

**«ОБУСТРОЙСТВО ЯРУДЕЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.
РАСШИРЕНИЕ КУСТОВ. 3 ОЧЕРЕДЬ»**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**Раздел 12 «Иная документация в случаях, предусмотренных
федеральными законами»**

Часть 5 «Температурная стабилизация грунтов»

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ

Том 12.5

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам инв. №

2022

**«ОБУСТРОЙСТВО ЯРУДЕЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.
РАСШИРЕНИЕ КУСТОВ. 3 ОЧЕРЕДЬ»**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**Раздел 12 «Иная документация в случаях, предусмотренных
федеральными законами»**

Часть 5 «Температурная стабилизация грунтов»

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ

Том 12.5

Генеральный директор

Р.М. Щедушнов

Главный инженер проекта

А.Б. Лобастов

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

1 Введение

При строительстве и эксплуатации объектов нефтяной и газовой промышленности, могут возникнуть осложнения, вызываемые процессами протаивания и обратного промерзания пород, изначально находящихся в многолетнемерзлом состоянии. Прогнозу таких осложнений и борьбе с ними посвящено значительное количество как научно-исследовательских работ, так и нормативных документов. В то же время, мероприятия по предотвращению нештатных ситуаций, связанных с влиянием сооружений на многолетнемерзлые породы (ММП) в криолитозоне, в каждом конкретном случае обуславливаются, в первую очередь, местными геокриологическими условиями. Они отличаются в зависимости от географических, климатических и геологических условий месторождений. Для прогноза поведения ММП необходимо проводить теплотехническое моделирование.

Теплотехнические расчеты, приведенные в данном отчете, основаны на результатах инженерно-геологических изысканий, лабораторных работ и анализе полученных результатов. Работы включают детальное изучение строения верхней части криолитозоны и теплофизическое прогнозирование изменения состояния ММП строительства и эксплуатации сооружений.

Инв. № подл.						Лист
Подп. и дата						Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ
Взам. инв. №	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	

2 Методика расчетов ориолов оттаивания

Расчеты ориолов оттаивания в результате взаимодействия проектируемых сооружений с многолетнемерзлыми грунтами выполнены численным методом аналогично РСН 67-87 (в программном комплексе «Борей 3D» (сертификат соответствия № РОСС RU.НВ65.Н02357/21, выданный органом по сертификации Обществом с ограниченной ответственностью «Сертификация и качество» 11.08.2021).

Расчет распространения тепла основан на широко апробированном уравнении теплопроводности, в котором учтены фазовые превращения и перенос тепла за счет конвекции:

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

Где T - температура, С; $C(T)$ – зависимость объемной теплоемкости грунта от температуры, Дж/(м³*С); $W_w(T)$ – зависимость количества незамерзшей воды в грунте от температуры, д.е.; ρ_d – 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 воды, Дж/(м³*С); u – вектор скорости фильтрации грунтовых вод, м/с.

На основании значения объемной теплоемкости и теплопроводности грунтов для талого и мерзлого состояний программе вычисляется температурная зависимость объемной теплоемкости и теплопроводности в соответствии с выражениями:

$$C(T) = C_f \left(1 - w_w(T) / w_{tot} \right) + C_{th} \left(w_w(T) / w_{tot} \right),$$

$$\lambda(T) = \lambda_f \left(1 - w_w(T) / w_{tot} \right) + \lambda_{th} \left(w_w(T) / w_{tot} \right),$$

Где $C(T)$ – зависимость объемной теплоемкости грунта от температуры, Дж/(м³*С); $\lambda(T)$ – зависимость теплопроводности грунта от температуры, Вт/(м*С); W_{tot} - суммарная весовая влажность грунта, д.е.; $W_w(T)$ – зависимость количества незамерзшей воды в грунте от температуры, д.е.

Взам. инв. №							Лист
Подп. и дата							Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ
Инв. № подл.							3
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Для расчета были определены условия теплообмена рассматриваемого участка с внешней средой. На боковой границе расчетной области был задан тепловой поток, равный нулю (граничное условие второго рода). Это предполагает, что температура грунта на боковой границе расчетной области равна температуре на границе, и вследствие этого тепловой поток через боковую границу отсутствует.

На нижней границе расчетной области также задается тепловой поток, равный нулю, поскольку предполагается, что за нижней границей расчетной области идет продолжение скважины.

На границе расчетной области с атмосферой были заданы граничные условия третьего рода. В качестве исходных данных были определены периодические зависимости температуры от времени, коэффициента теплообмена от времени и толщины снегового покрова от времени.

Кроме этого, для различных типов грунтов задавалась разная температура начала фазового превращения «вода-лед». В связи с этим наблюдается сложная картина оттаивания грунта по глубине.

Ниже в приложениях 1...6 представлены результаты расчетов температурного распределения в грунте для проектируемых сооружений.

Распределение температур в грунте на рисунках показаны температурными изополями.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ						Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	4

3 Теплофизическое моделирование массивов многолетнемерзлых грунтов. Параметры и характеристики, используемые в теплофизических расчетах

Исходными данными являются:

Температура ММГ до глубины 20 м;

Геологические условия;

Объемная теплота замерзания;

Температура начала замерзания;

Объемная теплоемкость мерзлых пород, талых пород.

Теплопроводность мерзлых пород, талых пород.

Расчеты предусматривают использование теплоизоляционных материалов, эксплуатация сооружений происходит при современных климатических и геокриологических условиях в течение 365 дней в году.

Значение коэффициента теплообмена получены на основе среднемесячной скорости ветра (u) согласно выражению:

$$\alpha_e = \begin{cases} 6.16 + 4.19u & 0 < u < 5 \\ 7.56u^{0.78} & 5 < u < 30 \end{cases}$$

Климатические характеристики района работ взяты по метеостанции Ныда (табл. 3.1)

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ						Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	5

Таблица 3.1 – Климатические характеристики раздела

	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Темпера-тура воздуха, С°	-24,0	-24,1	-17,9	-10,9	-3,0	7,0	14,2	11,2	5,3	-4,5	-16,1	-21,2
Высота снежного покрова, м	0,356	0,427	0,483	0,46	-	-	-	-	-	0,063	0,180	0,273
Скорость ветра, м/с	5,6	5,4	5,8	6,0	5,9	5,8	5,8	5,4	5,6	6,0	5,7	5,8
Коэффи-циент тепло-обмена, Вт/(м ² хК)	0,696	0,619	0,575	0,556	0,685	22,62	22,62	21,14	21,88	2,906	1,162	0,850

Таблица 3.2 – Расчетные характеристики трубопроводов

Куст №9 Среда – вода Температура + 21,3	94, 95, 96, 97 - нагнетательная	Отметка низа трубы от уровня поверхности земли минус 1,1 (прокладка подземно)	Диаметр 114, толщина стенки 8 мм, толщина изоляции 60 мм
Куст №10 Среда -нефть Температура + 20,6	109 - добывающая	Отметка низа трубы от уровня поверхности земли минус 1,0 (прокладка подземно)	Диаметр 114, толщина стенки 6 мм, толщина изоляции 60 мм
	Подключение лупинга	Отметка низа трубы от уровня поверхности земли минус 1,2 (прокладка подземно)	Длина трубы 14,0 м Диаметр 219, толщина стенки 8 мм, толщина изоляции 60 мм

Подземные трубопроводы - трубы стальные бесшовные нефтегазопроводные повышенной эксплуатационной надежности, классом прочности К52 с заводским антикоррозионным покрытием из экструдированного полиэтилена усиленного типа ВУС по ГОСТ 51164-98 с заводской теплоизоляцией из полиуретана с гидрозащитной оболочкой толщиной 50 мм, по ТУ 5767-024-1297775-94 - теплопроводность не более 0,04 Вт/(м·К).

Для уменьшения техногенного влияния добывающих скважин на состояние многолетнеморзлых грунтов, конструкцией скважин предусмотрено устройство термокейсов 245х530 мм теплопроводностью 0,031 Вт/(м·К).

Взам. инв. №							Лист
Подп. и дата							Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ
Инв. № подл.							6
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Таблица 3.3 – Расчетные характеристики нефтепровода куст 8

Нефтегазопровод от куста №8 до узла 19/Л	Среда - нефть Температура + 21,3	Глубину см. продольный профиль (прокладка подземная)	Длина трубы 1044,0 м Диаметр 159 мм, толщина стенки 6 мм, толщина изоляции 100 мм ППУ-СтПЭ
--	-------------------------------------	--	--

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ						7
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

4 Термостабилизация грунтов оснований. Основные технические решения

Многолетнемерзлые грунты (ММГ) основания используются по I принципу в мерзлом состоянии на период строительства и эксплуатации в соответствии с СП 25.13330.2020 (СНиП 2.02.04-88) «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах».

Для производств работ по монтажу систем температурной стабилизации грунтов основания зданий и сооружений на площадке, необходимо предусмотреть мероприятия для отвода поверхностных вод, которые могут накапливаться в сезонно-талом слое и поступать на площадку.

В качестве СОУ проектом предусмотрено использование вертикальных термостабилизаторов ТК32/14.М5-03 или аналог.

Термостабилизаторы это технические устройства, работающие под избыточным давлением паров рабочего тела – хладона.

Термостабилизаторы представляют собой герметичные сварные металлические конструкции из труб различного диаметра, заполненные хладоном, функционально состоящие из трех характерных участков:

1 - испаритель – это участок, погруженный в грунт, где происходит теплообмен между жидкой фазой хладона и грунтом основания через стенки испарителя. В процессе теплообмена хладон переходит в парообразную фазу и поднимается в воздушный конденсатор;

2 - транзитный участок, где реализуется транспортировка потоков жидкой и парообразной фаз хладона;

3 - конденсатор – это вертикальный участок, располагаемый на открытом воздухе, состоящий из одной или нескольких теплообменных труб с развитой внешней поверхностью для интенсификации теплообмена.

Расчётный срок службы термостабилизаторов составляет не менее 30 лет.

Взам. инв. №							Лист
Подп. и дата							8
Инв. № подл.							Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Запуск термостабилизаторов в работу происходит при понижении температуры атмосферного воздуха относительно температуры грунта на $8 \div 10^{\circ}\text{C}$. При этом, возникает перепад давлений между испарителем и конденсатором, в результате чего жидкий хладон, находящийся в испарителе, начинает интенсивно испаряться, отбирая тепло от грунта. Насыщенные пары хладона устремляются в воздушный конденсатор, конденсируясь на его внутренних поверхностях, сбрасывают тепло в атмосферный воздух. Сконденсированный хладон принимает температуру близкую к температуре атмосферного воздуха и под действием сил гравитации устремляется обратно в испаритель. Попадая в испаритель, жидкий хладон по мере своего продвижения вниз нагревается и начинает испаряться за счет разности собственной температуры и температуры стенок испарителя, переходит в парообразное состояние и устремляется в конденсатор. Циклический процесс повторяется, пока давление в конденсаторе не превысит давление в испарителе, что происходит в весенне-летний период, когда система ТСГ переходит в пассивный режим - запирается.

Период функционирования сезоннодействующих термостабилизаторов обусловлен сроками начала/окончания времени года с отрицательными температурами атмосферного воздуха. Для районов распространения вечномерзлых грунтов этот период длится с октября по март (апрель).

Функционирование термостабилизаторов не требует привлечения обслуживающего персонала.

Для эффективной работы термостабилизаторов необходимо обеспечение нормального режима вентилирования конденсаторов атмосферным воздухом, в связи с чем, запрещается размещать в непосредственной близости от конденсаторов прочее теплообменное оборудование, а также оборудование и конструкции, препятствующие вентилированию конденсаторов. Обслуживающему персоналу необходимо следить за состоянием наружной поверхности конденсатора, при необходимости производить очистку от снега и грязи.

Контроль за работой термостабилизаторов осуществляется следующими способами:

Взам. инв. №						
	Подп. и дата					
Инв. № подл.						
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ						Лист
						9

- непосредственно, путем фиксации температуры наружной поверхности конденсатора с помощью тепловизора (способ применим только в зимний период). Разность температур между поверхностью конденсатора и температурой атмосферного воздуха должна составлять от нескольких градусов до двух десятков градусов в зависимости от соотношения температур грунта и атмосферного воздуха. Непосредственный контроль функционирования необходимо выполнять не реже одного раза в год;
- косвенно, по результатам анализа температурного состояния грунтов основания по данным термометрического мониторинга. Периодичность косвенного контроля устанавливается рабочим проектом и, как правило, составляет 2 раза в год (май, октябрь).

Инв. № подл.						Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ	Лист	
							10	
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

5 Указания по эксплуатации и контролю работы систем охлаждения грунтов

Функционирование термостабилизаторов не требует привлечения обслуживающего персонала.

Для эффективной работы термостабилизаторов необходимо обеспечение нормального режима вентилирования конденсаторов атмосферным воздухом, в связи с чем, запрещается размещать в непосредственной близости от конденсаторов прочее теплообменное оборудование, а также оборудование и конструкции, препятствующие вентилированию конденсаторов. Обслуживающему персоналу необходимо следить за состоянием наружной поверхности конденсатора, при необходимости производить очистку от снега и грязи.

Контроль за работой термостабилизаторов осуществляется следующими способами:

- непосредственно, путем фиксации температуры наружной поверхности конденсатора с помощью тепловизора (способ применим только в зимний период). Разность температур между поверхностью конденсатора и температурой атмосферного воздуха должна составлять от нескольких градусов до двух десятков градусов в зависимости от соотношения температур грунта и атмосферного воздуха. Непосредственный контроль функционирования необходимо выполнять не реже одного раза в год;
- косвенно, по результатам анализа температурного состояния грунтов основания по данным термометрического мониторинга. Периодичность косвенного контроля устанавливается рабочим проектом и, как правило, составляет 2 раза в год (май, октябрь).

Данные по контролю заносят в журнал осмотров с указанием даты и результатов осмотра. Контроль за работой термостабилизаторов осуществляется следующими способами:

Взам. инв. №							
	Подп. и дата						
Инв. № подл.							
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ
						11	

- непосредственно, путем фиксации температуры наружной поверхности конденсатора с помощью тепловизора (способ применим только в зимний период). Разность температур между поверхностью конденсатора и температурой атмосферного воздуха должна составлять от нескольких градусов до двух десятков градусов в зависимости от соотношения температур грунта и атмосферного воздуха. Непосредственный контроль функционирования необходимо выполнять не реже одного раза в год;
- косвенно, по результатам анализа температурного состояния грунтов основания по данным термометрического мониторинга. Периодичность косвенного контроля устанавливается рабочим проектом и, как правило, составляет 2 раза в год (май, октябрь).

Инв. № подл.						Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ	Лист	
							12	
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

8 Перечень нормативно-технической документации

1. ГОСТ 25358-2020 «Грунты. Метод полевого определения температуры»
2. ГОСТ 25100-2020 «Грунты. Классификация»
3. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»
4. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений»
5. СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты»
6. СП 25.13330.2020 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах»
7. СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты»
8. СП 48.13330.2019 «Организация строительства»
9. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»
10. СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»
11. СП 131.13330.2018 «Строительная климатология»
12. СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ»
13. СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов»
14. Руководство по проектированию оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах НИИОСП им. Н.А. Герсеванова М.1980 г.
15. Рекомендации по проектированию и применению в строительстве охлаждающих установок, работающих без энергетических затрат НИИОСП им. Н.А. Герсеванова М.1977г.

Взам. инв. №							Лист
Подп. и дата							15
Инв. № подл.							Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

16. Рекомендации по наблюдению за состоянием грунтов оснований и фундаментов зданий и сооружений, возводимых на вечномёрзлых грунтах НИИОСП им. Н.А. Герсевича М.1982г.

Инв. № подл.						Лист
Подп. и дата						Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ
Взам. инв. №						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Приложение 1

Куст 7 (с применением СОУ)

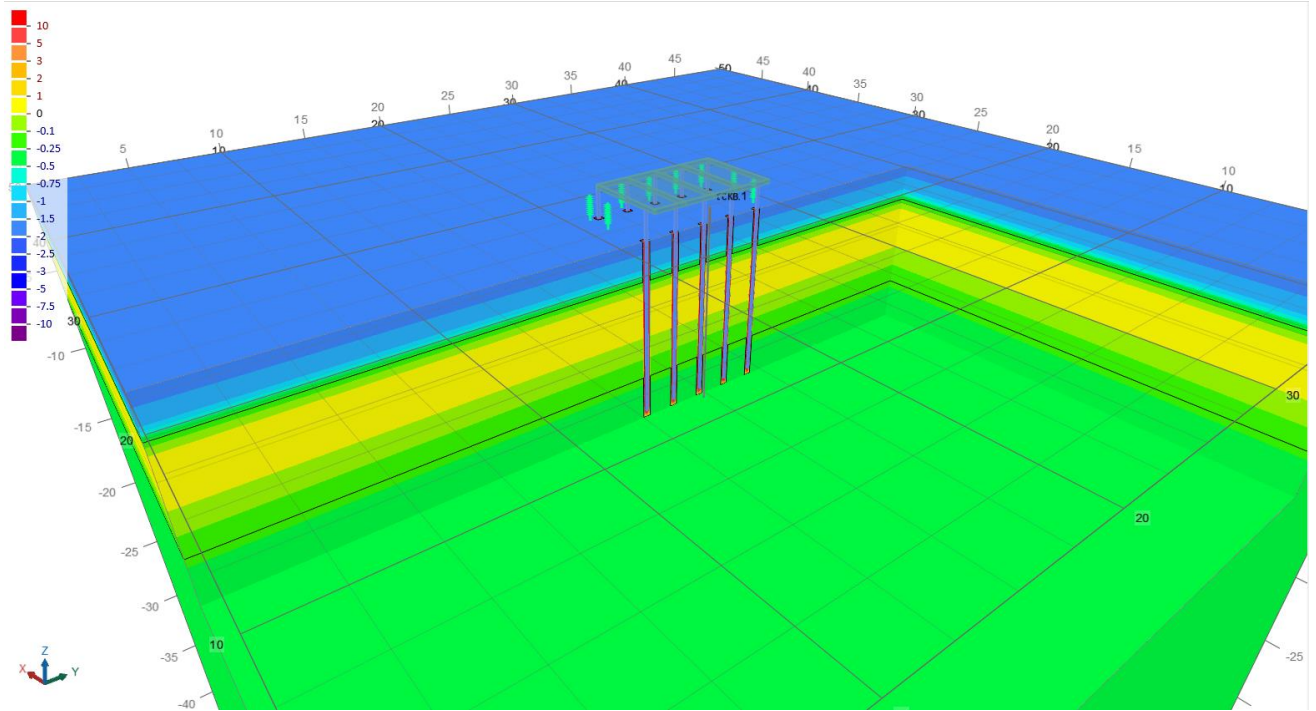


Рис. 1.1 – Визуализация расчетной модели

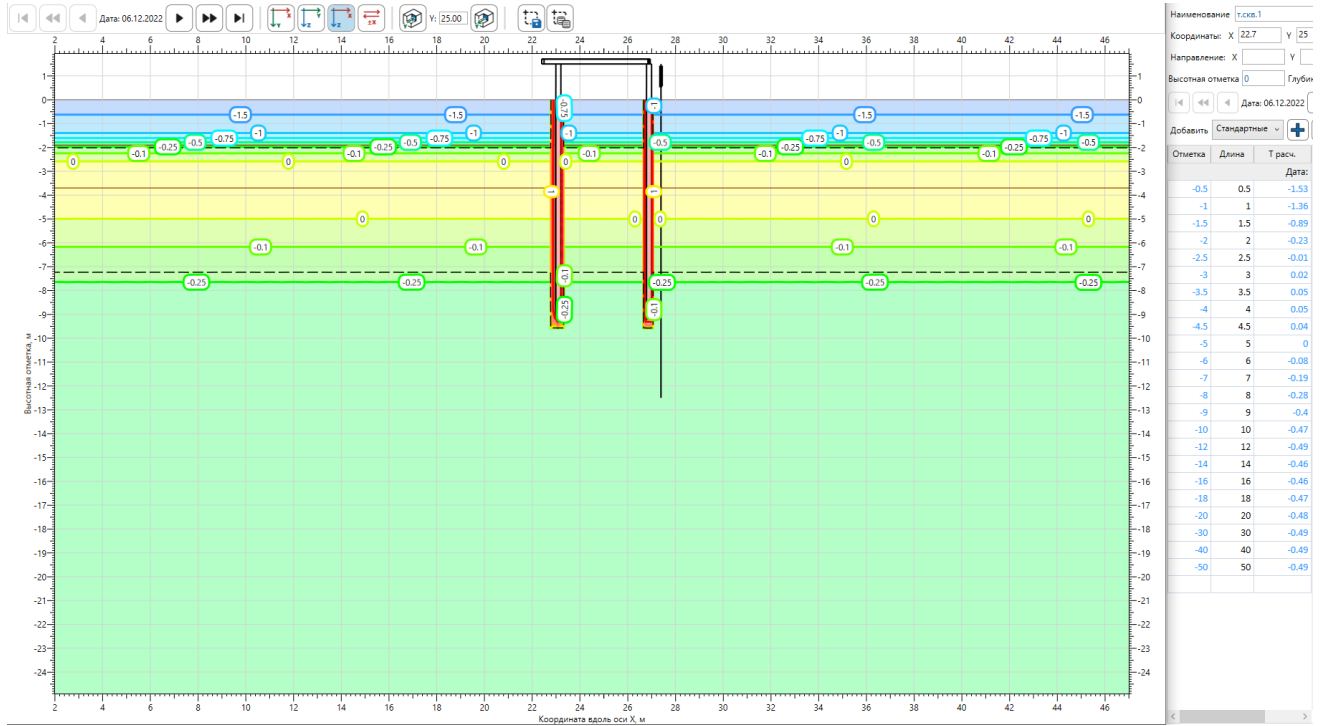


Рис. 1.2 – Исходное распределение температуры грунтов

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

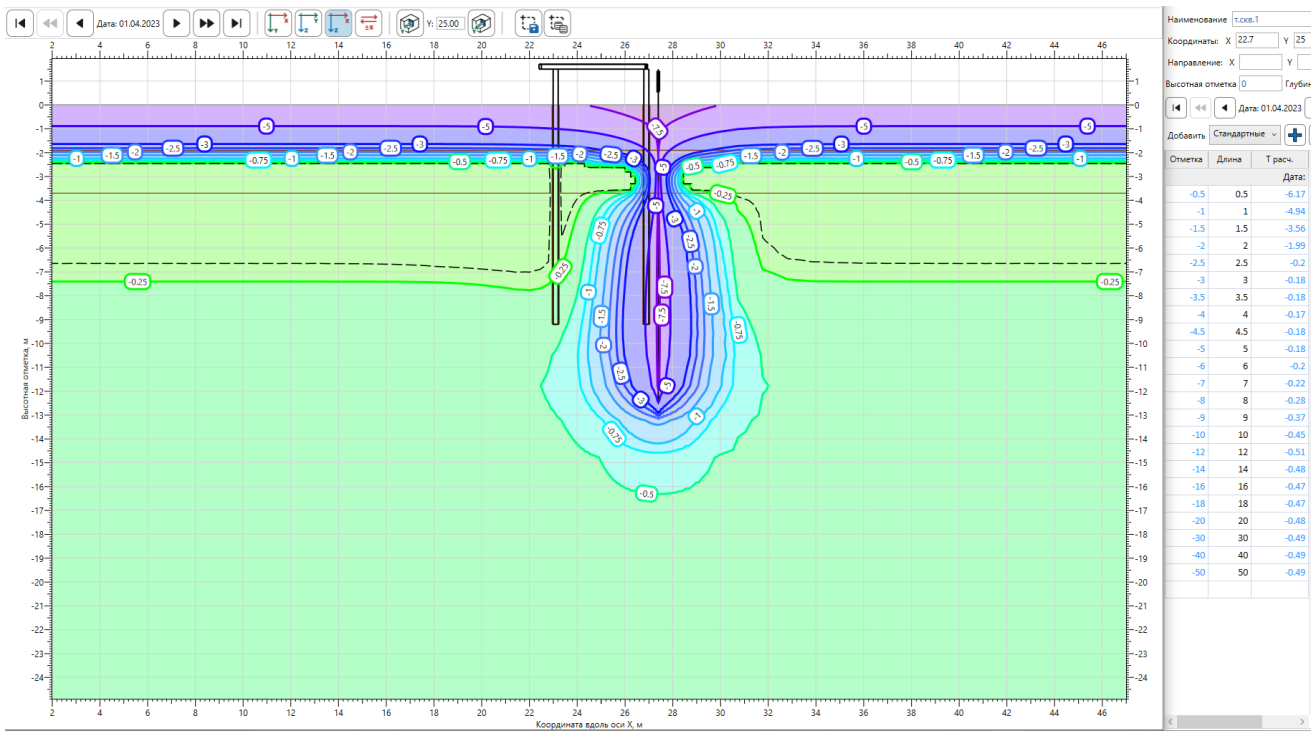


Рис. 1.3 – Распределение температуры грунтов на конец 1-й зимы

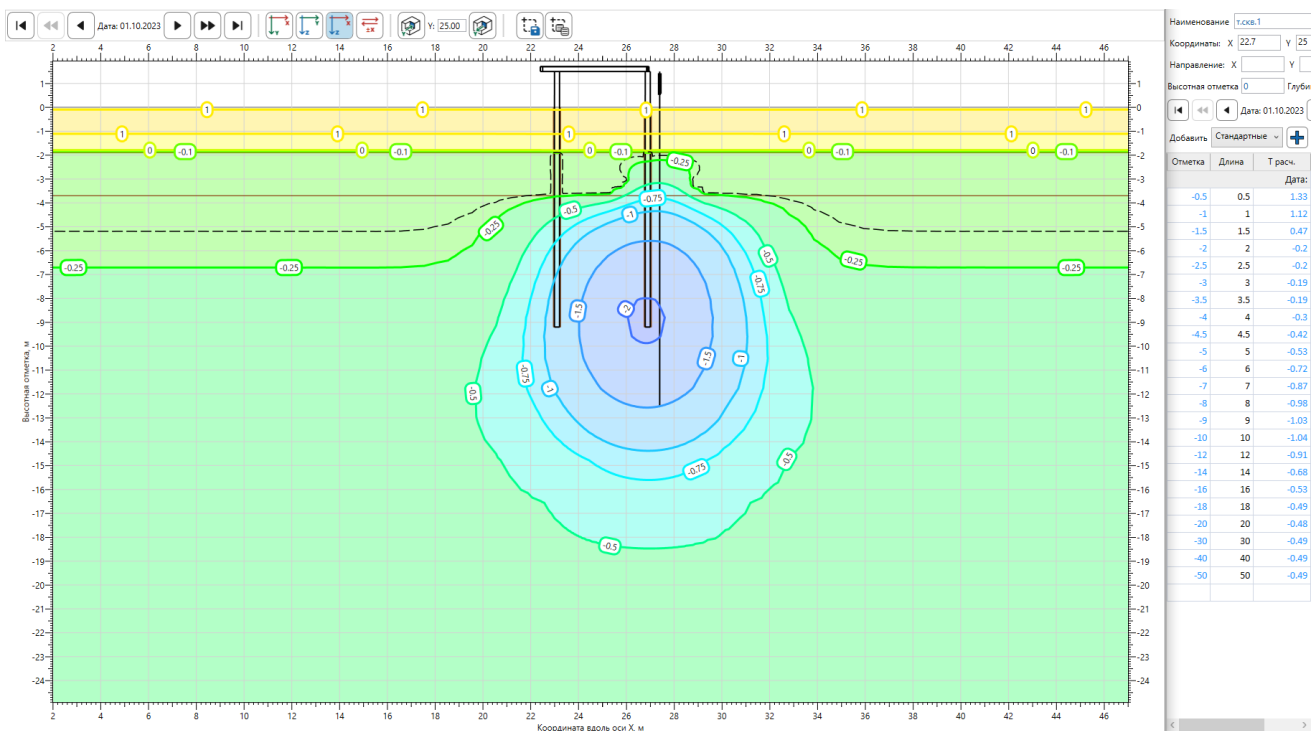


Рис. 1.4 – Распределение температуры грунтов на конец 1-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ	Лист
							18

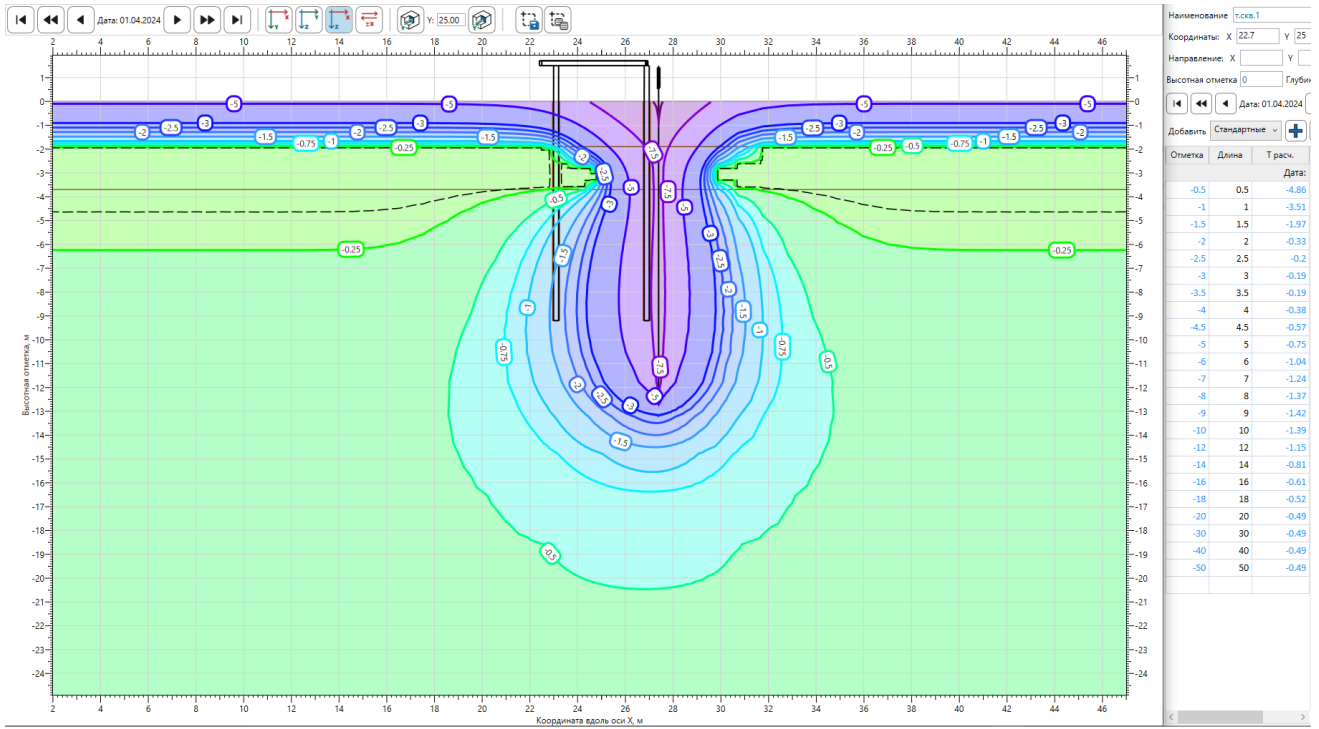


Рис. 1.5 – Распределение температуры грунтов на конец 2-й зимы

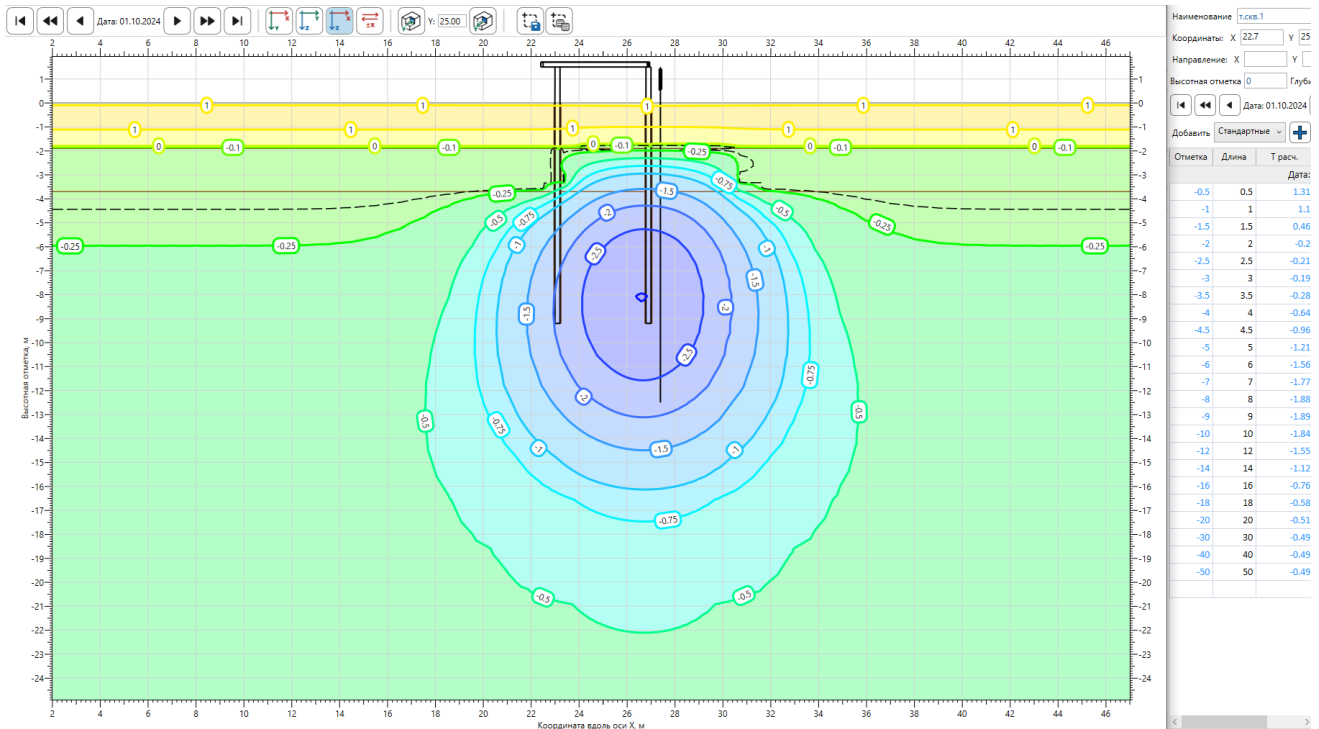


Рис. 1.6 – Распределение температуры грунтов на конец 2-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

