



ГИПРОВОСТОКНЕФТЬ

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

Заказчик – ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО»

**Обустройство кустовых площадок №№ 8-бис, 17
Западно-Хоседаюского нефтяного месторождения
ЦХП (блок №3) им. Д. Садецкого и увеличение
пропускной способности нефтегазосборных
трубопроводов**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

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

Часть 3. Автомобильная дорога

Книга 1. Текстовая часть

ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.01

Том 3.3.1

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
1	3758-26		27.04.26



ГИПРОВОСТОКНЕФТЬ

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

Заказчик – ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО»

**Обустройство кустовых площадок №№ 8-бис, 17
Западно-Хоседаюского нефтяного месторождения
ЦХП (блок №3) им. Д. Садецкого и увеличение
пропускной способности нефтегазосборных
трубопроводов**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

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

Часть 3. Автомобильная дорога

Книга 1. Текстовая часть

ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.01

Том 3.3.1


Главный инженер

Н.П. Попов

Главный инженер проекта

Р.В. Шапиевский

Обозначение	Наименование	Примечание
ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.01-С	Содержание тома 3.3.1	Изм. 1 (Зам.)
ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-00.СП	Состав проектной документации	
ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.01	Часть 3. Автомобильная дорога. Текстовая часть	Изм. 1 (Зам.)

Взам. инв. №									
	Подпись и дата								
Инв. № подл.						ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.01-С			
	1	-	Зам.	3758-26	27.04.26				
Инв. № подл.	Разраб.	Обидина			27.04.26	Содержание тома 3.3.1	Стадия	Лист	Листов
							П		1
	Н.контр.	Поликашина			27.04.26	 ГИПРОВОСТОКНЕФТЬ			

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Гл. специалист	И.М. Корнец
Заведующий группой	Л.В. Пильник
Ведущий инженер	А.В. Демидкин
Ведущий инженер	Е.Е. Обидина
Нормоконтролер	Е.В. Поликашина

СОДЕРЖАНИЕ

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И УСЛОВИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	6
2 СВЕДЕНИЯ О ТОПОГРАФИЧЕСКИХ, ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ УЧАСТКА СТРОИТЕЛЬСТВА.....	7
2.1 Климатические характеристики	7
2.2 СВЕДЕНИЯ ОБ ОСОБЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ (МЁРЗЛЫЕ ГРУНТЫ, ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, СЕЙСМИЧНОСТЬ)	11
2.3 СВЕДЕНИЯ О ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЙ.....	12
2.4 СВЕДЕНИЯ ОБ УРОВНЕ ГРУНТОВЫХ ВОД, ИХ ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ, АГРЕССИВНОСТИ ПО ОТНОШЕНИЮ К МАТЕРИАЛАМ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ.....	13
3 СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТНОЙ МОЩНОСТИ (ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ, ГРУЗООБОРОТЕ, ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ДР.) ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА.....	14
3.1 СВЕДЕНИЯ О КАТЕГОРИИ И КЛАССЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....	14
3.2 СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТНОЙ МОЩНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....	15
3.3 Техничко-экономические показатели и характеристики автомобильных дорог	15
4 ПОКАЗАТЕЛИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И УСТРОЙСТВ ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА (В ТОМ ЧИСЛЕ ВОЗМОЖНОСТЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТАКИХ ОБОРУДОВАНИЯ И УСТРОЙСТВ), ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ СОБЛЮДЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ	16
5 ПЕРЕЧЕНЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ	16
6 ОБОСНОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА И ТИПОВ ОБОРУДОВАНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО, ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И МЕХАНИЗМОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕКОНСТРУКЦИИ ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА	16
7 СВЕДЕНИЯ О ЧИСЛЕННОСТИ И ПРОФЕССИОНАЛЬНО-КВАЛИФИКАЦИОННОМ СОСТАВЕ ПЕРСОНАЛА С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПО ГРУППАМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ, ЧИСЛО И ОСНАЩЕННОСТЬ РАБОЧИХ МЕСТ	17
8 ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТЫХ В ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ, АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ НАРУШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ И КАЧЕСТВА РАБОТЫ ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА	17
9 СВЕДЕНИЯ О ЛИНЕЙНОМ ОБЪЕКТЕ С УКАЗАНИЕМ НАИМЕНОВАНИЯ, НАЗНАЧЕНИЯ И МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЯ НАЧАЛЬНОГО И КОНЕЧНОГО ПУНКТОВ ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА.....	17
10 ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	17
11 СВЕДЕНИЯ ОБ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРАХ И ХАРАКТЕРИСТИКАХ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА	18
11.1 Подготовка территории строительства.....	18
11.2 Обоснование высоты насыпи земляного полотна.....	18
11.3 Поперечные профили земляного полотна	19
11.4 Обоснование требований к грунтам отсыпки (влажность и гранулометрический состав).....	19
11.5 Обоснование необходимой плотности грунта насыпи и величин коэффициентов уплотнения грунта	21
11.6 Описание принятых способов отвода поверхностных вод, поступающих к земляному полотну.....	22
11.7 Расчет объёмов земляных работ	22
12 ОПИСАНИЕ ТИПОВ КОНСТРУКЦИЙ И ВЕДОМОСТЬ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ	23
12.1 План и продольный профиль	23
12.2 Дорожная одежда	24
12.3 Пересечения и примыкания	24

13 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРОТИВОДЕФОРМАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА	24
14 ПЕРЕЧЕНЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ТРАССЫ ОТ СНЕЖНЫХ ЗАНОСОВ И ПОПАДАНИЯ НА НИХ ЖИВОТНЫХ.....	25
15 ОБОСНОВАНИЕ ТИПОВ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	25
15.1 ПЕРЕЧЕНЬ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ С УКАЗАНИЕМ ИХ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПАРАМЕТРОВ.....	25
15.2 ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕРОВ ОТВЕРСТИЙ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПРОПУСК ВОДЫ.....	25
15.3 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ.....	26
16 СВЕДЕНИЯ О СПОСОБАХ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА.....	26
16.1 ПЕРЕСЕЧЕНИЯ С АВТОМОБИЛЬНЫМИ ДОРОГАМИ.....	26
16.2 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В МЕСТАХ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ С АВТОМОБИЛЬНЫМИ ДОРОГАМИ	26
16.3 ПЕРЕСЕЧЕНИЯ С КОММУНИКАЦИЯМИ	26
17 СВЕДЕНИЯ О ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОМ СОСТОЯНИИ, УРОВНЕ АВАРИЙНОСТИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ОБЪЕКТА. ОРГАНИЗАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	26
18 СВЕДЕНИЯ О ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРАХ И ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЯХ ПО СНИЖЕНИЮ ИХ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЕРСОНАЛ.....	27
19 СВЕДЕНИЯ О КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММАХ, КОТОРЫЕ ИСПОЛЬЗОВАЛИСЬ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАСЧЕТОВ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ, СТРОЕНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	27
20 ПЕРЕЧЕНЬ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ АКТОВ РФ И НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ	27
Приложение А Расчет дорожной одежды автомобильной дороги	А-1
Приложение Б Расчёт осадки оснований при II принципе проектирования.....	Б-1
Приложение В Сводная ведомость объемов работ	В-1
Приложение Г Ведомость технических средств организации дорожного движения	Г-1

1 Исходные данные и условия для подготовки проектной документации

В разделе разрабатываются технические решения по обеспечению круглогодичной транспортной связи проектируемой площадки куста скважин №17 по объекту «Обустройство кустовых площадок №№ 8-бис, 17 Западно-Хоседаюского нефтяного месторождения ЦХП (блок №3) им. Д. Садецкого и увеличение пропускной способности нефтегазосборных трубопроводов»

Исходными данными для проектирования являются:

- Техническое задание на проектирование №264/25/22//1902 от 20.08.2025г.
- Отчетная документация по результатам инженерных изысканий выполненные АО «Гипровостокнефть» в 2025 году.

Административно - территориальная принадлежность участка работ – Россия, Центральная часть Ненецкого автономного округа, муниципальное образование «Заполярный район», земли СПК «Дружба Народов».



Район работ малообжитой, труднодоступный. На территории отсутствуют населенные пункты и постоянно проживающее население.

Ближайшие населенные пункты расположены:

- поселок Хорей-Вер – 50 км юго-западнее;
- поселок Варандей – 110 км северо-западнее;
- город Усинск – 209 км юго-западнее.

Расстояние от постоянной базы АО «Гипровостокнефть» до участка работ – 2300 км.

Временная база располагалась на территории вахтового поселка ДНС Висового месторождения. Связь - с помощью спутникового телефона и сотовой связи операторов «Билайн», «МТС». Завоз вахты, подвоз топлива и продуктов в настоящее время осуществляется из города Усинска в зимний период по зимнику, в весенне-осенний период вертолетом.

Участок находится на территории горного отвода Западно-Хоседаюского месторождения ЦХП. Недропользователь - ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО». В настоящее время на участке ведутся работы по разработке месторождения, имеются отсыпанные дороги и линии электропередач. Для перевозки грузов и людей на территории построена вертолетная площадка, имеется аварийный запас топлива. Электроснабжение осуществляется с помощью дизельной электростанции. Связь - с помощью спутникового телефона и сотовой связи операторов «Билайн», «МТС». Завоз вахты, подвоз топлива и продуктов в настоящее время осуществляется из города Усинска в зимний период по зимнику, в весенне-осенний период вертолетом.

В соответствии с требованием Заказчика в проекте принято 16 этапов строительства. Автодорога на кустовую площадку №17 Западно-Хоседаюского месторождения дорога входит в 16-й этап строительства.

2 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, гидрометеорологических и климатических условиях участка строительства

2.1 Климатические характеристики

Климатическая характеристика района работ составлена по данным наблюдений на ближайшей метеорологической станции Хорей-Вер, с привлечением недостающих данных по метеостанции Хоседа-Хард.

Территория производства изысканий согласно (СП 131.13330.2020) относится к строительному климатическому району II.

Климат арктический с продолжительной суровой зимой, коротким летом, слабо выраженными переходными сезонами, значительной облачностью, метелями и туманами.

Зима длится полгода – с ноября по апрель. Остальные сезоны – примерно по два месяца: весна – май – июнь, лето – июль – август, осень – сентябрь – октябрь.

В таблице 2.1.1, 2.1.2 приведены соответственно климатические параметры холодного и теплого периодов года по метеостанции Хорей-Вер и Хоседа-Хард.

Таблица 2.1.1 – Климатические параметры холодного периода года

Климатическая характеристика	Значение
Температура воздуха наиболее холодных суток, °С, обеспеченностью 0,98 (м/ст. Хоседа-Хард)	-50
Температура воздуха наиболее холодных суток, °С, обеспеченностью 0,92 (м/ст. Хоседа-Хард)	-48
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью 0,98 (м/ст. Хоседа-Хард)	-45
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью 0,92 (Хоседа-Хард)	-42
Абсолютная минимальная температура воздуха, °С (Хоседа-Хард)	-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 2.1.2 – Климатические параметры теплого периода года по метеостанции Хорей-Вер, период наблюдений

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

Температура воздуха. Средняя годовая температура воздуха в районе изысканий составляет минус 4,6°С (таблица 2.1.3). Продолжительность теплого и холодного периодов года составляет 4 и 8 месяцев соответственно.

Таблица 2.1.3 – Средние многолетние значения температуры воздуха, °С

Период												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Среднемесячная температура воздуха												
-19,3	-18,9	-14,1	-8,3	-0,8	7,8	13,3	10,1	5,0	-2,9	-11,4	-15,4	-4,6
Абсолютная максимальная температура воздуха												
2,3	2,1	5,7	14,2	29,9	33,1	33,8	30,1	23,7	16,4	5,1	2,1	33,8
Абсолютная минимальная температура воздуха												
-48,1	-48,4	-46,0	-37,0	-27,4	-7,3	-0,8	-5,4	-10,6	-32,6	-40,6	-45,0	-48,4

Абсолютный минимум температуры воздуха достигает минус 51°С. Переход через 0°С в период весеннего подъема среднесуточной температуры отмечается во второй половине мая (таблица 2.1.4).

Таблица 2.1.4 – Даты перехода среднесуточной температуры воздуха через заданные пределы

Станция	Характеристика	Пределы					
		-15 °С	-10 °С	-5 °С	0 °С	5 °С	10 °С
Хорей-Вер	Переход температуры весной	11.03	08.04	30.04	19.05	5.06	22.06
	Переход температуры осенью	10.12	4.11	19.10	5.10	14.09	14.08

Лето (период с температурой воздуха выше 10°С) наступает в третьей декаде июня. Самый теплый месяц – июль, среднемесячная температура июля по метеостанции Хорей –Вер составляет 13,3°С. Средняя максимальная температура воздуха наиболее жаркого месяца (июля) составляет 18,9°С.

Для лета характерным является полярный день, когда солнце не заходит за горизонт. Абсолютный максимум температуры воздуха за период наблюдений, по данным наблюдений на метеостанции Хорей-Вер, составил 33,8°С.

Среднегодовая температура поверхности почвы в районе изысканий составляет минус 4°С (таблица 2.1.5). Абсолютный максимум температуры поверхности почвы наблюдался в июле и составил 47°С, абсолютный минимум – в феврале – минус 51°С. В настоящее время на метеостанциях Хорей-Вер и Хоседа-Хард наблюдений за температурой грунта на различных глубинах не выполняется, сведения в таблице 5 представлены по фондовым материалам.

Таблица 2.1.5 – Средние многолетние значения температуры почвы, °С.

Метеостанция	Период												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Среднемесячная температура почвы													
Хорей-Вер	-20	-19	-14	-8	0	9	15	11	5	-3	-11	-16	-4

Промерзание сезонно талого слоя начинается в последних числах сентября (с установлением отрицательных среднесуточных температур воздуха) и завершается в январе – феврале.

Влажность воздуха. Относительная влажность воздуха в течение года колеблется в пределах 74–89 % (таблица 2.1.6). Наименьших значений относительная влажность достигает в июне – июле (74–75 %) и наибольших – в октябре (88–89 %).

Таблица 2.1.6 – Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха, %

Станция	Средняя месячная относительная влажность, %												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Хорей-Вер	82	82	83	82	79	74	74	83	87	89	87	84	82

Осадки. Северный климатический район находится в зоне избыточного увлажнения. Средние многолетние годовые суммы осадков составляют 446 мм. Наибольшие месячные суммы осадков приходятся на июль-сентябрь, наименьшие – на февраль – март. В таблице 2.1.7 приведены средние месячные и годовые суммы осадков.

Таблица 2.1.7 – Среднее количество осадков, мм

Станция	Период												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Хорей-Вер	24	20	20	22	32	47	56	67	54	45	32	27	446

Суточные максимумы осадков за период наблюдений в ряде случаев достигали 81 мм по метеостанции Хорей-Вер. Максимальное суточное количество осадков обеспеченностью 1% за год по метеостанции Хорей-Вер – 102 мм.

Снежный покров. На данной территории снежный покров залегает в течение 214 дней в году, то есть в течение 7,5 месяцев; появляется в начале октября, исчезает в конце мая. Разрушение устойчивого снежного покрова начинается с конца апреля и заканчивается в середине июня.

Плотность снежного покрова при наибольшей высоте составляет 250 кг/м³ по метеостанции Хоседа-Хард (поле).

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 снегового покрова район изысканий относится к V району (согласно СП 20.13330. 2016, карте 1 приложения Е), расчетное значение веса снегового покрова S_g на 1 м² горизонтальной поверхности земли составляет 2,5 кПа.

Ветер. Направление ветра имеет четко выраженный годовой ход. Зимой преобладают ветры юго-западного направления, летом восточные ветры (Таблица 2.1.8). В переходные периоды направление их неустойчиво. Розы ветров представлена на рисунке 1.

Таблица 2.1.8 – Повторяемость (%) направлений ветра и штилей по метеостанции Хорей-Вер

Период	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
I	5	7	16	7	23	28	11	3	7
II	5	8	17	7	22	26	12	3	6
III	5	8	16	7	20	24	15	5	4
IV	9	11	18	7	12	18	17	8	3
V	13	14	16	7	9	10	17	14	2
VI	15	14	16	7	8	9	15	16	2
VII	17	16	17	6	9	8	12	15	3
VIII	16	12	14	6	10	12	15	15	4
IX	11	10	13	8	15	18	15	10	4
X	7	8	12	7	16	24	18	8	4

Период	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
XI	4	6	13	8	20	29	15	5	6
XII	4	6	13	7	24	31	11	4	6
Год	9	10	15	7	16	20	14	9	4

На данной территории наименьшие скорости ветра наблюдаются в летнее время, наибольшие – в холодные период, годовая скорость ветра в среднем составляет 4,7 м/с (Таблица 2.1.9).

Таблица 2.1.9 – Среднемесячная и годовая скорость ветра, м/с

Станция	Период												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Хорей-Вер	5,2	5,2	5,3	5,0	4,9	4,6	4,0	3,9	4,1	4,5	4,7	5,3	4,7

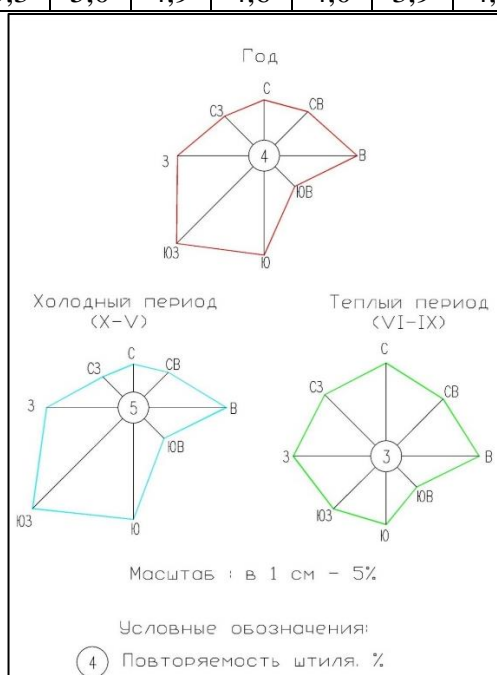


Рисунок 1 – Розы ветров по метеостанциям Хоседа-Хард и Хорей-Вер

Территория изысканий по ветровому давлению относится к IV району (СП 20.13330.2016, карта 2 приложения Е), нормативное значение ветрового давления w_0 в зависимости от ветрового района принимается по таблице 11.1 и составляет 0,48 кПа.

Скорость ветра, повторяемость превышения которой составляет 5 %, по метеостанции Хорей-Вер - 10,3 м/с.

Атмосферные явления на рассматриваемой территории обуславливаются особенностями циркуляции атмосферы, а отдельные сезоны – и влиянием орографии. Из неблагоприятных атмосферных явлений в районе работ отмечаются туманы, грозы, метели и град.

Туманы. Чаще всего туманы наблюдаются в октябре. В среднем, в году наблюдается 47 дней с туманом. Сведения о туманах приведены в таблице 2.1.10.

Таблица 2.1.10 – Среднее число дней с туманом

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Метеостанция Хорей-Вер													
Количество дней	3	2	3	4	3	3	4	5	5	6	5	4	47

Грозы. В районе изысканий за год наблюдается 9 дней с грозой. Сведения о грозах приведены в таблице 2.1.11.

Таблица 2.1.11– Среднее число дней с грозой

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Метеостанция Хорей-Вер													
Дни	–	–	–	–	0,4	2	4	2	0,3	–	–	–	9

Среднегодовая продолжительность гроз в районе составляет от 10 до 20 часов.

Метели. В течение года наблюдается в среднем 60 дней с метелью. Сведения о метелях приведены в таблице 2.1.12.

Таблица 2.1.12– Среднее число дней с метелью

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Метеостанция Хорей-Вер													
Дни	12	10	9	6	2	0,1	-	-	0,1	3	7	11	60

Град. Сведения о явлении града в районе изысканий приведены в таблице 2.1.13. Среднее число дней с градом в году составляет 0,4 дня.

Таблица 2.1.13 – Среднее число дней с градом

Период	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Метеостанция Хорей-Вер												
Дни				0,1	0,2		0,1					0,4

Гололед. Днем с гололедным отложением считается такой день, когда явление наблюдалось более получаса. Среднее число дней с гололедом и изморозью дано в целых числах, число меньше единицы указывает на то, что явление наблюдалось не ежегодно. Сведения о гололеде приведены в таблице 2.1.14.

Таблица 2.1.14 – Среднее число дней с обледенением проводов гололедного станка по метеостанции Хорей-Вер

Явление	Период												Год
	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
Гололед	0,02			1	2	1	0,8	0,4	0,5	0,5	0,8	0,2	7
Изморозь			0,3	5	11	10	10	7	5	4	1		53

Согласно ПУЭ, участок изысканий расположен в II гололедном районе - нормативная толщина стенки гололеда b с плотностью $0,9 \text{ г/см}^3$ принята равной 15 мм.

