

Руководство пользователя

Frost.ГТМ

Введение

Frost.ГТМ – программа для геотехнического мониторинга и управления рисками возникновения инцидентов.

Программа предназначена для сбора, хранения, систематизации, анализа и визуализации большого набора данных наблюдений, полученных в процессе проведения геотехнического мониторинга (ГТМ) и своевременного оповещения пользователей об отклонении контролируемых параметров от нормативных значений.

Программа Frost.ГТМ позволяет создать полную иерархию сооружений объекта мониторинга, загрузить планы сооружений и обозначить на них местоположение точек съема измерений (деформационных марок, термоскважин, грунтовых реперов) и термостабилизаторов, добавить оборудование (датчики всех типов) и связать добавленные датчики с существующими точками съема измерений.

Программа позволяет загрузить результаты замеров (температур по глубинам и отметок деформационных марок) для каждой точки съема измерений. Загруженные измерения отображаются в сводных таблицах для каждой точки. Для каждого измерения рассчитывается средневзвешенная температура грунта на выбранном интервале глубин (для термоскважин) либо смещение/отклонение (для деформационных марок), по которым строятся линейные тренды изменения средневзвешенной температуры и смещения по деформациям соответственно.

Помимо отображения данных измерений в таблицах, по загруженным данным программа строит графики температурного распределения по глубине, контурного представления температурного распределения, средневзвешенной температуры и её тренда (для температурных замеров), смещения по деформациям и его тренда (для деформационных марок).

Загруженные показатели температур, а также рассчитанные показатели средневзвешенных температур, смещений по деформациям и их трендов сравниваются с заданными критическими показателями температуры и предела деформации для каждого объекта. Пользователь будет проинформирован о достижении критических значений и выходе за их пределы

Программа позволяет на единой платформе формировать проектно-сметную документацию, анализировать результаты геотехнического мониторинга и оценивать состояние объекта.

Основными пользователями являются специалисты проектных институтов, служб геотехнического мониторинга и профильных подразделений заказчиков строительства.

1.Аппаратно-программные требования

Frost.ГТМ – клиент-серверное решение с использованием web-технологий.

1.1. Требования к серверной части ПО:

1.1.1. Операционная система: Windows 10 и выше; Windows Server 2012 и выше; Linux (Ubuntu, Debian и т.п.).

1.1.2. Процессор: Intel, AMD 64х-архитектура.

1.1.3. ОЗУ: от 16 ГБ.

1.1.4. Программа для чтения XLSX, xls и PDF файлов.

1.1.5. Docker (для Windows – Docker Desktop) актуальной версии.

1.1.6. При установке Frost.ГТМ необходимы права локального Администратора.

1.2. Требования к рабочему месту пользователя ПО:

1.2.1. Операционная система: Windows 10 и выше 11; Linux (Ubuntu, Debian и т.п.).

1.2.2. ОЗУ: от 4 ГБ.

1.2.3. Наличие веб-браузера (Edge, Chrome, Firefox).

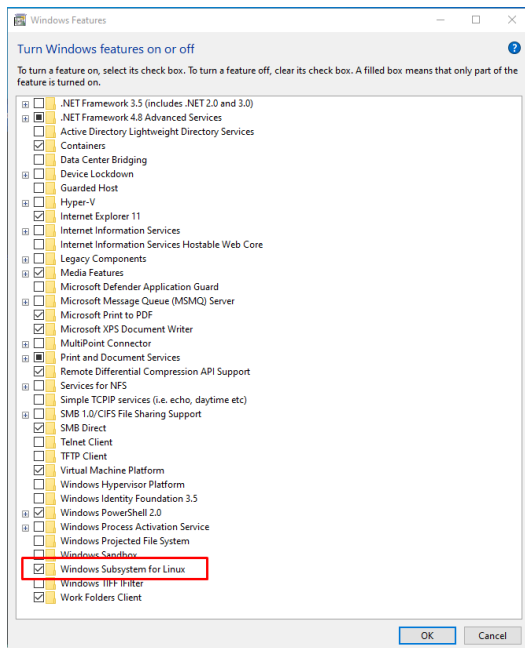
1.2.4. Программа для чтения PDF, XLSX и xls файлов.

2.Установка программы Frost.ГТМ

2.1. Настройка операционной системы и окружения.

Поставка программы Frost.ГТМ представляет собой установку докер контейнеров. Перед началом установки Frost.ГТМ пользователю необходимо установить и настроить операционную систему, а также окружение. Рассмотрим вариант установки на базе операционной системы Windows с установленным Docker Desktop с загруженным набором контейнером Frost.ГТМ.

Важно: Перед установкой пользователю необходимо убедиться, что в BIOS включена виртуализация и в компонентах Windows установлен “Windows Subsystem for Linux”.

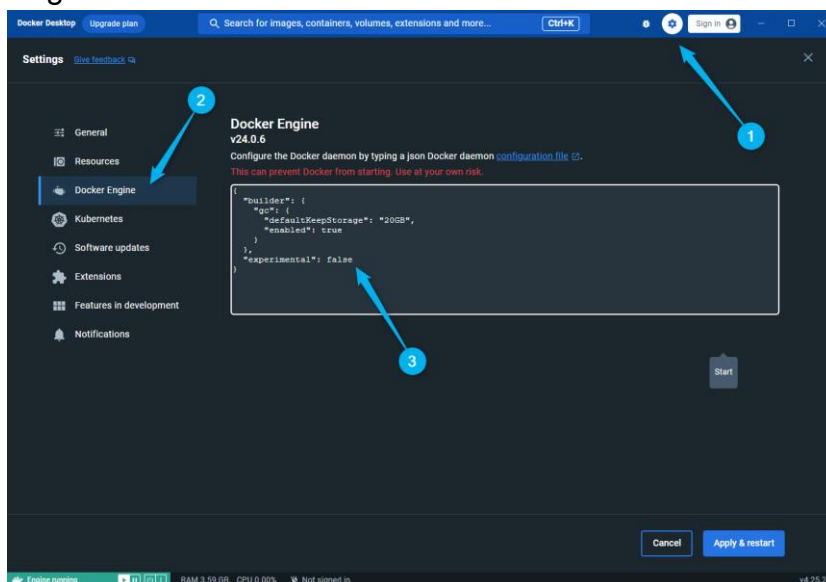


2.2. Установка Docker Desktop на Windows

Для установки Docker необходимо его скачать с официального [сайта](#) и установить. Затем выполним первый запуск Docker Desktop.

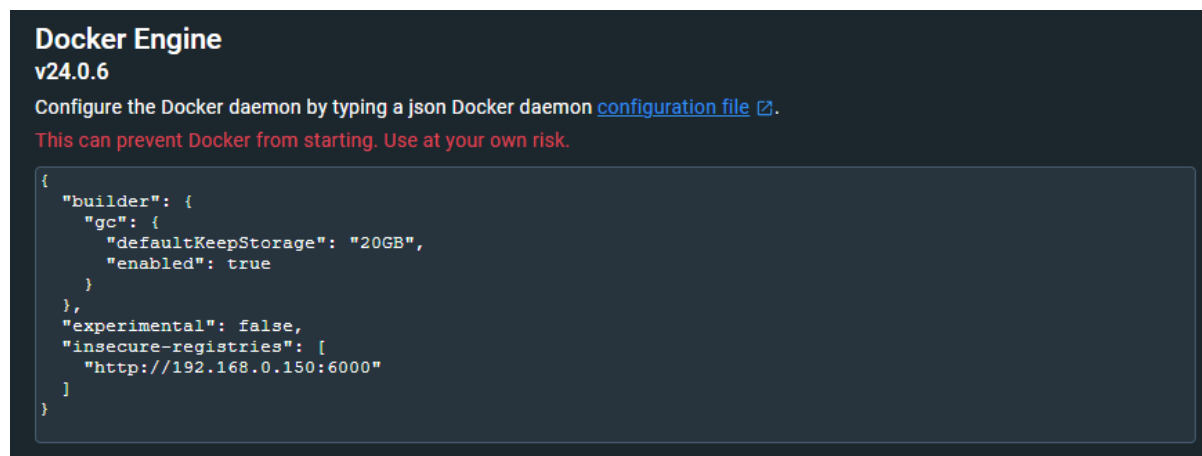
2.3. Настройка Docker Desktop

В Docker Desktop необходимо войти в настройки и перейти во вкладку Docker Engine:



В область со скриптом необходимо вставить следующий скрипт после строки "experimental": false.

```
,  
  "insecure-registries": [  
    "http://192.168.0.150:6000"  
  ]  
]
```



Затем нажимаем Apply & restart.

2.4. Установка Frost.ГТМ










Перед установкой набора контейнеров Frost.ГТМ необходимо разрешить запуск скриптов PowerShell. Выполняется это с помощью команды: **Set-ExecutionPolicy RemoteSigned**

Теперь переходим в папку «*frost_install*» и через командную строку или PowerShell запускаем файл «*install.ps1*» с правами администратора. Команда: **.\install.ps1**

Далее необходимо дождаться конца установки.

2.5. Проверка успешной установки Frost.ГТМ

Для того чтобы проверить что Frost.ГТМ успешно прошла процесс установки, необходимо убедиться что все контейнеры запущены и затем открыть браузер и перейти по следующему URL: localhost:8100.

<input type="checkbox"/>	Name	Image	Status	CPU (%)	Port(s)
<input type="checkbox"/>	 frost_gtm		Other	N/A	
<input type="checkbox"/>	 frost_gtm_ui b0d2ceac59d7		Created	N/A	8100:8100 ↗
<input type="checkbox"/>	 frost_api_gateway e20e8456bf27		Exited	N/A	5090:5090 ↗
<input type="checkbox"/>	 frost_gtm_measur 1ea794187a22		Exited (137)	N/A	47000:47000 ↗ Show all ports (2)
<input type="checkbox"/>	 frost_gtm_infrast 5b585f4567c3		Exited (137)	N/A	47200:47200 ↗ Show all ports (2)

Откроется начальная страница Frost.ГТМ.



1. Авторизация

Нажав на кнопку “Вход” в правом верхнем углу начальной страницы, пользователь перенаправляется на страницу авторизации, где он должен ввести логин (электронная почта) и пароль.

Вход

Используйте локальный аккаунт

 Запомнить меня

[У Вас нет аккаунта? Зарегистрироваться](#)

Новый пользователь может зарегистрироваться в системе на странице регистрации:

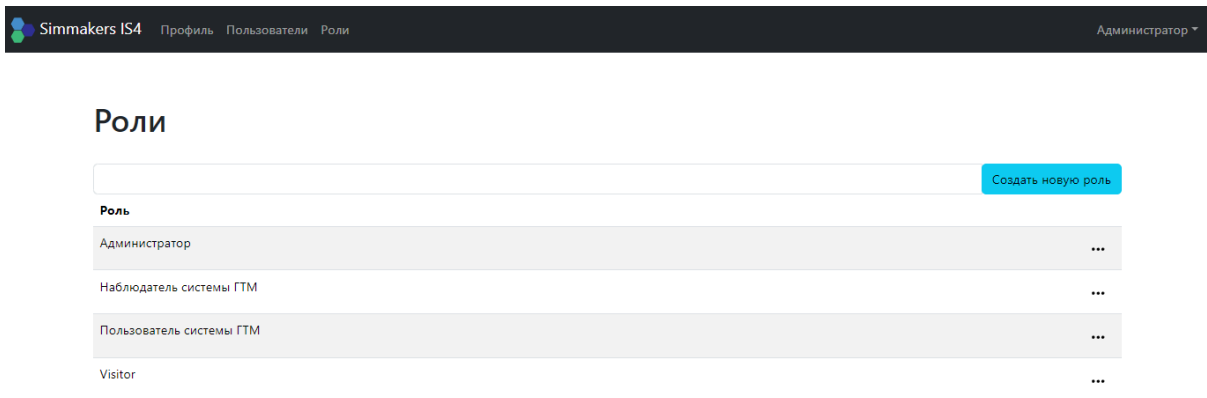
Создать новый аккаунт

Авторизованный пользователь получает доступ только к тем функциям программы, на которые он авторизован в соответствии с его уровнем доступа.