Лист

19

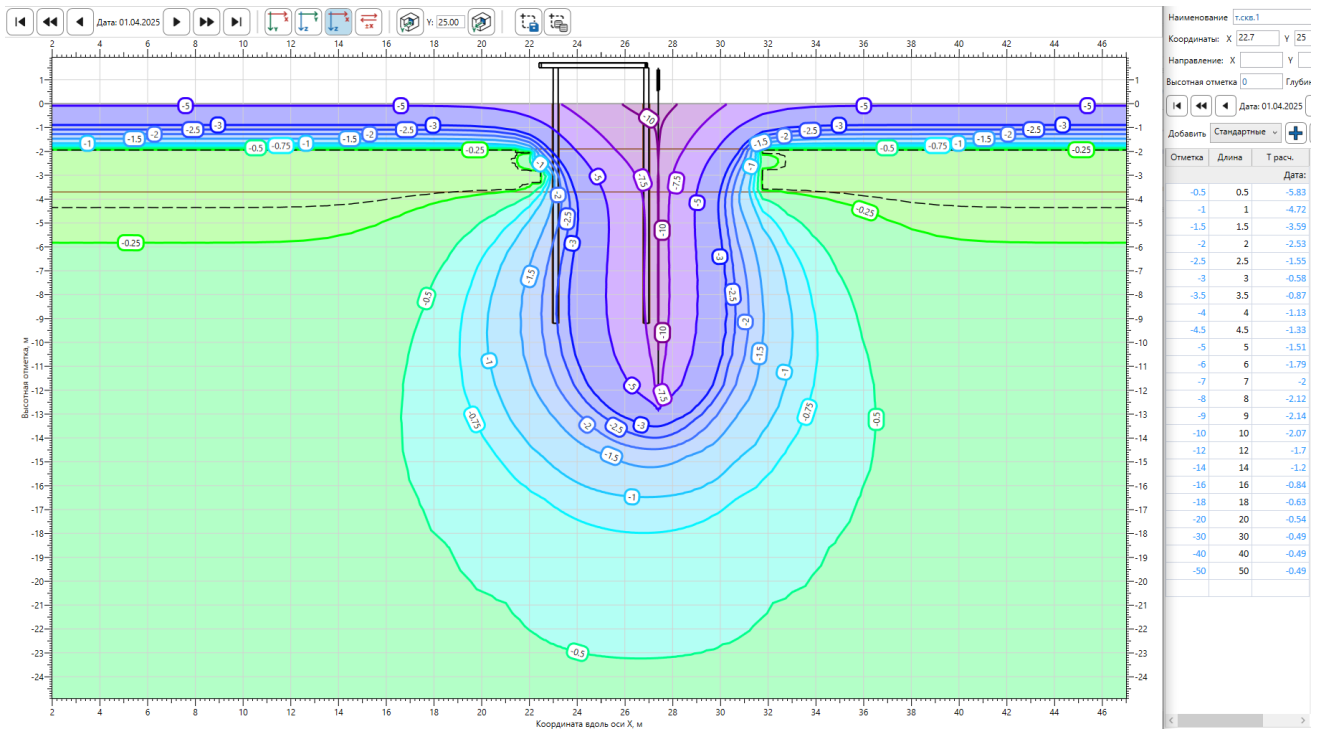


Рис. 1.7 – Распределение температуры грунтов на конец 3-й зимы

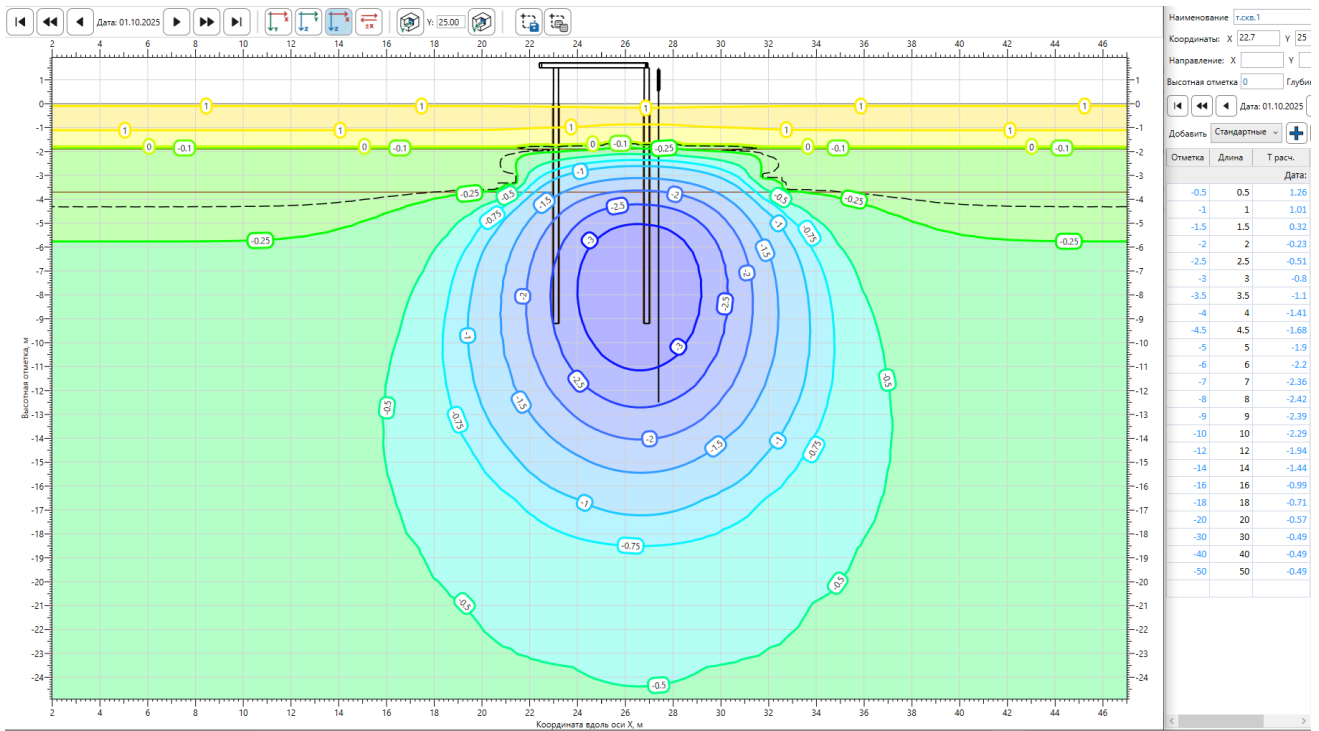


Рис. 1.8 – Распределение температуры грунтов на конец 3-го года

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

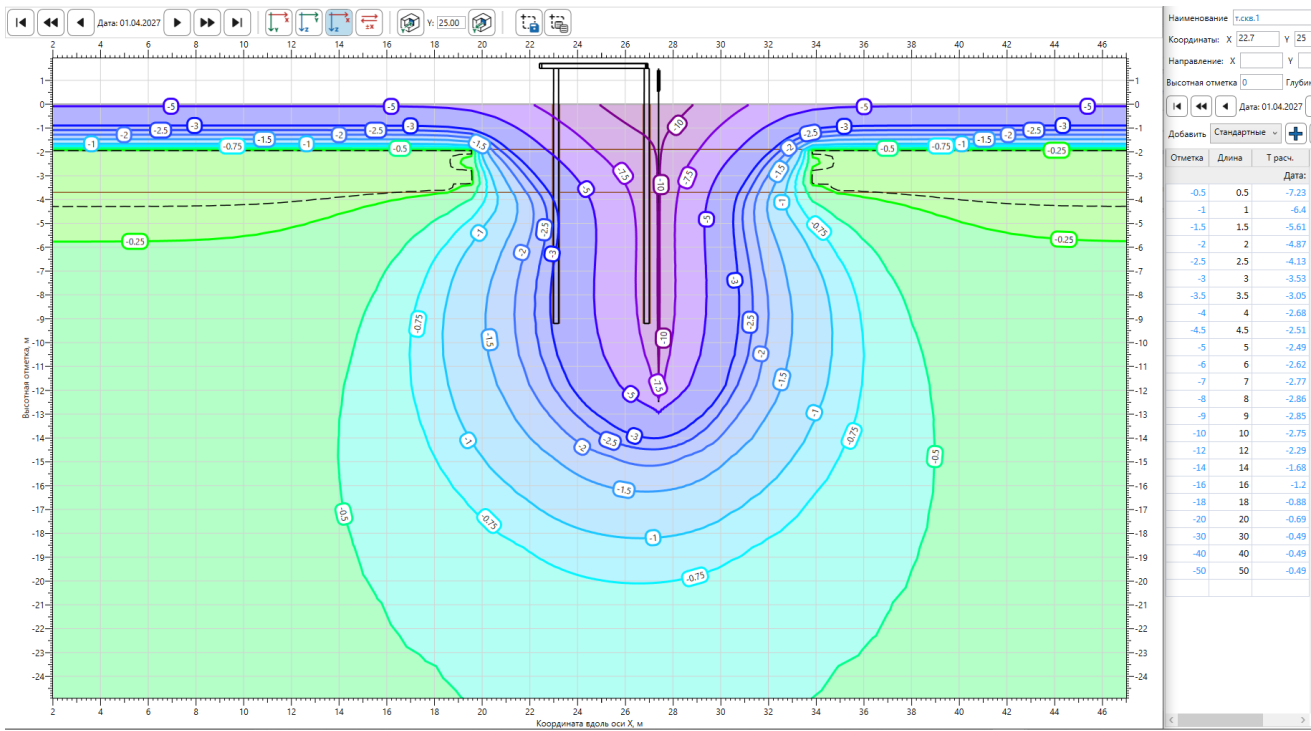


Рис. 1.9 – Распределение температуры грунтов на конец 5-й зимы

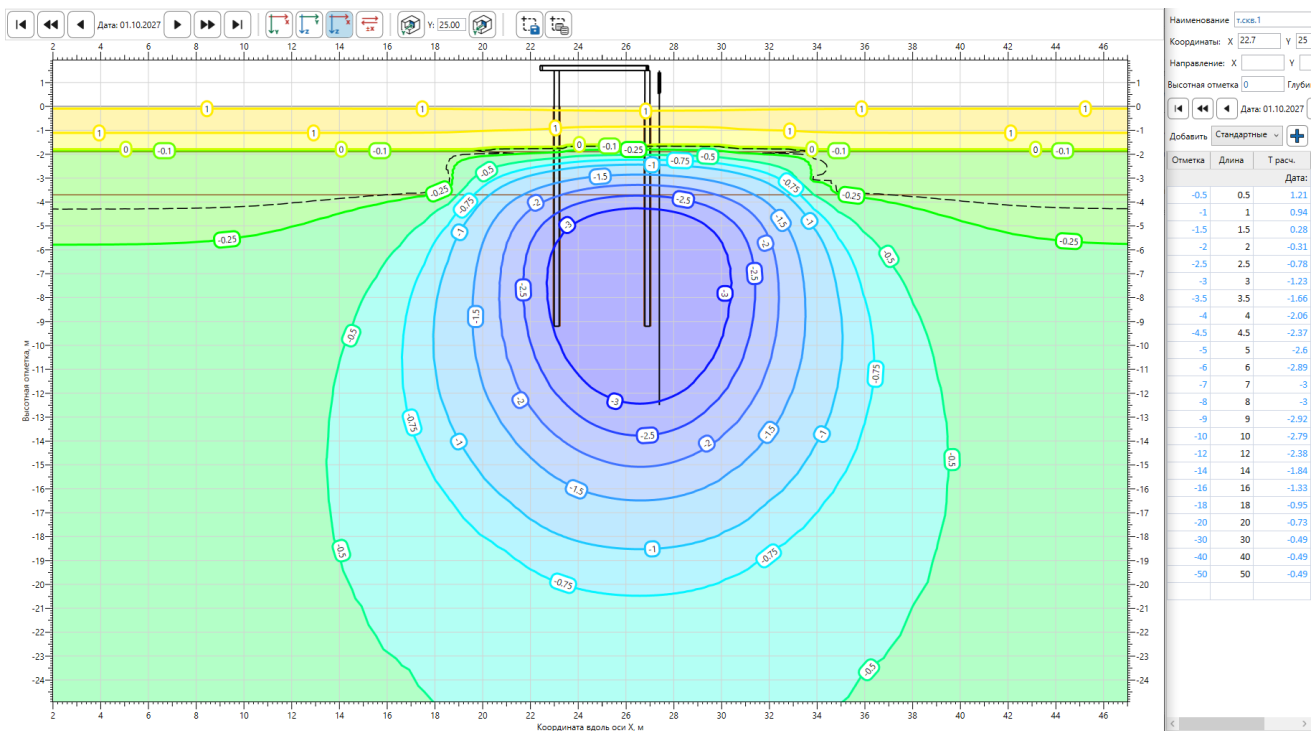


Рис. 1.10 – Распределение температуры грунтов на конец 5-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

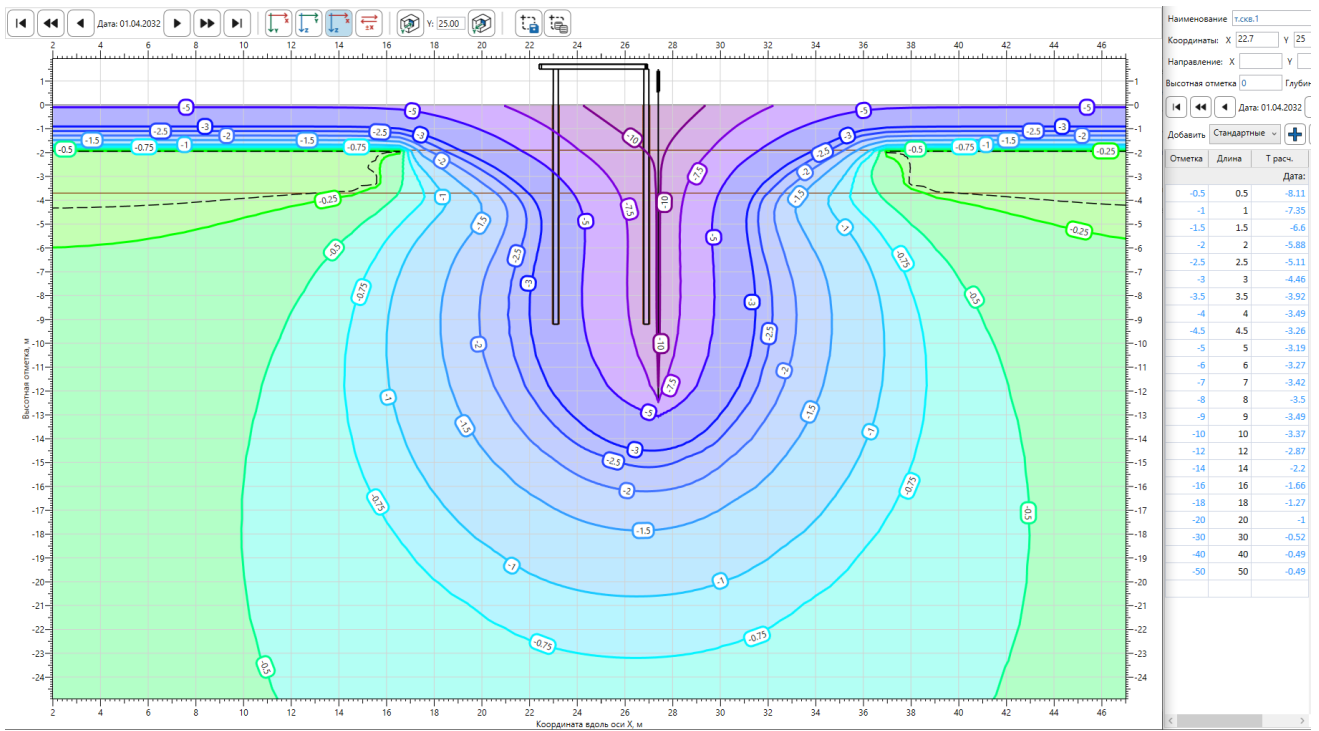


Рис. 1.11 – Распределение температуры грунтов на конец 10-й зимы

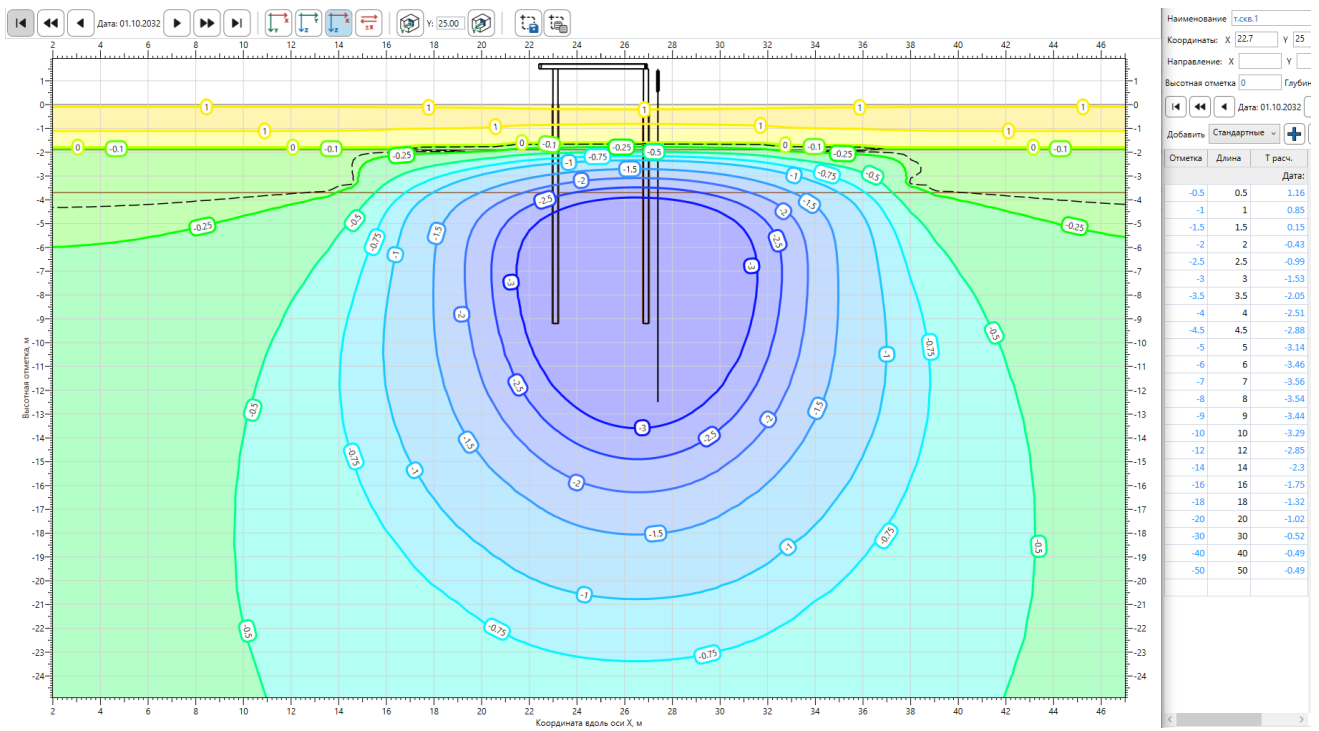


Рис. 1.12 – Распределение температуры грунтов на конец 10-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

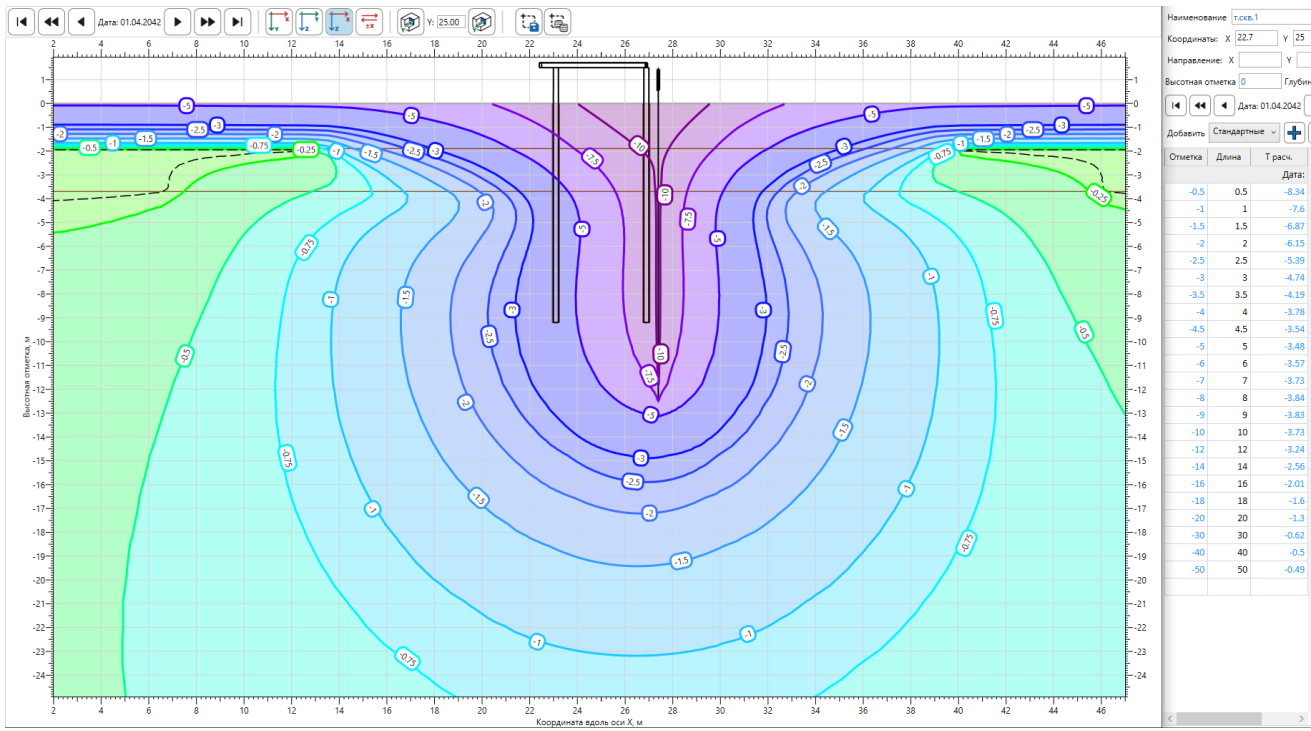


Рис. 1.13 – Распределение температуры грунтов на конец 20-й зимы

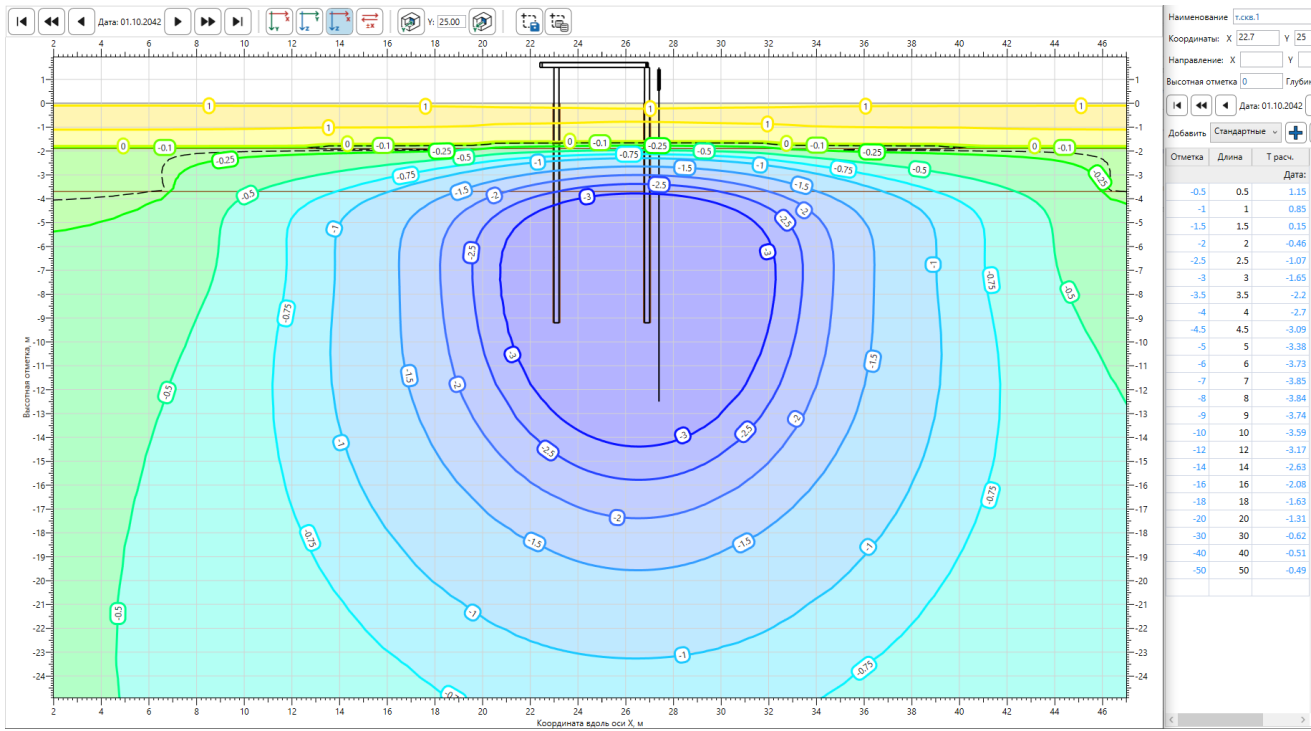


Рис. 1.14 – Распределение температуры грунтов на конец 20-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

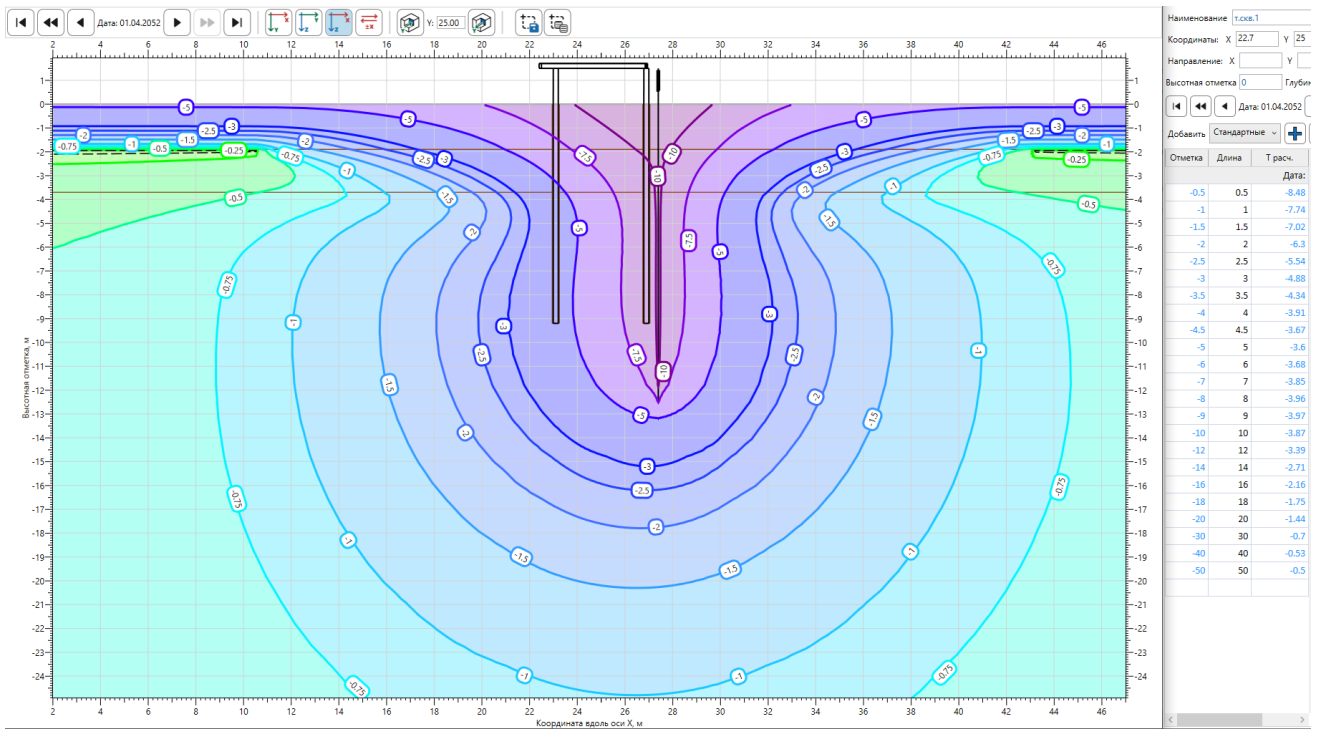


Рис. 1.15 – Распределение температуры грунтов на конец 30-й зимы

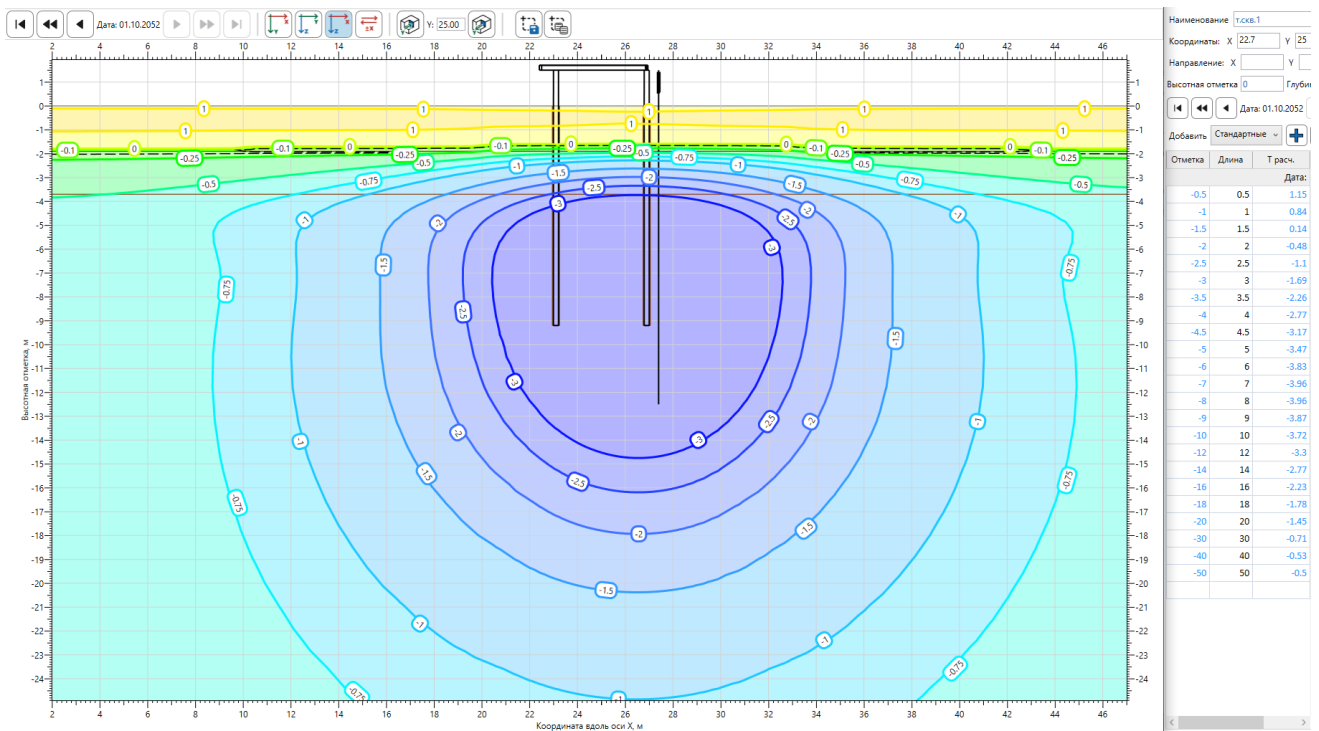


Рис. 1.16 – Распределение температуры грунтов на конец 30-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

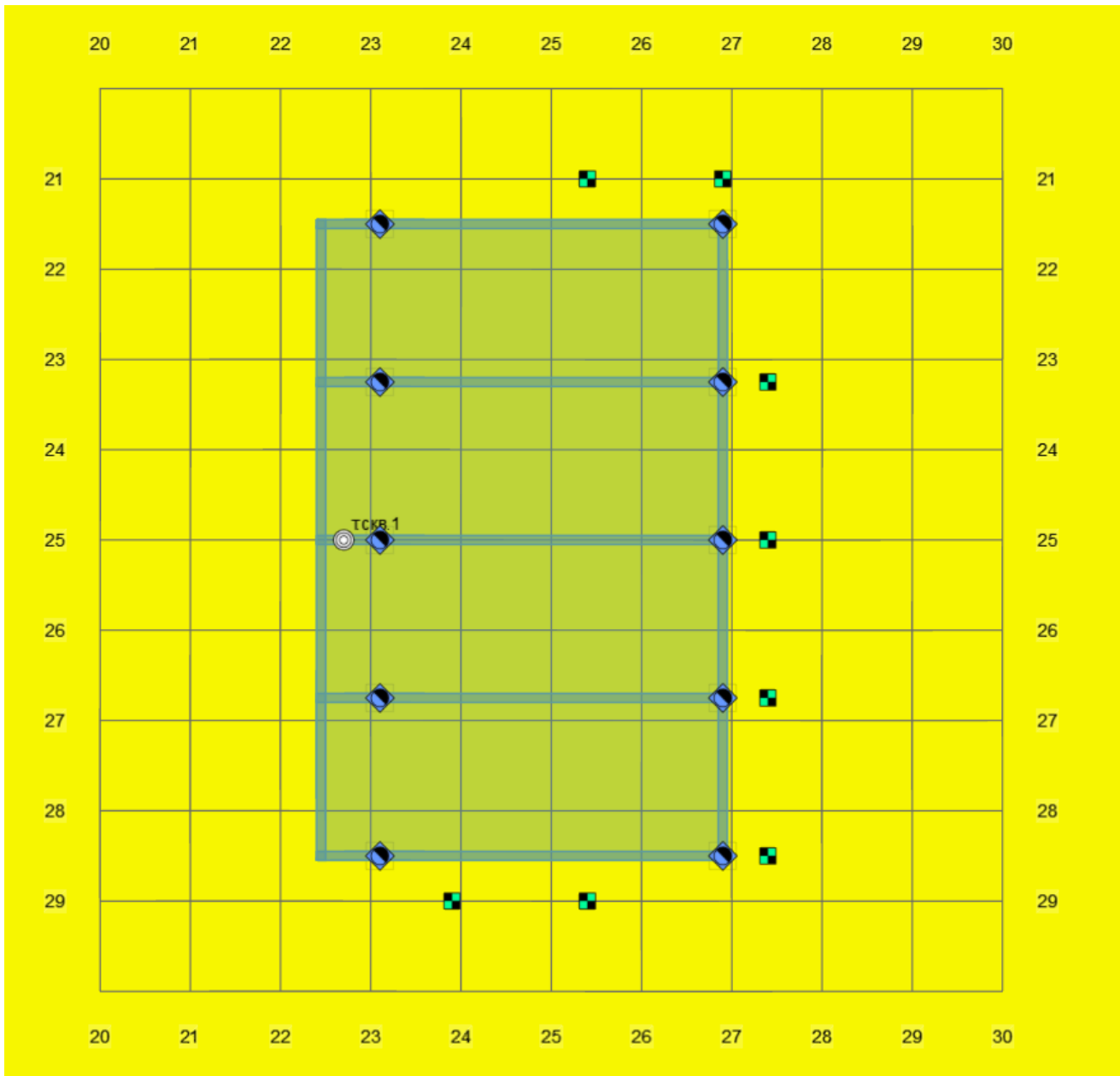


Рис. 1.17 – Схема расположения СОУ

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

Приложение 2 Куст 7 (без применения СОУ)

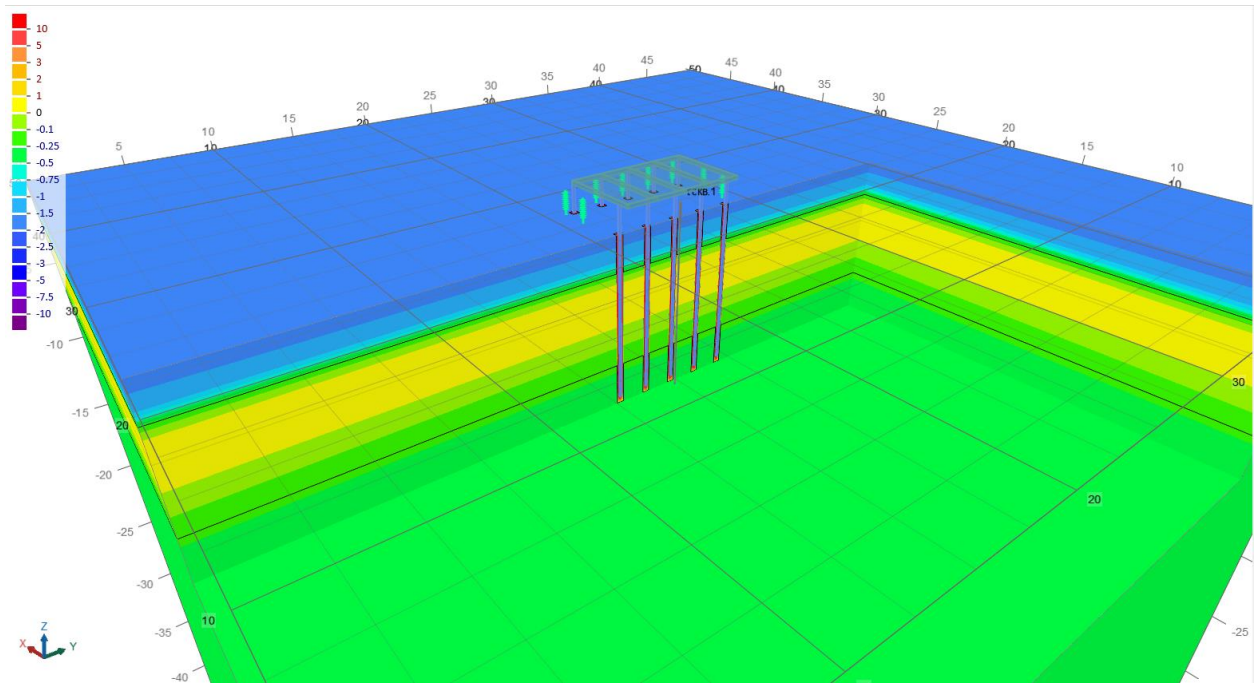


Рис. 2.1 – Визуализация расчетной модели

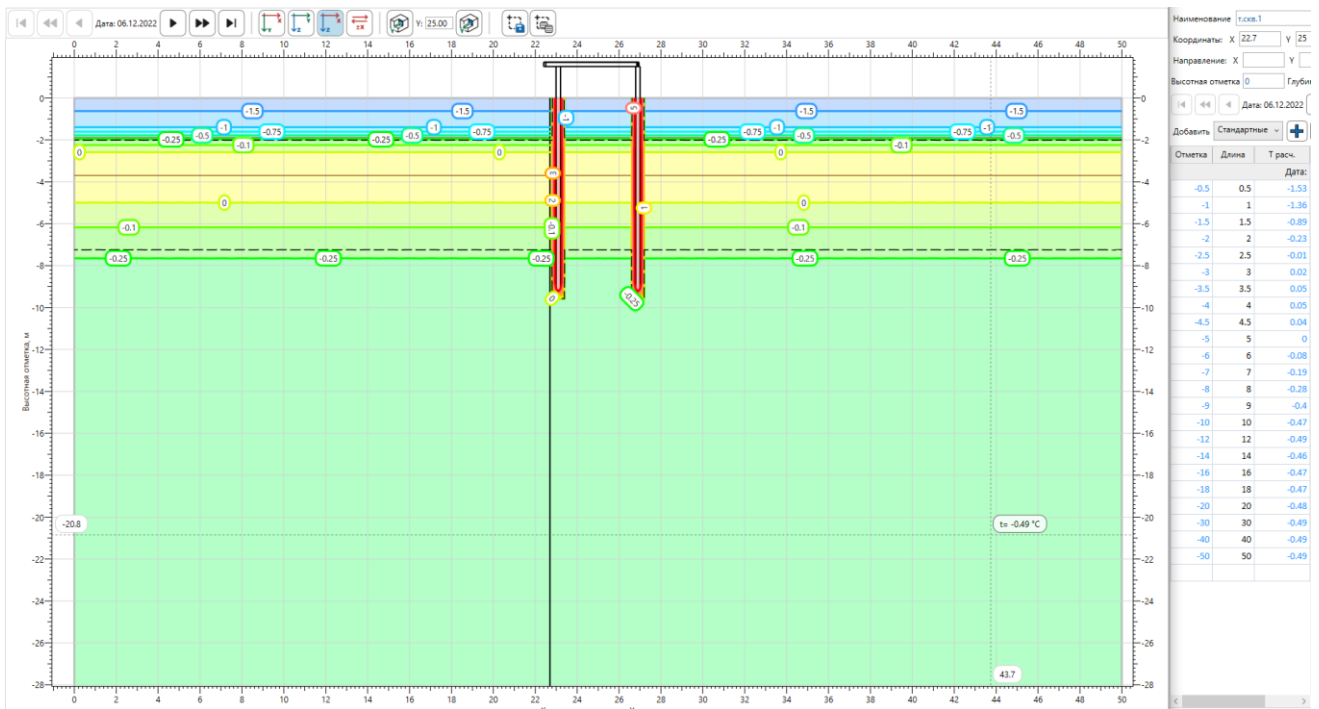


Рис. 2.2 – Исходное распределение температуры грунтов

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ
------	---------	------	--------	-------	------	-----------------------------