Нормативное значение толщины стенки гололеда b , мм (превышаемое 1 раз в 5 лет), на элементах кругового сечения 10 мм, расположенных на высоте 10 м над поверхностью земли, принимается по III району – 10 мм.

2.2 Сведения об особых природно-климатических условиях (мёрзлые грунты, опасные геологические процессы, сейсмичность)

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 участка изысканий установлены подзоны:

- сплошного распространения ММП;
- межмерзлотных таликов ММП.

Территория района исследований находится в зоне широкого развития многолетнемерзлых пород с ежегодными циклами промерзания и протаивания. Наиболее распространенными процессами являются пучение.

Криогенное пучение проявляется в естественных условиях в виде сезонных и многолетних бугров пучения. В районе работ сезонные бугры пучения приурочены к долинам ручьев и малых рек, к логам, нижним частям склонов, т.е. к тем элементам рельефа, где имеются несквозные и сквозные талики. Высота этих бугров до 1 м, поперечник - до 5 м. В основном, они представлены кочкарником высотой до 0,5 и в поперечнике 1-2 м. Многолетние бугры пучения, преимущественно торфяные, высота их до 3 м. Потенциальная опасность криогенного пучения в районе проектируемых сооружений очень высока, что связано с высоким содержанием пылеватых фракций в приповерхностных горизонтах грунтов (пылеватые пески, супеси, суглинки). Техногенная нагрузка в этих условиях приведет к активизации криогенного пучения. В этих условиях чрезвычайно важно учитывать соотношение выпучивающих сил в верхней части разреза (слой сезонного промерзания-оттаивания) и удерживающих сил в нижней части фундаментов проектируемых сооружений.

Отмеченные процессы в естественных условиях не интенсивны, но могут активизироваться под действием антропогенной нагрузки, поэтому необходимо проводить мониторинг за развитием этих процессов. Необходимо избегать использования крутых склонов для проездов техники, минимизировать нарушения дернового покрова.

Непосредственно на изысканном участке развит процесс морозного пучения.

В целом, изучаемая территория относится к III (сложной) категории природных условий, а такие процессы, как заболачивание и пучение, следует рассматривать как «умеренно опасные» (СП 115.13330.2016).

В соответствии с СП 14.13330.2018 сейсмичность территории (Ненецкий автономный округ) по «карте В» общего сейсмического районирования территории РФ (ОСР-2015) менее 6 баллов т.е. район не сейсмичен.

2.3 Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунтов оснований

По проектируемой трассе автомобильной дороги преобладает моховая растительность. Рельеф по трассе равнинный, преобладающие углы наклона до 2 градусов.

Грунты участка находятся в мерзлом и талом состоянии. При оттаивании мерзлые глинистые грунты изменяют свое состояние, и консистенция их становится от тугопластичной до текуче пластичной.

В геолого-литологическом строении участка изысканий до глубины 19,0 м принимают участие средне четвертичные ледниково-морские отложения (gmQII) отложения, представленные суглинками.

С поверхности вышеуказанные отложения перекрываются насыпным грунтом (tQIV) и мохово-растительным слоем (eQIV).

На основании СП 11-105-97, часть III, к специфическим грунтам разреза следует отнести техногенные грунты.

Техногенные грунты представлены песками пылеватыми (ИГЭ-1м). На участке изысканий вскрывается с поверхности на отсыпанной части площадок кустов.

Техногенные грунты образованы в результате планировочных и строительных работ на площадках.

Насыпь на участке изысканий является планомерно возведенной (путем отсыпки с соблюдением принятой технологии). Срок отсыпки более 5 лет. Согласно таблице 9.1 СП 11-105-97, часть III, насыпь самоуплотнившаяся.

На момент проведения инженерных изысканий насыпной слой находился в мерзлом состоянии. Мощность насыпного слоя изменяется от 1,3 до 2,6 м.

Основанием проектируемых сооружений насыпной слой (ИГЭ-1м) являться не будет.

К специфическим особенностям насыпных грунтов относятся:

- неоднородность по составу;
- неравномерная сжимаемость;
- самоуплотнение при динамических воздействиях, замачивании.

Насыпные грунты малопригодны в качестве основания для сооружений.

С учетом номенклатуры грунтов, их генезиса, физико-механических свойств (согласно ГОСТ 20522-2012) и в результате анализа пространственной изменчивости литологического строения и характеристик грунтов в пределах изученного разреза выделено 4 инженерно-геологических элемента (ИГЭ).

Ниже приводится краткая характеристика грунтов, выделенных ИГЭ.

Мёрзлые грунты.

- ИГЭ-3м gmQ_{II} Суглинок серый, пылеватый, легкий, слабльдистый ($i_i=0,061$ д.е), пластичномерзлый, массивной, слоистой криотекстуры, шлиры льда 1-1,5 мм через 1-1,5 см, с включением гравия и гальки до 20%, при оттаивании мягкопластичный. Вскрывается с глубины 0,1-14,1 м мощностью от 1,0 до 11,1 м.
- ИГЭ-5м gmQ_{II} Суглинок серый, пылеватый, легкий, слабльдистый ($i_i=0,108$ д.е), пластичномерзлый, криотекстура массивная, с включения гравия и гальки до 15%, при оттаивании текучепластичный. Вскрывается в интервалах глубин 0,1-13,3 м мощностью от 1,9 до 10,1 м.
- ИГЭ-6м gmQ_{II} Суглинок темно-серый, пластичномерзлый, нельдистый ($i_i=0,019$ д.е), криотекстура массивная, редкие шлиры льда до 3-4 мм частота 2 шт на 1 м, с включением гальки до 20%, при оттаивании тугопластичный. Вскрывается в интервалах глубин 2,3-17,1 м мощностью от 0,4 до 8,8 м.

Техногенные грунты

- ИГЭ-1м tQ_{IV} Насыпной грунт представлен песком мелким, коричнево-серым, средней плотности, сильноглинистым, средней степени водонасыщения. Вскрывается с поверхности и с глубины 0,3 м, мощностью насыпи (ИГЭ-1) изменяется от 1,3 до 2,6 м.

Естественным основанием и вмещающими грунтами сооружений на участке изысканий будут служить вышеописанные грунты: суглинки (ИГЭ-3м, ИГЭ-5м, ИГЭ-6м).

Насыпной слой (ИГЭ-1м), залегающий с дневной поверхности подвержен сезонному промерзанию и протаиванию.

Свойства грунтов приводятся в разделе 4.6.

На период изысканий (на декабрь 2024 г.) подземные воды на участке изысканий не вскрыты.

В летний период на всём участке будут распространены подземные воды сезонно-талого слоя. Глубина залегания вод СТС на не отсыпанной части практически с поверхности, на отсыпанной части – у подошвы насыпи.

Согласно приложению И СП 11-105-97, часть II территория изысканий является подтопленной и относится к типу I-A-2 (сезонно-ежегодно подтопляемая).

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

Участок изысканий располагается на территории обширного, сложно построенного Большеземельского артезианского бассейна, приуроченного к Печорской синеклизе (Гидрогеология СССР, 1970 г.). Особенности залегания, питания и разгрузки приповерхностных подземных вод тесно связаны с особенностями распространения многолетнемерзлых пород.

Надмерзлотные грунтовые воды приурочены к деятельному слою и на момент изысканий отсутствуют.

Формируются с началом сезонного оттаивания грунтов, в период зимнего промерзания сфера циркуляции надмерзлотных вод сокращается, в январе - феврале они перемерзают. Питание происходит за счет атмосферных осадков и протаивания деятельного слоя. Нижним водоупором является верхняя граница многолетнемерзлых грунтов. Как правило, имеют статический уровень, но в ходе промерзания СТС могут приобретать слабый напор. Водообильность и водоотдача водовмещающих надмерзлотные воды грунтов невысокая.

На участке изысканий по данным на декабрь 2024 г уровень грунтовых вод скважинами не встречен.

Согласно приложению И СП 11-105-97, часть II территория изысканий является подтопленной и относится к типу I-A-2 (сезонно-ежегодно подтопляемая).

Согласно ГОСТ 25100-2020, таблица Б.26 грунты участка изысканий незасоленные. Содержание легкорастворимых солей изменяется от 0,040 до 0,149 %.

Согласно СП 28.13330.2017 по содержанию ионов SO_4^{2-} насыпной слой (ИГЭ-1м), неагрессивен к бетонам марок W4, W6, W8 по водонепроницаемости на портландцементе (I группа цементов по сульфатостойкости).

Согласно СП 28.13330.2017 по содержанию ионов SO_4^{2-} суглинки (ИГЭ-3м, ИГЭ-5м, ИГЭ-6м) от неагрессивных до слабоагрессивных к бетонам марок W4 и неагрессивные к бетонам марок W6, W8 по водонепроницаемости на портландцементе (I группа цементов по сульфатостойкости).

Согласно СП 28.13330.2017 по содержанию ионов SO_4^{2-} , суглинки (ИГЭ-3м, ИГЭ-4м, ИГЭ-5м, ИГЭ-6м), насыпные грунты (ИГЭ-1м) неагрессивные к бетонам марок W4, W6, W8 по водонепроницаемости на шлакопортландцементе (II группа цементов по сульфатостойкости).

По содержанию ионов Cl суглинки (ИГЭ-3м, ИГЭ-5м, ИГЭ-6м), насыпные грунты (ИГЭ-1м) неагрессивны к арматуре в железобетонных конструкциях (защитный слой 20 мм).

Удельное электрическое сопротивление грунтов участка изысканий, определенное полевым методом, изменяется от 42,0 до 501,0 Ом×м. Коррозионная агрессивность грунтов от средней до низкой.

3 Сведения о проектной мощности (пропускной способности, грузообороте, интенсивности движения и др.) линейного объекта

3.1 Сведения о категории и классе автомобильных дорог

Техническая категория автомобильной дороги принята IV-н согласно требованиям СП 37.13330.2012 п.7.2.

В соответствии со ст.4 Федерального закона от 30.12.2009 г. №384-ФЗ и ст.2 Федерального закона от 21.07.1997 г. №116-ФЗ проектируемая автомобильная дорога имеет следующие идентификационные признаки:

- относится к объектам транспортной инфраструктуры, предназначена только для внутренних перевозок, связанных со строительством, обустройством эксплуатацией промышленных площадок, проезда пожарных, ремонтных и аварийных машин;
- не является опасным производственным объектом;
- помещений с постоянным пребыванием людей нет;
- относится к сооружениям с нормальным уровнем ответственности.

Проект выполнен в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 года №87, а также с учетом требований:

- СП 313.1325800.2017 «Дороги автомобильные в районах вечной мерзлоты. Правила проектирования и строительства»;
- СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт».

В проекте предусмотрены следующие решения, ведущие к снижению капитальных затрат на подготовительные работы и рациональное природопользование:

- использование местных строительных материалов;
- завоз грунта, строительных материалов и оборудования.

Автомобильная дорога классифицируется:

- по месту расположения – межплощадочная;
- по назначению – вспомогательная;
- по срокам использования – постоянная.

За расчетный автомобиль принят автомобиль общетранспортного назначения шириной до 2,50 м.

3.2 Сведения о проектной мощности автомобильных дорог

Межплощадочная автомобильная дорога, соединяющая кустовые площадки и отдельные обособленные производства Западно-Хоседаюского нефтяного газового и газоконденсатного месторождения, предназначена для технологического обслуживания кустов скважин.

Автомобильная дорога имеет невыраженный грузооборот.

3.3 Техничко-экономические показатели и характеристики автомобильных дорог

Основные параметры продольного и поперечного профилей приведены в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1 «Техничко-экономические показатели»

Параметры элементов автомобильной дороги	Значения параметров автомобильной дороги	Примечание
Категория автомобильной дороги	IV-н	
Расчетная скорость, км/ч (не менее 20км/ч)	30	
Число полос движения, шт.	1	
Ширина земляного полотна, м	5,50	Серповидный профиль
Ширина проезжей части, м (для автомобилей с габаритом до 2,50м)	3,50	
Ширина проезжей части, м (для автомобилей с габаритом от 3,0м до 5,0м)	-	
Ширина обочины*, м	2×1,00	
Наибольший продольный уклон (основной), ‰	40	
Наименьшая расчетная видимость:		
для остановки, м	75	
встречного автомобиля, м	150	
Наименьший радиус кривой в плане (основной), м	150	
Наименьшие радиусы вертикальных кривых:		
вогнутых, м	800	
выпуклых, м	1000	

Параметры элементов автомобильной дороги	Значения параметров автомобильной дороги	Примечание
Категория автомобильной дороги	IV-н	
Расчетные нагрузки для искусственных сооружений	A14 H14	
Расчетный габарит автомобиля, м	2,5	
Расчетная нагрузка на ось, кН	100	
Объем грузоперевозок	Не выраженный грузооборот	
* в местах установки сигнальных столбиков ширина обочины не менее 1,5м		

4 Показатели и характеристики технологического оборудования и устройств линейного объекта (в том числе возможность автоматического регулирования таких оборудования и устройств), обеспечивающие соблюдение требований технических регламентов

Светофоры, система автоматической фотовидеофиксации нарушений, шлагбаумы на ж/д переездах, информационные щиты, и другое технологическое оборудование и устройства не предусмотрены.

5 Перечень мероприятий по энергосбережению

Пешеходные переходы, оборудованные светофором, работающие на солнечных батареях и другие мероприятия по энергосбережению не предусмотрены.

6 Обоснование количества и типов оборудования, в том числе грузоподъемного, транспортных средств и механизмов, используемых в процессе строительства, реконструкции линейного объекта

Проектной документацией рекомендуется к использованию для выполнения работ следующие основные типы оборудования, грузоподъемных механизмов и транспортных средств:

- подготовительные работы: бульдозер, трактор, автогидроподъемник;
- работы по земляному полотну: экскаваторы, бульдозеры, автогрейдер, каток самоходный на пневмоходу, каток прицепной массой 25т, поливомоечная машина;
- работы по устройству дорожного покрытия: автогрейдер, каток самоходный на пневмоходу, каток самоходный гладко вальцовый массой 16т, поливомоечная машина, распределитель щебеночных материалов, автопогрузчик.

Количество и тип оборудования, в том числе грузоподъемного, транспортных средств и механизмов, используемых в процессе строительства автомобильной дороги, обосновано и приведено в томе «Проект организации строительства».

7 Сведения о численности и профессионально-квалификационном составе персонала с распределением по группам производственных процессов, число и оснащённость рабочих мест

Учитывая природные условия и объёмы работ, строительно-монтажные работы предусматривается выполнить комплексно-поточным методом, для чего требуется создание специализированных отрядов по видам работ:

- подготовительные работы;
- устройство земляного полотна;
- устройство дорожной одежды;
- устройство укрепительных работ, обустройство дороги;
- рекультивация нарушенных земель.

Численность персонала, занятого на строительстве проектируемого участка автомобильной дороги определена в соответствии с действующими нормами и технологической необходимостью согласно СП 48.13330.2019, МДС 12-81.2007, МДС 12-46.2008 и подробно представлена в томе «Проект организации строительства».

8 Обоснование принятых в проектной документации автоматизированных систем управления технологическими процессами, автоматических систем по предотвращению нарушения устойчивости и качества работы линейного объекта

Автоматизированные системы управления технологическими процессами, автоматические системы по предотвращению нарушения устойчивости и качества работы проектной документацией не предусмотрены.

9 Сведения о линейном объекте с указанием наименования, назначения и месторасположения начального и конечного пунктов линейного объекта

Автомобильная дорога принята IV-н категории с расчётной скоростью движения до 30км/ч.

По назначению является второстепенной вспомогательной дорогой с невыраженным грузооборотом.

Начало трассы автомобильной дороги на кустовую площадку N17 (ПК 0+00) соответствует км4+636 подъездной автомобильной дороге от ДНС «Западное Хоседаю» до ЦПС «Северное Хоседаю» (объект 0133). Конец трассы на площадке куста скважин N17.

10 Обоснование технических решений по строительству в сложных инженерно-геологических условиях

К сложным инженерно-геологическим условиям относится распространение многолетнемёрзлых грунтов.

Согласно п.7.49 СП 34.13330.2021 конструкции земляного полотна в дорожно-климатической зоне I назначают с учетом температурного режима толщи грунтов и их физико-механических свойств, определяющих величину осадки основания насыпи при оттаивании в период эксплуатации.

Проектом предусмотрен II принцип проектирования.

Принцип II – допущение оттаивания грунта деятельного слоя в основании насыпи в период эксплуатации дороги при условии ограничения осадок допустимыми пределами для конкретного типа покрытия.

Расчет строительной осадки грунтов основания и тела насыпи выполнен согласно требованиям СП 313.1325800.2017 «Дороги автомобильные в районах вечной мерзлоты. Правила проектирования и строительства» Приложение Д.

Расчёт представлен в приложении ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.01-ПрилБ.

11 Сведения об основных параметрах и характеристиках земляного полотна

11.1 Подготовка территории строительства

К основным видам подготовительных работ относятся:

- очистка территории от снега;
- разработка и закрепление трассы;
- установка дорожных знаков, указывающих наименование дорожного предприятия, производящего строительство автомобильной дороги.

Очистка территории дорожной полосы предусмотрена из расчёта размещения земляного полотна.

Кроме того, очистка территории предусмотрена из расчёта размещения временных подъездных автомобильных дорог на период строительства.

Отвод земель под автомобильную дорогу осуществлен в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 2 сентября 2009 г. № 717 «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса».

В постоянное пользование полоса отвода земель предназначена для размещения земляного полотна и предохранительных полос шириной 3,0 м с каждой стороны автомобильной дороги.

11.2 Обоснование высоты насыпи земляного полотна

Высота насыпи определена в соответствии с СП 34.13330.2021 и СП 37.13330.2012.

Из условия снегонезаносимости руководящая рабочая отметка бровки земляного полотна определена по формуле:

$$H = h_{\text{сн}} + \Delta h \quad (11.2.1)$$

где: H – высота незаносимой насыпи;

$h_{\text{сн}}$ – расчетная высота снегового покрова с вероятностью превышения 5% принята по данным инженерных изысканий – 0,65 м;

Δh – возвышение бровки насыпи над расчётным уровнем снегового покрова, необходимое для обеспечения её незаносимости, принято 0,40 м в соответствии с п.7.7.1 СП 37.13330.2021 для дорог IV-н категории.

Наибольшая высота снежного покрова за зиму по постоянной рейке 5% обеспеченности составляет 65 см, т.о. руководящая рабочая отметка бровки земляного полотна по условию снегонезаносимости составляет:

$$H = 0,65 + 0,40 = 1,05 \text{ м.}$$

Наименьшее возвышение поверхности покрытия над расчётным уровнем грунтовых вод и над поверхностью земли на участках с необеспеченным стоком принято 1,10 м и 0,90 м соответственно согласно СП 34.13330.2021 табл.7.1. Превышение оси покрытия над бровкой составляет 0,14 м для принятых поперечных уклонов проезжей части и обочин.

Высота насыпи рассчитана с учётом условий снегонезаносимости, типа местности и принципа проектирования, и принимается наибольшей из перечисленных выше условий, приведено в таблице 11.2.1. При проектировании высоту насыпи устанавливают по результатам

расчёта суммарной осадки основания и нестабильных слоев насыпи для II принципа проектирования ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.01-ПрилБ.

Таблица 11.2.1 – Сводная таблица для выбора высоты насыпи

Условия	Высота насыпи, м
По снегонезаносимости	1,05
Возвышение бровки над расчетным уровнем грунтовых и поверхностных вод: - расчётным уровнем грунтовых вод - поверхностью земли на участках с необеспеченным стоком	$\frac{1,10^*}{0,90}$
Воздействие наката волн	-
Теплотехнический прогнозный расчёт	-
Примечания: – Высота насыпи дана по бровке земляного полотна; * В числителе - возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод, верховодки или длительно (> 30 сут) стоящих поверхностных вод; в знаменателе: над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем кратковременно (< 30 сут) стоящих поверхностных вод.	

Руководящая отметка высоты возвышения бровки земляного полотна на не подтопляемых участках дороги принята 1,05 м.

11.3 Поперечные профили земляного полотна

Основные параметры поперечных профилей проезжей части и земляного полотна разработаны применительно типовому проекту «Земляное полотно автомобильных дорог общего пользования в зоне вечной мерзлоты», в соответствии с:

- СП 37.13330.2012;
- СП 34.13330.2021;
- СП 313.1325800.2017.
- опыта строительства автомобильной дороги нефтяных месторождений.

В соответствии с СП 37.13330.2012 раздел 7 на кривых в плане радиусом 600 м и менее предусмотрены виражи.

Ширина земляного полотна автомобильной дороги принята 5,5 м.

Проектом предусматривается один тип поперечного профиля:

Тип 1 – Насыпь высотой до 2,00 м. Крутизна откосов земляного полотна принята 1:3. При устройстве кюветов обратный откос принят крутизной 1:6, ширина кювета по дну 0,60 м.