По умолчанию в системе предусмотрено три роли:

- “Наблюдатель системы ГТМ”: доступ только для просмотра
- “Пользователь системы ГТМ”: доступ для просмотра и редактирования

- “Администратор”: доступ для просмотра и редактирования проекта + доступ для просмотра и редактирования области администрирования пользователей и ролей доступа



По умолчанию зарегистрированный в системе пользователь не получает роли. Роль (а вместе с ней и права доступа) должна быть назначена администратором программы.

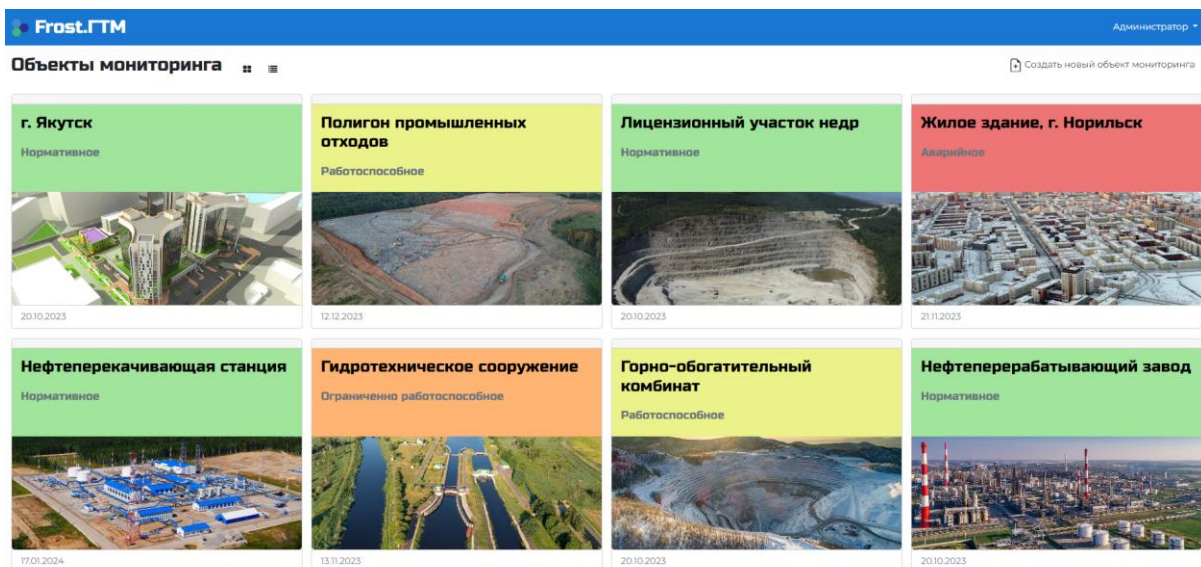
На текущий момент доступ касается всего содержимого программы. В будущем возможно разделение доступа на просмотр, например, только выбранных проектов.

2. Проекты

а. Отображение всех проектов

Авторизованный пользователь попадает на главную страницу Frost.ГТМ.

На главной странице отображается список существующих объектов мониторинга – список всех проектов, для которых ведется геотехнический мониторинг.



Этот список представляет из себя набор плиток, в которых содержатся изображение, добавленное пользователем, название проекта и его текущее состояние.

Также пользователь может переключиться на отображение списка проектов в табличном виде:

Название объекта	Состояние	Описание	Дата добавления
г. Якутск	Нормативное		20.10.2023
Полигон промышленных отходов	Работоспособное		12.12.2023
Лицензионный участок недр	Нормативное		20.10.2023
Жилое здание, г. Норильск	Аварийное		21.11.2023
Нефтеперекачивающая станция	Нормативное		17.01.2024
Гидротехническое сооружение	Ограниченно работоспособное		13.11.2023
Горно-обогатительный комбинат	Работоспособное		20.10.2023
Нефтеперерабатывающий завод	Нормативное		20.10.2023

в. Создание нового проекта

Справа на панели управления находится кнопка “Создать новый объект мониторинга”, которая открывает специальный интерфейс, где можно создать новый проект:

Создать



Тип объекта
Выберите тип объекта



Координаты



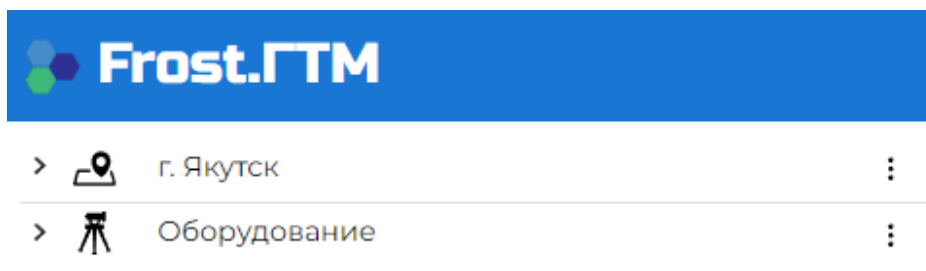
Закреть

Создать

3. Область списка

Когда пользователь выбрал необходимый проект и нажал на его плитку, он переходит в окно работы с проектом. И первое, с чем он будет взаимодействовать – область списка.

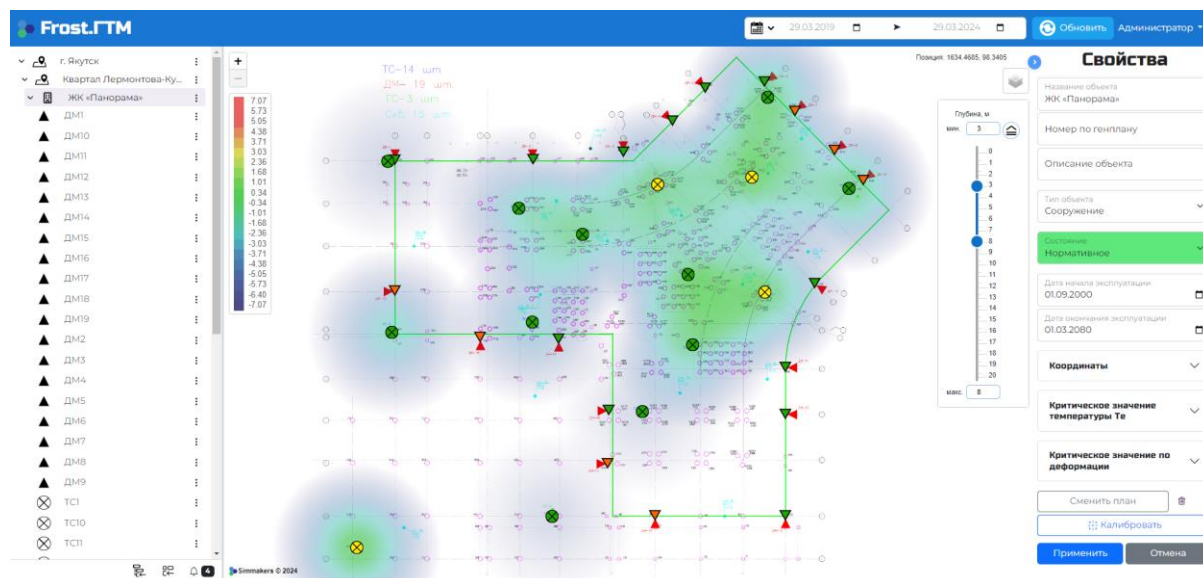
Эта область содержит два перечня: список объектов и список оборудования.



а. Список объектов

Список объектов содержит в себе иерархию всех объектов мониторинга (области, сооружения, дороги, ТСГ и т.д.) и всех элементов сети ГТМ.

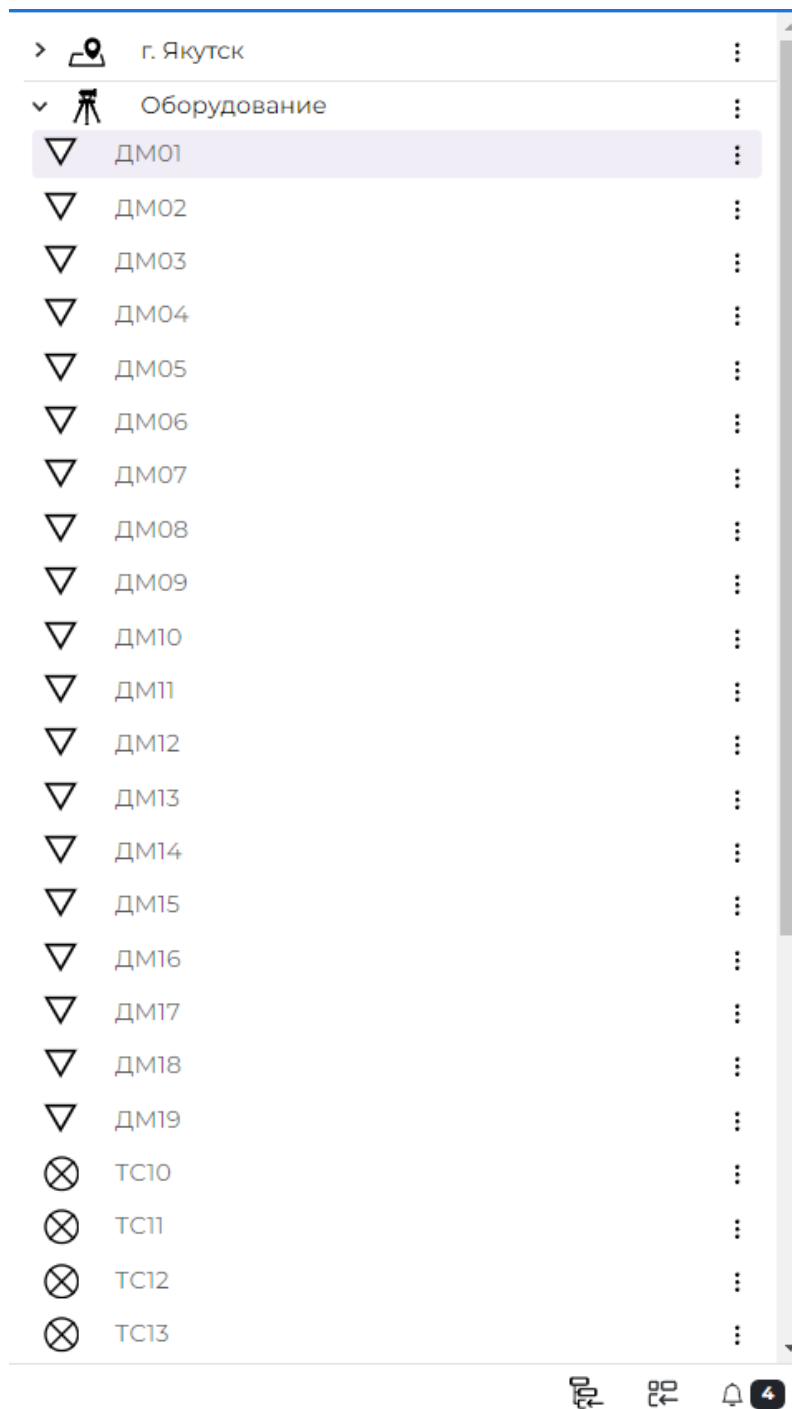
На вершине данной иерархии находятся группирующие объекты (например, площадка/месторождение), ниже - более мелкие административные образования, затем конкретный объект ГТМ. В данном случае это сооружение жилого комплекса «Панорама».



Также в этом списке содержатся все точки съема измерений, например, термометрические скважины и деформационные марки.

в. Список датчиков

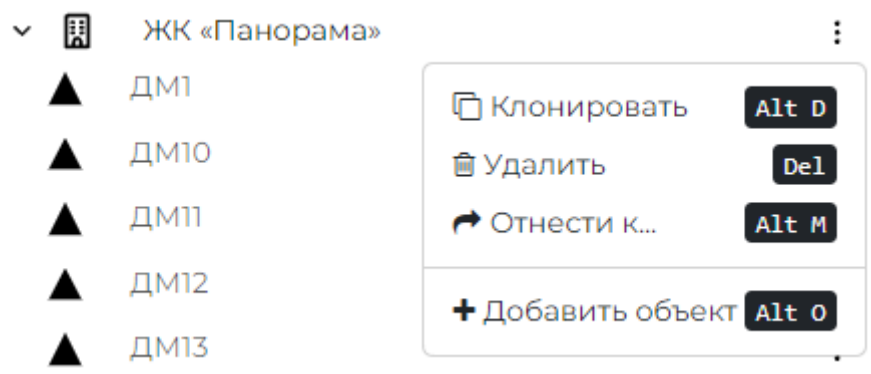
Список оборудования содержит в себе одноуровневый список всего оборудования, которое используется при ведении ГТМ на данном объекте.



