



Geotek Field



РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

<https://geotek-bim.ru>

Пенза-2025

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	6
2. УСТАНОВКА И РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ	13
2.1. Минимальная конфигурация	13
2.2. Установка программы	13
2.3. Блокировка программного обеспечения	19
2.4. Деинсталляция	19
2.5. Обновление версии	19
2.6. Регистрация	20
3. ФУНКЦИИ ПРОГРАММЫ.....	22
3.1. Создание проекта.....	23
3.2. Построение ситуационного плана и ввод мест испытаний	27
3.3. Добавление растровых изображений на план испытаний	30
3.4. Калибровка растровых изображений.....	31
3.5. Загрузка растровой карты.....	32
3.6. Просмотр и масштабирование плана	33
3.7. Ввод плана объекта	33
3.8. Графические настройки	36
3.9. Ввод мест испытаний	36
3.10. Перемещение мест испытаний.....	38
3.11. Ввод виртуальных выработок	38
3.12. Графические настройки	40
3.13. Просмотр данных места испытаний	41
3.14. Построение цифровой модели рельефа	42
3.15. Определение места СРТ испытания на оптимальном расстоянии	46
3.16. Практический пример создания ситуационного плана	49
4. ВЫБОР МЕТОДА ИСПЫТАНИЙ.....	56
4.1. Статическое зондирование.....	56
4.2. Динамическое зондирование	57
4.3. Буровое зондирование.....	59
4.4. Штамповые испытания.....	60
4.5. Георадарные исследования.....	61
5. ВЫБОР КОРРЕЛЯЦИОННЫХ УРАВНЕНИЙ.....	70
6. ВВОД И ПРОСМОТР ДАННЫХ ИСПЫТАНИЙ.....	79

6.1. Настройки параметров места испытаний	79
6.2. Импорт данных испытаний.....	81
6.3. Просмотр данных испытаний	86
6.4. Ввод данных штамповых испытаний.....	93
6.5. Ввод данных лабораторных испытаний.....	99
6.6. Ввод данных диссипации порового давления	101
6.7. Построение литологической колонки	103
6.8. Расчет характеристик грунтов.....	105
6.9. Расчет среднего значения характеристик грунтов	107
6.10. Ввод данных статического зондирования в мерзлых грунтах.....	108
6.11. Ввод данных скорости поперечной волны.....	115
6.12. Формирование сводной таблицы физико-механических характеристик..	120
6.13. Формирование отчета	124
7. РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИИ ОСНОВАНИЙ.....	133
7.1. Расчет осадки фундаментов.....	133
7.2. Расчет коэффициента жесткости основания	137
7.3. Формирование отчета	138
8. НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СВАЙ	142
8.1. Выбор типа и метода расчета свай	143
8.2. Графическое представление.....	144
8.3. Формирование отчета	145
9. НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ФУНДАМЕНТОВ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ.....	148
9.1. Расчет несущей способности	148
9.2. Формирование отчета	149
10. МОДУЛЬ «КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ УРАВНЕНИЯ»	152
10.1. Назначение	152
10.2. Структура данных	152
10.3 Начало работы.....	152
10.4. Выбор исследования.....	153
10.5. Ввод данных	154
10.6. Выбор переменных.....	154
10.7. Настройка загрузки данных.....	157
10.8. Просмотр данных	160
10.9. Описательная статистика	160

10.10. Выбор переменных для анализа	161
10.11. Коэффициенты корреляции	163
10.12. Вкладка «Переменные»	166
10.13. Модели	167
11. ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ГРУНТОВ К РАЗЖИЖЕНИЮ	169
11.1. Последовательность расчетов	169
11.2. Оценка последствий разжижения	174
11.2.1. Методы расчета	176
11.3. Формирование отчета	176
12. ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ	178
12.1.1. Построение цифровой инженерно-геологической модели	178
12.2. Построение цифровой геотехнической модели	195
12.4. Экспорт цифровой модели	202
13. РАСЧЕТ ОСНОВАНИЙ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	204
13.2. Расчет устойчивости склона методом Цветкова - Богомолова	209
13.3. Теплотехнический расчёт основания	214
13.5. Формирование отчета	217
14. РАСЧЁТ ОСНОВАНИЙ НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ	219
14.1. Глубина заложения фундамента	219
14.2. Несущая способность основания	225
14.3. Осадка основания	230
14.4 Устойчивость и прочность на воздействие сил морозного пучения	233
14.5. Несущая способность свай	237
14.6. Импорт данных лабораторных испытаний	239
14.7 Пример создания проекта	242
15. ВВОД ДАННЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ	248
15.1. Описание формата входных файлов	248
15.2 Ввод сводной таблицы физико-механических свойств грунтов	249
15.3 Ввод литологической колонки	253
15.4 Ввод литологической колонки статического зондирования	256
16. ГЕНЕРАЦИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПОЛЕЙ	259
16.1. Запуск модуля	259
16.2. Общее описание интерфейса модуля	259
16.3. Область ввода	262

16.3.1.	Дерево выработок.....	262
16.3.2.	Выпадающий список со свойствами грунта.....	262
16.3.3.	Ползунок выбора коэффициента подгонки.....	263
16.3.4.	Ползунок для выбора зерна случайного вектора.....	264
16.3.5.	Панель выбора функции автокорреляции.....	264
16.3.6.	Панель выбора функции тренда.....	265
16.4.	Область нахождения тренда.....	265
16.4.1.	Основной график.....	265
16.4.2.	Ползунки выбора границ исследуемой глубины.....	267
16.5.	Область анализа данных.....	267
16.5.1.	Статистики.....	267
16.5.2.	Распределение.....	269
16.5.3.	Автокорреляция.....	270
16.5.4.	Таблица.....	271
16.5.5.	Случайный вектор.....	271
16.5.6.	Метрики погрешностей.....	273
16.5.7.	План.....	274
16.5.8.	Критерий Бартлетта.....	274
16.6.	Панель инструментов.....	275
16.6.1.	Визуализация геологической и геотехнической моделей.....	275
16.6.2.	Сохранение матриц.....	276
16.6.3.	Функция «Включить в отчет текущую генерацию».....	277
17.	РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНОВ.....	279
17.1.	Настройки входных параметров.....	280
17.2.	Построение модели разреза для расчета устойчивости склона.....	284
17.2.1.	Просмотр характеристик.....	301
17.2.2.	Просмотр результатов расчета.....	303
17.2.3.	Настройки.....	304
17.2.4.	Статистика.....	308
18.	ОСНОВНЫЕ СТАТИСТИКИ.....	309
18.1	Общее описание интерфейса.....	309
18.2.	Вкладка «Статистика».....	312
18.3.	Вкладка «График».....	314
19.	ВЕРОЯТНОСТНЫЙ РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТОВ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ.....	318

19.1	Настройка решения	318
19.2	Расчет несущей способности	321
19.3	Просмотр результатов расчета.....	321
20	О ПРОГРАММЕ	323

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Информационное моделирование (BIM – Building Information Model) широко используется инженерами-строителями и архитекторами при проектировании конструкций зданий. В то же время, геологические и геотехнические данные практически не используются в процессе BIM - проектирования, хотя большинство рисков и неопределенностей строительства проистекают из неизвестных или ошибочно оцененных инженерно-геологических условий. На текущий момент BIM технологии разрабатываются для многих разделов проектирования и возведения строительных объектов за исключением инженерно-геологических и геотехнических изысканий.

Предлагаемая информационная система Geotek BIM объединяет в единое целое данные лабораторных и полевых испытаний грунтов необходимые для проектирования оснований по предельным состояниям: деформации и несущей способности.

Структура Geotek BIM (BIMG - ТИМГео) показана на рис. 1.1. BIMG содержит информацию, получаемую из геодезических, геофизических, геологических, геотехнических и гидрогеологических инженерных изысканий.

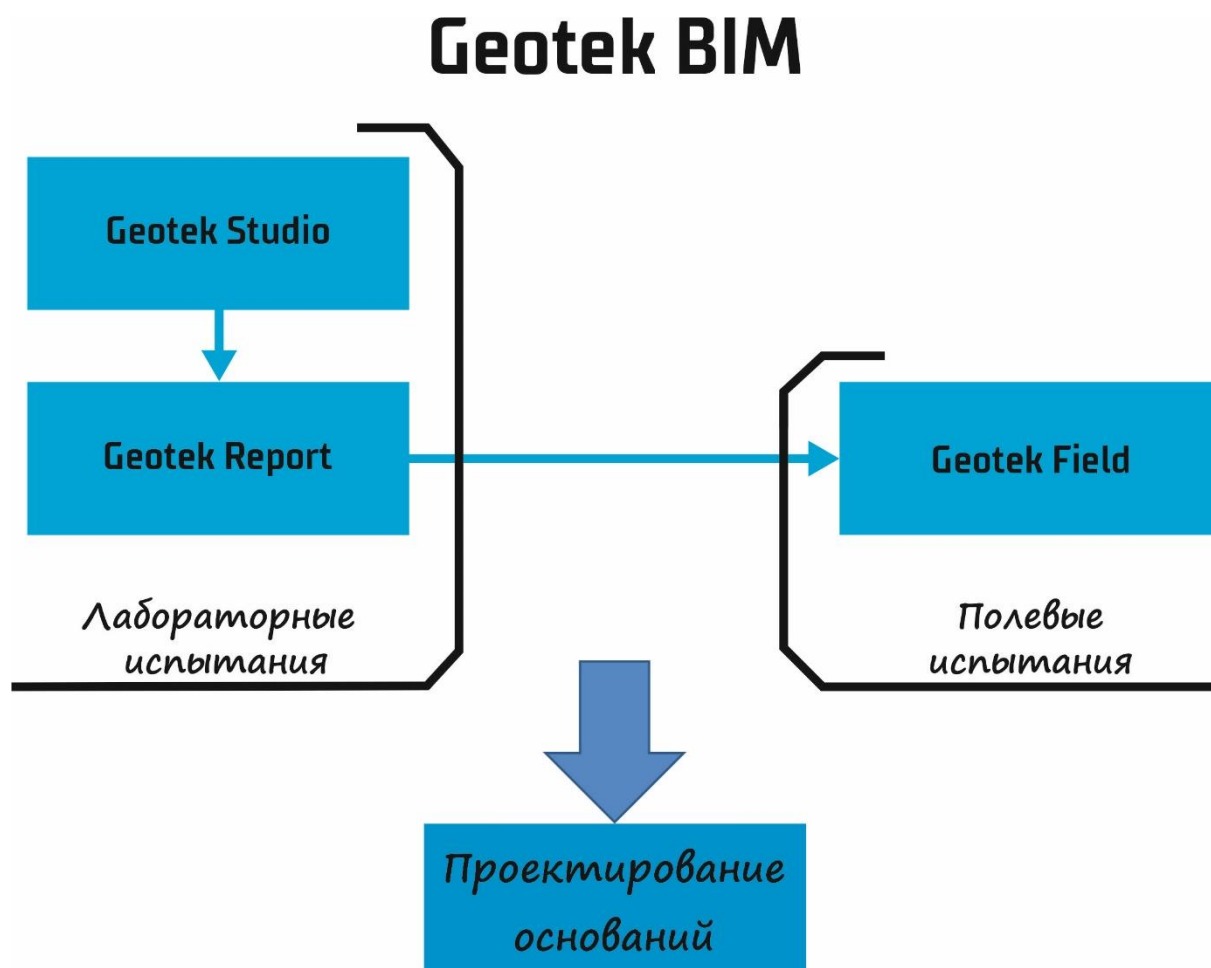


Рис. 1.1. Структурная схема информационной системы

В настоящее время BIMG включает данные лабораторных и полевых испытаний различного типа. В тоже время, BIMG содержит информацию, необходимая для проектирования оснований зданий и сооружений по предельным состояниям и является одной из информационных моделей, составляющие BIM объекта строительства.

В предлагаемом руководстве пользователя приведено описание программы [Geotek Field](#), которая включает основные модули информационной технологии для геологов и геотехников. Структурная схема программы показана на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Структурная схема программы

Geotek Field – это программа для сбора и обработки данных полевых испытаний методами статического и динамического зондирования, рекомендуемые ГОСТ 19912, ГОСТ 22476 и ASTM D 6066, ASTM D 5778, ASTM D 1586, ASTM D 1587. По мере развития программы в нее будут включены и другие методы полевых и лабораторных испытаний грунтов. Этот документ предназначен для ознакомления пользователя с работой и функциональными возможностями программы в текущей редакции. Блок-схема программы показана на рис. 1.3 – 1.5.

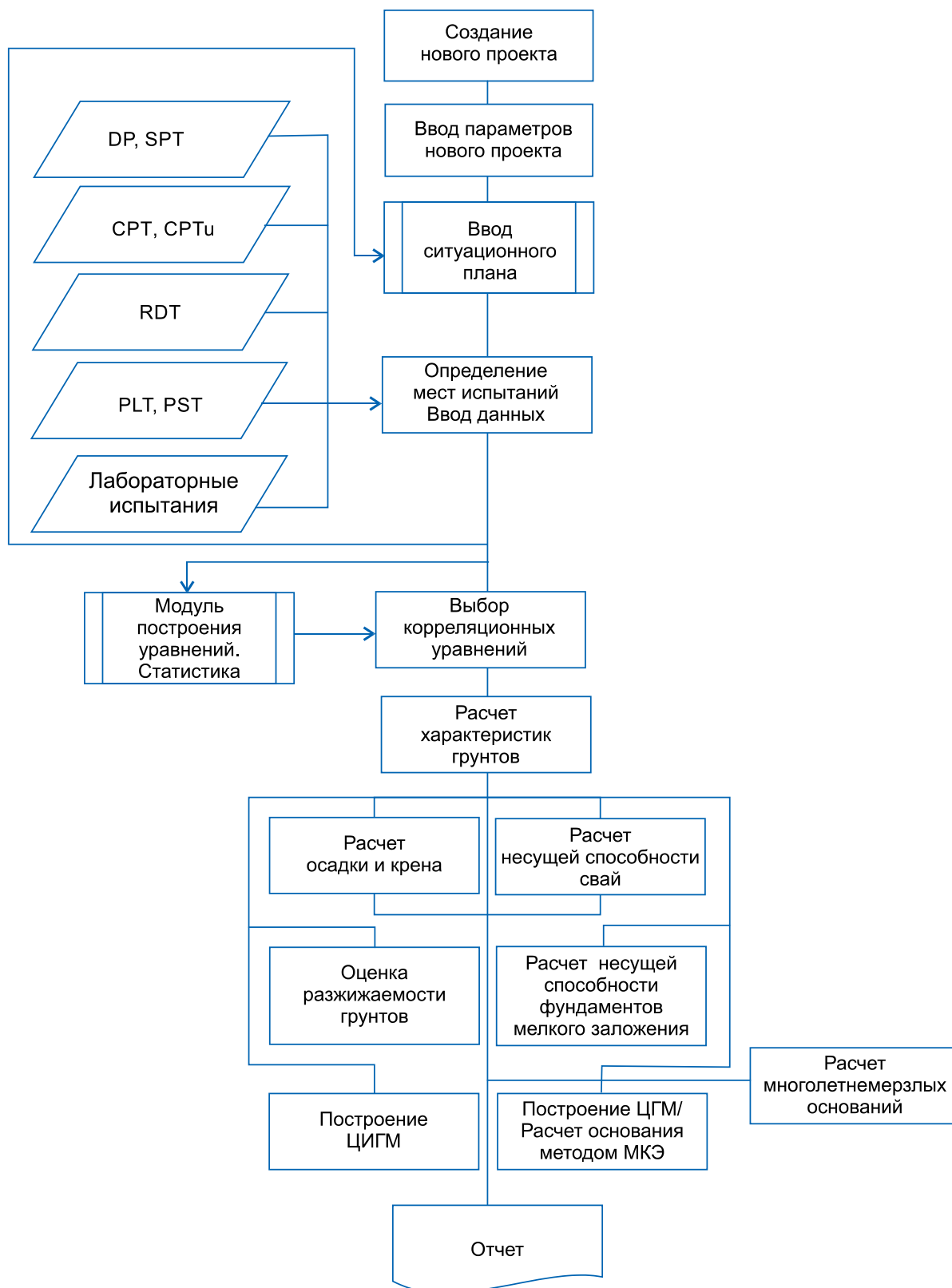


Рис. 1.3. Структурная схема программы

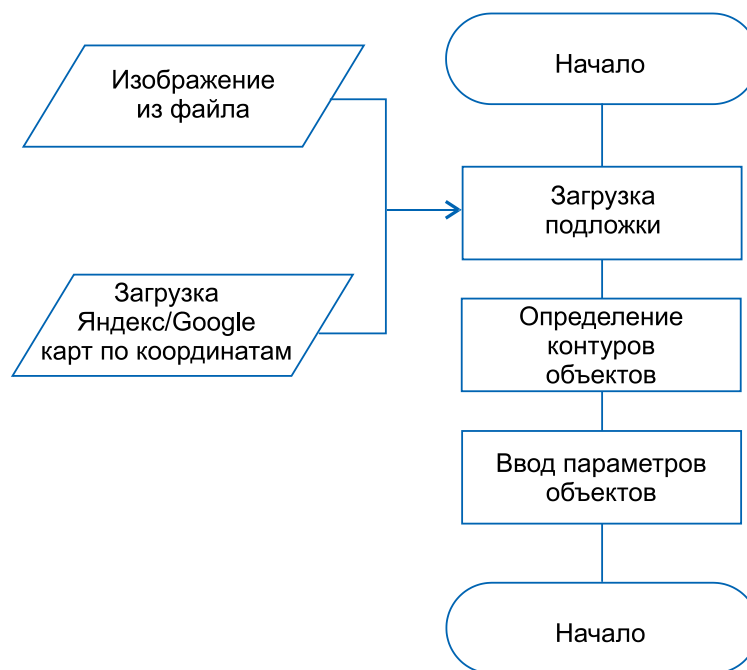


Рис. 1.4. Создание ситуационного плана (продолжение)

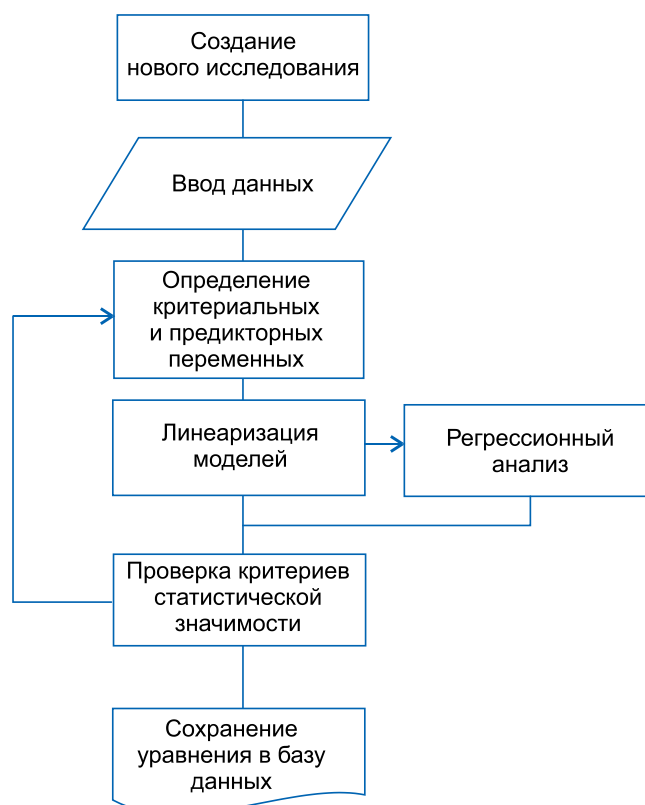


Рис. 1.5. Построение корреляционных зависимостей

Программа позволяет отображать ситуационный план и, при желании, накладывать изображение на экране (карта или фотография и т. д.). Масштабирование и команды перемещения позволяют выполнять просмотр по мере необходимости.

Введена возможность использования цифровой модели рельефа местности (ЦМР) путем загрузки из файла (формат LandXml) или ее формирование с помощью внутреннего редактора, используя данные геодезических измерений. Использование ЦМР позволяет выполнять автоматическую привязку высотной отметки места испытаний.

План площадки (здания) может быть подгружен или создан при помощи встроенного редактора, с текстом, линиями, полигонами или размерами. План может быть распечатан в режиме онлайн, при условии редактирования в режиме предварительного просмотра.

После создания ситуационного плана или плана здания данные испытаний можно ввести в заданные границы, присваивая каждому испытанию такие характеристики, как тип используемого оборудования, идентификатор, цвет и др., а затем ввести данные оборудования для испытания.

Программа включает в себя ряд баз данных и методологий, такие как:

- *знания о статическом и динамическом оборудовании для испытаний грунтов в полевых условиях и средство добавления любых новых;*
- *данные и методологии для сопоставления результатов испытаний для получения более значимых характеристик грунтов, которые характеризуют их физические и механические.*
- *оценка степени неопределенности инженерно-геологических условий с выбором оптимального количества точек зондирования;*
- *оценка осадки и крена проектируемого здания методом СП 22.13330.2016;*
- *определение несущей способности свай методом СП 24.13330.2011 и другими известными решениями.*
- *определений несущей способности фундаментов мелкого заложения методом СП 22.13330 и другими известными решениями;*
- *расчет оснований фундаментов на многолетнемерзлых грунтах методами СП 25.13330.2020;*
- *определение коэффициента постели (коэффициент жесткости основания);*
- *методика оценки разжижаемости грунтов при землетрясениях и его последствий;*
- *методика построения цифровых разрезов характеристик грунтов и измеряемых параметров;*
- *методика построения 3D инженерно-геологической и 3D геотехнической модели;*
- *расчет оснований зданий и устойчивости склонов методом конечных элементов;*
- *методику оценки пространственной изменчивости грунтов*

Границы стратиграфических колонок определяются пользователем, работающим на стратиграфической колонке, наряду с графическим представлением параметров статического и динамического зондирования.

Литологические типы могут автоматически присваиваться слоям, используя встроенную таблицу (которая может быть изменена пользователем с учетом классификации по ГОСТ 25100)) или отдельные слои, охарактеризованные индивидуально пользователем.

Стратиграфическая таблица может быть изменена, слои слиты или добавлены новые, а также изменены их характеристики, если применяются другие методы литологической интерпретации (в случае использования ГОСТ 25100). Текстуры могут быть изменены или применены другие цвета. Изменения отражаются в стратиграфической колонке.

Данные испытаний могут обрабатываться для получения физико-механических характеристик грунтов с использованием выбранных глобальных корреляционных уравнений. Пользователь может ввести собственное корреляционное уравнение, полученное с учетом местных геологических условий для конкретных типов грунтов. Применяемые методы/полномочия сохраняются в качестве тестовых параметров и позволяют оценивать характеристики грунтов в любое последующее время, например, если выполнено изменение стратиграфии.

Корреляционные уравнения основаны как на отечественных, так и на зарубежных исследованиях. Корреляционные уравнения представлены только в качестве руководства по геотехническому использованию и должны быть тщательно проанализированы и скорректированы для местных отложений грунтов. Значения полученных характеристик грунтов являются оценочными и должны быть уточнены путем проведения соответствующих лабораторных испытаний грунтов. Надежность корреляционных уравнений можно увеличить путем корректировки входящих в них коэффициентов или разработки региональных уравнений путем проведения лабораторных и полевых испытаний грунтов.

Подготавливается отчет (сжатый или расширенный формат), который документирует показания, стратиграфию и характеристики грунтов, оцененные для каждого испытания. Отчет может быть распечатан в режиме онлайн, отредактирован или сохранен в формате PDF, DOC, XLS.

Цифровая 3D модель имеет форма IFC. Графика может быть экспортирована пользователем в формате PNG.

Окончательный результат может быть заархивирован в комплекте с любым наложением растрового изображения для последующего повторного использования или формирования части базы данных испытаний в конкретном районе изысканий.

Пользователь должен быть полностью осведомлен о методах, используемых в программном обеспечении, а также ограничениях всех этих методов.

2. УСТАНОВКА И РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ

2.1. Минимальная конфигурация

- **Система:** Microsoft Windows 7 SP 1 или старше
- Процессор с тактовой частотой 2 ГГц или выше
- ОЗУ объемом от 1 ГБ
- 200 Мб свободного места на диске
- **Дополнительное ПО:** Microsoft .NET Framework 4.8, Firebird 2.5

2.2. Установка программы

Программу, как и руководство пользователя и теоретическое руководство загрузить с нашего веб-сайта (<https://geotek-bim.ru/?page=buy>).

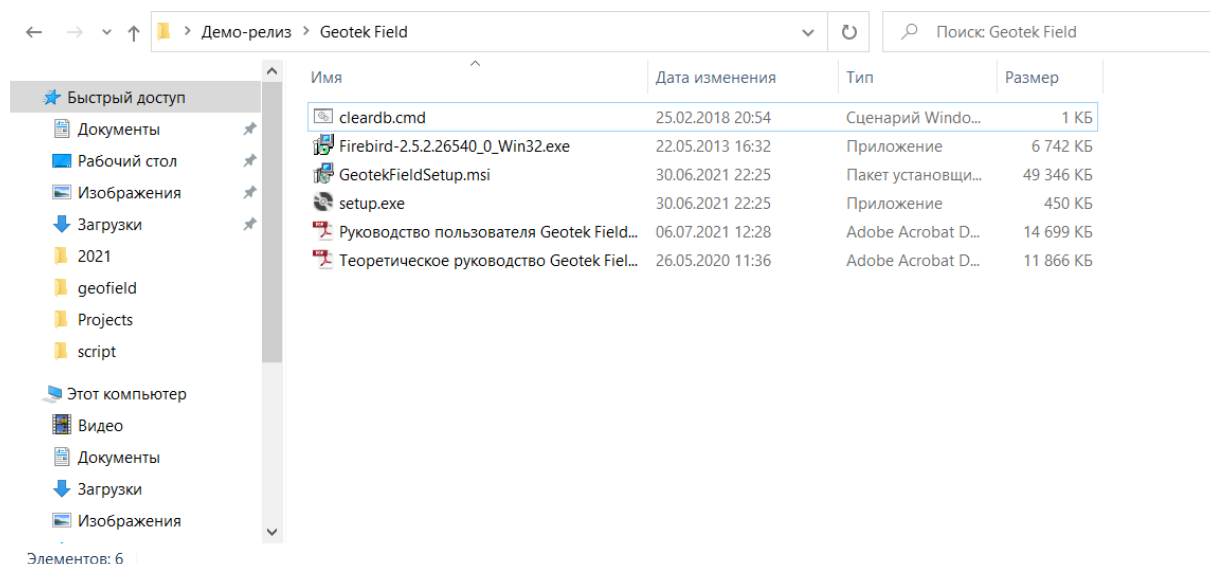


Рис. 2.1. Содержание пакета

Для корректной работы необходимо предустановить дополнительное программное обеспечение: Firebird 2.5.2. Для этого необходимо запустить установщик, для чего дважды щелкните левой кнопкой мыши. Затем выберите язык установки.

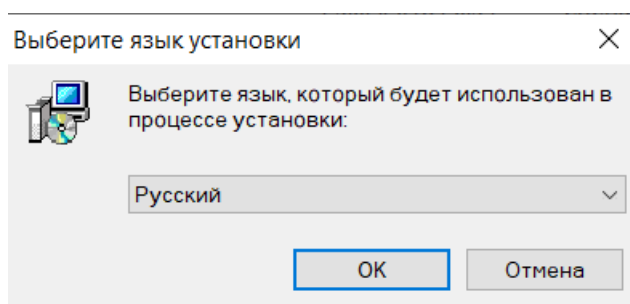


Рис. 2.2. Выбор языка установки

Далее появится окно мастера установки. Щелкните «Далее».

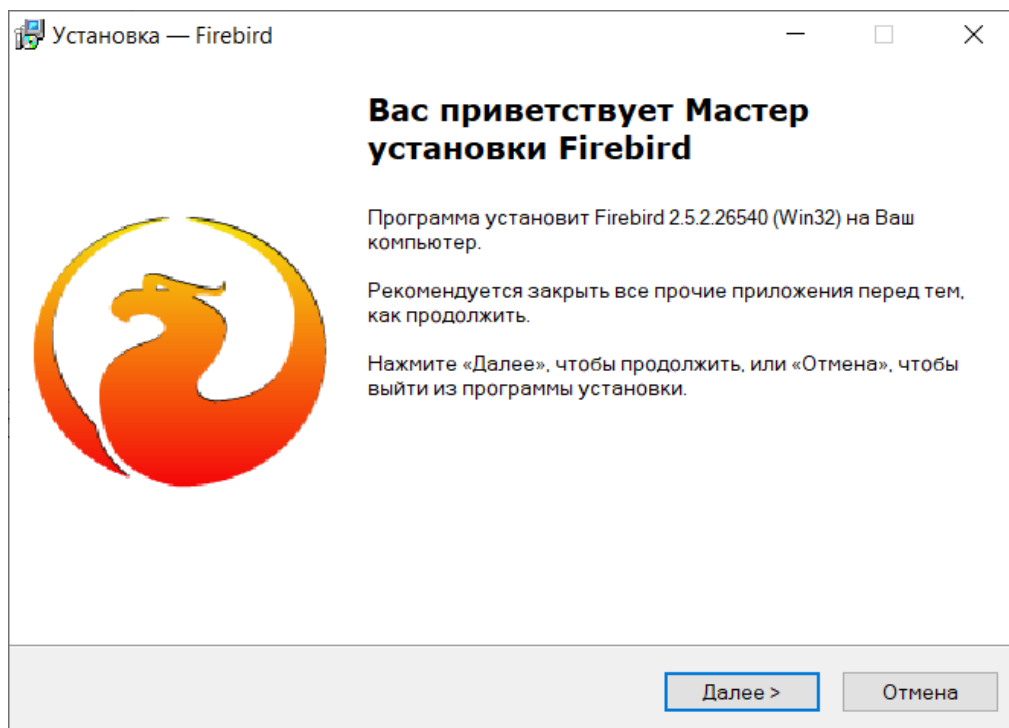


Рис. 2.3. Мастер установки Firebird

Откроется окно с лицензионным соглашением. Щелкните в поле «[Принимаю лицензионное соглашение](#)», затем щелкните «[Далее](#)».