Укрепление откосов предусмотрено геоматами с поверхностной плотностью 350 г/м² с присыпкой грунтом толщиной 0,15 м с засевом травами.

Укрепление дна и откосов кюветов предусмотрено посевом трав толщиной 0,15 м.

Типы поперечных профилей земляного полотна представлены на листе ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-001-ЧРТ.

11.4 Обоснование требований к грунтам отсыпки (влажность и гранулометрический состав)

Для возведения земляного полотна автомобильной дороги используется песчаный грунт, расположенный на месторождении.

Предусмотрено уплотнение всего грунта насыпи. Степень уплотнения грунта рабочего слоя, определяемая величиной коэффициента уплотнения (см. СП 34.13330.2021 таблица 7.2) должна быть 0,95.

Уплотнение грунтов следует производить при влажности близкой к оптимальной, а при влажности менее допустимых значений, указанных в СП 34.13330.2021 Приложение В табл.В.12 необходимо увлажнять грунт.

При влажности менее допустимой, в летнее время при уплотнении, грунт поливается водой в количестве 10 % от объема уплотняемого грунта, учтенного на 0,5 м выше поверхности болота и на сухих участках.

Грунт для отсыпки насыпи должен быть дренирующим, по степени пучинистости - слабопучинистым или непучинистым и соответствовать указаниям СП 34.13330.2021 п.7.

Физико-механических свойства песка карьерах представлены Заказчиком письмом от 27.06.2025 г. и сведены в табл.11.4.

Таблица 11.4 – Сводная таблица показателей плотности в естественном залегании (в карьере) и максимальной плотности, полученной методом стандартного уплотнения (в лаборатории)

№ п/п	Определяемые характеристики грунта	Ед. изм.	По ГОСТ:	Качественные характеристики	
1	Влажность грунта	%	5180-2015	10,7	
2	Объемная насыпная масса в состоянии поставки*	кг/м ³	8735-88	1 573	
3	Объемная насыпная масса в сухом состоянии*	кг/м ³	8735-88	1 519	
4	Гранулометрический состав	%	12536-2014	Частные и полные остатки	
	Более 10,0			0,00	0,00
	10,0 – 5,0			0,00	0,00
	5,0 – 2,0			8,4	8,4
	2,0 – 1,0			10,2	18,6
	1,0 – 0,5			3,4	22,0
	0,5 – 0,25			9,6	31,6
	0,25 – 0,1			60,4	92,0
	0,1 – 0,05			8,0	100,0
	Менее 0,05**			0,00	0,00
5	Коэффициент фильтрации	м/сут	25584-2016	0,6	
6	Оптимальная влажность	%	22733-2016	9,5	
7	Максимальная плотность	г/см ³	22733-2016	1,78	

Содержание:	Гравия	0,15%
	Песка	96,34%
	Пылеватых и глинистых частиц**	3,51%

Проба грунта по ГОСТ 25100-2020 классифицируется как:

Песок пылеватый, водопроницаемый.

11.5 Обоснование необходимой плотности грунта насыпи и величин коэффициентов уплотнения грунта

Необходимая плотность грунта насыпи определяется методом пробного уплотнения. Пробное уплотнение выполняют следующим образом. После отсыпки и разравнивания некоторого слоя грунта нивелируют его поверхность. После этого грунт уплотняют механизированным способом. Для этого могут быть использованы любые тяжёлые уплотняющие машины, имеющиеся в распоряжении строительной организации (катки на пневматических шинах, вибрационные катки, трамбуемые и вибротрамбуемые машины). Нивелирование поверхности осуществляют после каждого прохода машины. Полученные данные обрабатывают и рассчитывают величину полной осадки поверхности слоя грунта.

Величина коэффициента относительного уплотнения для подсчета объемов грунта, взятого из карьеров принят согласно СП 34.13330.2021 табл.В.14 – 1,05.

В соответствии с СП 45.13330.2017 Раздел 7 Приложение М, при производстве работ по устройству насыпей состав контролируемых показателей, предельные отклонения, объём и методы контроля должны соответствовать следующим параметрам:

- содержание мерзлых комьев в насыпях от общего объема отсыпаемого грунта не должно превышать 20 %;

- размер твёрдых включений, в том числе мерзлых комьев, в насыпях не должен превышать 2/3 толщины уплотняемого слоя, но не более 30 см.;
- комки мерзлого грунта должны распределяться равномерно по площади отсыпаемого слоя. Для уплотнения грунтов, содержащих мёрзлые комья размером 25-30 см, рекомендуются катки массой 10-15 т, полуприцепные решетчатые катки.
- при размерах мёрзлых комьев 15-20 см целесообразно применять катки такой же массы на пневмошинах;
- насыпь следует отсыпать и уплотнять с такой интенсивностью во времени, чтобы температура грунта к концу уплотнения слоя была не ниже 0°C;
- во время сильных снегопадов и метелей работы по укладке грунта прекращаются, при возобновлении работ скопившийся снег убирают;
- уплотнять грунт сразу после его укладки и разравнивания;
- перекрывать след укатки на 20-30 см;
- число проходов катком 7 по одному следу;
- не допускать возведения насыпи без уплотнения.

11.6 Описание принятых способов отвода поверхностных вод, поступающих к земляному полотну

Водоотвод с поверхности дороги обеспечен двускатным поперечным профилем.

Для обеспечения поверхностного стока предусмотрена планировка правой подошвы насыпи, по левой стороне земляного полотна сток обеспечен рельефом местности от автомобильной дороги.

Для предохранения земляного полотна от размыва и переувлажнения поверхностными водами предусматривается устройство кюветов.

Кюветы запроектированы с использованием системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог «IndorCAD». Объёмы земляных, планировочных и укрепительных работ по их устройству приведены в ведомости объёмов работ.

Укрепление дна и откосов кюветов производится посевом семян многолетних трав.

11.7 Расчет объёмов земляных работ

При подсчёте объёмов земляных работ учтены потери грунта при транспортировке в размере 1% по СП 45.13330.2017 Раздел 7, учтён дополнительный объём грунта на устройство виражей, уширений земляного полотна, примыканий и берм для установки дорожных знаков.

Предусмотрено уплотнение всего грунта насыпи. Коэффициент уплотнения грунта в насыпи принимается 0,95 в соответствии с СП 34.13330.2021 табл.7.2.

Фактический объём требуемого грунта для насыпей V_{ϕ} , м³ определяется по формуле (СП 34.13330.2021 Раздел 7):

$$V_{\phi} = V \times k_1, \quad (11.7.1)$$

где: V – объём проектируемой насыпи, м³;
 k_1 – коэффициент относительного уплотнения.

Потребный расчёт объёма грунта в сосредоточенном резерве (выемка, излишек грунта), расположенном на расстоянии 20 км, для устройства насыпи высотой $\approx 2,0$ м.

Грунт карьера - песок мелкий (протокол №06-26); плотность грунта (рыхлом и естественном состояниях при среднем значении) $\rho = 1,573 \text{ т/м}^3$; естественная влажность $W_{ест} = 10,7\%$; максимальная стандартная плотность $\rho_{d \max} = 1,78 \text{ т/м}^3$.

Требуемую плотность (скелета) сухого грунта в насыпи следует определять по формуле:

$$\rho_d^{тр.} = \rho_{d \max} K_y, \quad (11.7.2)$$

где K_y - коэффициент уплотнения, определяемый по табл. 7.2 СП 34.13330 в зависимости от высоты земляного полотна (при высоте насыпи до 6 м $K_y = 0,95$).

Отсюда следует:

$$\rho_d^{\text{тр.}} = 1,78 \times 0,95 = 1,69 \text{ т/м}^3$$

Коэффициент относительного уплотнения следует рассчитывать по выражению:

$$K_1 = \frac{\rho_d^{\text{тр.}}}{\rho_d}, \quad (11.7.3)$$

где ρ_d - плотность (скелета) сухого грунта в резерве:

$$\rho_d = \frac{P}{1 + \frac{W}{100}}. \quad (11.7.4)$$

Отсюда следует:

$$\rho_d = \frac{1,573}{1 + \frac{10,70}{100}} = 1,42 \text{ т/м}^3$$

Коэффициент относительного уплотнения:

$$k_1 = \frac{1,69}{1,42} = 1,19$$

Геометрический требуемый объем грунта в резерве составит:

$$V_p^r = 1359 \times 1,19 = 1617 \text{ м}^3$$

Требуемый общий объем грунта резерва с учетом потерь 1% при транспортировании равен:

$$V_\phi^r = 1617 \times 1,01 = 1633 \text{ м}^3$$

Потребность грунта с учётом расчёта осадки насыпи ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.01-ПрилБ составляет:

$$V_\phi^r = 1633 + 13\% = 1846 \text{ м}^3$$

Средневзвешенная дальность транспортировки грунта и сведения об объёмах земляных работ представлены в ведомости объёмов работ.

12 Описание типов конструкций и ведомость дорожных покрытий

12.1 План и продольный профиль

Проектом предусматриваются значения элементов плана и продольного профиля исходя из условия наименьшего ограничения и изменения скорости движения, обеспечения безопасности и удобства движения. Видимость автомобильной дороги в плане обеспечена.

Общее протяжение проектируемого участка 128,30 м.

Общее направление участка автомобильной дороги – с севера на юг, проектируемая ось автомобильной дороги состоит из 1-й вершины угла поворота, начала и конца трассы. Все радиусы в плане соответствуют требуемым показателям СП 37.13330.2012. Радиус кривых на всех вершинах угла составляет 600 м.

Продольный профиль проектируемой дороги идет с повышением к центру дороги со слабо выраженной выпуклой кривой, разность отметок составляет 1,59 м.

Максимальный продольный уклон составляет 17,2 %. Радиус выпуклой кривой 677 м. Общая длина прямых в продольном профиле составляет 105,68 м, общая длина кривых – 22,62 м. В процентном соотношении длина прямых и кривых в продольном профиле определяется в соотношении 82/18 соответственно.

Проектная отметка начала трассы соответствует отметке существующей автомобильной дороги от ДНС "Западное Хоседаю" до ЦПС "Северное Хоседаю" (объект 0133) на км4+636, проектная отметка конца трассы соответствует отметке кустовой площадке №17.

Трасса автомобильной дороги запроектирована по плану М 1:500 натурной съемки с учетом инженерно-геологических условий строительства, с соблюдением норм приближения к существующим и проектируемым коммуникациям.

Руководящие рабочие отметки при проектировании продольного профиля автомобильной дороги определены по СП 34.13330.2021 из условия снегонезаносимости.

12.2 Дорожная одежда

Выбор типа дорожной одежды произведен в соответствии с заданием на проектирование, с категорией дороги и возможностью обеспечения строительными материалами.

При устройстве дорожной одежды земляному полотну придается двухскатный профиль с уклоном 30 %. На участках с виражами, отгонами виражей, примыканиями земляному полотну придается двухскатный профиль с уклонами равными уклонам проезжей части.

Поперечный профиль конструкции дорожной одежды автомобильной дороги с переходным нежестким типом покрытия:

- слой покрытия из щебёночно-песчаной смеси фракцией до 31,5 мм по ГОСТ Р 70458-2022 толщиной 0,35 м;

- плоская георешетка СБНП-грунт, 25x25, разрывная прочность 50 кН/м.

- Песок мелкий (грунт земляного полотна)

Устройство дорожной одежды принято серповидного профиля. Поперечный уклон проезжей части и обочин приняты 50 %. Ширина проезжей части составляет 3,50 м ширина обочин принята 1,00 м.

Расчетная нагрузка на ось дороги для переходного типа покрытия 100 кН.

Расчет дорожной одежды произведен в соответствии с ГОСТ Р 71404-2024 с применением программного комплекса Индоркад «IndorPavement», приведен в приложении ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.01-ПрилА.

12.3 Пересечения и примыкания

Примыкание автомобильной дороги запроектировано в соответствии с ГОСТ Р 58653-2019 «Дороги автомобильные общего пользования. Пересечения и примыкания. Технические требования», СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт». Примыкание автомобильной дороги выполнено с радиусом сопряжения 15 м.

Конструкция дорожной одежды на примыкании аналогична конструкции дорожной одежды на проектируемой автомобильной дороге.

По примыканию приняты следующие основные геометрические параметры (аналогично основной дороге):

- ширина проезжей части – 3,50 м;

- ширина обочины – 1,50 м;

- поперечный уклон проезжей части – 50 %

- радиус кривых 15 м по внутренней кромке проезжей части.

- в пределах примыканий устанавливаются дорожные знаки и сигнальные столбики.

Расстояние между сигнальными столбиками принято 3 м согласно ГОСТ Р 52289-2019.

13 Описание конструктивных решений противодеформационных сооружений земляного полотна

В качестве противодеформационных мероприятий при строительстве автомобильной дороги в проекте предусмотрены технические решения, учитывающие инженерно-геологические условия строительства:

В конструкции земляного полотна предусмотрена полуобойма из нетканого геотекстиля с поверхностной плотностью 400 г/м².

Укрепление откосов предусмотрено геоматами с поверхностной плотностью 350 г/м² с присыпкой грунтом толщиной 0,15 м с засевом травами на основании требований ОДМ 218.2.078-2016 п.8.1.4.

Для обеспечения устойчивости откосов земляного полотна от размыва атмосферными осадками, ветровой и водной эрозии в не затапливаемой зоне, проектом предусмотрено укрепление откосов биоразлагаемым материалом со слоем семян травосмеси с добавлением смеси минеральных удобрений составом: фосфорные - 30 кг, азотные - 20 кг, калийные - 20 кг на 1000 м².

Таблица 13.1 Базовый состав многокомпонентных травяных смесей в условиях II, III дорожно-климатических зон

II, III дорожно-климатические зоны (лесная, лесостепная зоны, умеренный и умеренно засушливый климат)	
Состав травосмеси	Соотношение трав в смеси, %
Овсяница красная	50
Райграс пастбищный	50

Верх земляного полотна армирован полимерной геосеткой ячейкой 25×25мм (прочность на разрыв 50кН/м²).

Конструкции укрепления откосов приведена в Томе 3.3.2 на чертеже ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-001-ЧРТ.

14 Перечень мероприятий по защите трассы от снежных заносов и попадания на них животных

Проектной документацией не предполагается разработка специальных мероприятий по защите трассы от снежных заносов.

Высота насыпи по снегонезаносимости соответствует СП 34.13330.2021 Раздел 7, для автомобильной дороги составляет 1,05 м по бровке. Продольные профили автомобильных дорог построены по условиям не затопления, которые соответствует 0,90÷1,10 м. Следовательно, возвышение бровки земляного полотна автомобильной дороги над снеговым покровом обеспечено. Дополнительных мероприятий по защите трассы автомобильной дороги от снежных заносов не требуется.

Проектируемая автомобильной дорога не пересекает пути миграции животных и специальных мероприятий по обеспечению безопасного их передвижения не разрабатывается.

15 Обоснование типов и конструктивных решений искусственных сооружений

15.1 Перечень искусственных сооружений с указанием их основных характеристик и параметров

Поверхностный водоотвод обеспечен рельефом местности, устройство искусственных водопропускных сооружений не требуется.

15.2 Обоснование размеров отверстий искусственных сооружений, обеспечивающих пропуск воды

Раздел не разрабатывался.

15.3 Описание конструктивной схемы искусственных сооружений, используемых материалов и изделий

Раздел не разрабатывался.

16 Сведения о способах пересечения линейного объекта

16.1 Пересечения с автомобильными дорогами

Пересечения с проектируемыми и существующими автомобильными дорогами отсутствуют.

16.2 Описание конструкций верхнего строения пути железных дорог в местах пересечения с автомобильными дорогами

Пересечение с железнодорожными путями отсутствует.

16.3 Пересечения с коммуникациями

Пересекаемые коммуникации приведены в таблице 16.3.1.

На ПК 0+68,50 (ПК дан по оси автомобильной дороги) абсолютная отметка стрелы провеса нижнего провода существующей ВЛ-10 кВ в месте пересечения с дорогой составляет 140,45 мБс с учётом максимальной температуры воздуха +34°C, абсолютная отметка по оси автомобильной дороги составляет 128,97 мБс. Таким образом габарит от проезжей части автомобильной дороги до провеса нижнего провода в месте пересечения составляет 11,48 м.

На ПК 0+99,50 (ПК дан по оси автомобильной дороги) абсолютная отметка стрелы провеса нижнего провода существующей ВЛ-10 кВ в месте пересечения с дорогой составляет 136,33 мБс с учётом максимальной температуры воздуха +34°C, абсолютная отметка по оси автомобильной дороги составляет 128,47 мБс. Таким образом габарит от проезжей части автомобильной дороги до провеса нижнего провода в месте пересечения составляет 7,86 м.

Таблица 16.3.1 Пересекаемые коммуникации.

Пикетаж по трассе	Наименование линии	Количество пересекаемых проводов	Угол пересечения, градусы	Расстояние до левой опоры, м	Расстояние до правой опоры, м	Отметка нижнего провода	Отметка верхнего провода	Примечание
Трасса автодороги на кустовую площадку №17 Западно-Хоседаюского месторождения								
ПК0+68,5	ВЛ-110кВ	7	85	173.5	51.4	141.17	151.87	
ПК0+99,5	ВЛ-10кВ	3	83	41.5	8.6	136.83		

Пересечения с проектируемыми и существующими трубопроводами отсутствуют.

17 Сведения о транспортно-эксплуатационном состоянии, уровне аварийности проектируемого объекта. Организация и безопасность дорожного движения

Конструкция опор дорожных знаков принята по типовому проекту «Опоры дорожных знаков на автомобильных дорогах». Форма, размеры, расцветка дорожных знаков приняты по ГОСТ Р 52290-2004, а размещение по ГОСТ Р 52289-2019. Размещение дорожных знаков предусмотрено на присыпных бермах на расстоянии 0,50 м от бровки земляного полотна.

Согласно ГОСТ Р 52289-2019 и СП 37.13330.2012 для обеспечения безопасности и удобства движения на автомобильной дороге проектом предусмотрено:

- установка дорожных знаков и указателей;

- установка направляющих устройств.

Предусмотрена установка следующих дорожных знаков:

- на примыкании: предупреждающие 1.34.3, приоритета 2.3.2-2.3.3, 2.4, 2.7, информационные 6.10.1;

- на основной дороге: приоритета 2.6, запрещающие 3,13.

Направляющие устройства в виде пластиковых сигнальных столбиков С1 (конструкция должна обеспечивать возвращение сигнального столбика в вертикальное положение после наезда на него транспортного средства), предусмотрены:

- в пределах закруглений на примыканиях.

Конструкция сигнальных столбиков принята по ГОСТ Р 50970-2011. Сигнальные столбики устанавливаются на обочинах на расстоянии 0,35 м от бровки земляного полотна.

Видимость определяется по ведомости параметров продольного профиля, созданной в программном комплексе IndorCAD.

Ведомость установки дорожных знаков представлена в приложении ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.01-ПрилГ.

18 Сведения о вредных производственных факторах и проектных решениях по снижению их негативного воздействия на персонал

Вредные производственные факторы и негативное воздействие на персонал отсутствует.

19 Сведения о компьютерных программах, которые использовались при выполнении расчетов конструктивных элементов зданий, строений и сооружений

Проектирование выполнено в программном комплексе IndorCAD «Автомобильные дороги».

20 Перечень законодательных актов РФ и нормативных документов

1. Федеральный закон от 3 июня 2006г. №73-ФЗ «Водный кодекс Российской Федерации».
2. Федеральный закон от 29 декабря 2004г. №190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации».
3. Федеральный закон от 14.11.2007г. №257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
4. Федеральный закон от 31 декабря 2009г. №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
5. Постановление №87 «Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию». Утв. Правительством РФ 16.02.08г.
6. Постановление Правительства РФ от 2 сентября 2009г. №717 «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса». Утв. Правительством РФ 02.09.09г.
7. ГОСТ 32960-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения. Утв. приказом Росстандарта от 07.04.2015 №227-ст.
8. ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация. Росстандарт, Приказ № 384-ст от 21.07.2020. Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, Протокол № 129-П от 30.04.2020г.
9. ГОСТ Р 21.701-2013 СПДС. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог. Утв. РФ 30.12.2013г.

10. ГОСТ Р 52289-2019 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств.
11. ГОСТ Р 52290-2004 Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования.
12. ГОСТ Р 21.101-2020 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации.
13. ГОСТ 25607-2009 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.
14. ГОСТ 32843-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Столбики сигнальные дорожные. Технические требования.
15. ГОСТ Р 58653-2019 Дороги автомобильные общего пользования. Пересечения и примыкания. Технические требования.
16. ГОСТ Р 70458-2022 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные. Общие технические условия.
17. ГОСТ Р 71404-2024 Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования.
18. СП 313.1325800.2017 Дороги автомобильные в районах вечной мерзлоты.
19. СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги.
20. СП 37.13330.2012 Промышленный транспорт.
21. СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты.
22. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия.
23. ОДМ 218.2.078-2016 Отраслевой дорожный методический документ. «Методические рекомендации по выбору конструкции укрепления откосов земляного полотна автомобильных дорог общего пользования».