с. Создание объекта

Объекты можно создавать вручную или импортировать.

Для ручного создания объекта нужно нажать на три вертикальные точки справа от названия объекта в области списка и в открывшемся контекстном меню выбрать опцию “Добавить объект”:



Откроется окно создания объекта:

Создать ✕

Выберите тип объекта ▾
Координаты ▾

Поля "Название объекта" и "Тип объекта" обязательны для заполнения, остальные опциональны.

Новый объект будет создан как дочерний к объекту, у которого было вызвано контекстное меню.

d. Импорт иерархии объектов

Для импорта иерархии объектов на панели инструментов внизу области списка расположена кнопка «Импорт иерархии объектов»:



Она открывает интерфейс, где можно выбрать родительский объект, для которого мы будем создавать иерархию, и загрузить excel-документ, который по своей структуре совпадает с перечнем объектов в генплане, и позволяет импортировать номер по генплану, название объекта, координаты объекта, тип объекта, родительский объект (номер по генплану либо название) для создания нескольких уровней вложенности иерархии и т.д.

Импорт иерархии объектов и оборудования



Импорт объектов

Импорт оборудования

Отнести объекты к...

Родительский объект

import ▾



Переместите файл(-ы) внутрь данной области
или

Выберите файл(-ы)

Закреть

Импортировать

Ниже представлен пример формата файла иерархии:

Номер	Название	Координаты
Производственная зона		
1121010	Установка стабилизации газового конденсата	14А+50; 17Б+00

1121011	Аппаратная технологических установок с трансформаторными подстанциями	14А+00; 16Б+00
1121020	Установка очистки природного газа от сероводорода и углекислого газа	12А+50; 16Б+00
1121030	Установка производства серы и доочистки хвостовых газов	14А+00; 14Б+50

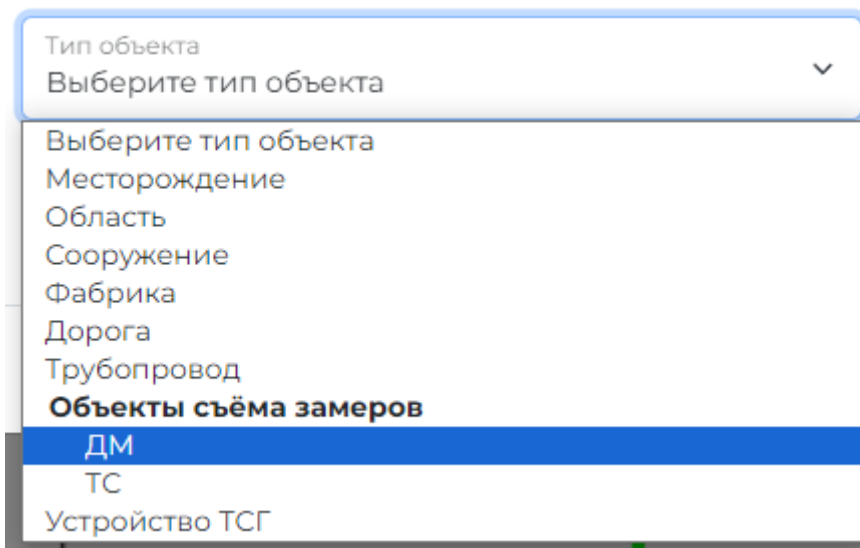
Зона сырьевых и товарных складов		
1123010	Резервуарный парк хранения метанола	16А+50; 16Б+50
1123020	Резервуарный парк хранения конденсата	16А+50; 15Б+50
1123021	Автоматическая установка пожаротушения	16А+00; 15Б+00
1123030	Насосная метанола	16А+00; 16Б+00
1123040	Насосная конденсата	16А+00; 15Б+50
1123051	Установка рекуперации паров метанола	16А+00; 16Б+50

Пример файла иерархии с точками съема измерений:

Номер	Название	Координаты	Тип объекта	Родительский объект
	ППиТБО		Область	
3	03 Установка термического обезвреживания сточных вод		Сооружение	
5	05 Газосепаратор		Сооружение	
6	06 Снегоплавильная установка		Сооружение	
7	07 Установка термической деструкции		Сооружение	
	ДМ3.1		ДМ	3
	ДМ3.2		ДМ	3
	ДМ3.3		ДМ	3
	ДМ3.4		ДМ	3
	ТС2		ТС	3
	ТС28		ТС	05 Газосепаратор
	ТС4		ТС	06 Снегоплавильная установка
	ДМ7.1		ДМ	7
	ДМ7.2		ДМ	7
	ДМ7.3		ДМ	7
	ДМ7.4		ДМ	7
	ТС9		ТС	7

е. Создание точки съёма измерений

Чтобы создать точку съёма измерений, нужно на форме создания объекта в выпадающем списке "Тип объекта" выбрать соответствующий тип точки съёма измерений: "ТС" для термоскважины либо "ДМ" для деформационной марки или грунтового репера:

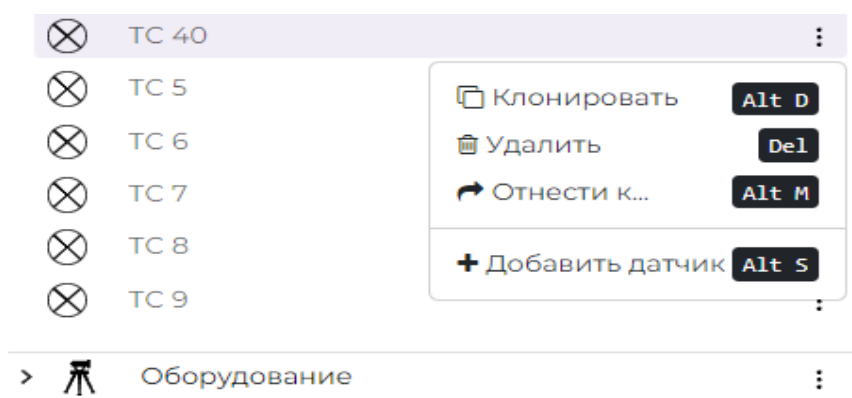


Точка съёма измерений будет создана как дочерняя к объекту, у которого было вызвано контекстное меню.

ф. Создание датчика

Датчик можно создать двумя способами:

1. Нажать на три вертикальные точки справа от названия объекта съёма замеров в области списка и в открывшемся контекстном меню выбрать опцию "Добавить датчик":



2. Нажать на три вертикальные точки справа от названия секции “Оборудование” и в открывшемся контекстном меню выбрать опцию “Добавить датчик”



В обоих случаях откроется форма создания датчика:

Создать датчик ✕

Количество датчиков:

Датчик, созданный через контекстное меню объекта съёма замеров, будет автоматически прикреплен к этому объекту.

Датчик, созданный через секцию “Оборудование”, можно прикрепить к объекту съёма замеров, вызвав опцию “Отнести к...” в контекстном меню датчика. Откроется окно “Отнести к...”, где пользователь сможет выбрать объект съёма замеров и задать дату установки датчика.

Отнести оборудование 'ТС 1' к...



Родительский объект

ТС 1 ▾

Дата установки датчика

01.03.2024 08:32



Закреть

Сохранить

Дата установки датчика на объект съёма замеров используется при загрузке данных измерений в систему. Если измерения выполнены с помощью датчика, на момент измерения прикрепленного к точке съема замеров, то измерение будет автоматически ассоциировано с соответствующей точкой съема замеров.

- **ВНИМАНИЕ:** дата установки обязательно должна быть раньше даты измерений, полученных с этого датчика, иначе измерения не загрузятся!

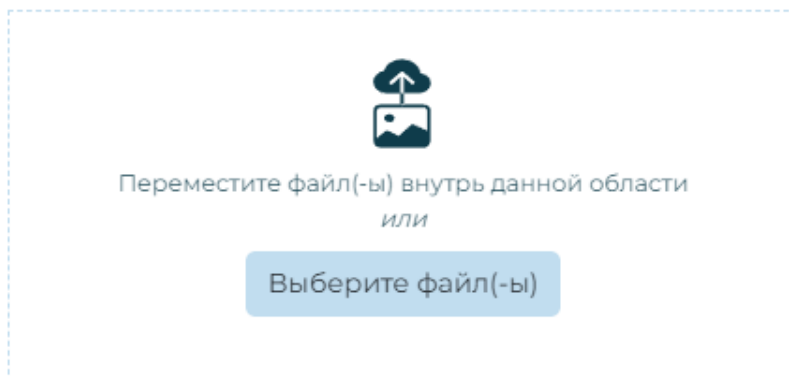
г. Загрузка данных измерений

Для импорта данных измерений на панели инструментов внизу области списка расположена специальная кнопка «Импорт измерений»:



Она открывает интерфейс, где можно выбрать и загрузить файл с данными температурных измерений либо измерений по деформационным маркам:

Импорт файлов с данными по измерениям



Закреть

Импортировать

На текущий момент реализована поддержка файлов измерений следующих форматов: Excel (.xlsx, .xls, .csv), JSON (.json) и файлов производителей оборудования - Криолаб (.gtm) и Эталон (.pk2, .vpl, .vpr).

Файлы измерений в формате Excel должны соответствовать определенным шаблонам:

- для деформационных марок:

Время	Номер	Имя объекта	Значение
13.10.2023 15:00	ob63	Object 6.3	69,513

- для термоскважин:

Время	Номер	Имя объекта	0	0,5	1	1,5	2
04.10.2012 15:00	ob68	Object 6.8	0,07	-3,51	-3,58	-3,02	-2,27
10.10.2012 15:00	ob68	Object 6.8	-0,82	2,26	3,85	4,4	4,28
04.10.2013 15:00	ob68	Object 6.8	-0,01	-3,46	-3,53	-2,97	-2,23

10.10.2013 15:00	ob68	Object 6.8	-0,72	2,31	3,93	4,51	4,4
---------------------	------	------------	-------	------	------	------	-----

Здесь “Время” - это дата и время снятия замеров (можно только дата), “Номер” - серийный номер датчика, “Имя объекта” - название точки съёма замеров, к которой был присоединен датчик на момент снятия замеров, “Значение” - положение деформационной марки, “0”, “0,5”... - значения глубин, на которых производились замеры температур.

h. Логика сопоставления загруженных данных измерений точкам съёма замеров

На данный момент реализована двухступенчатая проверка соответствия объектов и датчиков при импорте измерений из файла:

1. Сначала проверяется соответствие имен точек съёма замеров, указанных в файле, с имеющимися в проекте объектами.

При наличии единственного совпадения имени объекта из файла с именем точки съёма замеров в проекте ГТМ измерения импортируются в данный объект независимо от остальных параметров:

- Если у точки съёма замеров есть прикрепленный датчик с серийным номером, соответствующим указанному в файле
- Если у точки съёма замеров есть прикрепленный датчик с серийным номером, отличающимся от указанного в файле
- Если у точки съёма замеров нет прикрепленного датчика

2. Если совпадений в п.1 не было найдено или их было несколько, то проверяется соответствие серийных номеров датчиков, указанных в файле, с имеющимися в проекте датчиками.

При наличии совпадения серийного номера датчика из файла с серийным номером датчика в проекте ГТМ измерения импортируются в точку съёма замеров, к которой был прикреплен данный датчик, причём:

- Датчик должен быть прикреплен к точке съёма замеров на момент, соответствующий дате и времени измерений
- Поскольку однозначное сопоставление не было найдено в п.1, имя точки съёма замеров в проекте ГТМ может отличаться от имени, указанного в файле

3. Если соответствия ни точкам съёма замера, ни датчикам не было найдено, измерение попадает в базу данных без соотнесения объектам проекта.

