



Общество с ограниченной ответственностью
«СвязьЭнергоСтрой»

127473, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Тверской,
пер 1-й Волконский, дом 15, помещ. 1/3, e-mail: info@svenergostroy.ru
ОГРН 1187746909151, ИНН 9731014414 КПП 770601001

Строительство ВЛ-110кВ от ПС 220/110/35
на Харьягинском месторождении до ПС 110/35
на Западно-Хоседаюском месторождении

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**Раздел 3. Технологические и конструктивные решения линейного объекта.
Искусственные сооружения**

Раздел 3. Конструктивные решения

Часть 1. Текстовая часть

1756-П-ТКР3.1

Том 3.3.1

Директор
по проектированию

А.А. Ефимов

Главный инженер проекта

П.А. Александров

Изм	№ док.	Подп.	Дата



ГИПРОВОСТОКНЕФТЬ

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

**Строительство ВЛ-110кВ от ПС 220/110/35
на Харьягинском месторождении до ПС 110/35
на Западно-Хоседаюском месторождении**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**Раздел 3. Технологические и конструктивные
решения линейного объекта. Искусственные
сооружения**

Раздел 3. Конструктивные решения

Часть 1. Текстовая часть

1756-П-ТКР3.1

Том 3.3.1

Главный инженер

Н.П. Попов

Главный инженер проекта

А.С. Горев

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

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №									
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №							1756-П-ТКР3.1-С		
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			
			Разраб.	Бобров			17.08.26	Содержание тома 3.3.1	Стадия	Лист	Листов
									П		1
Н.контр.	Горев			17.08.26	 ГИПРОВОСТОКНЕФТЬ						

Обозначение	Наименование	Примечание
1756-П-ТКР3.1-С	Содержание тома 3.3.1	
1756-П-СП	Состав проектной документации	
1756-П-ТКР3.1	Часть 3. Конструктивные решения. Текстовая часть	

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Начальник отдела СО

Е.В. Бобров

Нормоконтролер

А.С. Горев

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	3
2 СВЕДЕНИЯ О ТОПОГРАФИЧЕСКИХ, ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ, МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ УЧАСТКА, НА КОТОРОМ БУДЕТ ОСУЩЕСТВЛЯТЬСЯ СТРОИТЕЛЬСТВО, РЕКОНСТРУКЦИЯ, КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА	3
3 АРХИТЕКТУРНЫЕ И ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ.....	10
4 СВЕДЕНИЯ ОБ ОСОБЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА, ПРЕДОСТАВЛЯЕМОГО ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА (СЕЙСМИЧНОСТЬ, МЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ, ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ДР.).....	10
4.1 Геокриологические и инженерно-геологические процессы	10
5 СВЕДЕНИЯ О ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ГРУНТА В ОСНОВАНИИ ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА	12
5.1 Прочностные и деформационные характеристики грунтов в основании линейного объекта	12
5.2 Специфические грунты.....	23
5.3 Сезонное оттаивание и промерзание грунтов.....	24
6 СВЕДЕНИЯ ОБ УРОВНЕ ГРУНТОВЫХ ВОД, ИХ ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ, АГРЕССИВНОСТИ ПО ОТНОШЕНИЮ К МАТЕРИАЛАМ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА	26
7 ОПИСАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ВКЛЮЧАЯ ИХ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ СХЕМЫ, ПРИНЯТЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАСЧЕТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	27
8 ОПИСАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ НЕОБХОДИМУЮ ПРОЧНОСТЬ, УСТОЙЧИВОСТЬ, ПРОСТРАНСТВЕННУЮ НЕИЗМЕНЯЕМОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ЦЕЛОМ, А ТАКЖЕ ИХ ОТДЕЛЬНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, УЗЛОВ, ДЕТАЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ, ПЕРЕВОЗКИ, СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕКОНСТРУКЦИИ, КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	28
9 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	28
10 ПЕРЕЧЕНЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ОТ РАЗРУШЕНИЯ	29
11 ОПИСАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ЗАЩИТУ ТЕРРИТОРИИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, ОТДЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, А ТАКЖЕ ПЕРСОНАЛА (ЖИТЕЛЕЙ) ОТ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ.....	30
12 СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ	31
12.1 Фундаментные болты	31
12.2 Стальные конструкции.....	31
12.3 Требования к изготовлению и монтажу стальных конструкций	32
Приложение А Перечень законодательных актов РФ и нормативных документов	А-1

1 Общие сведения

Конструктивные решения разработаны на основании Задания на проектирование объекта «Строительство ВЛ-110кВ от ПС 220/110/35 на Харьягинском месторождении до ПС 110/35 на Западно-Хоседаюском месторождении», утвержденного генеральным директором ООО «СвязьЭнергоСтрой» К.С. Рыбалко в 2026г.

В соответствии с заданием проектируется ВЛ 110 кВ от вновь сооружаемой ПС 220/110/35 кВ Снежная до ПС 110/35/10 кВ.

В данном разделе разработаны:

- фундаменты для проектируемых опор ВЛ;
- кабельная эстакада;
- защитные конструкции над технологическими эстакадами в местах их пересечения с проектируемыми ВЛ.

Проектирование сооружений осуществляется в условиях Крайнего Севера с наличием участков с многолетнемерзлыми грунтами.

2 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях участка, на котором будет осуществляться строительство, реконструкция, капитальный ремонт линейного объекта

В административном положении участок строительства располагается в центральной части Ненецкого автономного округа.

В географическом отношении район располагается в северо-восточной части Большеземельской тундры, на севере Печорской низменности.

Местность представляет собой безлесную ландшафтную зону субарктического пояса с характерной мохово-лишайниковой растительностью, низкорослыми травами, карликовыми (до 0,8 м) деревьями и редкими кустарниками. Территория заболочена и покрыта тундровой растительностью.

В пределах участка строительства на глубину исследования (до 20,0 м) вскрываются только отложения четвертичной системы, представленные современным и средним звеньями.

Выделено 29 инженерно-геологических элементов. Ниже приводится краткая характеристика грунтов, выделенных ИГЭ.

Биогенные грунты

ИГЭ-3	bQ _{IV}	Торф коричневый, слаборазложившийся, водонасыщенный. Имеет ограниченное распространение по трассе. Имеет ограниченное распространение по трассе. Вскрывается с глубины 0,1 м под мохово-растительным слоем. Мощность торфа изменяется от 0,2 до 2,4 м.
ИГЭ-1м	bQ _{IV}	Торф темно-коричневый, мерзлый, слаборазложившийся, сильнольдистый ($i_{\text{tot}}=0,703$ д.е), криотекстура массивная, при оттаивании водонасыщенный. Имеет ограниченное распространение по трассе. Вскрывается с поверхности и с глубины 0,3 м под мохово-растительным слоем. Мощность торфа изменяется от 0,2 до 5,7 м.
ИГЭ-21м	bQ _{II}	Торф погребенный, темно-коричневый, мерзлый, слаборазложившийся, сильнольдистый ($i_{\text{tot}}=0,702$ д.е), криотекстура массивная, при оттаивании водонасыщенный. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля торфов вскрывается на глубине от 1,1 до 4,5 м, подошва- от 2,5 до 5,1 м. Мощность торфа изменяется от 0,5 до 1,0 м.

Талые грунты.

ИГЭ-1	gmQ _{II}	Песок серый, пылеватый, с прослоями мелкого, средней плотности, насыщенный водой, с включением гравия и гальки до 20 %, с прослоями супеси. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля песков вскрывается на глубинах от 0,1 до 11,5 м, подошва- от 1,5 до 13,4 м. Мощность песков изменяется от 1,0 до 10,0 м.
ИГЭ-2	gmQ _{II}	Суглинок серый, пылеватый, тяжелый, полутвердый, опесчаненный, с включением гравия и гальки до 20 %. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля суглинков вскрывается на глубинах от 0,2 до 16,7 м, подошва- от 1,6 до 18,0 м. Мощность суглинков изменяется от 1,0 до 15,9 м.
ИГЭ-4	gmQ _{II}	Суглинок серый, пылеватый, легкий, мягкопластичный, с включением гравия и гальки до 20 %. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля суглинков вскрывается на глубинах от 0,1 до 16,6 м, подошва- от 0,5 до 18,0 м. Мощность суглинков изменяется от 0,3 до 12,3 м.
ИГЭ-5	gmQ _{II}	Суглинок серый, пылеватый, легкий, текучепластичный, опесчаненный, с включением гальки до 20 %. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля суглинков вскрывается на глубинах от 0,1 до 8,9 м, подошва- от 1,4 до 11,4 м. Мощность суглинков изменяется от 0,7 до 5,0 м.
ИГЭ-7	gmQ _{II}	Суглинок коричневый, серый, пылеватый, тяжелый, тугопластичный, с включением гравия и гальки до 20 %. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля суглинков вскрывается на глубинах от 0,1 до 14,6 м, подошва- от 0,5 до 18,0 м. Мощность суглинков изменяется от 0,4 до 17,9 м.
ИГЭ-9	gmQ _{II}	Суглинок пылеватый, легкий, текучий, с включением гравия и гальки до 20 %. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля суглинков вскрывается на глубинах от 0,1 до 10,0 м, подошва- от 2,0 до 13,1 м. Мощность суглинков изменяется от 0,8 до 10,0 м.
ИГЭ-10	gmQ _{II}	Песок гравелистый, серый, рыхлый, с прослоями суглинка, с включением гальки до 20-25 %, насыщенный водой. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля песков вскрывается на глубинах от 0,3 до 10,5 м, подошва- от 1,0 до 12,7 м. Мощность песков изменяется от 0,7 до 4,0 м.
ИГЭ-11	gmQ _{II}	Супесь серая, пылеватая, пластичная, сильно опесчаненная, с включением гравия и гальки до 25 %, редко валуны. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля супесей вскрывается на глубинах от 0,1 до 13,4 м, подошва- от 1,4 до 16,6 м. Мощность супесей изменяется от 0,8 до 10,0 м.
ИГЭ-12	gmQ _{II}	Глина серая, пылеватая, легкая, полутвердая, с прослоями суглинка, с включением гравия и гальки до 10 %. Вскрывается только на участке подхода трассы к ПС «Снежная». Кровля глины вскрывается на глубинах от 0,2 до 10,2 м, подошва- от 7,7 до 18,0 м. Мощность глины изменяется от 7,5 до 17,5 м.

Мёрзлые грунты.