Приложение А

Расчёт конструкции дорожной одежды

Исходные данные

Название объекта: 1902 - Обустройство кустовых площадок №№ 8-бис, 17 Западно-Хоседаюского нефтяного месторождения ЦХП (блок №3) им. Д. Садецкого и увеличение пропускной способности нефтегазосборных трубопроводов

Район проектирования: РФ, Архангельская область, Ненецкий автономный

Выполняемые расчёты: На упругий прогиб, сдвиг, стат. нагрузку, морозостойчивость

Дорожно-климатическая зона: I - подзона 3

Схема увлажнения: Схема 1

Расчётная влажность грунта W_p : 0,70

Коэффициент уплотнения грунта: 0,95

Глубина промерзания дорожной конструкции, м: 2,07

Средняя многолетняя глубина промерзания, м: 1,50

Высота насыпи: 2,50 м

Продольный уклон i , ‰: 40,00

Проектные данные

Техническая категория дороги: IV категория

Тип дорожной одежды: Переходный

Требуемые коэффициенты прочности при заданной надёжности $K_n = 0,8$ [1, табл. 5]:

Требуемый K_{np} (упругий прогиб): 1

Требуемый K_{np} (сдвиг, изгиб): 0,8

Коэффициент нормированного отклонения $t = 0,84$

Расчётный срок службы $T_{сл}$, лет: 3

Ширина проезжей части, м: 5,5

Число полос движения (в обе стороны): 1

Номер расчётной полосы от обочины: 1

Расчётная нагрузка

Расчёт по осевой нагрузке [1, табл. 1]:

Давление в шине p , МПа: 0,6

Диаметр отпечатка шины $D_{дм.}$, см: 37,14

Статическая нагрузка на ось $Q_{ст.}$, кН: 100,00

Статическая нагрузка от колеса на поверхность Q_n , кН: 50,00

Суммарное число приложений нагрузки

Тип участка дороги: Полоса движения

Расчётное количество дней в году $T_{рдг}$: 135

Показатель изменения интенсивности по годам q : 1,000

Коэффициент, учитывающий вероятности отклонения суммарного движения k_n : 1,140

Коэффициент суммирования K_c : 3

$$N_p = f_{пол} \times \sum_{m=1}^n N_m \times S_{m\text{ сум}} = f_{пол} \times \sum_{m=1}^n N_{1m} \times S_{m\text{ сум}} \times (q^{T-1}) =$$

$$1 \times 10 \times (1^{3-1}) \approx 10 \text{ ед./сут.}$$

Суммарное число приложений расчётной нагрузки на срок между капитальными ремонтами

$$\sum N_p = 0,7 \times f_{\text{пол}} \times N_1 \times K_c \times T_{\text{рл}} \times k_n = 0,7 \times 1 \times 10 \times 3 \times 135 \times 1,14 = 3231,9 \text{ ед. [1, формула 4]}$$

Требуемый модуль упругости

$$E_{\text{тр}} = \sqrt{\frac{P}{0,6}} \times 98,65 \times (\lg \sum N_p - c) = \sqrt{\frac{0,6}{0,6}} \times 98,65 \times (\lg 3231,9 - 3,55) \approx 1 \text{ МПа}$$

Требуемый модуль упругости $E_{\text{тр}} = 110 \text{ МПа}$ [1, табл. 7]

Для зоны многолетней мерзлоты

Коэффициент, учитывающий продолжительность расчётного периода, $K_n = 1,2$

$E_{\text{тр}} = E_{\text{тр}}' \times K_n = 110 \times 1,2 \approx 132 \text{ МПа}$ [2, формула 9]

Суммарное число приложений расчётной нагрузки с учётом круглогодичного использования дороги

Срок службы между ремонтами $T_{\text{р,сл}} = 10 \text{ лет}$

$$\sum N_p = 0,7 \times f_{\text{пол}} \times N_1 \times K_c \times T_{\text{рл}} \times k_n = 0,7 \times 1 \times 10 \times 10 \times 365 \times 1,14 = 29127 \text{ ед. [1, формула 4]}$$

Срок службы между капитальными ремонтами $T_{\text{сл}} = 3 \text{ лет}$

$$\sum N_p = 0,7 \times f_{\text{пол}} \times N_1 \times K_c \times T_{\text{рл}} \times k_n = 0,7 \times 1 \times 10 \times 3 \times 365 \times 1,14 = 8738,1 \text{ ед. [1, формула 4]}$$

Переходный тип покрытия

1) Покрытие: 35,0 см

Щебёночно-песчаные смеси для покрытий по ГОСТ Р 70458-2022 при максимальном размере зёрен 0-31,5 мм

Плоская георешётка СБНП-грунт 50(25)

Грунт земляного полотна

Песок пылеватый

$E = 60,0$ МПа, $\phi = 21,89^\circ$, $\phi_{\text{стат.}} = 35,00^\circ$, $c = 0,00826$ МПа

Расчёт на упругий прогиб

Расчёт по допускаемому упругому прогибу ведём послойно, начиная с грунта.

Коэффициент, учитывающий наличие мёрзлого слоя и неоднородное увлажнение сезонно-оттаивающего слоя, $A = 0,39$ [2, табл. 5]

$E_{\text{пов.т.}} = E_{\text{пос}} \times A = 152,9 \times 0,39 = 60$ МПа [2, формула 10]

[1, номогр. Е.1]

$$\frac{E_n}{E_n} = \frac{E_r}{E_1} = \frac{60}{260} = 0,2308; \quad \frac{h_n}{D} = \frac{h_1}{D} = \frac{35}{37,14} = 0,9424; \quad \frac{E_{\text{пос}}}{E_n} = \frac{E_{\text{пос}}^0}{E_1} \approx 0,53218$$

$$E_{\text{пос}}^0 = 0,53218 \times 260 = 138,37 \text{ МПа}$$

$$E_{\text{пос}} = E_{\text{пос}}^0 \times \alpha = 138,37 \times 1 = 138,37$$

$$K_{\text{расч}} = \frac{E_{\text{пос}}}{E_{\text{тр}}} = \frac{138,37}{132} = 1,05; \quad \frac{K_{\text{расч}} - K_{\text{тр}}}{K_{\text{тр}}} \times 100\% = \frac{1,05 - 1}{1} \times 100\% = 5\%$$

Прочность по критерию допустимого упругого прогиба конструкции обеспечена.

Расчёт на сдвигоустойчивость

Грунт земляного полотна

Материал: Песок пылеватый

$E = 60,0$ МПа, $\phi = 21,89^\circ$, $\phi_{\text{стат.}} = 35,00^\circ$, $c = 0,00826$ МПа

Коэффициент, учитывающий наличие мёрзлого слоя и неоднородное увлажнение сезонно-оттаивающего слоя, $A = 0,39$ [2, табл. 5]

$E_{\text{пов.т.}} = E_{\text{пос}} \times A = 152,9 \times 0,39 = 60$ МПа [2, формула 10]

Средневзвешенный модуль упругости верхних слоёв [1, формула 16]:

$$E_n = \frac{\sum_{i=1}^1 E_i \times h_i}{\sum_{i=1}^1 h_i} = \frac{260 \times 35}{35} = 260 \text{ МПа}$$

[1, номогр. Е.27, Е.29]:

$$\frac{E_n}{E_{обш}} = \frac{260}{60} = 4,33; \quad \frac{h_n}{D} = \frac{35}{37,1} = 0,94; \quad \tau_n \approx 0,06458 \text{ МПа}$$

Активное напряжение сдвига [1, формула 14]

$$T = \tau_n \times p = 0,06458 \times 0,6 = 0,03875 \text{ МПа}$$

Коэффициент $k_d = 3$

Глубина расположения поверхности проверяемого слоя от верха конструкции

$$z_{он} = 35 = 35 \text{ см}$$

Средневзвешенный удельный вес слоёв, расположенных выше проверяемого

$$\gamma_{cp} = \frac{2000 \times 35}{35} = 2000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0,002 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3}$$

Предельное активное напряжение сдвига [1, формула 12]

$$T_{np} = k_d \times (c_n + 0,1 \times \gamma_{cp} \times z_{он} \times tg\phi) = 3 \times (0,00826 + 0,1 \times 0,002 \times 35 \times tg21,89^\circ) \approx 0,03322 \text{ МПа}$$

$$K_{расч} = \frac{T_{np} \times \alpha}{T} = \frac{0,03322 \times 1}{0,03875} = 0,86$$

$$\frac{K_{расч} - K_{тр}}{K_{тр}} \times 100\% = \frac{0,86 - 0,8}{0,8} \times 100\% = 7,5\%$$

Прочность по критерию сдвигоустойчивости грунта земляного полотна обеспечена.

Расчёт на статическую нагрузку

Грунт земляного полотна

Материал: Песок пылеватый

$E = 60,0$ МПа, $\phi = 21,89^\circ$, $\phi_{стат.} = 35,00^\circ$, $c = 0,00826$ МПа

Коэффициент, учитывающий наличие мёрзлого слоя и неоднородное увлажнение сезонно-оттаивающего слоя, $A = 0,39$ [2, табл. 5]

$E_{пов.т.} = E_{пов} \times A = 152,9 \times 0,39 = 60$ МПа [2, формула 10]

Средневзвешенный модуль упругости верхних слоёв [1, формула 16]:

$$E_n = \frac{\sum_{i=1}^1 E_i \times h_i}{\sum_{i=1}^1 h_i} = \frac{260 \times 35}{35} = 260 \text{ МПа}$$

[1, номогр. Е.45]:

$$\frac{E_n}{E_{обш}} = \frac{260}{60} = 4,33; \quad \frac{h_n}{D} = \frac{35}{32,6} = 1,07; \quad \tau_n \approx 0,04226 \text{ МПа}$$

Активное напряжение сдвига [1, формула 14]

$$T = \tau_n \times p = 0,04226 \times 0,6 = 0,02535 \text{ МПа}$$

Коэффициент $k_d = 3$

Глубина расположения поверхности проверяемого слоя от верха конструкции

$$z_{\text{он}} = 35 = 35 \text{ см}$$

Средневзвешенный удельный вес слоёв, расположенных выше проверяемого

$$\gamma_{\text{ср}} = \frac{2000 \times 35}{35} = 2000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0,002 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3}$$

Предельное активное напряжение сдвига [1, формула 12]

$$T_{\text{пр}} = k_d \times (c_n + 0,1 \times \gamma_{\text{ср}} \times z_{\text{он}} \times \text{tg}\phi_{\text{стат.}}) = 3 \times (0,012 + 0,1 \times 0,002 \times 35 \times \text{tg}35^\circ) \approx 0,0507 \text{ МПа}$$

$$K_{\text{расч}} = \frac{T_{\text{пр}} \times \alpha}{T} = \frac{0,0507 \times 1}{0,02535} = 2$$

$$\frac{K_{\text{расч}} - K_{\text{тр}}}{K_{\text{тр}}} \times 100\% = \frac{2 - 0,8}{0,8} \times 100\% = 150\%$$

Прочность по критерию сдвигоустойчивости грунта земляного полотна обеспечена.

Результаты расчёта на морозоустойчивость

Материал грунта: Песок пылеватый

Группа грунта по степени пучинистости 4

Высота насыпи 2,5 м, уровень грунтовых вод 0 м, толщина конструкции 0,35 м

Глубина грунтовых вод (от низа дорожной одежды) $H_g = 2,5 \text{ м} + 0 \text{ м} = 2,5 \text{ м}$

Величина морозного пучения при усреднённых условиях и глубине промерзания 2,07 м [1, номогр. 6]

$$l_{\text{дуч.ср.2}} = 11,39 \text{ см}$$

Коэффициент, учитывающий влияние расчётной глубины залегания уровня грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод [1, номогр. 7]

$$K_{\text{утв}} = 0,6$$

Коэффициент, зависящий от степени уплотнения грунта рабочего слоя [1, табл. 11]

$$K_{\text{пл}} = 1,2$$

Коэффициент, учитывающий влияние гранулометрического состава грунта

$$K_{\text{тр}} = 1$$

Коэффициент, учитывающий влияние нагрузки от собственного веса вышележащей конструкции на грунт в промерзающем слое [1, номогр. 8]

$$K_{\text{нагр}} = 0,2$$

Коэффициент, зависящий от расчётной влажности грунта [1, табл. 12]

$$K_{\text{вл}} = 1,1$$

Коэффициент, зависящий от глубины промерзания дорожной конструкции [1, формула 28]

Величина возможного морозного пучения

$$K_{z \text{ пр}} = a + b \times (z_{\text{пр}} - c) = 1 + 0,16 \times (2,07 - 2) = 1,01$$

$$l_{\text{дуч}} = l_{\text{дуч.ср.}} \times K_{z \text{ пр}} \times K_{\text{утн}} \times K_{\text{пл}} \times K_{\text{гр}} \times K_{\text{нагр}} \times K_{\text{пл}} = 11,39 \times 1,01 \times 0,6 \times 1,2 \times 1 \times 0,2 \times 1,1 = 1,82 \text{ см}$$

$$l_{\text{доп.}} = 10 \text{ см [3, табл. 2]}$$

Ожидаемая пучинистость грунта 1,82 см < допустимой 10,00 см
Морозоустойчивость конструкции обеспечена.

Расчёт колёйности

Коэффициент суммирования $K_c = 3$

Суммарное число приложений расчётных нагрузок [4, формула 3.1]

$$Nc = 0,6 \times f_{\text{пол}} \times N_1 \times K_c \times T_{\text{рдг}} = 0,6 \times 1 \times 10 \times 3 \times 135 = 2430$$

Расчёт остаточных деформаций в грунте

Исходное значение остаточной осадки $h_{\text{л.отн.}} = 0,002 \text{ м}$ [4, номогр. 3.2]

Средневзвешенный модуль упругости дорожной одежды [4, формула 3.4]

$$E_d = \frac{260 \times 35}{35} = 260 \text{ МПа}$$

Коэффициент, учитывающий поправку на фактический модуль упругости $K_e = 1,46$ [4, табл. 3.4]

Коэффициент, учитывающий поправку на фактическую относительную толщину дорожной одежды $K_{\text{на}} = 1,7$ [4, табл. 3.5]

Остаточная осадка грунта [4, формула 3.3]

$$h_{\text{гр}} = h_{\text{л.отн.}} \times K_e \times K_{\text{на}} = 0,002 \times 1,46 \times 1,7 = 0,0049 \text{ м}$$

Расчёт относительной остаточной деформации 1-ого слоя

Материал: Щебёночно-песчаные смеси для покрытий по ГОСТ Р 70458-2022 при максимальном размере зёрен 0-31,5 мм

Остаточные деформации [4, номогр. 4.2]

$$\frac{E_1}{E_t} = \frac{260}{60} = 4,33; \quad h_{\text{отн.}} = 0,86; \quad h_{\text{м}} = h_{\text{отн.}} \times h_{\text{г}} = 0,86 \times 0,0049 = 0,0042 \text{ м}$$

Расчёт абсолютной остаточной деформации в слоях основания

$$h_{\text{осн}} = 0,0042 = 0,0042 \text{ м}$$

Износ покрытия

Коэффициент $K_q = 1$ [4, табл. 5.7]

Общая фактическая интенсивность [4, формула 5.4]

$$N_{\text{общ}} = f_{\text{пол}} \times N_1 \times K_q = 1 \times 10 \times 1 = 10$$

Среднегодовой износ покрытия $D_{\text{и.ср.}} = 0,00038 \text{ м}$ [4, табл. 5.6]

Износ покрытия за 3,0 лет [4, формула 5.5]

$$D_{и} = D_{и.кр.} \times T = 0,00038 \times 3 = 0,0011 \text{ м}$$

Общая глубина колеи

Коэффициент, учитывающий долю неравномерной остаточной деформации от общей осадки $K_{но} = 0.15$

Коэффициент перехода от средней величины остаточной деформации в продольном направлении к средней глубине колеи $K_{и} = 2.56$

Среднюю величину общей глубины колеи вычисляют на основе результатов расчёта остаточных деформаций в грунте земляного полотна и слоях дорожной одежды [4, формула 6.1]

$$h_{общ}^{CP} = ((h_{гр} + h_{осн}) \times K_{но} + h_{кр}) \times K_{и} + D_{и} = ((0,0042 + 0,0049) \times 0,15 + 0) \times 2,56 + 0,0011 = 0,005 \text{ м} = 0,5$$

Предельно допустимая глубина колеи $h_{общ}^{пр} = 3,5 \text{ см}$ [4, табл. 5]

Допустимая глубина колеи $h_{общ}^{д} = 3 \text{ см}$ [4, табл. 5]

$$h_{общ}^{пр} - h_{общ}^{CP} = 3,5 - 0,5 = 3 \text{ см}$$

Глубина колеи не превышает предельно допустимое значение.

Список нормативных документов

1. ГОСТ Р 71404–2024. Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования. — Введ. 2024-09-01 — М.: Российский институт стандартизации, 2024. — 182 с.
2. СП 313.1325800.2017. Дороги автомобильные в районах вечной мерзлоты. Правила проектирования и строительства. — М.: Стандартинформ, 2018. — 135 с.
3. ГОСТ Р 59120–2021. Дороги автомобильные общего пользования. Дорожная одежда. Общие требования. — М.: Стандартинформ, 2021. — 24 с.
4. Рекомендации по выявлению и устранению колеи на нежестких дорожных одеждах. — М.: Росавтодор, 2002. — 179 с.

Приложение Б

Расчёт осадки оснований при II принципе проектирования

Расчёт произведён согласно требованиям СП 313.1325800.2017 «Дороги автомобильные в районах вечной мерзлоты. Правила проектирования и строительства», СП 25.13330.2020 «Основания и фундаменты», ОДМ 218.2.094-2018 «Методические рекомендации по проектированию земляного полотна автомобильных дорог общего пользования из местных талых и мерзлых переувлажненных глинистых и торфяных грунтов в зонах распространения многолетнемерзлых грунтов».

Устойчивость насыпи обеспечивается ее высотой, при которой ВГММГ будет сохраняться в критический по балансу тепла год не более одного раза в 11 лет на требуемой (допустимой) глубине и осадка насыпи при этом в оттаявшие грунты основания не будет превосходить допустимой величины.

Насыпь проектируется по 2-му принципу с прослойкой геотекстиля в нижней части. Насыпь возводят в летний период. Требуется определить величину осадки грунта основания земляного полотна автомобильной дороги.

$$H = H_k - \frac{H_k}{H_{д.с.}} \left(\frac{S_{доп}}{e} - S_c \right)$$

Где:

H_k – глубина сезонного оттаивания конструкции, включающей земляное полотно и дорожную одежду **1,48** м (рабочая отметка);

$H_{д.с.}$ – мощность деятельного (сезоннооттаивающего) слоя, устанавливаемая по данным изысканий при естественной влажности грунта **2,43** м, поправочный коэффициент на влажность (23,32%) $K_w = 0,50$

$$H_{д.с.} = 2,43 \times 0,50 = \mathbf{1,215} \text{ м}$$

$S_{доп}$ – допустимая осадка для переходного типа покрытия **0,10** м (СП 313.1325800.2017 п.Б.2 – для переходного типа);

e – относительная осадка грунта основания после его оттаивания под нагрузкой доли единицы **0,08** (СП 313.1325800.2017 рис.Б.2 – для суглинка);

S_c – строительная осадка, зависящая от сезона производства земляных работ (летний период) **0,20** м (СП 313.1325800.2017 табл.В.4 – для суглинка).

$$H = 1,48 - \frac{1,48}{1,215} \left(\frac{0,10}{0,08} - 0,20 \right) = \mathbf{0,20} \text{ м}$$

При использовании геотекстиля в конструкции насыпи её высоту, умножают на коэффициент $K_{ст} = \mathbf{0,88}$, учитывающий охлаждающее влияние геотекстильной прослойки на глубину оттаивания принятой конструкции насыпи.

$$H = 0,88 \times 0,20 = \mathbf{0,18} \text{ м}$$

Вывод: относительная осадка грунта основания из суглинка составила **0,18** м (13%).