- В будущем такие измерения можно будет сопоставить вручную имеющимся в проекте точкам съёма замеров через запланированный к разработке интерфейс обработки проблем измерений.

i. Панель уведомлений

Для просмотра уведомлений в заголовке страницы (вверху справа) присутствует кнопка «Уведомления» с одноименным тултипом и иконкой-колокольчиком, рядом с
















которой отображается количество непрочитанных уведомлений :



Она открывает интерфейс, где можно просмотреть все уведомления, на которые подписан данный пользователь:

Уведомления

Все **Важные** Непрочитанные

-  18.06.2024 12:13 
Превышено критическое значение температуры для [ТС-120](#) объекта [Термометрия](#) в проекте [Гидротехническое сооружение](#). 
-  18.06.2024 11:46 
Превышено критическое значение деформации для [dm2](#) объекта [oo2 new](#) в проекте [Test Thermo](#). 
-  18.06.2024 11:46 
Состояние объекта [oo2 new](#) в проекте [Test Thermo](#) было изменено с 'Нормативное' на 'Ограниченно работоспособное' пользователем 'user5'. 
-  17.06.2024 18:20 
Тренд температуры для [ТС44](#) объекта [Инженерные сети](#) в проекте [Полигон промышленных и твёрдых бытовых отходов](#) превысит критическое значение 31.01.2029 14:20. 
-  17.06.2024 18:19 
Тренд деформации для [ДМ3.1](#) 

< 1 >

На данный момент в системе генерируются уведомления для следующих событий:

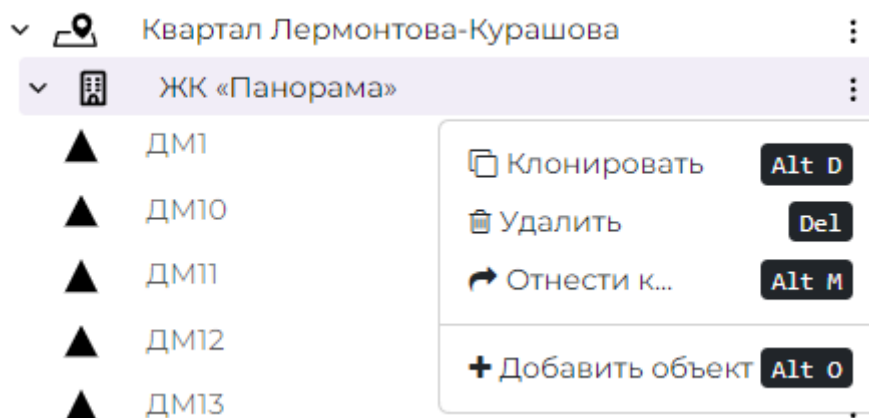
- оповещения об изменении состояния объектов
- оповещения о достижении критических значений деформации
- оповещения о достижении критических значений температуры
- оповещения о прогнозируемом достижении критических значений трендом деформации в течение срока эксплуатации объекта
- оповещения о прогнозируемом достижении критических значений трендом температуры в течение срока эксплуатации объекта

По ссылкам в уведомлении можно перейти на соответствующий объект (проект, сооружение, точку съёма замеров).

j. Контекстное меню объекта

Для каждого объекта в области списка можно вызвать контекстное меню.

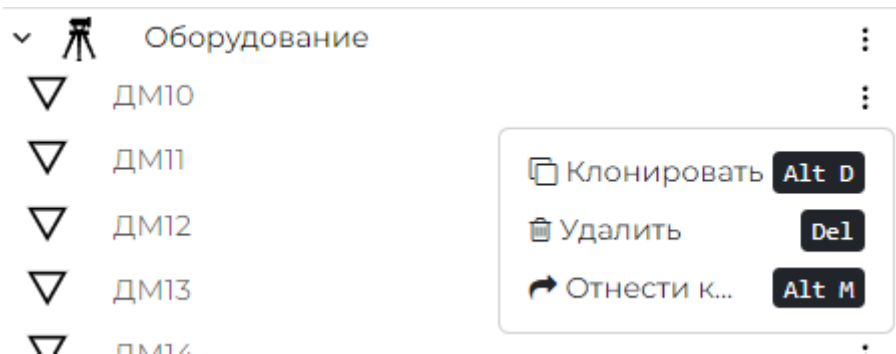
Для вызова контекстного меню объекта необходимо нажать на три вертикальные точки справа от названия объекта в области списка.



С помощью контекстного меню можно клонировать объект, удалить объект, изменить его принадлежность к родительскому объекту (если это не верхний уровень иерархии) - например, деформационную марку можно отнести к другому сооружению - а также создать дочерний объект (для проектов и объектов, не являющихся точками съёма замеров или термостабилизаторами) или датчик (для объектов съёма замеров).

к. Контекстное меню датчика


Для каждого датчика в области оборудования также можно вызвать контекстное меню:



С помощью контекстного меню датчика можно клонировать датчик, удалить датчик и изменить его принадлежность к родительскому объекту съёма замеров.

4. Область свойств объектов

Для просмотра и редактирования параметров объектов используется область свойств.

Кнопка вызова области свойств находится в правом верхнем углу области карты: 

Для просмотра свойств объекта нужно выделить объект в области списка и раскрыть область свойств.

а. Проект

При выборе проекта в области свойств будут отображаться следующие поля для редактирования его свойств:

- Название объекта
- Номер по генплану
- Описание объекта
- Тип объекта
- Состояние
- чекбокс "Отображать точки съёма замеров и ТСГ дочерних объектов"
- Дата начала эксплуатации
- Дата окончания эксплуатации
- Раскрывающийся список "Координаты" с формами для заполнения "Глобальные координаты" и "Локальные координаты"
- Раскрывающийся список "Критическое значение температуры T_c " с формами для заполнения "Температура T_c ", "Минимальная глубина" и "Максимальная глубина", а также комбо-боксом "Тип расчета тренда"
- Раскрывающийся список "Критическое значение деформации" с формой для заполнения "Предел деформации", а также комбо-боксом "Тип расчета тренда"
- Кнопки "Сменить изображение" и "Удалить изображение" (X)
- Кнопки "Сменить план" и "Удалить план" (X)

Только в области свойств проекта (объекта мониторинга верхнего уровня иерархии) кроме типичного для любого объекта перечня свойств расположена кнопка “Сменить изображение”, которая позволяет загрузить изображение на плитку проекта на главном экране. Также в области свойств есть кнопка “Сменить план”, которая позволяет загрузить файл с локальным планом сооружения.

The image displays two side-by-side screenshots of a mobile application's 'Свойства' (Properties) form. Both forms have a blue header with a back arrow and the title 'Свойства'. The left form is for a project named 'Якутск'. It contains the following fields: 'Название объекта' (Якутск), 'Номер по генплану', 'Описание объекта' (12345), 'Тип объекта' (Область), 'Состояние' (Нормативное), 'Дата начала эксплуатации' (дд.мм.гггг), 'Дата окончания эксплуатации' (дд.мм.гггг), 'Координаты', 'Критическое значение температуры Те', 'Критическое значение по деформации', 'Сменить изображение' (with a trash icon), and 'Сменить план' (with a trash icon). At the bottom are 'Применить' and 'Отмена' buttons. The right form is for a project named 'ЖК «Панорама»'. It contains: 'Название объекта' (ЖК «Панорама»), 'Номер по генплану', 'Описание объекта', 'Тип объекта' (Сооружение), 'Состояние' (Нормативное), 'Дата начала эксплуатации' (01.01.2003), 'Дата окончания эксплуатации' (31.12.2030), 'Координаты', 'Критическое значение температуры Те', 'Критическое значение по деформации', and 'Сменить план' (with a trash icon). At the bottom are 'Применить' and 'Отмена' buttons.

в. Объекты

Рассмотрим область свойств для объектов.

При выборе объекта в области свойств будут отображаться следующие поля для редактирования его свойств:

- Название объекта

- Номер по генплану
- Описание объекта
- Тип объекта
- Состояние
- чекбокс "Отображать точки съёма замеров и ТСГ дочерних объектов"
- Дата начала эксплуатации
- Дата окончания эксплуатации
- Раскрывающийся список "Координаты" с формами для заполнения "Глобальные координаты" и "Локальные координаты"
- Раскрывающийся список "Критическое значение температуры T_c " с формами для заполнения "Температура T_c ", "Минимальная глубина" и "Максимальная глубина", а также комбо-боксом "Тип расчета тренда"
- Раскрывающийся список "Критическое значение по деформации" с формой для заполнения "Предел деформации", а также комбо-боксом "Тип расчета тренда"
- Кнопки "Сменить план" и "Удалить план" (X)

По результатам анализа формируется вывод о состоянии всего сооружения.

The image shows two side-by-side configuration panels. The left panel is titled "Критическое значение температуры T_c " and contains a text input field with the value "-0,5" and a unit selector "°C". Below this are two columns for "Минимальная глубина" and "Максимальная глубина", each with a text input field (values "3" and "8" respectively) and a unit selector "м". At the bottom is a dropdown menu for "Тип расчета тренда" with the selected option "За весь период измереи". The right panel is titled "Критическое значение деформации" and contains a text input field with the value "0,01" and a unit selector "м". Below this is a dropdown menu for "Тип расчета тренда" with the selected option "За выбранное количест", and a text input field with the value "5".

с. Точки съема измерений

На данный момент в системе существует два типа объектов съёма замеров: деформационные марки и термометрические скважины. Эти объекты указывают на точки, в которых осуществляется съём данных измерений с помощью соответствующего оборудования.

При выборе объекта съёма замеров в области свойств будут отображаться следующие поля для редактирования его свойств:

- Название объекта
- Номер по генплану
- Описание объекта

- Тип объекта
- Состояние
- Номер последнего датчика (опционально, только для чтения)
- Дата прикрепления (опционально, только для чтения)
- Раскрывающийся список "Координаты" с формами для заполнения "Глобальные координаты" и "Локальные координаты"

d. Устройства ТСГ

При выборе устройства ТСГ в области свойств будут отображаться следующие поля для редактирования его свойств:

- Название объекта
- Номер по генплану
- Описание объекта
- Наименование оборудования
- Тип ТСГ (по умолчанию "Вертикальное СОУ")
- Тип объекта ("Устройство ТСГ")
- Состояние
- Раскрывающийся список "Координаты" с формами для заполнения "Глобальные координаты" и "Локальные координаты"

e. Оборудование

При выборе датчика (объекта оборудования) в области свойств будут отображаться следующие поля для редактирования его свойств:

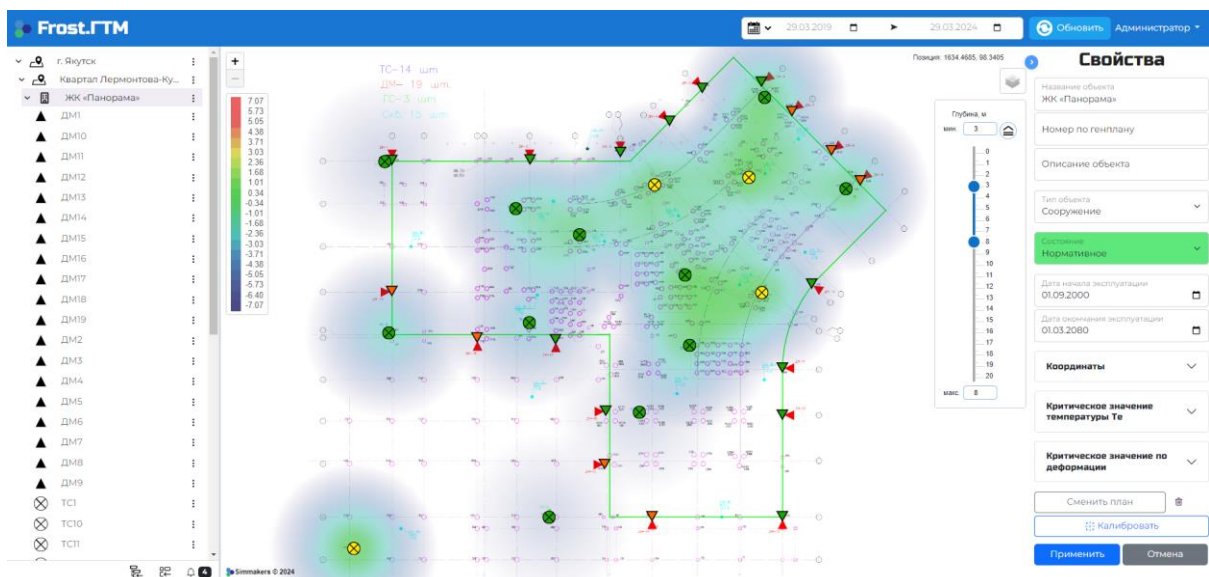
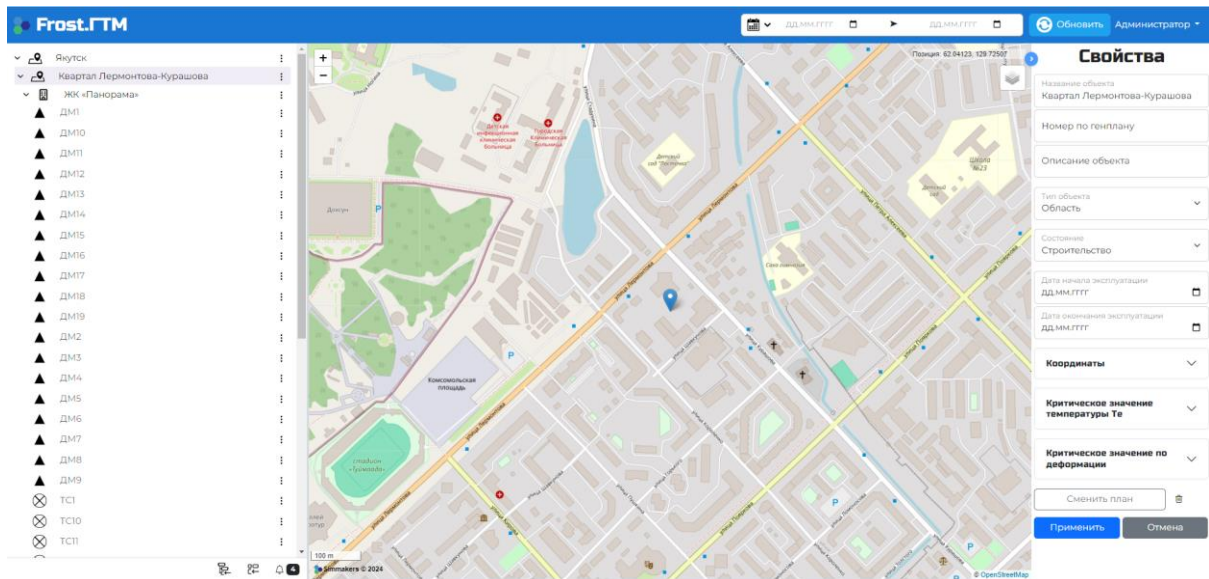
- Название датчика
- Серийный номер
- Описание датчика
- Тип датчика (поле только для чтения)
- Состояние (Работоспособное, Ограниченно работоспособное, Выведено из эксплуатации)
- Дата установки датчика

5. Сцена

a. Отображение на разных уровнях

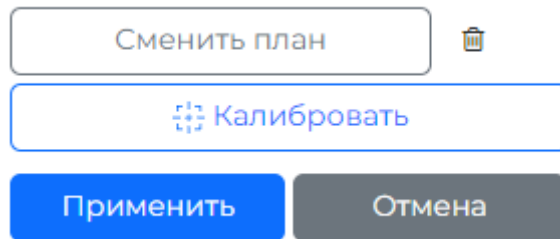
Сцена – центральная область программы Frost.ГТМ. Для объекта, выбранного в области списка, на сцене отображается либо карта (с положением выбранного

объекта, если для него были заданы глобальные координаты), либо план, если он был загружен для выбранного объекта (с положением относящихся к нему точек съёма измерений, если для них были заданы локальные координаты).

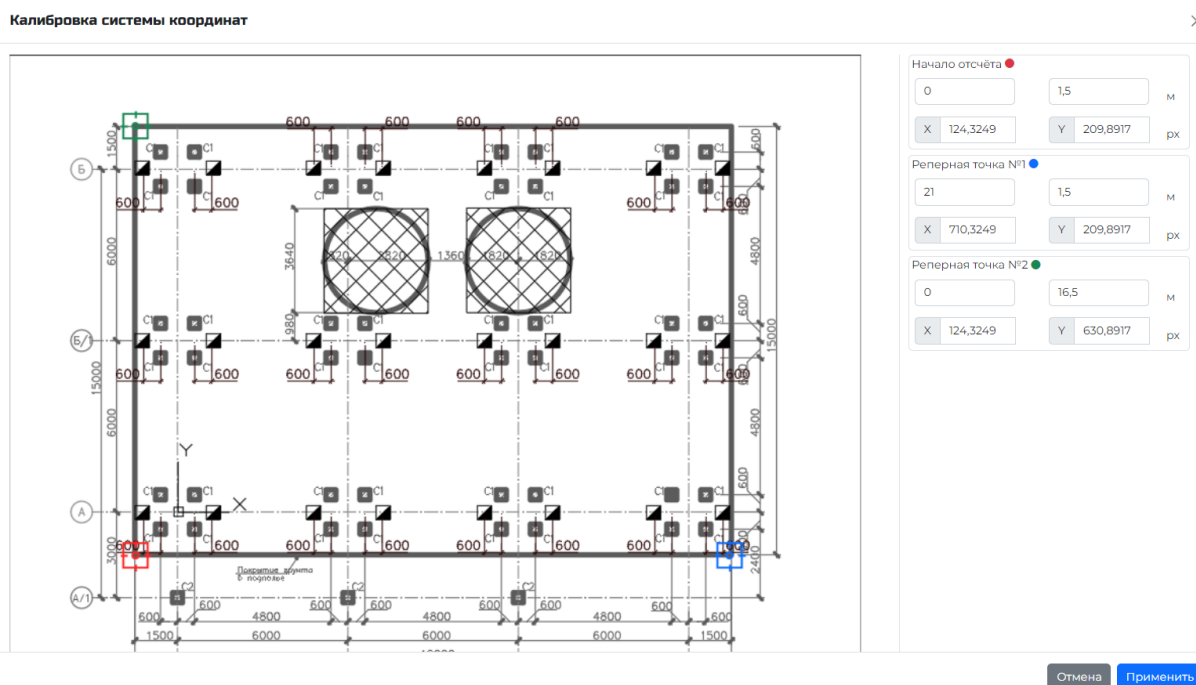


в. Калибровка системы координат

После загрузки плана объекта в области свойств под кнопкой "Сменить план" появляется кнопка "Калибровать":



После нажатия на кнопку "Калибровать" открывается модальное окно "Калибровка системы координат":



В окне калибровки можно задать соответствие координат трёх реперных точек пространства (в метрах) трём точкам изображения (в пикселях):

- вводом значений в соответствующие поля настроек (с автоматическим обновлением положения точек на сцене)
- перетягиванием точек на сцене (с автоматическим обновлением соответствующих полей настроек)

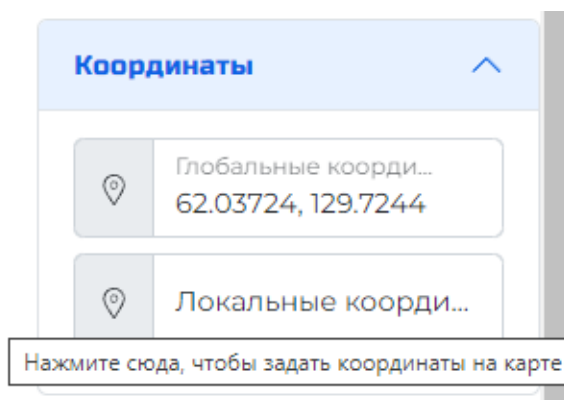
По нажатию кнопки "Применить" заданное соответствие координат сохраняется в свойствах объекта.

После калибровки плана родительского объекта положение дочерних точек съёма замеров на этом плане отображается в соответствии со значениями их локальных координат относительно новой системы координат (значения самих локальных координат при этом не меняются, меняется положение точки на плане).

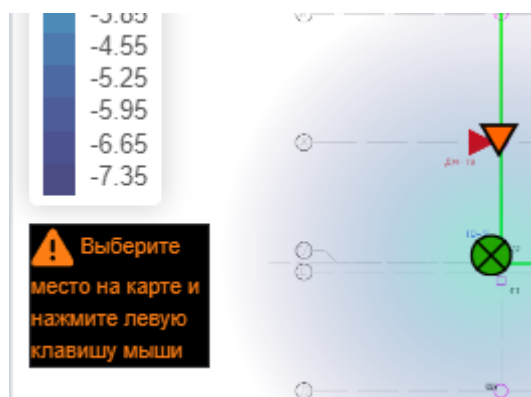
с. Задание координат на сцене

Для задания координат объекта / точки съёма измерений необходимо:

- Выбрать объект в области списка
- Раскрыть область свойств
- В области свойств раскрыть секцию “Координаты”
- Нажать на кнопку с символом геолокации слева от соответствующего поля координат (Локальные координаты, если используется загруженный план)



- Под цветовой шкалой на сцене появится подсказка “Выберите место на карте и нажмите левую клавишу мыши”



- Выбрать на карте место расположения данного объекта и нажать левую кнопку мыши
 - В соответствующем поле координат в области свойств появятся числовые значения координат выбранной точки
- В области свойств нажать кнопку “Применить”

d. Отображение измеряемых величин

i. Отображение объектов съёма замеров на сцене

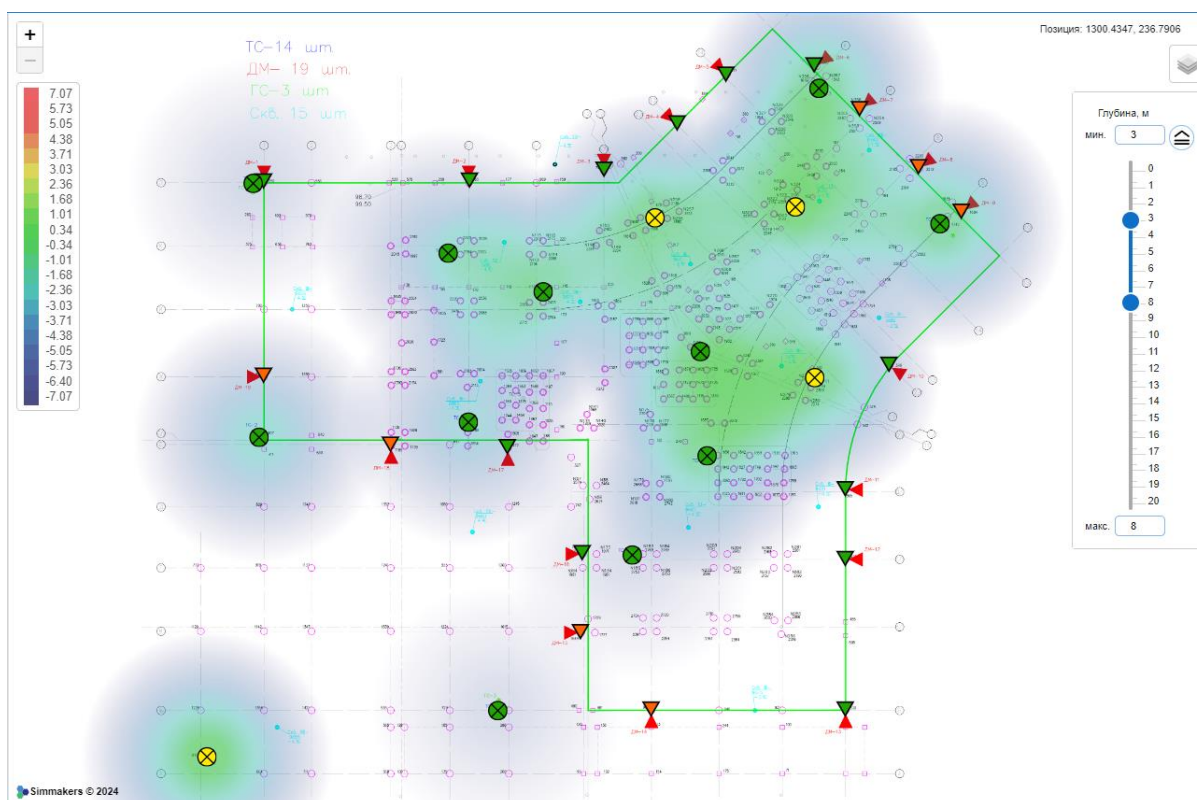
Все объекты съёма замеров (термометрические скважины и деформационные марки) с заданными координатами отображаются на сцене (на загруженном плане либо карте).

