

# **PERMAFROST 3D VIEWER**

Руководство пользователя

**ООО «ПермафростИнжиниринг»**

Ярославль 2015

**СОДЕРЖАНИЕ**

ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ .....	3
1. ВВЕДЕНИЕ .....	4
1.1. Область применения .....	4
1.2. Краткое описание возможностей .....	4
1.3. Уровень подготовки пользователя.....	4
1.4. Перечень эксплуатационной документации.....	4
2. НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ .....	4
2.1. Виды деятельности, функции .....	4
2.2. Программные и аппаратные требования .....	5
3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ .....	5
3.1. Состав и содержание дистрибутивного носителя данных .....	5
3.2. Порядок загрузки данных и программ.....	5
3.3. Порядок проверки работоспособности.....	5
4. ОПИСАНИЕ ОПЕРАЦИЙ.....	6
4.1. Панель управления файлами.....	7
Операция «Выбор рабочей папки».....	7
Операция «Загрузка рабочего файла» .....	8
4.2. Вкладка «Temp» .....	8
Операция «Трехмерная визуализация» .....	8
Операция «Двухмерная визуализация».....	10
4.3. Вкладка «Sag».....	11
Операция «Построение графика просадки».....	11
5. АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ.....	13
6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ .....	13

## ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ

**Грунт** — горные породы, почвы, техногенные образования, представляющие собой многокомпонентную и многообразную геологическую систему и являющиеся объектом инженерно-хозяйственной деятельности человека.

**Грунт мерзлый** — грунт, имеющий отрицательную или нулевую температуру, содержащий в своём составе видимые ледяные включения и (или) лёд-цемент и характеризующийся криогенными структурными связями.

**Грунт многолетнемёрзлый (грунт вечномёрзлый)** — грунт, находящийся в мёрзлом состоянии постоянно в течение трёх и более лет.

**Грунт охлаждённый** — засоленный крупнообломочный, песчаный и глинистый грунты, отрицательная температура которых выше температуры начала их замерзания.

**Задача теплопроводности** — задача описания распространение тепла в заданной области пространства во времени.

**Изолинии** — линии, в каждой точке которых измеряемая величина сохраняет одинаковое значение.

**Льдистость грунта** — отношение содержащегося в нём объёма видимых ледяных включений к объёму мёрзлого грунта.

**Нагруженный грунт** — грунт с дополнительной антропогенной нагрузкой (здания и сооружения).

**Ненагруженный грунт** — грунт без дополнительной антропогенной нагрузки.

**Незамерзшая вода** — содержание в мерзлом грунте воды в жидком фазовом состоянии за счет адсорбции на поверхности минеральных частиц. Количество незамерзшей воды зависит от типа грунта и температуры пород. В глинистых грунтах незамерзшая вода присутствует при температуре ниже минус 50 °С.

**Сжимаемость мерзлого грунта** — относительная деформация мёрзлого грунта под нагрузкой.

**Скелет грунта** — Твердые минеральные частицы, входящие в состав грунта.

**Температурная шкала** — соотношение между температурами, выраженное в шкале Цельсия.

**Тепловое поле (температурное поле)** — распределение температур в данный момент времени в рассматриваемом пространстве или материальной системе. Температурное поле изменяющееся во времени является нестационарным, или неустановившимся, а неменяющееся температурное поле – стационарным или установившимся.

**Фазовый переход (фазовое превращение)** — переход вещества из одной термодинамической фазы в другую при изменении внешних условий.

**Фазовое пространство (фазовое поле)** — пространство, на котором представлено множество всех состояний системы, так, что каждому возможному состоянию системы соответствует точка фазового пространства. Сущность понятия фазового пространства заключается в том, что состояние сколь угодно сложной системы представляется в нём одной единственной точкой, а эволюция этой системы — перемещением этой точки.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

### 1.1. Область применения

Программная система Permafrost 3D Viewer (далее «Просмотрщик») предназначена для двумерной и трехмерной визуализации распределения температур и незамёрзшей воды в грунтовых массивах, спрогнозированных с помощью системы Permafrost 3D.

Permafrost 3D Viewer предоставляет удобный и гибкий инструмент для визуализации процессов теплопередачи, необходимых на разных этапах проектирования и строительства в зоне распространения многолетнемёрзлых грунтов.