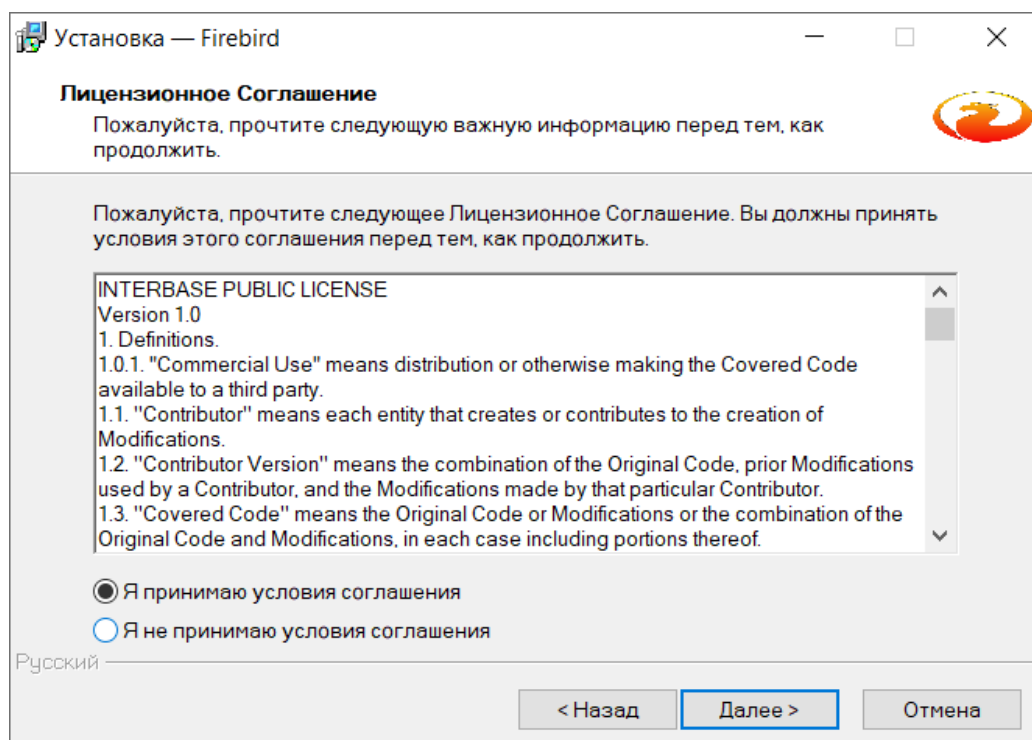


Рис. 2.4. Лицензионное соглашение

Далее следует окно с дополнительной информацией. Щелкните «[Далее](#)».

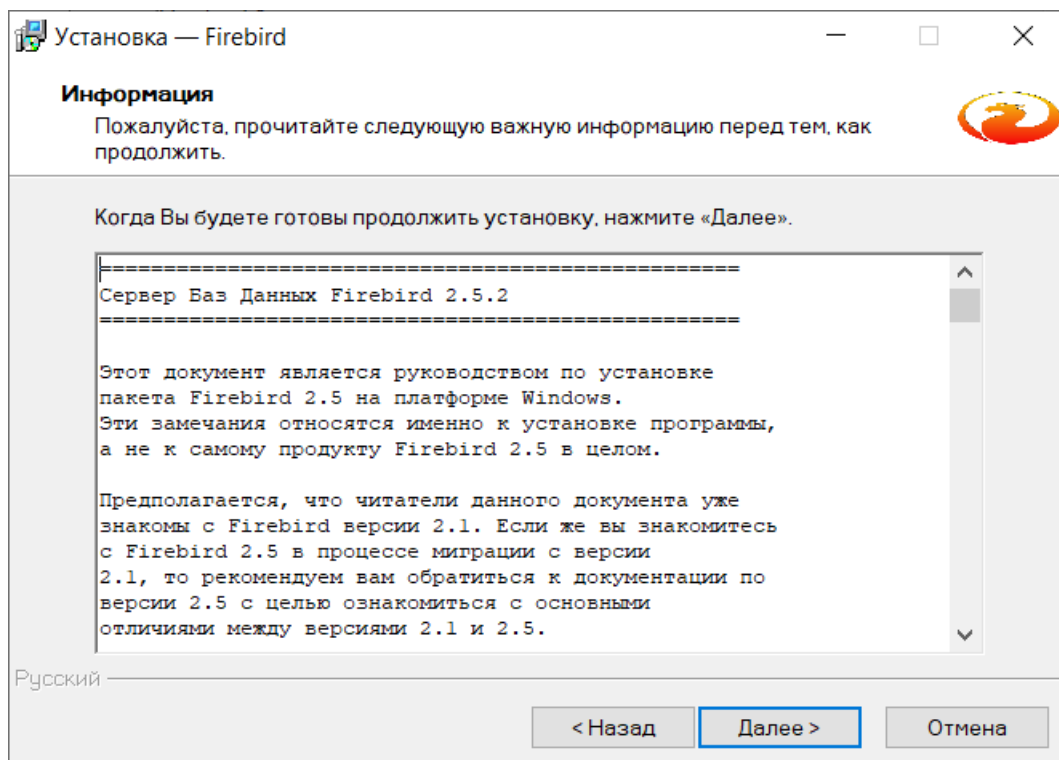


Рис. 2.5. Дополнительная информация

Следующее окно служит для указания папки для установки ПО. Выберите папку и щёлкните «Далее».

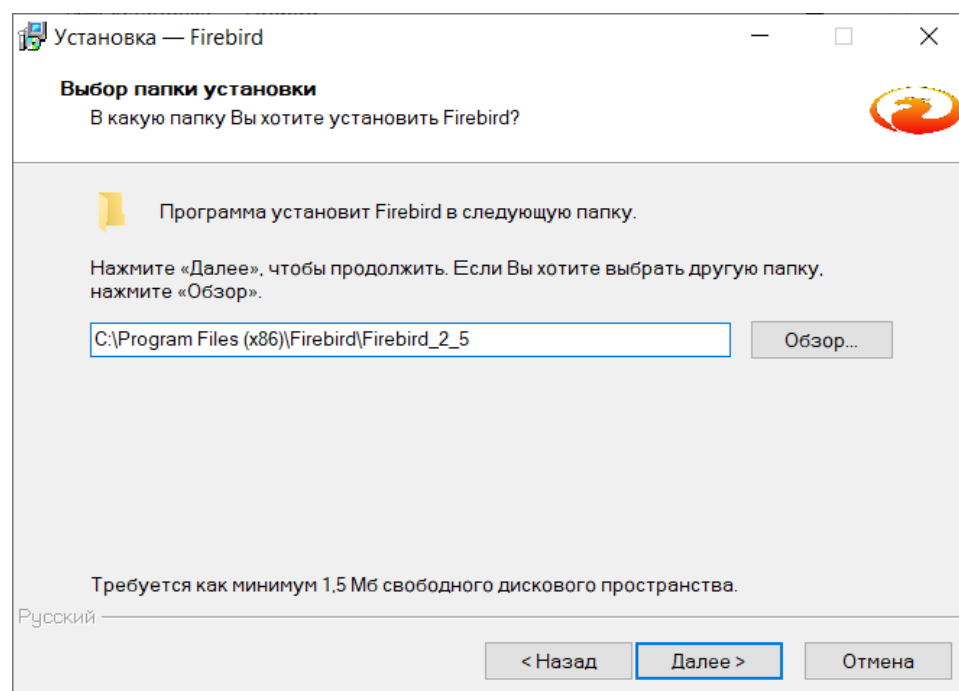


Рис. 2.6. Путь установки ПО

Далее следует окно с выбором компонентов. Выберите «Полная установка сервера и инструментов разработки» и настройте окно в соответствии с рис. 2.7.

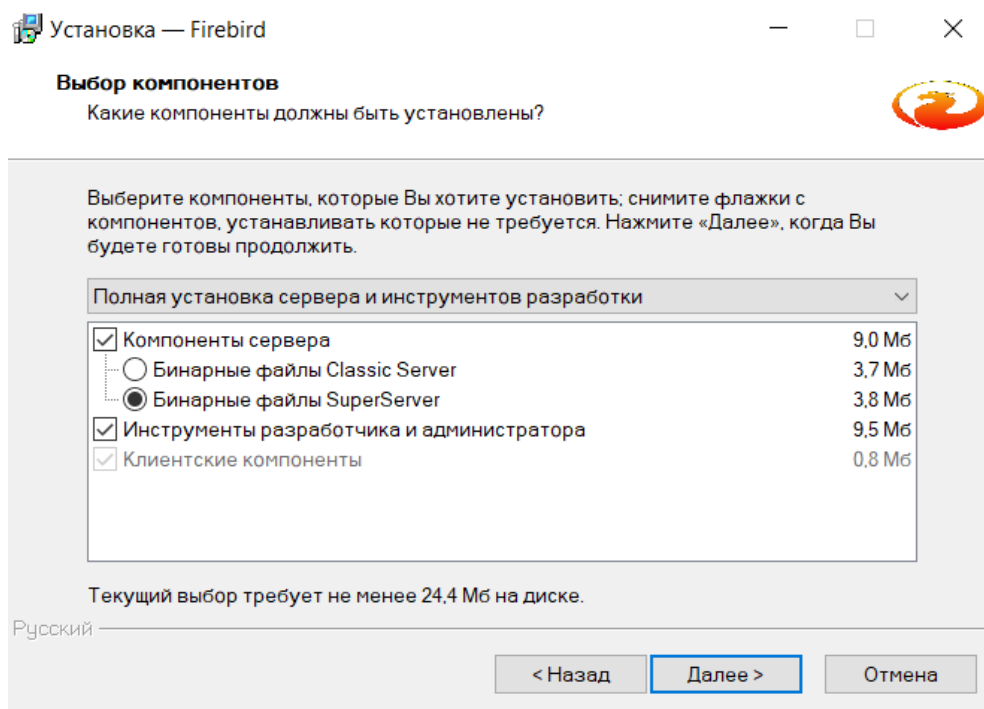


Рис. 2.7. Выбор компонентов установки

Откроется окно с выбором дополнительных задач. Настройте в соответствии с рис. 2.8.

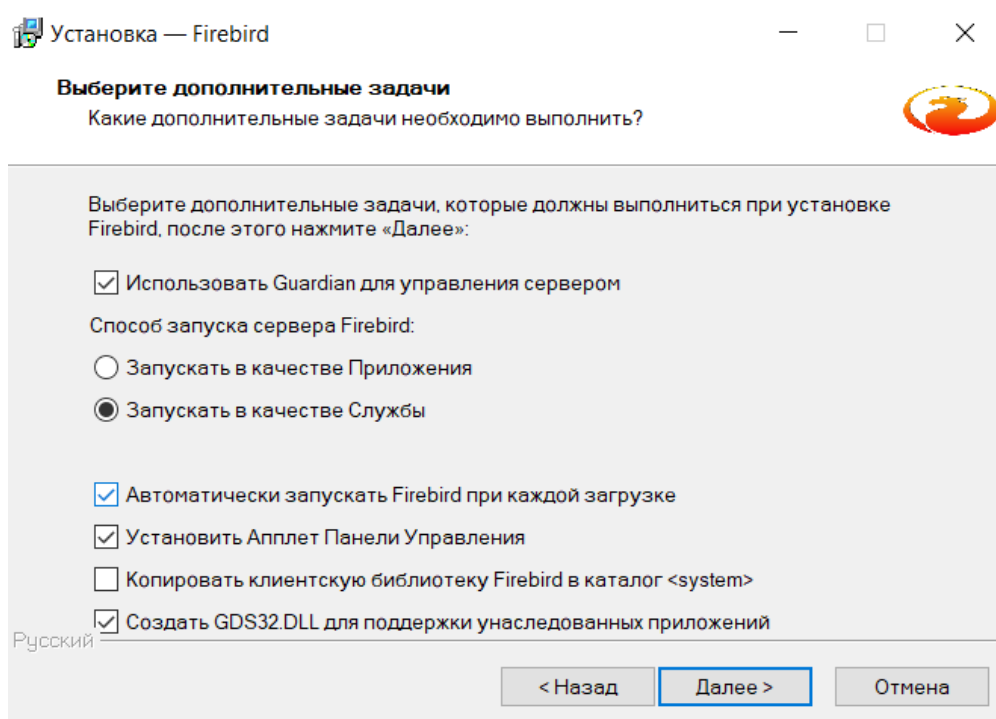


Рис. 2.8. Выбор дополнительных задач

Настройки завершены. Для того чтобы начать установку, щелкните «Установить».

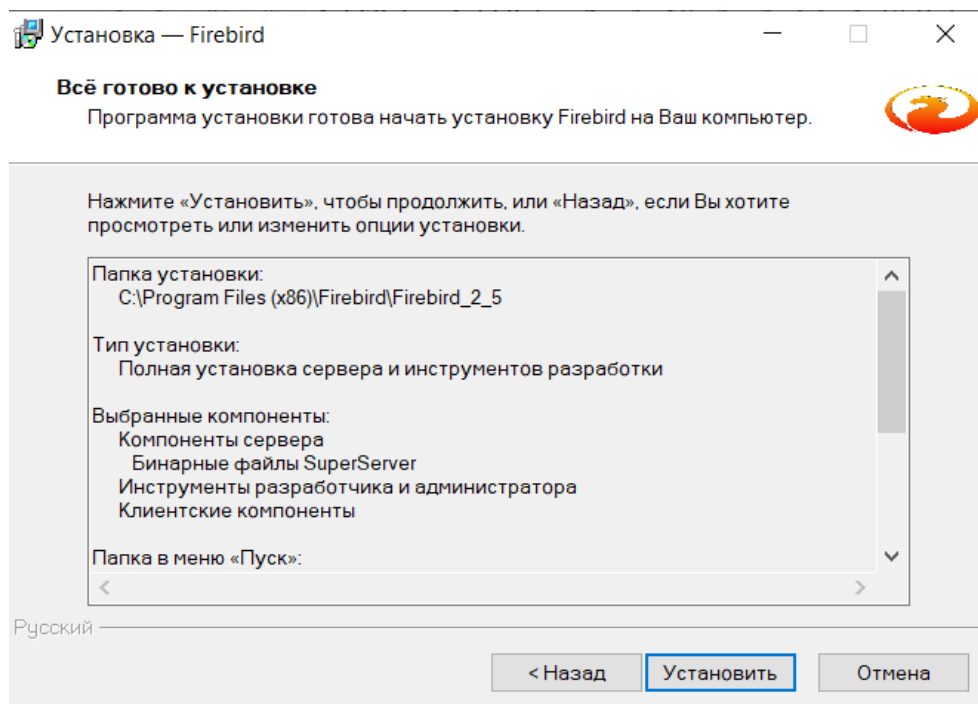


Рис. 2.9. Установка

Дождитесь окончания установки и щелкните кнопку «[Завершить](#)».

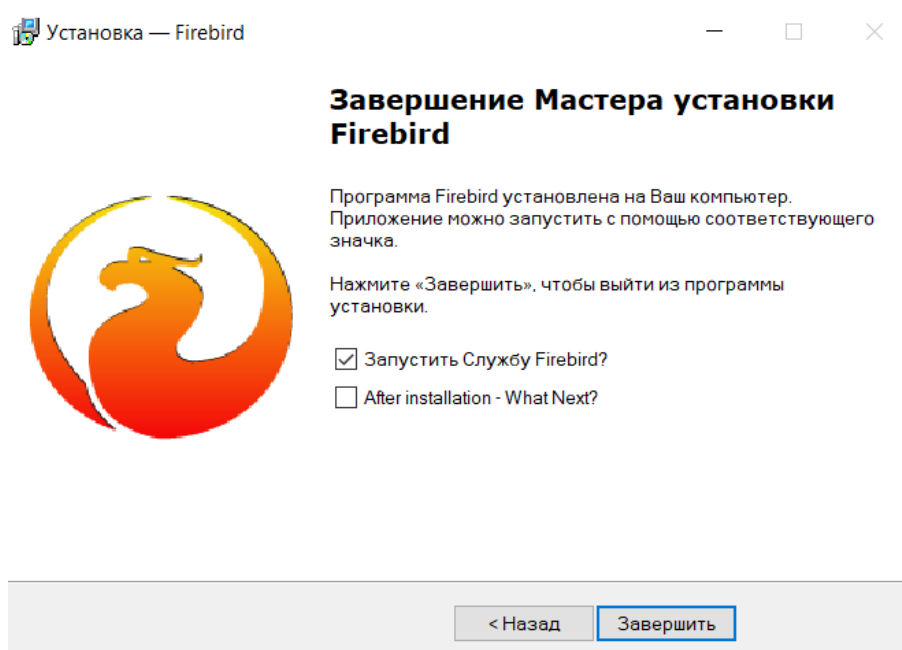


Рис. 2.10. Завершение установки

После завершения установки дополнительного ПО можно переходить к установке [Geotek Field](#). Для этого необходимо снова открыть содержимое CD-ROM и двойным щелчком левой кнопки мыши запустить файл setup (см. рис. 2.1). Появится мастер установки программы. Щелкните [«Далее»](#).

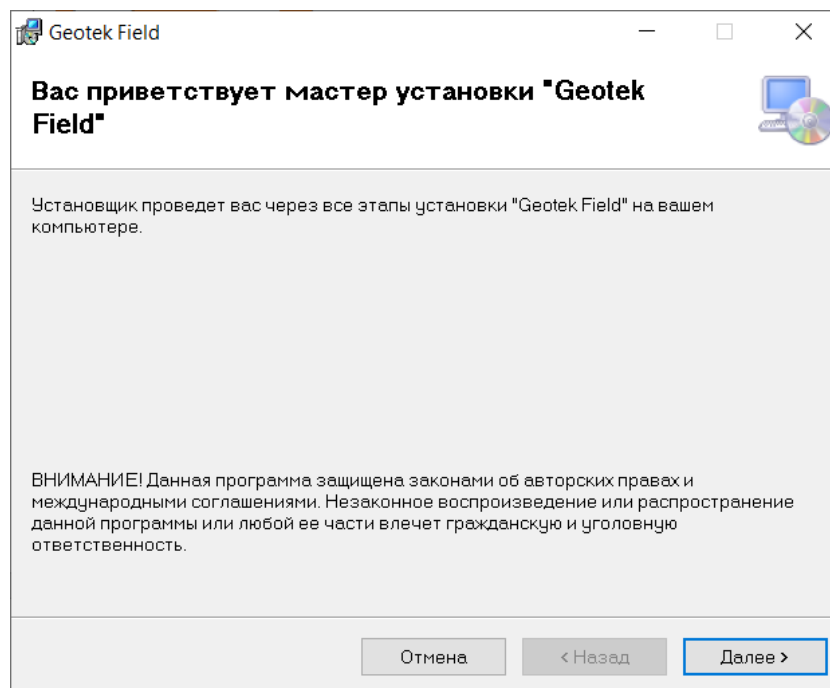


Рис. 2.11. Мастер установки программы

Выберите путь установки программы и щелкните «Далее».

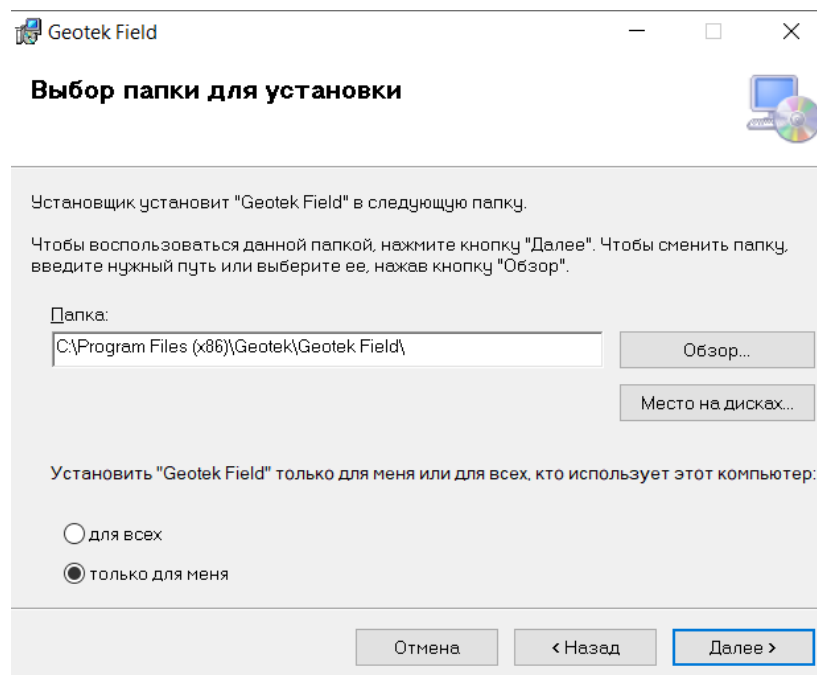


Рис. 2.12. Выбор пути установки программы

Дождитесь окончания установки и щелкните «Закреть».

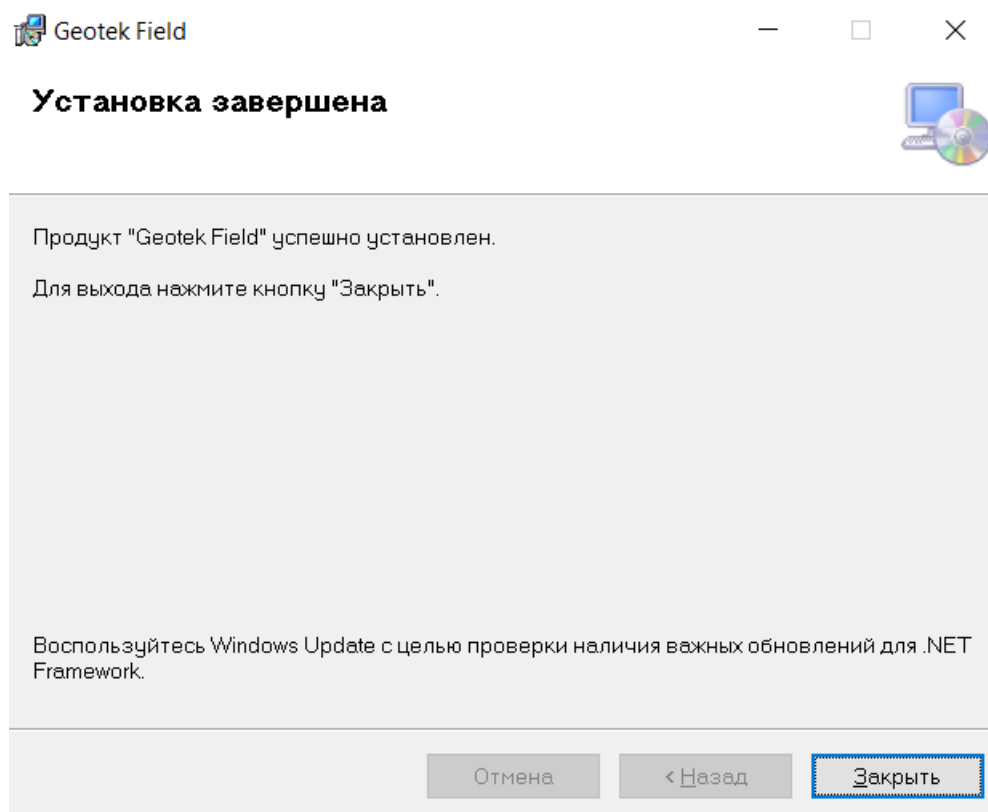


Рис. 2.13. Окончание установки

2.3. Блокировка программного обеспечения

Для использования этой системой требуется обмен информацией (электронная почта или факс и т.д.) между вами и программным обеспечением Геотек. Вы отправите Геотек контрольный номер в окне «[Регистрация](#)», когда программа будет запущена. Геотек ответит, отправив вам регистрационный номер для ввода в это окно регистрации. Это открывает полную функциональность программы. Пока это не будет выполнено, программа работает в демонстрационном режиме.

2.4. Деинсталляция

Это может быть выполнено на панели управления («[Пуск](#)», «[Настройки](#)», «[Панель управления](#)»).

Выберите «[Установка приложения](#)» и выберите «[Удалить](#)» против имени программы.

2.5. Обновление версии

Когда будет получено обновление версии, следует произвести деинсталляцию программы. См. Раздел «[Деинсталляция](#)» выше. Также вместе с новым установочным файлом должна быть получена утилита cleardb.cmd (см., рисунок 2.1). Необходимо будет задействовать данную утилиту, после завершения своей работы она самостоятельно закроется. Теперь можно приступить к установке новой версии программы. См. Раздел «[Установка программы](#)» выше. При обновлении версии предыдущий регистрационный

номер останется в силе. Достаточно произвести регистрацию программы заново см. раздел «Регистрация» ниже.

2.6. Регистрация

Программа распространяется в виде загрузки с нашего веб-сайта (<https://geotek-bim.ru>). По умолчанию функции программы заблокированы, для начала работы необходимо получить лицензию.

Предоставляются 2 типа лицензии: демонстрационная (30 дней бесплатного доступа к функциям программы) и полная с заключением соглашения о сотрудничестве.

В демонстрационном режиме некоторые функции, среди которых, печать, экспорт и сохранение, подавляются, а остальные функции остаются активными, демонстрируя, таким образом, свои возможности.

Для активации демонстрационного режима необходимо перейти на вкладку «Настройки», нажать кнопку «О программе»

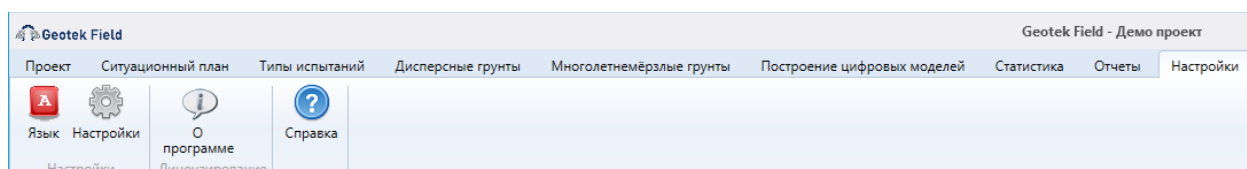


Рис. 2.14. Меню программы

В открывшемся окне нажимаем кнопку «Зарегистрировать»

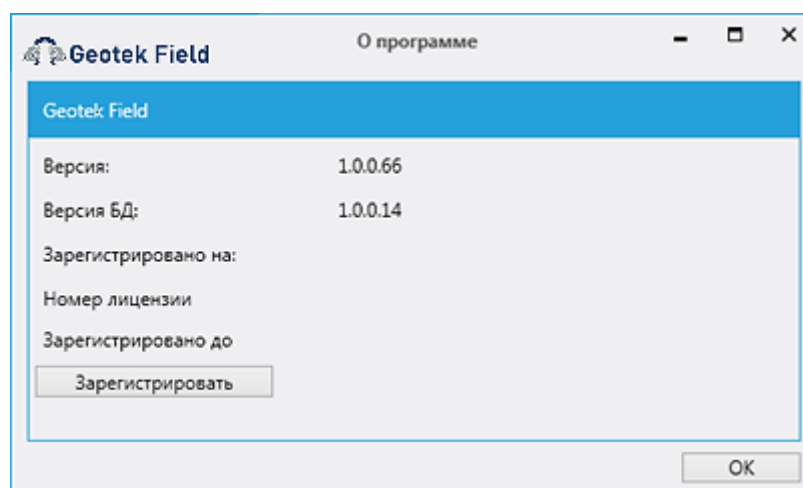


Рис. 2.15. Окно «О программе»

Geotek Field Регистрация

Введите данные для регистрации программы

Пользователь: Иванов И.И.

Электронная почта ivanov@gmail.com

Телефон 8888888888888888

Требуемые модули:

- ☒ Основная программа
- ☒ Оценка потенциала грунтов к разжижению
- ☒ Расчет несущей способности свай
- ☒ Расчет несущей способности фундаментов мелкого заложения
- ☒ Расчет осадки и крена фундамента
- ☒ 3D инженерно-геологическая модель
- ☒ 3D геотехническая модель
- ☒ Построение региональных корреляционных уравнений
- ☒ Многолетнемёрзлые грунты

Для получения кода авторизации нужно заполнить регистрационные данные, нажать кнопку "Запросить код", после чего будет сформирован файл, который необходимо направить в Геотек. В ответ Вам будет выслан код.