Положение объекта съёма замеров на сцене задается координатами этого объекта: глобальными координатами для карты и локальными координатами для загруженного плана.

Иконка отображаемого объекта съёма замеров зависит от его типа.

ii. Температуры

Для сцены предусмотрено два режима отображения: температуры и деформации. По умолчанию отображается температурное распределение:



В будущем планируется отображение температур в форме полей значений.

iii. Деформации

Для смены отображения распределения на сцене нужно навести мышку на кнопку



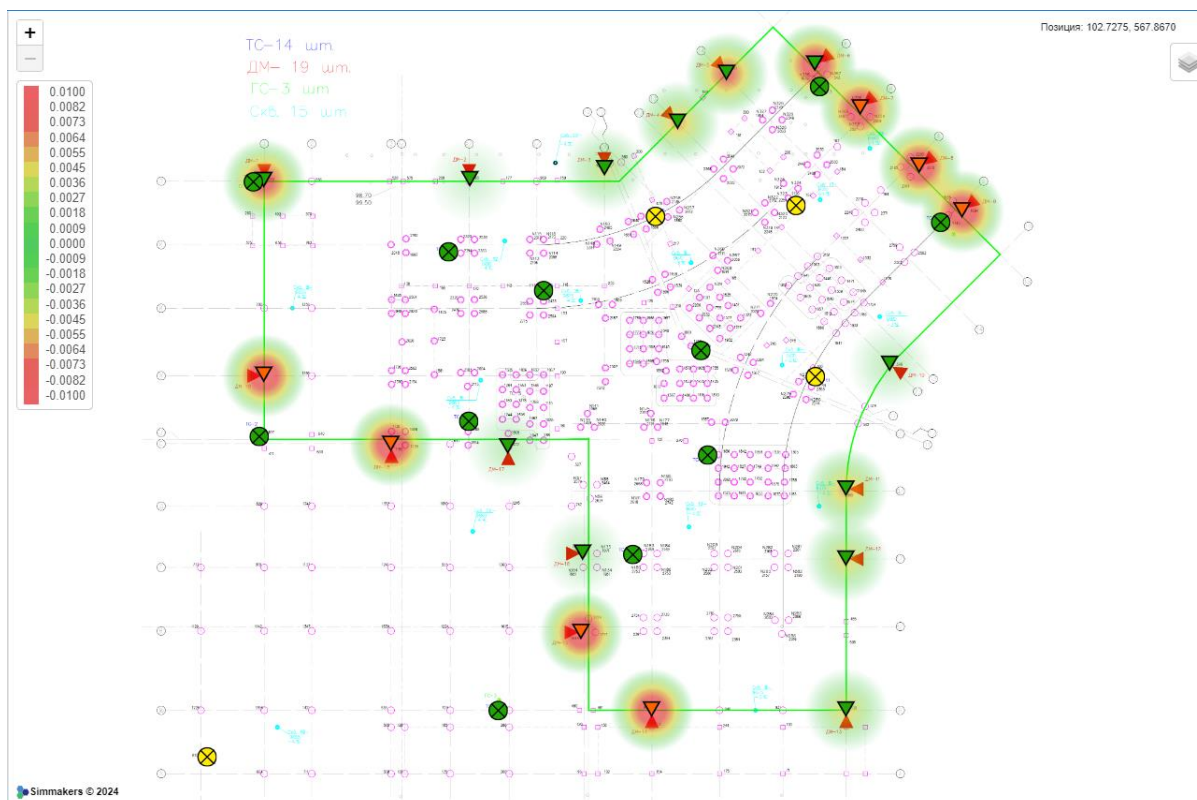
выбора распределения в правом верхнем углу сцены и во всплывающем

Температурное распределение

Деформация

оконшке выбрать опцию “Деформация”:

На сцене отобразится распределение значений по деформациям:



iv. Шкала значений

Слева на сцене размещена шкала значений (температур для температурного распределения и смещений для деформаций), позволяющая ориентироваться в отображении температурных полей и деформаций в области карты.

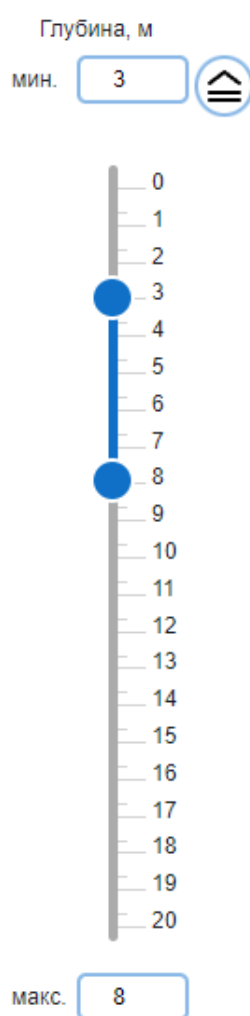
v. Выбор глубины

В режиме отображения температурного распределения на сцене присутствует элемент выбора глубины температурного распределения "Глубина, м" и состоящий из слайдера с двумя бегунками и двух полей ввода ("мин." и "макс.") для отображения текущего положения бегунков. Справа от поля ввода минимальной глубины находится элемент, по нажатию на который слайдер сворачивается и разворачивается. По умолчанию слайдер развёрнут.

Минимальное (верхнее) значение шкалы глубины всегда равно 0 (отметка поверхности). Максимальное (нижнее) значение шкалы глубины соответствует максимальному значению глубины по датчикам, принадлежащим данному объекту.

Значение по умолчанию верхнего ползунка соответствует минимальной глубине из свойств объекта в секции “Критическое значение температуры T_c ”. Значение по умолчанию нижнего ползунка соответствует максимальной глубине из свойств объекта в секции “Критическое значение температуры T_c ”.

Пользователь может ввести собственные значения глубины в поля ввода, которые после нажатия клавиши Enter или смены фокуса отразятся на положении бегунков, или выбрать диапазон глубин с помощью бегунков слайдера, положение которых будет отражаться в полях ввода.



Для выбранной термоскважины по заданным на шкале глубин значениям рассчитывается температура T как:

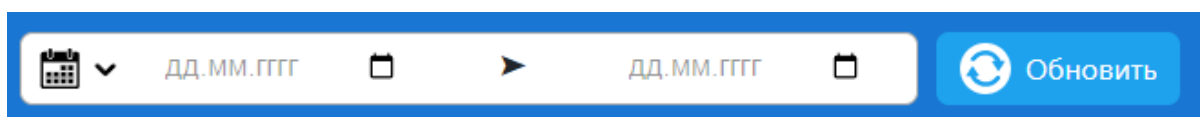
- линейная интерполяция значения температуры грунта на выбранной глубине (если на шкале глубин выбрано одно значение);
- средневзвешенное значение температуры грунта T_c для выбранного интервала глубин (если на шкале глубин выбран интервал).


Рассчитанное значение T выводится в тултипах к термоскважинам, выделенным на сцене. Также по этому рассчитанному среднему значению температур строится тепловая карта.

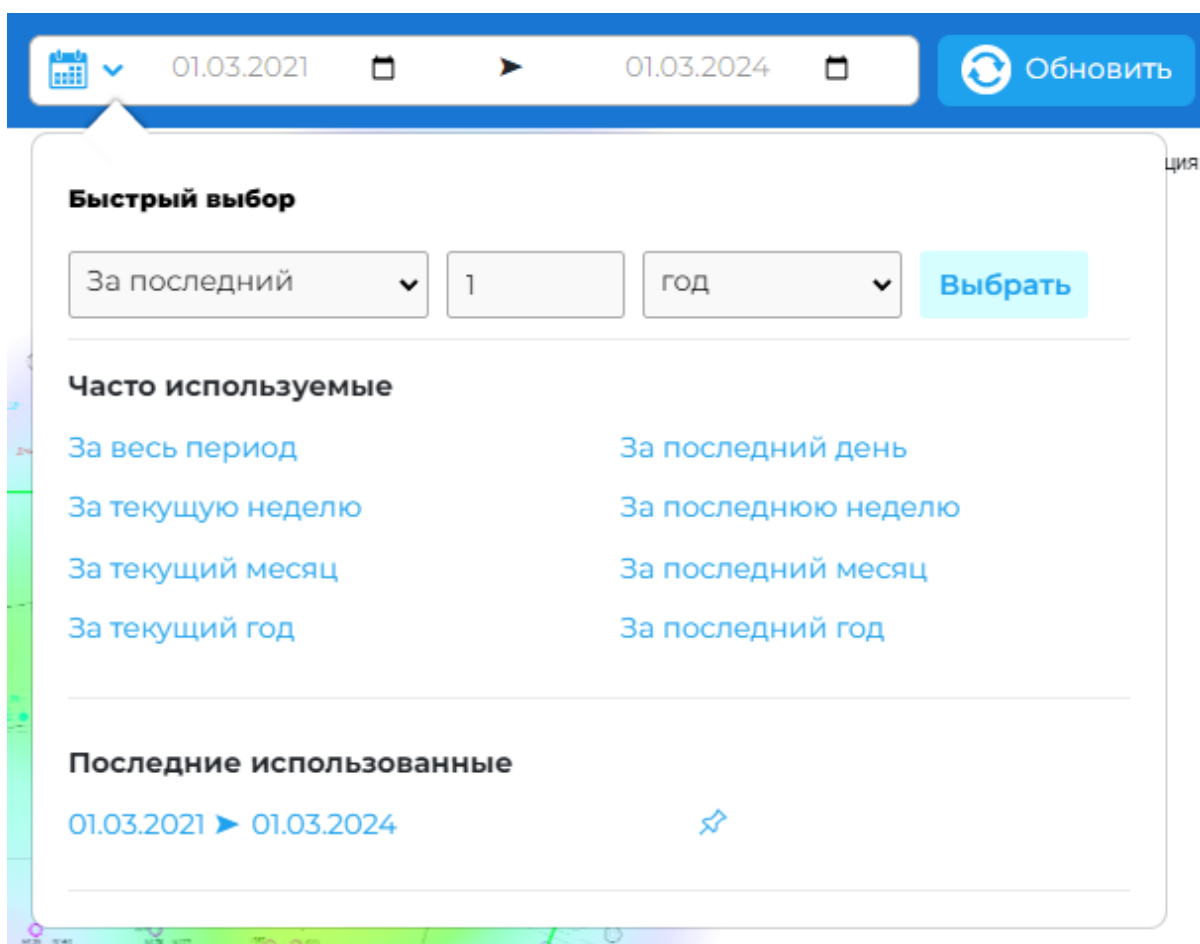
В области таблиц для термометрических скважин измерения, соответствующие глубинам за пределами интервала значений, выбранного на шкале глубин, окрашиваются в серый цвет.


6. Выбор диапазона дат

В верхней части страницы расположен элемент выбора интервала времени (календарь замеров):





По нажатию на кнопку вызова выбора периода  открывается область быстрого выбора периода:



Правее каждого периода области "Последние использованные" имеется кнопка закрепления , при нажатии на которую данный период закрепляется в списке "Часто используемые".

Пользователь может задать временной интервал различными способами:

1. Выбрать один из фильтров в области выбора периода 
2. Ввести значения вручную в поля области задания дат начала и окончания временного периода: `ДД.ММ.ГГГГ`
3. Выбрать значения в интерактивном календаре в области задания дат начала и окончания временного периода 

При нажатии на кнопку "Обновить" выбранный период применяется к отображаемым компонентам и измерениям.

