими грунтами (ИГЭ 10), элювиальными образованиями (ИГЭ 15, ИГЭ 16). Подробное описание специфических грунтов и их характеристик представлено в главе 6 «Специфические грунты».

7. В пределах исследуемой территории грунтовые воды скважинами глубиной до 15,0 м не вскрыты. В периоды весеннего снеготаяния и обильного выпадения сезонных осадков, возможно появление «верховодки» в верхней части разреза на кровле слабопроницаемых грунтов.

В результате строительства проектируемых сооружений, исходя из их технических характеристик и инженерно-геологических условий территории, существенного изменения гидрогеологических условий не произойдет. При проведении мероприятий по планировке площадки, сбору и утилизации дождевых и талых вод, формирования постоянного водоносного горизонта в сфере влияния сооружений с геологической средой не ожидается.

8. Опасные геологические и инженерно-геологические процессы возможны в виде сезонного подтопления территории. По критериям типизации по подтопляемости в соответствии с приложением «И» (ч. II) СП 11-105-97, в пределах участка исследований возможно развитие сезонного подтопления (I-A-2), развитие процесса происходит по схеме 2 – вследствие увлажнения грунтов и формирования временного водоносного горизонта «верховодка».

Опасные природные процессы проявляются в виде морозного пучения грунтов в зоне сезонного промерзания.

9. Грунты в зоне сезонного промерзания, а также в открытых котлованах, траншеях подвержены воздействию сил морозного пучения.

Грунты в зоне сезонного промерзания:

- суглинки полутвердые (ИГЭ 8), глины полутвердые (ИГЭ 10), глины твердые (ИГЭ 15), алевролиты, выветрелые до твердых суглинков (ИГЭ 16) - слабопучинистые. Расчет степени морозной пучинистости грунтов представлен в текстовом приложении III.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов d_{fn} , м для исследуемой территории рассчитывалась согласно СП 22.13330.2011

по формуле: $d_{fn} = d_0 \sqrt{Mt}$

где Mt - безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе по результатам наблюдений гидрометеорологической станции Сарапул:

$Mt = -(13,2+12,1+5,0+4,6+10,6) = 45,5$;

d_0 - величина, принимаемая равной, м, для суглинков и глин - 0,23;

Нормативная глубина сезонного промерзания (с учетом данных по метеостанции Сарапул) составляет для суглинков и глин:

$d_{fn} = 0,23 \times \sqrt{Mt} = 0,23 \times 6,745 = 1,62$ м;

10. Согласно карте карстопроявлений на территории СССР и схеме карстовых областей и районов Европейской части СССР, Урала и Кавказа, справочника по инженерной геологии (Ребрик Б.М., Соколов. Д. С., М., Недра) карстопроявление на территории Республики Удмуртия отсутствует. Карстующиеся породы в пределах района изысканий не встречены. В соответствии с

Взам. инв. №							Исч
Подпись и дата							Д050210150000-3 - ИГИ
Инв. № подл.							33
	Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

СП 116.13330.2012 и картой местного регионального районирования исследуемая территория не является карстоопасной для строительства проектируемых сооружений. Исследованная площадь относится к VI категории (провалообразование исключается) по карстовой опасности (табл. 5.1 СП 11-105-97, часть II).

11. Согласно СП 14.13330.2018 (приложение А, примечание, третий абзац), интенсивность сейсмических воздействий на территории Удмуртской Республики составляет менее шести баллов (по картам А, В, С) ОСР-2015. Район работ, в соответствии с СП 14.13330.2014, не относится к сейсмически опасным.

12. Дорожно-климатическая зона согласно приложению «Б» СП 34.13330.2012 - II2, тип местности участков строительства автодорог по характеру и степени увлажнения по табл. В.1 приложения «В» СП 34.13330.2012 классифицируется как 2-й.

Распространенные на участках строительства автодорог грунты ИГЭ 8, ИГЭ 10, ИГЭ 15 в соответствии с таблицами В.6 и В.7 приложения «В» СП 34.13330.2012 относятся к III группе и являются пучинистыми.

13. Категория сложности инженерно-геологических условий объекта, по совокупности факторов, согласно СП 47.13330.2012, приложение А, СП 11-105-97, Часть I, приложение Б - III (сложная).

- территория исследований находится в пределах одного геоморфологического элемента, одного генезиса, поверхность слабонаклонная (по данному признаку инженерно-геологические условия территории оцениваются как средней сложности – (II категория);

- в разрезе выделено не более 4 литологических слоев (II);

- на большей части исследуемой территории подземные воды отсутствуют (I);

- на территории распространены специфические грунты (техногенные, набухающие, элювиальные) (III кат.);

- опасные инженерно-геологические процессы, проявляющиеся в виде сезонного подтопления отдельных участков, не окажут решающего влияния на проектные решения, строительство и эксплуатацию объектов (II);

- природно-технические условия производства работ - хорошие (I).