Запросить код

Код авторизации:

Подтвердить Отмена

Рис. 2.16. Регистрация

В открывшемся окне необходимо заполнить регистрационные данные «Пользователь», «Электронная почта», «Телефон». Далее следует нажать кнопку «Бесплатная активация на месяц»

Когда пользователь приобретает полную версию программы, активация происходит путем отправки файла-запроса, сгенерированного программой, в ООО «НПП Геотек». Файл-запрос можно сгенерировать путём заполнения позиций «Пользователь», «Электронная почта», «Телефон», отметка позиций необходимых модулей, с последующим нажатием кнопки «Запросить код» см. рис. 2.16. Полученный в ответ код авторизации необходимо ввести в соответствующее поле и нажать кнопку «Подтвердить».

Для получения полной версии программы следует заполнить «Договор об опробации» (см. <https://geotek-bim.ru/docs/Testing%20contract.pdf>) и отправить по адресу: g-boldyrev@geotek.ru.

3. ФУНКЦИИ ПРОГРАММЫ

Программа предоставляет два основных инструмента для достижения своих целей:

- **Окно чертежа**, в котором в план объекта может быть нарисован в масштабе и, если требуется, с использованием импортированного растрового изображения.

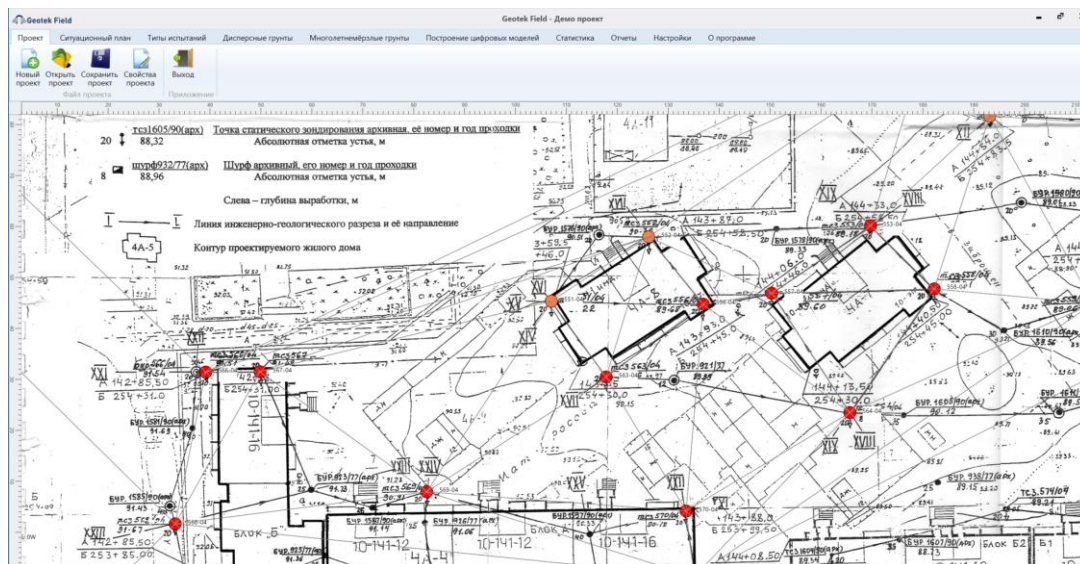


Рис. 3.1. Главное окно программы

- **Набор команд**, которые либо определяют среду, либо вызывают вычисление, и ее результаты должны выполняться и отображаться.

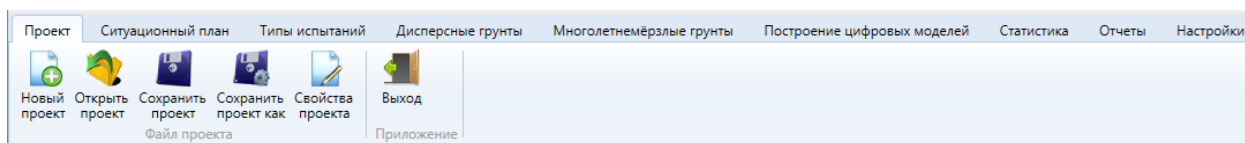


Рис. 3.2. Главная панель инструментов

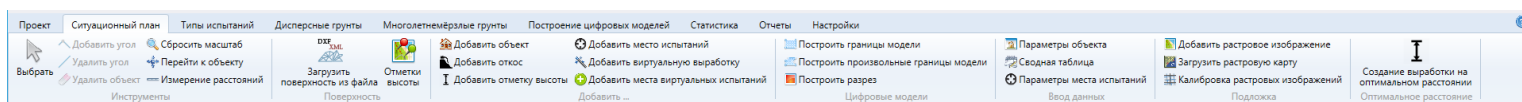


Рис. 3.3. Панель инструментов «Ситуационный план»

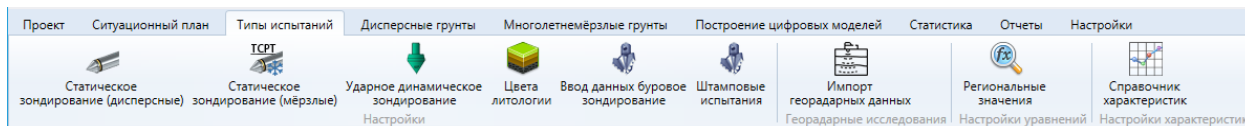


Рис. 3.4. Панель инструментов «Типы испытаний»

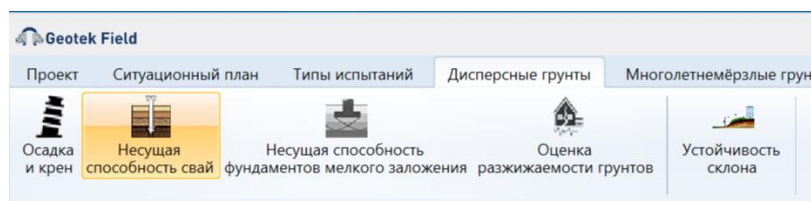


Рис. 3.5. Панель инструментов «Дисперсные грунты»

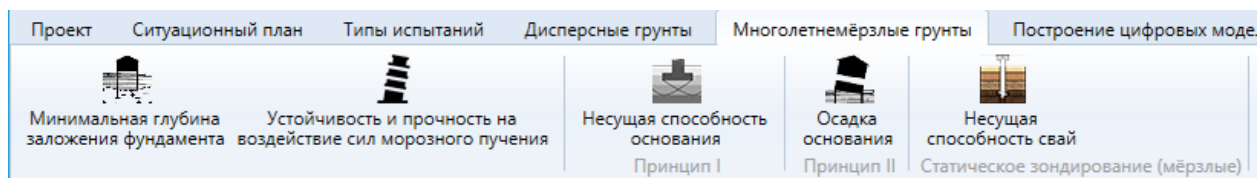


Рис. 3.6. Панель инструментов «Многолетнемёрзлые грунты»

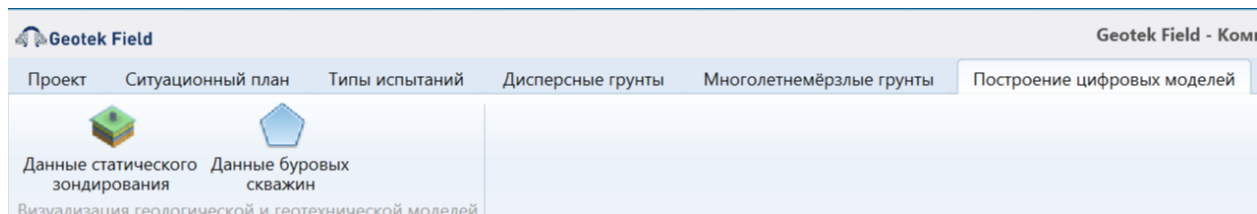


Рис. 3.7. Панель инструментов «Построение цифровых моделей»

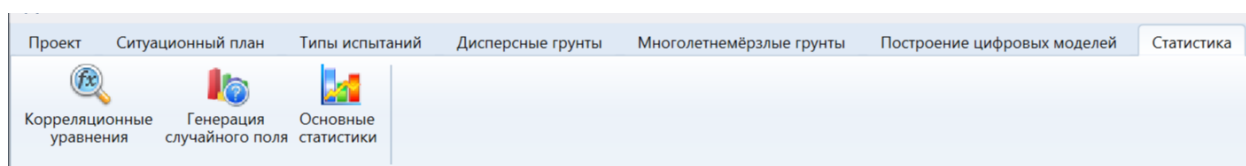


Рис. 3.8. Панель инструментов «Статистика»

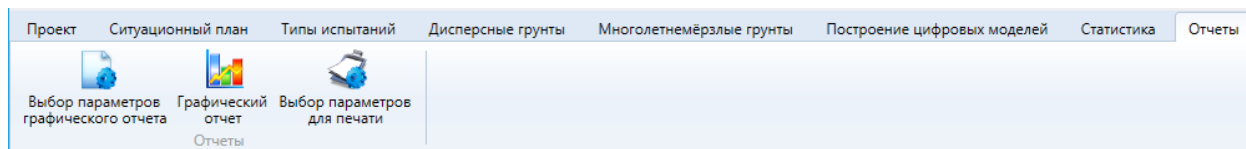


Рис. 3.9. Панель инструментов «Отчеты»

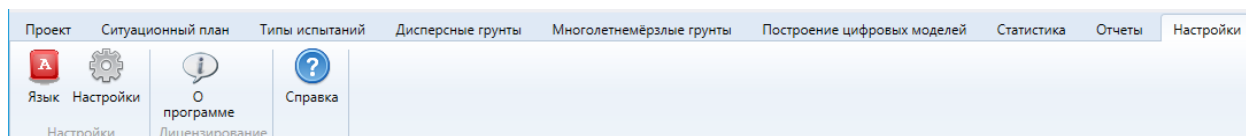


Рис. 3.10. Панель инструментов «Настройки»

3.1. Создание проекта

Проекты содержат все необходимые данные о сериях испытаний, проведённых на одном или нескольких объектах, расположенных на едином ситуационном плане. Каждый проект можно сохранить в файл с расширением gfd. Данные всех проектов, с которыми когда-либо производилась работа, хранятся в базе данных (БД) программы, что позволяет проводить в дальнейшем обработку накопленной информации. Для работы с проектами служит вкладка главного меню «Проект».

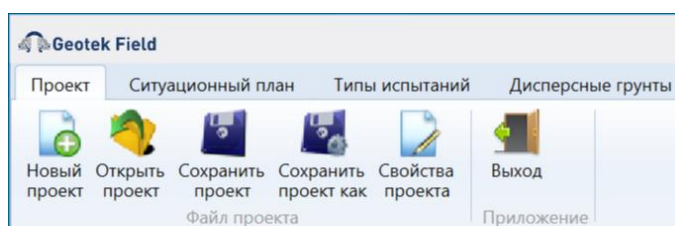


Рис. 3.11. Панель инструментов меню «Проект»

При запуске программного обеспечения всегда будет отображаться новый пустой проект либо последний рабочий проект. Изменить отображение при запуске можно в настройках в пункте «Поведение при запуске» в меню «Настройки» на главной панели.

В главном окне размещены: панель инструментов; горизонтальная линейка; вертикальная линейка; область ситуационного плана; координаты рабочей области.

Кнопка «Новый проект» позволяет создать проект. Для создания нового проекта необходимо заполнить поля в окне «Свойства проекта». Предлагается делать привязку в глобальной системе координат WGS 84 единожды при создании проекта, далее работать в относительных величинах во избежание геодезической коллизии при конвертации из других систем координат.

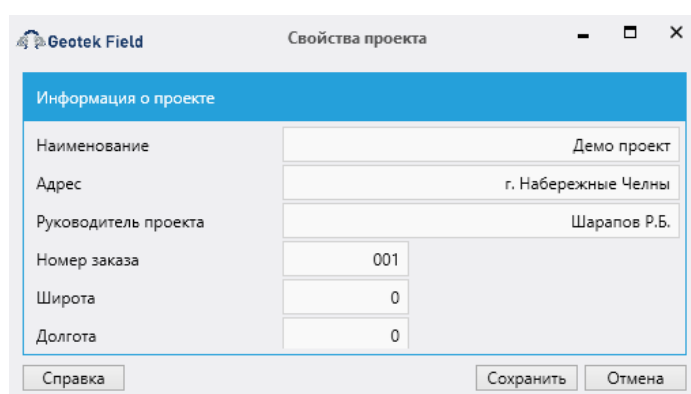


Рис. 3.12. Свойства проекта

- *Наименование* – указывается наименование, кратко характеризующее проект.
- *Адрес* – указывается адрес, по которому проводятся испытания.
- *Руководитель проекта* – указывается ФИО руководителя проекта.
- *Номер заказа* – указывается уникальный в рамках организации номер заказа, по которому подготовлен проект. Номер может содержать любые знаки, его максимальная длина – 128 символов. По номеру заказа проект идентифицируется в БД программы, т.е. при загрузке из файла проекта с уже существующим в БД номером заказа, проект в БД перезапишется загруженным из файла.
- *Широта и долгота* – указываются географические координаты точки ситуационного плана проекта с относительными координатами $x = 0$, $y = 0$. Указываются координаты в системе WGS 84, в десятичных долях градусов, для северной широты и восточной долготы используются положительные значения, для южной широты и западной долготы – отрицательные.

Если на плане нет других объектов, то можно сделать привязку введя географические координаты.

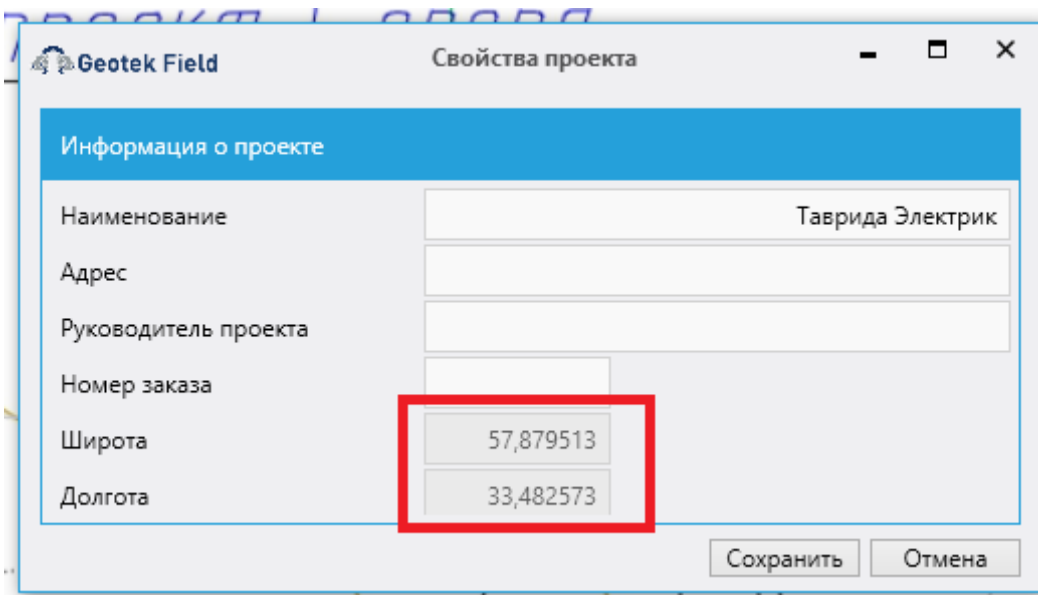


Рисунок 3.13. Ввод географических координат

При создании проекта, этот проект становится текущим. Имя текущего проекта отображается в заголовке главного окна программы.

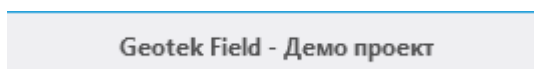


Рис. 3.14. Заголовок главного окна

После сохранения введенных данных, появится окно, в которое следует загрузить ситуационный план объекта или начертить план здания.

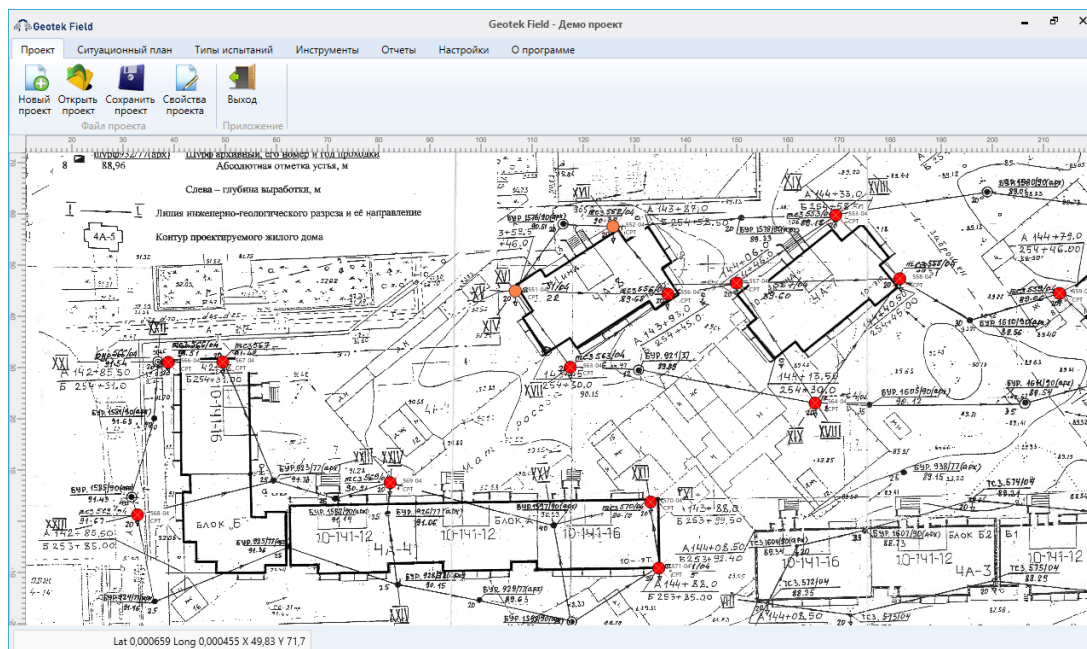


Рис. 3.15. Отображение введенного плана здания с местами испытаний

Кнопка «Открыть проект» – позволяет выбрать файл, в который ранее был сохранен проект и начать с ним работу, файлы имеют расширение gfd и представляют собой xml определенной структуры, упакованные в zip.

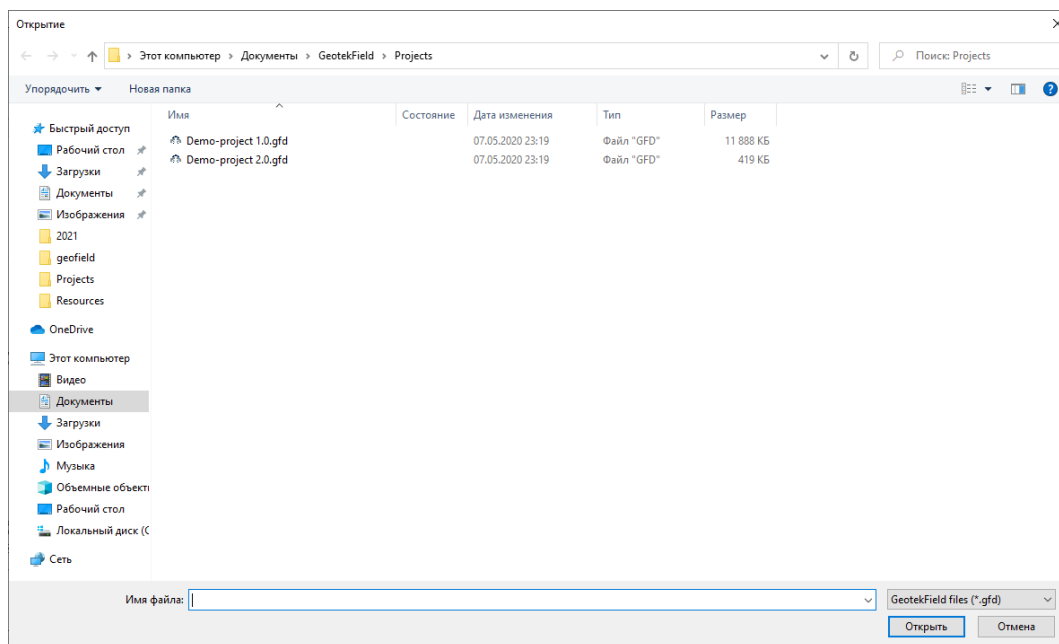


Рис. 3.16. Выбор файла проекта

Выбранный проект становится текущим и отображается в заголовке главного окна программы.

По умолчанию открывается папка Projects. Но можно настроить для хранения проектов по умолчанию и любую иную папку. Для этого нужно указать путь к нужной папке в настройках: Выбрать **«Настройки – Настройки – Работа с файлами – Папки – Папка проектов»**.

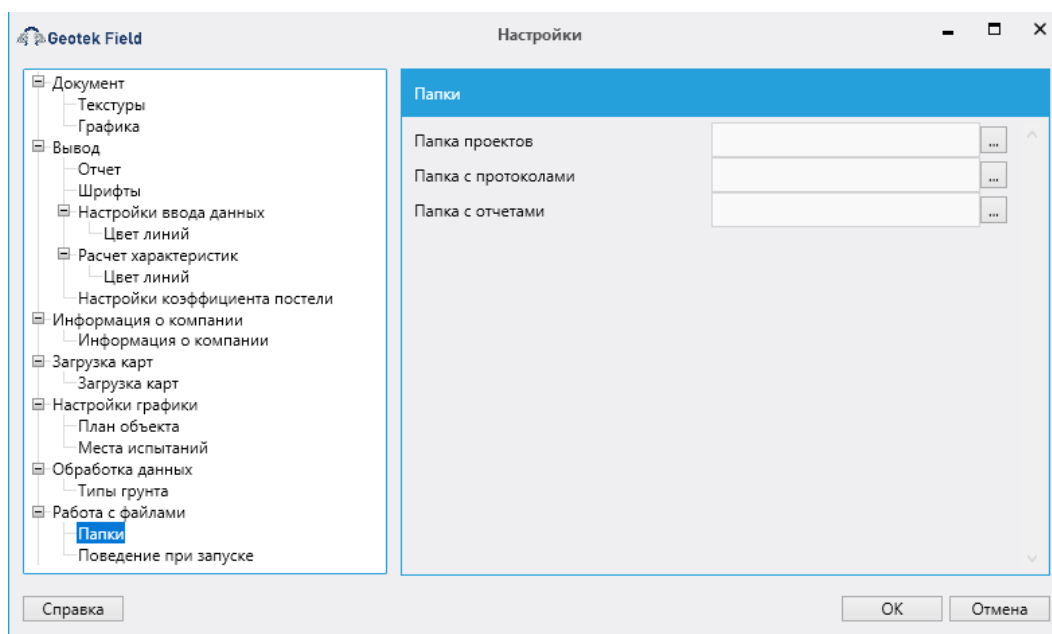


Рис. 3.17. Настройка папки с проектами

Кнопка **«Свойства проекта»** позволяет отредактировать основные параметры открытого проекта. Окно для редактирования параметров аналогично окну при создании проекта. Свойства проекта – позволяет редактировать основные данные

проекта (Наименование, Адрес, Широта, Долгота, Ф.И.О бурового мастера, номер/шифр заказа). Широта и долгота необходимы для привязки точки ($x=0$, $y=0$) ситуационного плана к географическим координатам.

Кнопка «**Выход**» служит для закрытия приложения.

Для сохранения проекта в файл необходимо нажать кнопку «**Сохранить проект**» – появится диалог выбора файла в папке с проектами. Сохранить проект – выгружает все, связанные с открытым проектом данные, в файл. Это нужно, к примеру, для переноса данных проекта на рабочее место в поле.

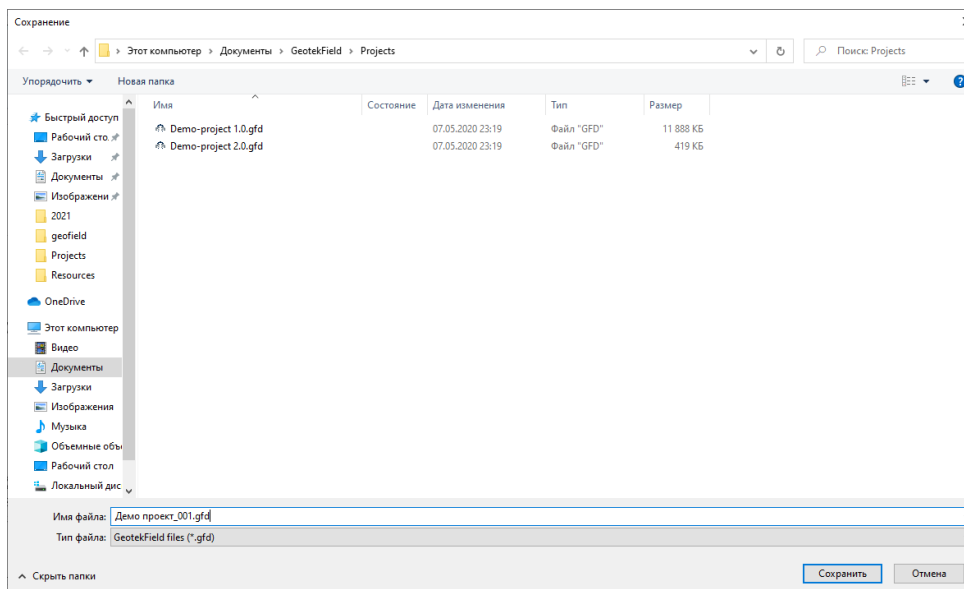


Рис. 3.18. Сохранение проекта

Файлы с экспортируемыми проектами находятся в папке Projects в папке с программой. Для удобства имя файла соответствует названию и номеру проекта.

3.2. Построение ситуационного плана и ввод мест испытаний

Ситуационный план всегда отображается в главном окне программы. На нем отображается растровая подложка, контуры объектов, отмеченные цветными кружками или прямоугольниками места испытаний.

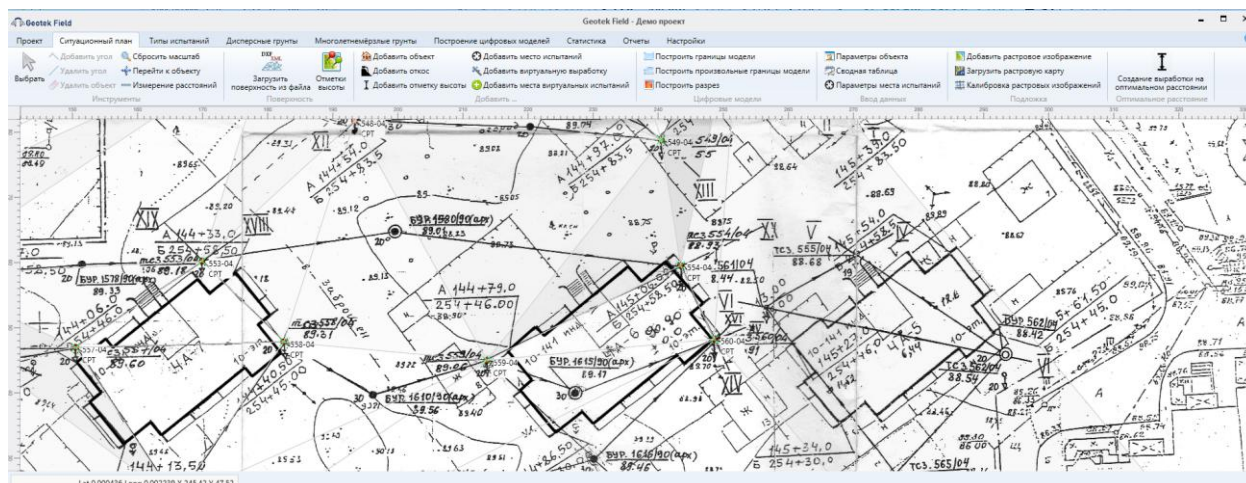


Рис. 3.19. Ситуационный план

Для работы с ситуационным планом служит панель инструментов со следующими элементами:

Обозначение	Наименование
	Выбор объекта на плане
	Добавление угла



Удаление угла



Удаление объекта на плане



Сбросить масштаб



Перейти к объекту



Измерение расстояний



Загрузить поверхность из файла



Отметки высоты



Добавление объектов



Добавить откос



Добавить отметку высоты



Добавить место испытаний



Добавить виртуальную выработку



Добавить места виртуальных испытаний



Построить границы модели



Построить произвольные гр



Построить разрез



Параметры объекта



Ввод места испытания



Добавление растровых изображений



Загрузка растровой карты по координатам проекта из картографических сервисов (варианты загрузки выбираются в настройках)



Калибровка растровых изображений на плане (размещение по слоям, координатам, углу наклона, размеру)



Создание выработки статического зондирования на оптимальном расстоянии

Все графические составляющие ситуационного плана привязаны к системе относительных прямоугольных координат. Ось X располагается с запада на восток, ось Y с юга на север. Значения координат измеряются в метрах.

Точка с координатами (0,0) привязана к географическим координатам WSG 84 заданным в свойствах проекта. Привязку можно выполнить только для нового проекта.