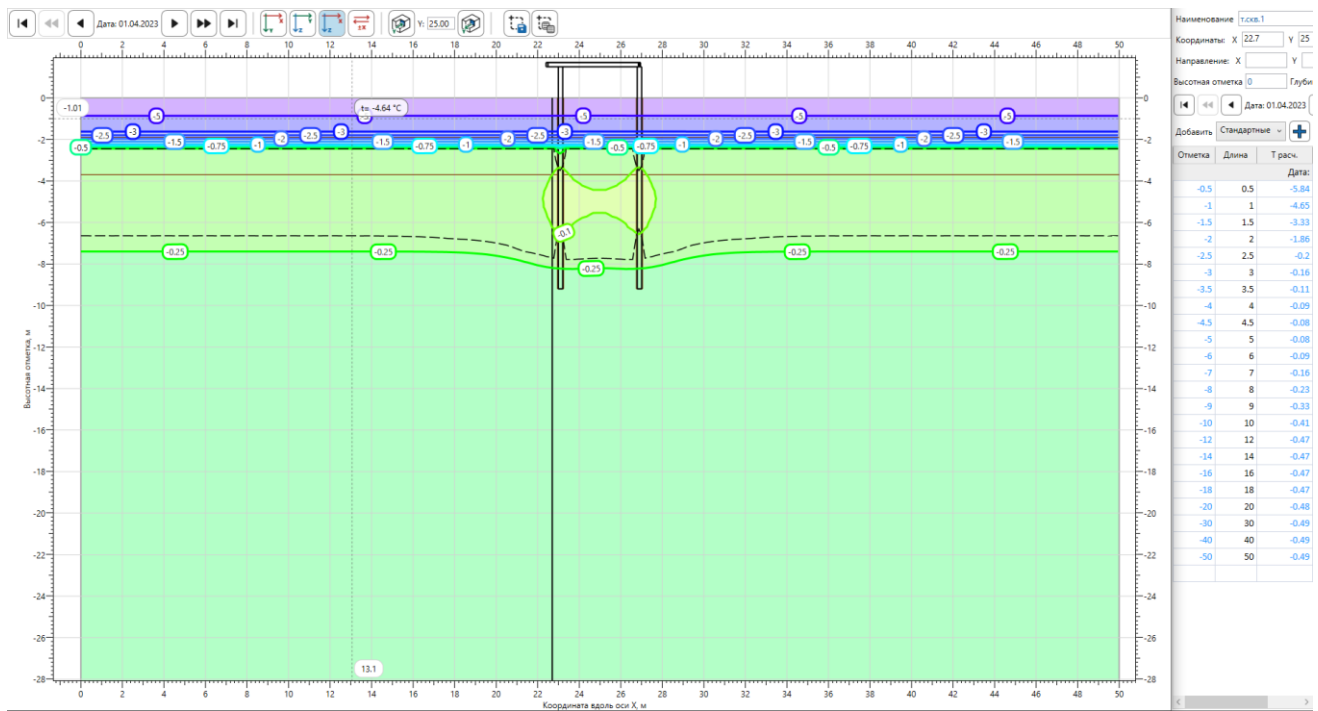


Рис. 2.3 – Распределение температуры грунтов на конец 1-й зимы

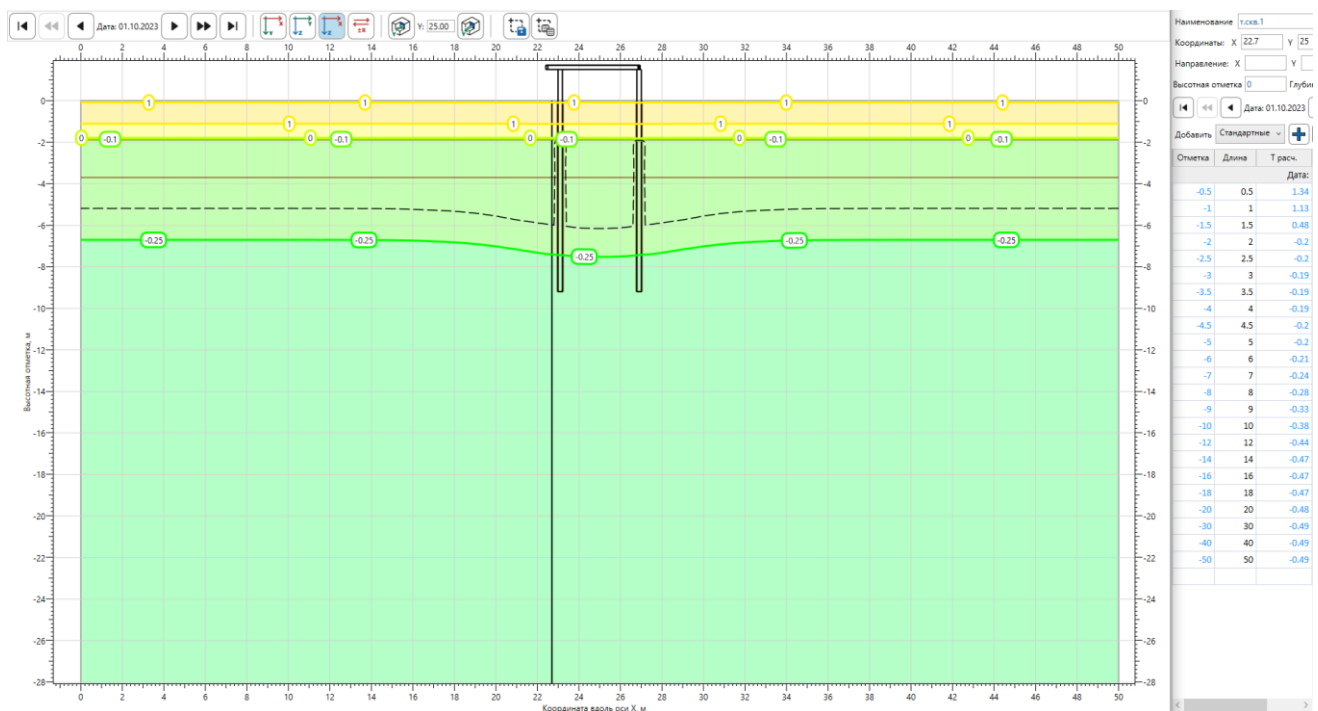


Рис. 2.4 – Распределение температуры грунтов на конец 1-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ	Лист
							27

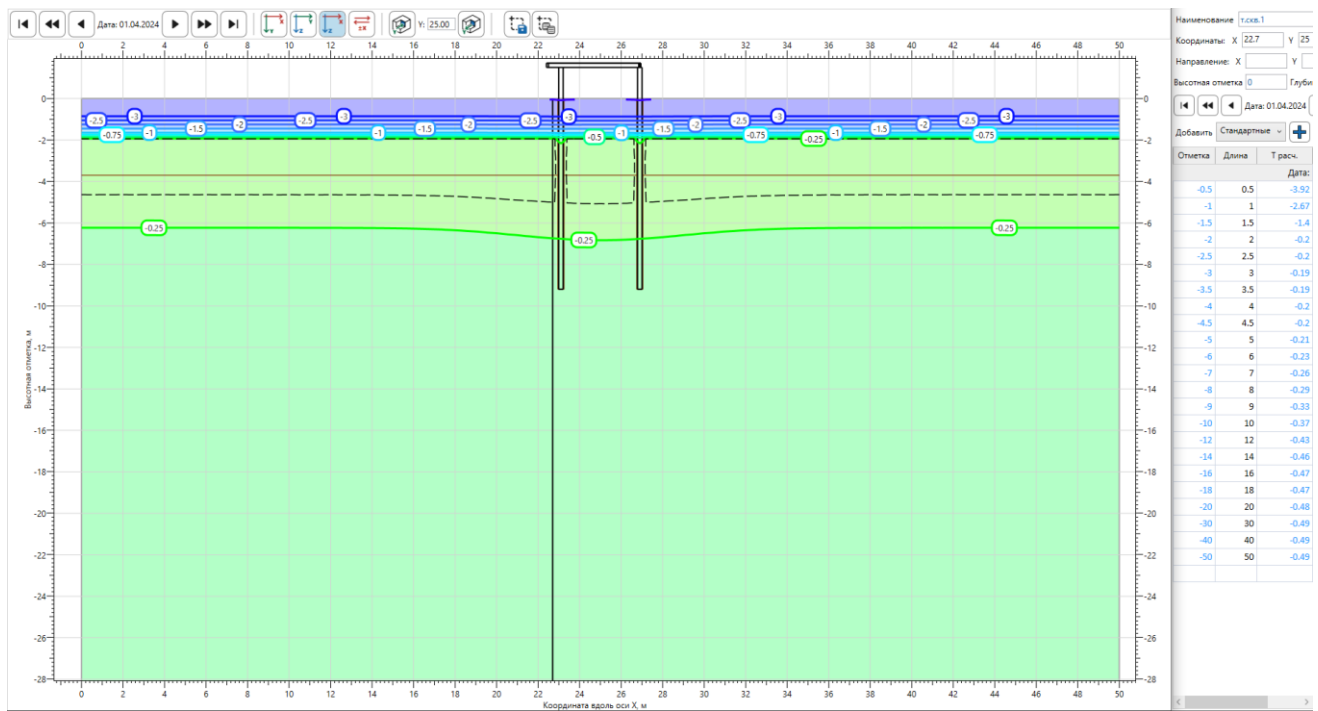


Рис. 2.5 – Распределение температуры грунтов на конец 2-й зимы

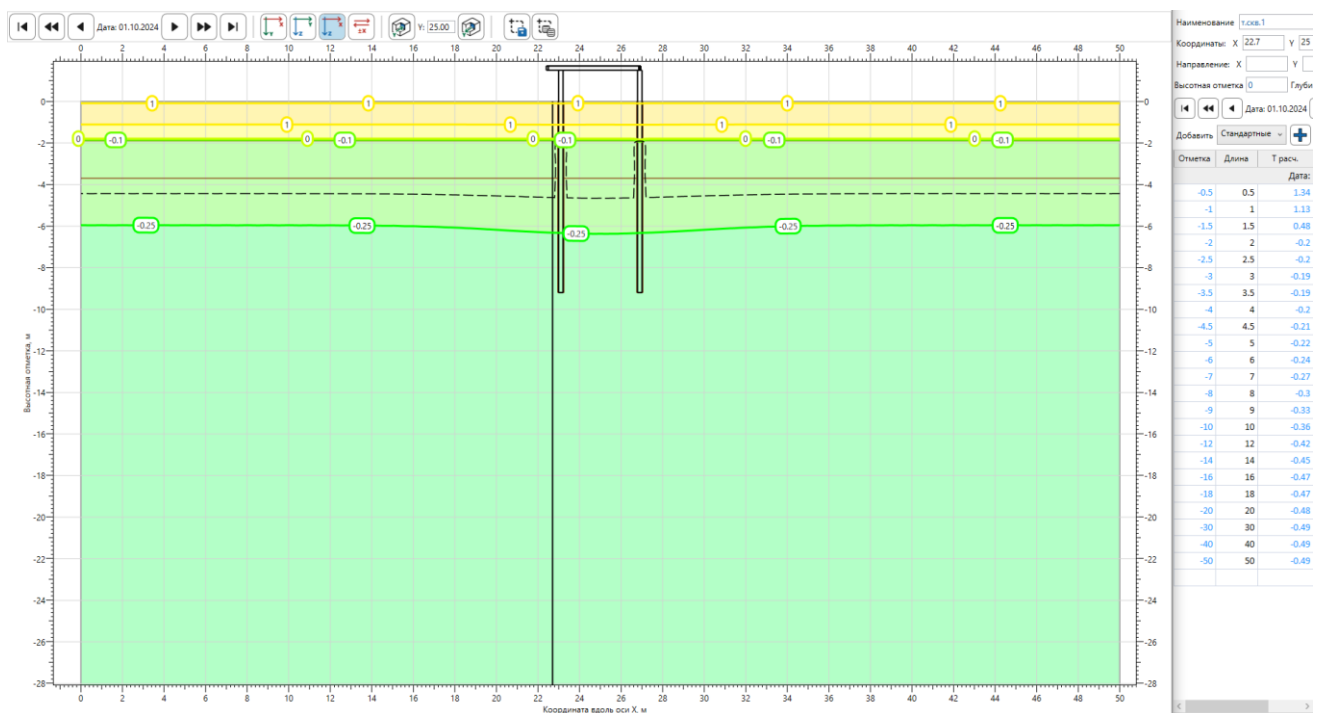


Рис. 2.6 – Распределение температуры грунтов на конец 2-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

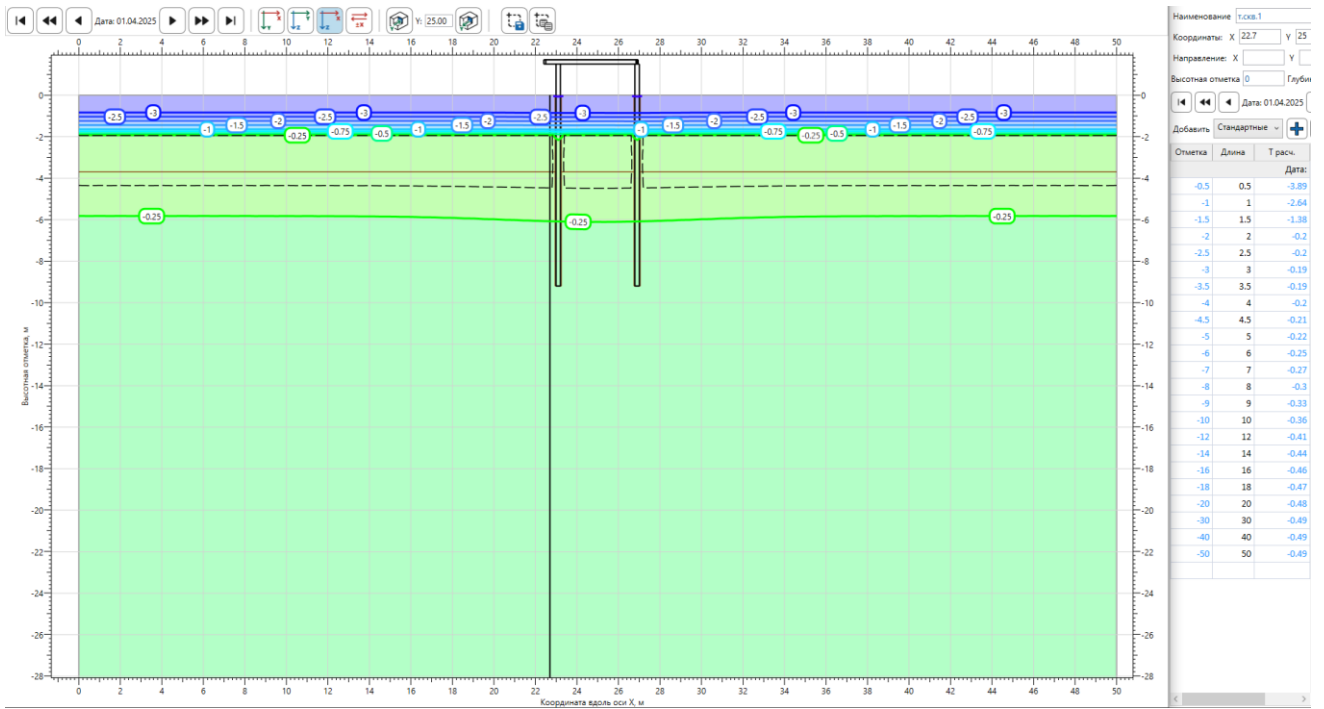


Рис. 2.7 – Распределение температуры грунтов на конец 3-й зимы

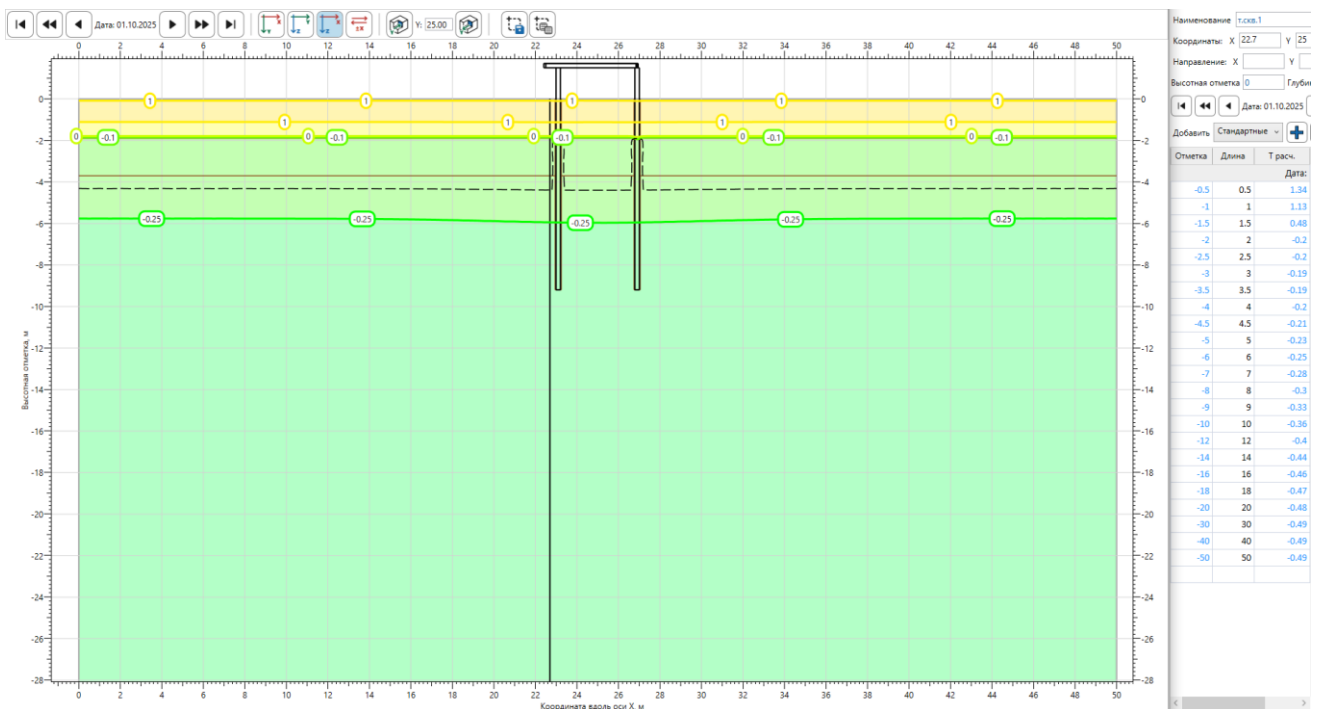


Рис. 2.8 – Распределение температуры грунтов на конец 3-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

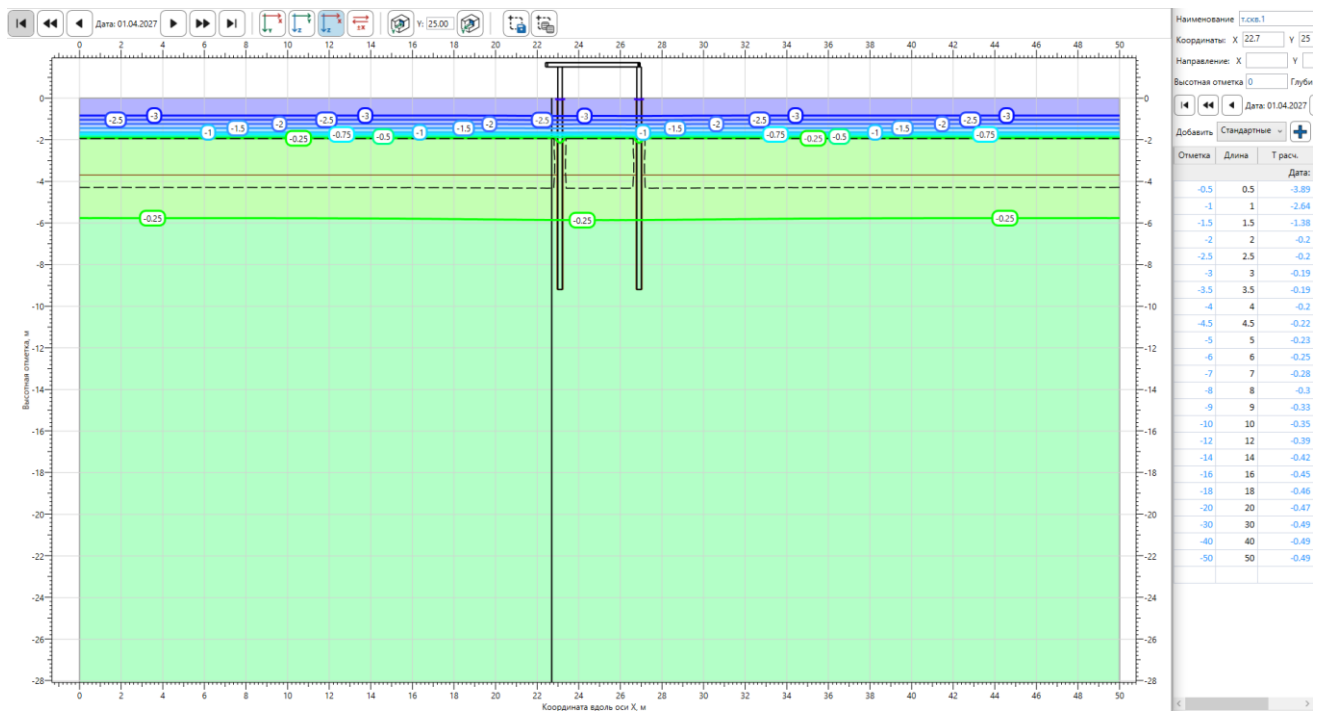


Рис. 2.9 – Распределение температуры грунтов на конец 5-й зимы

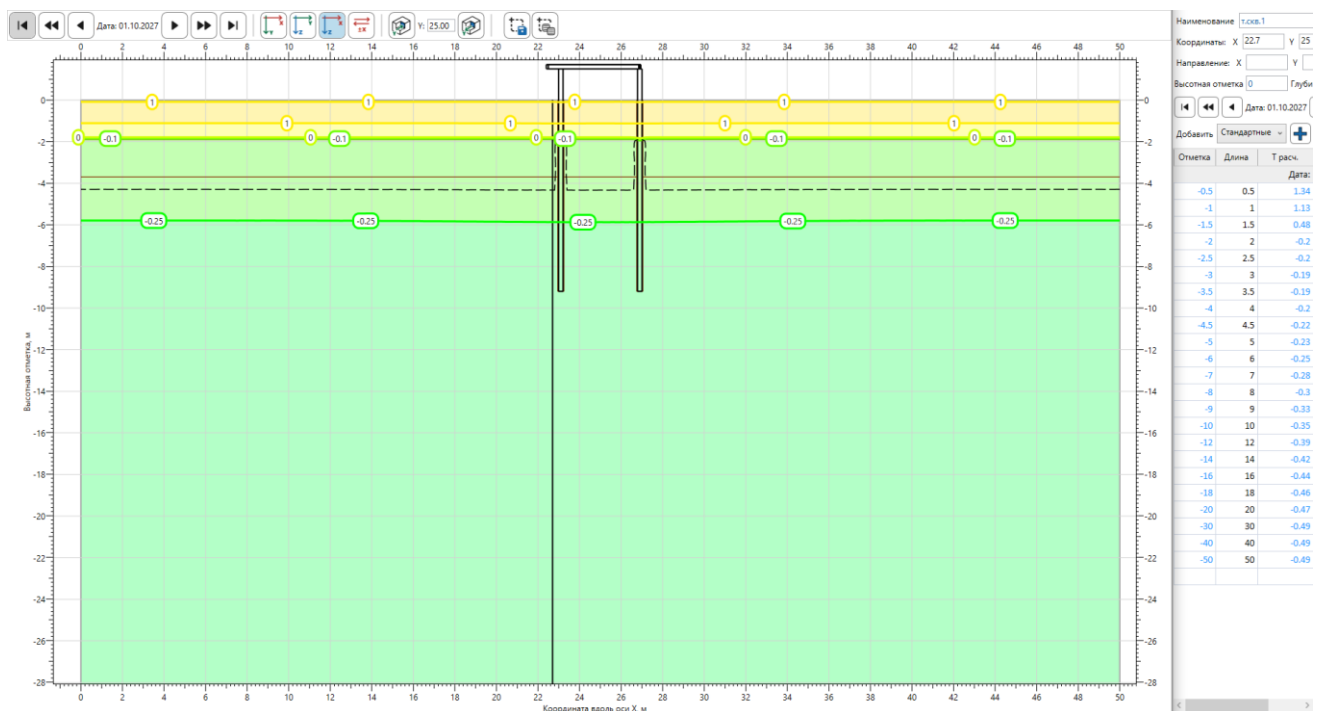


Рис. 2.10 – Распределение температуры грунтов на конец 5-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ	Лист
							30

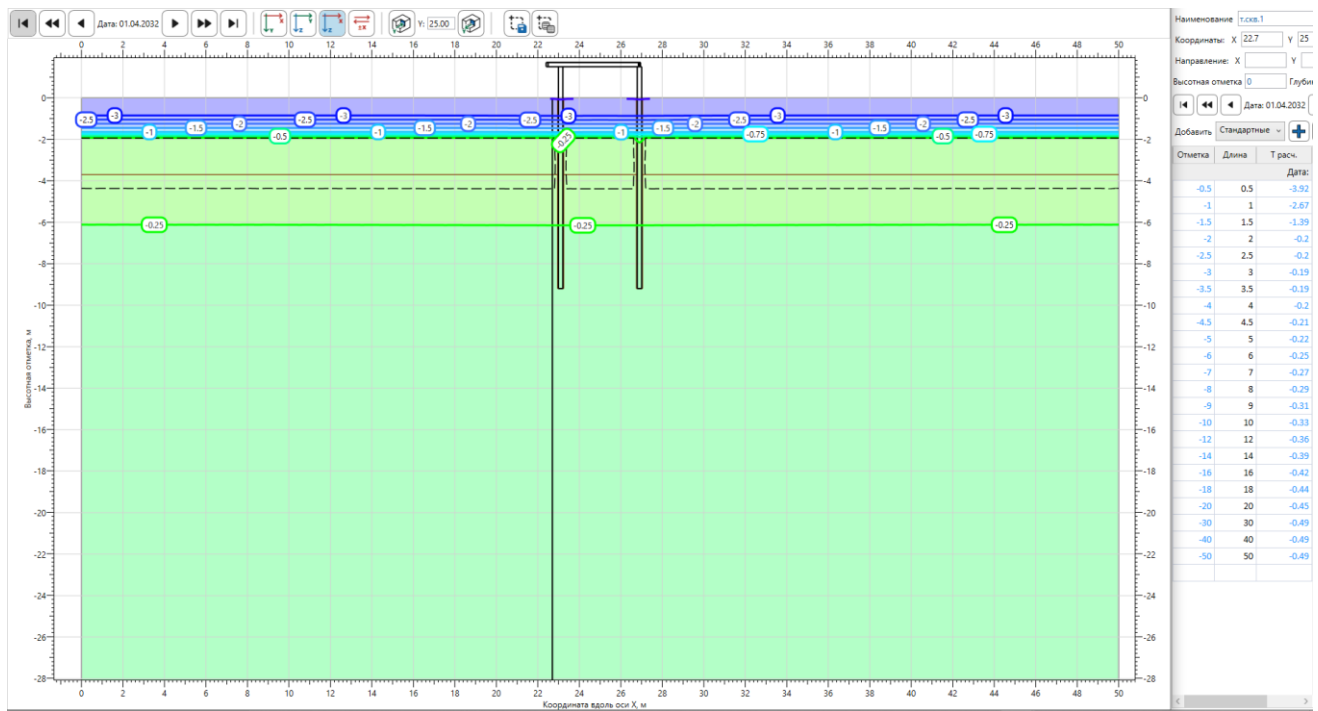


Рис. 2.11 – Распределение температуры грунтов на конец 10-й зимы

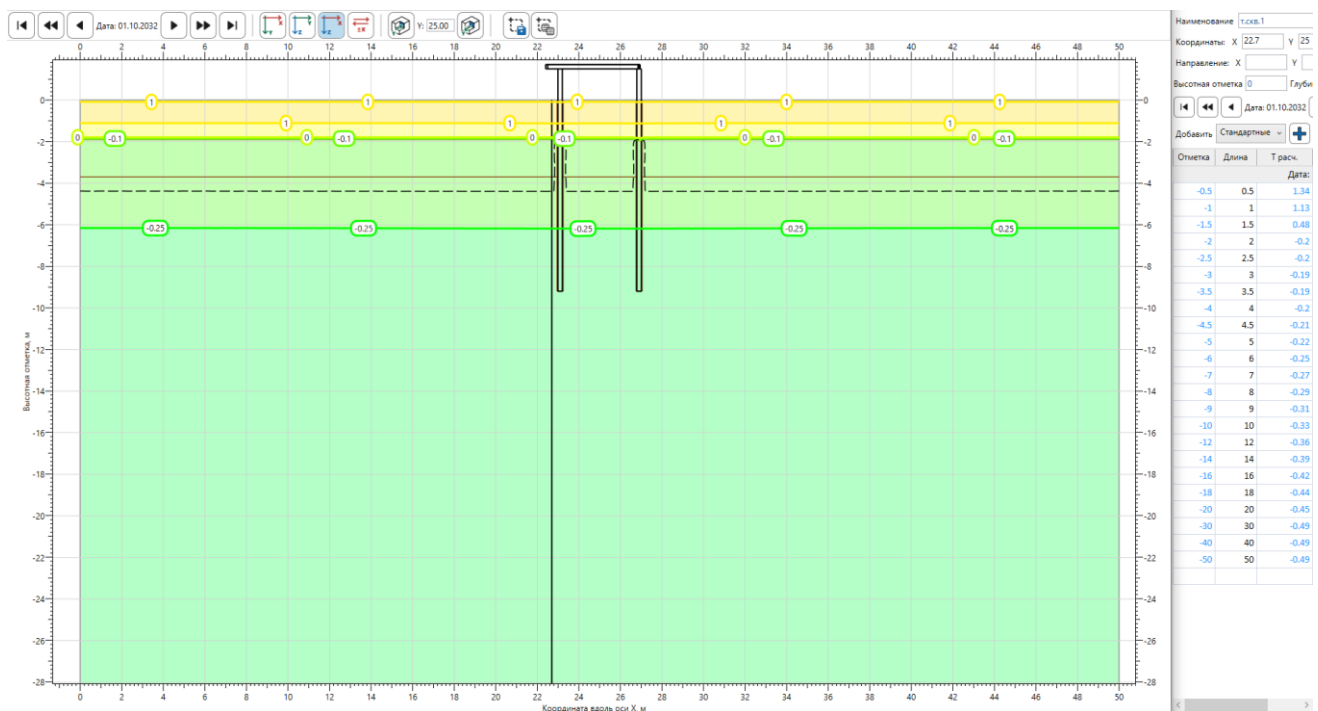


Рис. 2.12 – Распределение температуры грунтов на конец 10-го лета

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

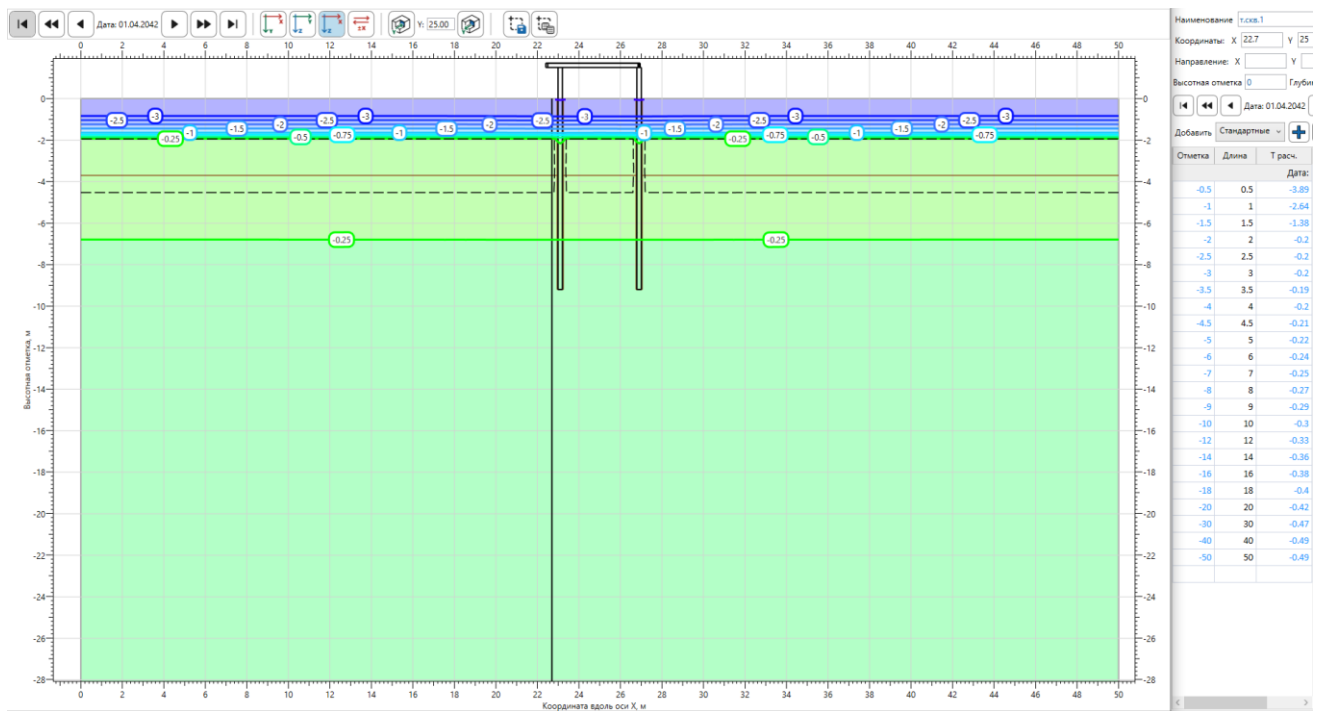


Рис. 2.13 – Распределение температуры грунтов на конец 20-й зимы

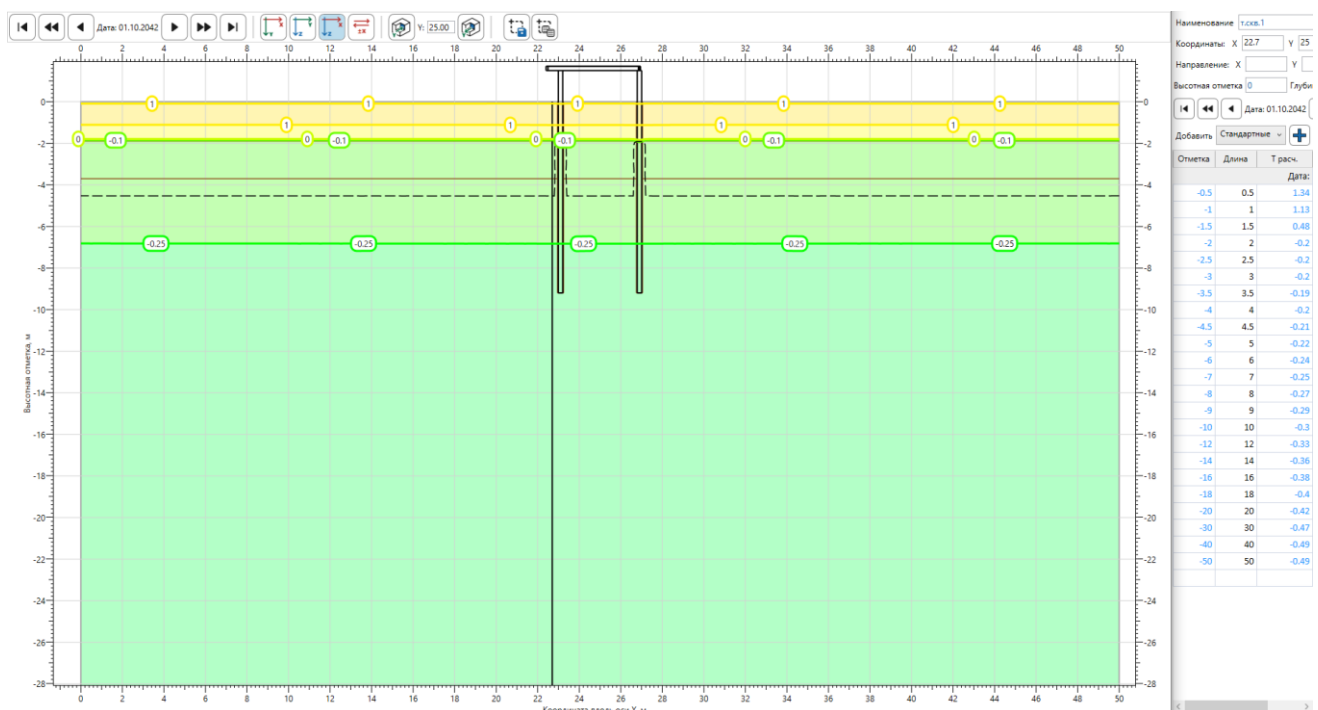


Рис. 2.14 – Распределение температуры грунтов на конец 20-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