Приложение В

Сводная ведомость объемов работ

№ п.п.	Наименование работ, ресурсов, затрат по проекту	Ед. изм.	Объем работ / Количество	Ссылка на чертежи, спецификации	Формула расчета объемов работ и расхода материалов, потребности ресурсов
1	2	3	4	5	6
Автодорога на кустовую площадку №17 Западно-Хоседаюского месторождения					
Глава 1. Подготовка территории строительства					
Раздел: 1. Подготовка территории					
1.2 Разбивка трассы					
1	Оформление отвода земель	га	0,32	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-002-ЧРТ	Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
2	Восстановление и закрепление трассы	м	128,30		$L = \sum L_{\text{трасс}}$
3	Уборка снега со строительных площадок и дорог бульдозером мощностью 79 кВт (108 л.с.) с перемещением на расстояние до 30 м	га	0,32	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-002-ЧРТ	Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
Глава 2. Основные объекты строительства					
Раздел: 2. Земляные работы					
2.1 Земляные работы по основному ходу					
4	Планировка подошвы земляного полотна экскаватором с ковшом вместимостью 1 м ³ с погрузкой в автомобили-самосвалы и транспортировкой в отвал (грунт 3м, j=1,57 т/м3), группа грунтов 2	м ³	352		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
4.1		м ²	580		
5	Устройство полуобоймы из геотекстиля с поверхностной плотностью 400 г/м2 (без Кнахл.=1,064)	м ²	1913		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
6	Возведение насыпи из привозного грунта бульдозером мощностью 79 кВт (108 л.с.) с погрузкой и транспортировкой к месту работ , группа грунтов 2	м ³	1459		1225 м3 в пл.т. x 1,19 = 1459 м3

№ п.п.	Наименование работ, ресурсов, затрат по проекту	Ед. изм.	Объем работ / Количество	Ссылка на чертежи, спецификации	Формула расчета объемов работ и расхода материалов, потребности ресурсов
1	2	3	4	5	6
7	*Уплотнение грунта насыпи прицепными катками на пневмоколесном ходу массой 25 т, слоями по 0,40 м, число проходов по одному следу 14 (с учетом осадки 13%)	м ³ в пл.т.	1225		Насыпь + Насыпь x 13%(осадка) 1084 м3 + 1084 м3 x 13% = 1225 м3
8	Планировка верха земляного полотна бульдозером мощностью 79 кВт (108 л.с.), группа грунтов 2	м ²	688		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
9	Планировка откосов земляного полотна автогрейдером среднего типа с двигателем мощностью 99 кВт (135 л.с.), группа грунтов 2	м ²	1039		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
10	Устройство присыпных берм для установки дорожных знаков из привозного грунта экскаватором с ковшом вместимостью 1 м ³ , группа грунтов 1	м ³	28		26.58 м3 в пл.т. x 1,05 = 28 м3
11	*Уплотнение насыпи присыпных берм вручную вибротрамбовкой	м ³ в пл.т.	27		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
12	Планировка площадей верха и откосов берм экскаватором с ковшом вместимостью 1 м ³ , группа грунтов 1	м ²	107		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
13	Планировка водозащитной площадки у КП-17 из грунта отвала автогрейдером среднего типа с двигателем мощностью 99 кВт (135 л.с.) (грунт 3м, j=1,57 т/м3), группа грунтов 2	м ³	68		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
13.1		м ²	302		
2.2 Укрепительные работы по основному ходу					
2.2.1 Укрепление откосов по основному ходу					
14	Укрепление откосов насыпи посевом трав по слою местного грунта механизированным способом:	м ²	631		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"

№ п.п.	Наименование работ, ресурсов, затрат по проекту	Ед. изм.	Объем работ / Количество	Ссылка на чертежи, спецификации	Формула расчета объемов работ и расхода материалов, потребности ресурсов
1	2	3	4	5	6
14.1	- овсяница красная 50%, райграс высокий 50%	кг	25,2		40 гр. на 1 м2: 40 гр. x 631.11 м2 / 1000 = 25.2 кг
14.2	- планировка местным грунтом автогрейдером среднего типа с двигателем мощностью 99 кВт (135 л.с.) с погрузкой и транспортировкой к месту работ, h=0,15 м, группа грунтов 2	м³	95		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
15	Укрепление откосов насыпи геоматами плотностью не менее 350 г/м2, толщина (при давлении 2кПа) 15 мм,(без Кнахл.=1,05):	м²	938	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-001-ЧРТ	Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
15.1	- с закреплением скобами-анкерами из арматуры 8-А-І, L=0,4 м	шт.	1875		2 шт. на 1 м2:2 шт. x 938 м2 = 1875 шт.
2.2.2 Укрепление кюветов по основному ходу					
16	Разработка грунта экскаватором с ковшом вместимостью 1 м³ с погрузкой в автомобили-самосвалы и транспортировкой в отвал (грунт 3м, j=1,57 т/м3), группа грунтов 2	м³	118		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
17	Планировка откосов и дна кюветов автогрейдером среднего типа с двигателем мощностью 99 кВт (135 л.с.), группа грунтов 2	м²	415		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
18	Укрепление обочин посевом трав по слою местного грунта механизированным способом (с поливом водой в летний период):	м²	266		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
19	- овсяница красная 50%, райграс высокий 50%	кг	10,6		40 гр. на 1 м2: 40 гр. x 266.02 м2 / 1000 = 10.6 кг
20	- планировка местным грунтом автогрейдером среднего типа с двигателем мощностью 99 кВт (135 л.с.) с погрузкой и транспортировкой к месту работ, h=0,15 м, группа грунтов 2	м³	40		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"

№ п.п.	Наименование работ, ресурсов, затрат по проекту	Ед. изм.	Объем работ / Количество	Ссылка на чертежи, спецификации	Формула расчета объемов работ и расхода материалов, потребности ресурсов
1	2	3	4	5	6
Раздел: 3. Дорожная одежда					
3.4 Устройство покрытия по основному ходу на ПК0+18.56-ПК1+28.30					
21	Устройство геосетки с ячейками 25x25 и разрывной нагрузкой 50 кН/м	м ²	841	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-001-ЧРТ	Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
22	Устройство покрытия из щебеночно-песчанной смеси при максимальном размере зёрен 0-31.5 мм с погрузкой и транспортировкой к месту работ, h=0,35 м Нижний слой, h=0,18 м (без Купл.=1,26)	м ²	759		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
22.1		м ³	121		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
22.2		Верхний слой, h=0,17 м (без Купл.=1,26)	м ²		627
22.3		м ³	118		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
Раздел: 4. Пересечения и примыкания					
4.1 Земляные работы					
23	Планировка подошвы земляного полотна экскаватором с ковшом вместимостью 1 м ³ с погрузкой в автомобили-самосвалы и транспортировкой в отвал (грунт 3м, j=1,57 т/м3), группа грунтов 2	м ³	306		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
23.1		м ²	353		
24	Возведение насыпи из привозного грунта бульдозером мощностью 79 кВт (108 л.с.) с погрузкой и транспортировкой к месту работ, группа грунтов 2	м ³	370		311 м3 в пл.т. x 1,19 = 371 м3
25	*Уплотнение грунта насыпи прицепными катками на пневмоколесном ходу массой 25 т, слоями по 0,40 м, число проходов по одному следу 14 (с учетом осадки 13%)	м ³ в пл.т.	311		Насыпь + Насыпь x 13%(осадка) 275 м3 + 275 м3 x 13% = 311 м3
26	Планировка верха земляного полотна бульдозером мощностью 79 кВт (108 л.с.), группа грунтов 2	м ²	286		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"

№ п.п.	Наименование работ, ресурсов, затрат по проекту	Ед. изм.	Объем работ / Количество	Ссылка на чертежи, спецификации	Формула расчета объемов работ и расхода материалов, потребности ресурсов
1	2	3	4	5	6
27	Планировка откосов земляного полотна автогрейдером среднего типа с двигателем мощностью 99 кВт (135 л.с.), группа грунтов 2	м ²	68		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
4.2 Укрепительные работы					
4.2.1 Укрепление откосов					
28	Укрепление откосов насыпи посевом трав по слою местного грунта механизированным способом:	м ²	73	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-004-ЧРТ	Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
28.1	- овсяница красная 50%, райграс высокий 50%	кг	2,9		40 гр. на 1 м ² : 40 гр. x 73 м ² / 1000 = 2.9 кг
28.2	- удобрения:				
28.3	- фосфорные	кг	2,2		30 кг. на 1000 м ²
28.4	- калийные	кг	1,5		20 кг. на 1000 м ²
28.5	- азотные	кг	1,5		20 кг. на 1000 м ²
28.6	- планировка местным грунтом автогрейдером среднего типа с двигателем мощностью 99 кВт (135 л.с.) с погрузкой и транспортировкой к месту работ, h=0,15 м, группа грунтов 2	м ³	11		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
29	Укрепление откосов насыпи геоматами плотностью не менее 350 г/м ² , толщина (при давлении 2кПа) 15 мм,(без Кнахл.=1,05):	м ²	205	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-004-ЧРТ	Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
29.1	- с закреплением скобами-анкерами из арматуры 8-А-1, L=0,4 м	шт.	410		2 шт. на 1 м ² : 2 шт. x 205 м ² = 410 шт.
4.2.2 Укрепление кюветов					
30	Разработка грунта экскаватором с ковшом вместимостью 1 м ³ с погрузкой в автомобили-самосвалы и транспортировкой в отвал (грунт 3м, j=1,57 т/м ³), группа грунтов 2	м ³	23		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"

№ п.п.	Наименование работ, ресурсов, затрат по проекту	Ед. изм.	Объем работ / Количество	Ссылка на чертежи, спецификации	Формула расчета объемов работ и расхода материалов, потребности ресурсов
1	2	3	4	5	6
31	Планировка откосов и дна кюветов автогрейдером среднего типа с двигателем мощностью 99 кВт (135 л.с.), группа грунтов 2	м ²	163		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
32	Укрепление обочин посевом трав по слою местного грунта механизированным способом (с поливом водой в летний период):	м ²	66		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
33	- овсяница красная 50%, райграс высокий 50%	кг	2,6		40 гр. на 1 м2: 40 гр. x 65.74 м2 / 1000 = 2.6 кг
33.1	- удобрения:				
33.2	- фосфорные	кг	2,0		30 кг. на 1000 м2
33.3	- калийные	кг	1,3		20 кг. на 1000 м2
33.4	- азотные	кг	1,3		20 кг. на 1000 м2
33.5	- планировка местным грунтом автогрейдером среднего типа с двигателем мощностью 99 кВт (135 л.с.) с погрузкой и транспортировкой к месту работ, h=0,15 м, группа грунтов 2	м ³	10		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
4.3. Дорожная одежда					
4.3.1 Устройство покрытия					
34	Устройство геосетки с ячейками 25x25 и разрывной нагрузкой 50 кН/м	м ²	268		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
35	Устройство покрытия из щебеночно-песчанной смеси при максимальном размере зёрен 0-31.5 мм с погрузкой и транспортировкой к месту работ, h=0,35 м	м ²	269		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
35.1	Нижний слой, h=0,18 м (без Купл.=1,26)	м ³	43	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-004-ЧРТ	Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
35.2	Верхний слой, h=0,17 м (без Купл.=1,26)	м ²	239		Площадь по середине трапеции. Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
35.3		м ³	47		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"

№ п.п.	Наименование работ, ресурсов, затрат по проекту	Ед. изм.	Объем работ / Количество	Ссылка на чертежи, спецификации	Формула расчета объемов работ и расхода материалов, потребности ресурсов
1	2	3	4	5	6
Раздел: 5. Дорожные устройства и обстановка дороги					
5.1 Фундаменты под дорожные знаки					
36	Разработка котлована для стоек вручную ($j=1,63$ т/м ³), группа грунтов 1	м ³	3,1	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-005-ЧРТ	
37	Устройство подготовки из смеси щебеночно-песчаной С4 (соотношение щебня к песку - 65%/35%) с погрузкой и транспортировкой к месту работ, $h=0,20$ м (без Купл.=1,24)	м ³	0,4	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-005-ЧРТ	Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
38	Омоноличивание стоек в фундаменте бетон В15 F1300 W8	м ³	2,6		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
39	Устройство гидроизоляции монолитного бетона составом "Кальматрон" толщиной 1,5 мм	м ²	21		$N_{ст} шт. \times 2 \times \pi \times R \times h \times m =$ $11 шт. \times 2 \times 3.1416 \times 0,25 \times 1,2 \times m = 21 \text{ м}^3$
40		кг	50,4		2,4 кг. на 1 м ² : $2,4 \text{ кг.} \times 21 \text{ м}^2 / 1000 = 50.4 \text{ кг}$
41	Разравнивание вытесненного грунта от разработки котлована	м ³	3,1	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-005-ЧРТ	
5.2 Установка стоек со знаками					
42	СКМ2.35 (горячего цинкования с толщиной слоя не менее 100 мкм)	шт.	3	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-005-ЧРТ	Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
43	СКМ3.35 (горячего цинкования с толщиной слоя не менее 100 мкм)	шт.	6		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
44	СКМ3.45 (горячего цинкования с толщиной слоя не менее 100 мкм)	шт.	2		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
45	Установка металлического уголка 45x45x5	м	17		$N_{ст} шт. \times 1,5 \text{ м} = 11 шт. \times 1,5 \text{ м} = 17 \text{ м}$
46	Стальная бандажная лента для установки знаков	м	7		$N_{зн} шт. \times 0,7 \text{ м} =$ $10 шт. \times 0,7 \text{ м} = 7 \text{ м}$
47	Крепление знаков к стойкам замками	шт.	20		$N_{зн} шт. \times 2 шт. =$ $10 шт. \times 2 шт. = 20 шт.$
48	Покрытие стоек грунтовкой АК-070 (1 слой)	кг	1,00		расход 120 г/м ²

№ п.п.	Наименование работ, ресурсов, затрат по проекту	Ед. изм.	Объем работ / Количество	Ссылка на чертежи, спецификации	Формула расчета объемов работ и расхода материалов, потребности ресурсов
1	2	3	4	5	6
5.3 Установка новых знаков (ГОСТ 32945-2014) типоразмер II класс пленки IIa цветоустойчивость Ц1					
Предупреждающие знаки					
49	1.34.3 (2250x500)	шт.	1	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-005-ЧРТ	Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
Знаки приоритета					
50	2.3.2 (900x900x900)	шт.	1	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-005-ЧРТ	Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
51	2.3.3 (900x900x900)	шт.	1		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
52	2.4 (900x900x900)	шт.	1		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
53	2.6 (700)	шт.	1		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
54	2.7 (700)	шт.	1		Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
Информационные знаки					
55	3.13 (1637x441)	шт.	2	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-005-ЧРТ	Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
Информационные знаки					
56	6.10.1 (1637x441)	шт.	2	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-005-ЧРТ	Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
5.4 Установка сигнальных столбиков					
57	Сигнальный столбик со скошенным верхом, тип С1, класс по устойчивости к статической нагрузке ВД0, несъемный	шт.	16	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.02-005-ЧРТ	Рассчитано с применением ПО "IndorCad"
<p>Примечания:</p> <p>1 Дальность транспортировки карьерного грунта и привозных дорожно-строительных материалов принять согласно утвержденной транспортной схемы доставки материалов, раздел проект организации строительства.</p> <p>2 *Выбор рациональной технологии уплотнения (число проходов по следу, масса и тип катка) следует определить пробным уплотнением в соответствии с п.7.3.8 СП 78.13330.2012.</p>					

Приложение Г

Дорожные знаки

Трасса	Пикет		Предупреждающие знаки	Знаки приоритета	Запрещающие знаки	Запрещающие знаки	Информационно - указательные знаки	Типоразмер	Размер щитка, мм	Марка опоры	Масса опоры, кг	Объём бетона для омоноличивания стойки, м³	Объём щебеночно-песчаной смеси, м³	Количество стоек, шт.	Диаметр стойки, м	Высота стойки, м	Заглубление стойки, м	Вид знака
	слева	справа																
А/д от ДНС "Западное Хоседаю" до ЦПС "Северное Хоседаю"		43+67.60		2.3.2				II	A900	СКМ2.35	12,947	0,24	0,04	1	0,04	3,50	1,20	Проектируемый
А/д от ДНС "Западное Хоседаю" до ЦПС "Северное Хоседаю"		45+17.60					6.10.1		1637×441	СКМ3.35	17,349	0,48	0,08	2	0,07	3,50	1,20	Проектируемый
А/д от ДНС "Западное Хоседаю" до ЦПС "Северное Хоседаю"		45+35.80	1.34.3					II	2250×500	СКМ3.35	17,349	0,48	0,08	2	0,07	3,50	1,20	Проектируемый
Автодорога на кустовую площадку №17 Западно-Хоседаюского месторождения	0+20.00			2.4				II	A900	СКМ2.35	12,947	0,24	0,04	1	0,04	3,50	1,20	Проектируемый
Автодорога на кустовую площадку №17 Западно-Хоседаюского месторождения		0+20.00		2.7	3.13			II; II	B700; D700	СКМ3.45	22,306	0,24	0,04	1	0,07	4,50	1,20	Проектируемый
Автодорога на кустовую площадку №17 Западно-Хоседаюского месторождения	1+25.00			2.6	3.13			II; II	D700; D700	СКМ3.45	22,306	0,24	0,04	1	0,07	4,50	1,20	Проектируемый
А/д от ДНС "Западное Хоседаю" до ЦПС "Северное Хоседаю"	45+54.00						6.10.1		1637×441	СКМ3.35	17,349	0,48	0,08	2	0,07	3,50	1,20	Проектируемый
А/д от ДНС "Западное Хоседаю" до ЦПС "Северное Хоседаю"	47+04.00			2.3.3				II	A900	СКМ2.35	12,947	0,24	0,04	1	0,04	3,50	1,20	Проектируемый
Итого:												2,64	0,44	11				

Сигнальные столбики

№ п.п.	Местоположение						Характеристика объекта				
	Начало			Конец			Протяжённость, м	Количество, шт	Расстояние между столбиками, м	Тип	Материал
	Трасса	ПК+	Размещение	Трасса	ПК+	Размещение					
1	Примыкание (слева)	0+00,00	Обочина	Примыкание (слева)	0+23,54	Обочина	21	8	3	С1	Полимерные материалы
2	Примыкание (справа)	0+00,00	Обочина	Примыкание (справа)	0+23,54	Обочина	21	8	3	С1	Полимерные материалы
Итого:							42	16			

Прогнозный расчет температурного режима грунтов в основании насыпи автодорог

Согласовано	
Согласовано	

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.01-001

Обустройство кустовых площадок №№ 8-бис, 17 Западно-Хоседаюского нефтяного месторождения ЦХП (блок №3) им. Д. Садецкого и увеличение пропускной способности нефтегазосборных трубопроводов

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Данилина		<i>Д.Д.</i>	02.09.25
Проверил		Симонова		<i>С.С.</i>	02.09.25
Гл. спец.		Федотенко		<i>Ф.Ф.</i>	02.09.25
Н.контр.		Поликашина		<i>П.П.</i>	02.09.25
ГИП		Шапиевский		<i>Ш.Ш.</i>	02.09.25

Стадия	Лист	Листов
П	1	22

Прогнозный расчет температурного режима грунтов в основании насыпи автодорог



СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	3
2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
3 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	3
3.1 ПАРАМЕТРЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	3
3.2 КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА	5
3.3 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.....	5
4 РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ.....	6
4.1 ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	6
4.2 ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛООБМЕНА ВОЗДУХ-ГРУНТ	6
5 РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ	8
5.1 МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ.....	8
5.2 РАСЧЕТ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ В ОСНОВАНИИ НАСЫПИ	11
6 ВЫВОДЫ.....	11
ПРИЛОЖЕНИЕ А. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	12
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ.....	13
ПРИЛОЖЕНИЕ В. КАРТИНЫ ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ.....	15

1 Введение

Целью данной работы является прогнозный расчет температурного режима грунтов в основании насыпи автодорог проекта «Обустройство кустовых площадок №№ 8-бис, 17 Западно-Хоседаюского нефтяного месторождения ЦХП (блок №3) им. Д. Садецкого и увеличение пропускной способности нефтегазосборных трубопроводов».

2 Общие положения

Документ разработан с учетом требований РСН 67-87 «Инженерные изыскания для строительства. Составление прогноза изменений температурного режима вечномерзлых грунтов численными методами» и СП 313.1325800.2017 «Дороги автомобильные в районах вечной мерзлоты. Правила проектирования и строительства».

Расчет проводится численным методом конечных разностей и выполняется в программном комплексе Frost 3D Universal (сертификат соответствия № РОСС RU.СП15.Н00900, выданный центром сертификации программной продукции в строительстве). Решается объемная задача в нестационарной постановке. В качестве расчетной модели принят поперечный срез грунта с дорожным полотном и водопропускной трубой в теле дорожной насыпи.

Входными параметрами для расчета являются:

- теплотехнические данные о мерзлых и талых грунтах в прилегающих районах к рассматриваемой области;
- начальное температурное распределение по глубине массива грунтов;
- климатические условия района проектирования;
- конструктивное исполнение земляного полотна и дорожной одежды.

По исходным данным генерируется конечно-разностная расчетная модель. Выходными расчетными параметрами являются данные о тепловом распределении, по которым можно построить временные диаграммы на весь срок эксплуатации объекта.