### 1.2. Краткое описание возможностей

Просмотрщик Permafrost 3D Viewer обладает следующими возможностями:

- трёхмерная и двумерная визуализации тепловых полей и полей распространения незамёрзшей воды спрогнозированных с помощью системы Permafrost 3D;
- расчёт и графическое моделирование просадок ненагруженных грунтов и грунтов с учётом вертикальной нагрузки.
- выгрузка численных и графических данных смоделированных полей, а также просадок грунта в удобных для анализа и просмотра форматах;

### 1.3. Уровень подготовки пользователя

Пользователи Просмотрщика Permafrost 3D Viewer должны:

- обладать навыками работы в операционной системе Windows;
- знать предметную область;
- знать весь комплекс задач, которые позволяет решать система;
- ознакомиться с основными организационно-распорядительными документами, регулирующими их работу;
- ознакомиться с основными нормативно-правовыми документами в области инженерных изысканий для строительства (республиканские нормы инженерных изысканий в строительстве);
- ознакомиться с теоретическими основами составления прогноза изменений температурного режима вечномёрзлых грунтов с использованием численных методов;
- пройти обучение по работе с Просмотрщиком.

### 1.4. Перечень эксплуатационной документации

Перед началом работы с Просмотрщиком пользователю необходимо ознакомиться со следующей документацией:

- Республиканские нормы инженерных изысканий в строительстве (составление прогноза изменений температурного режима вечномёрзлых грунтов численными методами).

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

### 2.1. Виды деятельности, функции

Функции Просмотрщика Permafrost 3D Viewer:

- Просмотр результатов моделирование двухфазной задачи теплопроводности, полученных с помощью системы Permafrost 3D.
- Визуализация и выгрузка численных значений тепловых и фазовых полей.
- Визуализация и выгрузка значений просадок нагруженных и ненагруженных грунтов.

## 2.2. Программные и аппаратные требования

В таблицах 2.1 и 2.2 перечислены требования к программному и аппаратному обеспечению АРМ пользователя системы Permafrost 3D Viewer.

**Таблица 2.1 – Программное окружение АРМ**

Компонент	Версия
Операционная система	WINDOWS 7/8/8.1

**Таблица 2.2 – Аппаратное окружение АРМ**

Компонент	Минимальные требования	Рекомендуемые требования
Объем оперативной памяти	4 Гб	16 Гб
Процессор	1 ГГц	2 ГГц
Графический адаптер nVidia	GeForce 470	4 * GeForce 980

Для решения задачи каждая ячейка области моделирования использует 34 байта оперативной памяти. Например, область размером 10\*10\*10 метров с разбиением 0.1 метр по каждой из осей содержит 1 миллион элементов. Для их сохранения потребуется 34 Мбайт памяти. В случае решения задачи на CPU (центральном процессоре) используется оперативная память компьютера, при вычислениях на GPU используется оперативная память ускорителя. При наличии двух и более ускорителей память считается общей.

Для хранения данных на диске используется 17 байт дискового пространства, соответственно, для сохранения описанного выше примера потребуется 17 Мбайт.

## 3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

### 3.1. Состав и содержание дистрибутивного носителя данных

Дистрибутивный носитель данных содержит следующие файлы и папки, необходимые для корректной работы системы Permafrost 3D:

1. Приложение **permafrost\_3d\_viewer.exe**
2. Папка **permafrost**, содержащая файл русификации интерфейса **translate.qm**

### 3.2. Порядок загрузки данных и программ

Программа не требует установки и запускается непосредственно из предоставленных файлов.

**NOTE!** Система не предусматривает размещения системных файлов, а также файлов проектов в русскоязычных папках. Рекомендуется размещать файлы в корне диска C.

### 3.3. Порядок проверки работоспособности

После первого запуска приложения рекомендуется проверить корректную работу следующих функций приложения:

1. Выбор рабочей папки для графического моделирования.
2. Визуализация загруженных файлов.
3. Выгрузка численных и графических данных.

#### 4. ОПИСАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

Графический интерфейс Permafrost 3D Viewer позволяет пользователю загружать и просматривать данные в графическом режиме. Окно графического интерфейса пользователя становится доступным сразу после запуска программы.

Пользовательский интерфейс включает в себя панель управления загруженными файлами, вкладки, поля ввода и редактирования данных, область графического моделирования, инструменты выгрузки данных. Вид графического интерфейса представлен на рисунке 4.1.