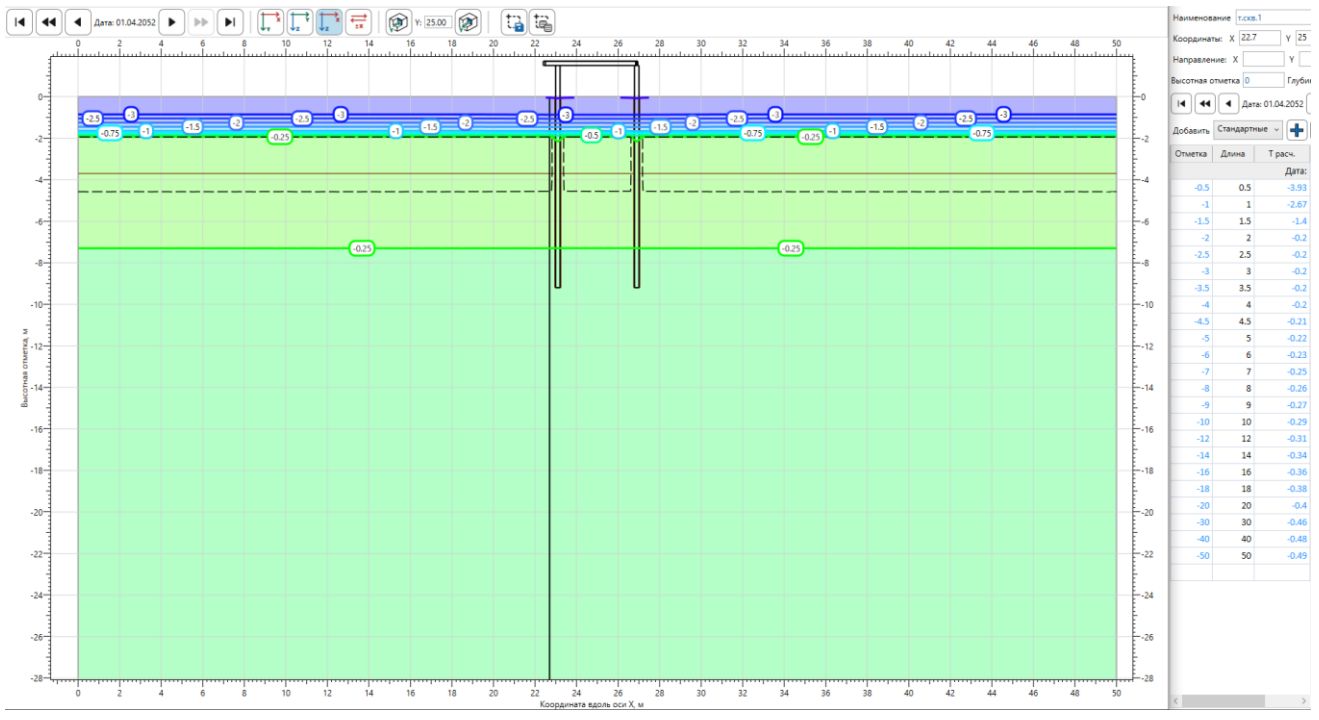


Рис. 2.15 – Распределение температуры грунтов на конец 30-й зимы

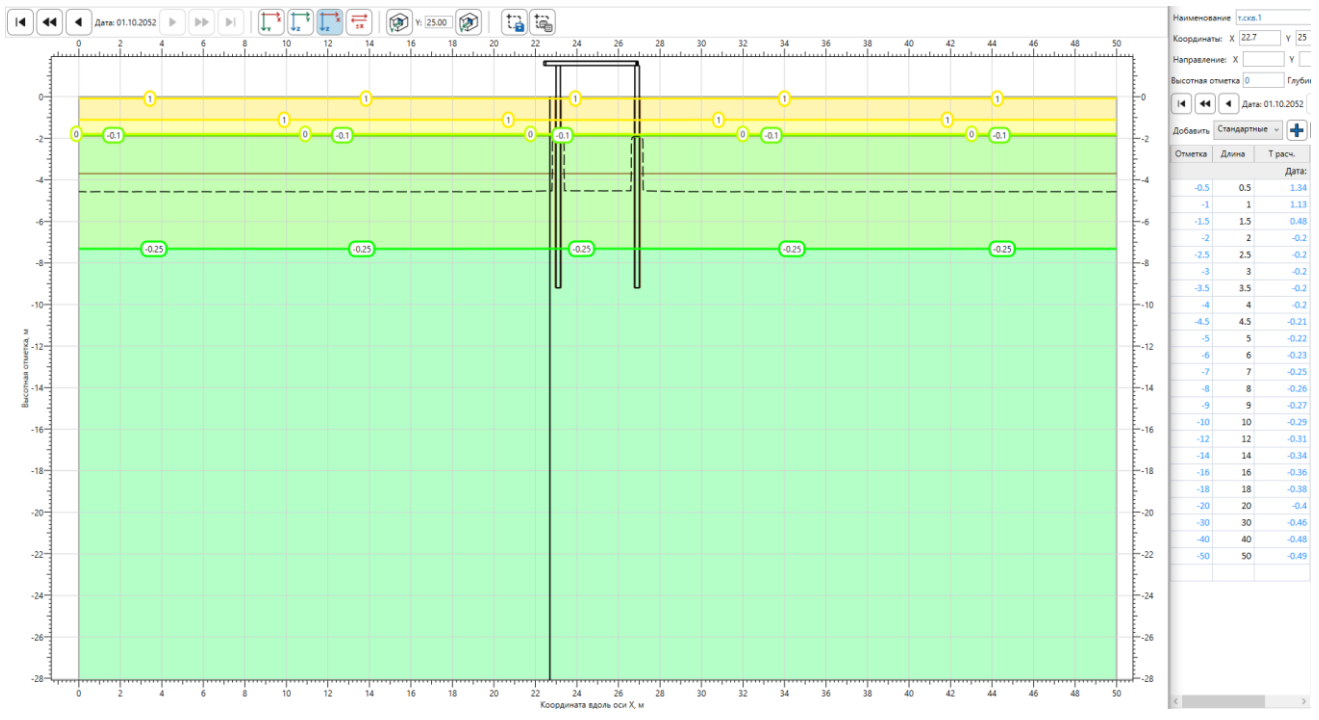


Рис. 2.16 – Распределение температуры грунтов на конец 30-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

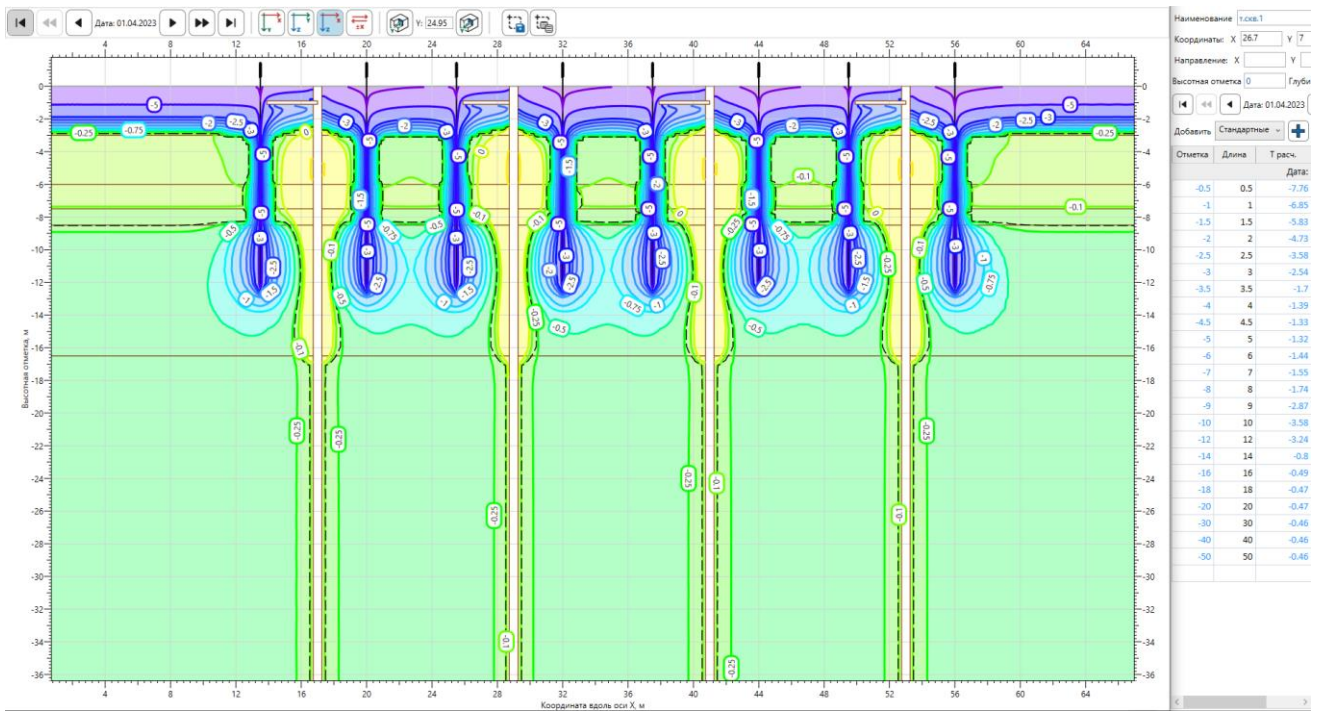


Рис. 3.3 – Распределение температуры грунтов на конец 1-й зимы

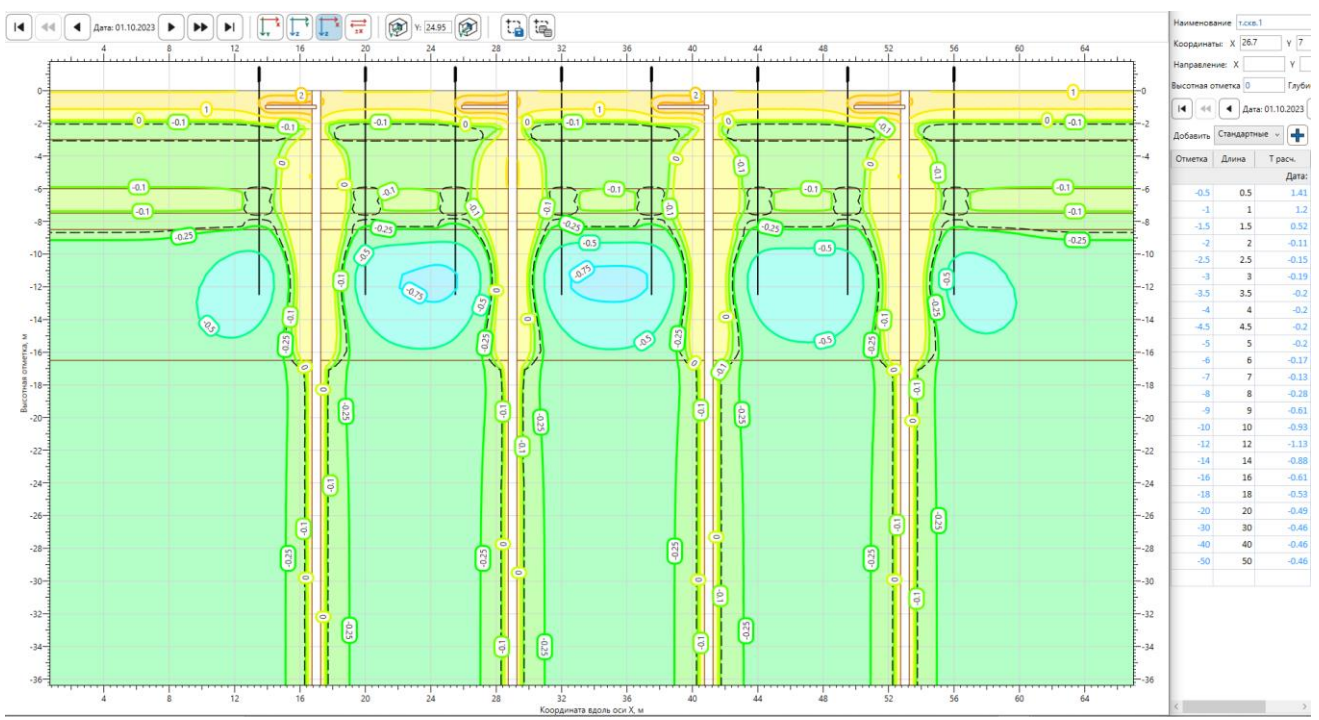


Рис. 3.4 – Распределение температуры грунтов на конец 1-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

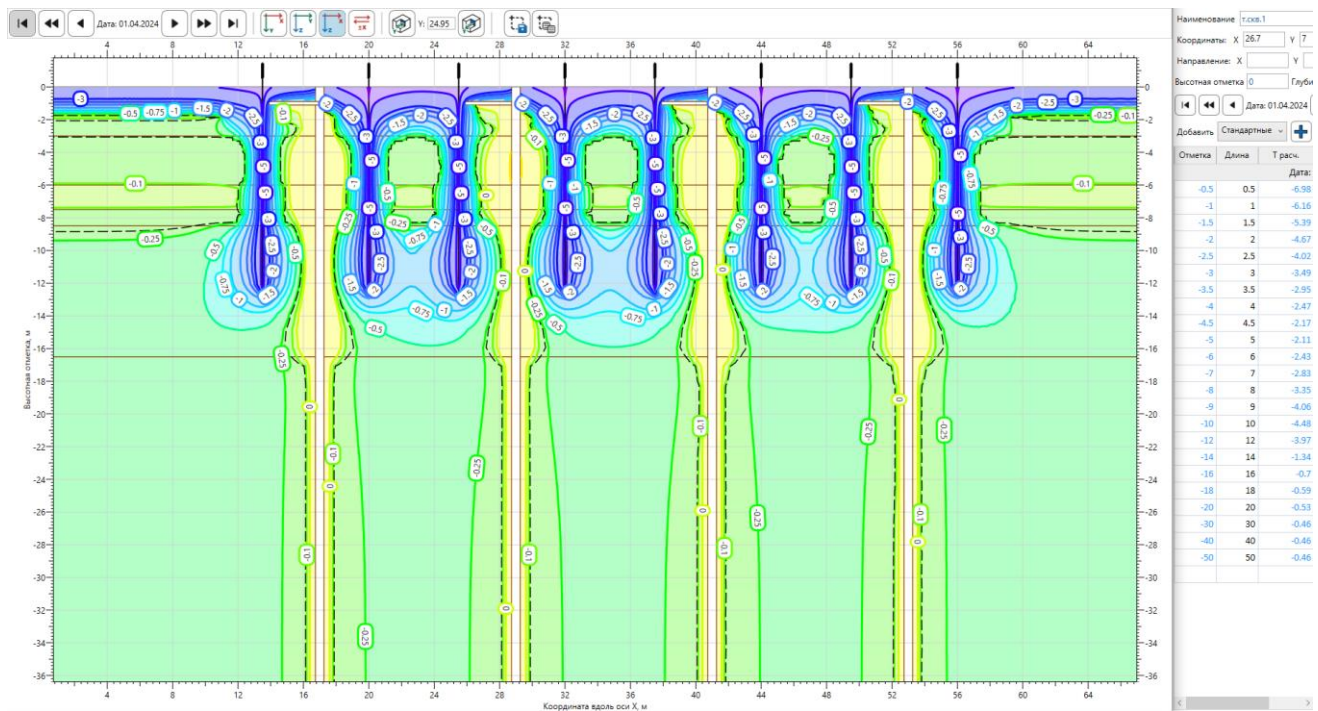


Рис. 3.5 – Распределение температуры грунтов на конец 2-й зимы

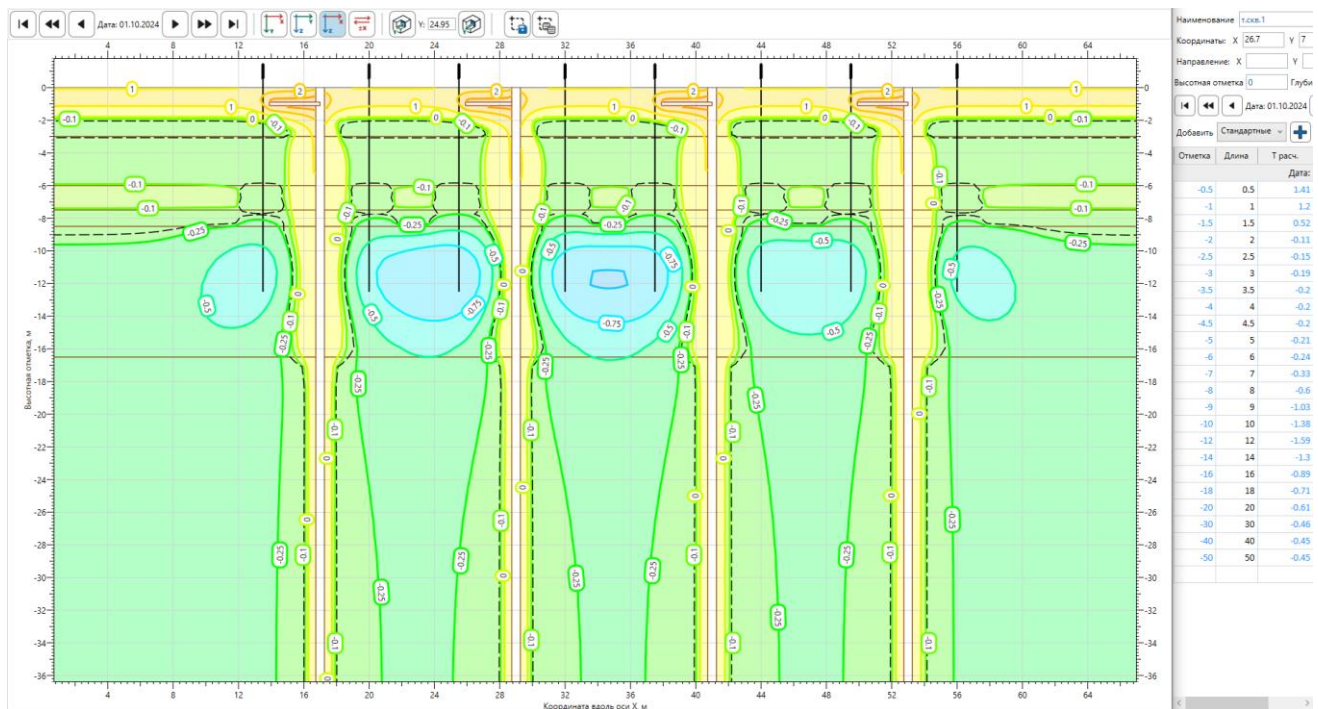


Рис. 3.6 – Распределение температуры грунтов на конец 2-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

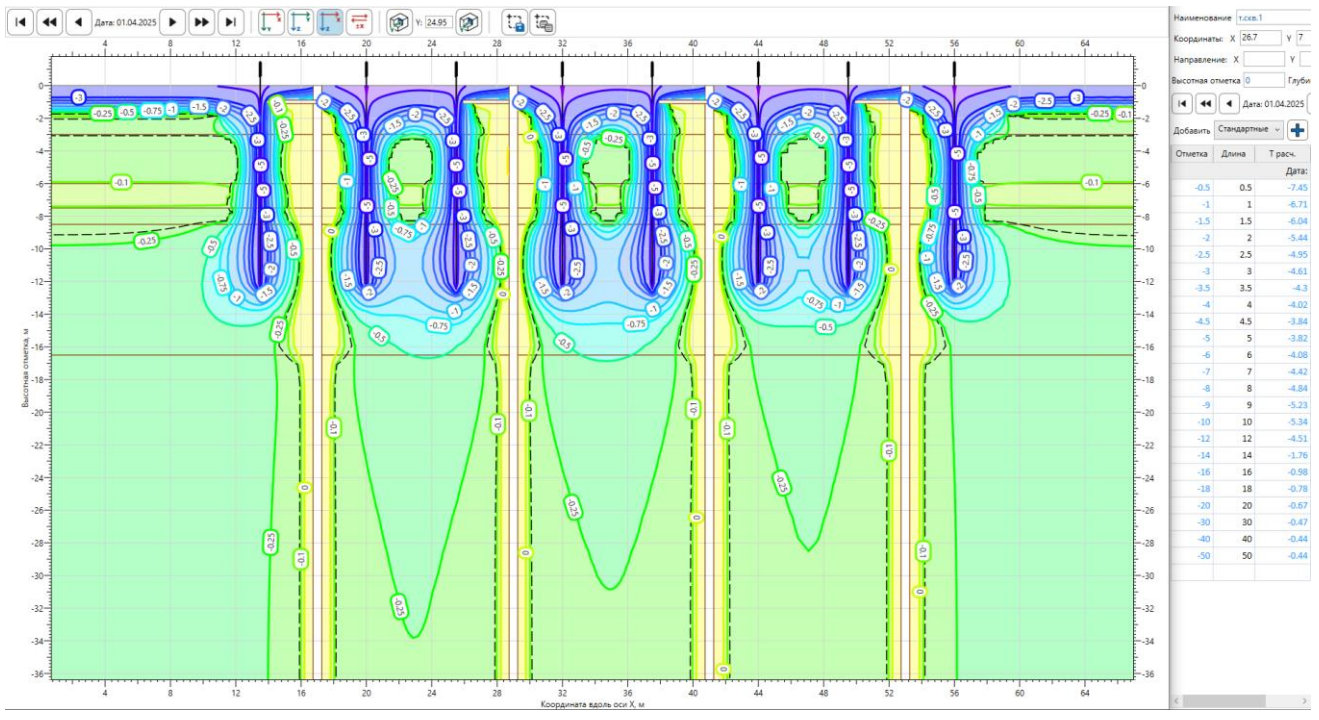


Рис. 3.7 – Распределение температуры грунтов на конец 3-й зимы

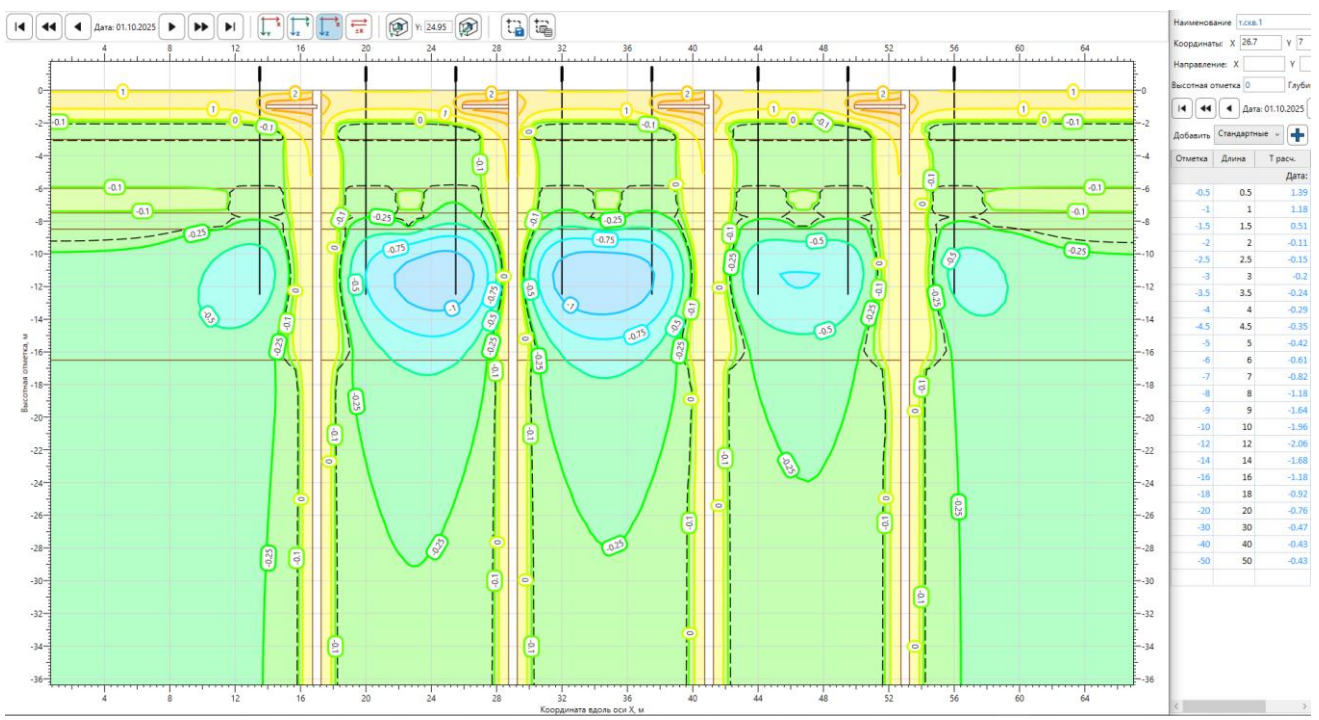


Рис. 3.8 – Распределение температуры грунтов на конец 3-го лета

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

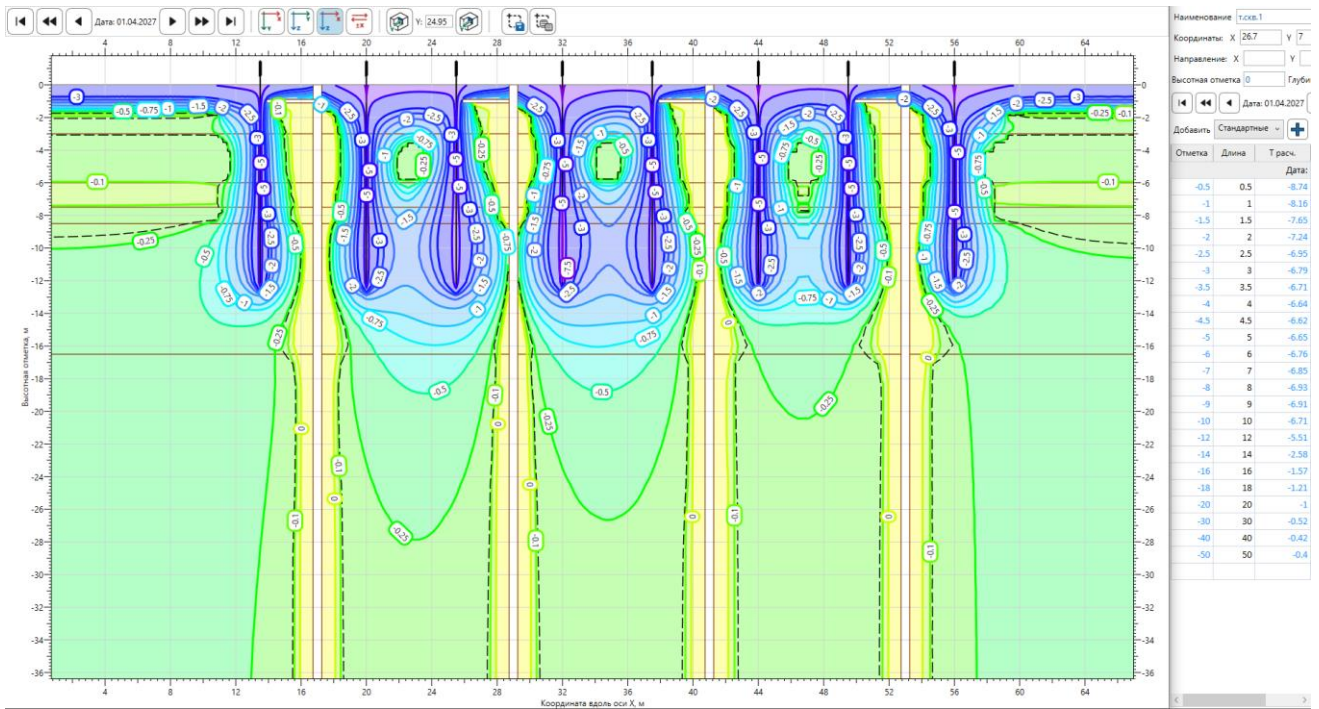


Рис. 3.9 – Распределение температуры грунтов на конец 5-й зимы

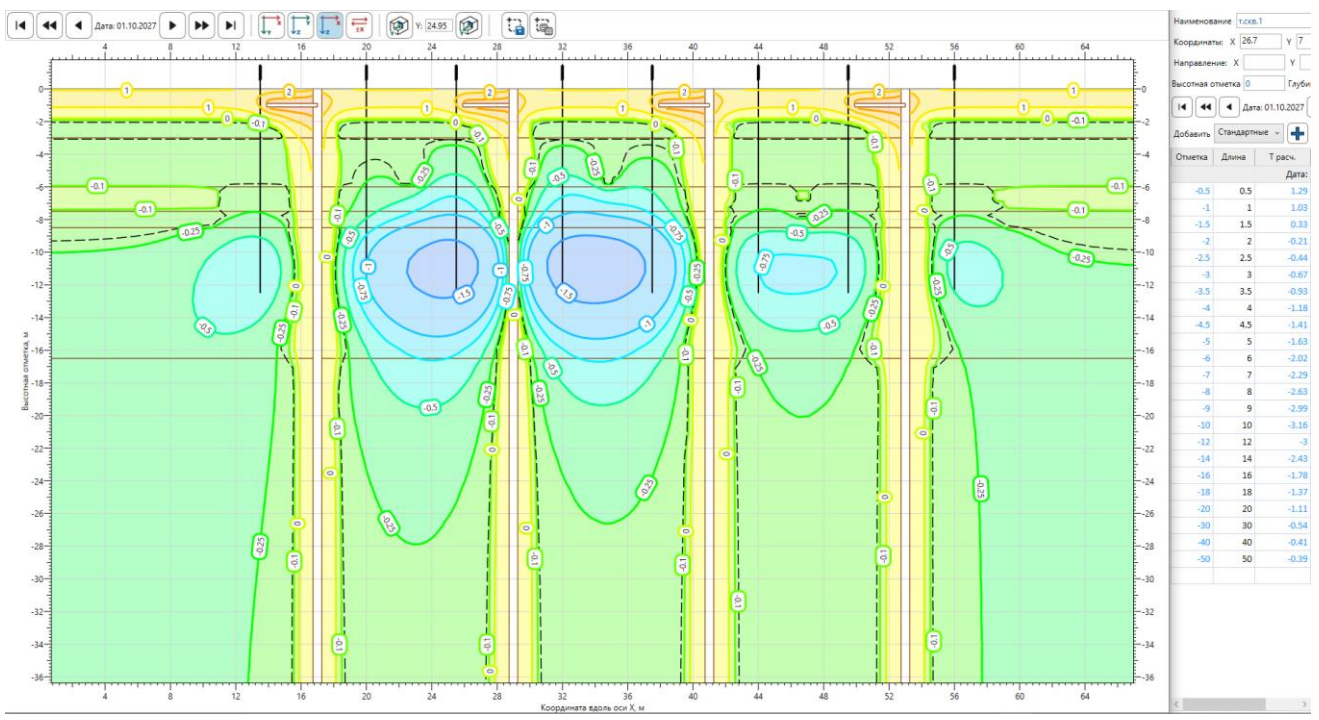


Рис. 3.10 – Распределение температуры грунтов на конец 5-го лета

Взам. инв. №	
Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Изм.	
Кол.уч.	
Лист	
№ док.	
Подп.	
Дата	