3 Исходные данные

3.1 Параметры автомобильных дорог

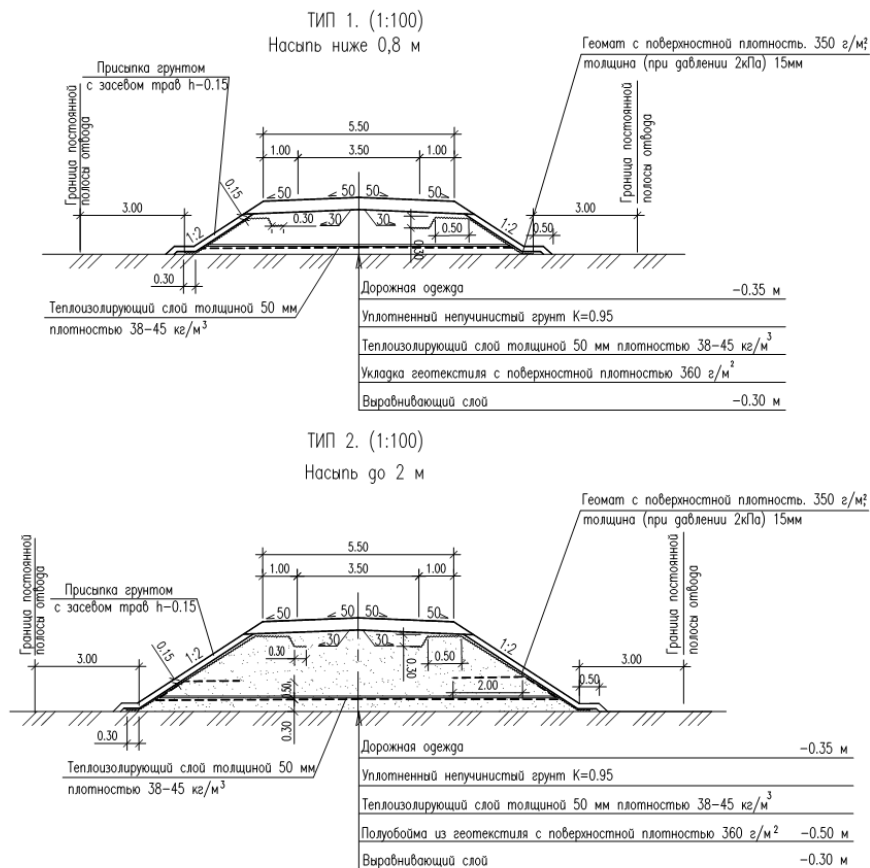
Основные параметры поперечного профиля земляного полотна назначены согласно СП 37.13330.2012 для подъездных автодорог IV-в категории.

Крутизна откосов насыпей принята равной 1:3 для насыпей высотой менее 2 м и 1:2, 1:1,5 для насыпей высотой от 2 м согласно СП 37.13330.2012. Ширина земляного полотна автодороги принята равной 5,5 м.

Дорожная одежда на проектируемых автодорогах предусмотрена из щебёночно-гравийной смеси С1, по ГОСТ 25607-2009 с армированием полимерной геосеткой в нижней ее части. Дорожная одежда устраивается на всю ширину земляного полотна (серповидный профиль). Толщина дорожной одежды на дорогах составляет по оси 0,35 м.

Для обеспечения устойчивости откосов земляного полотна от размыва атмосферными осадками и ветровой эрозии предусмотрено укрепление геоматом поверхностной плотностью 350 г/м² толщиной (при давлении 2 кПа) 15 мм, с присыпкой грунтом с засевом многолетних трав.

Поперечные профили конструкции автодороги и дорожной одежды представлены на рисунке 1.



ПОПЕРЕЧНЫЙ ПРОФИЛЬ КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

ТИП 1 (1:50)

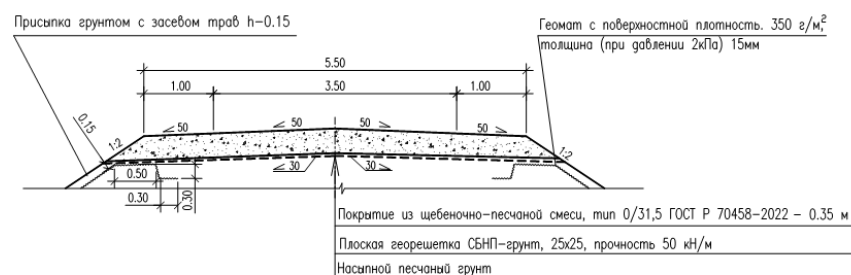


Рисунок 1 – Поперечный профиль конструкции земляного полотна и дорожной одежды**3.2 Климатические условия района**

Климатические характеристики приняты по данным многолетних наблюдений на метеостанции по метеостанции Хорей-Вер, с привлечением данных по метеостанции Хоседа-Хард в соответствии с Томом 3 технического отчета ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ИИ-03.ИГМИ.00 проекта «Обустройство кустовых площадок №№ 8-бис, 17 Западно-Хоседаюского нефтяного месторождения ЦХП (блок №3) им. Д. Садецкого и увеличение пропускной способности нефтегазосборных трубопроводов».

Климатические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Климатические данные

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Температура воздуха, °С	-19,3	-18,9	-14,1	-8,3	-0,8	7,8	13,3	10,1	5,0	-2,9	-11,4	-15,4
Высота снежного покрова, см	25,0	28,0	31,33	28,67	10,67	-	-	-	-	4,33	14,67	20,67
Скорость ветра, м/с	5,2	5,2	5,3	5,0	4,9	4,6	4,0	3,9	4,1	4,5	4,7	5,3
Суммарная солнечная радиация, Вт/м ²	1,56	19,83	69,27	142,1	205,38	218,3	201,91	129,64	74,23	25,98	3,71	0

3.3 Инженерно-геологические условия

Параметры для теплофизических характеристик грунта приняты в соответствии с Томом 2.1 технического отчета ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ИИ-02.ИГИ.01 проекта «Обустройство кустовых площадок №№ 8-бис, 17 Западно-Хоседаюского нефтяного месторождения ЦХП (блок №3) им. Д. Садецкого и увеличение пропускной способности нефтегазосборных трубопроводов». Расчетные и нормативные характеристики теплофизических свойств грунтов представлены в приложении Б.

В качестве расчетного случая для анализа температурного распределения в ММГ в основании автодорог выбраны скважины №14-24, характеризующиеся самыми высокими температурами грунтов на глубине нулевых амплитуд.

Начальные распределения температур в моделях приняты на основании результатов замеров температуры грунта в скважине №14-24 согласно приложению Ж к Тому 2.1 технического отчета о выполненных инженерно-геологических изысканиях проекта «Обустройство кустовых площадок №№ 8-бис, 17 Западно-Хоседаюского нефтяного месторождения ЦХП (блок №3) им. Д. Садецкого и увеличение пропускной способности нефтегазосборных трубопроводов» ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ИИ-02.ИГИ и представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты замеров температуры грунта

№ скв	Глубина замера, м																	
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	14,0	16,0
14-24	-0,5	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,5	-0,6	-0,8	-0,8	-0,7	-0,8	-0,8	-0,9	-0,9	-1,0	-1,0

4 Расчетные параметры

4.1 Теплофизические характеристики строительных материалов

Для моделирования процессов теплообмена используются справочные значения теплопроводности, теплоемкости, плотности применяемых строительных материалов. Параметры, используемые для расчета, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Теплофизические параметры строительных материалов

Строительный материал	Суммарная влажность W_{tot} , д. е.	Теплопроводность (талый/мерзлый), Вт/м °С	Теплоемкость (талый/мерзлый), кДж/м ³ °С	Плотность сухого грунта, кг/м ³
Насыпной грунт	0,1497	2,27/2,49	2717/2206	1590
Дорожная одежда	0,1	1,85/2,20	2260/1885	1800

4.2 Параметры для расчета теплообмена воздух-грунт

Данные о температуре окружающей среды взяты с Томом 3 технического отчета ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ИИ-03.ИГМИ.00 проекта «Обустройство кустовых площадок №№ 8-бис, 17 Западно-Хоседаюского нефтяного месторождения ЦХП (блок №3) им. Д. Садецкого и увеличение пропускной способности нефтегазосборных трубопроводов».

Коэффициент конвективного теплообмена α в отсутствие снежного покрова принимается равным [3]:

$$\alpha_k = \begin{cases} 6,16 + 4,19U & \text{если } 0 < U < 5 \\ 7,56U^{0,78} & \text{если } 5 < U < 30 \end{cases}$$

где U – средняя за рассматриваемый период времени скорость ветра над поверхностью земли.

Для естественной поверхности грунта суммарный приходящий тепловой поток от солнечной радиации компенсируется расходными значениями за счет испарения с поверхности мохово-растительного слоя и длинноволнового излучения. Суммарное значение теплового потока на поверхность почвы учитывается при определении приведенного теплоотдачи определяемого в ходе расчетной процедуры, описанной ниже.

Коэффициент конвективного теплообмена α при наличии снежного покрова (эффективный) определяется из соотношения [5]:

$$\alpha_{\text{эф}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_k} + \frac{\delta_{\text{сн}}}{\lambda_{\text{сн}}}\right)}$$

где $\delta_{\text{эф}}$ – толщина снежного покрова; $\lambda_{\text{сн}}$ – коэффициент теплопроводности снега.

Коэффициент теплопроводности снега для зимних месяцев вычисляется в зависимости от плотности снежного покрова по формуле Б.В. Проскурякова и приложению Г к СП 25.13330.2020:

$$\lambda_{\text{сн}} = 1,16(0,018 + 0,00087\rho_{\text{сн}});$$

где $\rho_{\text{сн}}$ – среднемесячная плотность снега, определяемая согласно данным инженерных изысканий, кг/м³.

Расчетные коэффициенты конвективного теплообмена α уточняются в ходе расчетной процедуры. Уточнение ведется путем изменения коэффициентов теплообмена на некоторую величину с целью обеспечения сходимости расчетной температуры на глубине нулевых амплитуд (принята равной 10 метрам) с фактическим значением согласно инженерно-геологических изысканий [6]. Расчет ведется на период 100 лет до удовлетворения условия по отсутствию динамики изменения температуры на глубине нулевых амплитуд (температура на глубине должна быть установившейся) и удовлетворения условия по температуре на глубине нулевых амплитуд (плюс 0,2 °С, минус 0,1 °С).

Расчётная среднемесячная температура поверхности насыпи в летнее время (при отсутствии снежного покрова) определяется согласно формуле (5.6) СП 498.1325800.2020:

$$T_{n,i} = T_{s,i} + \frac{R_i - Q_i}{\alpha_i}$$

где $T_{s,i}$ - среднемесячная температура воздуха, °С;

R_i – радиационный баланс поверхности насыпи, Вт/м², равный:

$(0,61\Phi_{s,i} - 20)$ – для песчаных, щебеночных и асфальтовых поверхностей;

$(0,61\Phi_{s,i} - 40)$ – для бетонных и железобетонных поверхностей;

$Q_i = 0,49\Phi_{s,i} - 60$ – потери тепла дневной поверхности насыпи за счет испарения, нагрева подстилающих слоев и фазовых переходов, Вт/м²;

$\Phi_{s,i}$ – суммарная солнечная радиация на основе гидрометеорологических сведений для участка строительства (см. в таблице 1), Вт/м²;

α_t – коэффициент теплообмена на поверхности покрытия, принимается равным:

$(2,4v_i + 2,3)$ – при среднемесячной скорости ветра $v_i < 4,6$ м/с;

$(3,7v_i - 1)$ – при среднемесячной скорости ветра $v_i > 4,6$ м/с/

Для расчета коэффициентов теплообмена кустовой площадки с воздухом в зимний период учитывалось периодическое удаление снега в зимний период в соответствии с п. 5.2.3 и п. 7.8 СП 498.1325800.2020, среднемесячная высота снегового покрова принимается равной четверти от нормативного.

5 Расчет температурного режима многолетнемерзлых грунтов

5.1 Методика прогнозирования

При моделировании распространения тепла в зоне ММГ необходимо учитывать следующие факторы:

- фазовый переход в грунте и связанные с этим изменения теплофизических свойств грунта;
- различные теплофизические параметры грунтов;
- сезонное изменение температуры воздуха;
- наличие снегового покрова в зимний период (для участков с расчисткой снега в зимнее время принимается пониженное снегонакопление);
- изменение среднегодовой температуры по сценарию изменения климата Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (РосГидроМет) – увеличение на $0,7$ °С каждое десятилетие ($0,07$ °С/год).

Для определения температурного режима ММГ используется объемная конечно-разностная модель, разработанная с помощью программного комплекса Frost 3D Universal. Задача решается в нестационарной постановке. Решается уравнение теплопроводности [11]

$$\left(C(T) + \rho L \frac{\partial w_w(T)}{\partial T} \right) \frac{\partial T}{\partial t} + \nabla(-\lambda(T)\nabla T) + C_w u \nabla T = 0$$

где T – температура, °С;

$C(T)$ – зависимость объемной теплоемкости от температуры, Дж/м³°С;

$w_w(T)$ – зависимость количества незамерзшей воды в грунте от температуры, д.е.;

ρ – плотность грунта, кг/м³;

L – удельная теплота фазового перехода, Дж/кг

t – время, с;

$\lambda(T)$ – зависимость теплопроводности грунта от температуры, Вт/м°С;

C_w – объемная теплоемкость грунтовой воды, Дж/м³°С;

u – вектор скорости фильтрации грунтовых вод, м/с.

Рассматриваемая область ограничена снизу плоскостью, расположенной на достаточно большой глубине. На боковых гранях, также достаточно удаленных от грунтов, непосредственно прилегающих к участку автодороги, заданы условия нулевого теплового потока. В виду симметрии рассматриваемой задачи, расчетная область строится от оси автодороги. На плоскости симметрии задаются условия нулевого теплового потока. На верхней границе задается граничное условие третьего рода (теплообмен по Ньютону).

Расчётная область представлена на рисунке 2.

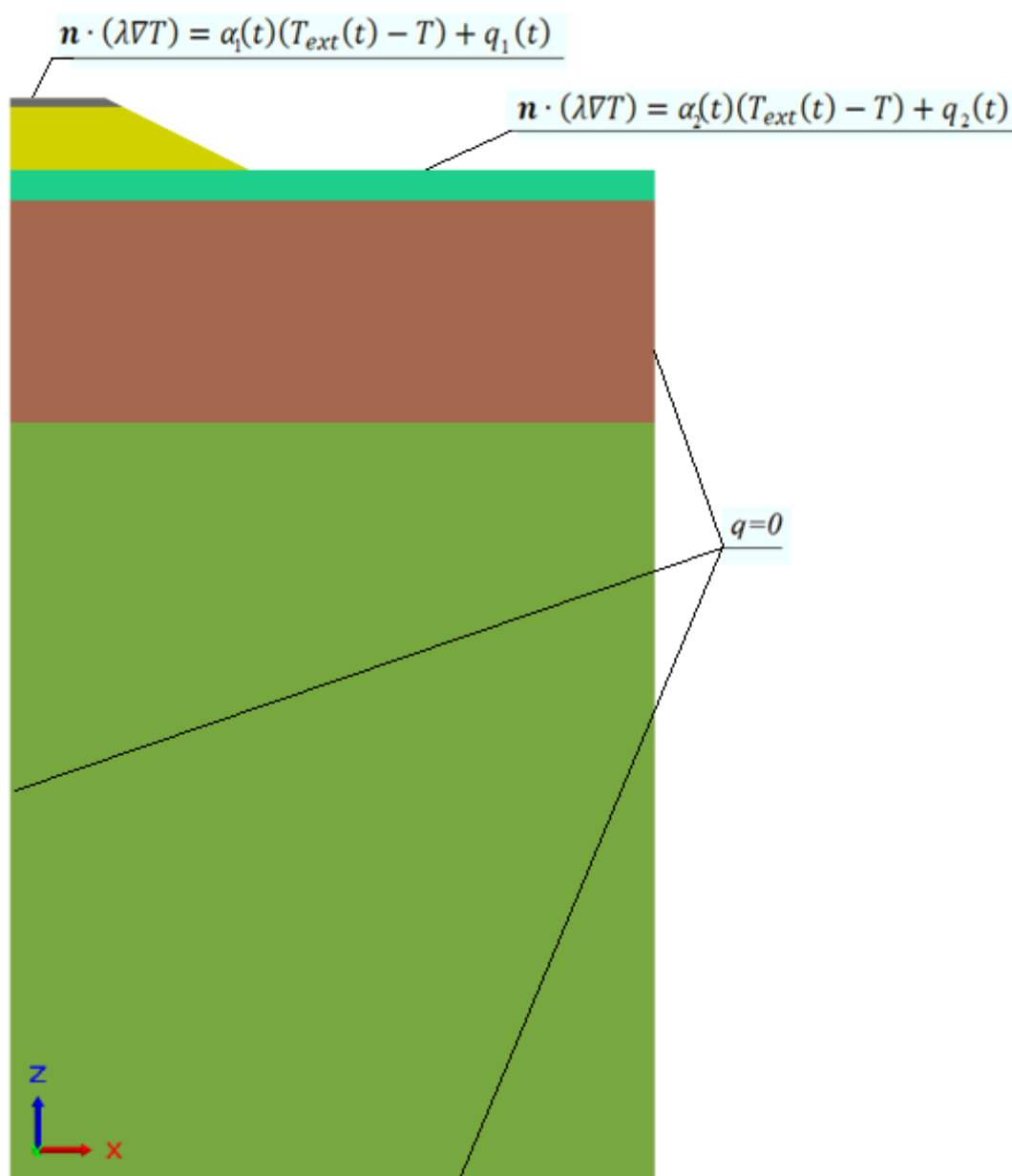


Рисунок 2 – Схема расчетной области для теплового анализа

Размер расчетной области (удаленность нижней границы) подбирается путем ряда расчетов с целью обеспечения условия отсутствия значительного влияния размеров области на температурное распределение [6]. За условие отсутствия значительного влияния на

температурное распределение принято совпадение радиуса оттаивания ММГ с погрешностью в 0,1 м. Принятый размер расчетной области модели автодороги составляет 40 метров по глубине и 20х1 метров в плане. Слои грунта на глубине ниже 40 метров представляются как однородные и соответствующие слою грунта над ними.

Расчетная сетка модели представлена на рисунке 3.

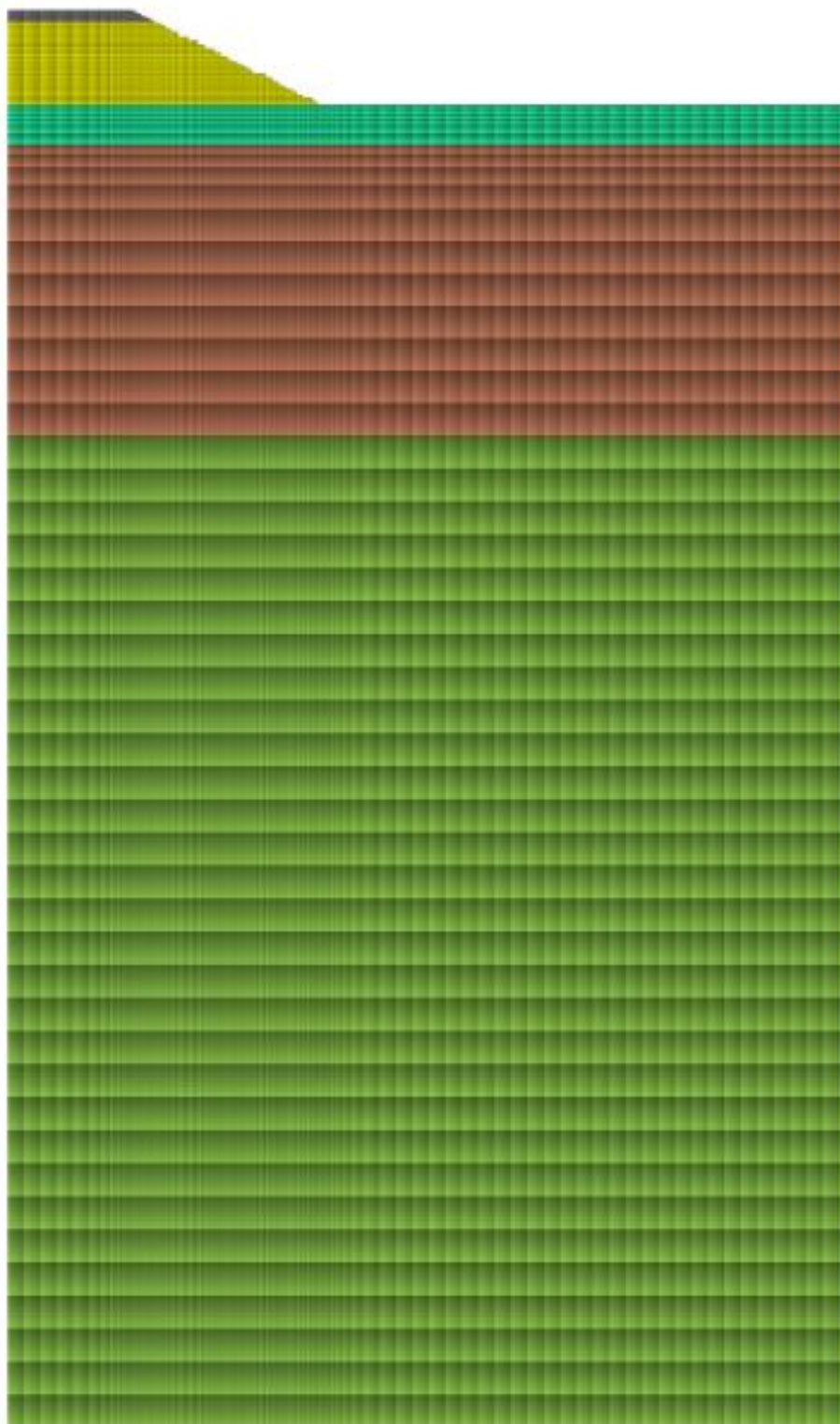


Рисунок 3 – Конечно - разностная модель расчетной области

5.2 Расчет теплового поля в основании насыпи

Решение задачи проводилось в нестационарной постановке. По результатам были получены температурные поля в течение всего срока эксплуатации. Картины полученного температурного распределения представлены в приложении В.