14. Строительные категории грунтов по трудности их разработки в зависимости от способа их разработки согласно ГСЭН 2001: почвенно-растительный слой – п. 9а, слой 1а – п.8г, ИГЭ 8-п. 35в, ИГЭ 10 – п.8г, ИГЭ 15 – п.8д, ИГЭ 16 – п.35г.

Рекомендации:

- Выбор типа фундаментов и конструкций производить исходя из инженерно-геологических условий площадки строительства и технических характеристик проектируемых сооружений на основе технико-экономического сравнения вариантов различных решений фундаментов.

При применении свайного варианта фундаментов, по результатам статического зондирования основанием нижнего острия свай рекомендуется использовать грунты ИГЭ 15 и ИГЭ 16. Частные значения предельного сопротивления забивных свай по глубине зондирования

Взам.инв.№

Подпись и дата

Инв.№ подл.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата

Д050210150000-3 - ИГИ

Лист

34

представлены в текстовом приложении X. Длину свай необходимо запроектировать на основании расчета, учитывающего воздействие на них касательных сил морозного пучения.

- Значения показателей физико-механических свойств грунтов ИГЭ №№ 8, 10, 15, 16 в расчетах фундаментов применять при условии их водонасыщения.

- Прокладка проектируемых нефтепроводов и водоводов предполагается в зоне сезонного промерзания грунтов, обладающих пучинистыми свойствами. Для исключения действия сил морозного пучения на трубопроводы рекомендуется устроить на дне траншеи подсыпку из непучинистого грунта толщиной не менее 100 мм и уложить на нее изолируемые трубы, закрыв их слоем песка или гравия мощностью 200 мм.

- Защиту строительных конструкций от коррозии выполнять согласно требованиям ГОСТ 9.602-2016.

Инев.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№							Д050210150000-3 - ИГИ	Лист
										35
			Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

6 Список использованных материалов

- 6.1 ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация.
- 6.2 ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
- 6.3 ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
- 6.1 ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
- 6.2 ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.
- 6.4 РСН 51-84 Инженерные изыскания для строительства. Производство лабораторных исследований физико-механических свойств грунтов.
- 6.1 ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
- 6.2 ГОСТ 9.602-2016 Сооружения подземные. Общие требования по защите от коррозии.
- 6.3 ГОСТ 19912-2012 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием.
- 6.4 ГОСТ 30672-2019 Грунты. Полевые испытания. Общие положения.
- 6.5 ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
- 6.6 ГОСТ 21.302-2013 Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям.
- 6.7 ГЭСН 81-02-01-2001 Сборник № 1. Земляные работы. Изменения и дополнения к ГЭСН-2001. Выпуск 2. Часть 1.
- 6.8 СП 115.13330.2016 Геофизика опасных природных воздействий.
- 6.9 СП 11-104-97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства.
- 6.10 СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Части I-III.
- 6.11 СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах».
- 6.12 СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений».
- 6.13 СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты».
- 6.14 СП 28.13330.20127 Защита строительных конструкций от коррозии».
- 6.15 СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».
- 6.16 СП 50.13330.2016 Тепловая защита зданий».
- 6.17 СП 131.13330.2018 Строительная климатология».

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Д050210150000-3 - ИГИ

Лист

36

- 6.18 ВНДМ 34-78 Руководство по полевой документации инженерно-геологических работ при изысканиях при строительстве. М: ГОССТРОЙ РСФСР, 1978.
- 6.19 Рекомендации по производству инженерно-геологической рекогносцировки. Стройиздат, 1974.
- 6.20 Солодухин М.А. Инженерно-геологические изыскания для промышленного и гражданского строительства. – М: Недра, 1985.
- 6.21 Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Лист О-(38), 39-Киров – СПб: изд-во ВСЕГЕИ, 1999.
- 6.22 Отчет по результатам инженерно-геологических изысканий на объекте:
«Обустройство Вятской площади Арланского месторождения нефти. Первый этап (шифр 998.11-П-00000-ИГЛ-01), ООО ПФ «Уралтрубопроводстройпроект», 2012 г.
- 6.23 Отчет по результатам инженерно-геологических изысканий на объекте:
«Обустройство Вятской площади Арланского нефтяного месторождения. Первый этап», (шифр Д050210150000-1-ИГИ), ООО «Трансэнергострой», 2017 г.

Ине.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №							Лист
			Д050210150000-3 - ИГИ						
Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				