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

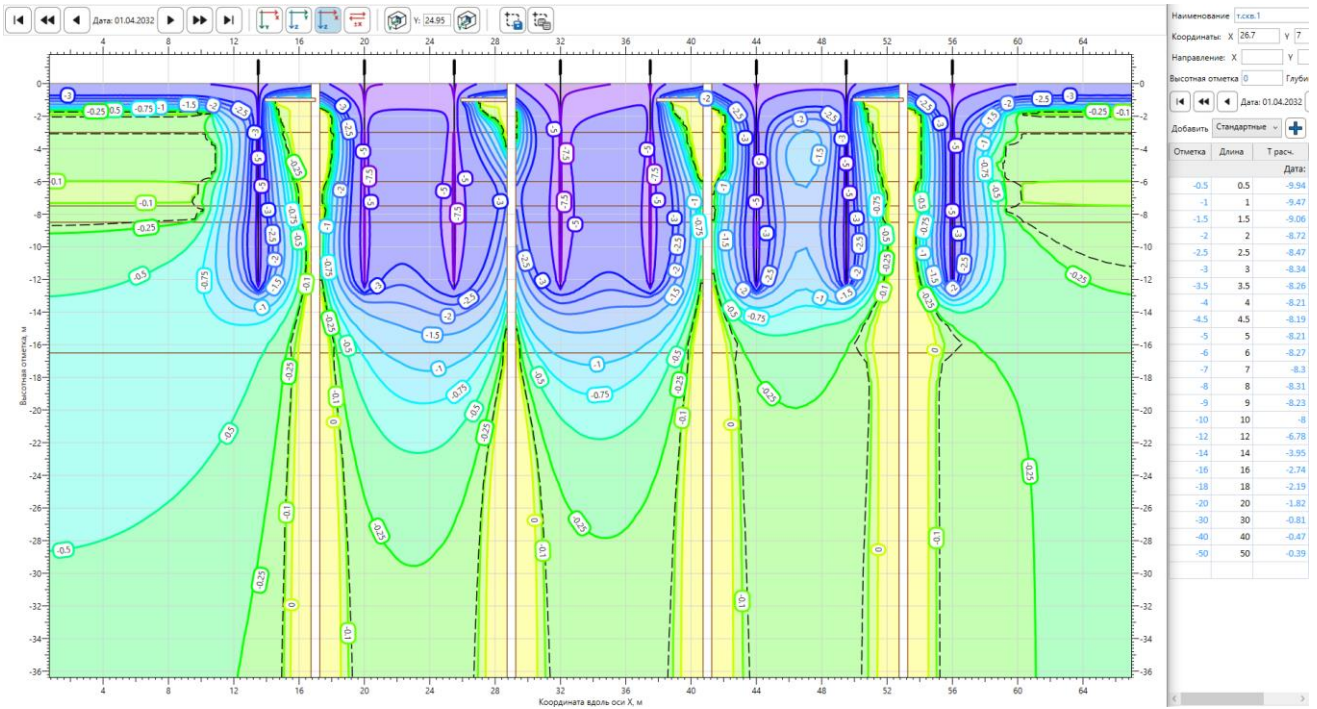


Рис. 3.11 – Распределение температуры грунтов на конец 10-й зимы

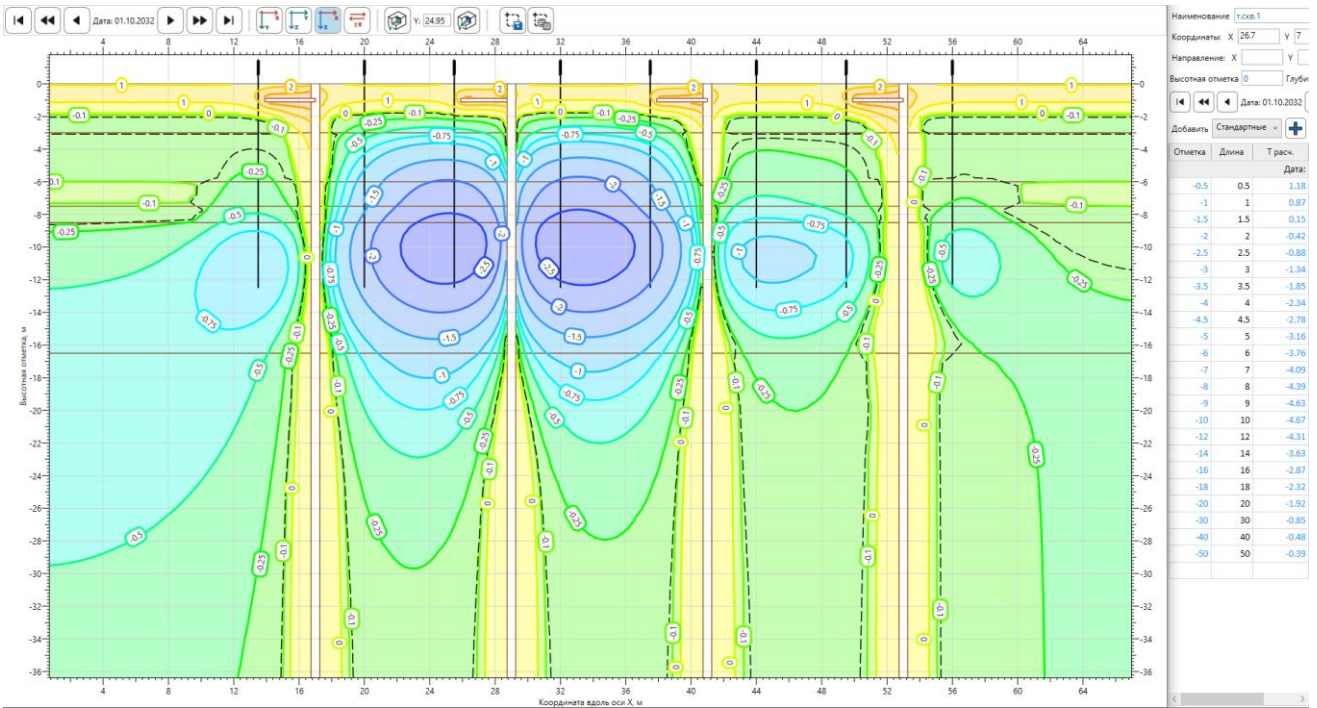


Рис. 3.12 – Распределение температуры грунтов на конец 10-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

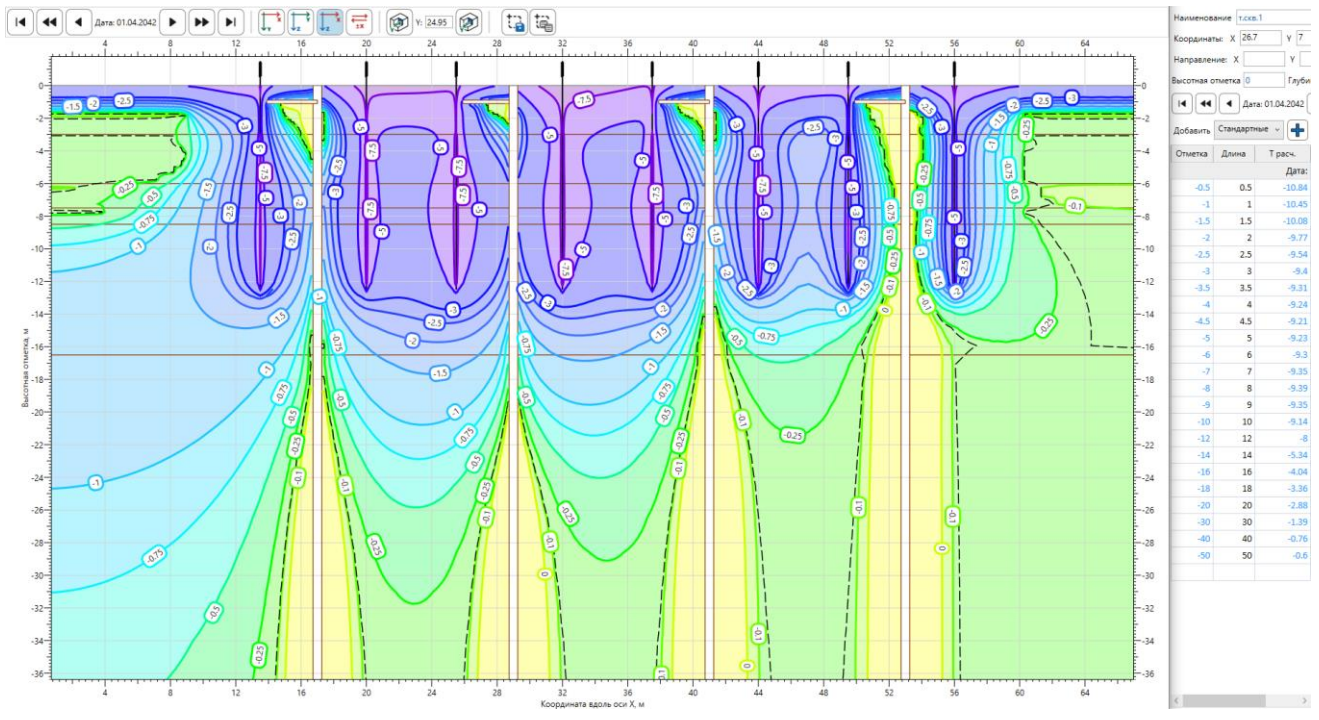


Рис. 3.13 – Распределение температуры грунтов на конец 20-й зимы

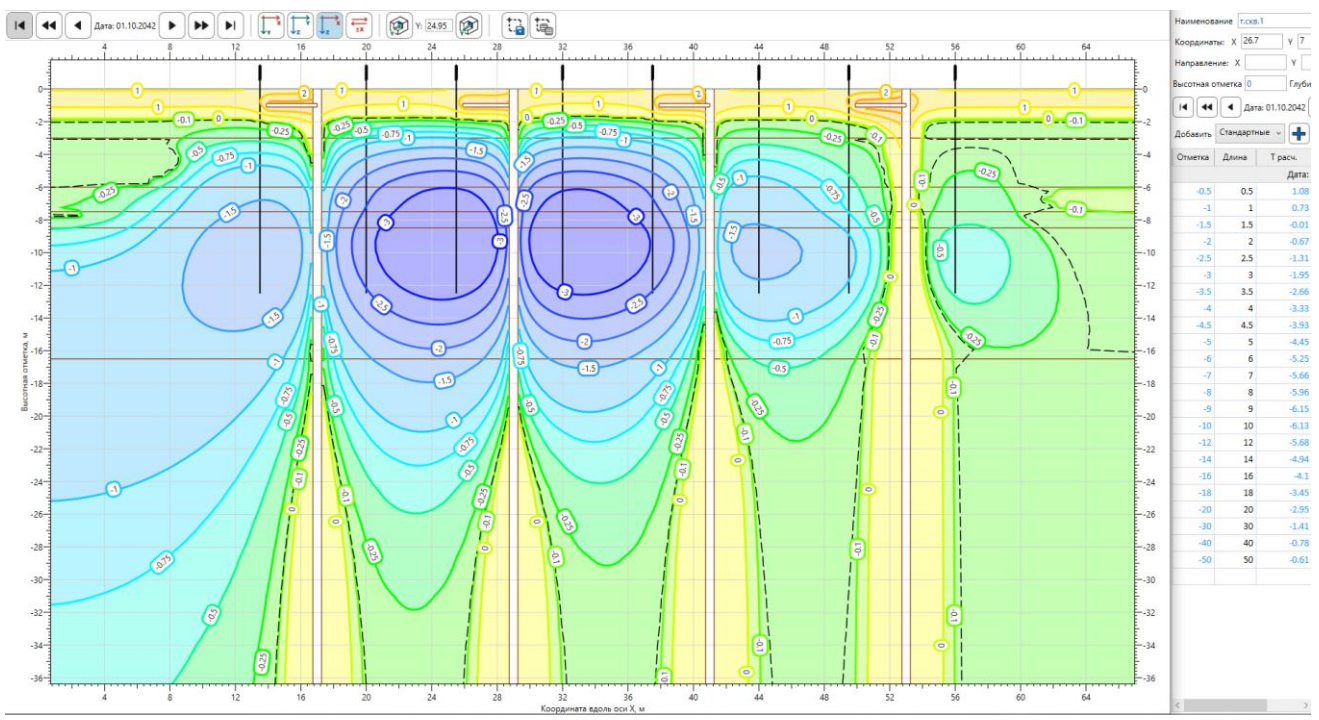


Рис. 3.14 – Распределение температуры грунтов на конец 20-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

Лист
40

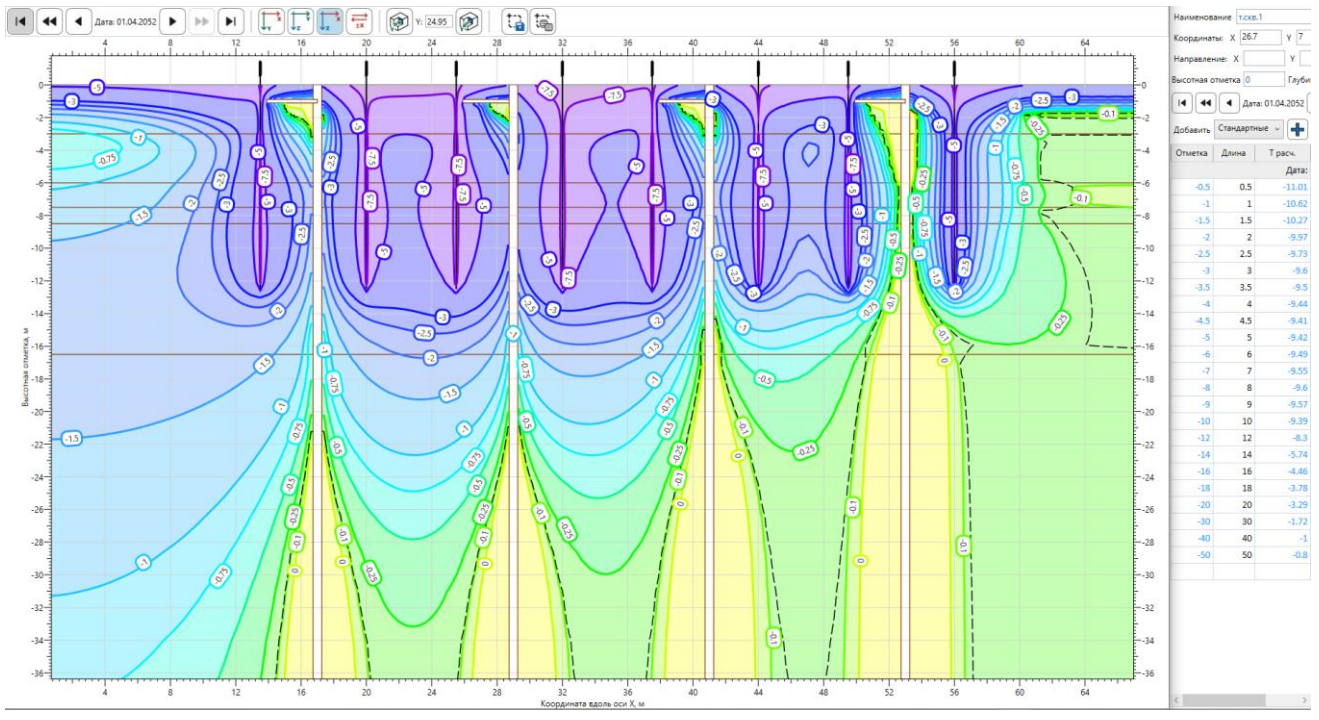


Рис. 3.15 – Распределение температуры грунтов на конец 30-й зимы

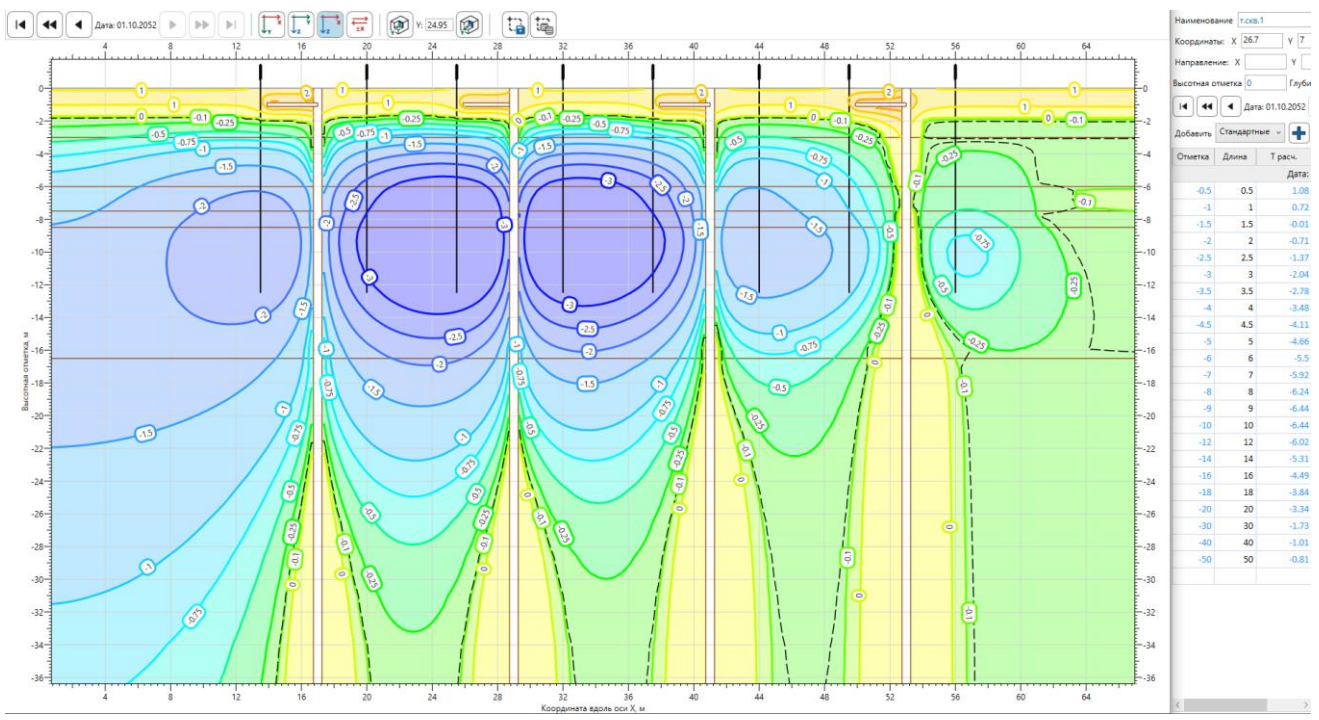


Рис. 3.16 – Распределение температуры грунтов на конец 30-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

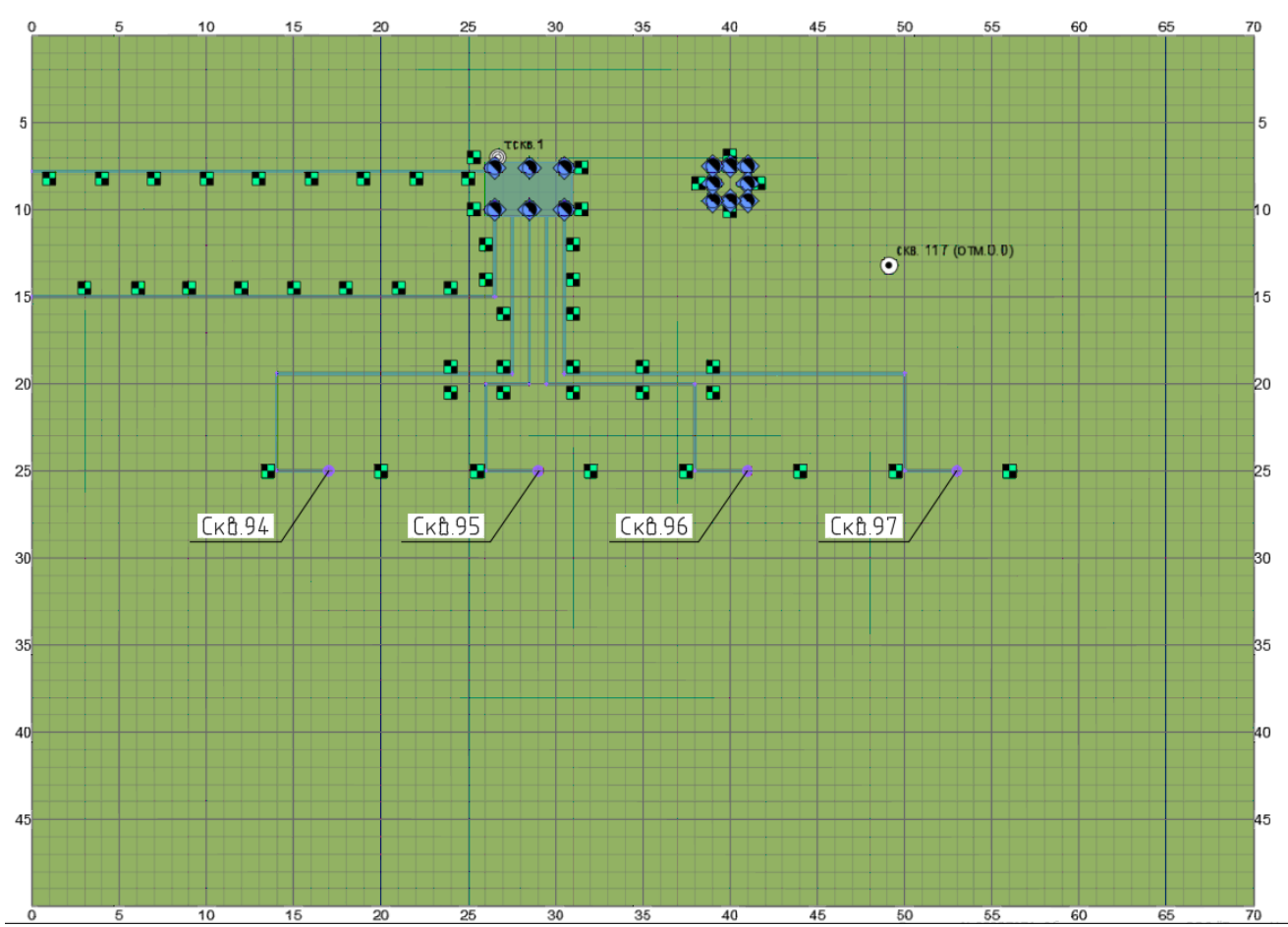


Рис. 3.17 – Схема расстановки СОУ

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

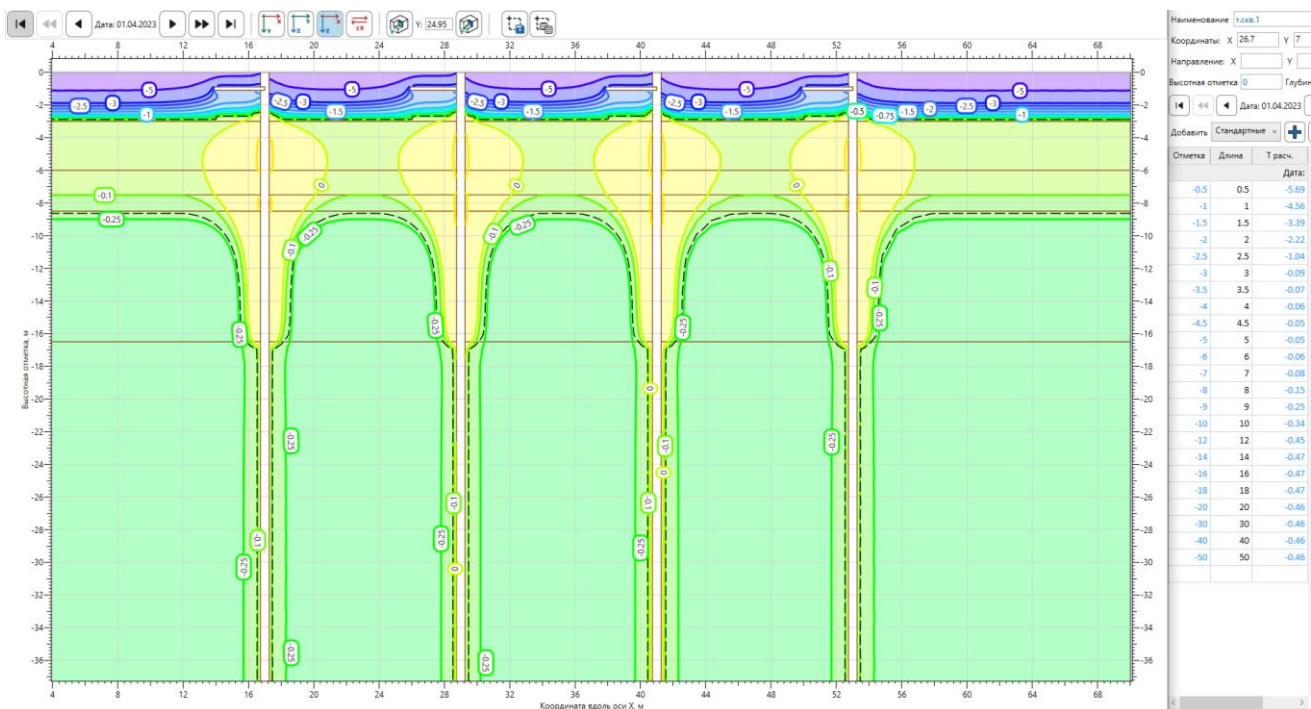


Рис. 4.3 – Распределение температуры грунтов на конец 1-й зимы

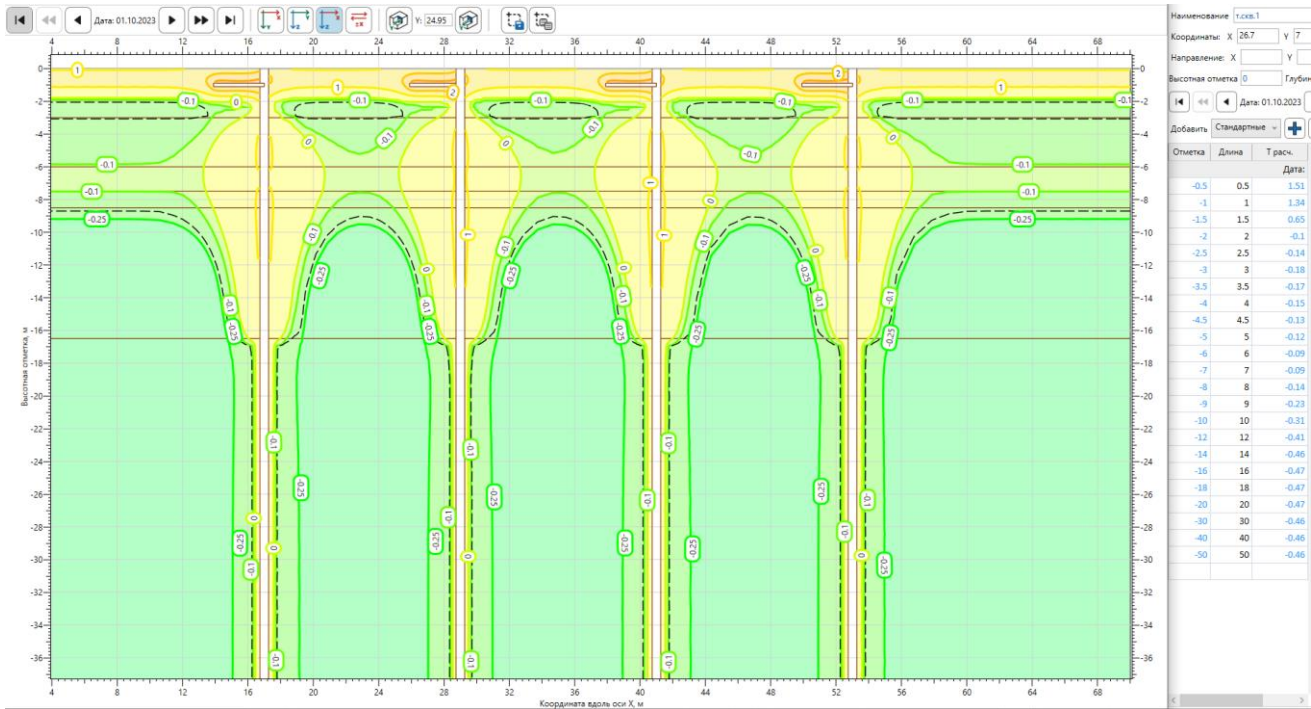


Рис. 4.4 – Распределение температуры грунтов на конец 1-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

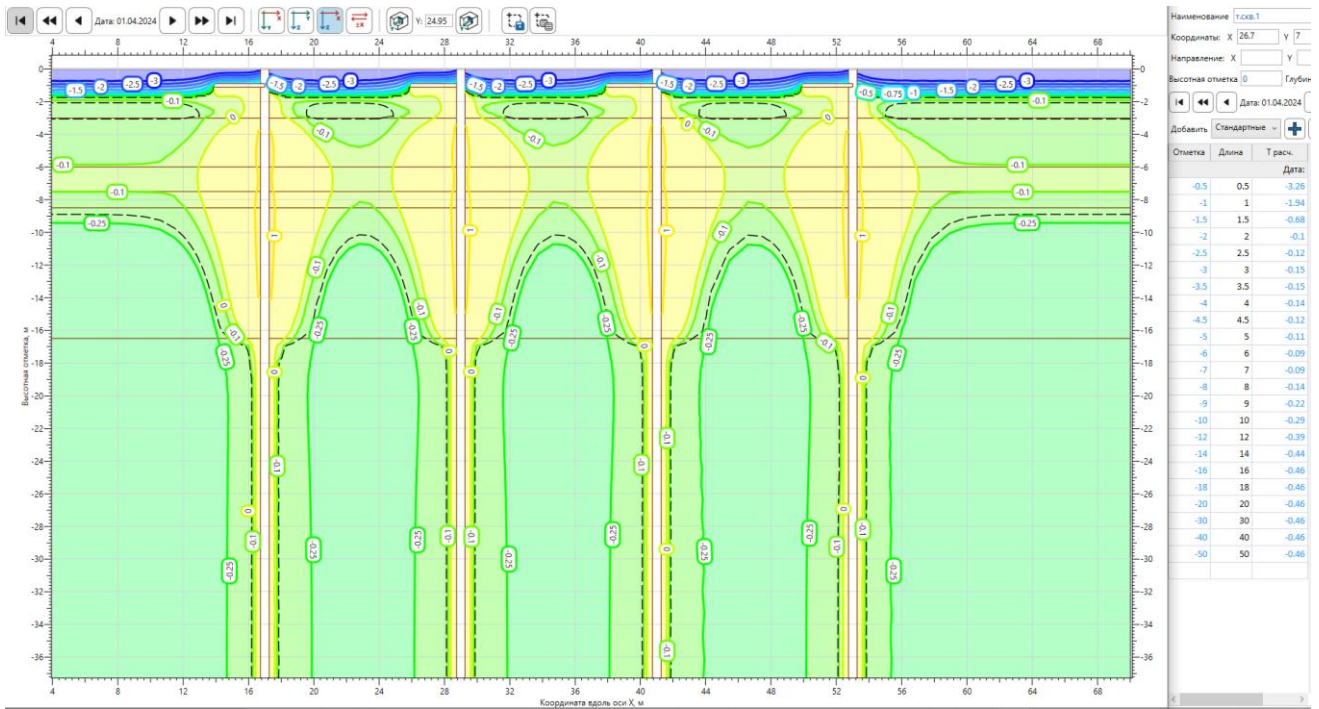


Рис. 4.5 – Распределение температуры грунтов на конец 2-й зимы

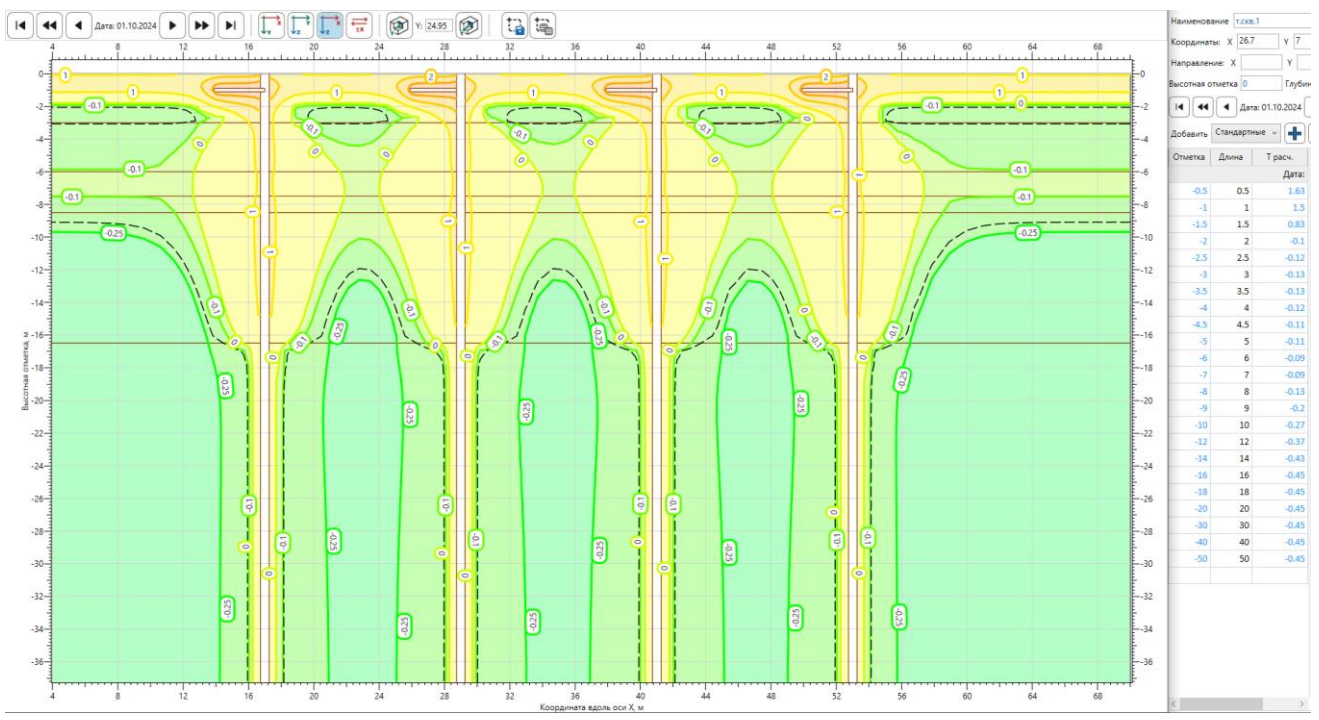


Рис. 4.6 – Распределение температуры грунтов на конец 2-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