Для позиционирования мест испытаний можно использовать как относительные, так и географические координаты. Для остальных графических элементов плана (точек контуров объектов и элементов подложки) используются только относительные координаты.

3.3. Добавление растровых изображений на план испытаний

Начинать формирование ситуационного плана следует с загрузки растровой подложки. Подложка может состоять из одного или нескольких изображений. Могут использоваться пользовательские файлы, а также загружаться с картографических сервисов Яндекс.

Для использования пользовательского файла в качестве подложки следует нажать кнопку  «Добавить растровое изображение», появится диалог выбора файла:

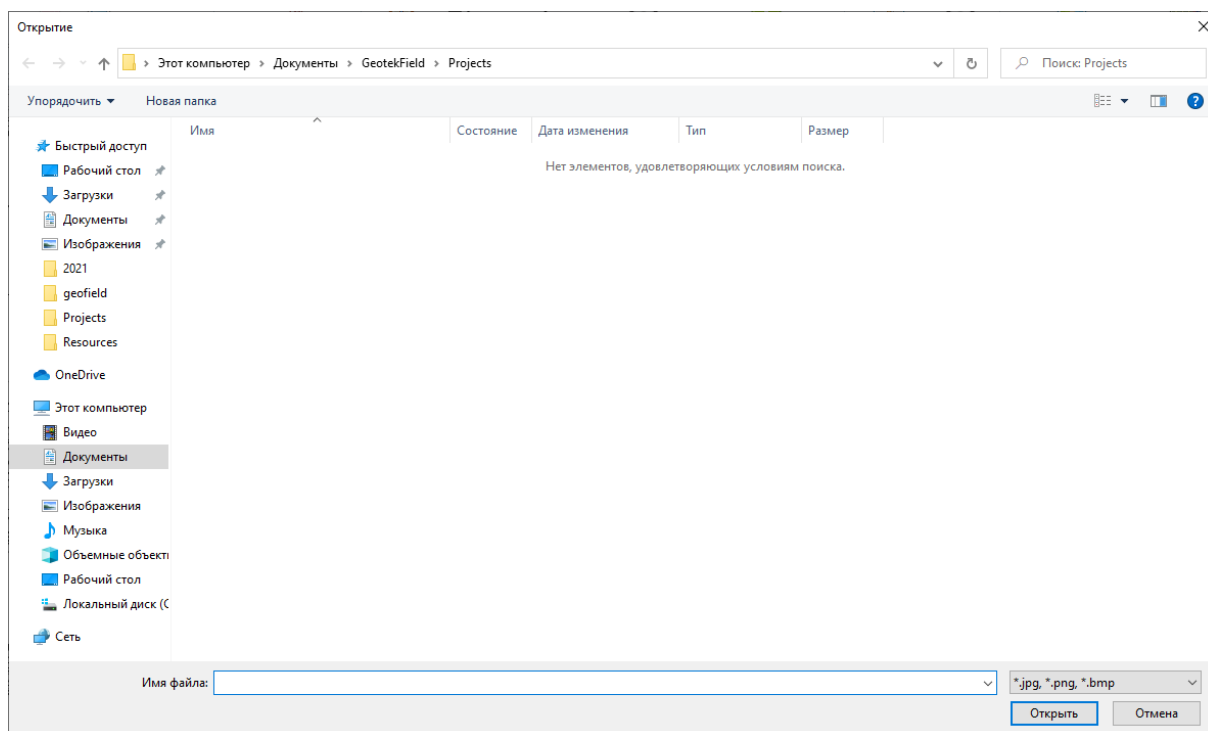


Рис. 3.20. Диалог выбора файла растровой подложки

Далее необходимо выбрать нужный файл (поддерживаются форматы jpg, png, bmp) и нажать «Открыть». Подложка при этом разместится в координатах по умолчанию (левый нижний угол попадет в точку с относительными координатами (0,0)). Для того, чтобы правильно разместить подложку, загруженную из файла, может потребоваться калибровка загруженного изображения.

3.4. Калибровка растровых изображений

При размещении нескольких растровых изображений на план, возникает необходимость их корректного расположения относительно друг друга. Выберите кнопку калибровки  на панели инструментов.

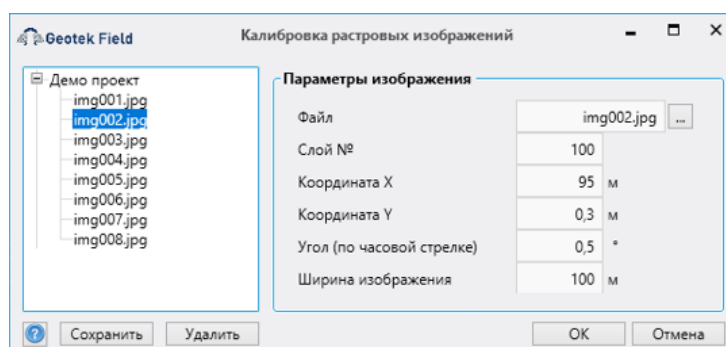


Рис. 3.21. Калибровка растровых изображений

В левой части приведен перечень размещенных на ситуационном плане изображений. При выделении одного из них справа отображаются параметры размещения этого изображения на плане:

- *Файл* – имя файла изображения (если его изменить, нажав на ... программа предложит загрузить новый файл с изображением вместо текущего).
- *Слой №* – указывает порядок наложения изображения, чем больше число, тем «выше» лежит изображение. Изображение, занимающее один и тот же участок плана, что и другое, но имеющее больший номер слоя, перекрывает его.
- *Координаты X и Y* – относительные координаты левого нижнего угла изображения.
- *Угол* – значение угла в градусах, на который нужно повернуть по часовой стрелке изображение. Вращение производится относительно левого нижнего угла изображения.
- *Ширина изображения* – значение в метрах ширины изображения. Здесь определяется масштаб загружаемого растрового изображения – задается его ширина в метрах. Изначально, при загрузке, известна лишь его ширина в пикселях.

Наряду с ручным вводом подложки, существует возможность загрузить его с картографического сервиса Яндекс. Есть возможность выбора, вида карт (схема или спутник, гибрида). Эти настройки можно выполнить в пункте меню «Настройки – Настройки – Загрузка карт – Загрузка карт – Поставщик карт и Тип карт».

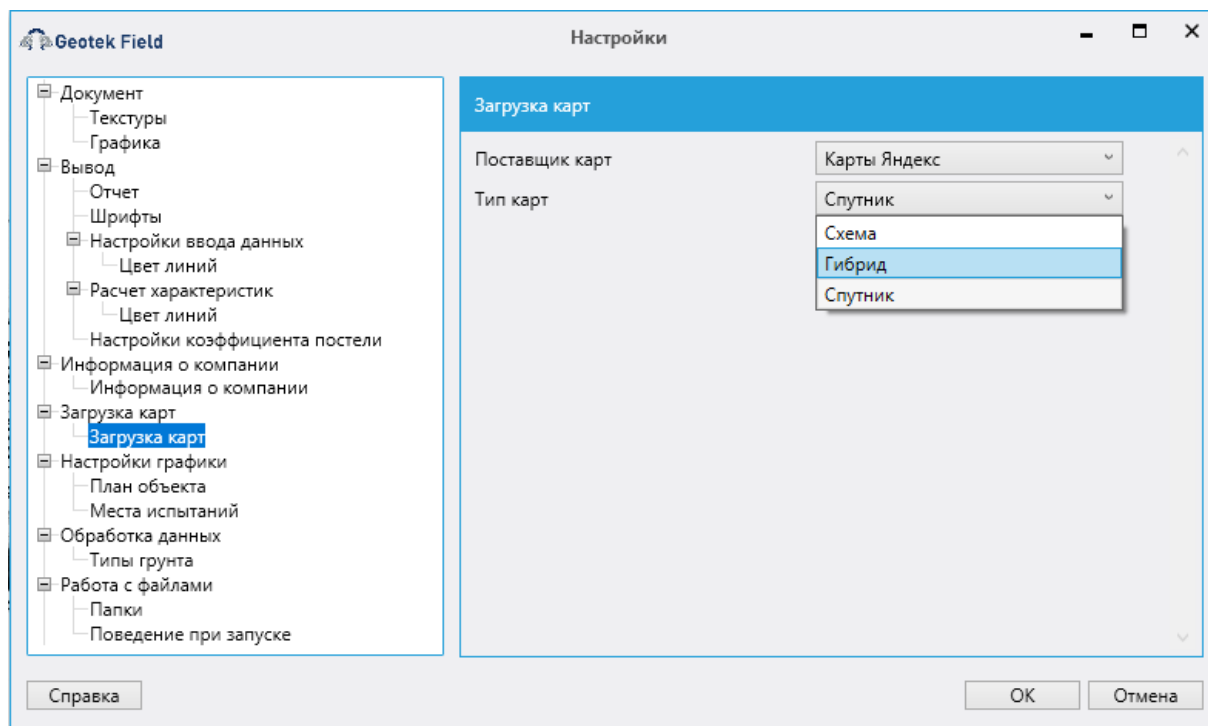


Рис. 3.22. Настройки для автоматической загрузки подложки

Далее необходимо вызвать функцию загрузки подложки. Для ее успешного выполнения должен быть открыт доступ в интернет.

3.5. Загрузка растровой карты

Для загрузки карты в план выберите кнопку  на панели инструментов. Для загрузки карты необходимо указать ее размеры:

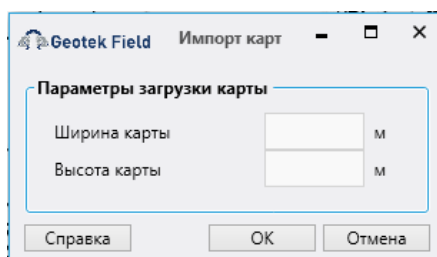


Рис. 3.23. Импорт карт

Максимальный размер загружаемой подложки из картографических сервисов составляет 500x500 м. В окне требуется указать необходимую ширину и высоту подложки в метрах – необходимые для построения подложки указанного размера изображения будут автоматически загружены, смасштабированы и размещены на плане. Подложка при этом строится от точки (0, 0) в сторону увеличения значений координат.

Нижний левый угол загруженной подложки будет размещен в координаты $x=0$ $y=0$ ситуационного плана. Одновременно нижний левый угол подложки имеет географические координаты, указанные в свойствах проекта.

Из-за особенностей работы картографических сервисов (они бесплатно отдают только картинки маленького размера), при импорте при необходимости загружаются несколько таких картинок и размещаются на плане.

Загруженные изображения также можно откалибровать указанным в п. 3.4 способом.

Загружаемые изображения не обрезаются, поэтому размер сформированной подложки может быть больше запрошенного, но никогда не меньше.

3.6. Просмотр и масштабирование плана

Когда подложка подготовлена, для просмотра плана, если он не помещается в главном окне, можно применять масштабирование плана в окне просмотра и прокрутка плана в любом направлении. Для прокрутки необходимо двигать мышью на плане в нужном направлении с зажатой правой кнопкой.

Для масштабирования нужно вращать колесико мыши, увеличивая или уменьшая масштаб. Сбросить масштабирование можно кнопкой «Сбросить масштаб» на вкладке «Ситуационный план».

Имеется возможность измерить расстояние в метрах на плане между двумя любыми точками – для этого служит кнопка «Измерение расстояний».

На левой и верхней сторонах окна присутствуют линейки, указывающие относительные координаты в метрах, в нижней части окна отображаются географические координаты, на которые указывает курсор мыши в текущий момент.

3.7. Ввод плана объекта

После формирования подложки или без неё, необходимо добавить на план один или несколько объектов – контуров фундаментов, для которых выполняются испытания. Для ввода плана объекта необходимо выбрать на панели кнопку «Добавить объект» на вкладке «Ситуационный план» главного меню программы.

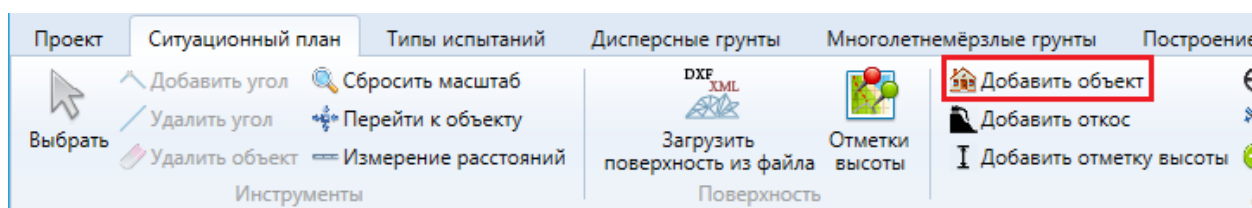


Рис. 3.24. Ввод плана объекта

Затем необходимо построить контур объекта на плане, отмечая левой кнопкой мыши вершины контура. При этом отображается длина проводимой линии в метрах и координата вершины. Если вновь проведенная линия образует с предыдущей угол, близкий к 90 градусам и на клавиатуре зажата клавиша Shift – то угол между этими линиями выставляется ровно 90 градусов.

Для завершения построения контура следует дважды щелкнуть левой клавишей мыши – контур автоматически замкнется.

Построенный объект можно отредактировать. Нажать на вкладке «Ситуационный план» кнопку «Выбрать», затем щелкнуть левой кнопкой мыши на объект на плане. При этом углы объекта будут выделены желтыми квадратами. После чего можно перетащить любой угол контура объекта с помощью левой кнопки мыши.

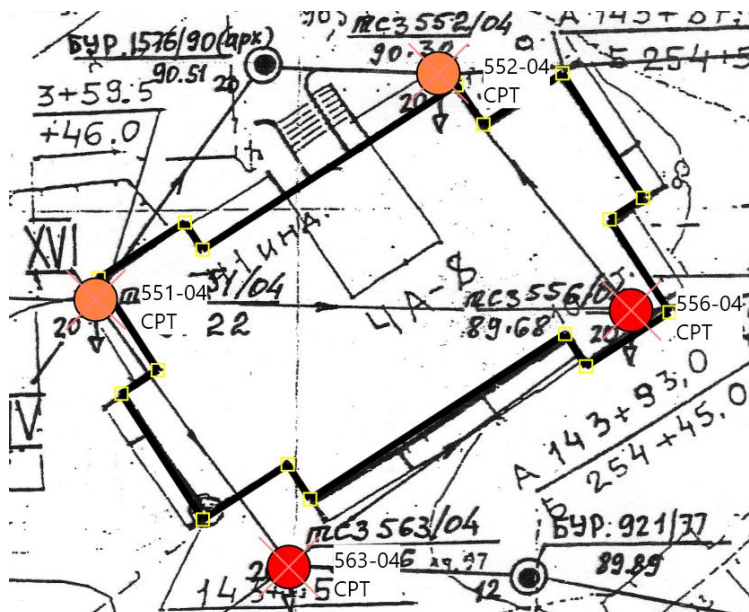


Рис. 3.25. Выбор объекта для редактирования

Также можно добавить выбранному объекту новый угол или удалить существующий. Для этого нужно нажать соответственно кнопку «Добавить угол» или «Удалить угол» на вкладке «Ситуационный план», а затем щелкнуть левой кнопкой мыши в место, где должен быть размещен угол или в существующий угол, который требуется удалить.

Кнопка «Удалить объект» полностью удаляет выбранный объект и все связанные с ним данные.

Вид объекта также можно отредактировать с помощью окна «Параметры объекта». Для того чтобы ее вызвать, необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на объекте.

Параметры объекта

Наименование: 4А-8

Ширина: 18,92 м

Длина: 30,35 м

Высота: 2 м

Тип объекта: Полный железобетонный карк.

Тип фундамента: Плитный

Абсолютная отметка подошвы фундамента: 88 м

Ср. давление под подошвой фундамента: 0,13 МПа

Неопределенность св-в грунта: 10 %

Номер вершины	X	Y	Длина линии	Угол
1	126.99	57.11	16.87	91
2	112.82	47.94	1.8	90
3	111.84	49.46	5.73	90
4	107.03	46.34	6.09	90

Рис. 3.26. Параметры объекта

Сверху слева отображено дерево проекта, содержащее все объекты. Справа можно указать параметры выделенного объекта: наименование, ширину, длину, высоту, тип объекта, глубину заложения фундамента, среднее давление под подошвой фундамента, таблица с координатами вершин, длинами линий и углами. Шириной считается размер меньшей стороны описанного прямоугольника вокруг объекта, длиной – размер большей. Параметры тип объекта, тип фундамента, абсолютная отметка подошвы фундамента, среднее давление под подошвой фундамента, неопределенность свойств грунта используются при расчете осадки и крена объекта.

Слева внизу изображен план объекта с отмеченными вершинами.

Таблица с колонками: Номер вершины, X, Y, Длина линии, Угол содержит информацию о вершинах объекта. Соответствие номера конкретной вершине можно посмотреть на плане объекта в этом же окне.

Информацию о вершинах можно отредактировать: для этого нужно дважды щелкнуть левой кнопкой мыши в нужную строку таблицы – откроется окно, приведенное ниже.

Построенный объект можно переместить, для чего нужно выбрать инструмент **«Выбрать»**, выделить объект левой кнопкой мыши, и зажав левую кнопку мыши, перетащить в нужное место:

Предусмотрена возможность перемещать углы объекта: для этого нужно выбрать объект и перетащить левой кнопкой мыши любой угол, обозначенный прямоугольником.

Для того чтобы построенная линия имела угол 90 градусов к предыдущей, нужно при окончании ее построения удерживать **shift** при нажатии на левую кнопку мыши.

Инструменты **«Добавить угол/Удалить угол»** служат для добавления или удаления углов на плане объекта. Эти инструменты работают, когда объект выделен.

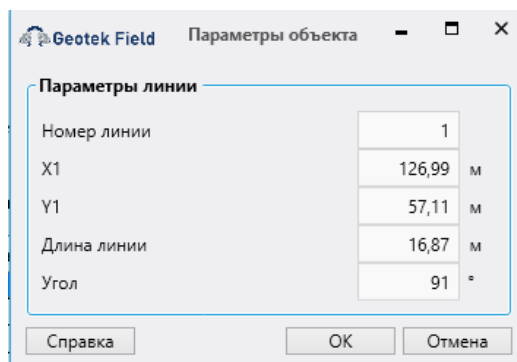


Рис. 3.27. Параметры линии

Для удаления угла нужно выбрать объект, выбрать инструмент, выбрать угол, который нужно удалить.

Для добавления нужно выбрать объект, выбрать инструмент, щелкнуть в точку на плане, где должен быть новый угол. Угол строится на линии плана объекта, которая ближе всего к указанной точке.

Инструмент **«Удалить объект»** служит для удаления объекта и всей связанной с ним информации. Необходимо выбрать объект, выбрать инструмент, подтвердить удаление.

Построенный объект имеет дополнительные свойства, чтобы их посмотреть, необходимо дважды на нем щелкнуть левой кнопкой мыши.

3.8. Графические настройки

Цвет, толщину рамки выделенного здания и углов можно настроить. Выберите меню **«Настройки»**. В разделе **«Настройки графики – План объекта»** можно настроить соответствующие параметры.

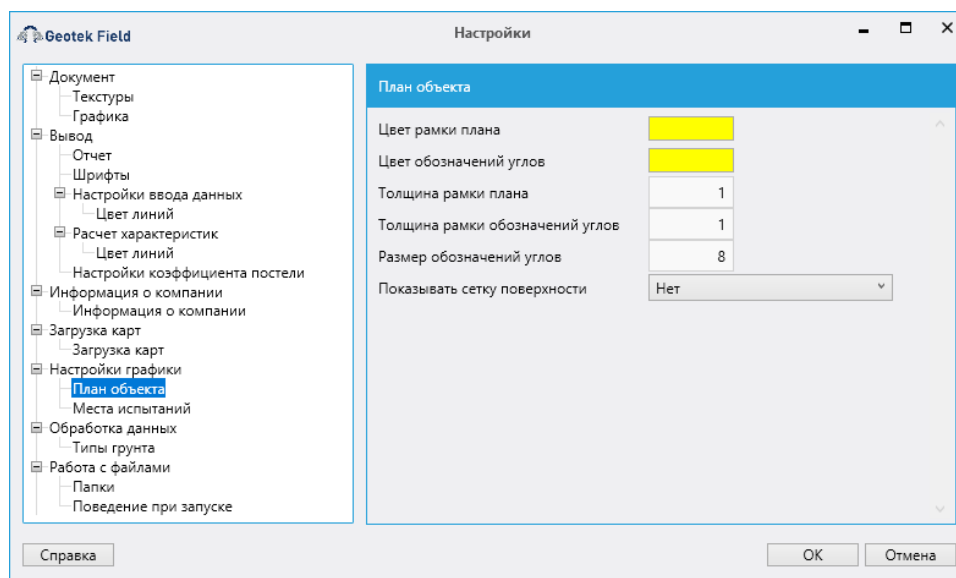


Рис. 3.28. Настройки отображения на ситуационном плане

3.9. Ввод мест испытаний

На панели инструментов **«Ситуационный план»** выберите **«Добавить место испытаний»**



Рис 3.29. Панель инструментов ситуационного плана

Отметьте левой кнопкой мыши место на плане. Появится место испытаний, отмеченное кругом.

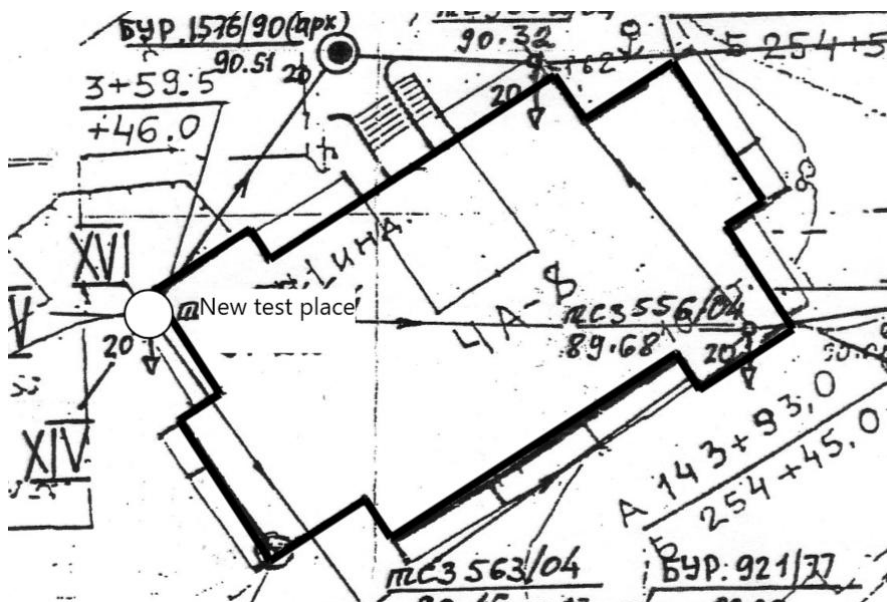


Рис. 3.30. Ввод места испытаний

Чтобы настроить параметры места испытания, нужно дважды на нем щелкнуть левой кнопкой мыши или щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать «**Основные параметры**».

Параметры

Тип испытания	Статическое зондирование
Тип оборудования	GEOTEK CPT
Номер выработки	552-04
Объект	4А-8
Генетические типы грунта	
Координата X	125,97 м
Координата Y	57,76 м
Широта	0,00053 °
Долгота	0,001149 °
Абсолютная отметка устья скважины	90,32 м
Глубина лидерной скважины	0 м
Максимальное сейсмическое ускорение	0
Цвет	
Включить в окончательный отчет	Да
Комментарий	
Дата испытаний	07.05.2021

Интервалы глубины грунтовых вод

Начальная глубина	Конечная глубина

Сохранить Удалить Справка Очистить Ввод данных OK Отмена

Рис. 3.31. Ввод данных по месту испытаний

В левой части окна будут отображены объекты на плане. Для каждого объекта описаны свои места испытаний.

В средней части окна необходимо указать основные параметры:

Тип испытания, Тип оборудования, Номер выработки, Цвет, Максимальное сейсмическое ускорение, признак «Включить в окончательный отчет».

В правой части размещена таблица глубины грунтовых вод.

Для сохранения изменений нужно нажать кнопку «Сохранить» или ОК.

Внимание: Функция «Включить в окончательный отчет» обязательно должна быть включена для построения ЦИГМ, ЦГМ и интерпретации данных испытаний.

3.10. Перемещение мест испытаний

Для перемещения места испытания необходимо выбрать инструмент «Выбрать». При наведении указателя мыши на место испытаний оно выделяется рамкой, затем левой кнопкой мыши можно перетащить маркер в другое место. При перемещении будут отображаться его координаты.

3.11. Ввод виртуальных выработок

Ввод виртуальных выработок позволяет пользователю спрогнозировать поведение грунта в заданной точке, что позволит искусственно увеличить объём изысканий.

Данная функция находится во вкладке «Ситуационный план» и называется «Добавить места виртуальных испытаний».

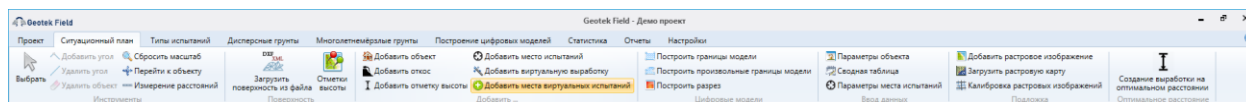


Рис. 3.32. Функция автоматического добавления виртуальных испытаний

Для работы с данной функцией необходимо нажать на кнопку «Добавить места виртуальных испытаний» и выбрать фундамент, на который программа автоматически нанесет выработки. После выбора откроется окно (рис. 3.26), на котором необходимо выбрать тип испытания. Программа позволяет размещать испытания статического и динамического зондирования. Также присутствуют три типа аппроксимации: Шепарда 2D, 3D, триангуляция Делоне и Крикинг.

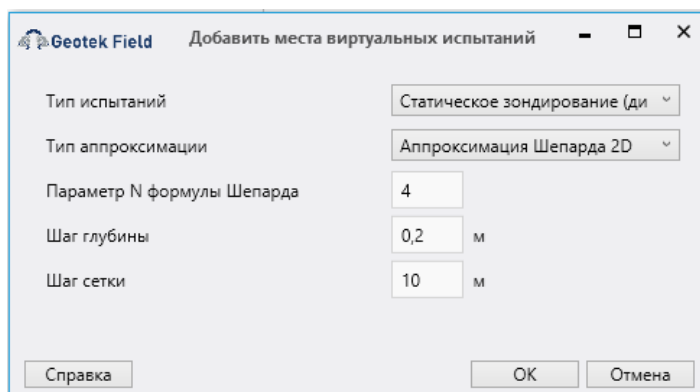


Рис. 3.33. Окно настроек виртуальных испытаний

Для выбора настроек нажимаем кнопку «ОК» и ждем, пока программа разместит испытания (рис. 3.27).

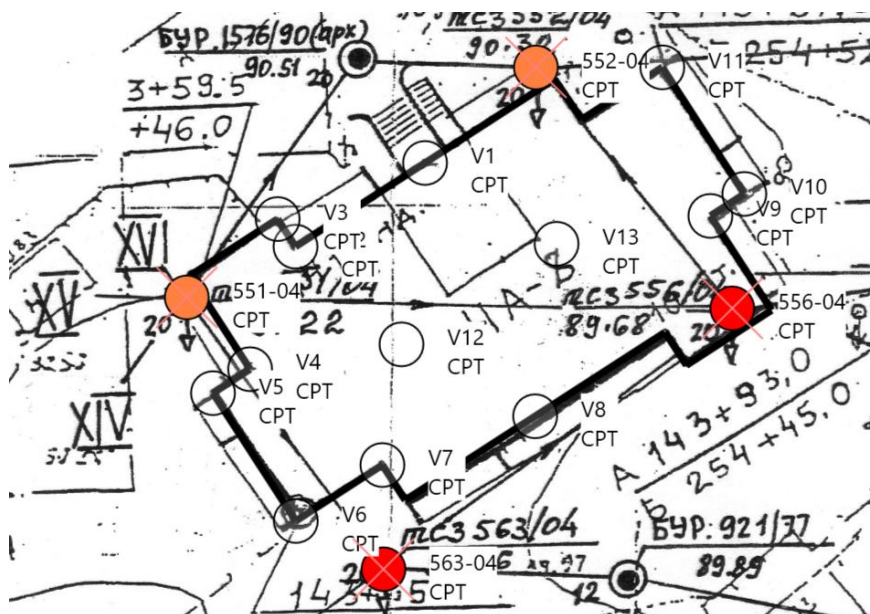


Рис. 3.34. План здания с нанесенными виртуальными выработками

Дальнейшая работа с виртуальными выработками аналогична работе с обычными выработками за исключением импорта данных.