ИГЭ-2м	gmQ _{II}	Суглинок серый, песчанистый, легкий, с примесью органического вещества, пластичномерзлый, нельдистый ($I_i=0,022$ д.е), криотекстура массивная, слоистая, шлиры льда от 5 мм до 2,0 см через 3-25 см, с включением гравия и гальки до 20 %, редкие валуны, с прослоями песка, при оттаивании тугопластичный. Имеет широкое распространение по трассе. Кровля суглинков вскрывается на глубинах от 0,1 до 16,5 м, подошва- от 0,5 до 19,0 м. Мощность суглинков изменяется от 0,2 до 17,9 м.
ИГЭ-3м	gmQ _{II}	Суглинок серый, песчанистый, легкий, пластичномерзлый, нельдистый ($I_i=0,014$ д.е), криотекстура массивная, слоистая, с редкими шлирами мощностью 3-5 мм, частота 2-3 шлира на 0,5-1,0 м, с включением гравия и гальки до 20 %, редкие валуны, при оттаивании полутвердый. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля суглинков вскрывается на глубинах от 0,2 до 16,9 м, подошва- от 1,0 до 18,8 м. Мощность суглинков изменяется от 0,8 до 15,2 м.
ИГЭ-4м	gmQ _{II}	Суглинок коричневый, песчанистый, легкий, пластичномерзлый, слабльдистый ($I_i=0,056$ д.е), криотекстура слоистая, шлиры льда от 1-3 мм до 0,4-3,0 см через 1-6 см, с включением гравия и гальки до 20 %, редкие валуны, при оттаивании мягкопластичный. Имеет широкое распространение по трассе. Кровля суглинков вскрывается на глубинах от 0,1 до 17,0 м, подошва- от 0,5 до 18,0 м. Мощность суглинков изменяется от 0,2 до 16,2 м.
ИГЭ-5м	gmQ _{II}	Суглинок серый, песчанистый, легкий, пластичномерзлый, слабльдистый ($I_i=0,093$ д.е), криотекстура наклонная, слоистая, шлиры льда от 1,0 см до 3,5 см через 6-20 см, с включением гравия и гальки до 20 %, редкие валуны, при оттаивании текучепластичный. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля суглинков вскрывается на глубинах от 0,1 до 15,2 м, подошва- от 1,0 до 18,0 м. Мощность суглинков изменяется от 0,4 до 10,8 м.
ИГЭ-6м	gmQ _{II}	Глина серая, песчаная, легкая, пластичномерзлая, слабльдистая ($I_i=0,121$ д.е), криотекстура косослоистая, шлиры льда 1-1,5 см частота 2 шт на 0,5 м, при оттаивании мягкопластичная. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля глины вскрывается на глубинах от 0,1 до 16,0 м, подошва- от 1,4 до 18,0 м. Мощность глины изменяется от 1,2 до 9,1 м.
ИГЭ-7м	gmQ _{II}	Глина серая, песчаная, легкая, пластичномерзлая, нельдистая ($I_i=0,014$ д.е), криотекстура косослоистая, слоистая, мощность шлиров до 0,5-3,0 см частота 2-3 шт на 1 м, с прослоями песка, при оттаивании полутвердая. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля глины вскрывается на глубинах от 0,1 до 15,1 м, подошва- от 1,5 до 18,0 м. Мощность глины изменяется от 1,2 до 9,6 м.

ИГЭ-8м	gmQ _{II}	Глина серая, песчанистая, легкая, пластичномерзлая, слабольдистая ($I_i=0,064$ д.е), криотекстура косослоистая, шлиры льда 1-1,5 см частота 2 шт на 0,5 м, при оттаивании тугопластичная. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля глин вскрывается на глубинах от 0,3 до 16,5 м, подошва- от 3,5 до 18,0 м. Мощность глин изменяется от 1,1 до 4,3 м.
ИГЭ-9м	gmQ _{II}	Суглинок серый, песчанистый, легкий, с примесью органических веществ, пластичномерзлый, слабольдистый ($I_i=0,200$ д.е), криотекстура слоистая, шлиры льда 2-3 мм через 2-3 см, с включением гравия и гальки до 20 %, при оттаивании текучий. Имеет широкое распространение по трассе. Кровля суглинков вскрывается на глубинах от 0,1 до 14,6 м, подошва- от 1,1 до 18,0 м. Мощность суглинков изменяется от 0,5 до 15,5 м.
ИГЭ-10м	gmQ _{II}	Супесь коричневая, песчанистая, пластичномерзлая, слабольдистая ($I_i=0,186$ д.е), криотекстура слоистая, шлиры льда от 3-5 мм до 1,0-2,5 см через 1,0-3,0 см до 0,7 м, при оттаивании текучая. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля супесей вскрывается на глубинах от 0,1 до 13,8 м, подошва- от 0,4 до 18,0 м. Мощность супесей изменяется от 0,3 до 10,1 м.
ИГЭ-11м	gmQ _{II}	Песок пылеватый, серый, с примесью органических веществ, твердомерзлый, слабольдистый ($i_{tot}=0,399$ д.е), криотекстура массивная, с включением гравия и гальки до 20 %, при оттаивании средней плотности, насыщенный водой. Имеет ограниченное распространение на участке изысканий. Кровля песков вскрывается на глубинах от 0,1 до 16,0 м, подошва- от 0,6 до 18,0 м. Мощность песков изменяется от 0,4 до 14,2 м.
ИГЭ-12м	gmQ _{II}	Песок мелкий, серый, твердомерзлый, слабольдистый ($i_{tot}=0,387$ д.е), криотекстура массивная, с включением гравия и гальки до 20 %, при оттаивании средней плотности, водонасыщенный. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля песков вскрывается на глубинах от 0,2 до 11,0 м, подошва- от 1,1 до 16,0 м. Мощность песков изменяется от 0,7 до 7,9 м.
ИГЭ-13м	gmQ _{II}	Глина серая, песчанистая, легкая, пластичномерзлая, льдистая ($I_i=0,243$ д.е), криотекстура косослоистая, шлиры льда 1-1,5 см частота 2 шт на 0,5 м, при оттаивании текучая. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля глин вскрывается на глубинах от 0,1 до 16,1 м, подошва- от 2,2 до 18,0 м. Мощность глин изменяется от 0,6 до 8,3 м.
ИГЭ-14м	gmQ _{II}	Суглинок серый, песчанистый, легкий, твердомерзлый, нельдистый ($I_i=0,015$ д.е), криотекстура слоистая, шлиры льда 2-3 мм через 2-3 см, с включением гравия и гальки до 20 %, при оттаивании полутвердый. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля суглинков вскрывается на глубинах от 7,5 до 19,0 м, подошва- от 12,0 до 18,0 м. Мощность суглинков изменяется от 0,4 до 9,4 м.
ИГЭ-15м	gmQ _{II}	Суглинок серый, пылеватый, легкий, твердомерзлый, нельдистый ($I_i=0,025$ д.е), криотекстура слоистая, шлиры льда 2-3 мм через 2-3 см, с включением гравия и гальки до 20 %, при оттаивании тугопластичный. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля суглинков вскрывается на глубинах от 5,5 до 17,6 м, подошва- от 8,6 до 20,0 м. Мощность суглинков изменяется от 0,8 до 12,5 м.

ИГЭ-16м	gmQ _{II}	Суглинок серый, песчанистый, легкий, твердомерзлый, слабобльдистый ($I_i=0,062$ д.е), криотекстура слоистая, шлиры льда 2-3 мм через 2-3 см, с включением гравия и гальки до 20 %, при оттаивании мягкопластичный. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля суглинков вскрывается на глубинах от 5,0 до 17,0 м, подошва- от 7,8 до 18,0 м. Мощность суглинков изменяется от 1,0 до 12,0 м.
ИГЭ-17м	gmQ _{II}	Суглинок серый, песчанистый, легкий, твердомерзлый, слабобльдистый ($I_i=0,160$ д.е), криотекстура слоистая, шлиры льда 2-3 мм через 2-3 см, с включением гравия и гальки до 20 %, при оттаивании текучий. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля суглинков вскрывается на глубине от 1,0 до 16,9 м, подошва- от 2,0 до 18,0 м. Мощность суглинков изменяется от 1,0 до 8,0 м.
ИГЭ-20м	gmQ _{II}	Супесь коричневая, песчаная, пластичномерзлая, нельдистая ($I_i=0,027$ д.е), криотекстура слоистая, шлиры льда от 3-5 мм до 1,0-2,5 см через 1,0-3,0 см до 0,7 м, при оттаивании пластичная. Имеет ограниченное распространение по трассе. Кровля супесей вскрывается на глубинах от 0,1 до 15,1 м, подошва- от 1,3 до 18,0 м. Мощность супесей изменяется от 1,1 до 5,7 м. Лёд. Имеет ограниченное распространение по трассе. Вскрывается с поверхности, в пониженных участках рельефа, в дне временных водотоков, ручьях. Мощность льда изменяется от 0,1 до 1,1 м. Лёд погребенный. Имеет ограниченное распространение по трассе. Вскрывается только в скв.№344-25 под суглинками (ИГЭ-9м), в интервале глубин 1,8-2,4 м, мощностью 0,6 м.

Гидрографическая сеть района работ принадлежит бассейну р. Колва и представлена многочисленными безымянными ручьями и притоками. Реки на территории не судоходны. Замерзают реки, ручьи и озера во второй половине октября (к весне мелкие промерзают до дна), а вскрываются в конце мая - начале июня. Подъем уровней воды в реках бывает до 2-3м. Заболоченность территории – до 60 %. Болота, в основном, моховые, труднопроходимые, глубиной 1-1,5 м, замерзающие к концу ноября – началу декабря.

В геокриологическом отношении район работ расположен в северной геокриологической зоне, в подзоне сплошного распространения многолетнемёрзлых пород (ММП), нарушаемого с поверхности «щелями» и «окнами» несквозных таликов.

Территория строительства относится к строительному климатическому району ИГ.

Температура воздуха.

Климатические характеристики холодного и теплого периодов приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Климатические параметры холодного периода года по метеостанциям Хорей-Вер и Хоседа-Хард

Климатическая характеристика	Значение
Температура воздуха наиболее холодных суток, °С, обеспеченностью 0,98 (м/ст Хоседа-Хард)	минус 50
Температура воздуха наиболее холодных суток, °С, обеспеченностью 0,92 (м/ст Хоседа-Хард)	минус 48
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью 0,98 (м/ст Хоседа-Хард)	минус 45
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью 0,92 (Хоседа-Хард)	минус 42

Климатическая характеристика	Значение
Абсолютная минимальная температура воздуха, °С (Хоседа-Хард)	минус 57
Продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 0 °С (м/ст Хорей-Вер)	227 суток
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, % (м/ст Хорей-Вер)	83
Количество осадков за ноябрь – март, мм (м/ст Хорей-Вер)	123
Преобладающее направление ветра за декабрь – февраль	ЮЗ

Таблица 2 – Климатические параметры теплого периода года по метеостанции Хорей-Вер

Климатическая характеристика	Значение
Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца, °С	18,9
Абсолютная максимальная температура воздуха, °С	33,8
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, %	75
Количество осадков за апрель – октябрь, мм	323
Суточный максимум осадков, мм	81
Преобладающее направление ветра за июнь – август	В

Средняя годовая температура воздуха в районе изысканий составляет минус 4,6°С. Продолжительность теплого и холодного периодов года составляет 4 и 8 месяцев соответственно.

Средняя месячная температура воздуха наиболее холодного месяца (января) на метеостанции Хорей-Вер составляет минус 19,3 °С.

Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха более 0 °С в среднем составляет 138 суток.

Снежный покров

На данной территории снежный покров залегает в среднем в течение 7,5 месяцев; появляется в начале октября, сходит в конце мая. Среднее число дней с устойчивым снежным покровом равно 214. Образование устойчивого снежного покрова приходится обычно на середину октября, разрушение – на середину мая.

Максимальная из наибольших за зиму высота снежного покрова составляет 76 см, средняя из наибольших – 37 см. Наибольшая высота снежного покрова за зиму по постоянной рейке 5 % обеспеченности составляет 65 см (место установки рейки - открытый участок).

Согласно районированию территории по весу снежного покрова, проектируемый объект расположен в V снеговом районе, нормативное значение веса снежного покрова S_g на 1 м² горизонтальной поверхности земли составляет 2,5 кН/м².

Ветер

В соответствии с региональной картой климатического районирования по максимальной скорости ветра (ветрового давления) с вероятностью неперевышения 0,96 (повторяемостью 1 раз в 25 лет), проектируемая трасса попадает в IV, V, VI районы по ветру.

Рекомендованные для проектирования значения нормативного ветрового давления по участкам проектируемой трассы ВЛ, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Ветровое давление (скорость ветра) на высоте 10 м над поверхностью земли с вероятностью не превышения 0,96 на участка изысканий

Участок проектируемой трассы ВЛ (Пикеты)	Район по ветру	Нормативное ветровое давление W_0 , Па/ скорость ветра V_0 , м/с)
ПК0-ПК431 ПК438- ПК448 ПК457- ПК464 ПК585- ПК593 ПК599- ПК629 ПК647- ПК702 ПК706- ПК718 ПК890- ПК920 ПК944- ПК1005 ПК1014- ПК1019 ПК1032- ПК1078 ПК1088- ПК1108+73,6	V	1000 Па/40 м/с
ПК431- ПК 438 ПК448- ПК457 ПК464- ПК585 ПК593- ПК599 ПК702- ПК706 ПК718- ПК890 ПК1078- ПК1088	IV	800 Па/36 м/с
ПК629- ПК647 ПК920- ПК944 ПК1005- ПК1014 ПК1019- ПК1032	VI	1250 Па/45 м/с

В соответствии с региональной картой климатического районирования по максимальной ветровой нагрузке при гололеде с вероятностью не превышения 0,96 (повторяемостью 1 раз в 25 лет), проектируемая трасса попадает в V, VI районы по ветровой нагрузке при гололеде.