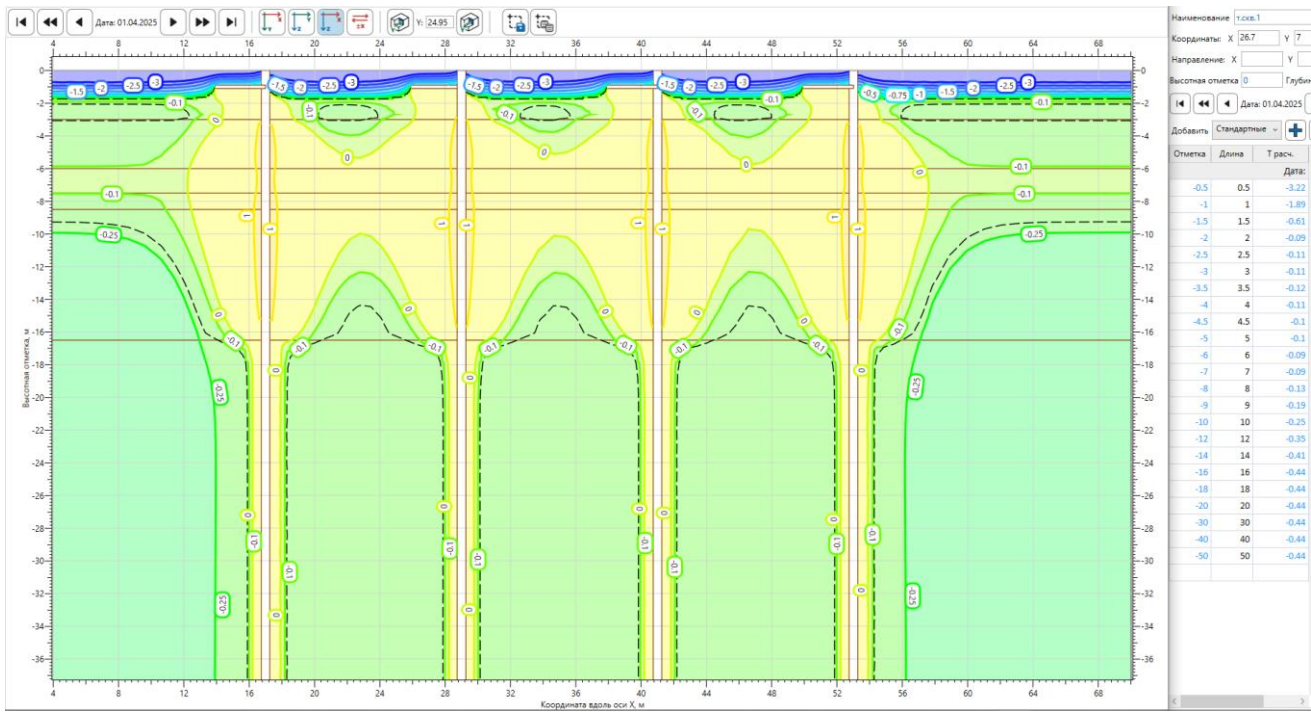


Рис. 4.7 – Распределение температуры грунтов на конец 3-й зимы

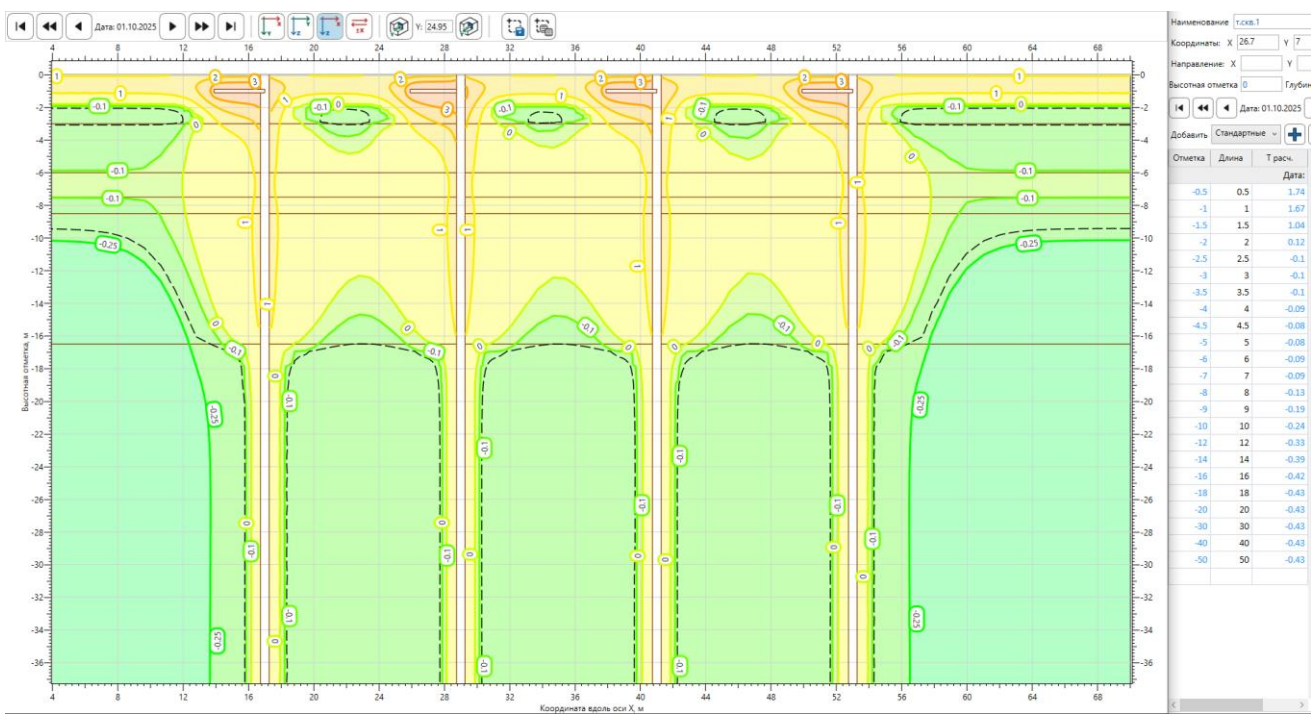


Рис. 4.8 – Распределение температуры грунтов на конец 3-го лета

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

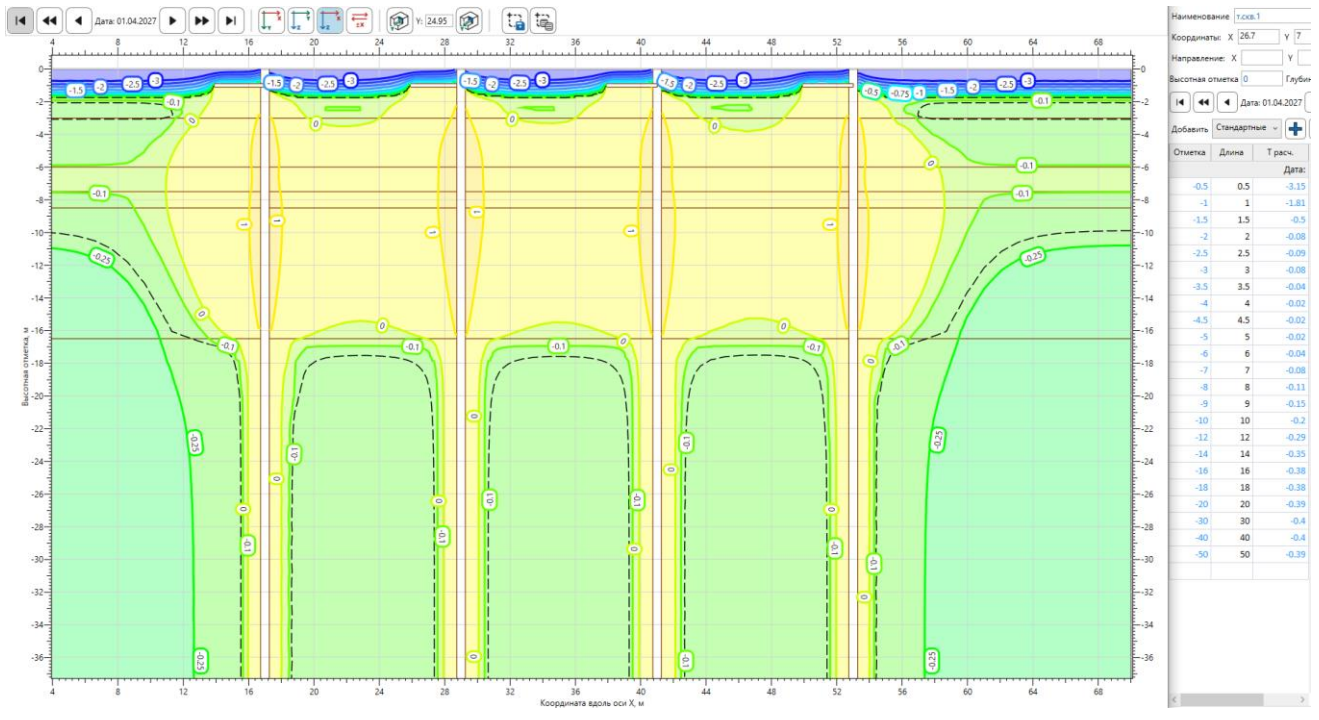
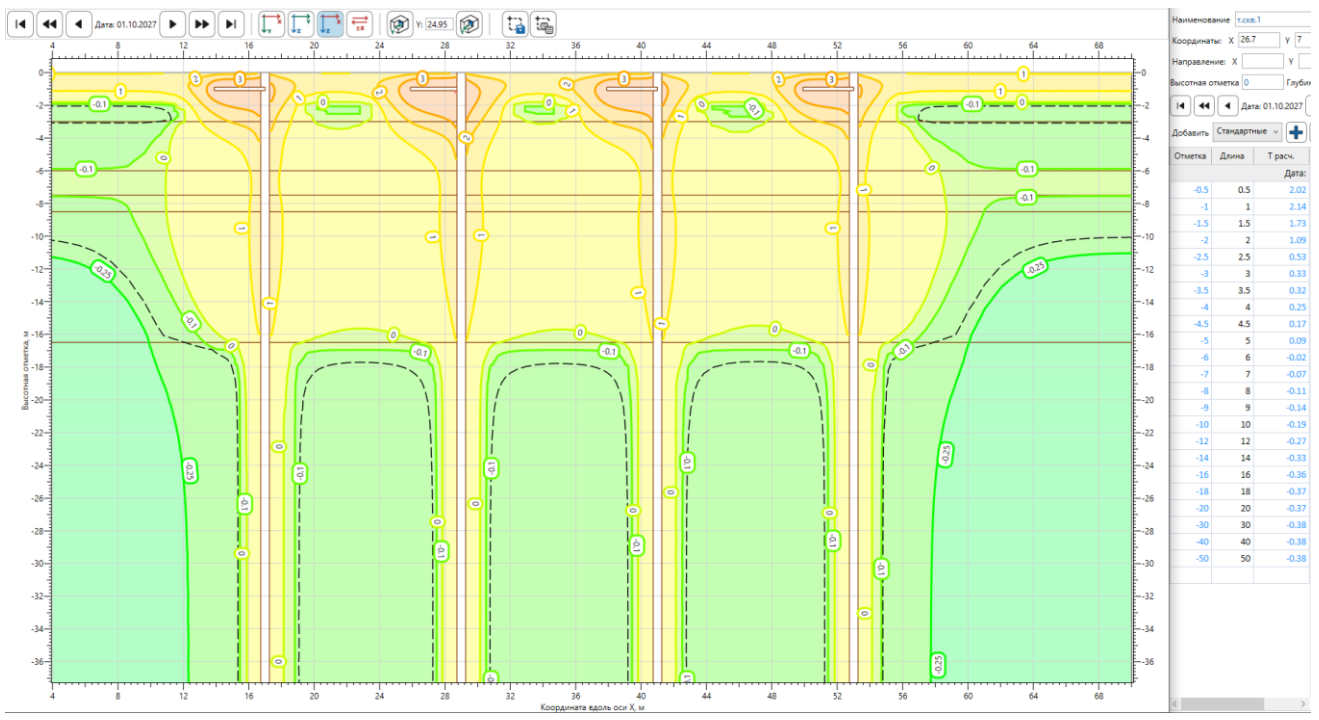


Рис. 4.9 – Распределение температуры грунтов на конец 5-й зимы



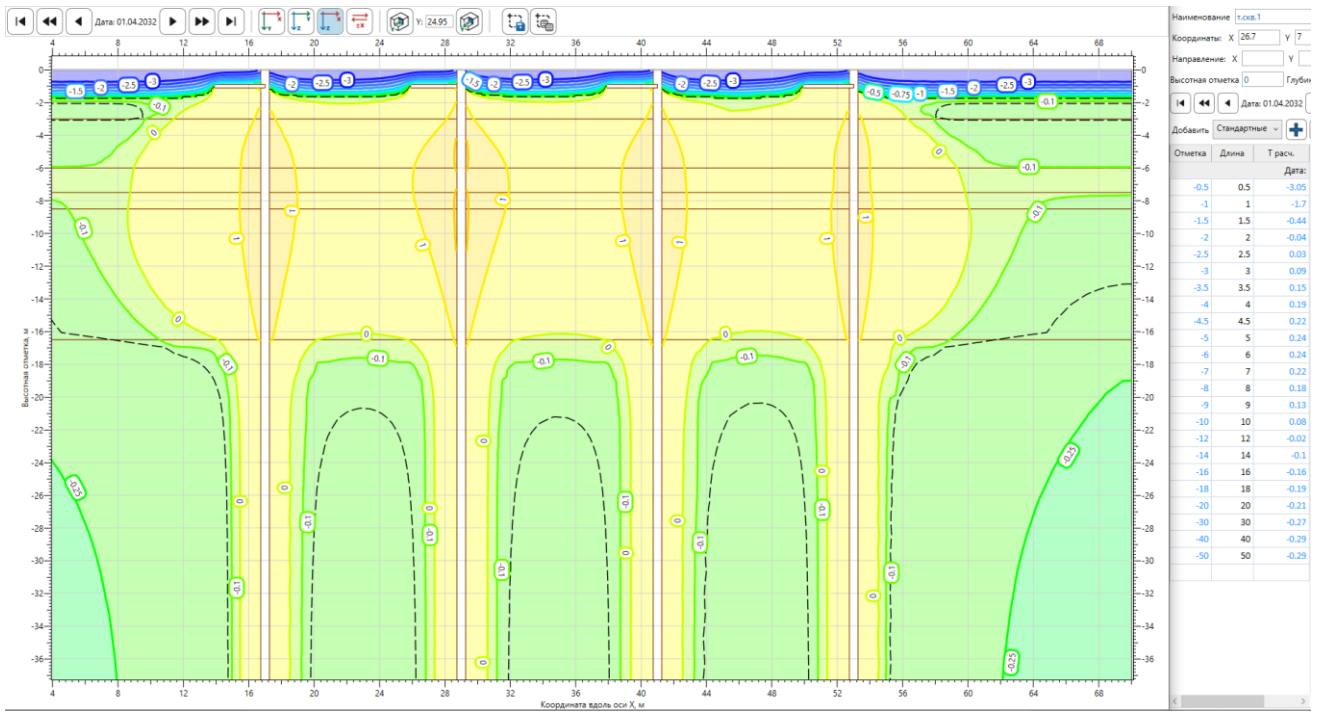


Рис. 4.11 – Распределение температуры грунтов на конец 10-й зимы

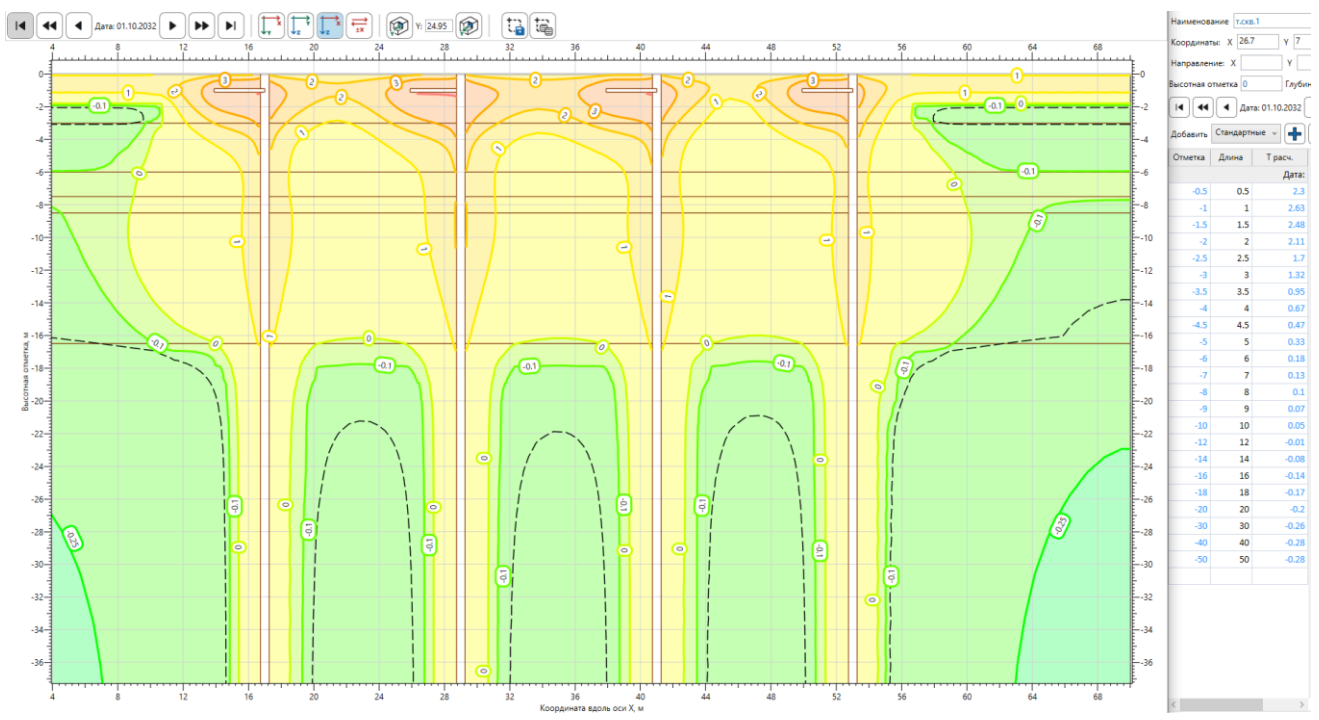


Рис. 4.12 – Распределение температуры грунтов на конец 10-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ	Лист
							48

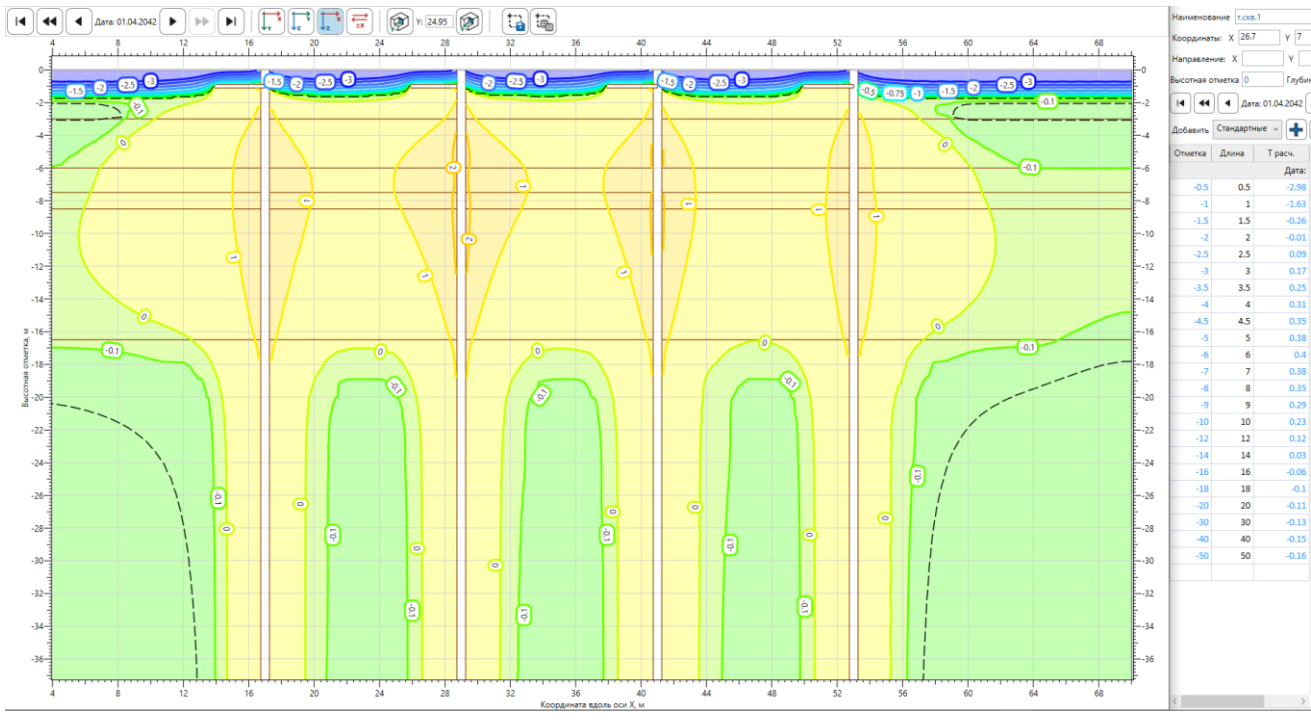


Рис. 4.13 – Распределение температуры грунтов на конец 20-й зимы

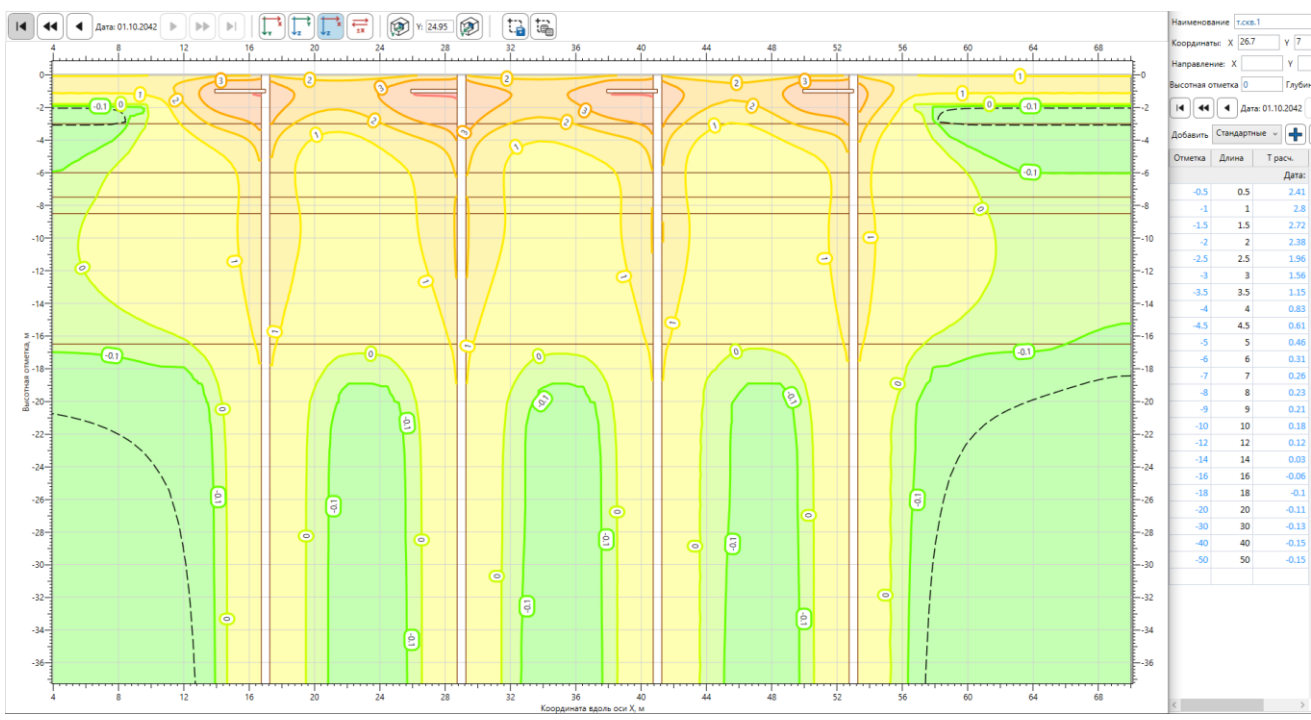


Рис. 4.14 – Распределение температуры грунтов на конец 20-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ	Лист
							49

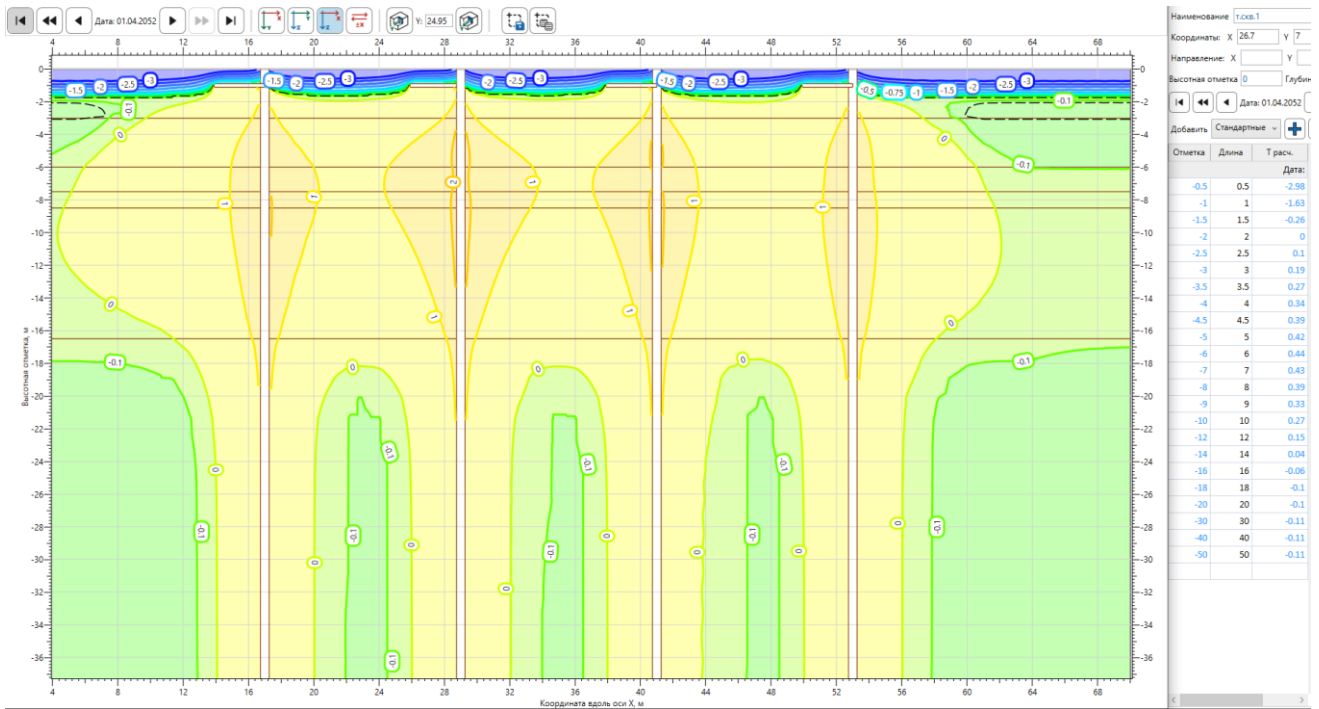


Рис. 4.15 – Распределение температуры грунтов на конец 30-й зимы

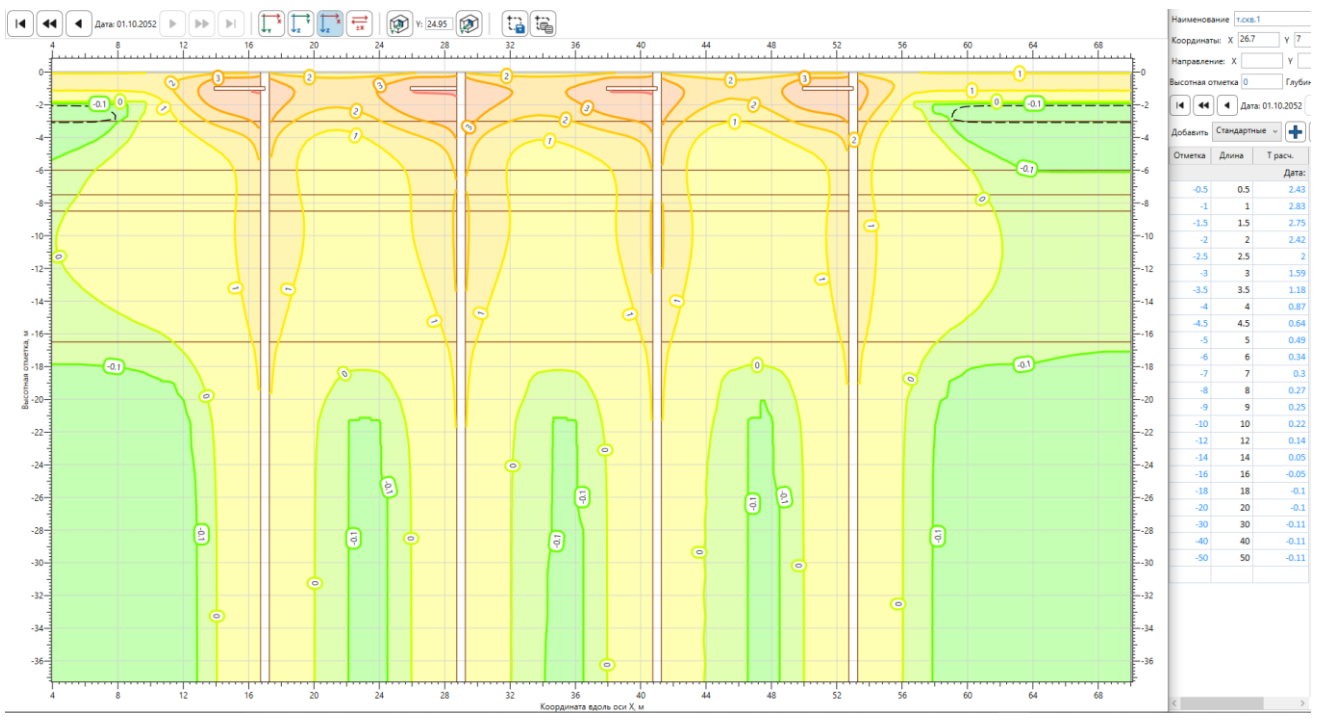


Рис. 4.16 – Распределение температуры грунтов на конец 30-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ	Лист
							50

Приложение 5 Куст 10 (с применением СОУ)

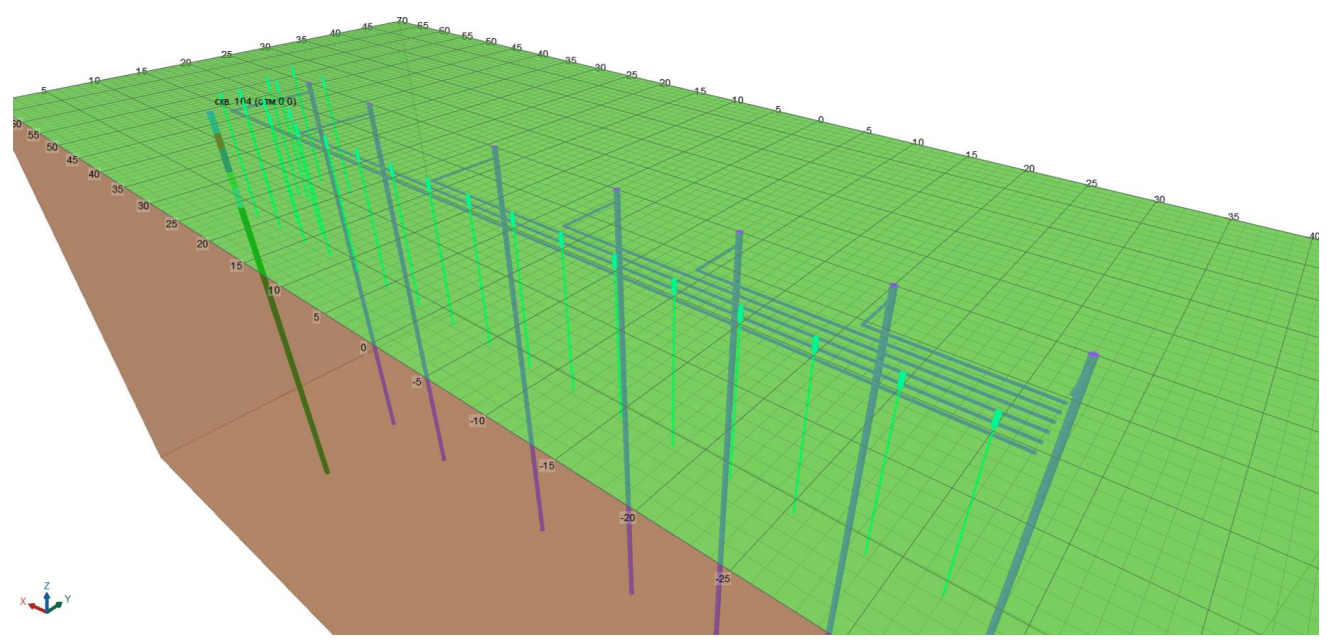


Рис. 5.1 – Визуализация расчетной модели



Рис. 5.2 – Исходное распределение температуры грунтов

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ	Лист 51

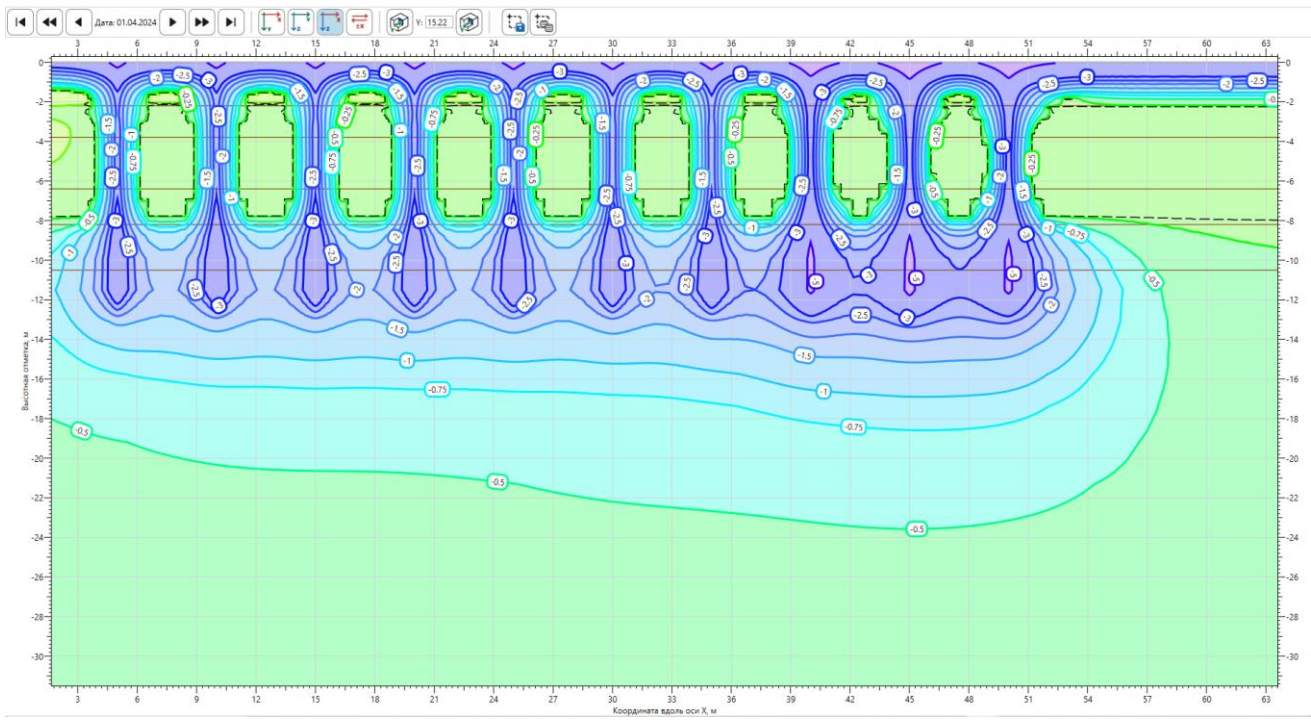


Рис. 5.5 – Распределение температуры грунтов на конец 2-й зимы

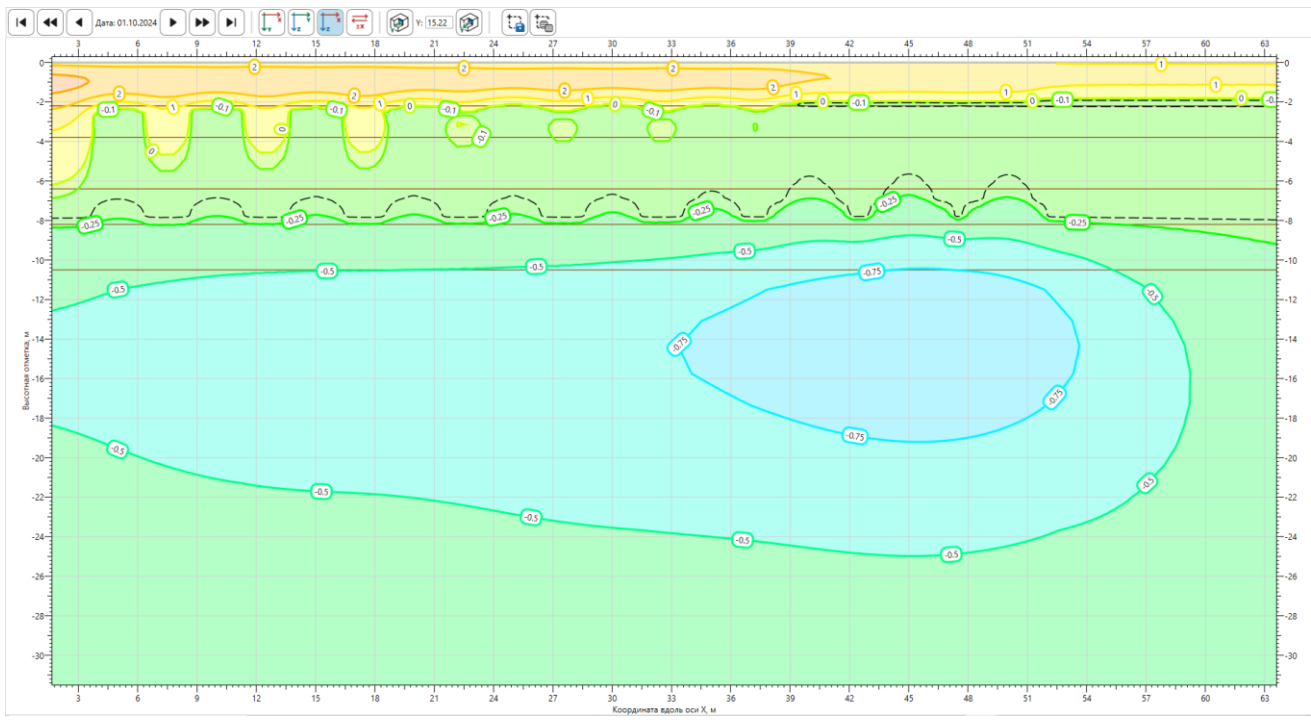


Рис. 5.6 – Распределение температуры грунтов на конец 2-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