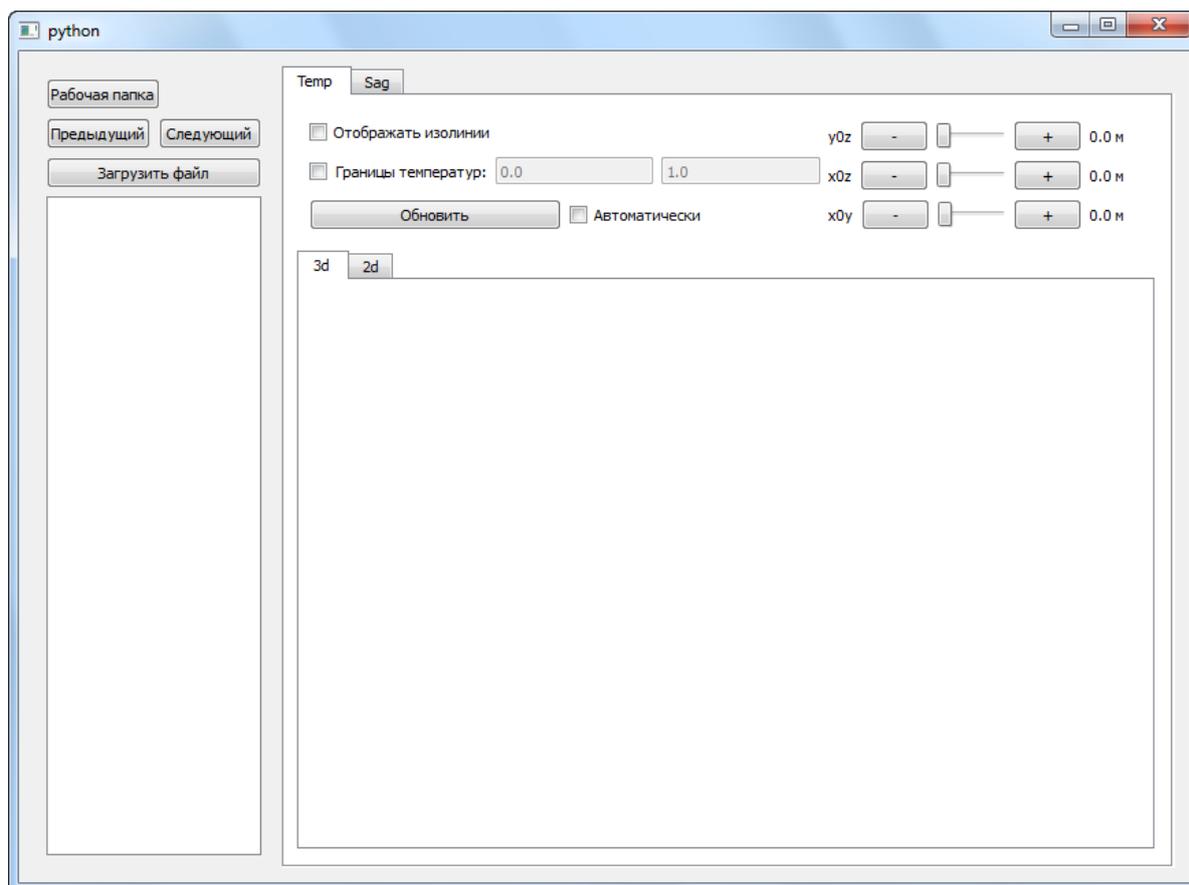


Рисунок 4.1 – Графический интерфейс Системы.

Взаимодействие с системой осуществляется через панель управления файлами и вкладок: «Temp», «Sag». При запуске программы интерфейс переключен на вкладку «Temp».

Система Permafrost 3D Viewer позволяет пользователю выполнить следующие операции, приведенные в таблице 4.1:

Таблица 4.1 – Операции системы Permafrost 3D Viewer

Подраздел Системы	Название операций	Описание
Панель управления файлами	Выбор рабочей папки	В ходе выполнения данных операций пользователю предоставляется возможность выбрать рабочую папку и файлы для просмотра и визуализации смоделированных полей.
	Загрузка рабочего файла	

Температура	Трехмерная визуализация	В ходе выполнения данной операции пользователю предоставляется возможность трехмерной визуализации температурных полей в рассматриваемом массиве грунта.
	Двумерная визуализация	В ходе выполнения данной операции пользователю предоставляется возможность двумерной визуализации температурных полей и распределения незамерзшей воды в рассматриваемом массиве грунта.
	Выгрузка данных	В ходе выполнения данной операции пользователю предоставляется возможность выгрузить данные графического моделирования.
Просадка	Параметры почвы и дополнительной нагрузки	В ходе выполнения данной операции пользователю предоставляется возможность задать параметры почвы и расположение масс на поверхности грунта для построения графика просадки.
	График просадки	В ходе выполнения данной операции пользователю предоставляется возможность построить и сохранить график просадки.

#### 4.1. Панель управления файлами

Панель управления файлами расположена в левой части окна Permafrost 3D Viewer и включает следующие инструменты: кнопка «**Рабочая папка**» позволяет выбрать папку для загрузки и сохранения рабочих файлов Permafrost 3D Viewer; кнопки «**Предыдущий**» «**Следующий**» позволяют переключаться между файлами в диалоговом окне, кнопка «**Загрузить файл**» запускает просмотр выбранного файла.

##### Операция «Выбор рабочей папки»

Для работы Просмотрщика в рабочей папке должны находиться файлы, выгруженные из системы Permafrost 3D и имеющие следующие расширения:

**.bin** — файлы, содержащие температурные и фазовые поля в заданной области определения.

**.json** — файл проекта, содержащий информацию о расчетной области, расположении горизонтов и геофизических свойствах грунтов (включая кривую незамерзшей воды), граничные условия и другие параметры проекта.