Результаты нестационарного теплового расчета системы в виде максимальных глубин оттаивания грунтов в зависимости от года эксплуатации представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Максимальные глубины оттаивания грунтов

Высота насыпи, м	Элемент дороги	Год эксплуатации / Глубина оттаивания, м			
		1	5	10	20
0,43	Ось дороги	1,53	1,54	1,82	1,83
	Край проезжей части	1,53	1,54	1,53	1,83
	Середина откоса	1,53	1,54	1,53	1,83
	Бровка	1,53	1,54	1,53	1,83
1,48	Ось дороги	0,68	0,68	0,68	0,97
	Край проезжей части	0,47	0,47	0,68	0,68
	Середина откоса	0,38	0,38	0,48	0,68
	Бровка	0,47	0,47	0,48	0,68

6 Выводы

Согласно анализу геокриологических условий и результатам прогнозного расчета температурного режима ММГ в основании автодорог проекта «Обустройство кустовых площадок №№ 8-бис, 17 Западно-Хоседаюского нефтяного месторождения ЦХП (блок №3) им. Д. Садецкого и увеличение пропускной способности нефтегазосборных трубопроводов» выявлено следующее:

1. В основании автодороги преимущественно залегают суглинки слабольдистые пластичномерзлые (ИГЭ-3м), относящиеся ко II категории просадочности (относительная осадка при оттаивании до 0,06);
2. Максимальная расчетная глубина оттаивания в основании автодороги составляет 1,83 метра, расчетная осадка ММГ при оттаивании (без учета уплотнения и осадки дорожной насыпи) до 120 мм.

Приложение А

Список использованных источников

1. ВСН 84-89 Изыскания, проектирование и строительство автомобильных дорог в районах распространения вечной мерзлоты;
2. Кондратьев, К. Я. Актинометрия. – Л. : Гидрометеоролог. изд-во, 1965. – 691 с.
3. Куртнер Д.А., Чудновский А.Ф. Расчет и регулирование теплового режима в открытом и защищенном грунте. – Л.: Гидрометеиздат, 1969;
4. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление. – М: Энергоатомиздат, 1990. – 367 с.
5. Павлов А.В. Теплообмен почвы с атмосферой в северных и умеренных широтах территории СССР. – Якутск: ЯКН, 1975. – 304 с.; Павлов А.В. Теплофизика ландшафтов. Новосибирск, Наука, Сиб. отд., 1979, С.286.;
6. Паздерин Д.С. Динамика теплового состояния многолетнемерзлых грунтов в основании заглубленного трубопровода с применением охлаждающих устройств (термостабилизаторов) автореф. дис. ... канд. тех. наук. ФГБУН «Институт криосферы Земли Сибирского отделения РАН», Тюмень, 2017.
7. РД 39-30-139-79. «Методика теплового и гидравлического расчета магистральных трубопроводов при стационарных и нестационарных режимах перекачки ньютоновских и неньютоновских нефтей в различных климатических условиях»;
8. СП 22.13330.2016, СНиП 2.02.01-83* Актуализированная редакция. «Основания зданий и сооружений»;
9. СП 25.13330.2020, СНиП 2.02.04-88 Актуализированная редакция. «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах».
10. СП 313.1325800.2017 «Дороги автомобильные в районах вечной мерзлоты. Правила проектирования и строительства».
11. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы математической физики. М.: Изд-во ЦПИ при механикоматематическом факультете МГУ, 2009. 88 с.

Приложение Б

Характеристики физико-механических свойств грунтов

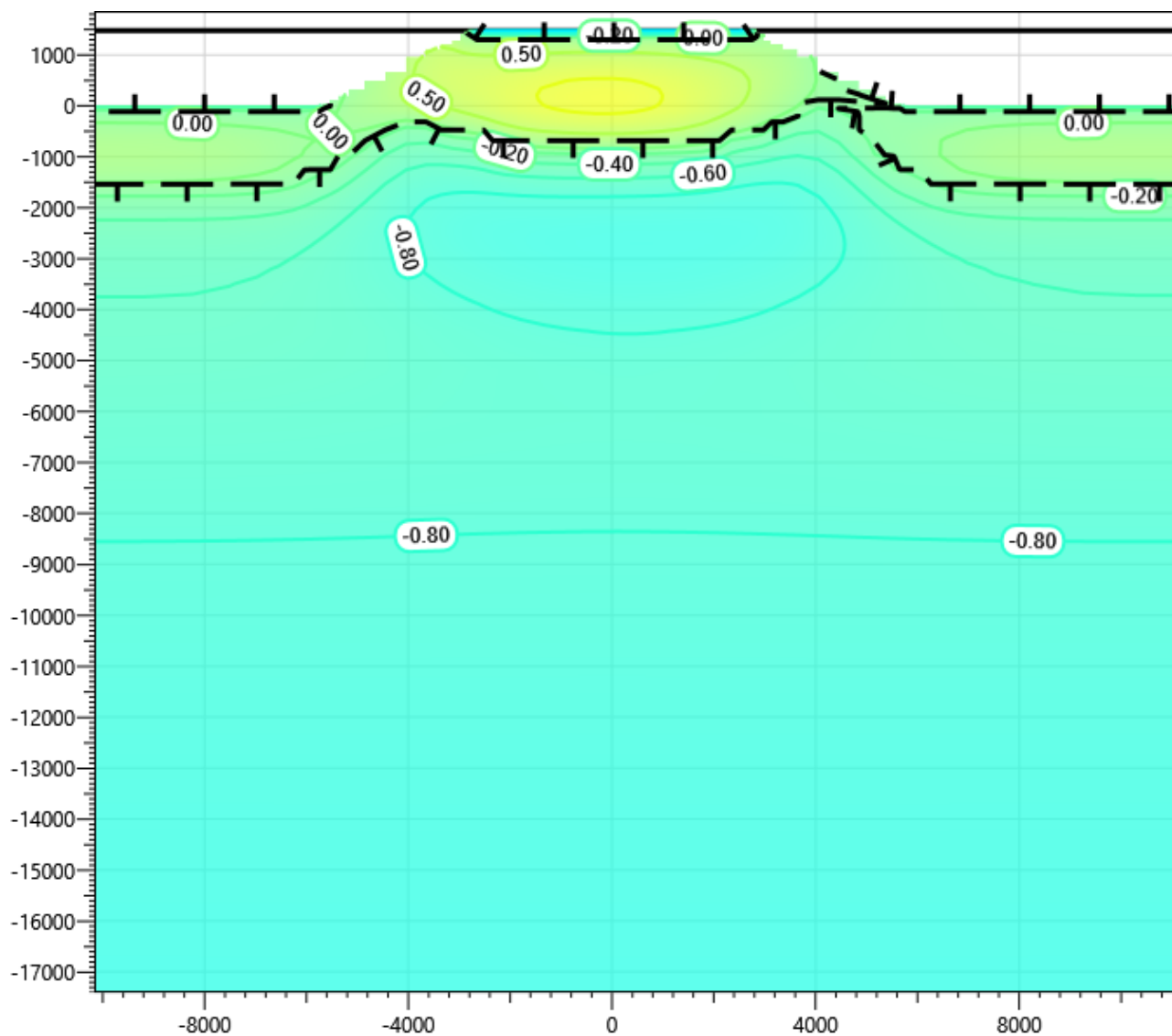
Таблица Б.1 – Нормативные показатели физико-механических свойств мерзлых грунтов

Наименование и номер ИГЭ	Плотность, г/см ³			Влажность, %						Коэф. пористости, мерзлого грунта, e _с , 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 _г	сухого мерзлого грунта, ρ _{дг}	частиц грунта, ρ _с	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 _f , МПа ⁻¹			Угол внутреннего трения, φ, град.	Удельное сцепление, C, МПа
ИГЭ-1м Насыпной слой (песок мелкий, неоднород. мерзлый слабольдист. твердомерзл., в талом состоянии ср.плотн. ср. степени водонас	1,84	1,60	2,66	14,56	13,05	1,52	0,0	-	-	0,656	-	-	0,59	0,05	0,259	0,031	-	-	-	-	-	-	-	-
ИГЭ 2м Торф среднеразложившийся мерзлый	0,97	0,14	1,65	612,19	311,0	301,20	156,16	-	-	11,04	-	-	-	-	0,691	0,462	0,207	0,6547	-	-	-	-	-	-
ИГЭ-3м Суглинок пылеватый, легкий, слабольдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии мягкопластичный	1,95	1,58	2,71	23,32	19,84	3,41	10,42	27,46	17,35	0,714	10,11	0,59	0,89	0,08	0,226	0,061	0,055	0,1319	13,53	0,0592	0,107	0,50	17	0,017
ИГЭ-4м Суглинок пылеватый, легкий, слабольдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии тугопластичный	1,95	1,60	2,71	22,09	19,61	2,55	10,60	29,04	17,32	0,699	11,72	0,42	0,86	0,09	0,204	0,047	0,053	0,1320	13,07	0,0613	0,109	0,57	17	0,017
ИГЭ-5м Суглинок песчанистый, легкий, слабольдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии текучепластичный	1,90	1,50	2,71	26,45	20,00	6,49	10,22	27,26	17,43	0,799	9,83	0,93	0,90	0,09	0,270	0,110	0,051	0,1142	13,07	0,0613	0,105	0,52	17	0,013
ИГЭ-6м Суглинок пылеватый, легкий, нельдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии тугопластичный	1,98	1,64	2,71	20,8	19,71	1,05	10,14	28,01	17,07	0,651	10,94	0,35	0,87	0,08	0,194	0,019	0,059	0,1260	13,18	0,0607	0,107	0,53	16	0,020

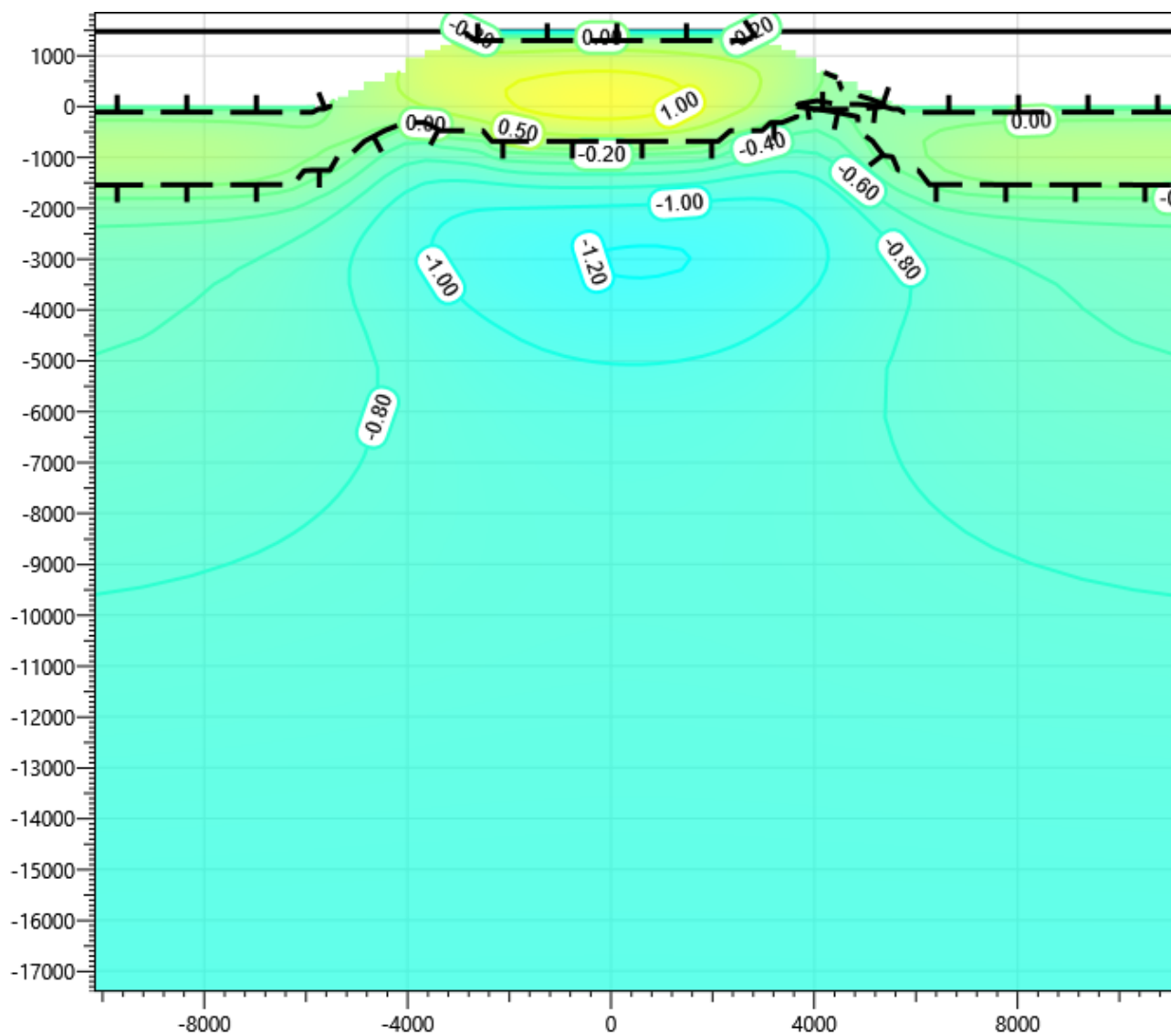
Таблица Б.2 – Расчетные значения теплофизических характеристик грунтов

Наименование и номер ИГЭ	Влажность грунта суммарная, д.ед, W_{tot}	Плотность сухого, г/см ³		Кэф. теплопроводности, Вт/(м*°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, $\rho_{d,f}$	талого грунта, λ_{th}	мерзлого грунта, λ_f	талого грунта, C_{th}	мерзлого грунта, C_f	
ИГЭ-1м Насыпной слой (песок мелкий, неоднород. мерзлый слабодист. твердомерзл., в талом состоянии ср.плотн. ср. степени водонас	14,56	1,64	1,60	1,78	1,98	2,42233	1,99706	78191412,2
ИГЭ 2м Торф среднеразложившийся мерзлый	612,19	0,14	0,14	0,28	0,48	1,81872	1,11574	208694264,6
ИГЭ-3м Суглинок пылеватый, легкий, слабодистый, пластичномерзлый, в талом состоянии мягкопластичный	23,32	1,61	1,58	1,42	1,60	2,77964	2,22004	68139817,6
ИГЭ-4м Суглинок пылеватый, легкий, слабодистый, пластичномерзлый, в талом состоянии тугопластичный	22,09	1,62	1,60	1,40	1,58	2,64133	2,19510	61197019,1
ИГЭ-5м Суглинок песчанистый, легкий, слабодистый, пластичномерзлый, в талом состоянии текучепластичный	26,45	1,54	1,50	1,45	1,59	2,78339	2,14772	80630555,2
ИГЭ-6м Суглинок пылеватый, легкий, нельдистый, пластичномерзлый, в талом состоянии тугопластичный	20,8	1,66	1,64	1,41	1,60	2,51500	2,15387	58580435,9

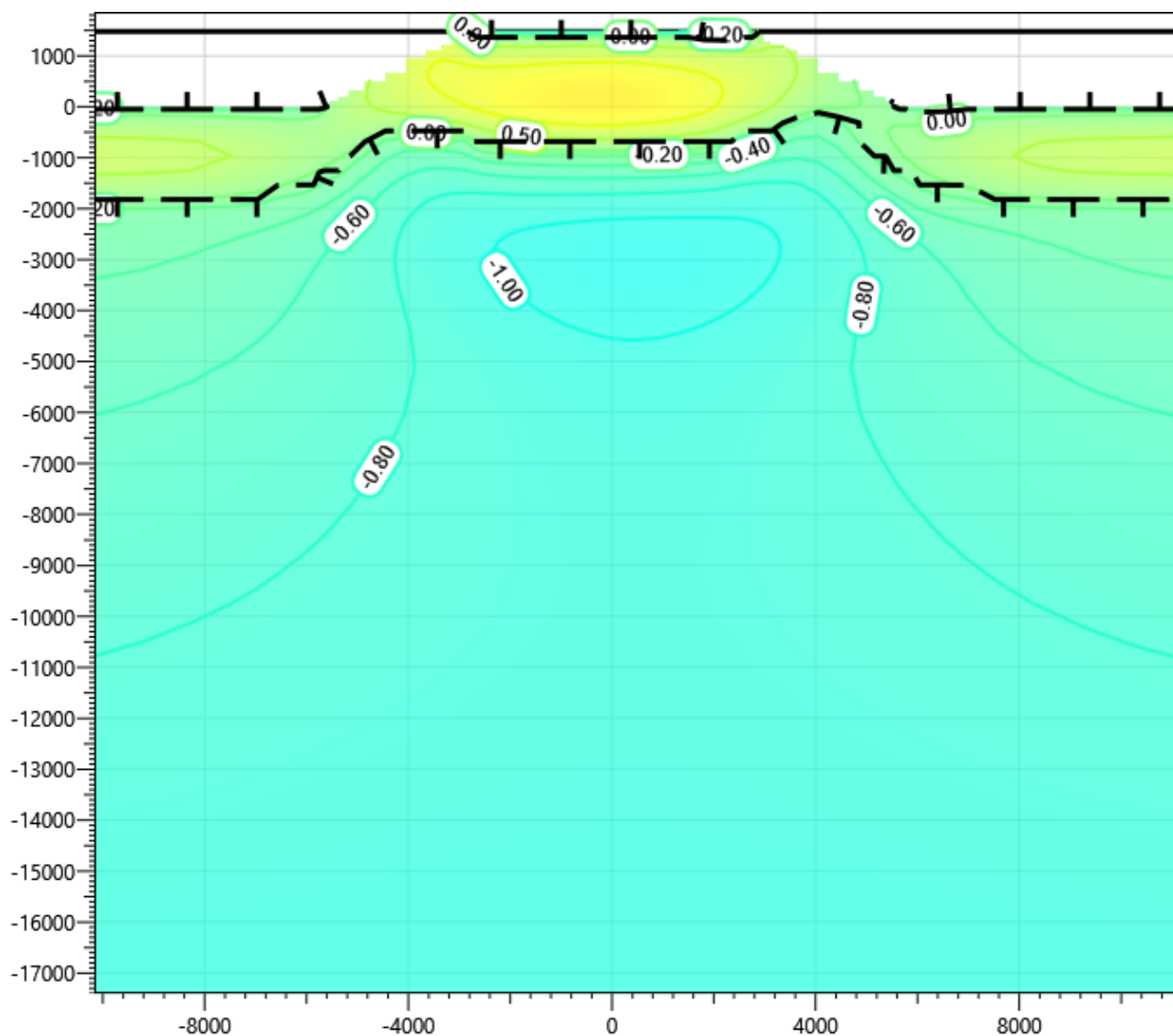
Приложение В
Картини температурного распределения



**Рисунок В.1 – Температурное распределение в основании автодороги в районе геологической скважины №14-24 в октябре 1-го года эксплуатации.
Высота насыпи 1,48 м**



**Рисунок В.2 – Температурное распределение в основании автодороги в районе геологической скважины №14-24 в октябре 5-го года эксплуатации.
Высота насыпи 1,48 м**



**Рисунок В.3 – Температурное распределение в основании автодороги в районе геологической скважины №14-24 в октябре 10-го года эксплуатации.
Высота насыпи 1,48 м**