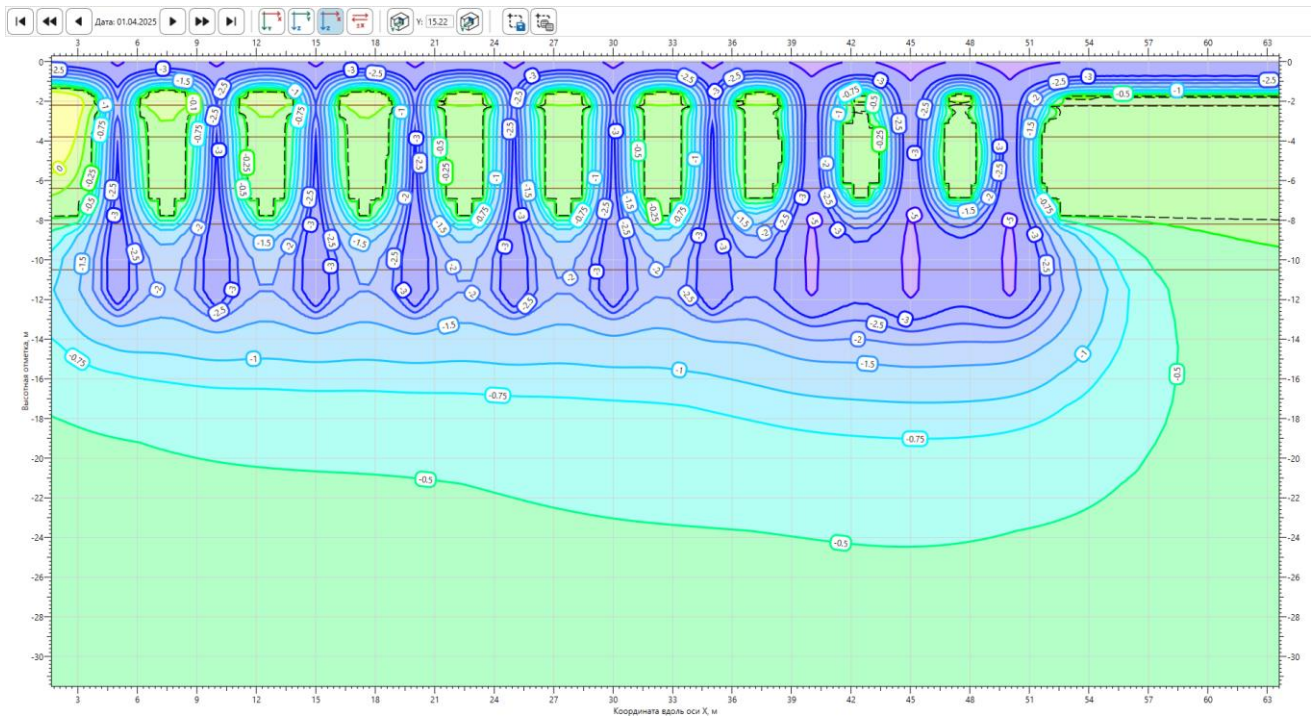


Рис. 5.7 – Распределение температуры грунтов на конец 3-й зимы

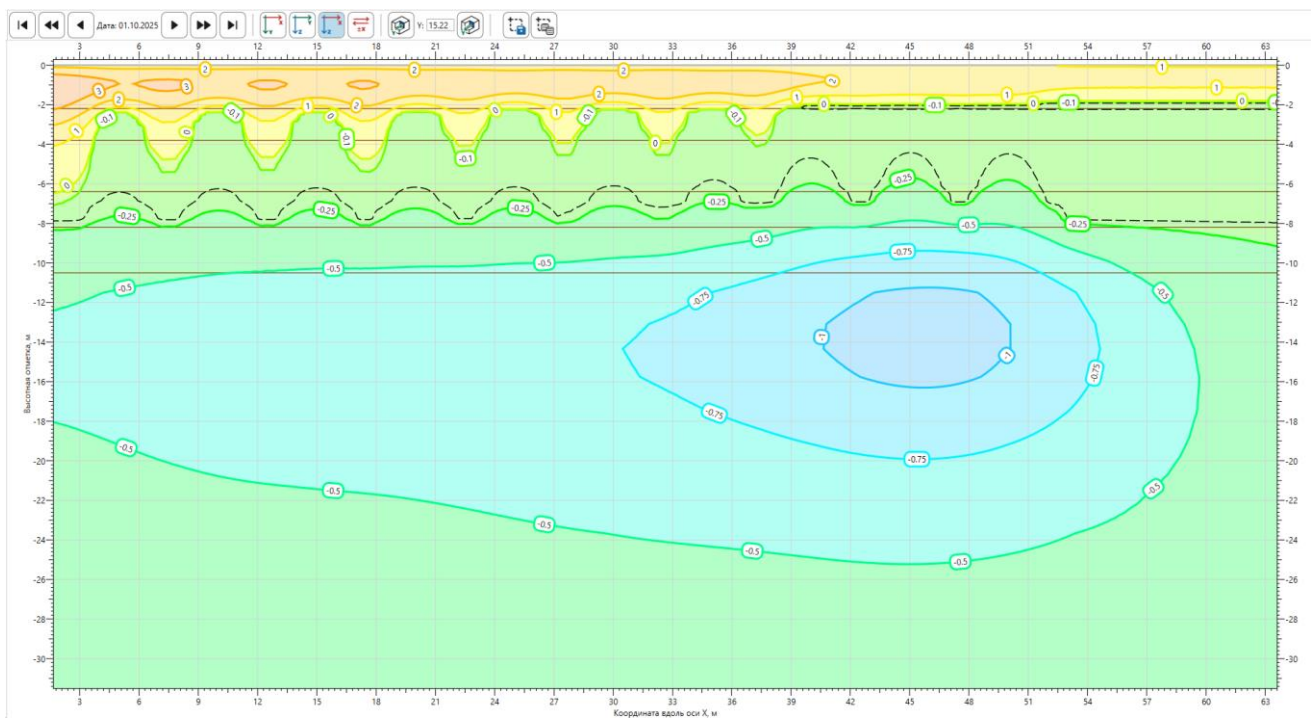


Рис. 5.8 – Распределение температуры грунтов на конец 3-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ	Лист
							54

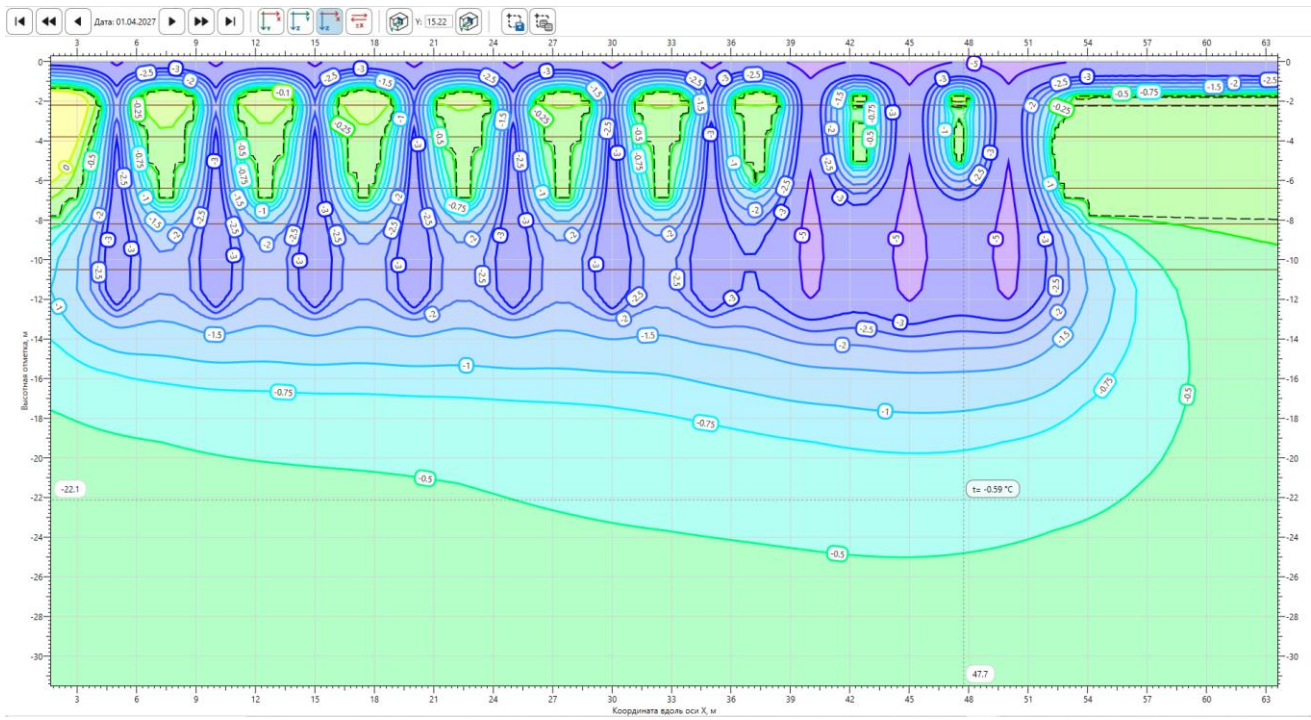


Рис. 5.9 – Распределение температуры грунтов на конец 5-й зимы

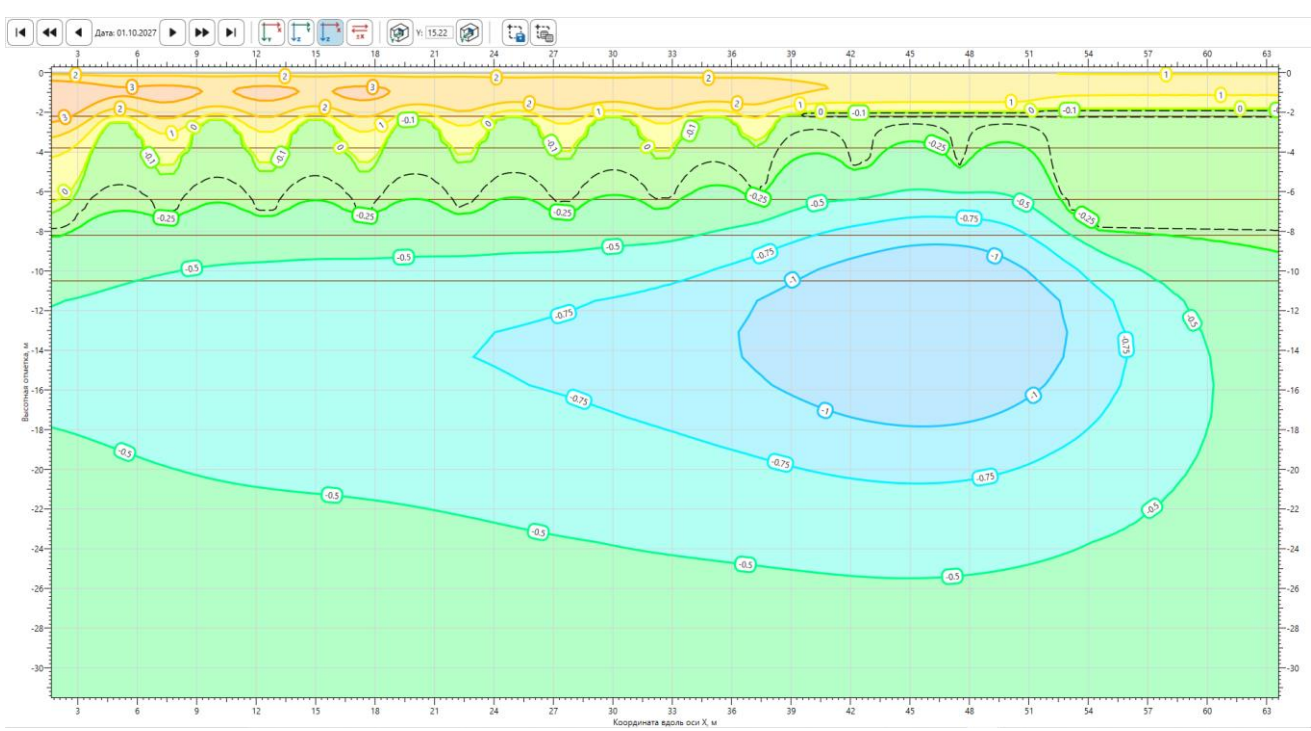


Рис. 5.10 – Распределение температуры грунтов на конец 5-го лета

Взам. инв. №	
Инв. № подл.	
Подл. и дата	
Изм.	
Кол.уч.	
Лист	
№ док.	
Подп.	
Дата	

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

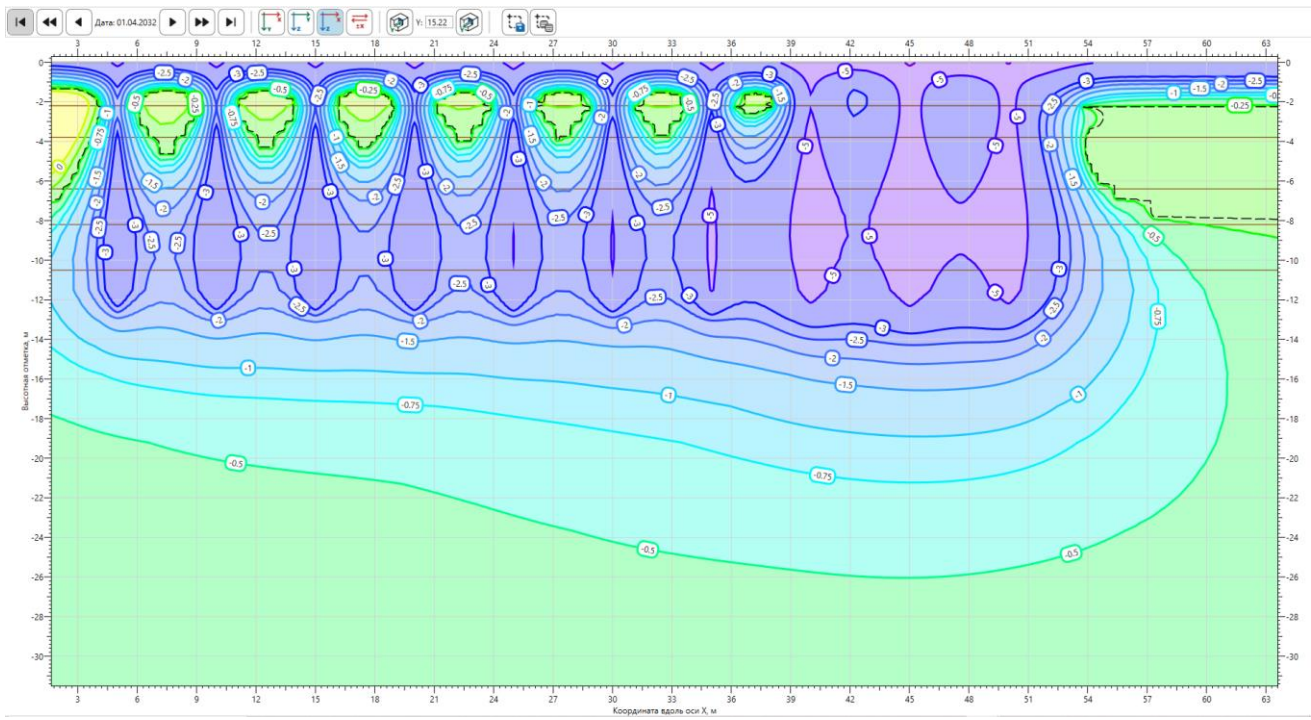


Рис. 5.11 – Распределение температуры грунтов на конец 10-й зимы

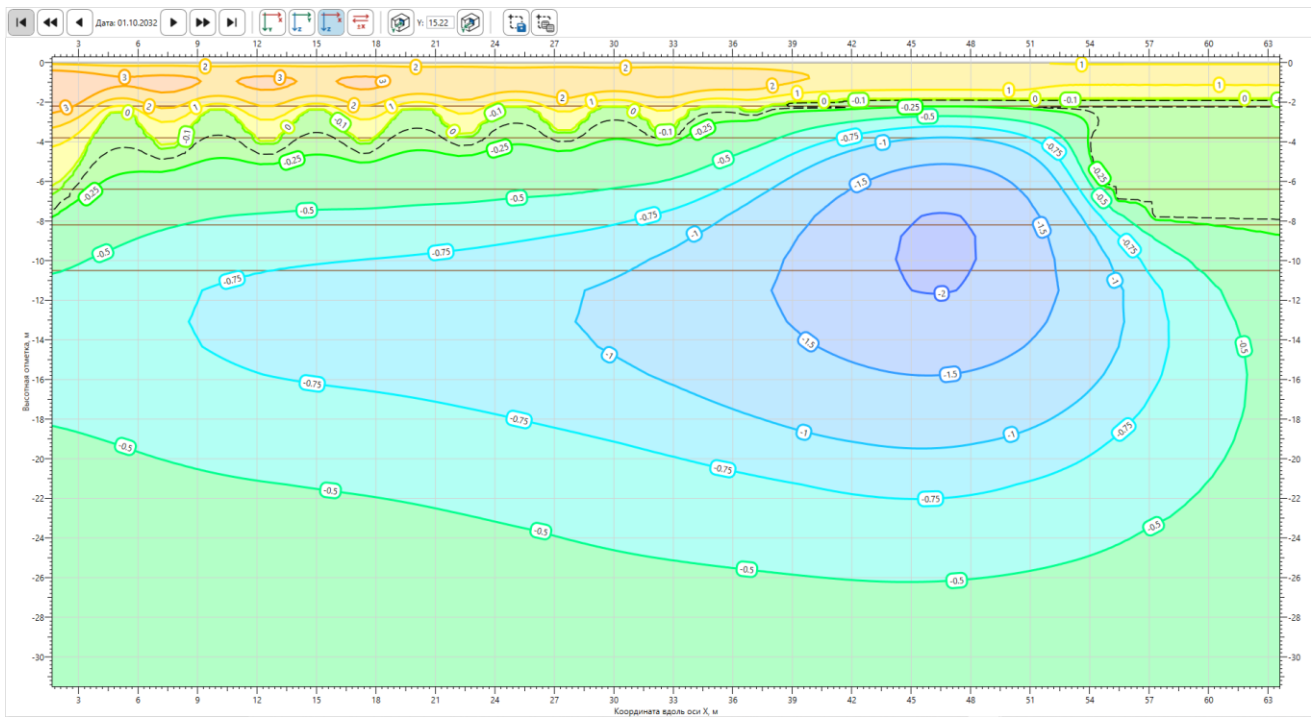


Рис. 5.12 – Распределение температуры грунтов на конец 10-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

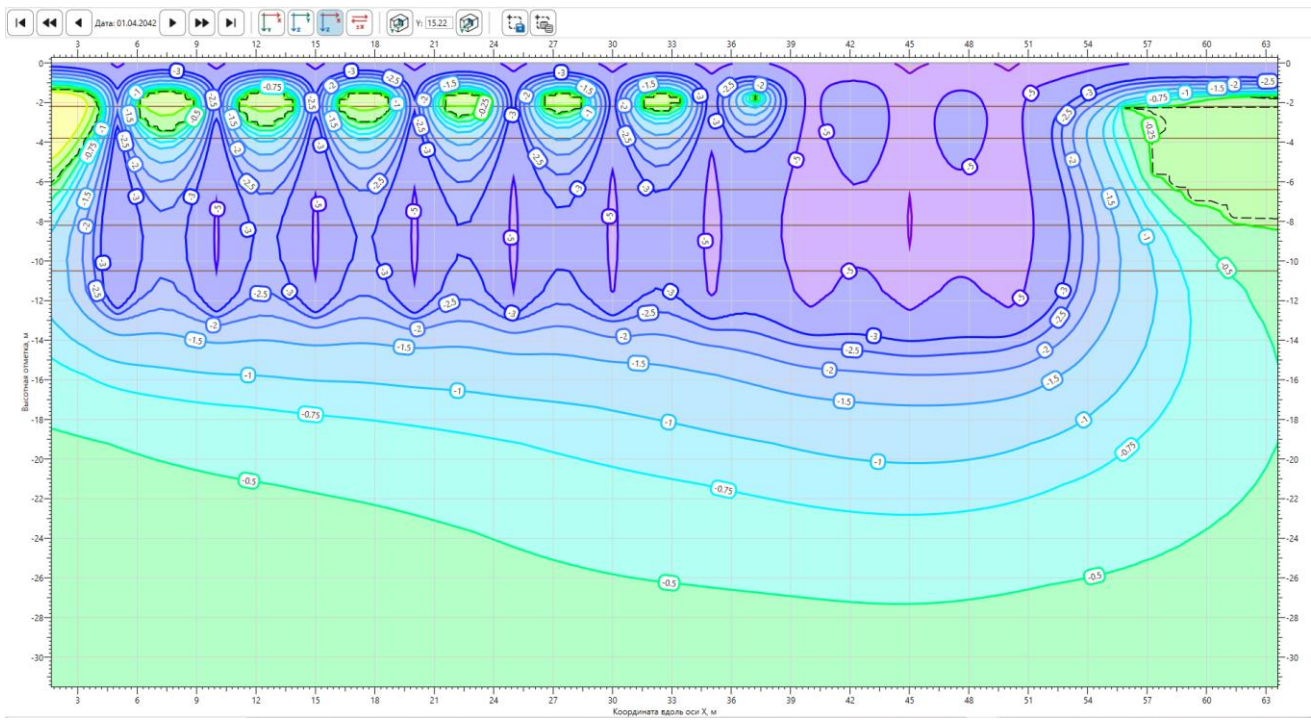


Рис. 5.13 – Распределение температуры грунтов на конец 20-й зимы

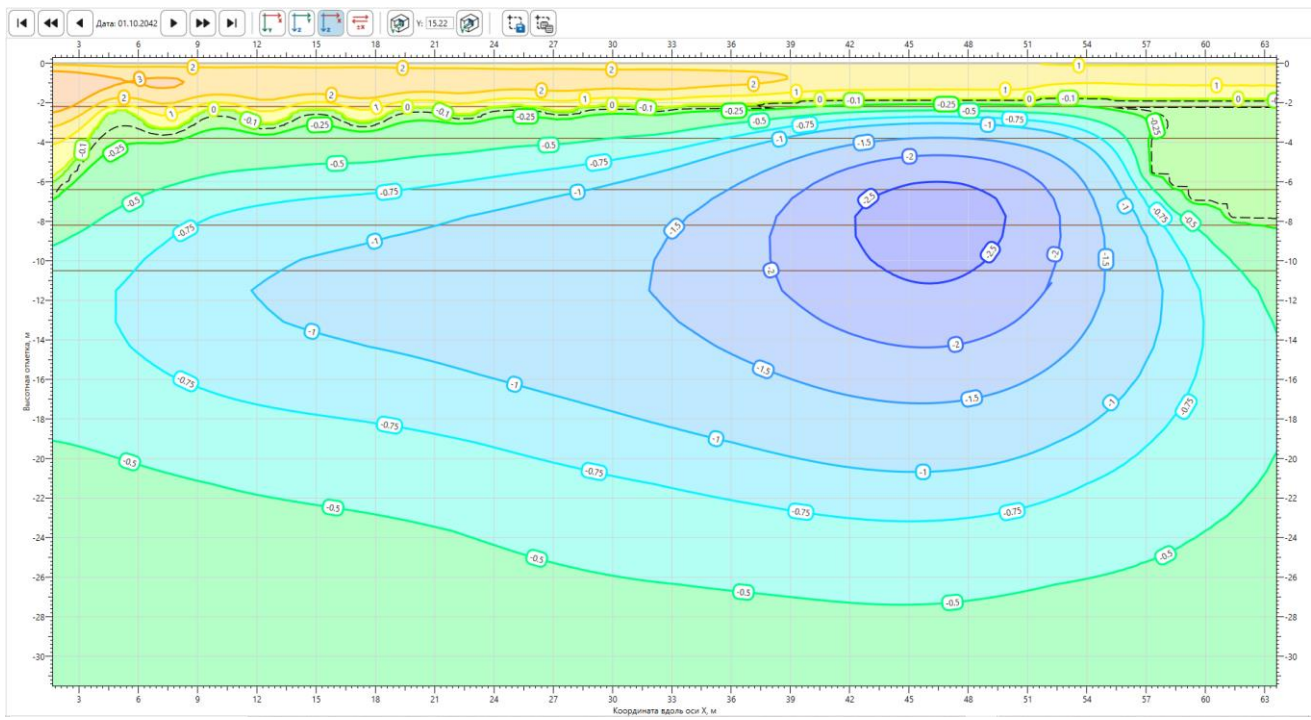


Рис. 5.14 – Распределение температуры грунтов на конец 20-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ	Лист
							57

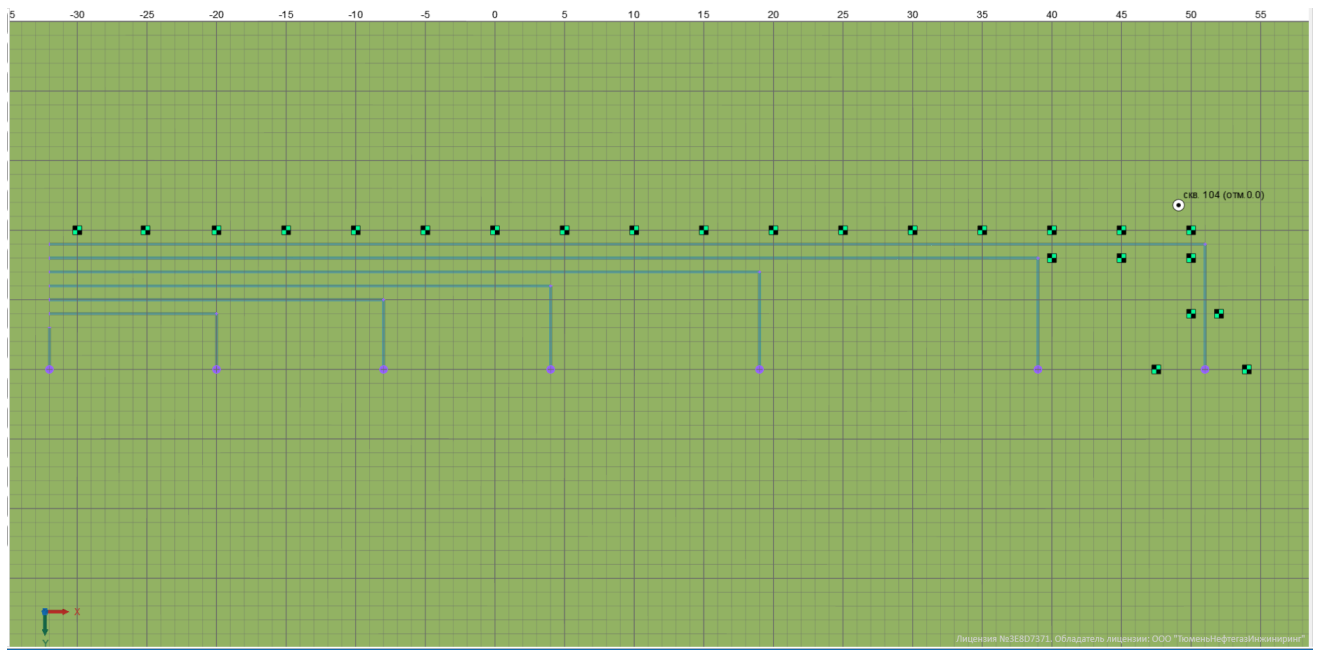


Рис. 5.16 – Схема расположения СОУ

Инв. № подл.	Взам. инв. №				
	Подп. и дата				
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

Лист

59

Приложение 6 Нефтепровод куст 8

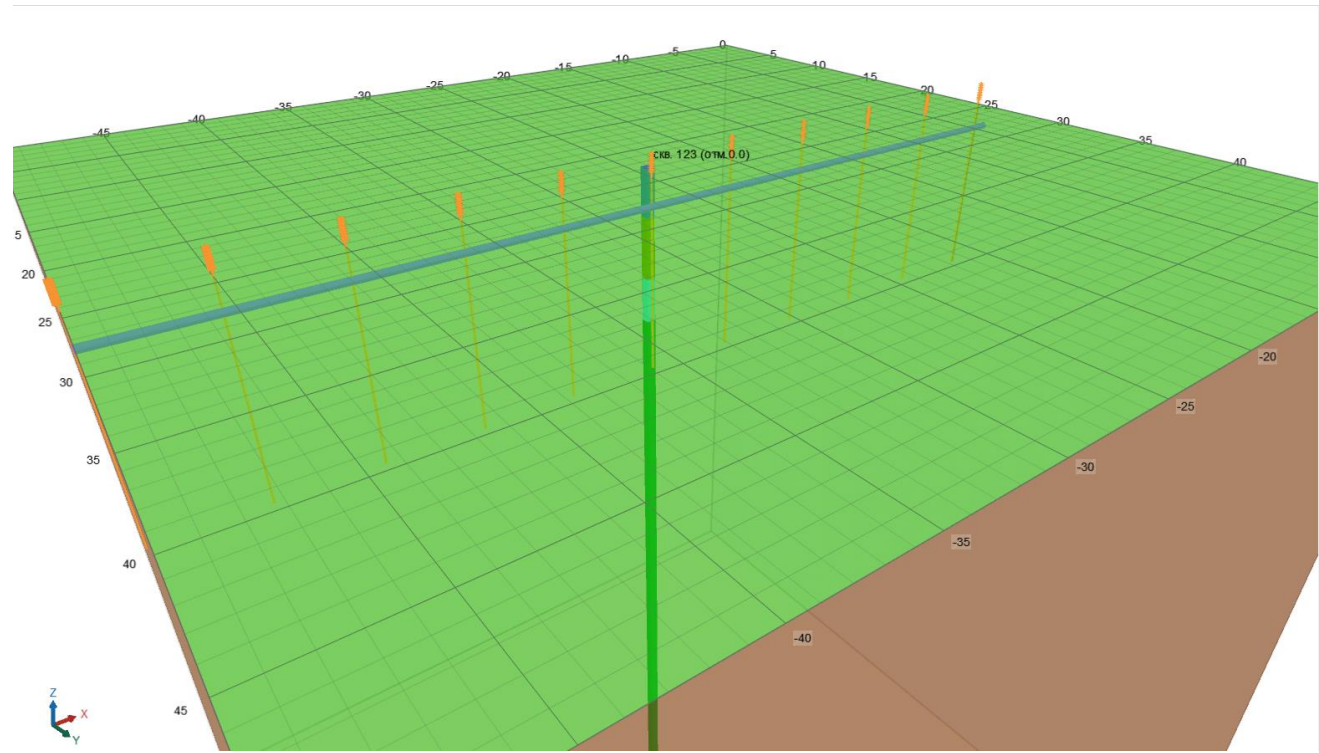


Рис. 6.1 – Визуализация расчетной модели

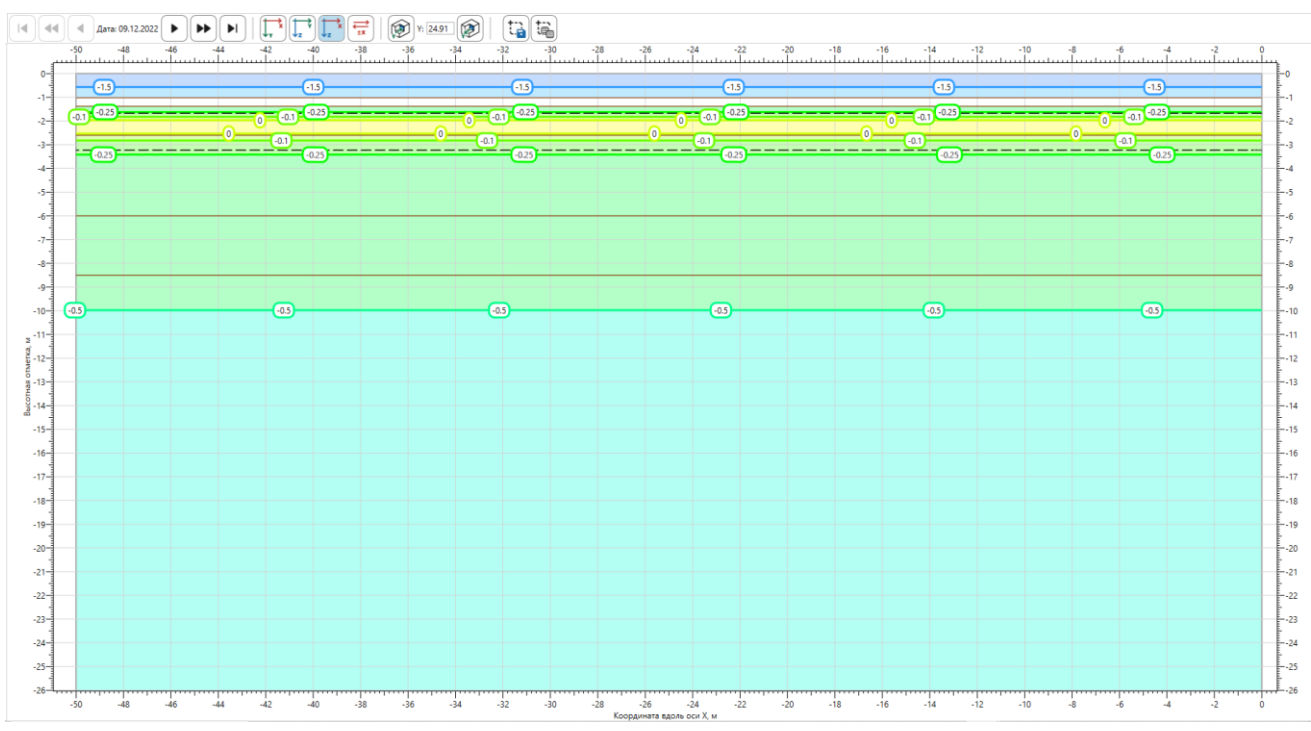


Рис. 6.2 – Исходное распределение температуры грунтов

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

Лист
60

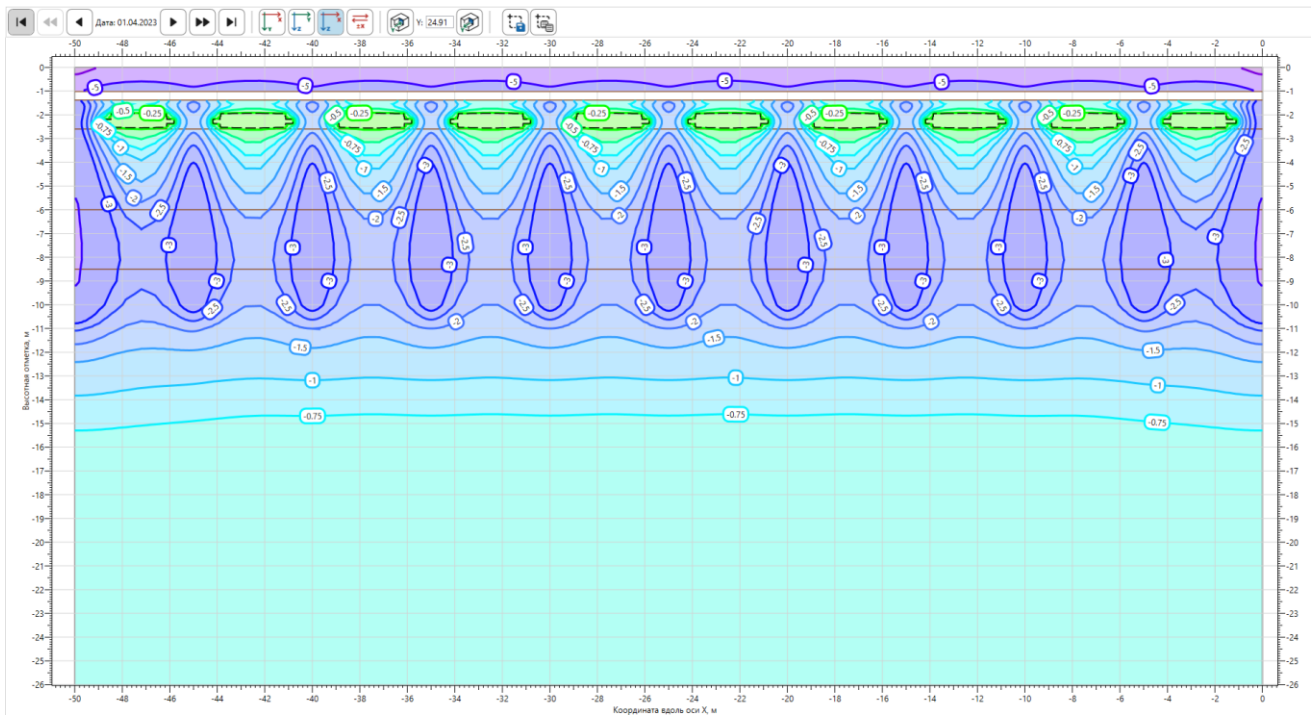


Рис. 6.3 – Распределение температуры грунтов на конец 1-й зимы

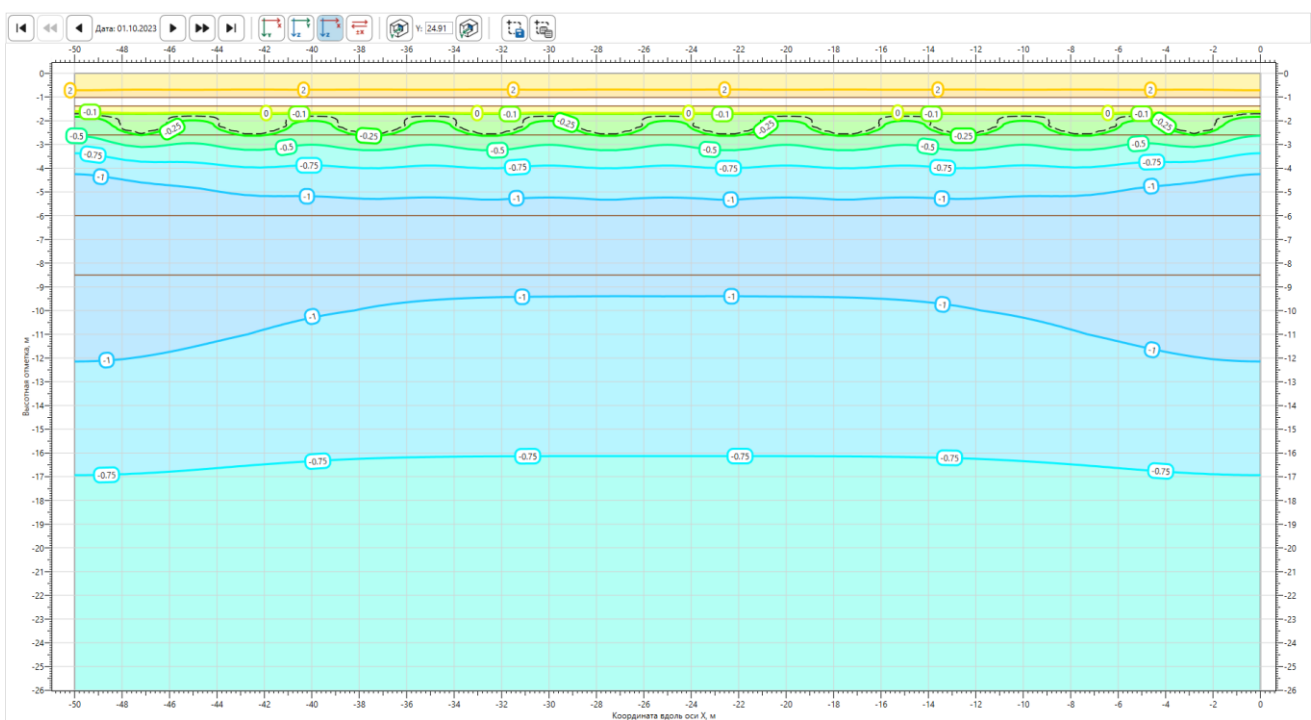


Рис. 6.4 – Распределение температуры грунтов на конец 1-го лета

Взам. инв. №	
Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Изм.	
Кол.уч.	
Лист	
№ док.	
Подп.	
Дата	