**.dom** — файл, содержащий параметры области определения, неменяющиеся со временем: максимальный шаг сетки, параметры грунта и другие.

Рабочей папкой по умолчанию является папка, из которой запускается Permafrost 3D Viewer. Чтобы выбрать другую папку для текущей сессии выполните следующие действия:

Нажмите кнопку «Рабочая папка».

1. В открывшемся окне укажите путь к папке, в которой хранятся файлы для моделирования.

После выбора рабочей папки в диалоговом окне отобразится список файлов с расширением **.bin**.

**NOTE!** В диалоговом окне отображаются только файлы, созданные в системе Permafrost 3D с расширением **.bin**, имеющий текстовый формат данных. Загрузить в Визуализатор можно любой файл с данным расширением. Однако если структура стороннего файла не будет соответствовать структуре принятой в Permafrost 3D Viewer, файл не будет считываться.

Permafrost 3D Viewer запоминает путь к рабочей папке, указанный во время последней сессии, однако при последующем запуске Просмотрщика, требуется повторить выбор рабочей папки.

Если в процессе работы Просмотрщика в рабочей папке были изменены / добавлены / удалены файлы, то для обновления данных необходимо перевыбрать рабочую папку.

### Операция «Загрузка рабочего файла»

Для загрузки рабочего файла выполните следующие действия:

1. Выберите файл с помощью кнопок «Предыдущий», «Следующий» или одинарным кликом мыши.
2. Загрузите интересующий файл по кнопке «Загрузить файл» или двойным кликом мышки.

После загрузки рабочего файла, на вкладке «Temp», начнется визуализация выбранного температурного поля.

## 4.2. Вкладка «Temp»

Вкладка «Temp» предназначена для визуализации температурных полей, смоделированных с помощью системы Permafrost 3D. Данная вкладка содержит области графического просмотра тепловых полей, а также дополнительные инструменты управления данными. Просмотр распределения температуры доступен в двух режимах: трехмерной визуализации — вкладка «3d» и двумерной визуализации — вкладка «2d».

### Операция «Трехмерная визуализация»

Для трехмерной визуализации распределения температуры в рассматриваемом массиве грунта, перейдите на вкладку «3d» (рисунок 4.2). При загрузке файла для просмотра, вкладка «3d» открывается по умолчанию.

На данной вкладке представлено температурное поле в трех плоскостях (срезах): (1) —  $yOz$ ; (2) —  $xOz$ ; (3) —  $xOy$ . Расположение срезов в пространстве переставлено на графике (4).