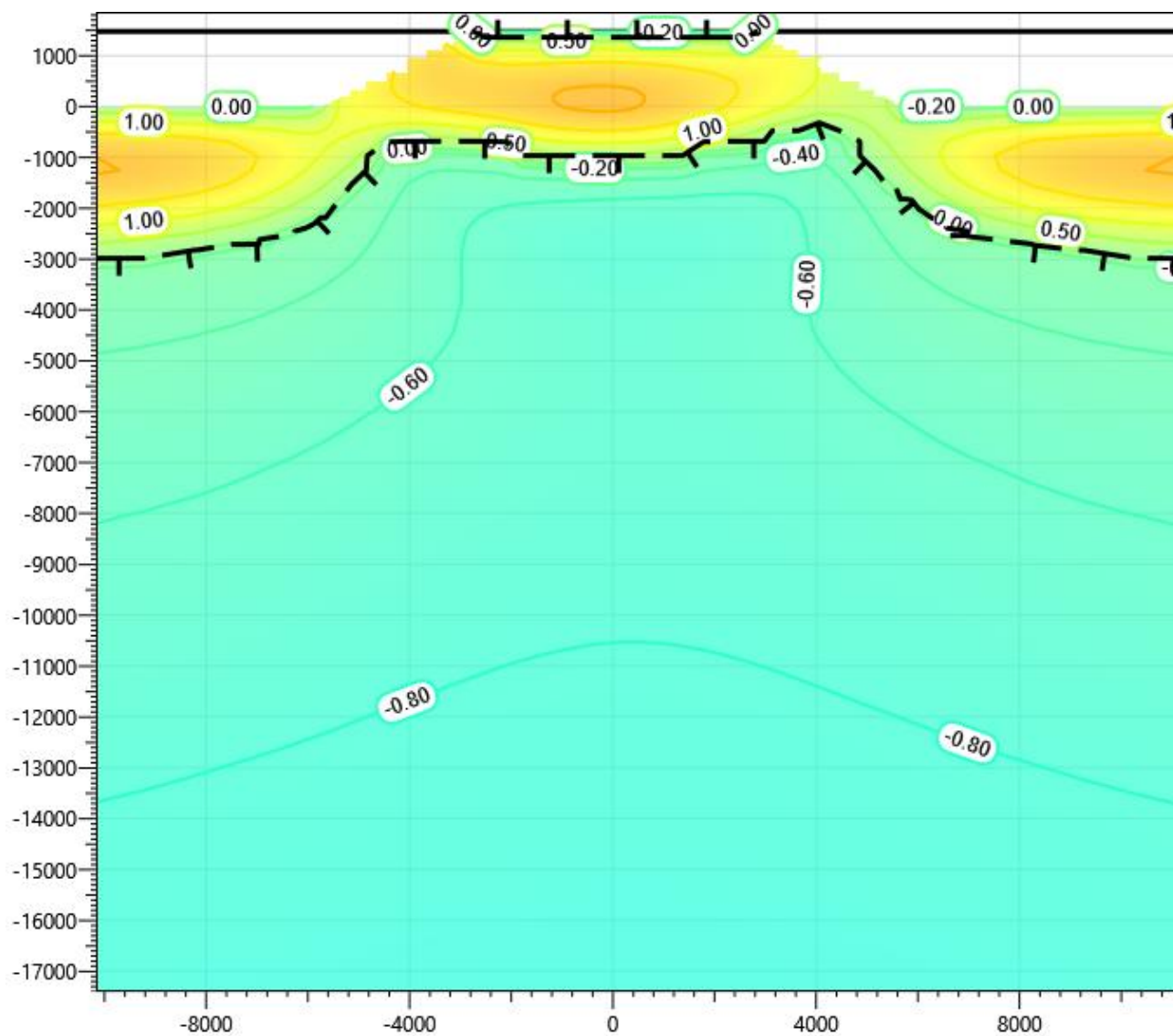


Рисунок В.4 – Температурное распределение в основании автодороги в районе геологической скважины №14-24 в октябре 20-го года эксплуатации. Высота насыпи 1,48 м

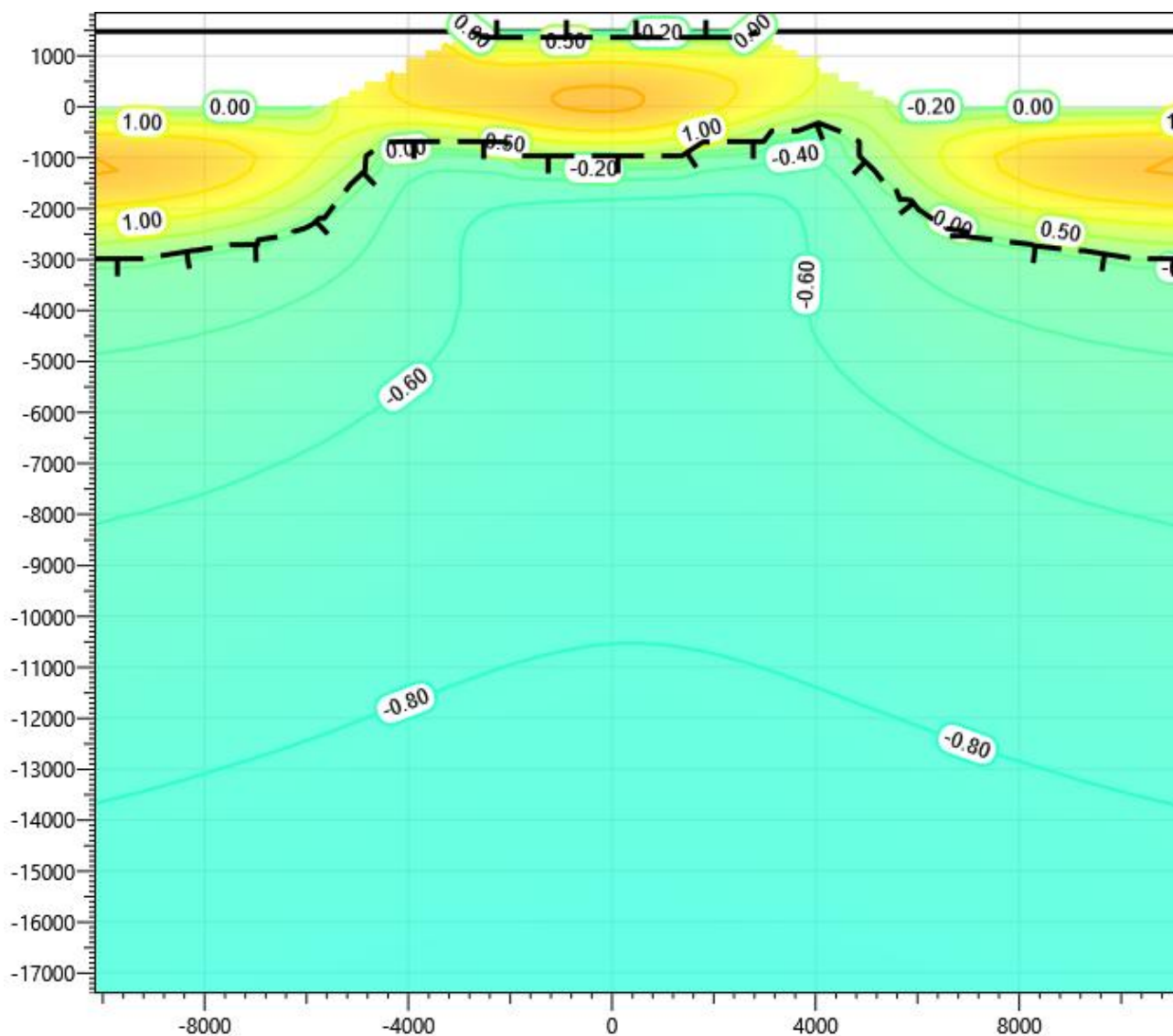
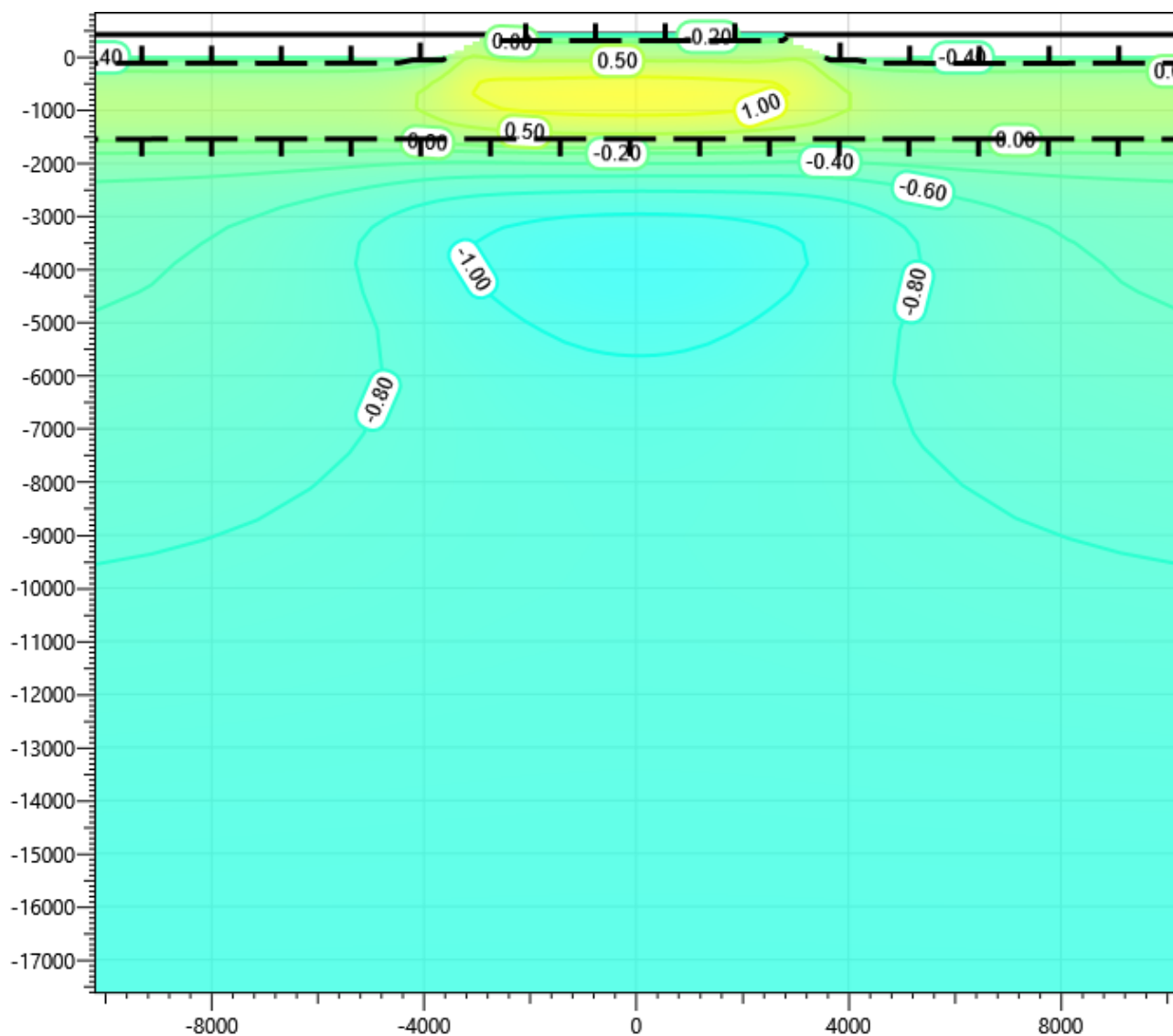
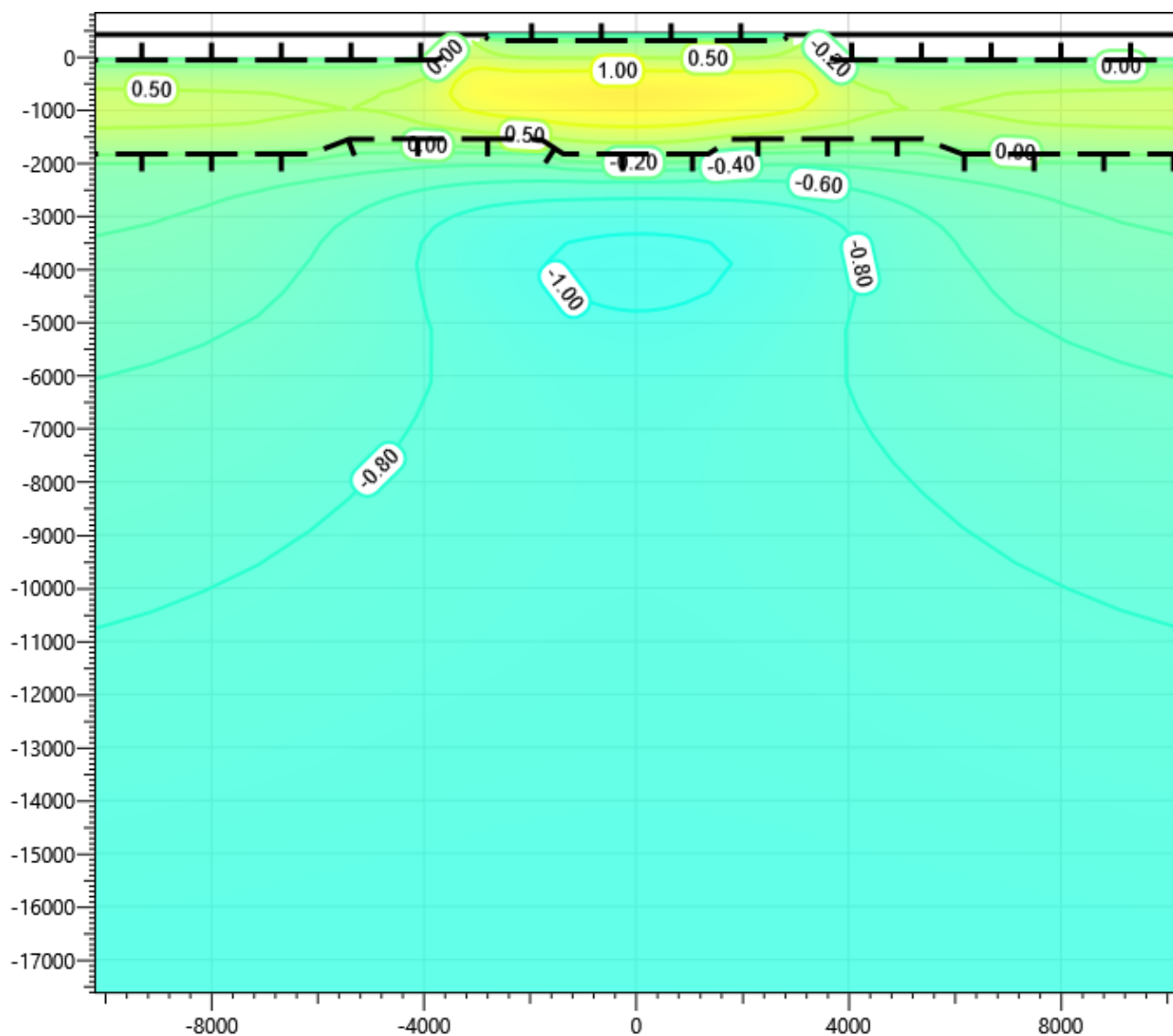


Рисунок В.5 – Температурное распределение в основании автодороги в районе геологической скважины №14-24 в октябре 1-го года эксплуатации. Высота насыпи 0,43 м



**Рисунок В.6 – Температурное распределение в основании автодороги в районе геологической скважины №14-24 в октябре 5-го года эксплуатации.
Высота насыпи 0,43 м**



**Рисунок В.7 – Температурное распределение в основании автодороги в районе геологической скважины №14-24 в октябре 10-го года эксплуатации.
Высота насыпи 0,43 м**

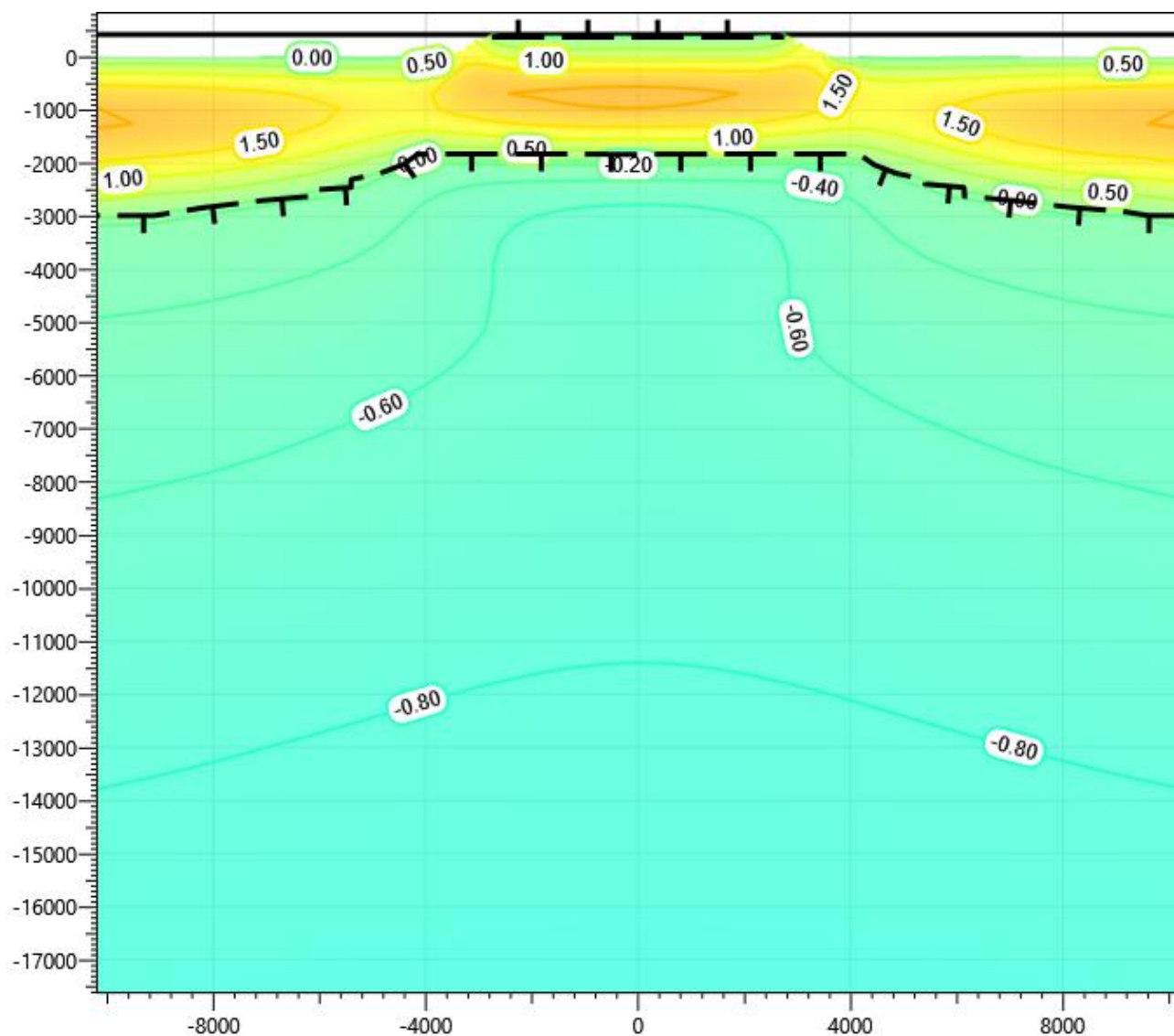


Рисунок В.8 – Температурное распределение в основании автодороги в районе геологической скважины №14-24 в октябре 20-го года эксплуатации. Высота насыпи 0,43 м

Разрешение	Обозначение	ПО-30-КО-ОП-ОП-1902-ПД-03.ТКР.00.03.01
3758-26	Наименование объекта строительства	Обустройство кустовых площадок №№ 8-бис, 17 Западно-Хоседаюского нефтяного месторождения ЦХП (блок №3) им. Д. Садецкого и увеличение пропускной способности нефтегазосборных трубопроводов

Изм.	Лист	Содержание изменения	Код	Примечание
01	ТКР.00 .03.01- С	Заменен. Исправлено наименование части «Автомобильные дороги» на «Автомобильная дорога»	3	Задание от главного инженера проекта.
	ТКР.00 .03.01	Заменен. В раздел 1 пояснительной записки добавлен абзац об отнесении Автодороги на кустовую площадку №17 Западно-Хоседаюского месторождения к 16-му этапу строительства.		
	ПрилА	Заменен		
	ПрилБ	Заменен		
	ПрилВ	Заменен		
	ПрилГ	Заменен		

Согласовано	Н.контр	Шапневский	27.04.26
	Н.контр		

Изм.внес	Демидкин		27.04.26	АО «Гипровостокнефть» Отдел генплана и дорог (ОГИД)	Лист	Листов
Составил	Демидкин		27.04.26			
Утв.	Шапневский		27.04.26			1