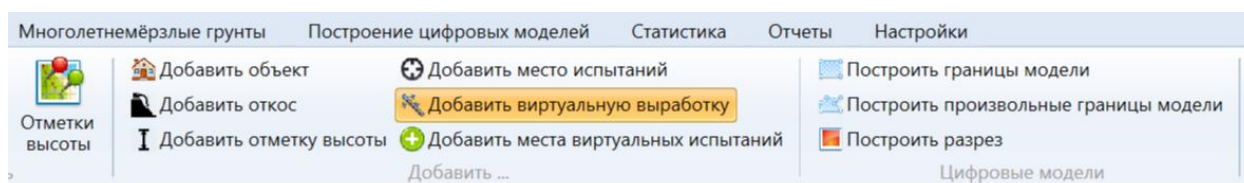


Рис. 3.35. Функция добавления одной виртуальной выработки

При нажатии выделенной выше кнопки можно построить одну виртуальную выработку: для этого нужно щелкнуть левой кнопкой мыши в нужном месте на плане, затем настроить параметры создаваемой выработки на открывшейся далее форме:

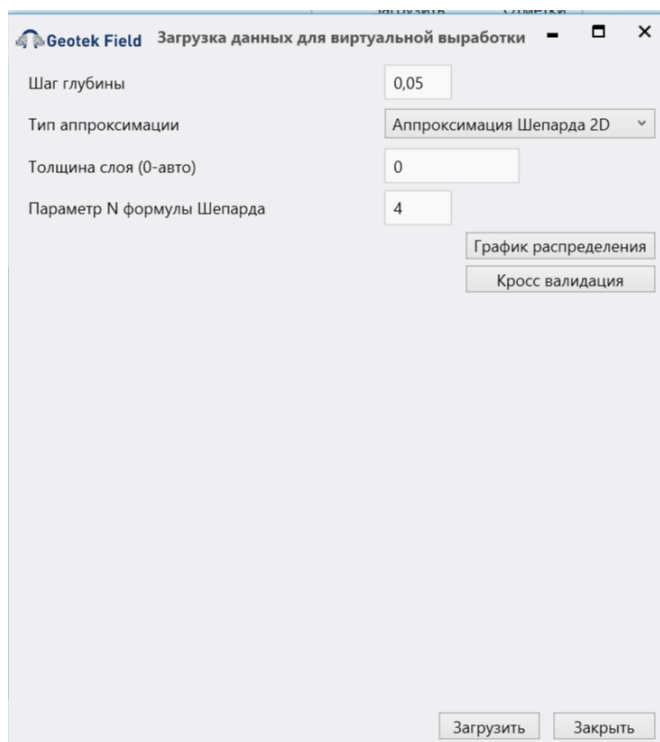


Рис. 3.36. Окно загрузки данных для виртуальной выработки

Здесь можно выбрать метод интерполяции из выпадающего списка

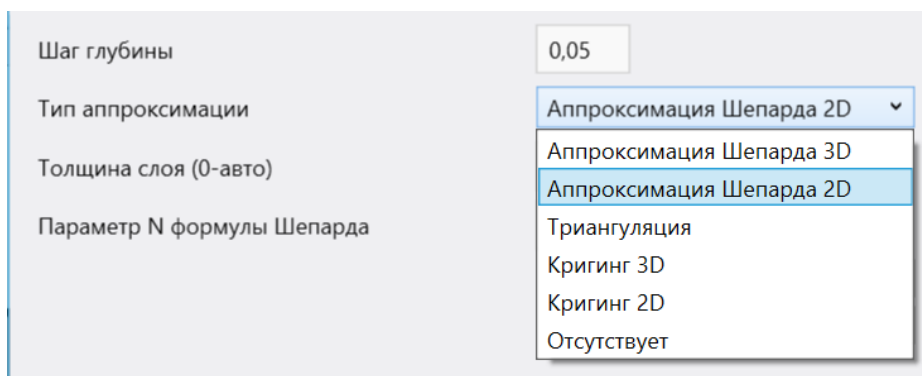


Рис. 3.37. Выбор метода интерполяции

3.12. Графические настройки

Цвет, толщину рамки выделенного маркера места испытаний можно настроить. Выберите меню «[Настройки – Настройки графики – затем Места испытаний](#)»:

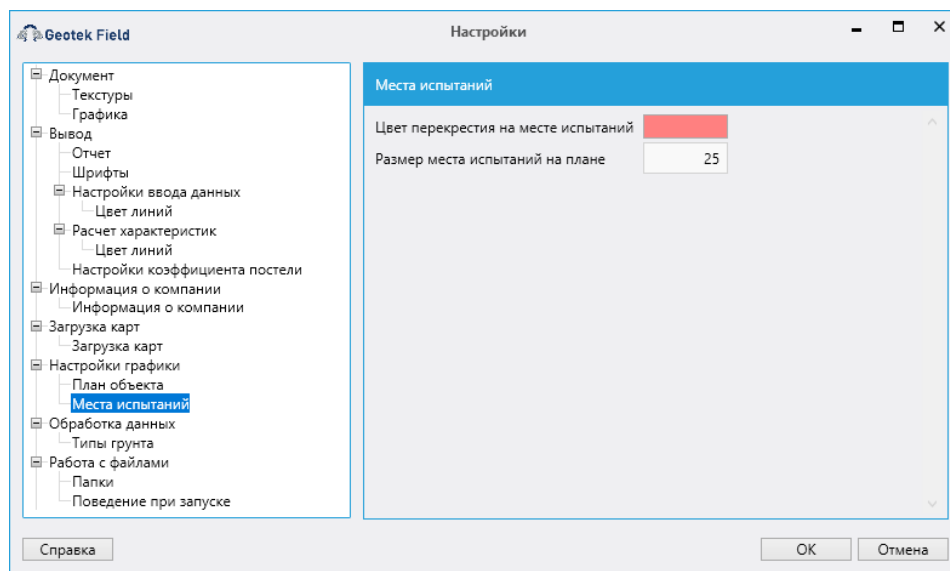


Рис. 3.38. Изменение цвета отображения места испытаний

Изменив параметры и перезапустив программу можно увидеть результат. У места испытаний есть параметр «Включить в окончательный расчет» при этом маркер будет помечен двумя пересекающимися линиями. Цвет линий задается в настройках в разделе «Места испытаний».

3.13. Просмотр данных места испытаний

При наведении курсора на место испытаний появляется информация, показанная на рисунке ниже.

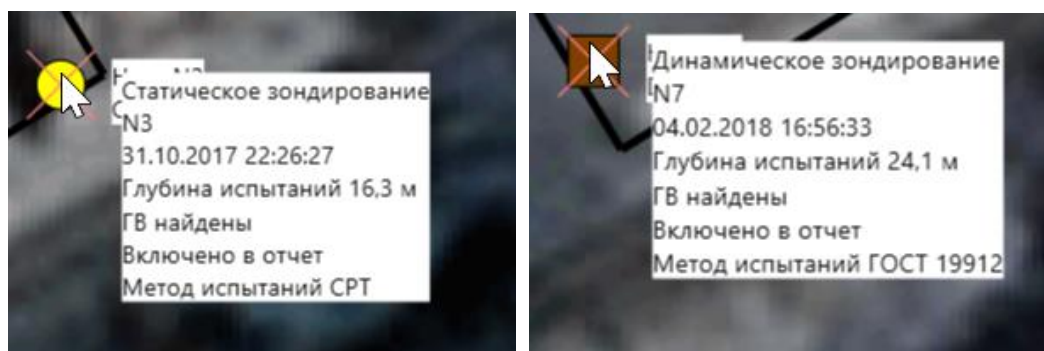


Рис. 3.39. Информация о статическом и динамическом зондировании

При подведении курсора на место испытаний и нажатия правой кнопкой появляется следующая вкладка:

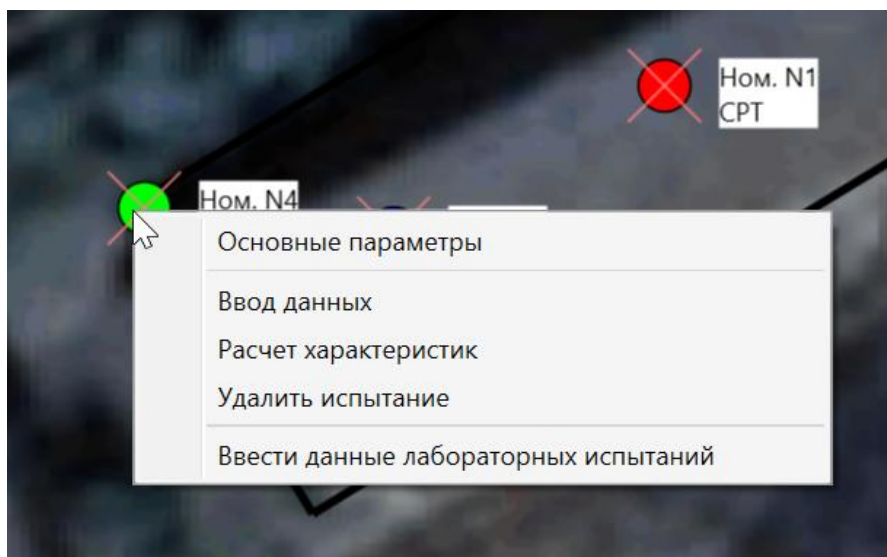


Рис. 3.40. Данные испытаний

3.14. Построение цифровой модели рельефа

Для построения цифровой модели рельефа (ЦМР) в ПО Geotek Field используется сетка из треугольных граней. Для узлов этой сетки задается отметка высоты; отметка высоты в координатах между узлами определяется как точка пересечения треугольной грани и вертикальной линии, проведенной через указанные координаты.

Сетка для построения рельефа может быть построена пользователем или загружена из форматов LandXML или DXF.

Сетку можно отображать на плане: для этого нужно включить функцию: [Настройки – Настройки графики – План объекта – Показывать сетку поверхности](#).

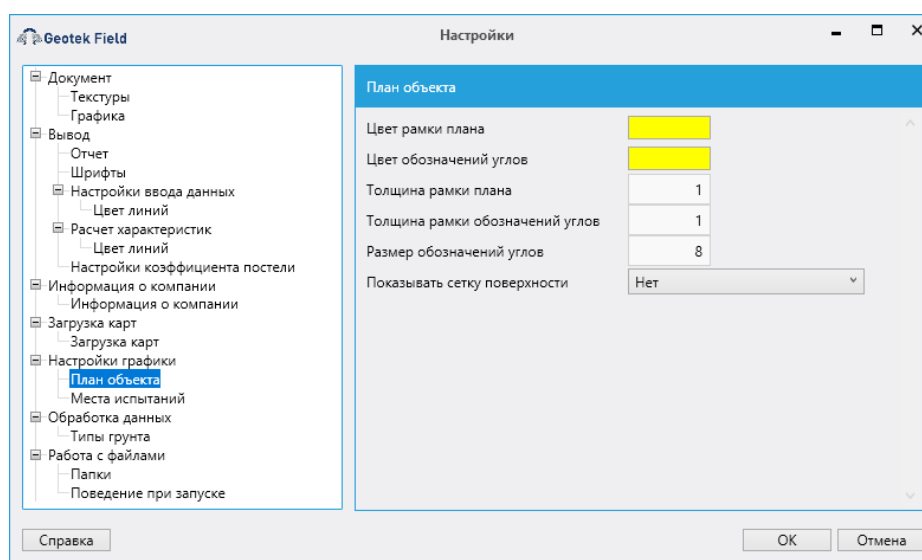


Рис. 3.41. Отображение сетки на плане объекта

В проектах, для которых не была импортирована информация о поверхности, сетка строится автоматически, следующим образом:

- в качестве узлов используются все выработки и отметки высоты проекта;

- к ним добавляются 4 узла на расстоянии 2 км от краев карты, отметка высоты в них указывается средняя;
- по этим узлам выполняется триангуляция Делоне;
- при редактировании плана сетка перестраивается.

При использовании импортированной из файлов поверхности, сетка берется в том же масштабе из файла и не использует данные выработок или отметок высоты. При добавлении выработок или отметок высоты, отметка высоты назначается автоматически. Для области плана, на которой нет сетки, используется средняя отметка высоты.

В файлах с информацией о поверхности (пример, ЦМР от компании «Кредо») координаты обычно не начинаются с 0,0. В связи с этим план в **Geotek Field** тоже отображается в координатах, отстоящих от 0,0. При открытии такого проекта или после импорта поверхности, поле просмотра плана автоматически сдвигается в нужные координаты.

Для импорта файла с поверхностью необходимо:

1. Нажать кнопку: **Ситуационный план – Загрузить поверхность из файла**.

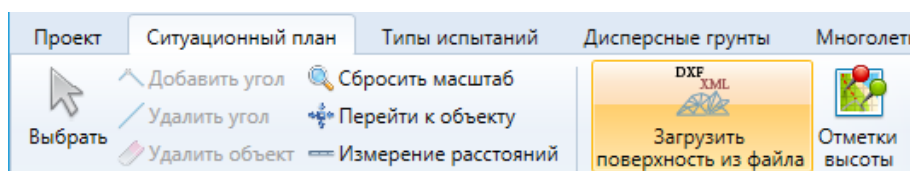


Рис. 3.42. Загрузка поверхности из файла

2. Затем выбрать тип файла и сам файл.

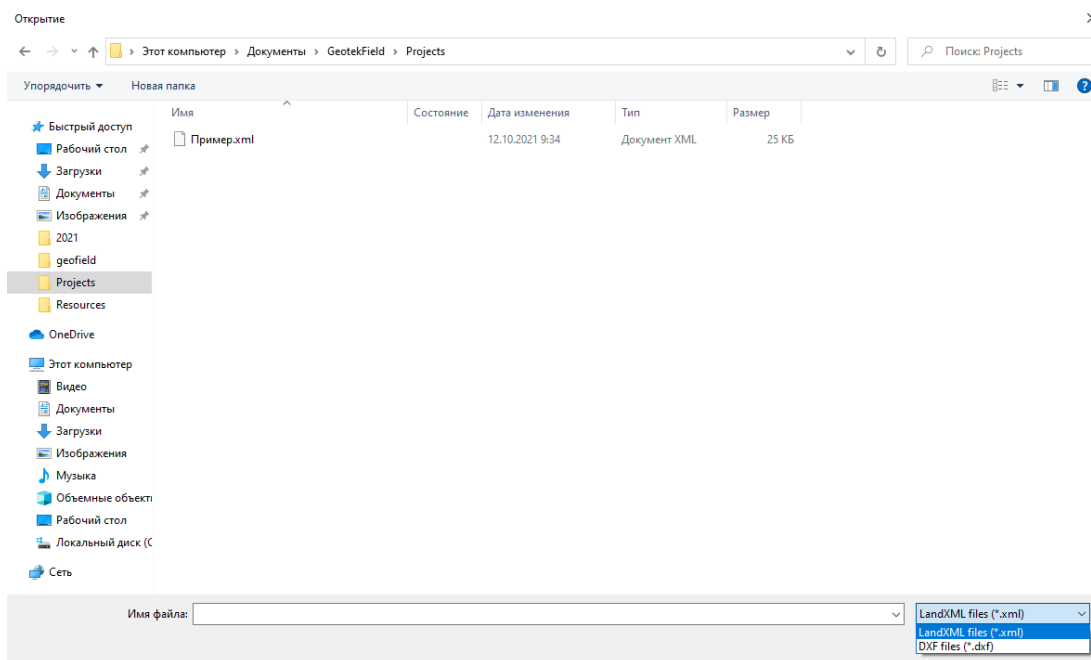


Рис. 3.43. Загрузка файла с ЦМР

Откроется окно со списком ЦРМ, которые имеются в файле. Необходимо отметить нужные галками и нажать ОК.

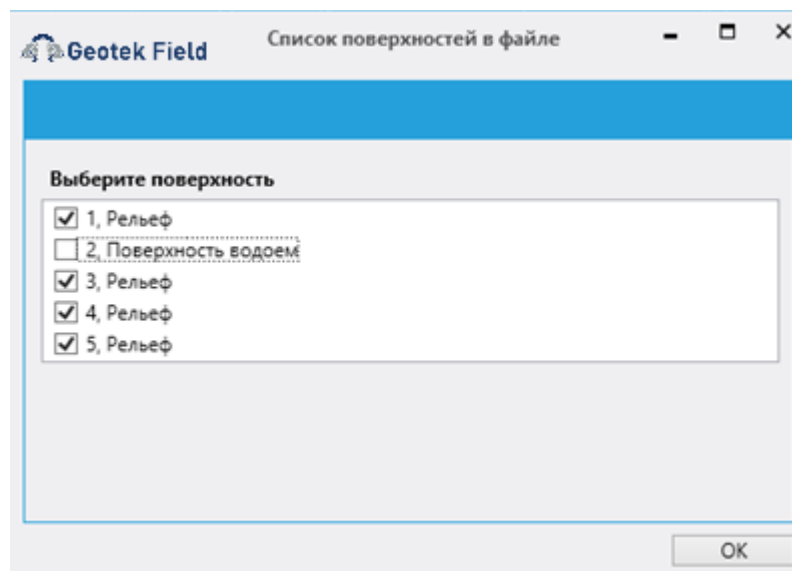


Рис. 3.44. Выбор поверхности ЦМР

После чего будет загружена информация о поверхности, просмотр плана сдвинется к координатам, в которые она загружена. Если включена функция из п. 3 этого описания, то загруженную поверхность можно будет увидеть, в виде

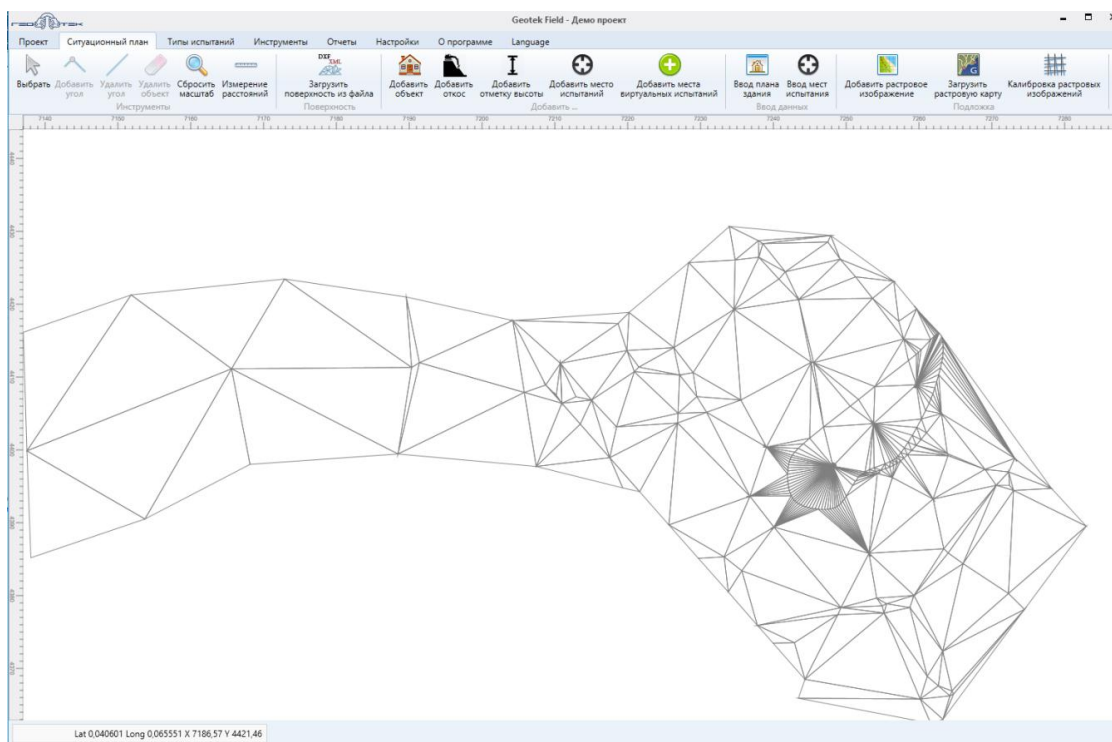


Рис. 3.45. Пример визуализации сетки ЦМР из файла

Для реализации возможности построения рельефа местности вручную добавлена возможность задавать рельеф поверхности посредством введения отметок высоты. Отметки высоты могут быть привязаны к существующим объектам – зданиям, а также группа отметок высоты может образовывать отдельный объект – откос, у которого нет контура фундамента. К такому объекту можно добавлять места испытаний, для такого

объекта можно производить расчет перемещений и устойчивости методом конечных элементов.

1. Для добавления отметки высоты нужно открыть вкладку «Ситуационный план» и нажать кнопку «Добавить отметку высоты», а затем выбрать место на плане, куда необходимо добавить отметку высоты.

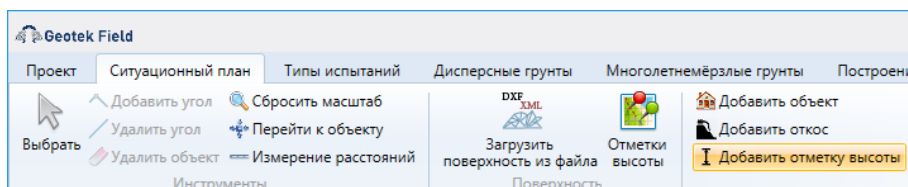


Рис. 3.46. Добавление отметки высоты

Откроется окно, в котором необходимо ввести значения координат X, Y высоты Z и текстовую информацию.

Координата X	115.0378787878	м
Координата Y	54.48074254751	м
Координата Z	90.47347467335	м
Обозначение	метка 1	

Сохранить Отмена

Рис. 3.47. Ввод координат

Новая отметка высоты привяжется к ближайшему (в пределах 20 м) объекту зданию или откосу. Если ближайшего объекта нет, то будет создан новый объект (откос) и к нему привяжется отметка.

2. Для добавления откоса, как отдельного объекта и быстрого добавления отметок высоты для него следует на вкладке ситуационный план выбрать кнопку «Добавить откос», а затем последовательно отметить на плане точки с отметками высоты. При добавлении каждой отметки будет открыто окно (рис. 3.47). Отметки высоты могут

редактироваться при двойном щелчке на них, перемещаться штатным образом, как остальные объекты плана.

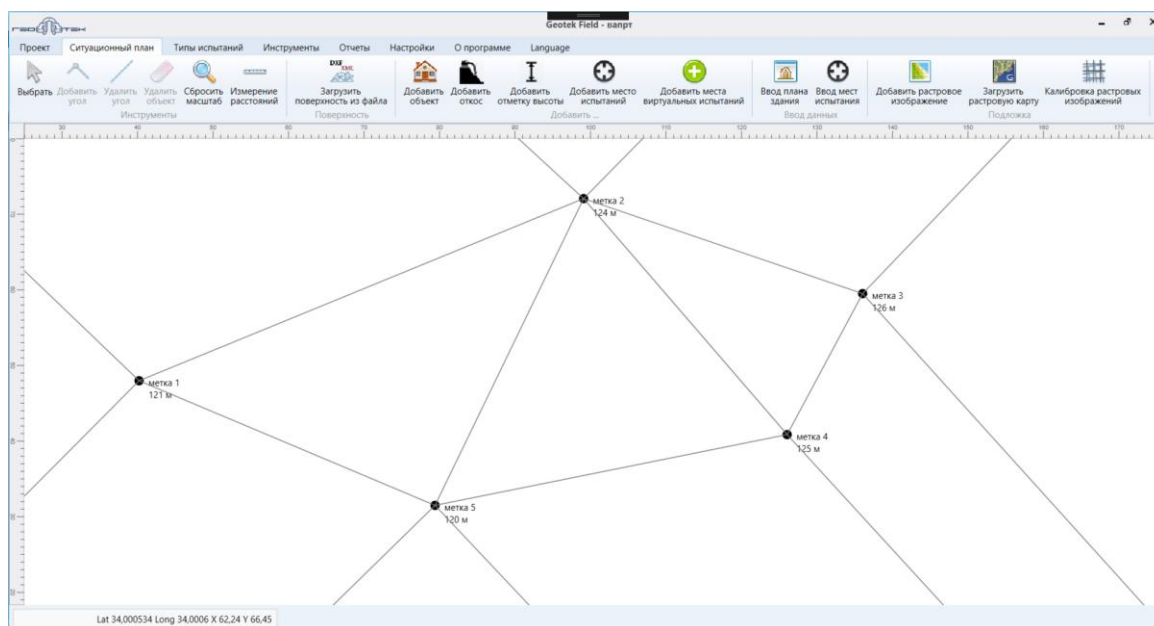


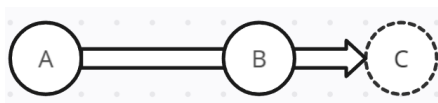
Рис. 3.48. Пример визуализации сетки ЦМР по отметкам

3.15. Определение места СРТ испытания на оптимальном расстоянии

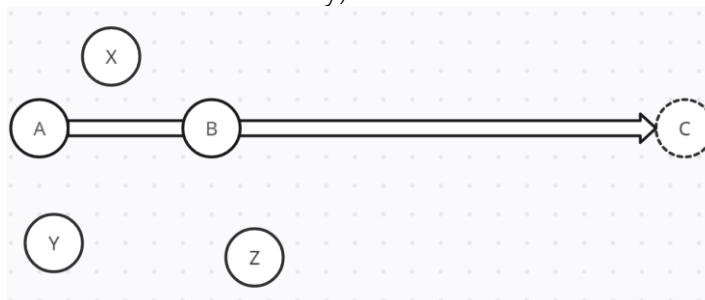
Если имеются два места испытания, то можно найти оптимальное расположение третьего (проектируемого) места испытания.

Более подробно: допустим, имеются выработки А и В, тогда на луче АВ (за пределами отрезка АВ) нужно расположить третью выработку С. Предлагаемый метод расчета позволяет найти оптимальное расстояние от точки В до точки С, причем в двух вариантах:

- с учетом данных зондирования только с выработок А и В (оптимальное по двум точкам);



- с учетом данных зондирования со всех выработок объекта, к которому прикреплены А и В (оптимальное по объекту).



С точки зрения пользователя разница между подходами только в выходном значении, т.е. в длине отрезка ВС.

Программа позволяет решить эту задачу с помощью модуля «Создание выработки на оптимальном расстоянии» (располагается на вкладке «Ситуационный план»).

После нажатия на кнопку запуска модуля (см. рис. 3.49), открывается экранная форма (см рис. 3.50).

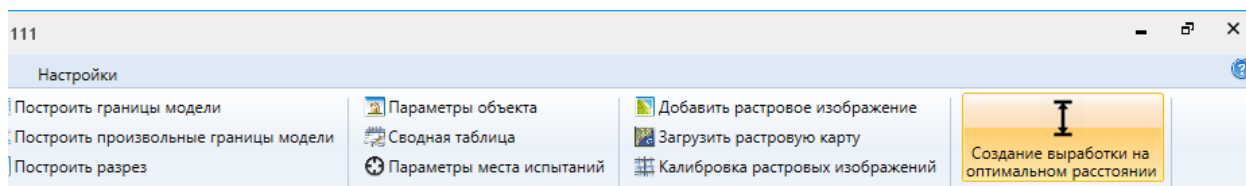


Рис. 3.49. Создание выработки на оптимальном расстоянии

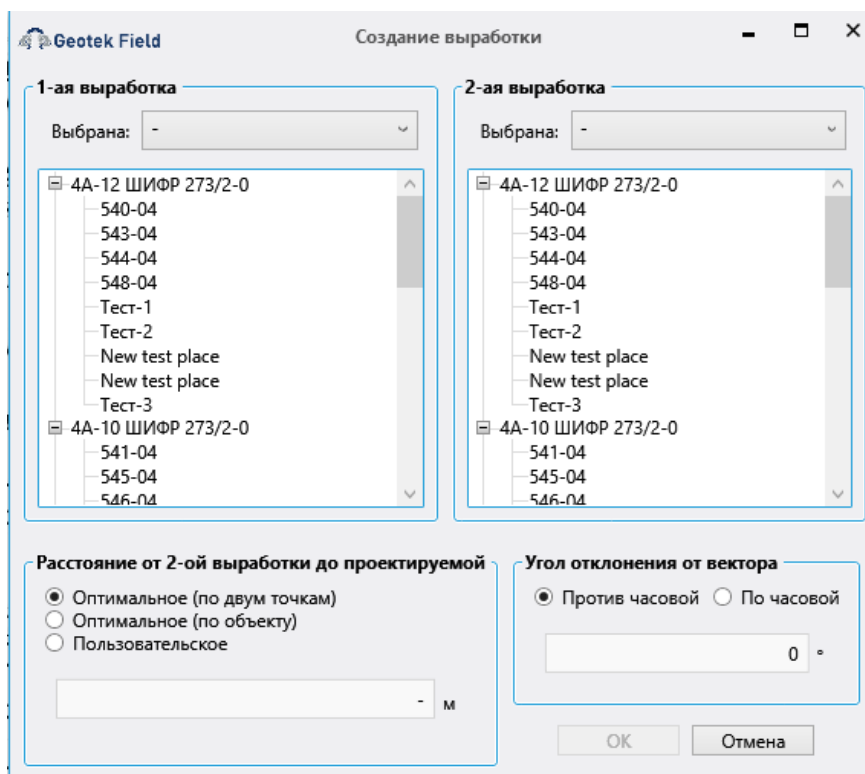


Рис. 3.50. Определение оптимального расстояния для новой выработки

Для того, чтобы задать параметры создания нового места испытания, нужно выполнить следующие шаги (в любой последовательности):

- указать первое и второе место испытания с помощью левого и правого древовидного списка соответственно (левым щелчком мыши по названию выработки), названия выбранных точек будут отображены над списками;
- если указать расстояние проектируемого места испытания от второго места испытания с помощью соответствующего числового поля (если переключатель стоит в положении «**Оптимальное (по двум точкам)**» или «**Оптимальное (по объекту)**», то поле заполнится автоматически; однако его значение можно в любой момент поменять вручную, при этом переключатель автоматически встанет в положение «**Пользовательское**»);
- указать угол отклонения от вектора (направленного от первого места испытания до второго) с помощью соответствующего числового поля; если угол задан нулем, то новое место испытания будет расположено на одной прямой с первым и вторым местом испытания.