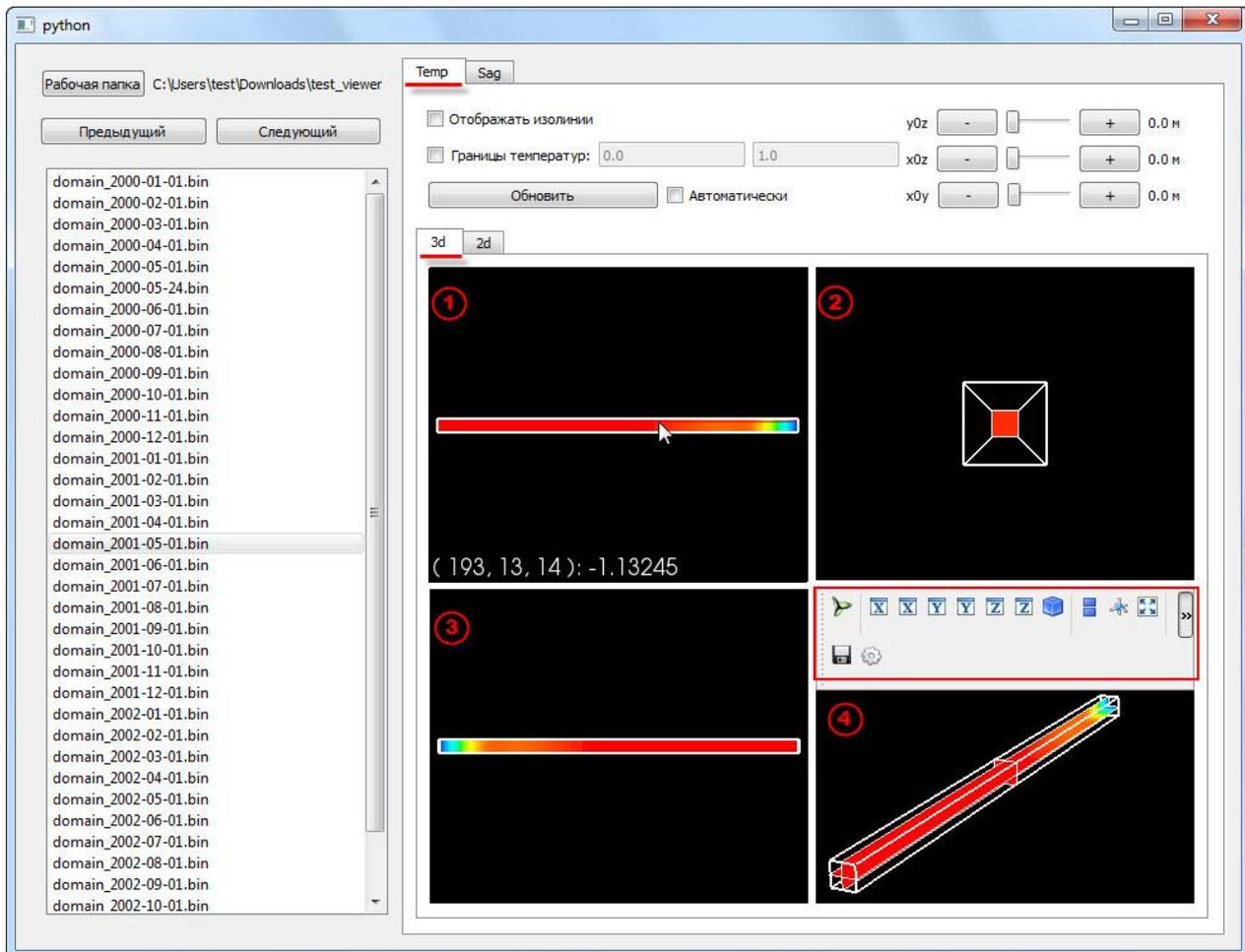


Рисунок 4.2 – Вкладка «3d».

### ***Просмотр значений температуры среза***

Чтобы посмотреть значение температуры в конкретной точке среза, в выбранной плоскости кликните мышкой на интересующую точку поля температур. Внизу графика будут показаны координаты и значение температуры в данной точке. В пространстве эти координаты характеризуют точку пересечения трех срезов или номера каждого из срезов. При этом на графике (4) будет показано пересечение срезов, выбранной точки температурного поля.

### ***Выбор среза для просмотра, изменение положения срезов в пространстве***

Для изменения положение срезов в пространстве (4):

1. Кликните на срез, положение которого будет оставаться неизменным, например, срез в плоскости  $y0z$ .
2. Перемещая курсор мыши по срезу (1), выберите положение других двух срезов, в нашем примере  $x0z$  и  $x0y$ .

При этом температурные поля выбранных срезов  $x0z$  и  $x0y$  отобразятся на графиках (2) и (3) соответственно.



Для приближения рассматриваемого температурного поля, нажмите сочетание клавиш **Ctrl** и + (плюс), для отдаления — **Ctrl** и – (минус), или нажмите **Ctrl**, а затем прокрутите колесико мышки (или трекпад).

Для трехмерного температурного поля (4) предусмотрена дополнительная панель управления просмотром изображения, имеющая следующий набор инструментов:

— показывает температурное поле вдоль выбранных осей со

стороны  $\pm \infty$ .



— включает режим изометрической проекции.



— включает режим параллельной проекции.



— добавляет на график декартову систему координат.



— включает полноэкранный режим просмотра.



— выгружает трехмерное изображение температурного поля в формате **.png**.



— позволяет изменить параметры отображения трехмерного изображения.

### Операция «Двухмерная визуализация»

Для двумерной визуализации распределения температуры в рассматриваемом массиве грунта, перейдите на вкладку «2d».

На вкладке «2d» представлено температурное поле и поле распределение незамерзшей воды в плоскостях  $x0y$ ,  $x0z$ ,  $y0z$  с указанием для каждой из них температурной шкалы в градусах Цельсия (рисунок 4.4). На данной вкладке, также содержится панель управления просмотром полей и инструменты для выгрузки данных.