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

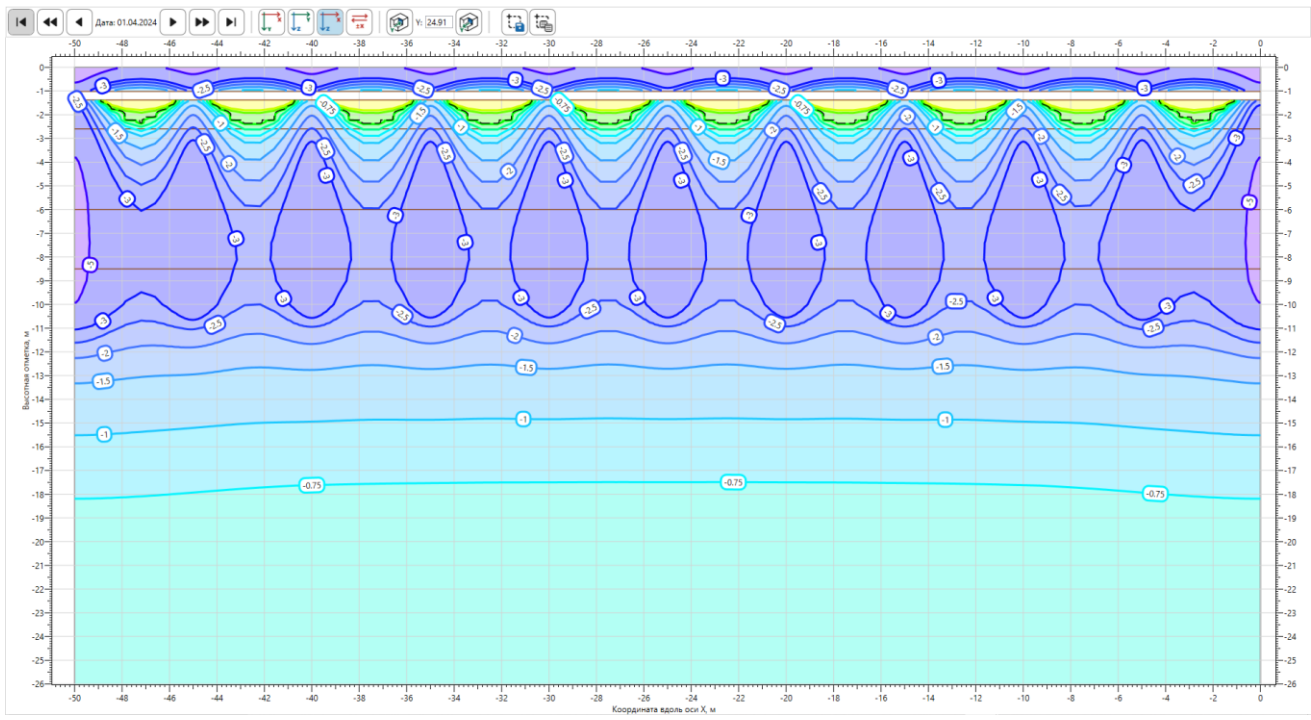


Рис. 6.5 – Распределение температуры грунтов на конец 2-й зимы

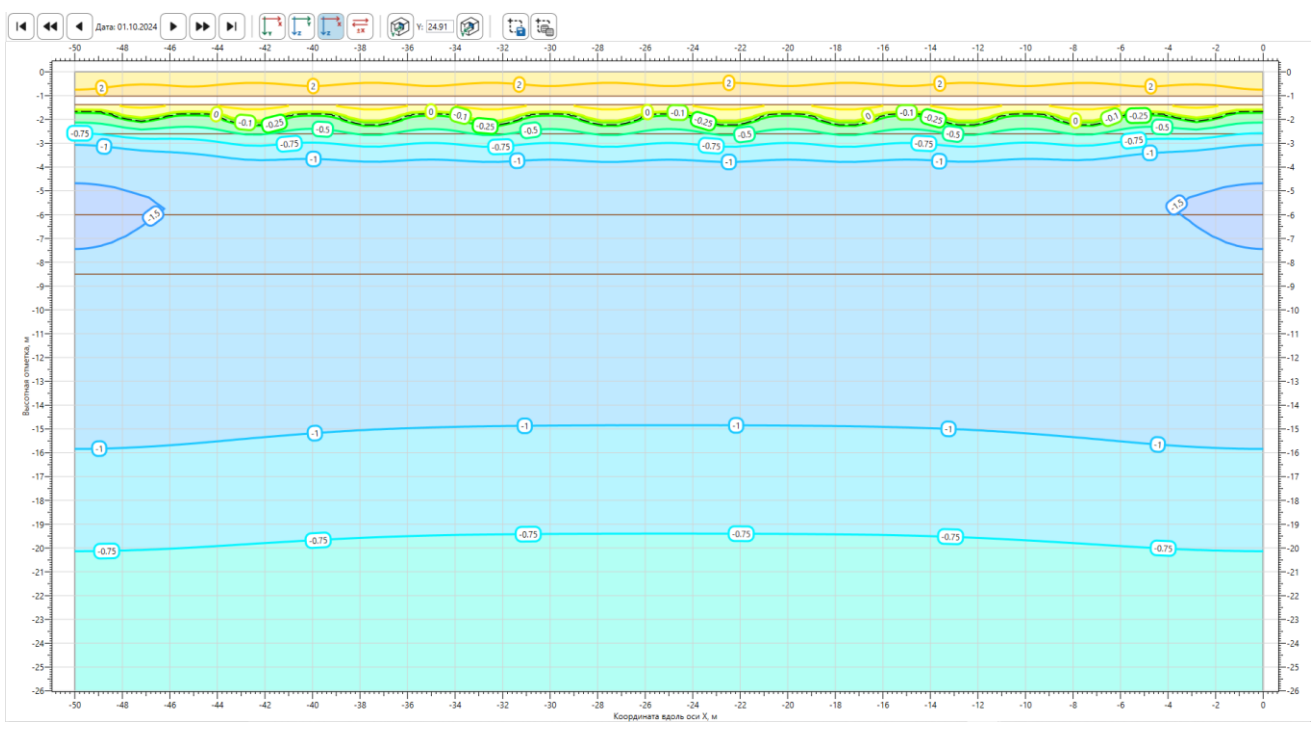


Рис. 6.6 – Распределение температуры грунтов на конец 2-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

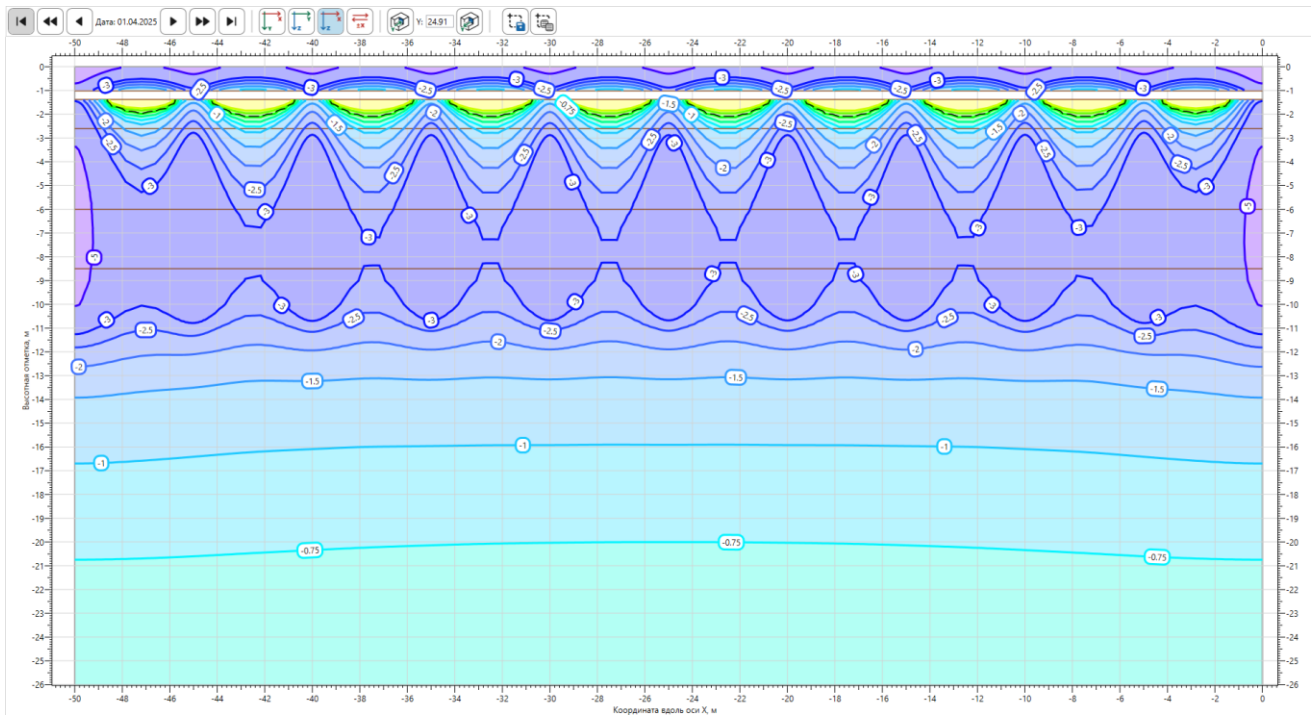


Рис. 6.7 – Распределение температуры грунтов на конец 3-й зимы

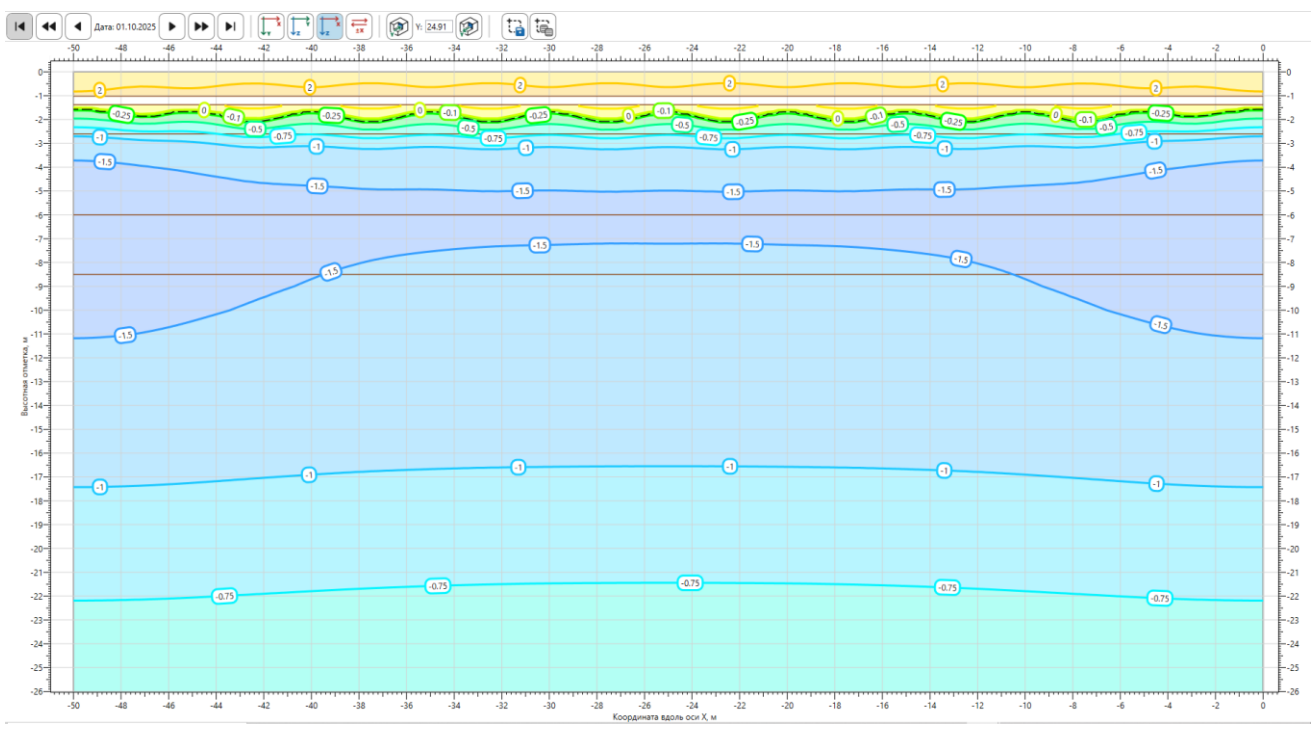


Рис. 6.8 – Распределение температуры грунтов на конец 3-го лета

Взам. инв. №	
Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Изм.	
Кол.уч.	
Лист	
№ док.	
Подп.	
Дата	

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

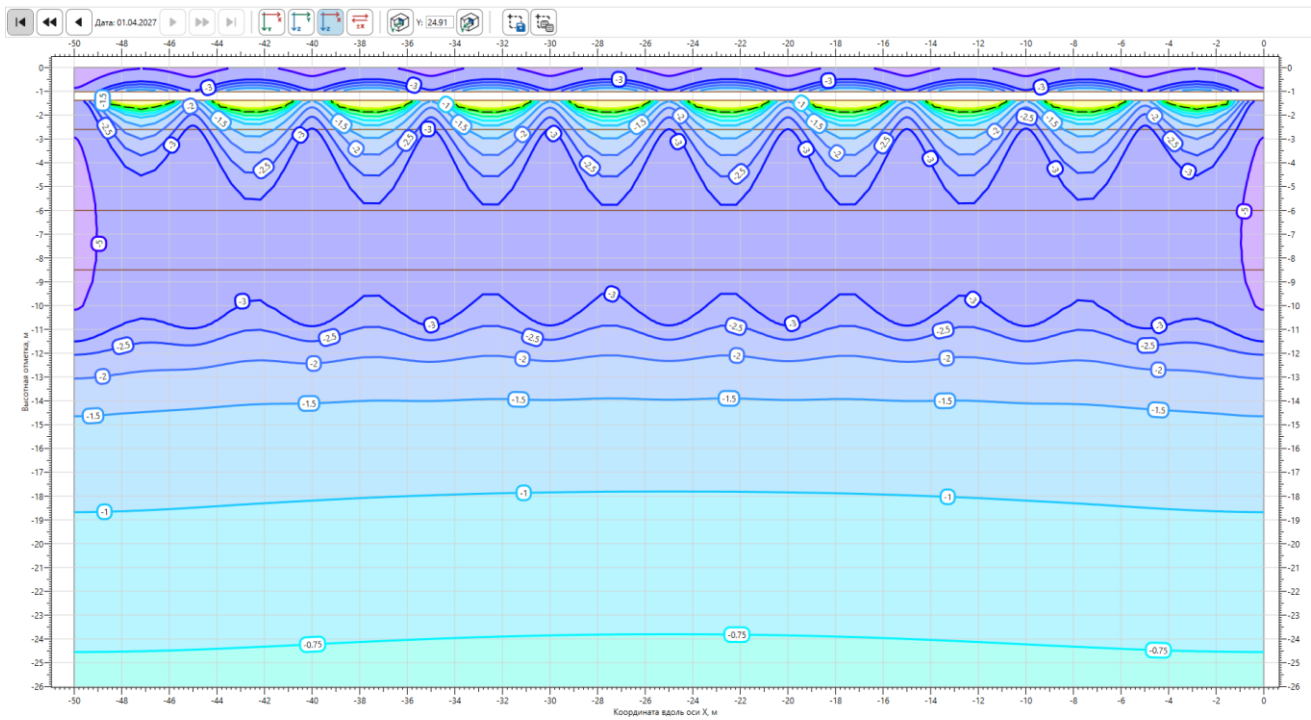


Рис. 6.9 – Распределение температуры грунтов на конец 5-й зимы

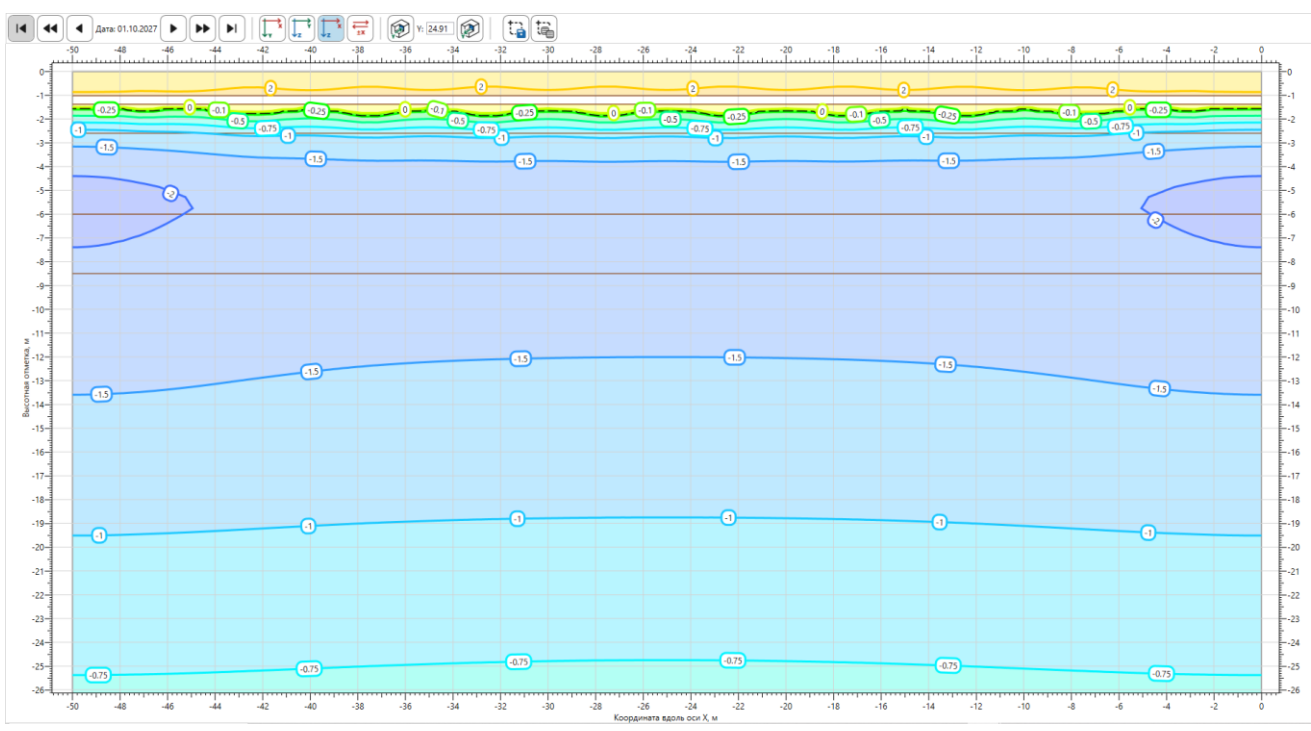


Рис. 6.10 – Распределение температуры грунтов на конец 5-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

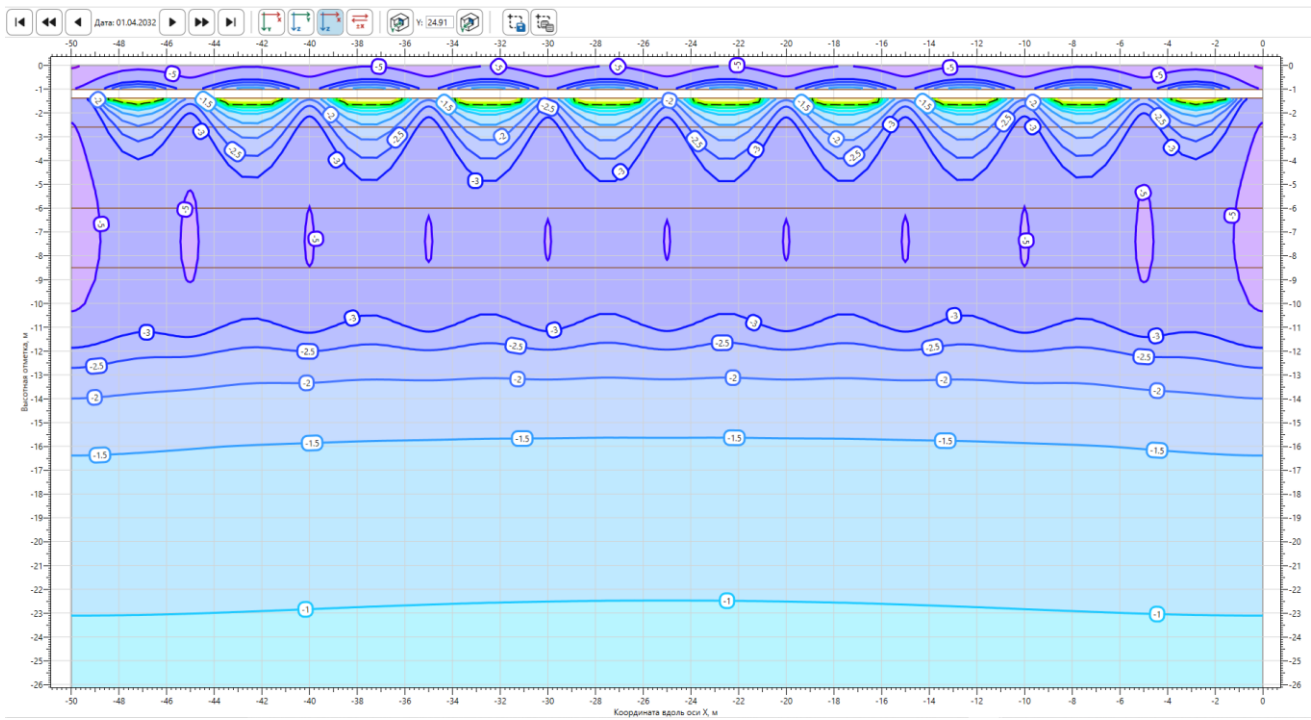


Рис. 6.11 – Распределение температуры грунтов на конец 10-й зимы

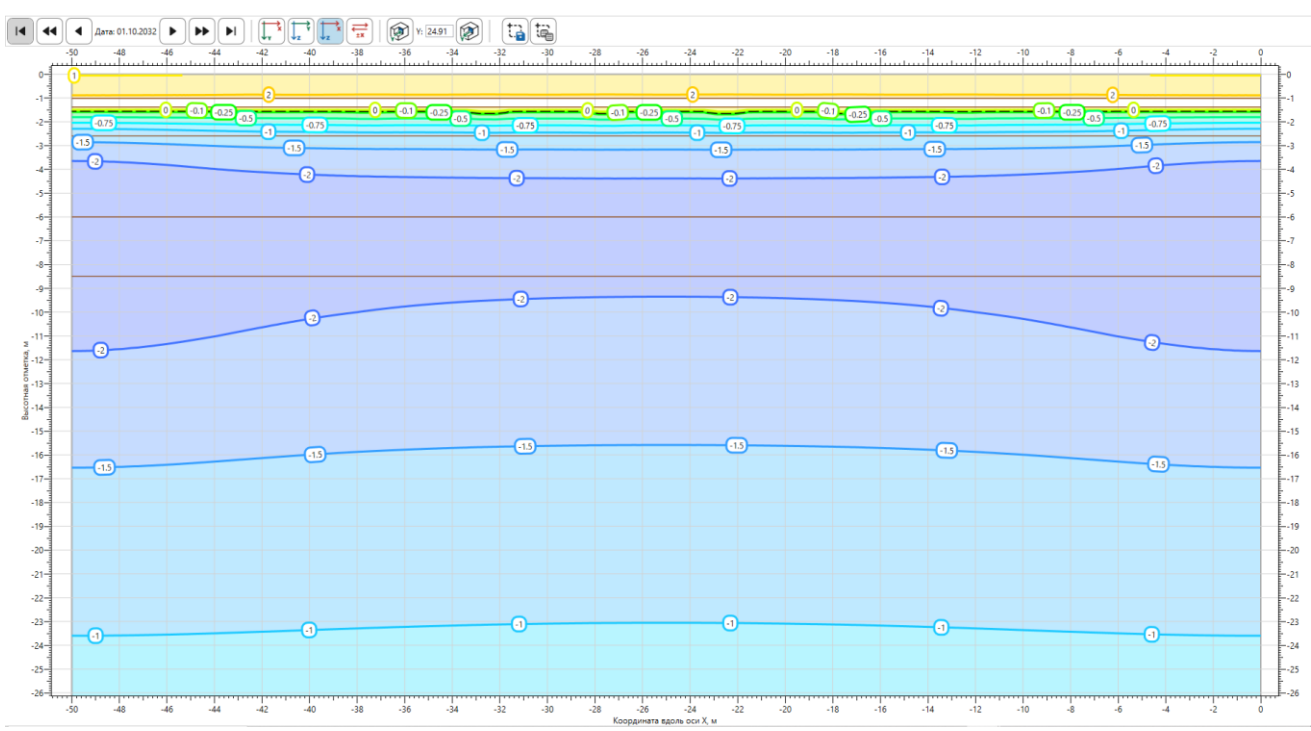


Рис. 6.12 – Распределение температуры грунтов на конец 10-го лета

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.						
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

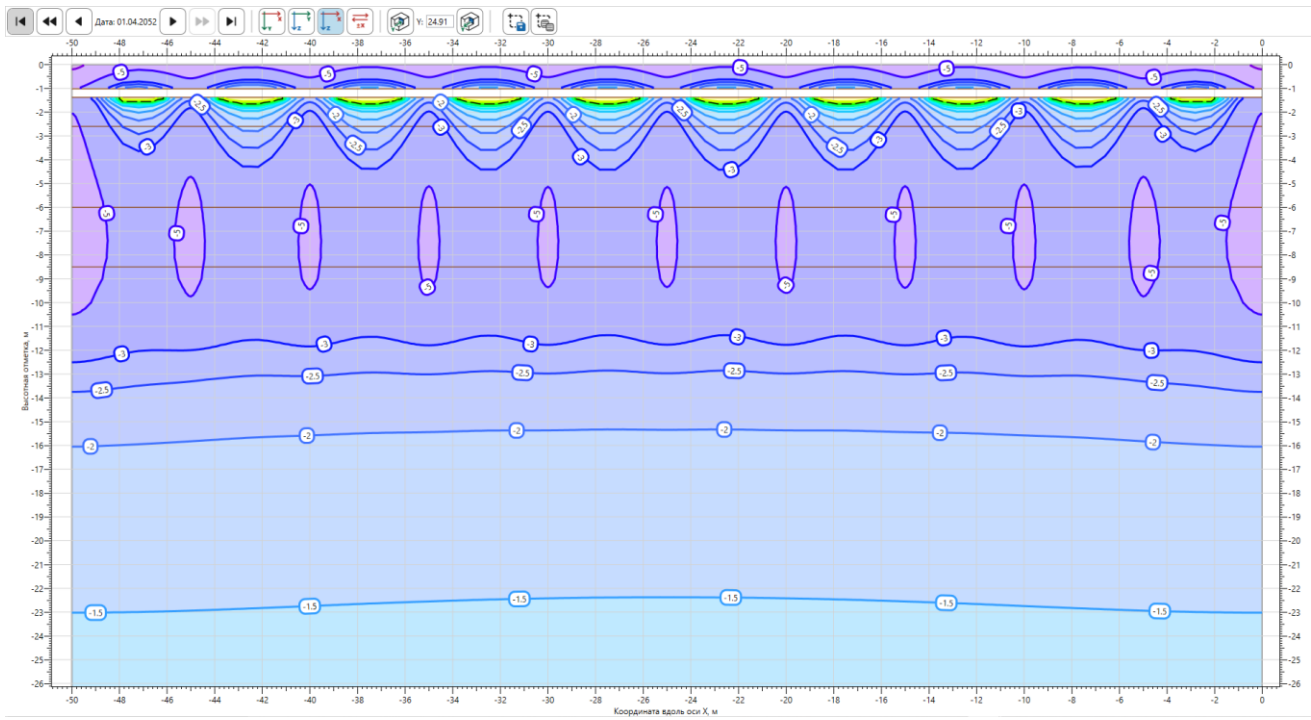


Рис. 6.15 – Распределение температуры грунтов на конец 30-й зимы

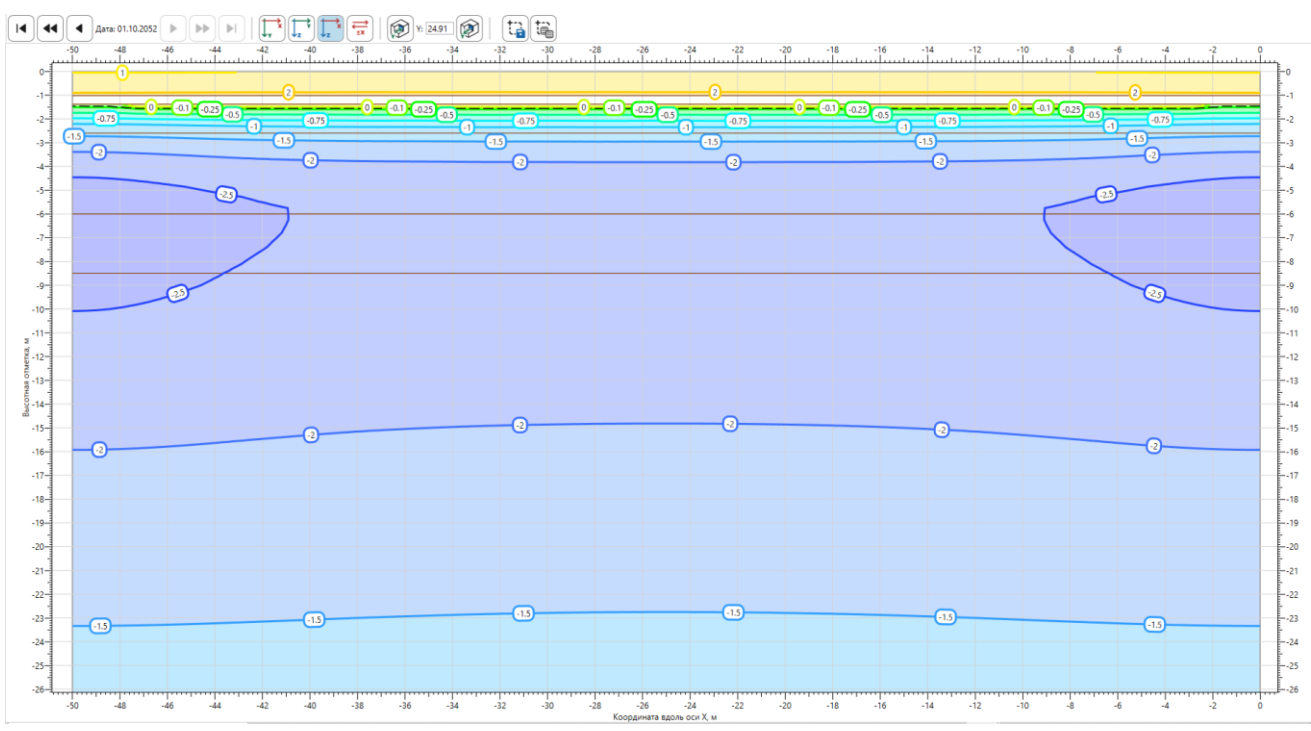


Рис. 6.16 – Распределение температуры грунтов на конец 30-го лета

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ

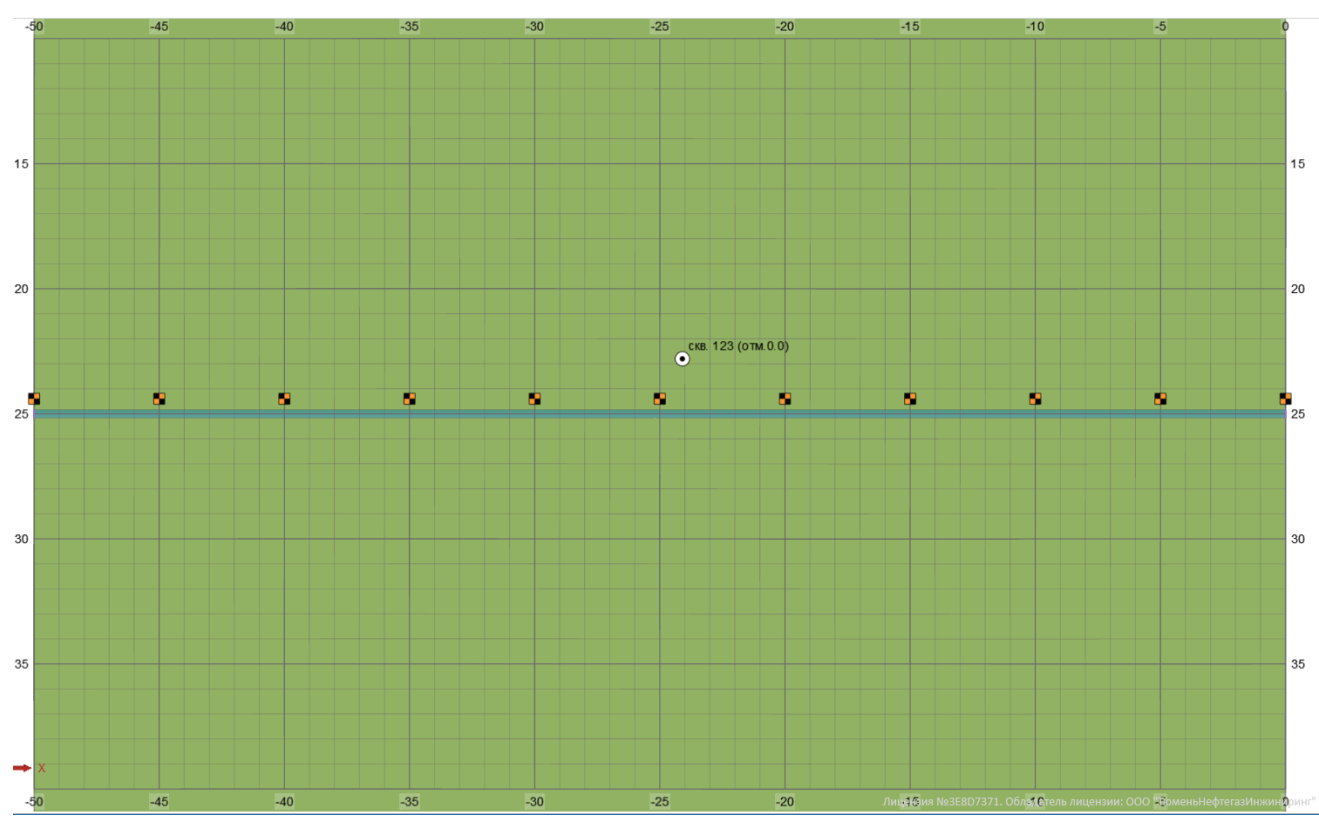


Рис. 6.17 – Схема расположения СОУ

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Я-389/У000006-2021-П-ТСГ.ТЧ