Влияние значений, выбранных в календаре замеров, на объекты на сцене:

- значения смещений Δ по деформациям рассчитываются по последнему полученному измерению, входящему в интервал времени, выбранный в календаре замеров
- значения средневзвешенной температуры T рассчитываются по последнему полученному измерению, входящему в интервал времени, выбранный в календаре замеров

Влияние значений, выбранных в календаре замеров, на область таблиц:

- в области таблиц для деформационных марок отображаются только измерения, попадающие в интервал значений, выбранный в календаре замеров
- в области таблиц для термометрических скважин отображаются только измерения, попадающие в интервал значений, выбранный в календаре замеров

7. Точки съема измерений

а. Термометрические скважины

і. Таблица значений

Для каждой термометрической скважины при выборе ее на сцене или в области списка будет отображена таблица с данными замеров температур по датам и глубинам:

Термометрическая скважина: TCS		Глубина, м																				
Дата и время измерения	T _e																					
		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
01.10.2023 15:00	-2,60	-0,55	0,72	0,76	0,05	-0,81	-1,56	-2,12	-2,39	-2,50	-2,55	-2,59	-2,65	-2,77	-2,78	-2,76	-2,72	-2,59	-2,46	-2,30	-2,11	-1,91
30.05.2023 15:00	-2,60	-0,10	-2,42	-3,29	-3,46	-3,20	-2,62	-2,25	-2,24	-2,39	-2,54	-2,62	-2,69	-2,81	-2,82	-2,79	-2,73	-2,59	-2,46	-2,32	-2,11	-1,89
01.10.2022 15:00	-2,84	-0,64	0,66	0,67	-0,02	-0,91	-1,78	-2,40	-2,70	-2,81	-2,86	-2,88	-2,89	-2,94	-2,88	-2,81	-2,73	-2,57	-2,48	-2,35	-2,11	-1,87
30.05.2022 15:00	-2,83	-0,05	-2,69	-3,68	-3,92	-3,72	-3,17	-2,66	-2,56	-2,67	-2,79	-2,86	-2,89	-2,97	-2,92	-2,84	-2,72	-2,54	-2,49	-2,38	-2,11	-1,85
01.10.2021 14:00	-2,66	-0,64	0,63	0,67	-0,04	-0,90	-1,65	-2,21	-2,48	-2,59	-2,64	-2,68	-2,74	-2,77	-2,78	-2,76	-2,72	-2,59	-2,46	-2,30	-2,11	-1,91
30.05.2021 13:00	-2,67	-0,19	-2,51	-3,38	-3,55	-3,29	-2,71	-2,34	-2,33	-2,48	-2,63	-2,71	-2,78	-2,81	-2,82	-2,79	-2,73	-2,59	-2,46	-2,32	-2,11	-1,89
01.10.2020 15:00	-2,91	-0,73	0,57	0,58	-0,11	-1,00	-1,87	-2,49	-2,79	-2,90	-2,95	-2,97	-2,98	-2,94	-2,88	-2,81	-2,73	-2,57	-2,48	-2,35	-2,11	-1,87
30.05.2020 15:32	-2,89	-0,14	-2,78	-3,77	-4,01	-3,81	-3,26	-2,75	-2,65	-2,76	-2,88	-2,95	-2,98	-2,97	-2,92	-2,84	-2,72	-2,54	-2,49	-2,38	-2,11	-1,85

В таблице отображаются данные измерений, загруженные в систему для выбранной термоскважины, попадающие в интервал значений временного периода, выбранный в календаре замеров.

ii. Значение T_e

Для каждого измерения рассчитывается значение средневзвешенной температуры грунта T_e для промежутка глубин, заданного полями "Минимальная глубина" и "Максимальная глубина" секции "Критическое значение температуры T_e" родительского объекта выбранной точки съёма замеров.

Критическое значение температуры T_e

°C

Минимальная глубина: м

Максимальная глубина: м

Значение средневзвешенной температуры грунта T_e добавлено в область таблицы следующим столбцом после "Дата и время измерения", название столбца "T_e".

Термометрическая скважина: TC2						
Дата и время измерения	T _e	Глубина, м				
		0	0,5	1	1,5	2
01.10.2023 15:00	-2,04	-0,03	2,35	3,24	3,06	2,14
30.05.2023 15:00	-2,25	-1,43	-5,21	-6,74	-6,49	-5,43

iii. Аналитика по T_e

Если рассчитанное значение средневзвешенной температуры грунта T_e больше либо равно критическому значению T_e max, заданного полем "Температура T_e" секции

"Критическое значение температуры T_c ", то ячейка " T_c " приобретает жёлтый фон, а точка съёма замеров в области карты закрашивается желтым цветом.


Также для промежутка глубин, заданного полями "Минимальная глубина" и "Максимальная глубина" секции "Критическое значение температуры T_c " родительского объекта выбранной точки съёма замеров, если температуры в проверяемом промежутке больше T_c max, то соответствующие ячейки также закрашиваются желтым цветом.

Термометрическая скважина: ТС1																						
Дата и время измерения	T_c	Глубина, м																				
		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
01.10.2023 15:00	0,03	-0,63	2,40	4,02	4,60	4,49	3,92	3,10	2,18	1,28	0,46	-0,26	-0,78	-1,01	-1,16	-1,29	-1,42	-1,62	-1,76	-1,83	-1,86	-1,87
30.05.2023 15:00	-0,84	0,08	-3,37	-3,44	-2,88	-2,14	-1,47	-1,04	-0,89	-0,79	-0,70	-0,62	-0,72	-1,01	-1,16	-1,30	-1,42	-1,63	-1,77	-1,83	-1,86	-1,87
01.10.2022 15:00	-0,06	-0,73	2,35	3,94	4,49	4,37	3,78	2,96	2,04	1,14	0,31	-0,44	-0,82	-1,03	-1,16	-1,29	-1,42	-1,64	-1,78	-1,84	-1,86	-1,87
30.05.2022 15:00	-0,88	0,16	-3,42	-3,49	-2,93	-2,18	-1,50	-1,06	-0,90	-0,82	-0,75	-0,68	-0,77	-1,03	-1,16	-1,29	-1,42	-1,65	-1,79	-1,85	-1,86	-1,87
01.10.2021 14:00	-0,03	-0,72	2,31	3,93	4,51	4,40	3,83	3,01	2,09	1,19	0,37	-0,35	-0,87	-1,01	-1,16	-1,29	-1,42	-1,62	-1,76	-1,83	-1,86	-1,87
30.05.2021 13:00	-0,91	-0,01	-3,46	-3,53	-2,97	-2,23	-1,56	-1,13	-0,98	-0,88	-0,79	-0,71	-0,81	-1,01	-1,16	-1,30	-1,42	-1,63	-1,77	-1,83	-1,86	-1,87
01.10.2020 15:00	-0,12	-0,82	2,26	3,85	4,40	4,28	3,69	2,87	1,95	1,05	0,22	-0,53	-0,91	-1,03	-1,16	-1,29	-1,42	-1,64	-1,78	-1,84	-1,86	-1,87
30.05.2020 15:32	-0,94	0,07	-3,51	-3,58	-3,02	-2,27	-1,59	-1,15	-0,99	-0,91	-0,84	-0,77	-0,86	-1,03	-1,16	-1,29	-1,42	-1,65	-1,79	-1,85	-1,86	-1,87

iv. Графики

Для термометрических скважин доступно отображение графиков измерений.

Для вызова окна отображения графиков измерений на панели инструментов внизу области списка расположена специальная кнопка «Вывод графиков выбранной точки съёма измерений», появляющаяся при выборе объекта съёма замеров в области

списка: 

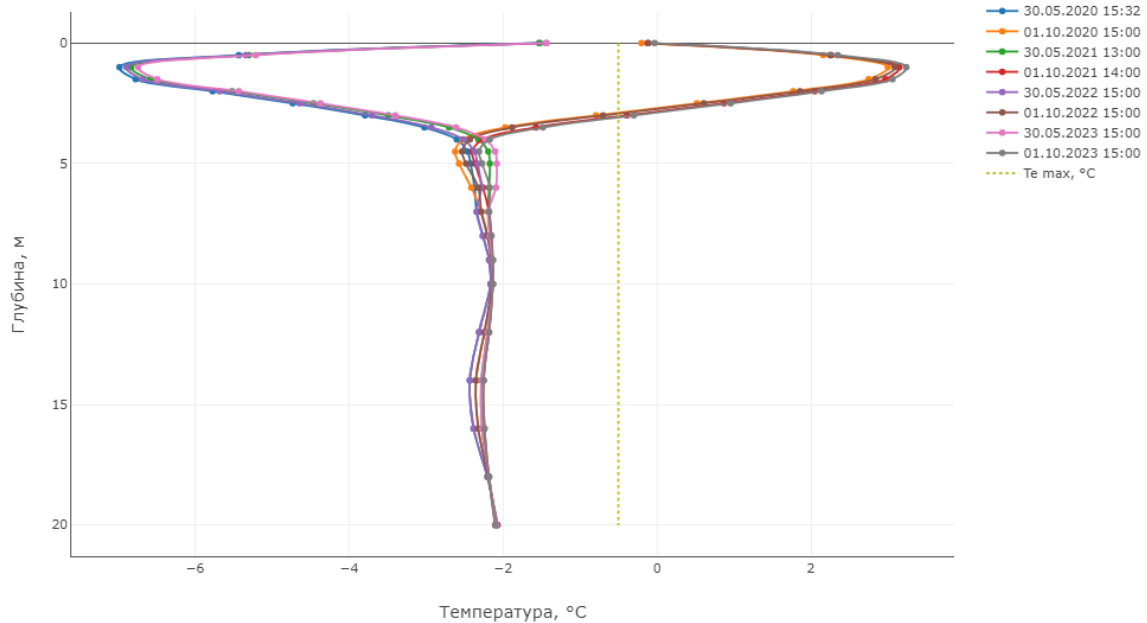
По нажатию на кнопку графиков открывается окно отображения графиков измерений. Если таких измерений нет, кнопка вызова окна графиков неактивна.

1. Распределение T по глубине

На первой вкладке окна графиков отображаются графики распределения температур по глубине.

Распределение T по глубине

Контурное представление T по глубине

Тренд температуры T_e 

Закреть

При наведении курсора на точку графика отображается тултип с данными о глубине и температуре в данной точке.

В правом верхнем углу окна присутствует легенда со списком графиков. Графики могут скрываться и отображаться по клику в легенде по ним.

Также отображается линия, соответствующая значению критической температуры объекта $T_e \text{ max}$, и мы наглядно видим, какие измерения и на каких глубинах переваливают за заданное критическое значение.

В правом верхнем углу при наведении мышкой всплывает дополнительное меню работы с окном графиков:



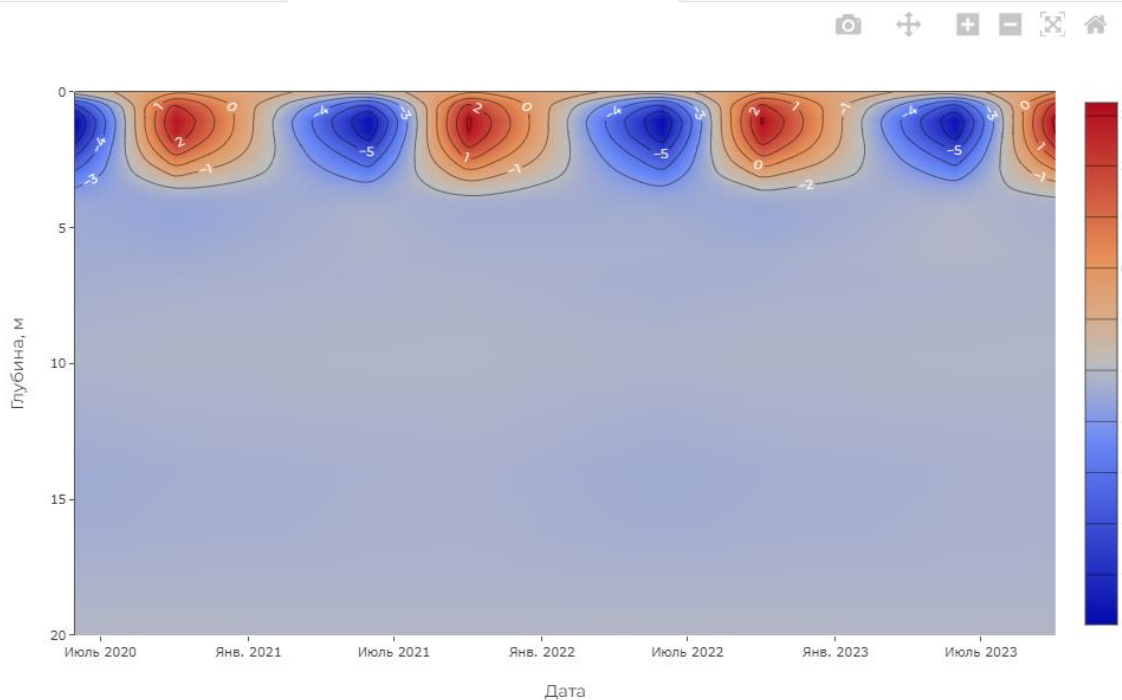
Здесь можно сделать скриншот, передвигать, приблизить и отдалить график, а также вернуться к отображению по умолчанию.