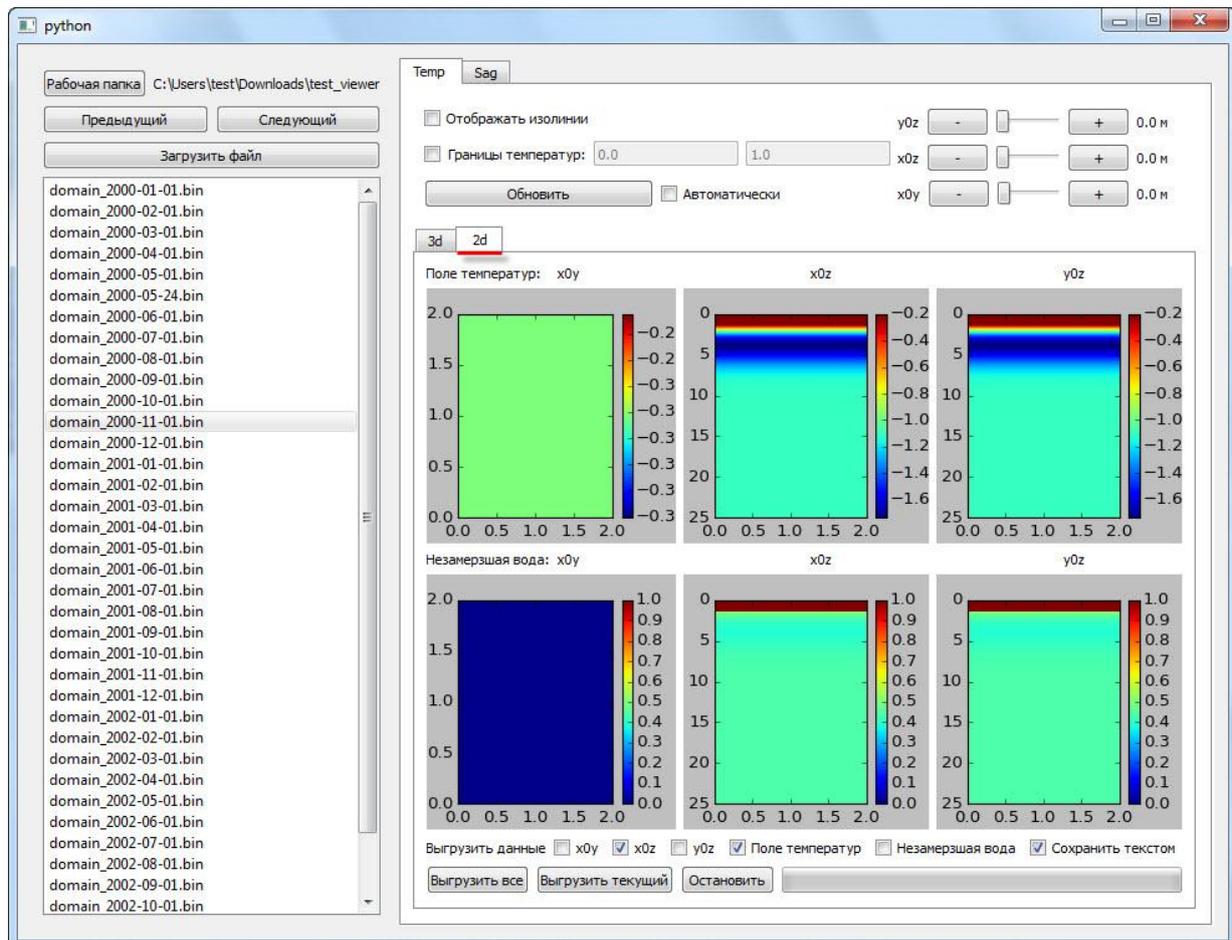


Рисунок 4.3 – Вкладка «2d».

С помощью панели управления просмотром полей пользователь может:

- добавить изолинии, установив флаг в поле «Отображать изолинии».
- задать границы отображения полей температур и незамерзшей воды, установив флаг в поле «Границы температур» и задав необходимые значения.
- изменить вид полей в зависимости от заданной величины максимального шага сетки по осям x, y, z соответственно, с помощью кнопок «+» и «-».

Для изменения вида отображения полей, установите все необходимые параметры на панели управления и нажмите кнопку «Обновить». Чтобы все установленные параметры отображались сразу после их изменения, установите флаг в поле «Автоматически».

#### **Операция «Выгрузка данных»**

На вкладке «2d» пользователь также может выгрузить данные смоделированных температурных полей.

Чтобы выгрузить данные смоделированных полей:

1. Внизу окна, в поле «Выгрузить данные» установите флаги у параметров, которые необходимо сохранить.
2. Для выгрузки данных:
  - по выбранному температурному полю (файл с расширением **.bin**), нажмите кнопку «Выгрузить текущий».
  - по всем смоделированным полям, находящимся в рабочей папке, нажмите кнопку «Выгрузить все»

При необходимости, пользователь может прервать выгрузку, нажав кнопку «Остановить».

В результате выгрузки в корне рабочей папки будут созданы две подпапки «Temperature» и «LiquidWaterPercentage», в которые будут сохранены поля температур и распределения незамерзшей воды в трех плоскостях x0y, x0z, y0z в форматах **.png** и **.exel**.

### **4.3. Вкладка «Sag»**

Вкладка «Sag» предназначена для расчета и моделирования просадки ненагруженного грунта и грунта с учетом вертикальной нагрузки. Здесь данные для моделирования задаются на двух вспомогательных вкладках «Почвы» и «Массы» (рисунок 4.4).

#### **Операция «Построение графика просадки»**

Для построения графика просадки нужно заполнить все необходимые параметры почвы, и при необходимости, указать внешние нагрузки, действующие на поверхность.