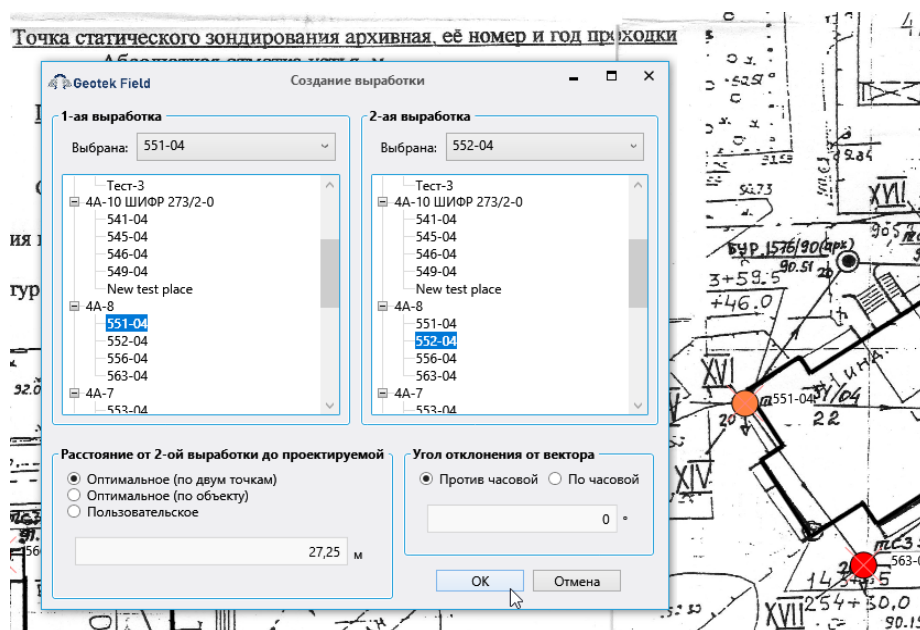


Рис. 3.51. Результаты вычислений 27, 25 м

Нажатие на кнопку «**OK**» приводит к определению расстояния до нового места испытания в соответствии с указанными параметрами. Если кнопка отключена, то это значит, что параметры не заданы или заданы неверно. После создания нового места испытания, окно данного модуля закроется и автоматически откроется форма для заполнения свойств созданного места испытания (как если бы было произведено двойное нажатие по этому месту испытания на ситуационном плане).

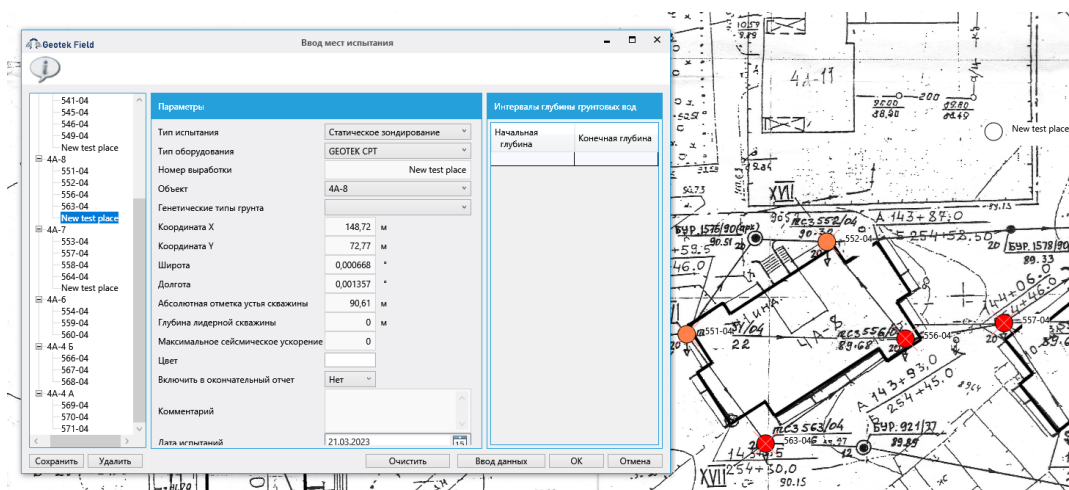


Рис. 3.52. Ввод данных на новом месте испытаний

Нажатие на кнопку «**Отмена**» закрывает окно, не внося никаких изменений в проект.

3.16 Практический пример создания ситуационного плана

Для того чтобы сопоставить координаты на ситуационном плане с координатами проекта, необходимо выбрать на ситуационном плане точку, которая будет совпадать с началом координат в проекте, координаты можно сверить по опорным точкам из ситуационного плана (рис. 3.53).

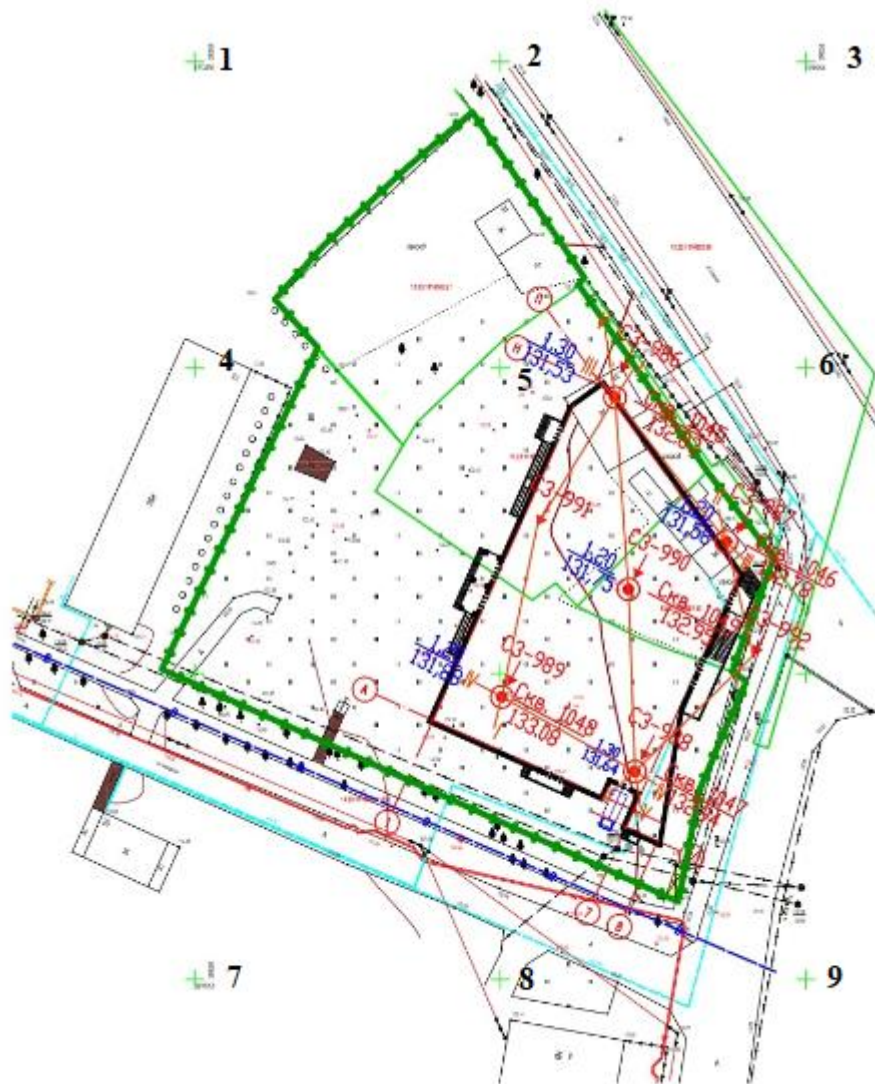


Рис. 3.53. Опорные точки ситуационного плана

Как видно из рис. 3.53, опорные точки 1, 3 и 7 содержат координаты для привязки и измерения координат на местности, однако качество изображения не позволяет однозначно интерпретировать значения координат, поэтому для привязки будут использованы координаты скважины 1045 из каталога координат (рис. 3.54).

Приложение №3 Лист 1 Листов1 Каталог координат и высот геологических выработок Система координат: МСК-13 Система высот: Балтийская Макс. абс. отметка, м: 133,15 Мин. абс. отметка, м: 132,78				
№ п/п	Номер выработки	Координаты		Высотные отметки
		X	Y	
1	991	390576,79	1293899,77	133,15
2	992	390562,17	1293920,67	132,84
3	1045	390596,30	1293906,27	132,83
4	1046	390562,97	1293922,22	132,78
5	1047	390548,31	1293911,46	132,94
6	1048	390557,94	1293893,34	133,08
7	1049	390568,99	1293909,19	132,95
Составил:  Новичков Г.А.				

Рис. 3.54. Каталог координат и высот геологических выработок

Как видно из рис. 3.54, для определения координат используется система координат МСК-13. МСК-13 поделен на 2 зоны, по отчету можно понять, что данный участок принадлежит ко второй зоне.

Теперь необходимо перевести координаты из МСК-13 (зона 2) в систему координат WGS 84 (всемирная система геодезических параметров Земли 1984 года), для этого воспользуемся онлайн-конвертером GeoBridge (<https://geobridge.ru/>) (рис. 3.55).

Внимание! Данный сервис создан для определения приблизительного местоположения точек в различных системах координат. Результаты пересчета нельзя использовать в геодезических работах любого вида.

EPSG:6331302 - МСК-13 зона 2 Республика Мордовия  WGS84

N,E - исходные  г.ггг г"м"с" N,E - результат   

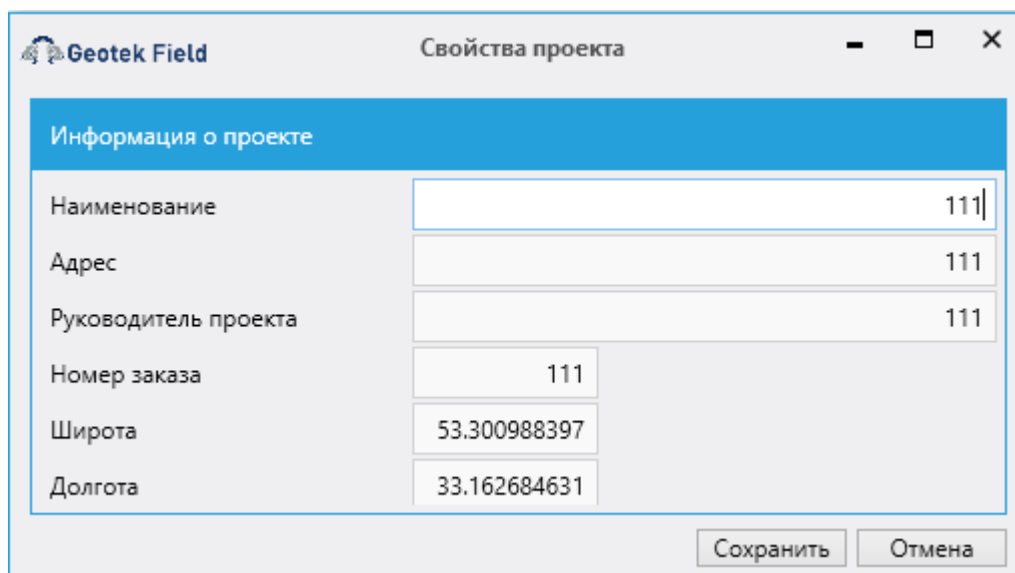
390596.30,1293906.27 53.300988397,33.162684631

Разделитель целой и дробной части "точка". Разделитель между координатами "запятая".

Рис. 3.55. Преобразование координат из местной системы в WGS 84

Стоит отметить, что данный сервис предназначен для определения приблизительного местоположения точек в различных системах координат, поэтому для более точных подсчетов стоит использовать т.н ГИС программы (ГИС Панорама, ArcGIS).

Теперь, когда нам известны координаты скважины, их можно использовать в качестве опорной точки при калибровке изображения. Создадим новый проект и выберем в качестве широты и долготы найденные значения (рис. 3.56):



Информация о проекте	
Наименование	111
Адрес	111
Руководитель проекта	111
Номер заказа	111
Широта	53.300988397
Долгота	33.162684631

Сохранить Отмена

Рис. 3.56. Определение начальных координат в новом проекте

После создания проекта нужно загрузить растровую подложку ситуационного плана в проект, подложка представлена в виде pdf документа в формате А3, для перевода pdf документа в jpg изображение был использован сервис IlovePdf. Загрузим подложку в проект (Вкладка «Ситуационный план» → «Добавить растровое изображение») (рис. 3.57).

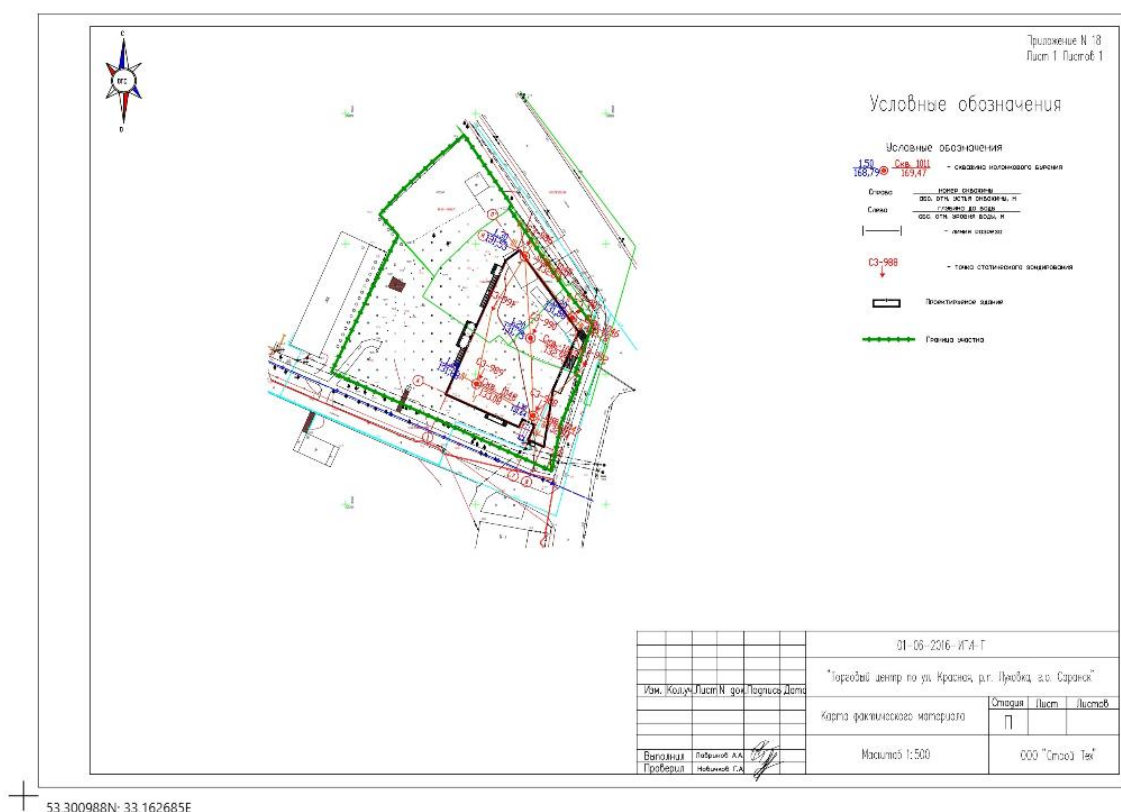


Рис. 3.57. Растровое изображение в окне проекта

Как видно из рис. 3.57, план выровнен по азимуту (верхняя часть карты указывает на север, а другие стороны — на юг, восток и запад соответственно), а масштаб указан как 1:500 (1 сантиметр плана равен 5 метрам реального объекта). Формат А3 имеет

размер 297*420 мм, значит ширина изображения, равна 29,7 см; таким образом, ширина изображения в проекте должна равняться $29,7 \cdot 5 = 148,5$ метров. Изменить ширину изображения можно во вкладке «Ситуационный план», кнопка «Калибровка растровых изображений» (рис. 3.58):

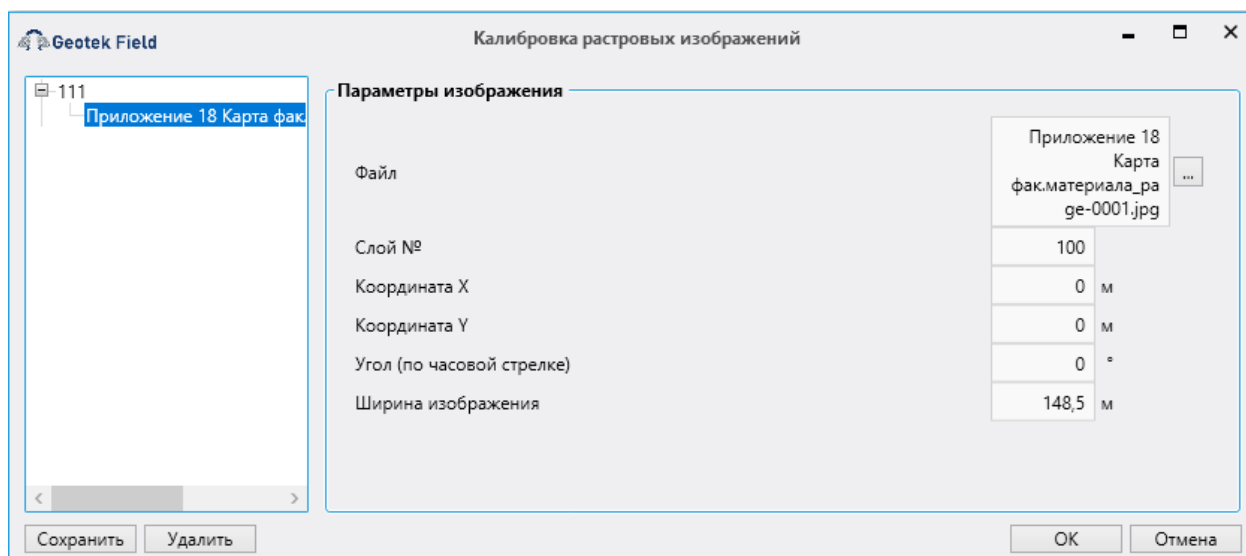


Рис. 3.58. Определение ширины изображения в окне калибровки

Теперь все готово для калибровки изображения по координатам скважины. Сделать это можно в той же вкладке, где изменили ширину. Определить расстояние в метрах до скважины по осям X и Y можно с помощью вертикальной и горизонтальной линейки сверху и справа в окне проекта или с помощью инструмента «Измерение расстояний» во вкладке «Ситуационный план». После калибровки по координатам (рис. 3.58) координаты скважины, выбранные в качестве начала координат будут совпадать со своим представлением на ситуационном плане (рис. 3.60).

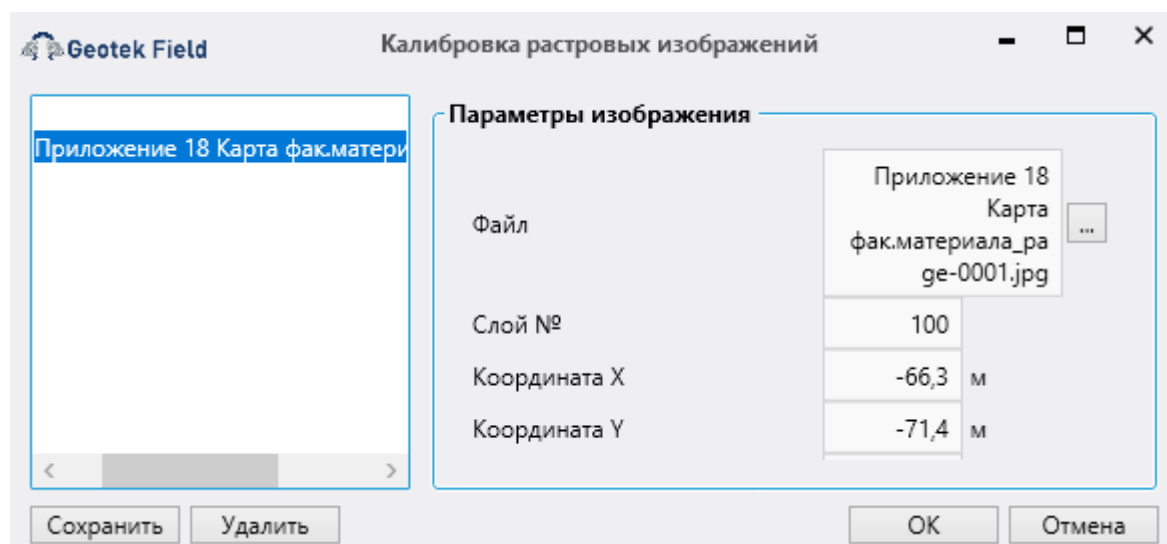


Рис. 3.59. Определение координат изображения в окне калибровки

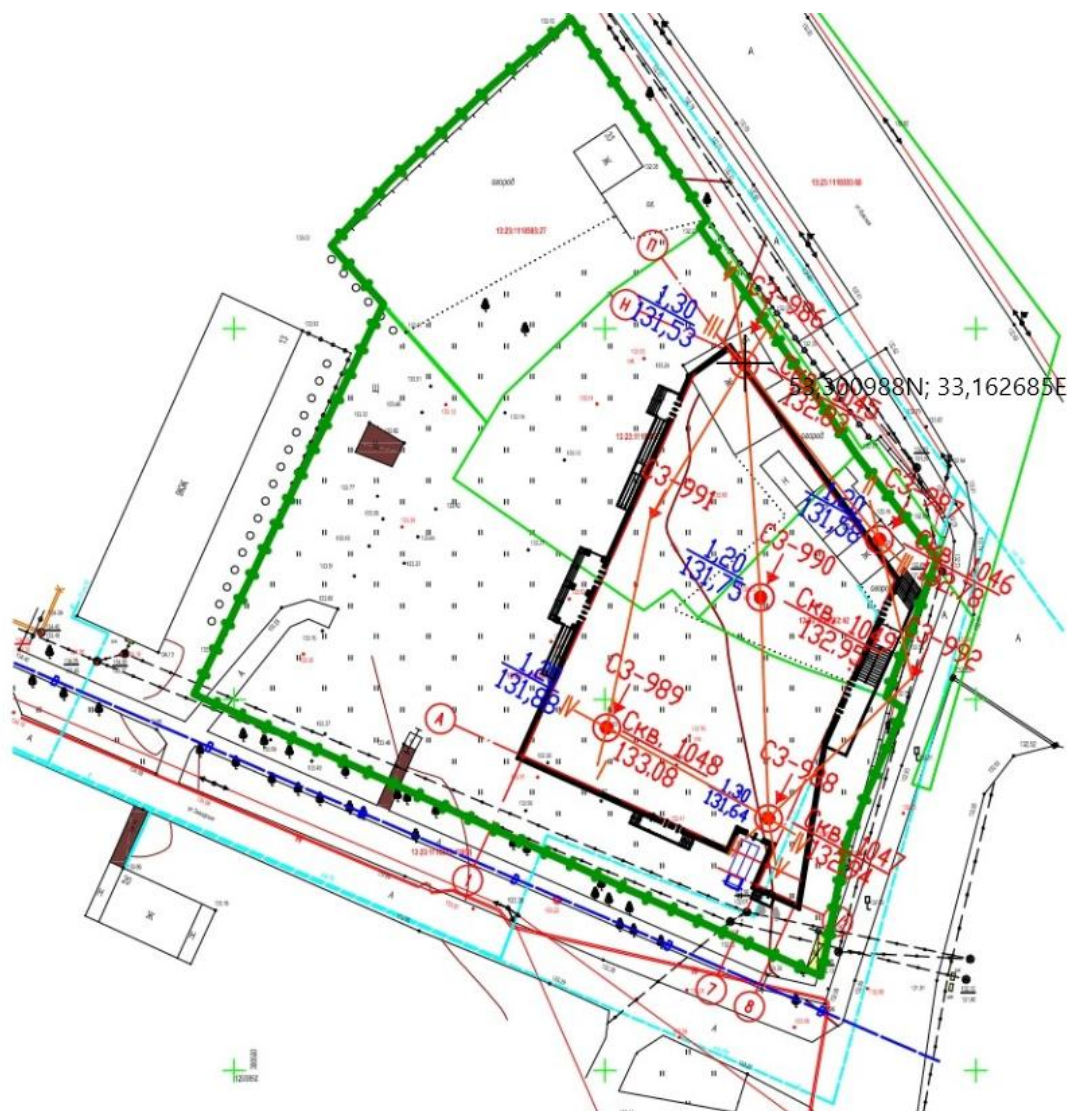


Рис. 3.60. Откалиброванное изображение

Теперь, когда изображение откалибровано по ширине и координатам, можно начать заполнять проект местами испытаний или отметками высоты. Карта рельефа строится и по выработкам, и по отметкам высоты, однако для создания выработок необходимо создать объект, к которому они будут принадлежать, поэтому в данном примере, будет использован второй вариант. Отметки высоты для выработок приведены в каталоге координат (рис. 3.54), задать их можно нажав на кнопку «[Добавить отметку высоты](#)» на вкладке «[Ситуационный план](#)» (рис. 3.61, 3.62).

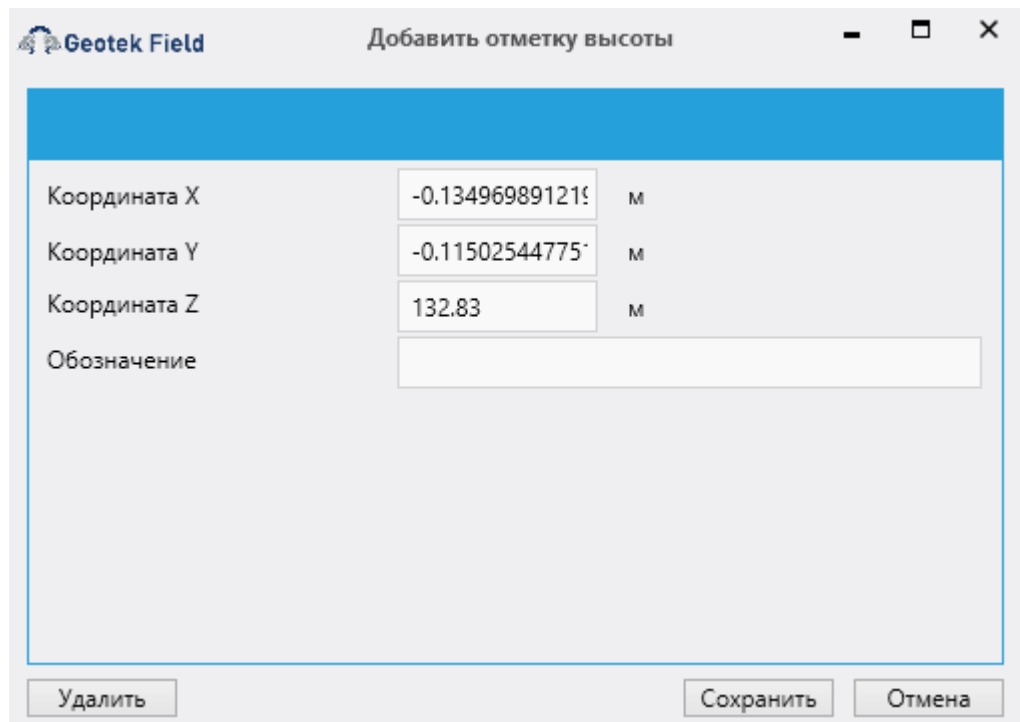


Рис. 3.61. Окно редактирования отметки высоты



Рис. 3.62. Отметка высоты на ситуационном плане

Значения высот округляются до десятых на плане, однако остаются неизменными при двойном клике на отметку или при нажатии на кнопку «Отметки высоты» во вкладке «Ситуационный план». Аналогичным образом зададим высоты для остальных скважин. Когда в проекте заданы более двух отметок высоты, они соединяются линиями в треугольники, образуя таким образом т.н TIN-поверхность (структуру организации географических данных, описывающую трехмерную земную поверхность в виде связанных между собою общими вершинами и сторонами непересекающихся треугольников неправильной формы), отображающую рельеф (рис. 3.63).