Рекомендованные для проектирования значения ветровых нагрузок при гололеде с вероятностью не превышения 0,96 по участкам проектируемой трассы ВЛ, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Ветровая нагрузка при гололеде с вероятностью не превышения 0,96 на участке изысканий

Участок проектируемой трассы ВЛ (Пикеты)	Район по ветровой нагрузке при гололеде	Нормативная ветровая нагрузка при гололеде, R_{wr} , Н/м
ПК0-ПК568 ПК576-ПК735 ПК759-ПК762 ПК884-ПК1108+73,6	VI	18,0
ПК568-ПК576 ПК735-ПК759 ПК762-ПК884	V	13,0

Гололед

В соответствии с региональной картой климатического районирования по максимальной толщине стенки гололеда с вероятностью не превышения 0,96 (повторяемостью 1 раз в 25 лет), проектируемая трасса попадает в III, IV, V, районы.

Рекомендованные для проектирования значения нормативной толщины стенки гололеда по участкам проектируемой трассы ВЛ, представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Толщина стенки гололеда для высоты 10 м над поверхностью земли на проводе диаметром 10 мм с вероятностью не превышения 0,96 по участкам трассы

Участок проектируемой трассы ВЛ (Пикеты)	Район по гололеду	Нормативная толщина стенки гололеда, мм
ПК0-ПК626 ПК648-ПК666 ПК676-ПК742 ПК751-ПК766 ПК862-ПК874 ПК880-ПК914 ПК952-ПК1000 ПК1034-ПК1108+73,6	IV	25 мм
ПК626-ПК648 ПК666-ПК676 ПК914-ПК652 ПК1000-ПК1034	V	30 мм
ПК742-ПК751 ПК766-ПК862 ПК874-ПК880	III	20 мм

3 Архитектурные и объемно-планировочные решения

Архитектурные и объемно-планировочные решения не предусмотрены заданием на проектирование

4 Сведения об особых природно-климатических условиях земельного участка, предоставляемого для размещения линейного объекта (сейсмичность, мерзлые грунты, опасные геологические процессы и др.)

4.1 Геокриологические и инженерно-геологические процессы

Среди современных экзогенных геологических процессов (ЭГП) ведущая роль принадлежит криогенным процессам. При нарушении условий строительства и эксплуатации сооружений таких как нарушение мохово-растительного слоя, проведение срезок и планировки поверхности, подрезки склонов, наиболее распространенными будут являться процессы, связанные с оттаиванием льдистых пород (термоэрозия и термокарст), промерзанием влажных пород (пучение, криогенное растрескивание), водно-балансовые процессы (подтопление и заболачивание территории).

Термокарст представляет собой образование провальных и просадочных форм рельефа вследствие вытаявания подземных льдов.

По результатам рекогносцировочного обследования, на период проведения изысканий, в районе прохождения трассы ВЛ-110 кВ такие образования не встречены.

Морозное пучение распространено повсеместно и его интенсивность определяется глубиной сезонного оттаивания и промерзания, литологией грунтов и их влажностью.

По степени опасности морозного пучения участок относится к весьма опасным согласно СП 115.13330.2016, поражение территории более 75 %.

Подтопление. Согласно приложению И СП 11-105-97 часть II, участок прохождения трассы является подтопленным и относится к типу I-A-1 (постоянно подтопленный).

В соответствии с СП 115.13330.2016 категория опасности процесса подтопления по площадной поражённости оценивается как «весьма опасная».

В процессе строительства и эксплуатации проектируемых сооружений из-за дальнейшего нарушения поверхностного стока под воздействием проводимых земляных работ (сооружения насыпей, земляных валов, котлованов, траншей и т. д.) возможна активизация процесса подтопления.

Заболачивание. Инженерно-геологические условия района изысканий осложняются развитием болот. Этому способствуют климатические, геоморфологические и мерзлотные условия территории. Болота занимают более 50 % территории.

Сейсмичность. Согласно СП 14.13330.2018 сейсмичность территории (Ненецкий автономный округ) по карте В (общего сейсмического районирования территории РФ – ОСР-2015) 5 баллов.

Категория опасности землетрясения – умеренно опасная (СП 115.13330.2016, таблица 5.1).

Таким образом, наиболее опасными процессами в естественных условиях являются сезонное пучение и подтопление.

В естественных условиях, на момент проведения изысканий, остальные процессы на территории проведения работ не развиты и особой опасности не представляют.

Учитывая вышеописанное, категория сложности инженерно-геологических (геокриологических) условий района, в соответствии с приложением А СП 493.1325800.2020 – III (сложная).

Многолетнемерзлый грунты. В геокриологическом отношении участок изысканий расположен в северной геокриологической зоне, в подзоне сплошного распространения ММП, нарушаемого межмерзлотными таликами и с поверхности «щелями» и «окнами» несквозных таликов. В пределах района работ установлены подзоны:

- сплошного распространения ММП;
- межмерзлотных таликов.

Многолетнемерзлые породы распространены на участке изысканий повсеместно.

Температурный режим мерзлых пород формируется под влиянием температуры воздуха, рельефа местности, характера снежного покрова, растительного слоя, а также состава и свойств слоя сезонного оттаивания.

При ранее проведенных полевых работах (апрель-май 2024 г.) температура многолетнемерзлых грунтов до глубины 20,0 м изменялась от минус 0,1 °С до минус 1,2 °С.

Температура ММП на глубине 10,0 м изменяется в диапазоне от минус 0,1 до минус 1,2 °С.

При проведении полевых работ (январь-апрель 2025 г.) температура многолетнемерзлых грунтов до глубины 20,0 м изменялась от минус 0,1 °С до минус 1,1 °С.

Температура ММП на глубине 10,0 м изменяется в диапазоне от минус 0,1 до минус 0,7 °С.

При проведении полевых работ (февраль-март 2026 г.) температура многолетнемерзлых грунтов до глубины 18,0 м изменялась от минус 0,1 °С до минус 0,9 °С.

Температура ММП на глубине 10,0 м изменяется в диапазоне от минус 0,2 до минус 0,8 °С.

5 Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании линейного объекта

5.1 Прочностные и деформационные характеристики грунтов в основании линейного объекта

Нормативные и расчетные значения характеристик физических свойств талых грунтов по каждому ИГЭ приведены в таблице 6.

Нормативные и расчетные значения физико-механических характеристик талых грунтов по каждому ИГЭ приведены в таблице 7.

Гранулометрический состав грунтов приведен в таблице 8.

Нормативные значения физико-механических свойств мерзлых грунтов по каждому ИГЭ приведены в таблице 9.

Расчетные значения теплофизических характеристик мерзлых грунтов по каждому ИГЭ приведены в таблице 10.

Таблица 6 – Нормативные и расчетные значения характеристик физических свойств талых грунтов

Номер ИГЭ	Наименование грунта	Природная влажность, W, %	Плотность, г/см ³			Плотность грунта ρ , г/см ³ при доверительной вероятности		Коэффициент пористости, e , д.е.	Коэф. водонасыщения, SR, д.е.	Влажность, %.		Число пластичности, I _p	Показатель текучести, I _L
			сухого грунта, ρ_d	частиц грунта, ρ_s	грунта, ρ	0,85	0,95			на границе текучести, W _L	на границе раскаия, W _p		
1	Песок пылеватый, средней плотности, насыщенный водой	21,11	1,59	2,65	1,92	1,90	1,89	0,672	0,83	-	-	-	-
2	Суглинок пылеватый, тяжелый, полутвердый	18,67	1,77	2,71	2,10	2,10	2,10	0,530	0,96	31,29	17,62	13,63	0,08
3	Торф слаборазложившийся, насыщенный водой	535,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Суглинок пылеватый, легкий, мягкопластичный	22,97	1,63	2,71	2,00	1,99	1,99	0,668	0,93	27,48	16,30	11,18	0,60
5	Суглинок пылеватый, легкий, текучепластичный	25,11	1,54	2,71	1,92	1,92	1,91	0,761	0,89	26,58	16,61	9,97	0,85
7	Суглинок пылеватый, тяжелый, тугопластичный	20,62	1,70	2,71	2,05	2,05	2,04	0,594	0,94	29,13	16,27	12,86	0,34
9	Суглинок пылеватый, легкий, текучий	31,10	1,41	2,70	1,86	1,84	1,83	0,906	0,93	27,51	17,43	10,08	1,36
10	Песок гравелистый, рыхлый, насыщенный водой	21,67	1,55*	2,65	1,89*	1,88	1,87	0,706*	0,81	-	-	-	-
11	Супесь пылеватая, пластичная, с гравием	17,35	1,71	2,69	2,01	1,99	1,98	0,576	0,81	20,94	15,26	5,68	0,37

Номер ИГЭ	Наименование грунта	Природная влажность, W, %	Плотность, г/см ³			Плотность грунта ρ, г/см ³ при доверительной вероятности		Коэффициент пористости, e, д.е.	Коэф. водонасыщения, SR, д.е.	Влажность, %.		Число пластичности, I _p	Показатель текучести, I _L
			сухого грунта, ρ _d	частиц грунта, ρ _s	грунта, ρ	0,85	0,95			на границе текучести, W _L	на границе раскиса, W _p		
12	Глина пылеватая, легкая, полутвердая	23,27	1,63	2,74	2,00	1,97	1,95	0,690	0,92	042,57	21,04	21,53	0,10

Таблица 7 – Нормативные и расчетные значения характеристик физико-механических свойств талых и оттаявших грунтов

Номенклатура грунтов по ГОСТ 25100-2020	СЛИФ	Значения характеристик										
		нормативные					расчетные					
		γ _n , кН/м ³	φ _n , град	C _n , кПа	E _n . МПа	E _n . зам. МПа	при доверительной вероятности 0,85			при доверительной вероятности 0,95		
							γ _п , кН/м ³	φ _п , град	C _п , кПа	γ _l , кН/м ³	φ _l , град	C _l , кПа
Песок пылеватый, средней плотности, насыщенный водой	1	19,2	29,76*	-	19,72*	-	19,0	28,91*	-	18,9	28,49*	-
Суглинок пылеватый, тяжелый, полутвердый	2	21,0	21,0	33,0	-	20,94	21,0	21,0	31,0	21,0	21,0	30,0
Суглинок пылеватый, легкий, мягкопластичный	4	20,0	21,0	21,0	-	16,32	19,9	21,0	20,0	19,9	20,0	19,0
Суглинок пылеватый, легкий, текучепластичный	5	19,2	17,0	19,0	13,53	-	19,2	16,0	18,0	19,1	15,0	16,0
Суглинок пылеватый, тяжелый, тугопластичный	7	20,5	21,0	28,0	-	15,97	20,5	20,0	27,0	20,4	20,0	26,0

Номенклатура грунтов по ГОСТ 25100-2020	С.Л.И. №	Значения характеристик										
		нормативные					расчетные					
		γ_n , кН/м ³	φ_n , град	C_n , кПа	E_n , МПа	E_n , зам. МПа	при доверительной вероятности 0,85			при доверительной вероятности 0,95		
							γ_{II} , кН/м ³	φ_{II} , град	C_{II} , кПа	γ_I , кН/м ³	φ_I , град	C_I , кПа
Суглинок пылеватый, легкий, текучий	9	18,6	14,0	19,0	11,60	-	18,4	14,0	18,0	18,3	14,0	17,0
Песок гравелистый, рыхлый, насыщенный водой	10	18,9*	30,84*	-	20,71*	-	18,8	29,89*	-	18,7	29,22*	-
Супесь пылеватая, пластичная, с гравием	11	20,1	25,0	19,0	-	20,56	19,9	24,0	18,0	19,8	23,0	17,0
Глина пылеватая, легкая, полутвердая	12	20,0	16,0	40,0	-	12,22	19,7	15,0	38,0	19,5	15,0	36,0
* Данные приведены по результатам статического зондирования												