##### ***Заполнение параметров почвы***

На вкладке «Почвы» загружаются автоматически из проекта (файл в рабочей папке с расширением **.json**), смоделированного с помощью Системы Permafrost 3D.

Если параметры почвы не были заданы в рассматриваемом проекте, заполните пустые поля вручную.

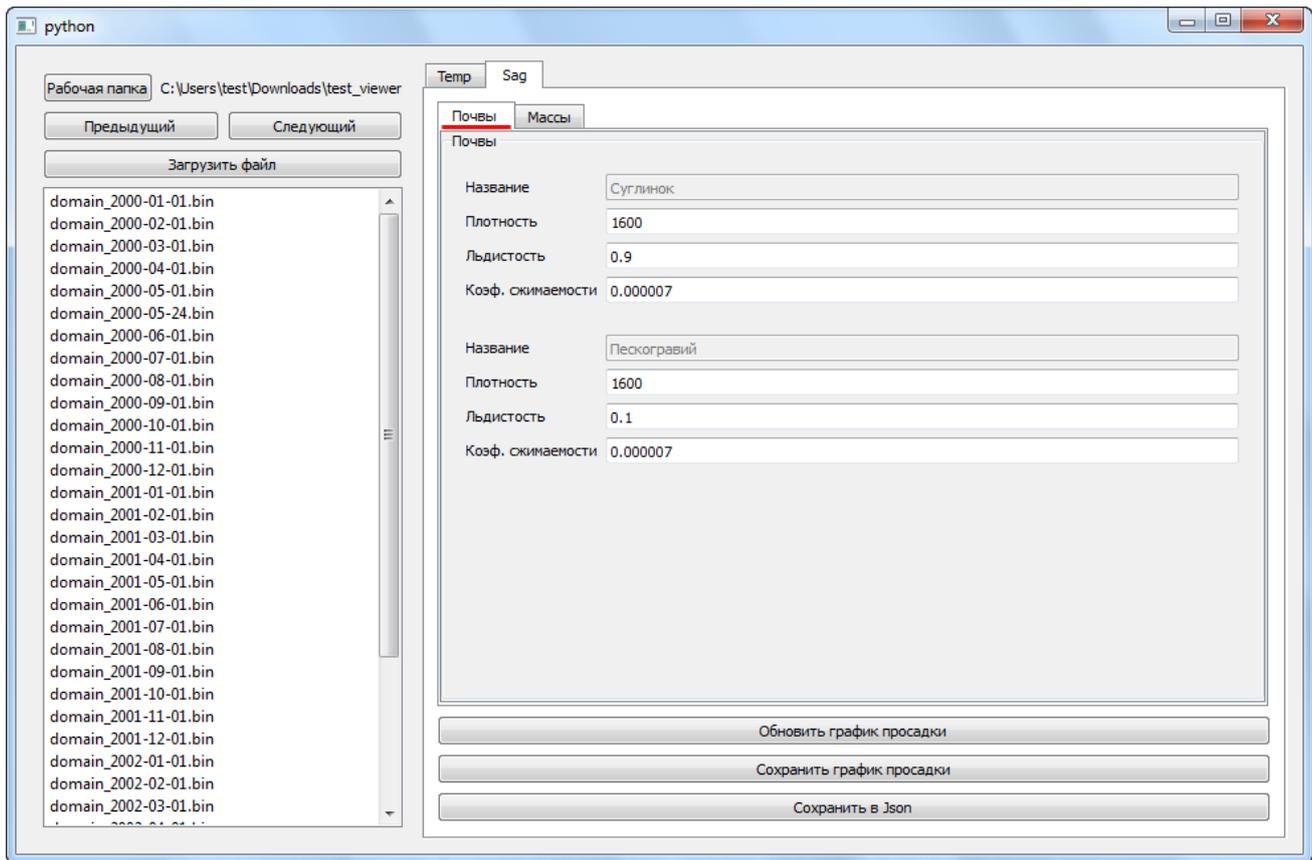


Рисунок 4.4 – Графический интерфейс рабочей области «Почвы».

В таблице 4.2 приведено описание полей и значений для введения параметров грунта.

**Таблица 4.2 – Описание параметров грунта**

Поле	Описание
Плотность	Собственная плотность грунта. Единицы измерения: кг/м <sup>3</sup> . Значение по умолчанию "0".
Льдистость	Отношение содержащегося в грунте объема видимых ледяных включений к объёму мёрзлого грунта. Единицы измерения: доли единицы. Значение по умолчанию "0".
Коэффициент оттаивания	Относительная деформация грунта под нагрузкой. Единицы измерения: Па <sup>-1</sup> . Значение по умолчанию "0".