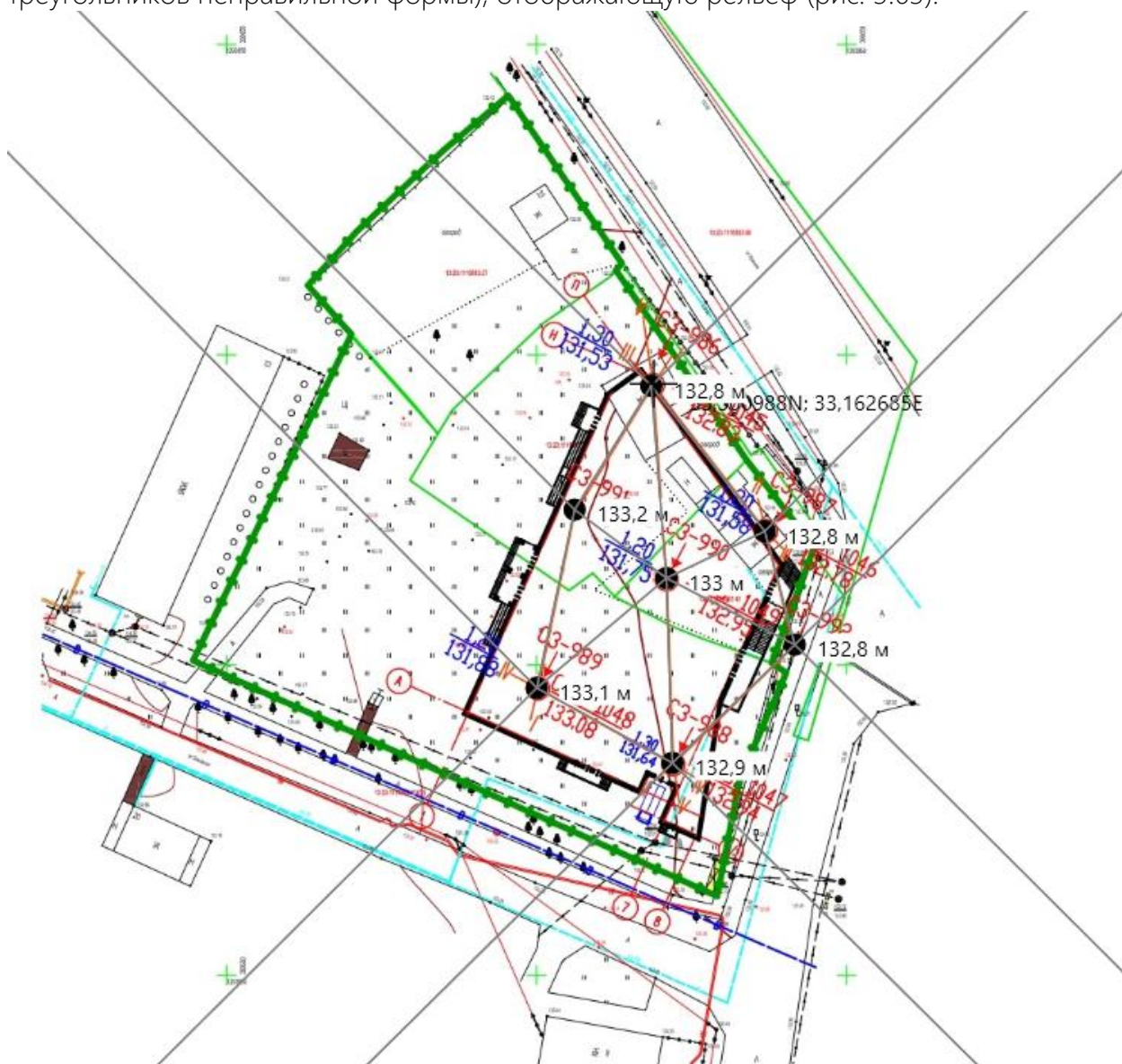


Рис. 3.63. Цифровой рельеф местности в виде TIN-поверхности

4. ВЫБОР МЕТОДА ИСПЫТАНИЙ

В программе **Geotek Field** в настоящее время реализовано несколько видов полевых испытаний: статическое зондирование, зондами различного типа в дисперсных и мерзлых грунтах, динамическое зондирование конусом и пробоотборником, испытания методом бурового зондирования и испытания штампами. Ввод мест испытаний рассмотрен в разделах 3.9-3.13. Предусмотрена возможность ручного ввода данных лабораторных испытаний (см., раздел 6.5).

Для настройки параметров испытаний служит вкладка «**Типы испытаний**».

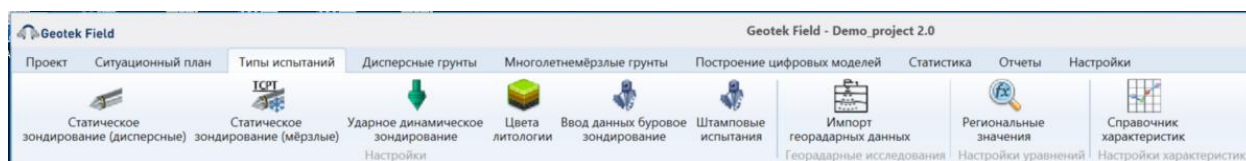


Рис. 4.1. Типы испытаний

4.1. Статическое зондирование

Ввод параметров оборудования. При выборе на рис. 4.1 «**Типы испытаний – Статическое зондирование (дисперсные)**» в окне отображается список оборудования и его параметры для выбранного метода испытаний (рис. 4.2).

Две категории зондов: электрический зонд (CPT), пьезозонд (CPTu), сейсмозонд SCPTu различных фирм отображены в левой части меню «**Оборудование фирмы**». Выбор категории зонда и фирмы выполняется щелчком мышки.

Для добавления новой фирмы следует щелкнуть мышкой в меню по «**Оборудование фирм**» в верхней части окна. В окне ниже введена новая фирма Geotek в категории CPT. В этом окне следует ввести характеристики, например, зонда производства ООО «НПП Геотек».

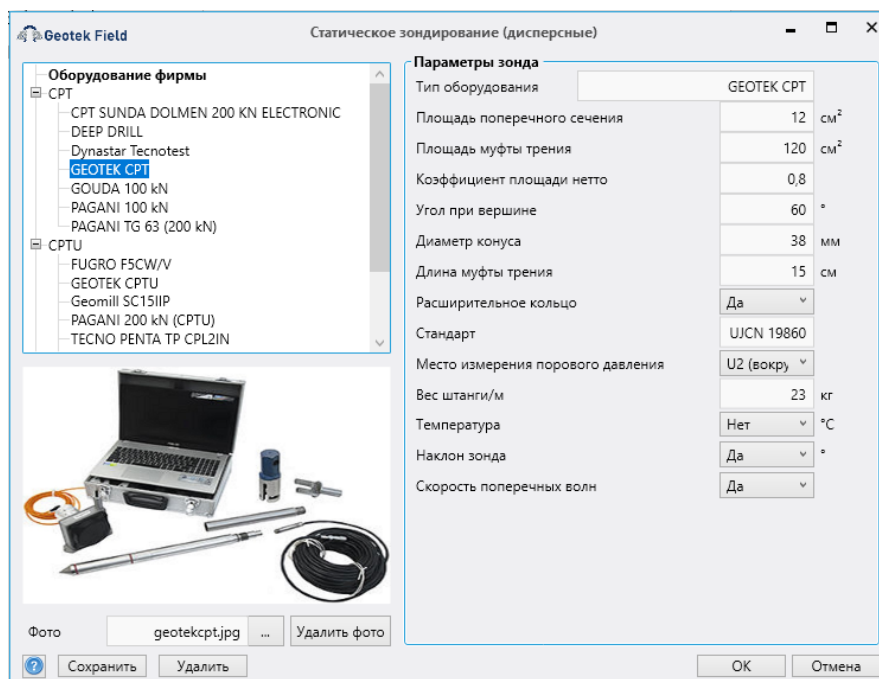


Рис. 4.2. Ввод параметров оборудования для статического зондирования

4.2. Динамическое зондирование

Предусмотрен выбор метода динамических испытаний методами стандартного динамического зондирования (зондирование пробоотборником - SPT) широко применяемый за рубежом и зондирование конусом (DP), применяемый в России и за рубежом.

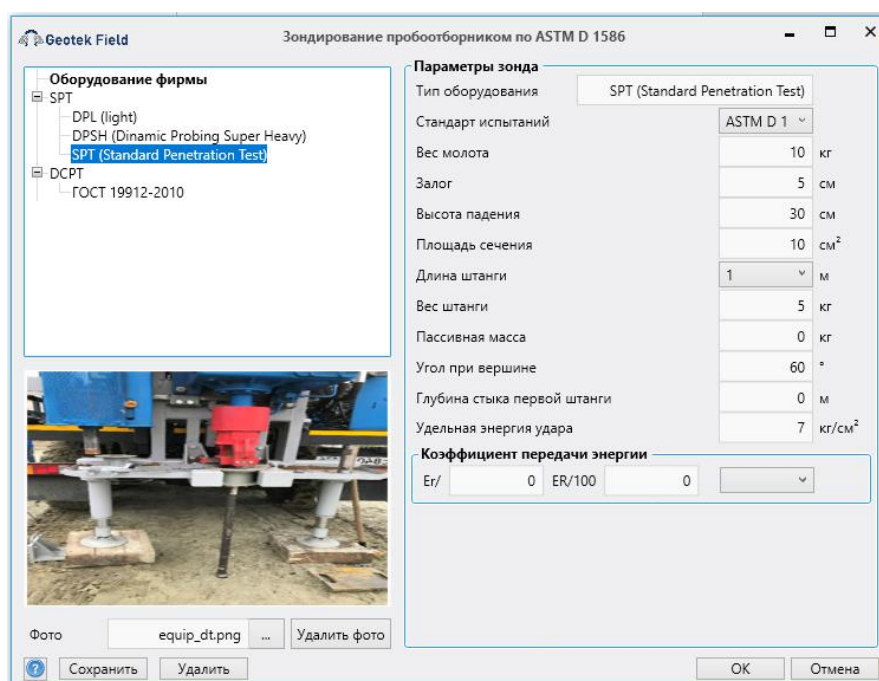


Рис. 4.3. Ввод параметров оборудования для динамического зондирования пробоотборником

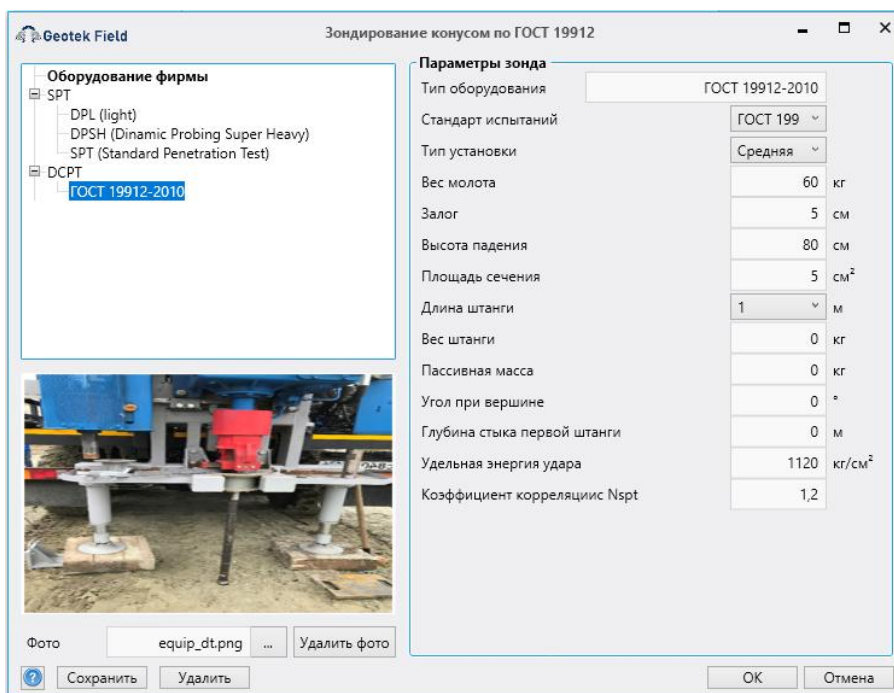


Рис. 4.4. Ввод параметров при зондировании конусом

Ввод параметров оборудования. Это меню используется для выбора типа зонда различных фирм, которые находятся в базе данных. По умолчанию введена типовая часть характеристик оборудования. Возможно добавление новых, изменение или удаление существующих. Меню для изменений может быть открыто из «**Типы испытаний – Ударное динамическое зондирование**».

Окно отображается при выборе «**Типы испытаний – Ударное динамическое зондирование**» при открытии в окне отображается список оборудования и его параметры для выбранного метода испытаний:

В левой части окна показан перечень оборудования, сгруппированного по типу.

Для добавления нового оборудования, нужно выделить нужную группу, заполнить параметры, и нажать кнопку «**Добавить**».

Для удаления необходимо выделить соответствующую запись и нажать кнопку «**Удалить**».

Для сохранения измененных настроек, нужно нажать кнопку «**Сохранить**» или «**ОК**».

В левом нижнем углу окна отображается фотография оборудования, для загрузки фотографии нужно использовать кнопку справа от строки «**Фото оборудования**».

Цвета литологии. Для определения типа грунта в случае динамического зондирования используются настройки, доступные при нажатии кнопки «**Цвета литологии**» на вкладке «**Типы испытаний**».

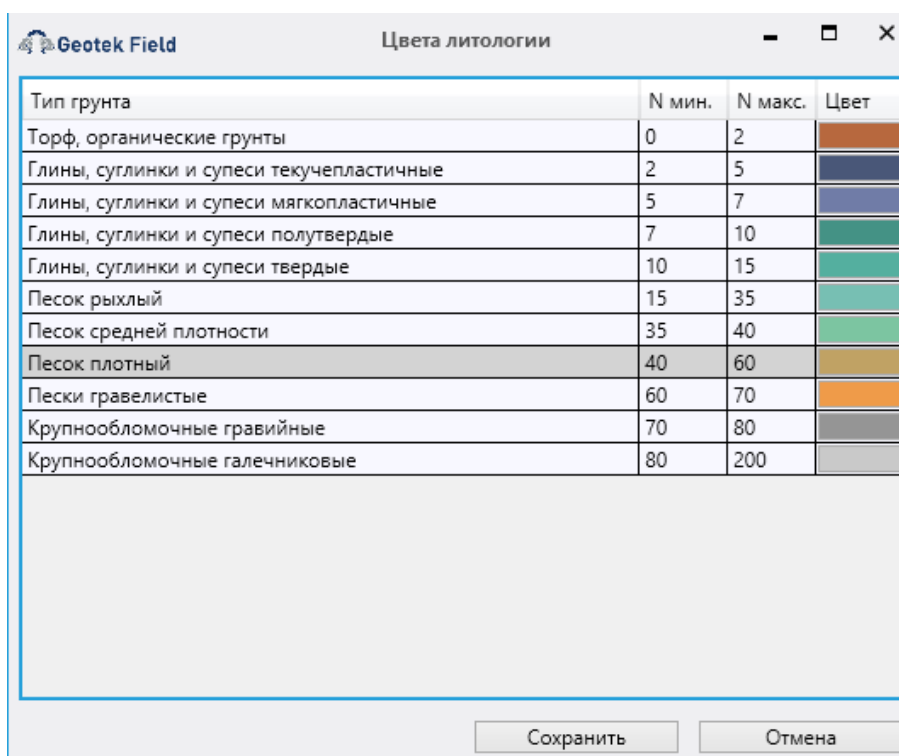


Рис. 4.5. Цвета литологии

В этом окне настраиваются цвета для отображения типа грунта, а также значения количества ударов N для определения того или иного типа грунта. Значения N вводятся в таблицу в окне, цвет выбирается по щелчку левой кнопки мыши на прямоугольнике с цветом. После нажатия на кнопку «**Сохранить**» новые значения сохраняются, при нажатии «**Отмена**» окно закрывается без сохранения.

4.3. Буровое зондирование

Ввод параметров оборудования. При выборе «**Типы испытаний – Ввод данных буровое зондирование**» отображается список оборудования и его параметры для метода испытаний:

Буровые зонды (RDT – Russian Drilling Test) различных фирм отображены в левой части меню «**Оборудование фирмы**». Выбор категории зонда и фирмы выполняется щелчком мышки.

Для добавления новой фирмы следует щелкнуть мышкой в меню по «**Оборудование фирм**» в верхней части окна. В окне ниже введена новая фирма Geotek в категории RDT. В этом окне следует ввести характеристики оборудования производства ООО «НПП Геотек».

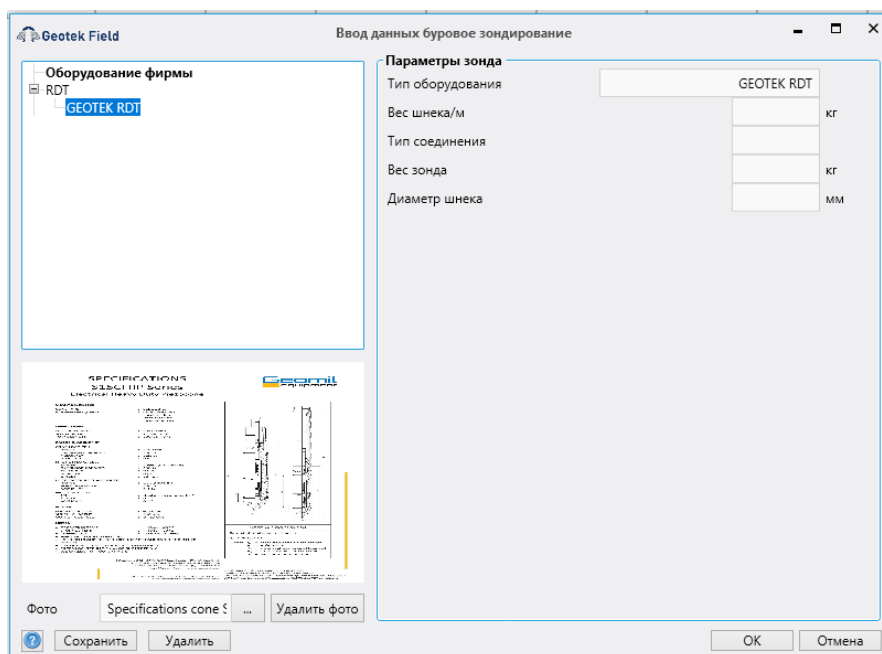


Рис. 4.6. Ввод параметров оборудования для бурового зондирования

4.4. Штамповые испытания

Ввод параметров оборудования. При выборе «Типы испытаний – Штамповые испытания» отображается список оборудования и его параметры для метода испытаний:

Штампы (PLT – Plate Load Test плоский; RST – Russian Screw Test винтовой) различных типов и фирм отображены в левой части меню «Оборудование фирмы». Выбор типа штампа и фирмы выполняется щелчком мышки.

Для добавления новой фирмы следует щелкнуть мышкой в меню по «Оборудование фирм» в верхней части окна. В окне ниже, например, введена новая фирма Geotek в категориях PLT, RST. В этом окне следует ввести параметры штампа производства ООО «НПП Геотек».

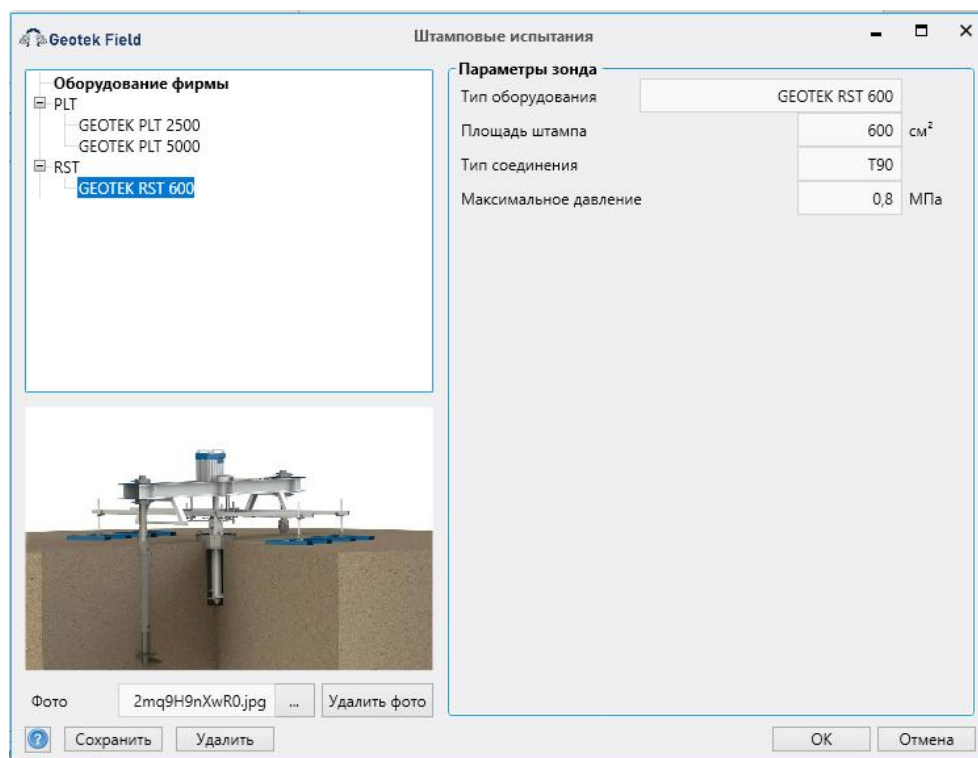


Рис. 4.7. Ввод параметров оборудования для испытаний штампом

4.5. Георадарные исследования

В программе предусмотрена возможность ввода георадарных данных, сформированных программой «Георадар-Эксперт». Пример файла с данными показан на рис. 4.9. В верхней части изображения размещается имя файла 3D сборки, название атрибута и информация о точке псевдокаротажа – её название и координаты. Вертикальная ось графика – это глубина в метрах, горизонтальная ось – значение атрибута. Пределы горизонтальной оси графика одинаковые для всех точек каротажа 3D сборки и равны минимальному и максимальному значению атрибута 3D сборки для нижнего и верхнего предела горизонтальной оси соответственно. Файл в текстовом формате содержит таблицу из двух столбцов с разделителем в виде пробела, где первый столбец – это значения вертикальной шкалы в метрах, второй столбец – значения атрибута.

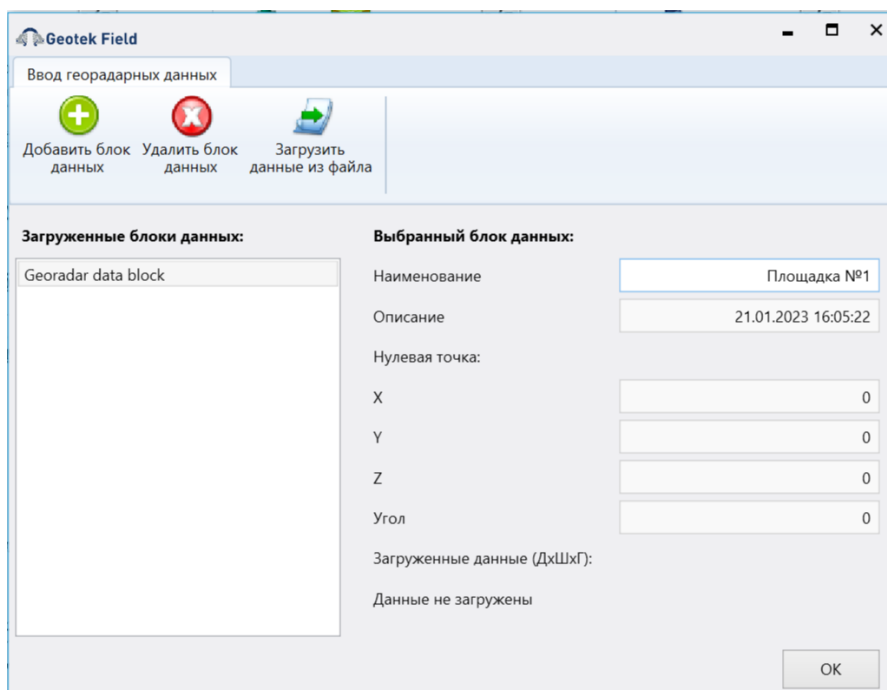


Рис. 4.8. Ввод георадарных данных

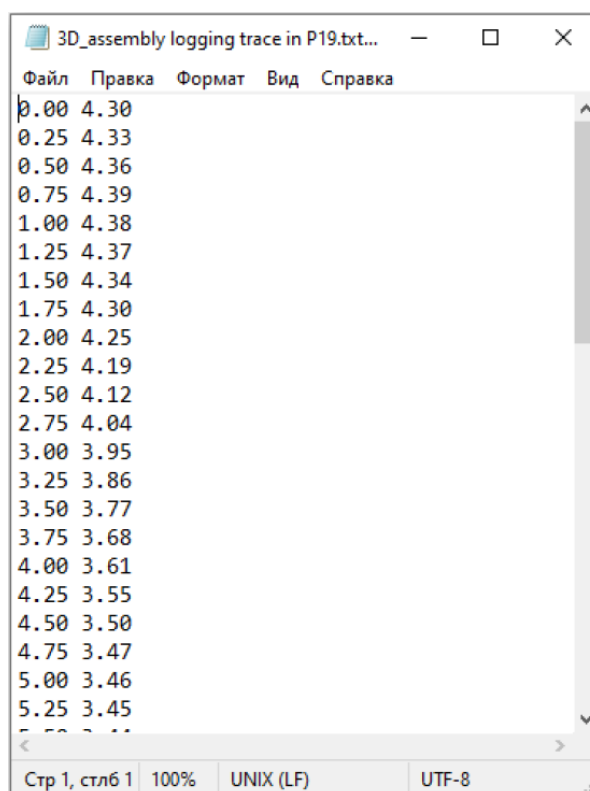


Рис. 4.9. Файл с данными георадарных исследований

Перед вводом георадарных данных нужно оценить в каких координатах будет размещен левый нижний угол области и какой уровень относительно нулевой отметки будет у верхнего слоя георадарных данных. На рис. 4.10 показан пример ввода привязки данных к объекту в виде жилого дома 10-141-16.

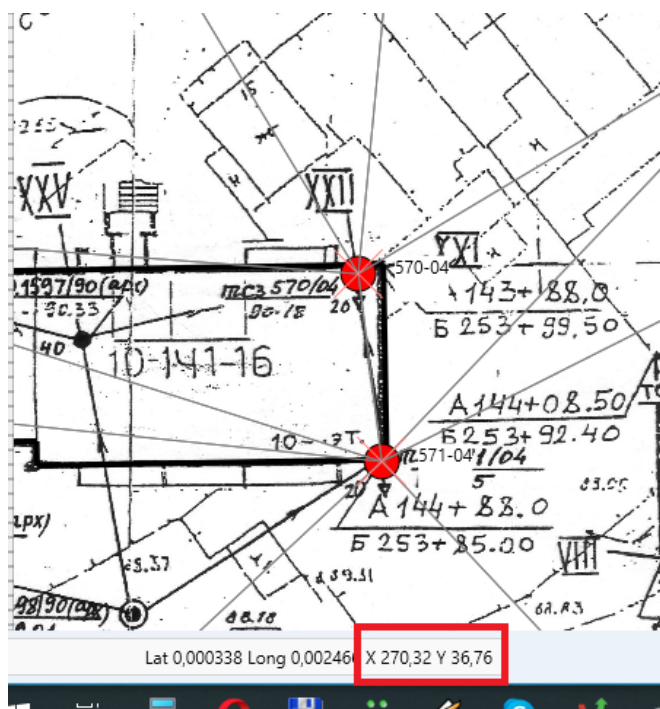


Рис. 4.10. Привязка георадарных данных к объекту

На рис. 4.10 красным цветом выделены координаты текущего положения курсора X и Y, м. Отметку высоты поверхности можно посмотреть у любой выработки рядом. Для этого следует нажать кнопкой мышки по выработке, появится следующее меню:

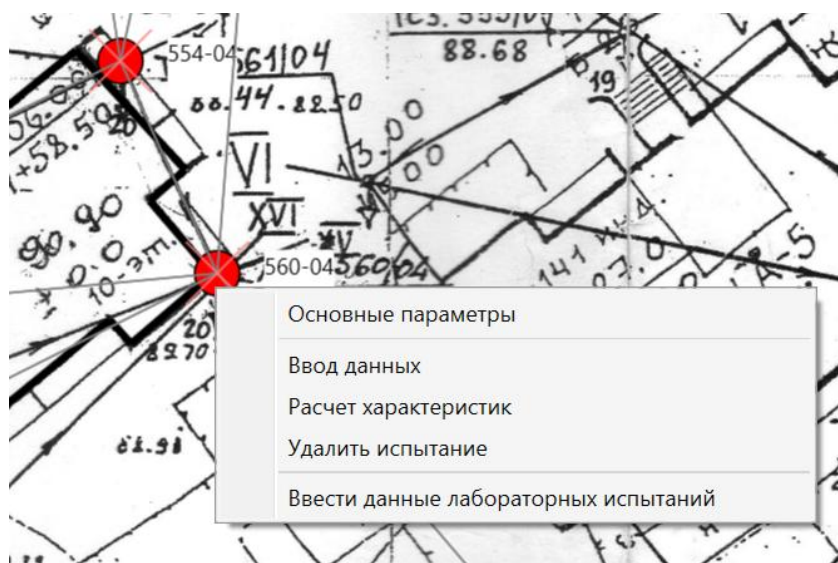


Рис. 4.11. Определение отметки поверхности

Нажав на строку «[Основные параметры](#)», получим:

Рис. 4.12. Определение абсолютной отметки устья скважины

Запомнив это значение, далее переходим к импорту георадарных данных. Для этого используем кнопку «[Импорт георадарных данных](#)» на главной ленте программы (рис. 4.13).