Таблица 8 – Гранулометрический состав грунтов

С.Л.И. №	Номенклатура грунтов по ГОСТ 25100-2020	Гранулометрический состав по фракциям, % (мм)										
		более 10	10-5	5-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.1	0.1-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	менее 0.005
2м	Суглинок песчанистый, легкий, нелидистый, пластичномерзлый, в талом состоянии тугопластичный	0,1	0,1	0,1	0,8	3,2	7,0	12,0	19,4	24,2	14,3	18,7
3м	Суглинок песчанистый, тяжелый, нелидистый, пластичномерзлый, в талом состоянии полутвердый	0,1	0,1	0,0	0,8	3,3	7,2	12,2	17,9	24,6	14,8	19,0
4м	Суглинок песчанистый, легкий, слабодлистый, пластичномерзлый, в талом состоянии мягкопластичный	0,0	0,0	0,0	0,8	3,3	7,2	12,1	17,9	24,4	14,7	19,5
5м	Суглинок песчанистый, легкий, слабодлистый, пластичномерзлый, в талом состоянии текучепластичный	0,0	0,0	0,0	0,8	3,3	7,2	12,2	17,9	24,4	14,8	19,5

С.Л.И №	Номенклатура грунтов по ГОСТ 25100-2020	Гранулометрический состав по фракциям, % (мм)										
		более 10	10-5	5-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.1	0.1-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	менее 0.005
6м	Глина песчанистая, легкая, слабодыстая, пластичномерзлая, в талом состоянии мягкопластичная	0,0	0,0	0,0	0,8	3,3	7,2	12,0	17,3	24,5	14,3	20,6
7м	Глина песчанистая, легкая, нельдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии полутвердая	0,0	0,0	0,0	0,9	3,3	7,6	12,5	17,0	24,3	15,0	19,6
8м	Глина песчанистая, легкая, слабодыстая, пластичномерзлая, в талом состоянии тугопластичная	0,0	0,0	0,0	0,7	3,3	7,5	12,3	16,8	25,3	14,5	19,5
9м	Суглинок песчанистый, легкий, слабодыстый, пластичномерзлый, в талом состоянии текучий	0,0	0,0	0,0	0,8	3,3	7,2	12,2	17,3	24,5	14,8	19,8
10м	Супесь песчанистая, слабодыстая, пластичномерзлая, в талом состоянии текучая	0,0	0,0	0,0	0,9	3,1	7,3	12,1	27,4	24,5	14,3	10,4
11м	Песок пылеватый, слабодыстый, твердомерзлый, в талом состоянии средней плотности, насыщенный водой	0,2	0,6	2,4	5,2	9,1	13,7	36,4	32,4	0,0	0,0	0,0
12м	Песок мелкий, слабодыстый, твердомерзлый, в талом состоянии средней плотности, насыщенный водой	0,6	0,9	2,6	4,5	7,4	15,8	52,6	15,5	0,0	0,0	0,0
13м	Глина песчанистая, легкая, льдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии текучая	0,0	0,0	0,0	0,9	3,2	7,3	12,0	17,4	24,6	14,2	20,5
14м	Суглинок песчанистый, легкий, нельдистый, твердомерзлый, в талом состоянии полутвердый	0,0	0,0	0,0	0,8	3,4	7,4	12,3	17,4	24,7	14,7	19,3
15м	Суглинок пылеватый, легкий, нельдистый, твердомерзлый, в талом состоянии тугопластичный	0,1	0,1	0,1	0,8	3,0	6,9	11,4	21,8	23,6	14,1	17,9

С.Л.И №	Номенклатура грунтов по ГОСТ 25100-2020	Гранулометрический состав по фракциям, % (мм)										
		более 10	10-5	5-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.1	0.1-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	менее 0.005
16м	Суглинок песчанистый, легкий, слабодистый, твердомерзлый, в талом состоянии мягкопластичный	0,0	0,0	0,0	0,8	3,5	7,3	12,3	17,4	25,1	14,2	19,5
17м	Суглинок песчанистый, легкий, слабодистый, твердомерзлый, в талом состоянии текучий	0,0	0,1	0,2	0,7	3,3	6,9	11,7	20,7	23,4	14,2	18,8
20м	Супесь пылеватая, нельдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии пластичная	6,9	2,8	2,5	3,7	2,6	5,4	8,8	25,1	20,5	13,6	8,1
1	Песок пылеватый, средней плотности, насыщенный водой	2,0	0,3	1,2	1,2	2,5	9,1	42,7	41,0	0,0	0,0	0,0
2	Суглинок пылеватый, тяжелый, полутвердый	0,3	0,7	0,9	0,7	1,0	3,2	15,5	16,1	20,7	22,8	18,1
4	Суглинок пылеватый, легкий, мягкопластичный	6,9	7,7	5,6	5,2	4,5	9,5	23,9	97,6	37,7	24,8	27,2
5	Суглинок пылеватый, легкий, текучепластичный	0,2	0,2	0,3	0,5	1,3	4,4	10,3	20,3	25,4	21,2	15,9
7	Суглинок пылеватый, тяжелый, тугопластичный	0,4	0,6	0,7	0,6	0,9	3,2	15,4	15,7	23,1	21,6	17,8
10	Песок гравелистый, рыхлый, водонасыщенный	12,8	7,3	13,2	9,4	18,6	12,4	11,7	14,6	0,0	0,0	0,0
9	Суглинок пылеватый, легкий, текучий	0,3	0,3	0,2	0,7	2,4	5,8	10,3	17,7	28,2	16,2	17,9
11	Супесь пылеватая, пластичная, с гравием	9,4	5,4	6,1	5,4	0,3	0,7	2,8	17,5	44,4	4,7	3,2
12	Глина пылеватая, легкая, полутвердая	0,0	0,3	0,7	1,0	0,7	2,4	4,8	10,5	33,3	30,0	16,4

Таблица 9 – Нормативные показатели физико-механических свойств мерзлых грунтов

Наименование и номер ИГЭ	Плотность, г/см ³			Влажность, %						Коэф. пористости, мерзлого грунта, e _f , д. е.	Число пластичности, I _p , %.	Показатель текучести, I _L , д. е.	Коэффициент водонасыщения, S _e , д. е.	Степень засоленности, D _{sal} , %	Льдистость, д. е.		Коэф. оттаивания, A _{th} , д. е.	Коэф. сжимаемости при оттаивании, m	Компрессионное сжатие мерзлого грунта		Предельно-длительное эквивалентное сцепление, C _{eq} , МПа	Предел прочности на одноосное сжатие, R _c , МПа	Сопротивление срезу оттаивающего грунта	
	мерзлого грунта, ρ _f	сухого мерзлого грунта, ρ _{af}	частиц грунта, ρ _s	суммарная, W _{tot}	между ледяными включениями, W _m	включений видимого льда, W _i	незамерзшей воды, W _w	на границе текучести, W _L	на границе раскатывания, W _p						суммарная, i _{tot}	видимых включений льда, i _i			Модуль деформации, E, МПа	Коэф.сжимаемости, m _i , МПа ⁻¹			Угол внутреннего трения, φ, град.	Удельное сцепление, C, МПа
ИГЭ-1м. Торф слаборазложившийся, мерзлый	0,98	0,14	1,64	596,55	300,30	298,07	149,55	-	-	10,624	-	-	0,92	-	0,703	0,467	0,265	0,9386	-	-	-	-	-	-
ИГЭ-2м. Суглинок песчанистый, легкий, нельдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии тугопластичный	1,97	1,62	2,71	21,56	20,26	1,22	10,58	28,64	17,73	0,670	10,91	0,35	0,87	0,09	0,196	0,022	0,063	0,1318	12,08	0,0677	0,091	0,48	18	0,020
ИГЭ-3м. Суглинок песчанистый, тяжелый, нельдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии полутвердый	2,03	1,72	2,71	18,48	17,57	0,73	10,38	29,69	17,97	0,579	11,72	0,05	0,85	0,13	0,150	0,014	0,060	0,1297	11,78	0,0801	0,086	0,472	13	0,016
ИГЭ-4м. Суглинок песчанистый, легкий, слабльдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии мягкопластичный	1,93	1,56	2,71	23,77	20,70	3,15	10,78	27,59	17,90	0,741	9,69	0,61	0,87	0,13	0,225	0,056	0,054	0,1349	13,05	0,0614	0,103	0,50	18	0,016
ИГЭ-5м. Суглинок песчанистый, легкий, слабльдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии текучепластичный	1,87	1,48	2,71	26,69	21,35	5,60	11,06	27,93	18,39	0,833	9,54	0,87	0,87	0,13	0,259	0,093	0,047	0,1233	13,28	0,0602	0,101	0,55	14	0,014
ИГЭ-6м. Глина песчанистая, легкая, слабльдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии мягкопластичная	1,74	1,27	2,74	36,85	28,50	8,23	19,93	44,55	25,04	1,155	19,51	0,61	0,87	0,11	0,236	0,121	0,050	0,1276	13,38	0,0598	0,103	0,51	17	0,017
ИГЭ-7м. Глина песчанистая, легкая, нельдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии полутвердая	1,85	1,45	2,73	28,12	27,33	0,83	20,35	46,35	25,46	0,889	20,89	0,13	0,86	0,10	0,124	0,014	0,052	0,1328	11,49	0,0722	0,084	0,45	17	0,017
ИГЭ-8м. Глина песчанистая, легкая, слабльдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии тугопластичная	1,79	1,35	2,73	32,50	28,51	4,08	19,90	44,38	24,85	1,025	19,53	0,39	0,87	0,13	0,190	0,064	0,054	0,1225	12,07	0,0681	0,092	0,46	18	0,018
ИГЭ-9м. Суглинок песчанистый, легкий, слабльдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии текучий	1,76	1,31	2,71	34,68	21,08	13,94	10,80	26,86	18,41	1,064	8,45	1,98	0,87	0,10	0,344	0,200	0,1143	0,2593	11,93	0,0682	0,071	0,41	13	0,011
ИГЭ-10м. Супесь песчанистая, слабльдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии текучая	1,81	1,38	2,68	31,26	19,24	12,60	7,10	22,79	17,44	0,945	5,35	2,58	0,88	0,10	0,368	0,186	0,137	0,2553	16,47	0,0503	0,121	0,81	21	0,0076
ИГЭ-11м. Песок пылеватый, слабльдистый, твердомерзлый, в талом состоянии средней плотности, насыщенный водой	1,92	1,54	2,64	24,61	23,57	0,99	1,00	-	-	0,714	-	-	0,90	0,06	0,399	0,017	0,067	0,0794	8,39	0,1111	0,160	1,11	35	0,007