2. Контурное представление T по глубине

На второй вкладке окна графиков отображается контурное распределение температур по глубине.

Распределение T по глубине

Контурное представление T по глубине

Тренд температуры T_e 

Строится термограмма, показывающая динамику температур на разных глубинах в зависимости от времени. Справа присутствует шкала температур, сверху - аналогичное дополнительное меню работы с окном графиков.

Если для выбранной термоскважины в системе существует менее двух измерений, то вкладка "Контурное представление T" становится неактивной, а при наведении на неё отображается тултип: "Данных для контурного представления T недостаточно. Дождитесь появления хотя бы двух измерений."

3. Тренд температуры T_e

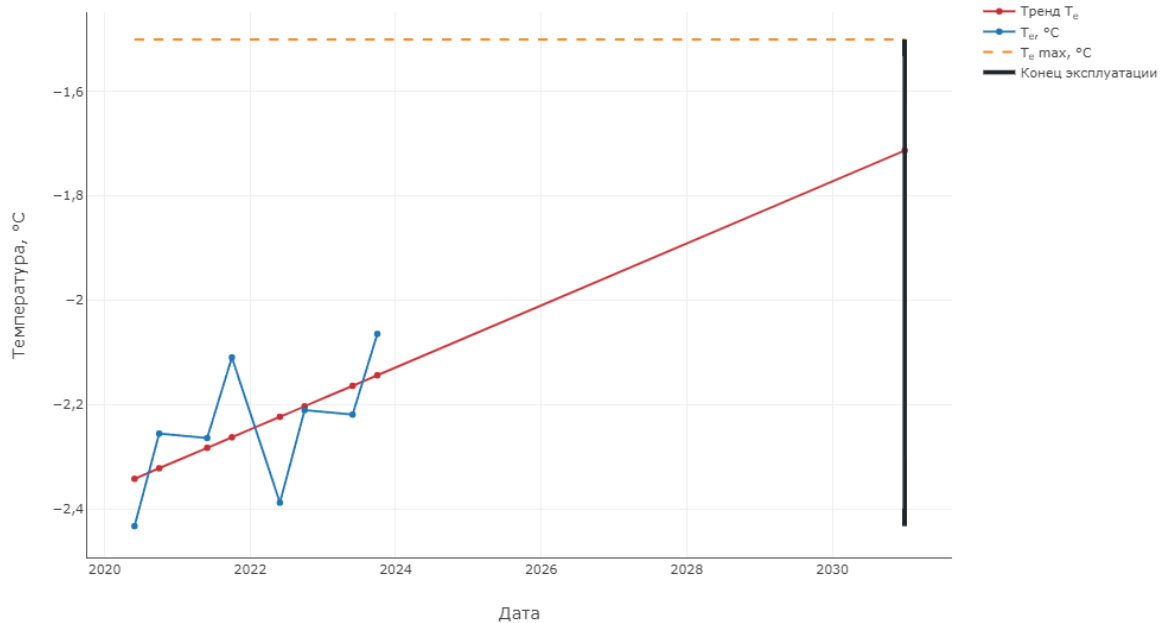
На третьей вкладке окна графиков отображаются графики средневзвешенной температуры грунта T_e , критической температуры объекта $T_{e\max}$, тренда T_e и даты конца эксплуатации (если она задана).

График отображения T_e строится по рассчитанным значениям средневзвешенной температуры грунта T_e для выбранной термокосы на указанном промежутке глубин; точки графика T_e соединяются отрезками в последовательности возрастания даты измерений.

По рассчитанным значениям T_e для моментов измерений вычисляются коэффициенты уравнения линейной регрессии тренда T_e . По полученному уравнению линейной регрессии строится линейный график тренда T_e .

Распределение T по глубине

Контурное представление T по глубине

Тренд температуры T_e 

- График тренда T_e строится на промежутке от первого учитываемого замера и до конца срока эксплуатации объекта.
- При выборе в свойствах объекта параметра "Тип расчета тренда" = "За весь период измерения" график тренда T_e строится по всем доступным измерениям объекта.
- При выборе в свойствах объекта параметров "Тип расчета тренда" = "За выбранное количество последних измерений" график тренда T_e строится по выбранному количеству последних измерений.
- Если для выбранной термоскважины в системе существует менее двух измерений, то вкладка "Тренд температуры T_e " становится неактивной, а при наведении на неё отображается тултип: "Данных для построения тренда T_e недостаточно. Дождитесь появления хотя бы двух измерений."

В системе реализовано прогнозирование достижения предельного состояния: происходит расчет критической точки для тренда T_e - пересечения графика тренда T_e с линией критериального значения по температуре ($T_e \max$).

Пользователь будет проинформирован о прогнозируемом достижении критического значения.

в. Деформационные марки

і. Таблица значений

Для каждой деформационной марки при выборе ее на сцене или в области списка будет отображена таблица с данными замеров ее положения по датам:

Деформационная марка: ДМ1		
Дата и время измерения	Отметка, м	Δ , м
30.11.2023 14:35	69,5216	0,0086
30.11.2023 12:32	69,5216	0,0086
30.05.2023 14:35	69,5120	-0,0010
30.05.2023 12:32	69,5120	-0,0010
30.11.2022 14:35	69,5210	0,0080

В таблице отображаются данные измерений, загруженные в систему для выбранной деформационной марки, попадающие в интервал значений временного периода, выбранный в календаре замеров.

ii. Значение деформации

Для каждого измерения рассчитывается значение смещения Δ по деформационной марке.

Значение смещения Δ добавлено в область таблицы следующим столбцом после отметки положения деформационной марки, название столбца " Δ , м".

iii. Аналитика по деформации

Рассчитанное значение смещения Δ по деформационной марке анализируется относительно критического значения Δ_{max} , заданного полем "Предел деформации" секции "Критическое значение по деформации".

Критическое значение по деформации

М

Тип расчета тренда
За выбранное количест

Применяется следующая цветовая идентификация в таблицах смещений: если деформация Δ для какого-либо измерения в проверяемом промежутке больше Δ_{max} , то подсвечиваем соответствующую ячейку красным цветом:

Деформационная марка: ДМ7

Дата и время измерения	Отметка, м	Δ , м
30.11.2023 12:32	69,4953	-0,0113
30.05.2023 12:32	69,5065	-0,0001
30.11.2022 12:32	69,4958	-0,0108
30.05.2022 12:32	69,5070	0,0004
30.11.2021 12:32	69,5084	0,0018

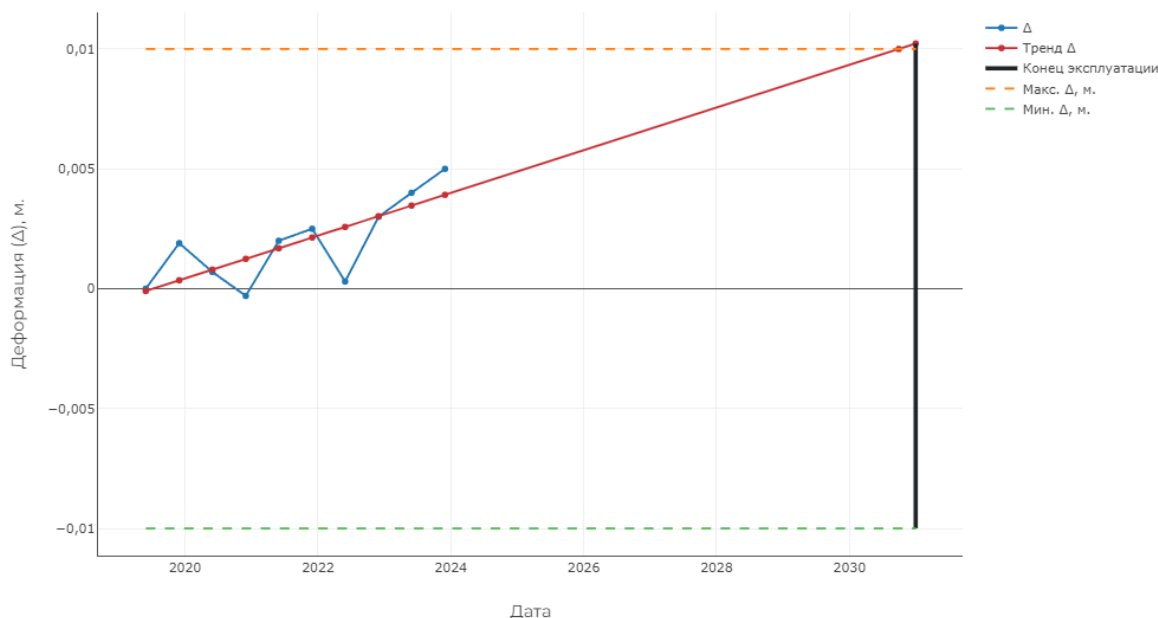
iv. Графики

Для деформационных марок доступно отображение графиков измерений.

Для вызова окна отображения графиков измерений на панели инструментов внизу области списка расположена кнопка «Вывод графиков», появляющаяся при выборе объекта съёма замеров в области списка:



Деформация по ДМ12



Заккрыть

В окне графиков отображаются графики смещений Δ по деформационной марке, тренда Δ , критических значений смещения объекта Мин. Δ ($-|\Delta_{\max}|$) и Макс. Δ ($+|\Delta_{\max}|$) и даты конца эксплуатации (если она задана).

График Δ строится по рассчитанным значениям смещений для выбранной деформационной марки; точки графика Δ соединяются отрезками в последовательности возрастания даты измерений.

По рассчитанным значениям Δ для моментов измерений вычисляются коэффициенты уравнения линейной регрессии тренда Δ . По полученному уравнению линейной регрессии строится линейный график тренда Δ :

- График тренда Δ строится на промежутке от первого учитываемого замера и до конца срока эксплуатации объекта.
- При выборе в свойствах объекта параметра "Тип расчета тренда" = "За весь период измерения" график тренда Δ строится по всем доступным измерениям объекта.
- При выборе в свойствах объекта параметров "Тип расчета тренда" = "За выбранное количество последних измерений" график тренда Δ строится по выбранному количеству последних измерений.
- Если для выбранной деформационной марки в системе существует менее двух измерений, то график тренда Δ не строится, а внизу окна графиков отображается сообщение красным цветом: "Данных для построения тренда деформаций недостаточно. Дождитесь появления хотя бы двух измерений."

В системе реализовано примитивное прогнозирование: происходит расчет критической точки для тренда Δ - пересечения графика тренда Δ с одной из линий критериальных значений по деформациям (Макс. Δ или Мин. Δ).

Пользователь будет проинформирован о прогнозируемом достижении критического значения.

8. Планируемые дополнения (в разработке)

а. Интерфейс ручной обработки загруженных данных по измерениям

Интерфейс, где пользователь сможет вручную сопоставить данные измерений, импортированные в систему, с существующими в системе датчиками и точками съёма замеров.

б. Анализ глубины оттаивания

Интерфейс, где пользователь сможет задать "Критическое значение глубины оттаивания", по которому будет производиться анализ температурных замеров и расчет глубины оттаивания.

с. Система построения отчетов

На основании данных мониторинга будет генерироваться отчет с требуемой информацией.

- i. Построение отчета по всему проекту
- ii. Построение отчета по объекту
- iii. Построение отчета по объекту съёма замеров

d. Оценка технического состояния сооружения

На основании данных мониторинга будет оцениваться уровень технического состояния сооружения в соответствии с принятой классификацией.

- i. Расчет деформаций по сооружению
 - 1. Расчет максимальной осадки для сооружения
 - 2. Расчет средней осадки для сооружения
 - 3. Расчет относительной разности осадок для сооружения
 - 4. Загрузка и оценка крена сооружения
- ii. Расчет предельно допустимой температуры
- iii. Расчет средней температуры ММГ и построение тренда

e. Настройка, фильтрация и рассылка уведомлений

f. Интеграция с Frost.Термо и Frost.Свая