#### *Добавление / удаление массы*

Если необходимо смоделировать внешние (антропогенные) нагрузки на поверхность почвы, на вкладке «Массы» выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку «Добавить».
2. Введите значение массы в килограммах и расположение нагрузки на поверхности.

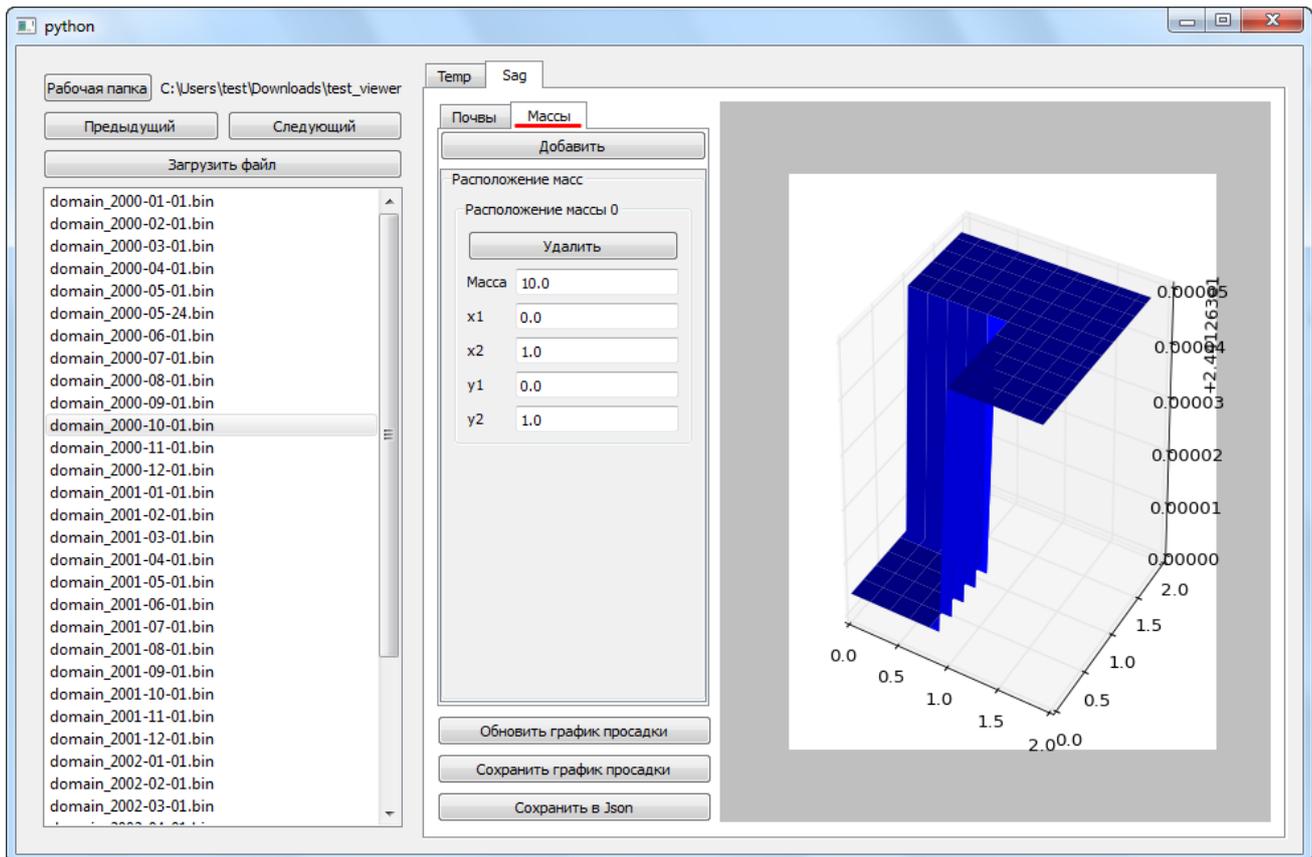


Рисунок 4.5 – Графический интерфейс рабочей области «Массы».

При необходимости, удалить массу можно просто нажав кнопку «Удалить».

#### ***Построение графика просадки***

После того, как все параметры заданы, для начала построения графика нажмите кнопку «Обновить график просадки». Просмотрщик Permafrost 3D Viewer начнет построение графика (рисунок 4.5).

#### ***Сохранение графика просадки и параметров грунта***

Чтобы сохранить график просадки нажмите кнопку «Сохранить график просадки». График будет сохранен в рабочую папку в формате **.png**.

Для дальнейшего использования заданных параметров грунта сохраните их в проект, нажав кнопку «Сохранить в json».

## **5. АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ**

В случае возникновения недокументированного или ошибочного поведения системы Permafrost 3D Viewer необходимо обращаться к ответственному Администратору Системы.

## **6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ**

Перед началом работы с Просмотрщиком рекомендуется ознакомиться с данным руководством