Наименование и номер ИГЭ	Плотность, г/см³			Влажность, %						Коэф. пористости, мерзлого грунта, e_f , д. е.	Число пластичности, I_p , %.	Показатель текучести, I_L , д. е.	Коэффициент водонасыщения, S_w , д. е.	Степень засоленности, D_{sal} , %	Льдистость, д. е.		Коэф. оттаивания, A_{th} , д. е.	Коэф. сжимаемости при оттаивании, M	Компрессионное сжатие мерзлого грунта		Предельно-длительное эквивалентное сцепление, C_{eq} , МПа	Предел прочности на одноосное сжатие, R_c , МПа	Сопротивление срезу оттаивающего грунта	
	мерзлого грунта, ρ_f	сухого мерзлого грунта, ρ_{df}	частиц грунта, ρ_s	суммарная, W_{tot}	между ледяными включениями, W_m	включений видимого льда, W_l	незамерзшей воды, W_w	на границе текучести, W_L	на границе раскатывания, W_p						суммарная, i_{tot}	видимых включений льда, i_l			Модуль деформации, E , МПа	Коэф. сжимаемости, m_i , МПа ⁻¹			Угол внутреннего трения, φ , град.	Удельное сцепление, C , МПа
ИГЭ-12м. Песок мелкий, слабольдистый, твердомерзлый, в талом состоянии средней плотности, насыщенный водой	1,94	1,57	2,64	23,06	22,36	0,99	1,00	-	-	0,679	-	-	0,90	0,07	0,387	0,017	0,056	0,0710	11,95	0,0679	0,143	1,09	35	0,005
ИГЭ-13м. Глина песчанистая, легкая, льдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии текучая	1,62	1,10	2,73	47,45	28,46	19,68	20,02	42,53	25,03	1,487	17,50	1,29	0,87	0,09	0,336	0,243	0,140	0,3046	11,31	0,0731	0,077	0,42	12	0,013
ИГЭ-14м. Суглинок песчанистый, легкий, нельдистый, твердомерзлый, в талом состоянии полутвердый	2,02	1,70	2,71	19,00	18,37	0,76	10,63	29,87	18,09	0,596	11,78	0,08	0,87	0,22	0,159	0,015	0,054	0,1329	13,21	0,0606	0,100	0,54	9	0,013
ИГЭ-15м. Суглинок пылеватый, легкий, нельдистый, твердомерзлый, в талом состоянии тугопластичный	1,97	1,63	2,71	21,33	20,08	1,34	10,56	28,87	17,49	0,669	11,38	0,34	0,87	0,08	0,196	0,025	0,053	0,1370	12,99	0,0616	0,107	0,53	17	0,020
ИГЭ-16м. Суглинок песчанистый, легкий, слабольдистый, твердомерзлый, в талом состоянии мягкопластичный	1,91	1,54	2,71	24,86	21,18	3,59	11,16	28,94	18,50	0,766	10,44	0,61	0,87	0,14	0,231	0,062	0,054	0,1270	12,97	0,0617	0,104	0,52	18	0,014
ИГЭ-17м. Суглинок песчанистый, легкий, слабольдистый, твердомерзлый, в талом состоянии текучий	1,80	1,36	2,71	31,96	21,72	10,88	11,21	29,06	18,83	0,987	10,23	1,29	0,87	0,08	0,313	0,160	0,080	0,2087	12,73	0,0630	0,099	0,49	13	0,013
ИГЭ-20м. Супесь пылеватая, нельдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии пластичная	2,01	1,68	2,68	18,20	18,21	1,44	6,92	20,95	16,33	0,597	4,62	0,39	0,88	0,04	0,237	0,027	0,040	0,0813	1,60	0,5008	0,142	0,83	22	0,011
ИГЭ-21м. Торф погребенный, слаборазложившийся, мерзлый	0,98	0,14	1,64	616,60	308,35	308,25	154,40	-	-	11,130	-	-	0,91	-	0,702	0,470	0,266	0,9453	-	-	-	-	-	-

Таблица 10 – Расчетные значения теплофизических характеристик грунтов

Наименование и номер ИГЭ	Влажность грунта суммарная, д.ед, W_{tot}	Плотность сухого, $г/см^3$		Кэф. теплопроводности, $Вт/(м*°C)$		Объемная теплоемкость, $кДж/(м^3*°C)$		Объемная теплота таяния (замерзания) грунта, $Дж/м^3$, $L_{v,th}$
		талого грунта, $\rho_{d,th}$	мерзлого грунта, $\rho_{d,f}$	мерзлого грунта, λ_f	талого грунта, λ_{th}	мерзлого грунта, C_f	талого грунта, C_{th}	
ИГЭ-1м. Торф слаборазложившийся, мерзлый	5,965	0,14	0,14	0,46	0,27	1069,31	1734,37	212257551,2
ИГЭ-2м. Суглинок песчанистый, легкий, нельдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии тугопластичный	0,215	1,65	1,62	1,60	1,41	2175,28	2583,48	59141488,4
ИГЭ-3м. Суглинок песчанистый, тяжелый, нельдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии полутвердый	0,184	1,75	1,72	1,59	1,40	2218,25	2692,18	45270603,0
ИГЭ-4м. Суглинок песчанистый, легкий, слабльдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии мягкопластичный	0,237	1,59	1,56	1,59	1,42	2210,63	2768,96	67896883,0
ИГЭ-5м. Суглинок песчанистый, легкий, слабльдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии текучепластичный	0,266	1,51	1,48	1,58	1,45	2135,24	2848,78	78077995,6
ИГЭ-6м. Глина песчаная, легкая, слабльдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии мягкопластичная	0,368	1,30	1,27	1,70	1,56	1330,57	1920,92	71267544,1
ИГЭ-7м. Глина песчаная, легкая, нельдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии полутвердая	0,281	1,48	1,45	1,56	1,46	2070,64	2731,58	37422128,5
ИГЭ-8м. Глина песчаная, легкая, слабльдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии тугопластичная	0,325	1,38	1,35	1,54	1,52	1651,34	2299,40	57303313,3
ИГЭ-9м. Суглинок песчанистый, легкий, слабльдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии текучий	0,346	1,34	1,31	1,67	1,52	1720,57	2378,77	103709782,9
ИГЭ-10м. Супесь песчаная, слабльдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии текучая	0,312	1,41	1,38	1,81	1,72	1952,87	2657,67	111052820,4

Наименование и номер ИГЭ	Влажность грунта суммарная, д.ед, W_{tot}	Плотность сухого, г/см ³		Кэф. теплопроводности, Вт/(м*°С)		Объемная теплоемкость, кДж/(м ³ *°С)		Объемная теплота таяния (замерзания) грунта, Дж/м ³ , $L_{v,th}$
		талого грунта, $\rho_{d,th}$	мерзлого грунта, $\rho_{d,f}$	мерзлого грунта, λ_f	талого грунта, λ_{th}	мерзлого грунта, C_f	талого грунта, C_{th}	
ИГЭ-11м. Песок пылеватый, слабодистый, твердомерзлый, в талом состоянии средней плотности, насыщенный водой	0,246	1,57	1,54	2,31	2,10	2152,85	2742,03	120123983,1
ИГЭ-12м. Песок мелкий, слабодистый, твердомерзлый, в талом состоянии средней плотности, насыщенный водой	0,230	1,60	1,57	2,48	2,25	2213,27	2783,31	116731021,6
ИГЭ-13м. Глина песчанистая, легкая, льдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии текучая	0,474	1,12	1,10	1,84	1,57	1451,88	2195,52	101217204,5
ИГЭ-14м. Суглинок песчанистый, легкий, нельдистый, твердомерзлый, в талом состоянии полутвердый	0,190	1,73	1,70	1,60	1,41	2230,76	2718,66	48020987,9
ИГЭ-15м. Суглинок пылеватый, легкий, нельдистый, твердомерзлый, в талом состоянии тугопластичный	0,213	1,66	1,63	1,60	1,41	2188,07	2610,55	58961036,8
ИГЭ-16м. Суглинок песчанистый, легкий, слабодистый, твердомерзлый, в талом состоянии мягкопластичный	0,248	1,57	1,54	1,58	1,43	2167,41	2735,28	69495877,1
ИГЭ-17м. Суглинок песчанистый, легкий, слабодистый, твердомерзлый, в талом состоянии текучий	0,319	1,39	1,36	1,67	1,50	1838,00	2510,08	94384732,9
ИГЭ-20м. Супесь пылеватая, нельдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии пластичная	0,182	1,71	1,68	1,82	1,70	2211,72	2660,90	71327351,3
ИГЭ-21м. Торф погребенный, слаборазложившийся, мерзлый	6,166	0,14	0,14	0,49	0,28	1134,62	1852,19	208931962,5

Согласно ГОСТ 25100-2020, таблица Б.26 грунты участка изысканий незасоленные. Содержание легкорастворимых солей изменяется от 0,003 до 0,386 %.

Согласно СП 28.13330.2017 по содержанию ионов SO_4^{2-} пески (ИГЭ-1, ИГЭ-10, ИГЭ-11м, ИГЭ-12м), суглинки (ИГЭ-2, ИГЭ-4, ИГЭ-9, ИГЭ-4м, ИГЭ-5м, ИГЭ-14м, ИГЭ-15м, ИГЭ-16м, ИГЭ-17м), глины (ИГЭ-6м, ИГЭ-13м), супеси (ИГЭ-10м, ИГЭ-20м) неагрессивные к бетонам марок W4, W6, W8 по водонепроницаемости на портландцементе (I группа цемента по сульфатостойкости).

По содержанию ионов Cl^- пески (ИГЭ-1, ИГЭ-10, ИГЭ-11м, ИГЭ-12м), суглинки (ИГЭ-2, ИГЭ-4, ИГЭ-9, ИГЭ-4м, ИГЭ-5м, ИГЭ-14м, ИГЭ-15м, ИГЭ-16м, ИГЭ-17м), глины (ИГЭ-6м, ИГЭ-13м), супеси (ИГЭ-10м, ИГЭ-20м) неагрессивны к арматуре в железобетонных конструкциях (защитный слой 20 мм).

Согласно СП 28.13330.2017 по содержанию ионов SO_4^{2-} суглинки (ИГЭ-2м, ИГЭ-9м, ИГЭ-5, ИГЭ-7) и глины (ИГЭ-7м, ИГЭ-8м) от неагрессивных до слабоагрессивных к бетону марки W4 и неагрессивные к бетонам марок W6, W8 по водонепроницаемости на портландцементе (I группа цемента по сульфатостойкости).

Согласно СП 28.13330.2017 по содержанию ионов SO_4^{2-} суглинки (ИГЭ-2м, ИГЭ-9м, ИГЭ-5, ИГЭ-7) и глины (ИГЭ-7м, ИГЭ-8м) неагрессивные к бетонам марок W4, W6, W8 по водонепроницаемости на шлакопортландцементе (II группа цемента по сульфатостойкости).

По содержанию ионов Cl^- суглинки (ИГЭ-2м, ИГЭ-9м, ИГЭ-5, ИГЭ-7) и глины (ИГЭ-7м, ИГЭ-8м) неагрессивны к арматуре в железобетонных конструкциях (защитный слой 20 мм).

Согласно СП 28.13330.2017 по содержанию ионов SO_4^{2-} суглинки (ИГЭ-3м) от неагрессивных до слабоагрессивных к бетону марки W4 и неагрессивные к бетонам марок W6, W8 по водонепроницаемости на портландцементе (I группа цемента по сульфатостойкости).

Согласно СП 28.13330.2017 по содержанию ионов SO_4^{2-} суглинки (ИГЭ-3м) неагрессивные к бетонам марок W4, W6, W8 по водонепроницаемости на шлакопортландцементе (II группа цемента по сульфатостойкости).

По содержанию ионов Cl^- суглинки (ИГЭ-3м) от неагрессивных до среднеагрессивных к арматуре в железобетонных конструкциях (защитный слой 20 мм).

Согласно СП 28.13330.2017 по содержанию ионов SO_4^{2-} супеси (ИГЭ-11) неагрессивные к бетонам марок W4, W6, W8 по водонепроницаемости на портландцементе (I группа цемента по сульфатостойкости).

По содержанию ионов Cl^- супеси (ИГЭ-11) от слабо- до среднеагрессивных к арматуре в железобетонных конструкциях (защитный слой 20 мм).

По степени морозной пучинистости, согласно табл. Б.27 ГОСТ 25100-2020:

- торф (ИГЭ-1м) – сильнопучинистый ($\varepsilon_{fn} = 0,1476-0,1558$ д.е.);
- суглинок (ИГЭ-2м) – среднепучинистый ($\varepsilon_{fn} = 0,0501 - 0,0579$ д.е.);
- суглинок (ИГЭ-4м) – сильнопучинистый ($\varepsilon_{fn} = 0,0796-0,0820$ д.е.);
- суглинок (ИГЭ-5м) – сильнопучинистый ($\varepsilon_{fn} = 0,0785-0,0874$ д.е.);
- суглинок (ИГЭ-9м) – сильнопучинистый ($\varepsilon_{fn} = 0,1052-0,1229$ д.е.);
- супесь (ИГЭ-10м) – сильнопучинистая ($\varepsilon_{fn} = 0,1098-0,1114$ д.е.);
- суглинок (ИГЭ-2) – от непучинистого ($\varepsilon_{fn} = 0,0070$ д.е.) до среднепучинистого ($\varepsilon_{fn} = 0,0584-0,0588$ д.е.);
- суглинок (ИГЭ-4) – среднепучинистый ($\varepsilon_{fn} = 0,0454$ д.е.);
- суглинок (ИГЭ-5) – сильнопучинистый ($\varepsilon_{fn} = 0,1148$ д.е.);
- суглинок (ИГЭ-7) – от непучинистого ($\varepsilon_{fn} = 0,001-0,019$ д.е.) до среднепучинистого ($\varepsilon_{fn} = 0,0519-0,0574$ д.е.).

Статическим зондированием были испытаны грунты, выделенные в следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ):

- ИГЭ-1 – песок пылеватый;
- ИГЭ-2 – суглинок полутвердый;
- ИГЭ-4 – суглинок мягкопластичный;
- ИГЭ-5 – суглинок текучепластичный;
- ИГЭ-7 – суглинок тугопластичный;
- ИГЭ-10 – песок гравелистый;
- ИГЭ-9 – суглинок текучий;
- ИГЭ-11 – супесь пластичная.

Нормативные и расчетные значения физико-механических характеристик грунтов по выделенным ИГЭ приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Нормативные и расчетные значения физико-механических характеристик грунтов по выделенным ИГЭ

Опыты: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29

№ ИГЭ	Наименование ИГЭ	qc ср., МПа	Jl ср.	Нормативные		Расчетные				E, МПа
				φ , град	C, кПа	φ_1 , град	C1, кПа	φ_2 , град	C2, кПа	
1	песок пылеватый водонасыщенный	3,97		29,76		28,49		28,91		19,72
10	песок гравелистый	4,71		30,84		29,22		29,89		20,71
11	Супесь пластичная	3,28	0,15	27,85	15,85	26,84	15,28	27,23	15,50	22,67
2	суглинок полутвердый	2,98	0,17	22,97	28,91	22,11	27,82	22,43	28,23	20,89
3	торф	0,09	0,50							
4	суглинок мягкопластичный	2,38	0,24	21,76	25,28	20,89	24,27	21,22	24,66	16,66
5	суглинок текучепластичный	1,72	0,31	20,44	21,32	18,03	18,81	19,03	19,85	12,04
7	суглинок тугопластичный	2,57	0,22	22,13	26,40	21,30	25,40	21,61	25,78	17,97
9	Суглинок текучий	1,96	0,29	20,91	22,73	18,86	20,56	19,70	21,45	13,69

Примечание: Расчетные значения свойств грунтов определены для ИГЭ с коэффициентом вариации ($V \leq 0,3$) и включающих не менее шести измерений ($n \geq 6$) по ГОСТ 20522-2012.

Доверительная вероятность по СП 22.13330.2016 «СНиП 2.02.01-83» п.5.3.16: 1-0,95, 2-0,85. В остальных случаях используются коэффициенты надежности из ГОСТ 20522-2012, п.5.4.

5.2 Специфические грунты

К специфическим грунтам на территории изысканий в соответствии с СП 47.13330.2016, относятся органические грунты (торф).

Торф распространён ограниченно по трассе. На момент проведения инженерных изысканий торф находился в талом и мерзлом состояниях.

Торф (ИГЭ-1м) коричневый, мерзлый, слаборазложившийся, сильнольдистый ($i_{\text{tot}}=0,703$ д.е), криотекстура массивная, при оттаивании водонасыщенный. Вскрывается с поверхности и с глубины 0,3 м под мохово-растительным слоем. Мощность торфа изменяется от 0,2 до 5,7 м.

Согласно ГОСТ 25100-2020 по степени разложения торф (ИГЭ-1м) слаборазложившийся. Степень разложения торфа изменяется от 6,0 до 16,0 %, в среднем составляя 10,99 %.

По степени влажности торф (ИГЭ-1м) водонасыщенный. Влажность природная изменяется от 396,10 до 649,90 %, в среднем составляя 596,55 %.

Торф погребенный (ИГЭ-21м) темно-коричневый, мерзлый, слаборазложившийся, сильнольдистый ($i_{\text{tot}}=0,702$ д.е), криотекстура массивная, при оттаивании водонасыщенный.

Кровля торфов вскрывается на глубине от 1,1 до 4,5 м, подошва - от 2,5 до 5,1 м. Мощность торфа (ИГЭ-21м) изменяется от 0,5 до 1,0 м.

Согласно ГОСТ 25100-2020 по степени разложения торф (ИГЭ-21м) слаборазложившийся. Степень разложения торфа изменяется от 6,0 до 13,0 %, в среднем составляя 9,75 %.

По степени влажности торф (ИГЭ-21м) водонасыщенный. Влажность природная изменяется от 584,50 до 631,90 %, в среднем составляя 616,60 %.

Торф (ИГЭ-1) коричневый, слаборазложившийся, водонасыщенный. Вскрывается с глубины 0,1 м под мохово-растительным слоем. Мощность торфа изменяется от 0,2 до 2,4 м.

Согласно ГОСТ 25100-2020 по степени разложения торф слаборазложившийся. Степень разложения торфа изменяется от 9 до 39,45 %, в среднем составляя 19,60 %.

По степени влажности торф (ИГЭ-1м) водонасыщенный. Влажность природная изменяется от 320,51 до 624,20 %, в среднем составляя 535,49 %.

К специфическим особенностям торфов следует относить:

- малую прочность и большую сжимаемость с длительной консолидацией при уплотнении;

- существенное изменение деформационных и прочностных свойств при нарушении их естественного сложения, а также под воздействием динамических и статических нагрузок;

- анизотропию прочностных и деформационных характеристик.

Эти особенности позволяют считать торфа непригодными для строительства на них различных сооружений.

5.3 Сезонное оттаивание и промерзание грунтов

Нормативные глубины сезонного оттаивания и промерзания грунтов представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Нормативные глубины сезонного оттаивания и промерзания грунтов

Наименование и номер ИГЭ	Суммарная влажность, %	Глубина сезонного оттаивания, м	Глубина сезонного промерзания, м
ИГЭ-1м. Торф слаборазложившийся, мерзлый	596,55	0,48	0,84
ИГЭ-2м. Суглинок песчанистый, легкий, нельдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии тугопластичный	21,56	2,23	2,83
ИГЭ-3м. Суглинок песчанистый, тяжелый, нельдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии полутвердый	18,48	2,27	3,06
ИГЭ-4м. Суглинок песчанистый, легкий, слабольдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии мягкопластичный	23,77	2,21	2,69
ИГЭ-5м. Суглинок песчанистый, легкий, слабольдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии текучепластичный	26,69	2,28	2,57
ИГЭ-6м. Глина песчаная, легкая, слабольдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии мягкопластичная	36,85	2,29	2,71
ИГЭ-7м. Глина песчаная, легкая, нельдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии полутвердая	28,12	2,30	3,01
ИГЭ-8м. Глина песчаная, легкая, слабольдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии тугопластичная	32,50	2,29	2,74
ИГЭ-9м. Суглинок песчанистый,	34,68	1,94	2,40

Наименование и номер ИГЭ	Суммарная влажность, %	Глубина сезонного оттаивания, м	Глубина сезонного промерзания, м
легкий, слабодистый, пластичномерзлый, в талом состоянии текучий			
ИГЭ-10м. Супесь песчанистая, слабодистая, пластичномерзлая, в талом состоянии текучая	31,26	1,99	2,45
ИГЭ-11м. Песок пылеватый, слабодистый, твердомерзлый, в талом состоянии средней плотности, насыщенный водой	24,61	2,30	2,71
ИГЭ-12м. Песок мелкий, слабодистый, твердомерзлый, в талом состоянии средней плотности, насыщенный водой	23,06	2,44	2,86
ИГЭ-13м. Глина песчанистая, легкая, льдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии текучая	47,45	1,99	2,49
ИГЭ-17м. Суглинок песчанистый, легкий, слабодистый, твердомерзлый, в талом состоянии текучий	31,96	2,03	2,48
ИГЭ-20м. Супесь пылеватая, нельдистая, пластичномерзлая, в талом состоянии пластичная	18,20	2,50	3,00
ИГЭ-21м. Торф погребенный, слаборазложившийся, мерзлый	616,60	0,49	0,86
ИГЭ-1. Песок пылеватый, средней плотности, насыщенный водой	21,11	-	3,04
ИГЭ-2. Суглинок пылеватый, тяжелый, полутвердый	18,69	-	3,06
ИГЭ-4. Суглинок пылеватый, легкий, мягкопластичный	22,96	-	2,70
ИГЭ-5. Суглинок пылеватый, легкий, текучепластичный	25,11	-	2,59
ИГЭ-7. Суглинок пылеватый, тяжелый, тугопластичный	20,64	-	2,86
ИГЭ-9. Суглинок пылеватый, легкий, текучий	31,10	-	2,40
ИГЭ-10. Песок гравелистый, рыхлый, насыщенный водой	21,67	-	2,90
ИГЭ-11. Супесь пылеватая, с дресвой, пластичная	17,35	-	2,99

6 Сведения об уровне грунтовых вод, их химическом составе, агрессивности по отношению к материалам изделий и конструкций подземной части линейного объекта

Межмерзлотные грунтовые воды имеют статический уровень. Водовмещающими отложениями являются пески с гравием и галькой до 20-30 %. Водообильность указанных отложений невысокая и неравномерная. Внешнее питание горизонта отсутствует. Водоносный горизонт имеет постоянное существование, площадь и мощность его распространения контролируется верхней и нижней границей многолетнемерзлых грунтов.

По результатам ранее проведенных изысканий (апрель-май 2024 г) вскрываются межмерзлотные грунтовые воды в скв.№№16-24 – 20-24, 46-24. Появившейся уровень подземных вод вскрыт на глубине от 3,5 до 10,5 м, установившейся - на глубине от 3,2 до 10,5 м.

По результатам проведенных изысканий (январь-апрель 2025 г) вскрываются межмерзлотные грунтовые воды в скв.№№256-25, 345-25, 641-25. Появившийся уровень зафиксирован на глубине от 2,1 до 6,5 м (85,56-123,45 м в абсолютных отметках), установившийся - на глубине от 1,7 до 6,5 м (85,96-123,45 м в абсолютных отметках).

Сезонное колебание уровня грунтовых вод в межмерзлотных таликах не прогнозируется, в виду перекрытия водосодержащих грунтов толщей многолетнемерзлых грунтов и отсутствия внешнего питания.

Воды сквозных и несквозных таликов развиты в виде изолированных участков и площадей, приуроченных к радиационно-тепловым таликам.

По результатам ранее проведенных изысканий (апрель-май 2024 г) появившийся уровень грунтовых вод в сквозных и несквозных таликах зафиксирован на глубине от 0,35 до 1,4 м, установившихся - на глубине от 0,35 до 1,3 м.

По результатам проведенных изысканий (январь-апрель 2025 г) появившийся уровень грунтовых вод в сквозных и несквозных таликах зафиксирован на глубине от 0,0 до 10,2 м (68,61-152,20 м в абсолютных отметках), установившихся - на глубине от 0,0 до 9,8 м (69,21-152,20 м в абсолютных отметках).

По результатам проведенных изысканий (февраль-март 2026 г) на участке подхода трассы ВЛ-110 кВ к ПС Западное Хоседаю появившийся уровень грунтовых вод в сквозных и несквозных таликах зафиксирован на глубине от 0,3 до 0,8 м (111,64-117,65 м в абсолютных отметках), установившихся - на глубине от 0,2 до 0,5 м (111,84-117,95 м в абсолютных отметках).

По результатам проведенных изысканий (февраль-март 2026 г) на участке подхода трассы к ПС «Снежная» появившийся уровень грунтовых вод в сквозных и несквозных таликах зафиксирован на глубине от 0,3 до 1,0 м (130,15-135,03 м в абсолютных отметках). Установившийся уровень соответствует появившемуся.

Надмерзлотные грунтовые воды приурочены к деятельному (СТС) слою.

По результатам ранее проведенных изысканий (апрель-май 2024 г) на участке прохождения трассы ВЛ-110 кВ появившийся уровень надмерзлотных грунтовых вод зафиксирован на глубине от 0,3 до 1,7 м, установившейся - на глубине от 0,1 до 1,4 м.

По результатам проведенных изысканий (январь-апрель 2025 г) на участке прохождения трассы ВЛ-110 кВ появившийся уровень грунтовых вод в сквозных и несквозных таликах зафиксирован на глубине от 0,2 до 2,8 м 57,33-153,72 м в абсолютных отметках), установившихся - на глубине от 0,0 до 2,2 м (57,73-150,94 м в абсолютных отметках).

Глубина залегания подошвы надмерзлотных грунтовых вод СТС определяется глубиной сезонного оттаивания. Мощность горизонта достаточно изменчива и определяется литологическим составом и влажностью грунтов. Водовмещающими грунтами являются пески и суглинки. Водоупором является кровля многолетнемерзлых грунтов.

В теплый период года мощность водоносного горизонта постоянно увеличивается по мере оттаивания грунтов и с первыми заморозками начинает уменьшаться вплоть до полного промерзания. В летний период горизонт безнапорный и лишь в начале промерзания приобретает временный напор.

Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка осуществляется в ближайшие водосборы (реки, озера, понижения рельефа).

Прогнозный уровень данного горизонта вод с учётом естественной амплитуды колебаний рекомендуется принять на дневной поверхности, что соответствует глубине 0,0 м.

Воды по химическому составу хлоридно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, гидрокарбонатные кальциевые, весьма пресные и пресные, от очень мягких до жестких (жесткость карбонатная), с минерализацией от 97,63 до 746,74 мг/л.

Величина общей жесткости колеблется от 1,06 до 9,34 мг-экв/л.

Степень агрессивного воздействия подземных вод на бетон марки W4:

- по содержанию бикарбонатной щелочности – от неагрессивной до слабоагрессивной;
- по водородному показателю pH – от неагрессивной до слабоагрессивной;
- по содержанию солей Mg^{2+} , NH^{4+} и едких щелочей в пересчете на ионы Na^+ и K^+ – неагрессивная;
- по содержанию хлоридов при толщине защитного слоя бетона 20 мм – неагрессивная.

Степени агрессивного воздействия подземных вод по содержанию сульфатов на бетон марок W4, W6, W8 по водонепроницаемости - неагрессивная.

Подземные воды (согласно таблице Г.1, приложения Г, СП 28.13330.2017) неагрессивные к арматуре железобетонных конструкций при постоянном погружении и при периодическом смачивании.

Степень агрессивного воздействия подземных вод на металлические конструкции (согласно таблице X.3, приложения X, СП 28.13330.2017) средняя.

Согласно приложению И СП 11-105-97, часть II участок прохождения трассы является подтопленным и относится к типу I-A-1 (постоянно подтопленный).

7 Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций

Описание и обоснование принятых конструктивных решений опор ВЛ приведено в разделе 3.1 «Воздушные линии электропередачи».

Кабельная эстакада

Для крепления кабельных конструкций предусматриваются пролетные балки, выполненные из стального прокатного швеллера по ГОСТ 8240-97. Балки опираются на стальные опоры из горячедеформированных труб по ГОСТ 8732-2025. Шаг опор принят 6,0м. Высота опор на территории подстанции 2,5м, за территорией подстанции 5,0.

При высоте опор 5,0м приняты трубы диаметром 325мм с толщиной стенки 8мм; при высоте опор 2,5м приняты трубы диаметром 219мм с толщиной стенки 8мм.

Защитные конструкции

Для защиты нефтепровода от падения кабеля при пересечении линии ВЛ проектируются защитные конструкции, выполненные в виде сеток с ячейкой 200x200. Сетка выполняется из арматурной стали диаметром 16мм по ГОСТ 8732-2025. Сетка крепится к балкам из профиля 160x120x6 по ГОСТ 30245-2003. Опоры проектируются из горячедеформированных труб по ГОСТ 8732-2025. Диаметр опор 219мм толщина стенки трубы 8мм. Шаг опор принят не более 9,0м.

8 Описание и обоснование технических решений, обеспечивающих необходимую прочность, устойчивость, пространственную неизменяемость зданий и сооружений объекта капитального строительства в целом, а также их отдельных конструктивных элементов, узлов, деталей в процессе изготовления, перевозки, строительства, реконструкции, капитального ремонта и эксплуатации объекта капитального строительства

Необходимая прочность, устойчивость, пространственная неизменяемость сооружений определена расчетом строительных конструкций.

Для всех проектируемых сооружений принят нормальный уровень ответственности.

Расчеты сооружений нормального уровня ответственности выполняются с учетом коэффициента надежности по ответственности $\gamma_n = 1,0$ на основании требований Федерального закона № 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.09.

9 Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства

Под все сооружения запроектированы свайные фундаменты из горячедеформированных труб по ГОСТ 8732-2025.

Трасса ВЛ расположена в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов (ММГ). В соответствии с результатами инженерно-геологических изысканий и требованиям СП 25.13330.2020 п. 6.1.1 приняты оба принципа использования МММ в качестве оснований.

I принцип – с сохранением грунтов в мерзлом состоянии с применением сезонных охлаждающих устройств. Расчет несущей способности свай выполняется в соответствии с требованиями СП 25.13330.2020.

II принцип – с допущением оттаивания грунтов в процессе эксплуатации. Расчет свай выполняется с учетом требований СП 25.13330.2020 и СП 24.13330.2021.

На участках с талыми грунтами расчет свайных оснований выполнен в соответствии с требованиями СП 24.13330.2021.

На основании расчетов для опор ВЛ сваи приняты из трубы диаметром 325мм толщиной стенки 8мм. Глубина погружения нижнего конца сваи от 10,0 до 13,0м. Для каждой опоры глубина погружения сваи приведена в графической части.

Для опор кабельной эстакады – из трубы диаметром 325мм и 219мм толщиной стенки 8мм. Глубина погружения нижнего конца сваи от 10,0

Для защитных конструкций – из трубы диаметром 219мм толщиной стенки 8мм. Глубина погружения нижнего конца сваи от 10,0.

Фундаменты выполняются в соответствии с требованиями СП 22.13330.2016, СП 2.13330.2020; СП 45.13330.2017 и инженерно-геологических изысканий.

Основным способом погружения свай в грунт принят бурозабивной способ. Свая выполняется с закрытым нижним концом. Конструкция свай, выполненная из горячекатанной трубы по ГОСТ 8732-2025 герметична. Сваи устанавливаются в предварительно-пробуренные скважины диаметром, менее чем диаметр сваи и глубиной, не более 0,9 проектной длины сваи без учета наконечника сваи.

При наращивании свай выполняется стыковой сварной шов с разделкой кромок не более одного сварного шва на сваю. Для сварных швов выполняется 10% УЗК, в соответствии с разделом п. 5.7.4 (таблица 4) ГОСТ 23118-2019 для 3-й категории сварных швов.

Наличие посторонних предметов, воды, снега и льда не допускается.

Внутренняя полость свай заполняется сухой цементно-песчаной смесью. В соответствии с п. 6.2.7 СП 25.13330.2020 влажность смеси не выше 0,2% от массы (в соответствии с ГОСТ 31357-2007), попадание воды и снега исключается. Заполнение свай ЦПС – 100% с учетом самоуплотнения смеси. Соотношение цемента и песка в ЦПС – 1:5. В ЦПС применяется портландцемент общестроительного назначения без минеральных добавок в соответствии с требованиями ГОСТ 31108-2020. Песок – II класса по ГОСТ 8736-2014 с модулем крупности не более 1,5, незасоленный и непучинистый

При проектировании свайных фундаментов соблюдаются следующие условия:

- размер свай назначается из условия, чтобы их прочность по материалу превосходила прочность по грунту в среднем на 15 %;
- уменьшение числа свай за счет увеличения их глубины погружения.

Коэффициент надежности по грунту $\gamma_{c,f} = 1,4$ принят в соответствии с СП 24.13330.2021.

До погружения свай их наружные поверхности, которые будут находиться в зоне сезонного промерзания (оттаивания) грунта и ниже на 1,0м окрашиваются составами, снижающими действие сил морозного пучения и имеющими заключение об опытных данных, полученных в полевых или лабораторных условиях.

Система лакокрасочного покрытия должна соответствовать требованиям по обеспечению работоспособности лакокрасочного покрытия на весь срок эксплуатации и требованию по снижению действия касательных сил морозного пучения как минимум в 0,6.

Выбор данного покрытия осуществляется заказчиком на конкурсной основе по результатам проведения тендера

10 Перечень мероприятий по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения

Антикоррозионная защита стальных конструкций, расположенных на открытом воздухе выполняется в соответствии с требованиями СП 28.13330.2017 с применением холодного цинкования стали.

Антикоррозионная защита, с учетом ее периодического восстановления, обеспечивается на весь срок эксплуатации.

Срок службы лакокрасочных покрытий системы антикоррозионной защиты должен быть не менее 15 лет. При отсутствии возможности обеспечения требований по доступности для осмотра и восстановлению защитных покрытий, конструкции защищаются от коррозии на весь период эксплуатации – 20лет.

Системы лакокрасочных покрытий принимаются с учетом климатических характеристик района строительства и эксплуатационной среды.

Лакокрасочные покрытия должны быть предназначены для металлоконструкций климатического исполнения УХЛ1, ХЛ1 и быть работоспособными в промышленном климате II со средней коррозионной агрессивностью С3 по ГОСТ 9.107-2023.

Допускаются антикоррозионные покрытия, прошедшие ускоренные испытания по ГОСТ 9.401-2018.

В качестве антикоррозионной защиты (АКЗ) стальных строительных конструкций, эксплуатируемых на открытом воздухе выше уровня планировки возможны к применению следующие системы покрытий:

- система защитного покрытия на основе однокомпонентной эмали (грунт-эмали) на силикон-акриловой основе общей толщиной 160 мкм, адгезия 1 балл по ГОСТ 15140-78 (метод 2);
- 2 слоя композитной краски на основе полиуретанового лака и высокодисперсного порошка цинка общей толщиной не менее 80 мкм (адгезия 1 балл по ГОСТ 15140-78 (метод 2)) с последующим нанесением в качестве покрывного материала акрилуретановой эмали толщиной не менее 120 мкм.

– два слоя цинконаполненной краски общей толщиной не менее 80 мкм с последующим нанесением в качестве покрывного материала полиуретановой масти общей толщиной не менее 60 мкм и в качестве финишного покрытия полиуретановой эмали, устойчивой к ультрафиолетовому излучению толщиной не менее 60 мкм.

Допускается применение аналогичных покрытий, соответствующих требованиям СП 28.13330.2017 и обеспечивающих соответствующую долговечность и надежность.

Защита болтов, гаек и шайб от коррозии осуществляется путем горячего цинкования методом погружения в расплав, либо путем гальванического цинкования (кадмирования) с последующим хромированием по ГОСТ 9.301-86 «Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования». Толщина покрытия должна составлять 60-100 мкм для горячего цинкования и 18-20 мкм для гальванического цинкования (кадмирования). Кроме того, толщина покрытия в резьбе не должна превышать плюсовых допусков.

Антикоррозионную защиту монтажных соединений выполнять после монтажа конструкций аналогично основному покрытию.

До погружения свай их наружные поверхности, которые будут находиться в зоне сезонного промерзания (оттаивания) грунта и ниже на 1,0м окрасить составами, уменьшающими силы морозного пучения, имеющие заключение об опытных данных, полученные в полевых или лабораторных условиях. Перед нанесением лакокрасочных покрытий выполнить абразивоструйную очистку поверхности до степени Sa 2,5 по ГОСТ ИСО 8501-1-2014 и выполнить технические требования изготовителя лакокрасочного покрытия по подготовке поверхности перед окраской. При нанесении покрытий следует соблюдать технологию нанесения покрытий, рекомендованную производителем.

Для выполнения антикоррозионной защиты свай можно рассматривать защиту 2-мя слоями двухупаковочного состава на основе модифицированной эпоксидной смолы и полиамидного отвердителя грунт-эмалью общей толщиной 350мкм. Система лакокрасочного покрытия должна соответствовать требованиям по обеспечению работоспособности лакокрасочного покрытия на весь срок эксплуатации и требованию по снижению действия касательных сил морозного пучения как минимум в 0,6.

Допускается применение аналогичных покрытий, обеспечивающих соответствующую долговечность и надежность.

11 Описание инженерных решений и сооружений, обеспечивающих защиту территории объекта капитального строительства, отдельных зданий и сооружений объекта капитального строительства, а также персонала (жителей) от опасных природных и техногенных процессов

По данным инженерно-геологических изысканий грунты площадки строительства, залегающие в слое сезонного промерзания-оттаивания, подвержены процессам пучения.

Для защиты фундаментов от морозного пучения приняты следующие мероприятия:

- глубина заложения фундаментов сооружений принята более глубины сезонного промерзания-оттаивания,
- глубина свайного фундамента определена с учетом касательных сил морозного пучения грунта;
- наружные поверхности стальных свай на глубину промерзания от планировки окрашиваются лакокрасочными покрытиями, снижающими действие касательных морозного пучения.

Другие инженерно-геологические процессы и явления, требующие разработки инженерной защиты и дополнительных изысканий, на изучаемых участках не обнаружены.

12 Строительные материалы и конструкции

12.1 Фундаментные болты

Фундаментные болты выполнены из стали: 09Г2С-6 ГОСТ 19281-2014 «Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия», согласно табл. 1 ГОСТ 24379.0-2012 для климатического района I₁.

12.2 Стальные конструкции

Материалы стальных конструкций должны соответствовать требованиям ст. 34 Федерального закона № 384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Для несущих и вспомогательных стальных конструкций принимается марка стали (по классу прочности 345) по ГОСТ 27772-2021 в соответствии с разделами 5, 13, Приложением В СП 16.13330.2017.

Конструкции рассчитываются на экстремальные температуры района строительства при транспортировке, монтаже и вводе в эксплуатацию.

В соответствии с таблицей В.1 СП 16.13330.2017 металл проката, используемого для стальных конструкций должен удовлетворять требованиям:

- для конструкций 2 и 3 группы - требованиям KCV-20 не менее 34 Дж/см²;
- для конструкций 4 группы - требованиям KCV0 не менее 34 Дж/см².

Несущие стальные конструкции из проката принимаются (для сооружений с нормальным уровнем ответственности) для 2 и 3 групп конструкций:

- по ГОСТ 19281-2014 из стали 345-8-09Г2С;
- по ГОСТ 27772-2021 из стали 345-5.

Для сооружений с нормальным уровнем ответственности вспомогательные конструкции принимаются из стали С255-4. Вспомогательные конструкции, не выпускаемые из стали С255-4, (лист-ромб, рулон ромб, лист ПВ) - из стали СтЗсп7 по ГОСТ 535-2005.

В проекте применены прямошовные электросварные трубы по ГОСТ 10704-91.

Материал труб для стальных конструкций принят из стали 345-8-09Г2С (для сооружений с нормальным уровнем ответственности), класс прочности 345 по ГОСТ 19281-2014.

Стальные конструкции принимаются из стального профильного проката, труб или прямоугольного замкнутого профиля.

Стальные конструкции с элементами из труб или из замкнутого прямоугольного профиля выполняются со сплошными швами и с заваркой торцов. При этом защиту от коррозии внутренних поверхностей допускается не производить.

Сварные соединения стальных конструкций разрабатываются в соответствии с указаниями СП 16.13330.2017. Материалы для сварных соединений стальных конструкций приняты в соответствии с таблицей Г.1. приложения Г СП 16.13330.2017.

Все сварочные работы должны вестись в соответствии с требованиями СП 70.13330.2012, раздел 10, а также СНиП 12-03-2001, часть 1.

Для болтовых соединений применяются стальные болты и гайки, удовлетворяющие требованиям ГОСТ ISO 8992-2015, ГОСТ ISO 898-1-2014, ГОСТ ISO 898-2-2015, ГОСТ ISO 4759-3-2015. Выбор болтов производить по таблице Г.3 СП 16.13330.2017 с учетом условий их применения (климатического района, характера действующих нагрузок, условий работы в соединениях).

Все применяемые материалы должны быть сертифицированы. Применение не сертифицированных материалов не допускается.

12.3 Требования к изготовлению и монтажу стальных конструкций

Металлоконструкции изготавливаться в соответствии с требованиями ГОСТ 23118-2019 по рабочей документации, утвержденной разработчиком и принятой к производству предприятием-изготовителем.

Конструкции должны удовлетворять установленным при проектировании требованиям по несущей способности (прочности и жесткости).

Металлоконструкции должны быть защищены от коррозии согласно разделу антикоррозийная защита строительных конструкций пояснительной записки.

Технология производства конструкций должна регламентироваться технологической документацией, утвержденной в установленном на предприятии-изготовителе порядке.

Маркировка стальных элементов должна быть четкой и несмываемой. Все элементы должны соответствовать прилагаемому упаковочному листу.

Болты, гайки, шайбы должны упаковываться отдельно в герметичные пластиковые пакеты.

Изготовитель должен представить все сертификаты соответствия на применяемые материалы и изделия.

Строительно-монтажные работы необходимо выполнять в соответствии с требованиями СП 70.13330.2012 и СНиП 12-03-2001.

Работы по возведению зданий и сооружений следует производить по утвержденному проекту производства работ (ППР), в котором наряду с общими требованиями СП 48.13330.2019 должны быть предусмотрены: мероприятия, обеспечивающие требуемую точность установки конструкций; пространственную неизменяемость и устойчивость конструкций в процессе их монтажа; меры по обеспечению безопасности работ.

Предельные отклонения фактического положения смонтированных конструкций не должны превышать при приемке значений, приведенных в таблице 4.10 СП 70.13330.2012.

Качество изготовленных строительных конструкций должно соответствовать требованиям, изложенным в ГОСТ 23118-2019.

Производственный контроль качества строительно-монтажных работ следует осуществлять в соответствии с СП 48.13330.2019.

Приложение А

Перечень законодательных актов РФ и нормативных документов

- 1 ГОСТ 9.301-86 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования»
- 2 ГОСТ 9.402-2004 «Единая система защиты от коррозии и старения Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию»
- 3 ГОСТ 9.602-2016 «Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии»
- 4 ГОСТ ISO 898-2-2015 «Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 2. Гайки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы»
- 5 ГОСТ 2246-70 «Проволока стальная сварочная. Технические условия»
- 6 ГОСТ 15140-78 Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии
- 7 ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия»
- 8 ГОСТ 8736-2025 «Песок для строительных работ. Технические условия»
- 9 ГОСТ 9454-2025 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах
- 10 ГОСТ 9467-75 «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы»
- 11 ГОСТ 31108-2020 «Цементы общестроительные. Технические условия»
- 12 ГОСТ 15836-79 «Мастика битумно-резиновая изоляционная. Технические условия»
- 13 ГОСТ ISO 898-1-2014 Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 2. Гайки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы
- 14 ГОСТ ISO 4759-3-2015 «Шайбы плоские для болтов, винтов и гаек. Классы точности А и С»
- 15 ГОСТ 19281-2014 Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия
- 16 ГОСТ 27772-2021 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия
- 17 ГОСТ 23118-2019 «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»
- 18 ГОСТ 24379.0-2012 Болты фундаментные. Общие технические условия
- 19 ГОСТ 25100-2020 «Грунты. Классификация»
- 20 ГОСТ 15140-78 Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии
- 21 ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний
- 22 ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения
- 23 ГОСТ Р 57270-2016 Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть
- 24 ГОСТ 30245-2003 Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. Технические условия
- 25 ГОСТ 31357-2007 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия
- 26 ГОСТ 35087-2024 Двутавры стальные горячекатаные. Технические условия
- 27 ГОСТ 8240-97 Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент

- 28 ГОСТ 8732-2025 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент
- 29 ГОСТ 9.107-2023 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Коррозионная агрессивность атмосферы. Основные положения
- 30 ГОСТ 9.401-2018 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов
- 31 ГОСТ ISO 8992-2015 Изделия крепежные. Общие требования для болтов, винтов, шпилек и гаек
- 32 ГОСТ Р 56600-2015 Плиты предварительно напряженные железобетонные дорожные. Технические условия
- 33 ГОСТ Р 58760-2024 Здания мобильные (инвентарные). Общие технические условия
- 34 ГОСТ Р ИСО 8501-1-2014 Подготовка стальной поверхности перед нанесением лакокрасочных материалов и относящихся к ним продуктов. Визуальная оценка чистоты поверхности. Часть 1. Степень окисления и степени подготовки непокрытой стальной поверхности и стальной поверхности после полного удаления прежних покрытий
- 35 СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87
- 36 СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»
- 37 ГОСТ ISO 898-1-2014 Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 1. Болты, винты и шпильки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы
- 38 Письмо 1100/2403-2-110 О полимерных и полимерсодержащих материалах и конструкциях, разрешенных к применению в строительстве
- 39 Постановление 1128 Положение о лицензировании деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений
- 40 Постановление 80 О принятии строительных норм и правил Российской Федерации "Безопасность труда в строительстве. Часть I. Общие требования"
- 41 СП 131.13330.2025 «Строительная климатология»
- 42 СП 231.1311500.2015 Обустройство нефтяных и газовых месторождений. Требования пожарной безопасности
- 43 СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий
- 44 СП 29.13330.2011 Полы
- 45 СП 50.13330.2024 Тепловая защита зданий
- 46 СП 51.13330.2011 Защита от шума
- 47 СП 56.13330.2021 Производственные здания
- 48 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*»
- 49 СП 25.13330.2020 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах» Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88
- 50 СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85
- 51 СП 43.13330.2012 «Сооружения промышленных предприятий» Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85
- 52 СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87
- 53 СП 48.13330.2019 «Организация строительства» актуализированная редакция СНиП 12-01-2004

- 54 СП 115.13330.2016 «Геофизика опасных природных воздействий»
Актуализированная редакция СНиП 22-01-95
- 55 СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства.»
- 56 СТО АРСС 11251254.001-018-5 «Изготовление и контроль качества стальных
строительных конструкций»
- 57 СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и
выходы»
- 58 СП 113.13330.2023 «Стоянки автомобилей»
- 59 СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» Актуализированная редакция
СНиП II 23 81
- 60 СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений» Актуализированная
редакция СНиП 2.02.01-83
- 61 СП 24.13330.2021 «Свайные фундаменты» Актуализированная редакция СНиП
2.02.03-85
- 62 СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания» Актуализированная
редакция СНиП 2.09.04-87*
- 63 СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»
Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87
- 64 Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности
«Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»
- 65 Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.08 «Технический регламент о
требованиях пожарной безопасности»