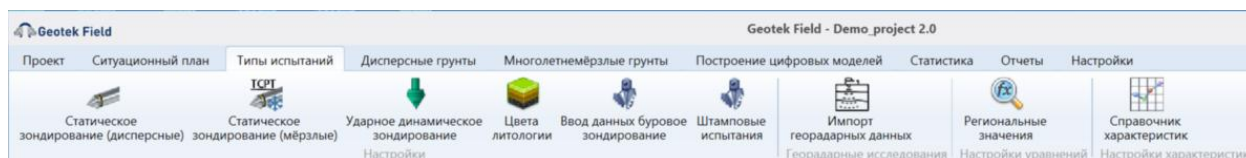


Рис. 4.13. Импорт георадарных данных

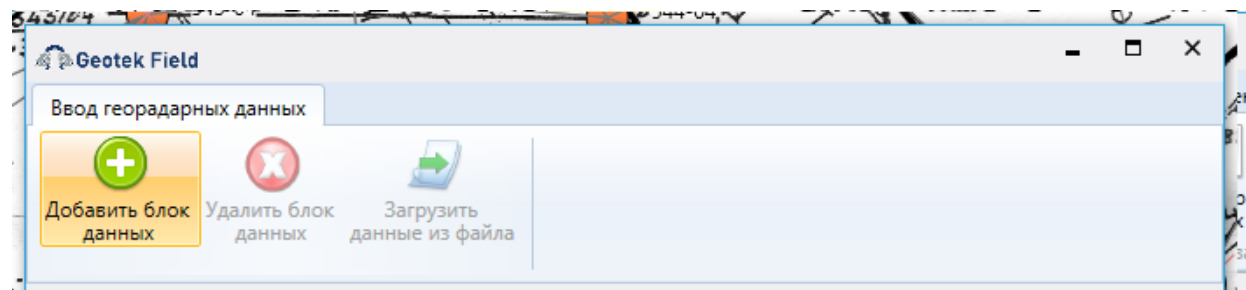


Рис. 4.14. Ввод георадарных данных

На форме ниже вводим координаты X,Y (с рис. 4.10) и Z (с рис. 4.12).

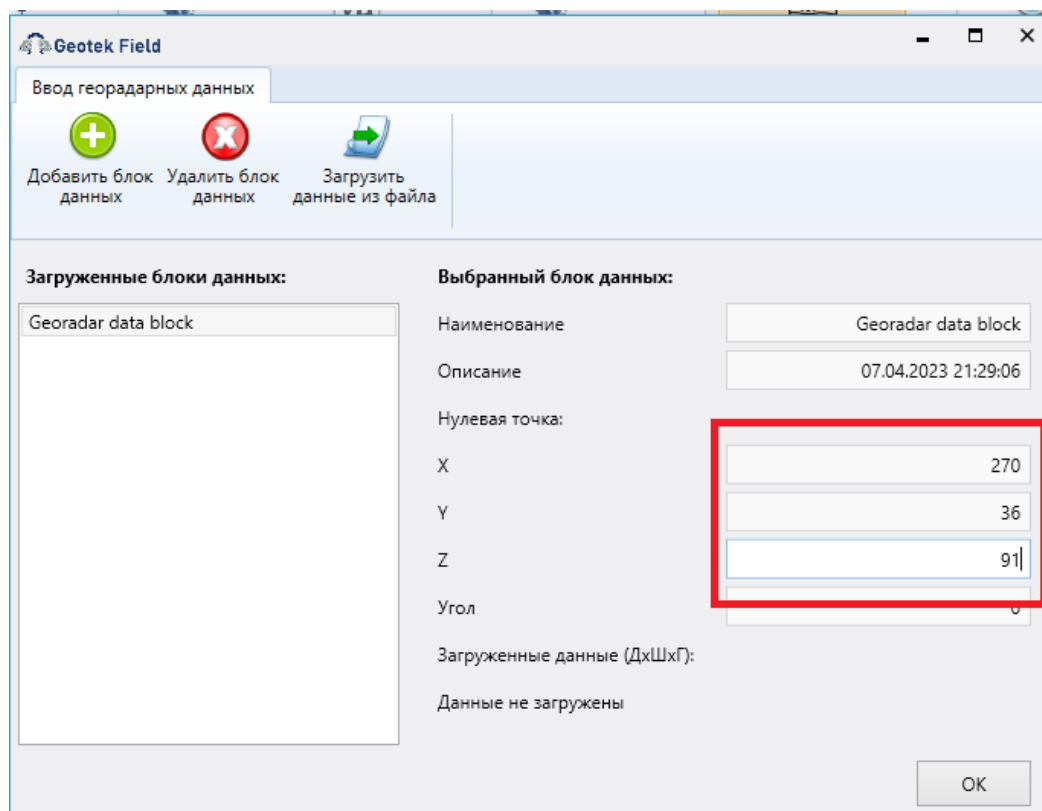


Рис. 4.15. Ввод координат X,Y,Z

Нажимаем на кнопку «[Добавить блок данных](#)»

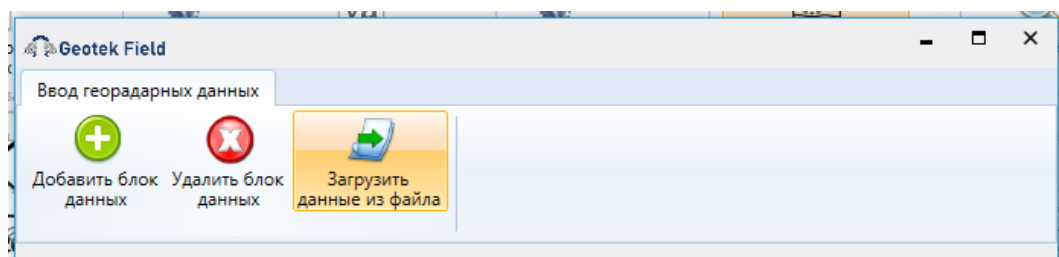


Рис. 4.16. Загрузка данных из файла

Находим файл с данными в папке Projects/Georadar_Data и выделяем первую строку с данными

3D_assembly Q-factor section X-Y, 0 m on Z-ax...	22.07.2022 13:04
3D_assembly Q-factor section X-Y, 1 m on Z-ax...	22.07.2022 13:05
3D_assembly Q-factor section X-Y, 2 m on Z-ax...	22.07.2022 13:05
3D_assembly Q-factor section X-Y, 3 m on Z-ax...	22.07.2022 13:06
3D_assembly Q-factor section X-Y, 4 m on Z-ax...	22.07.2022 13:06
3D_assembly Q-factor section X-Y, 5 m on Z-ax...	22.07.2022 13:06
3D_assembly Q-factor section X-Y, 6 m on Z-ax...	22.07.2022 13:06
3D_assembly Q-factor section X-Y, 7 m on Z-ax...	22.07.2022 13:07
3D_assembly Q-factor section X-Y, 8 m on Z-ax...	22.07.2022 13:07
3D_assembly Q-factor section X-Y, 9 m on Z-ax...	22.07.2022 13:07

Рис. 4.17. Данные георадарных измерений

появится сообщение

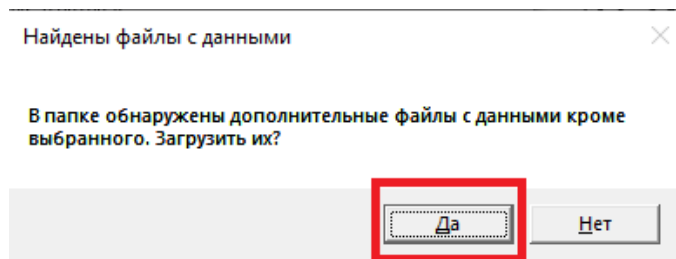


Рис. 4.18. Подтверждение загрузки данных

После этого можно перейти к построению разреза данных измерений. Для этого на главной панели выбираем «Построение цифровых моделей» и выбираем «Визуализация геологической и геотехнических моделей» (рис. 4.19).

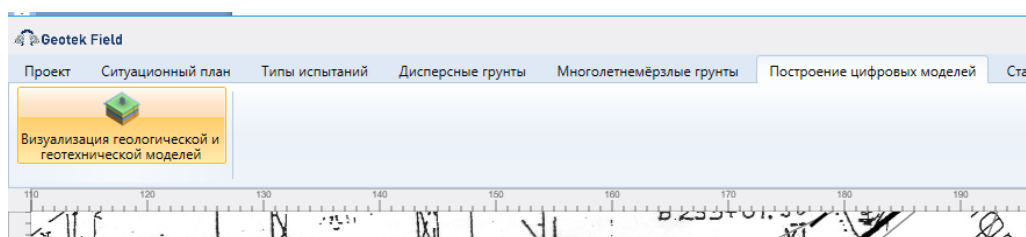


Рис. 4.19. Визуализация данных георадарных измерений

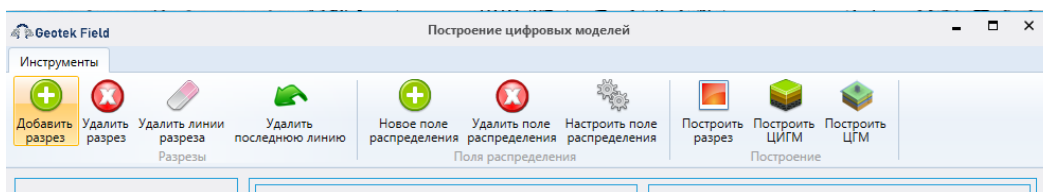


Рис. 4.20. Ввод направления разреза на плане георадарных исследований

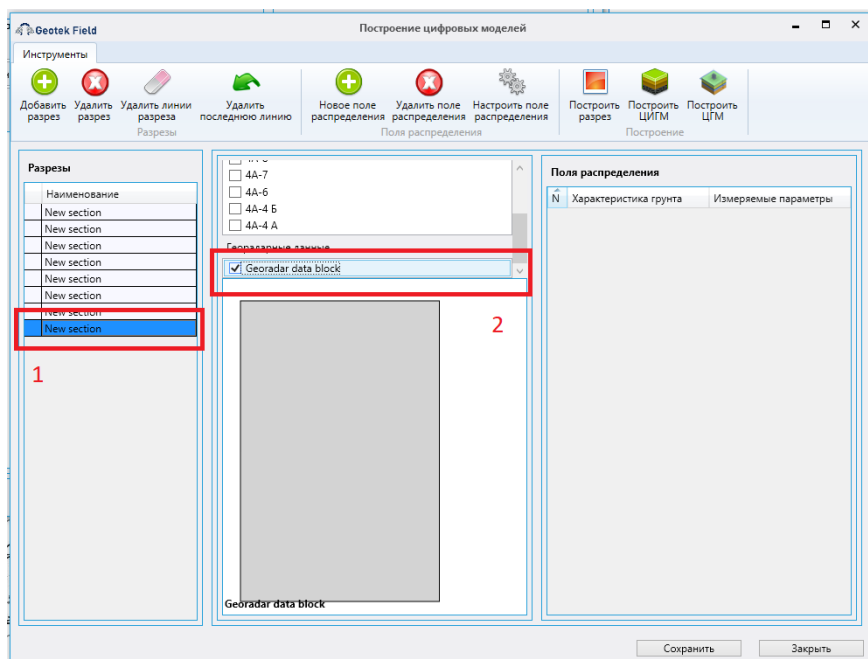


Рис. 4.21. Загрузка плана георадарных измерений

Далее, в центральной части, используя прокрутку выбрать «Георадарные данные» и ввести «галочку». В левой части формы следует ввести наименование разреза, в центральной части рис. 4.22 направление разреза.

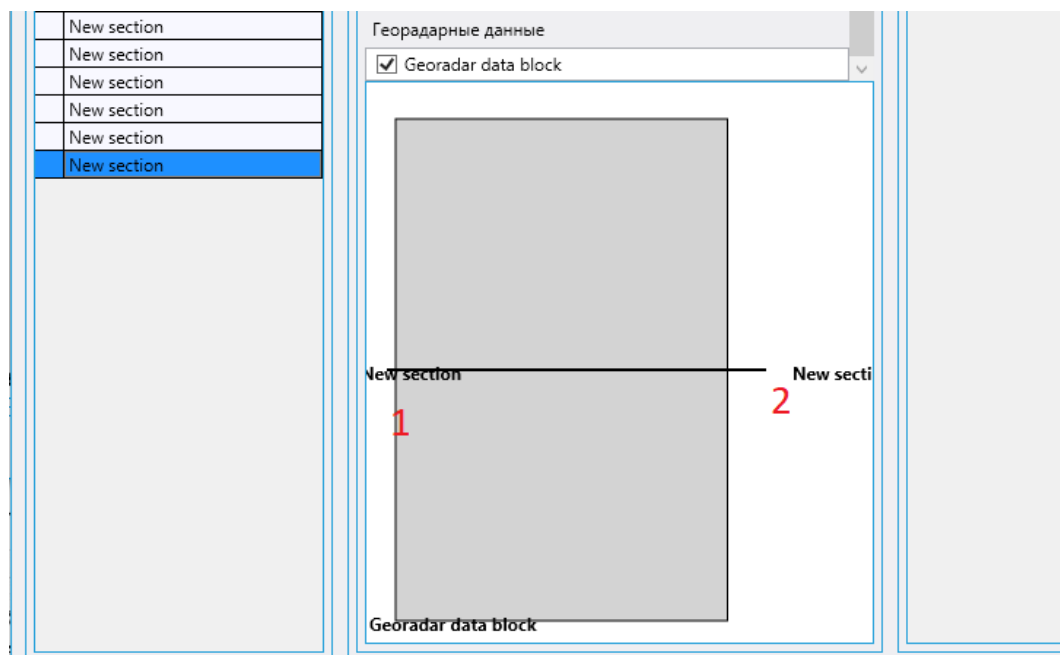


Рис. 4.22. Ввод направления разреза

Далее нажимаем на кнопку «Новое поле распределения» и в правой части формы в строке «Измеряемые параметры» выбираем строку «Данные георадара».

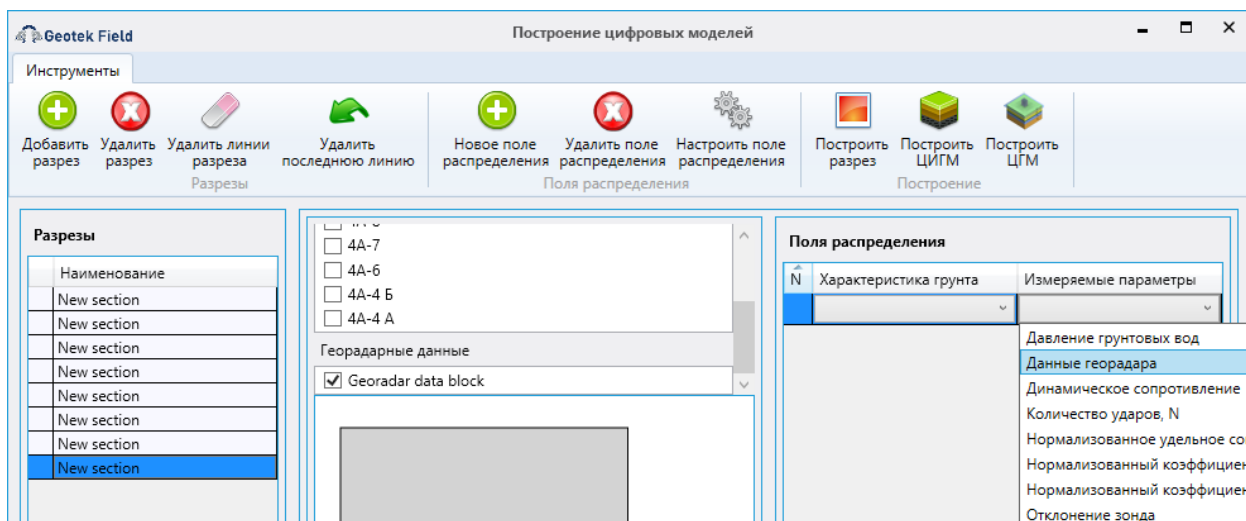


Рис. 4.23. Выбор данных для визуализации

Нажимаем на кнопку «Построить разрез»

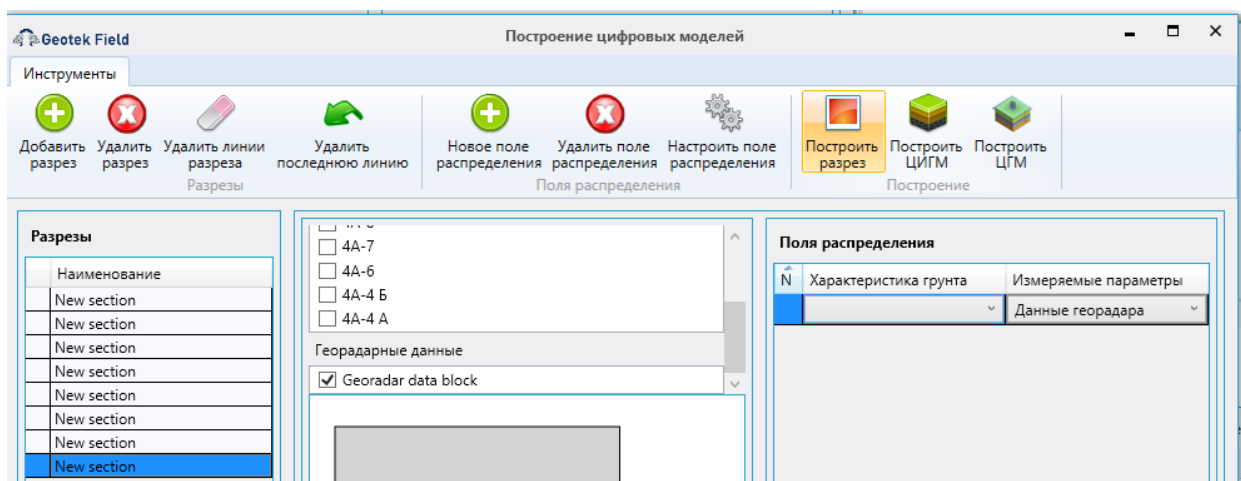


Рис. 4.24. Построение разреза георадарных измерений

По умолчанию разрез строится так, чтобы он полностью помещался на форме. Для детального просмотра, нужно его смасштабировать по высоте, нажав на кнопку «По высоте».

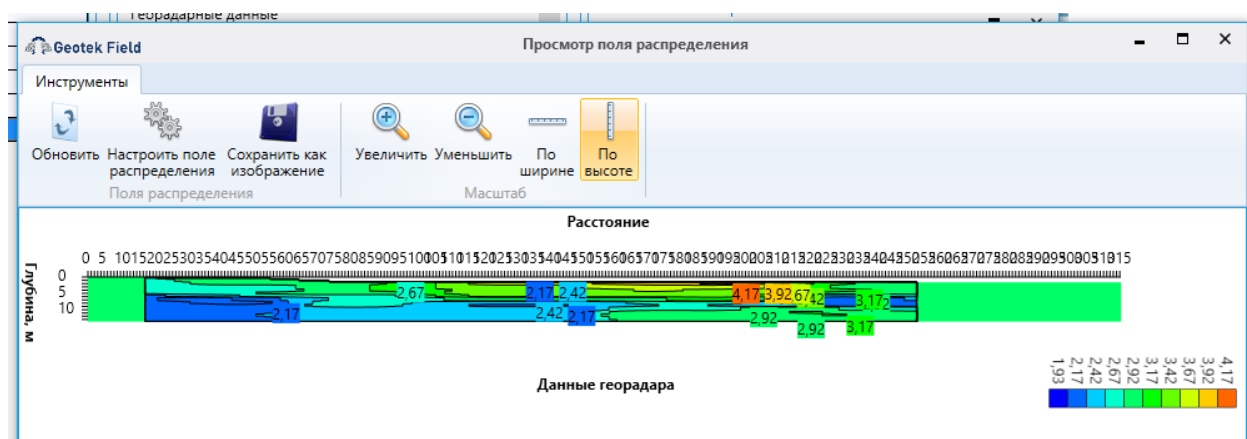


Рис. 4.25. Мелкомасштабный разрез данных

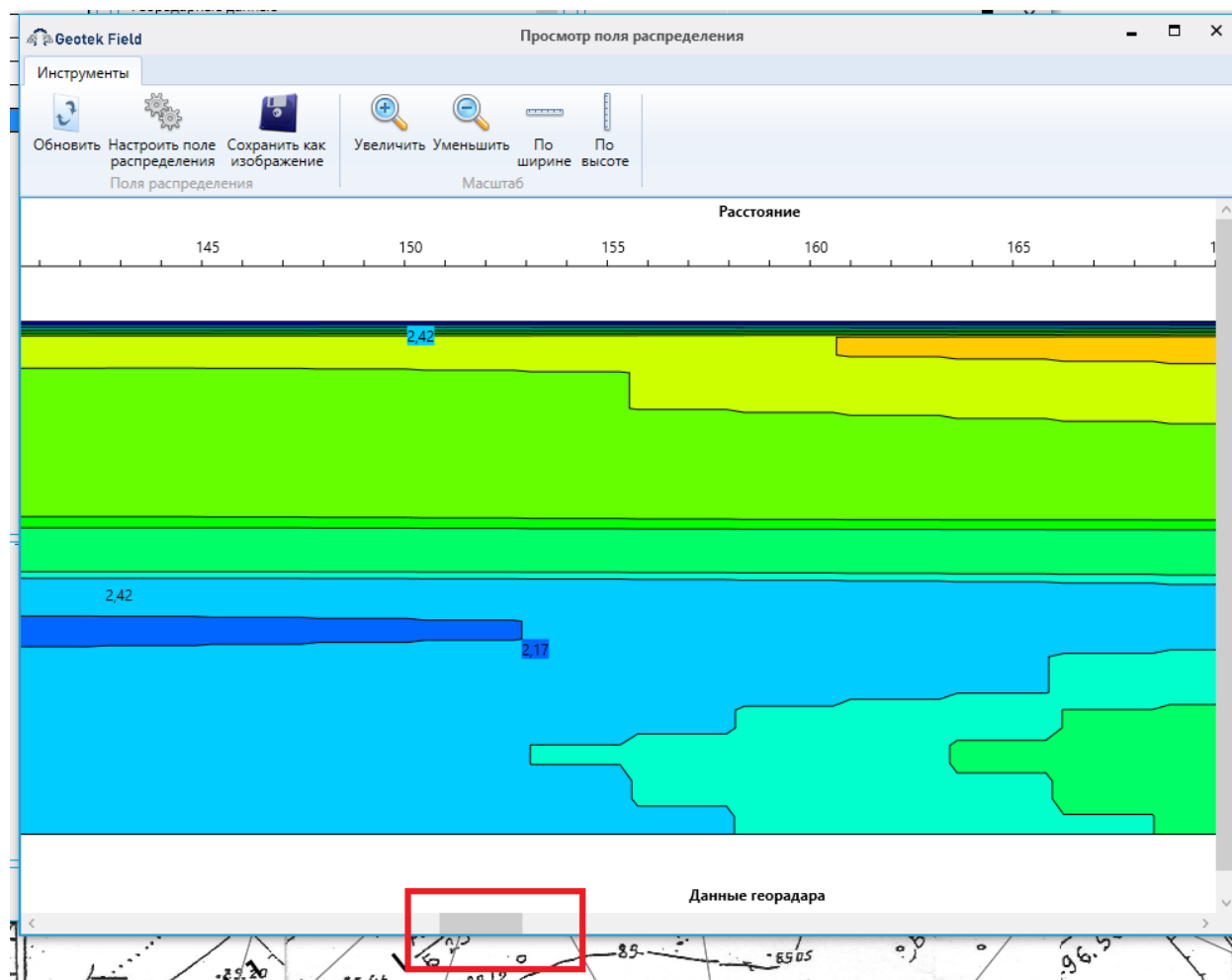


Рис. 4.26. Прокрутка данных по разрезу

5. ВЫБОР КОРРЕЛЯЦИОННЫХ УРАВНЕНИЙ

Для настройки используемых при определении характеристик грунтов с использованием корреляционных уравнений необходимо нажать правой кнопкой на выработку и выбрать в выпадающем списке «Расчет характеристик». Корреляционные уравнения приведены раздельно для СРТ, СРТУ, SCРТУ, как для сыпучих (песок, гравий, щебень и т.п), так и связных (супесь, суглинков, глина) грунтов. После нажатия на кнопку «Расчет характеристик», появится экранная форма:

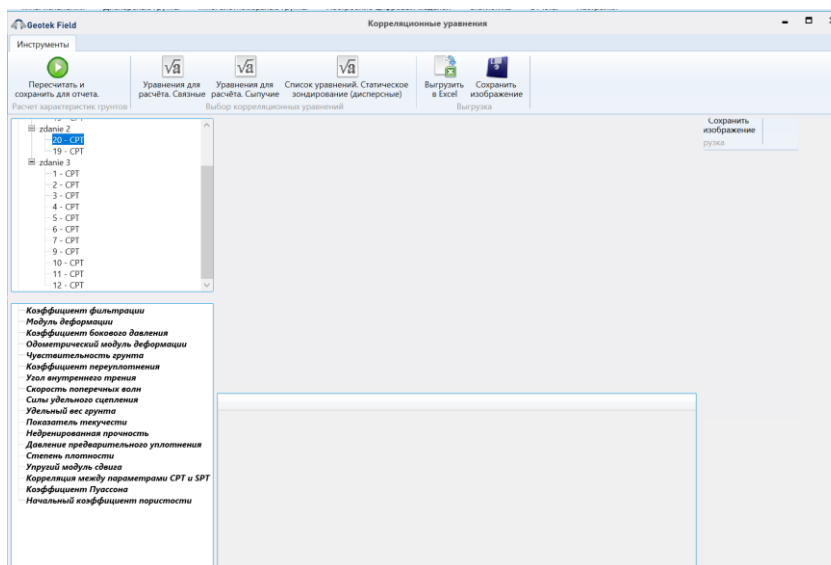


Рис. 5.1. Выбор типа корреляционного уравнения

Форма имеет четыре окна. В левом верхнем, приведено дерево с СРТ выработками на рассматриваемой площадке. В левом нижнем окне приведено наименование характеристики грунта, для которой имеются корреляционные уравнения. После выбора места испытания (например, 20-СРТ) и характеристики грунта (например, одометрический модуль деформации», в средней части формы появятся профили данной характеристики (рис. 5.2), вычисленные с использованием выбранных корреляционных уравнений (см., рис. 5.3). В данном случае это семь уравнений. Последний профиль, отображает среднее значение, полученное из семи уравнений. В правой части формы на рис. 5.2 показаны все семь профилей одометрического модуля деформации и черной кривой показан нормативное значение данной характеристики грунтов.

В нижней части формы на рис. 5.2 расположена таблица, в которой приведено значения СРТ параметров и значения одометрического модуля деформации. Доступно для выбора три значения: минимальное, среднее (нормативное) и максимальное. После выбора соответствующего значения, выполняется его сохранение в базе данных для последующих расчетов по предельным состояниям и формирования цифровой инженерно-геологической модели.

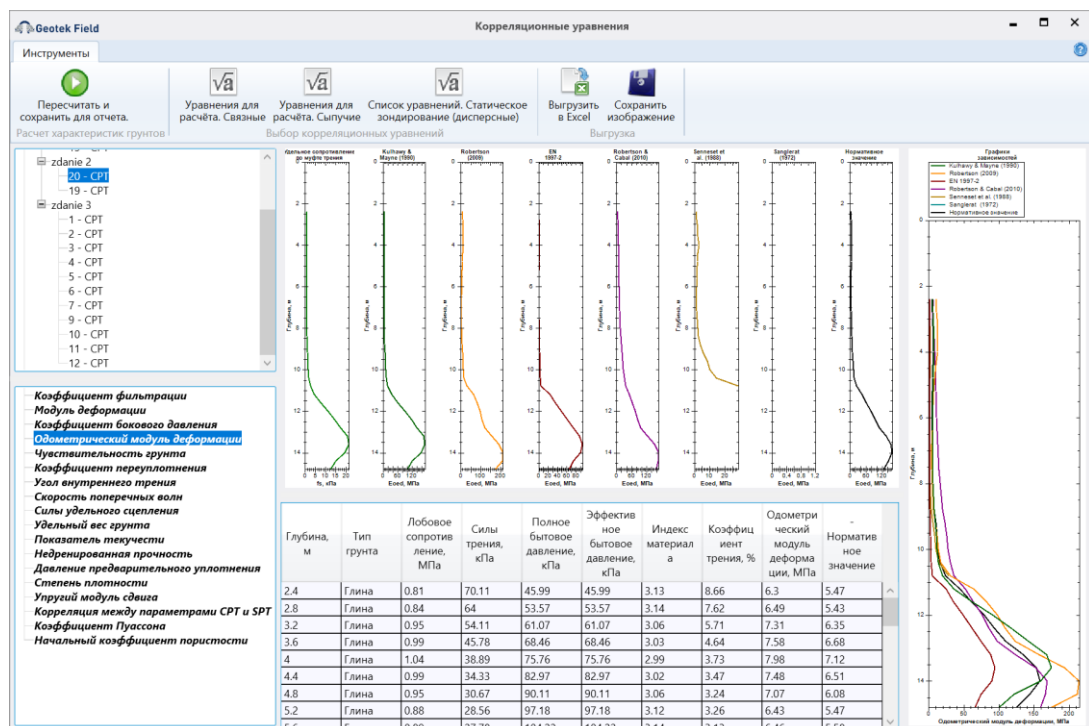


Рис. 5.2. Профили одометрического модуля деформации

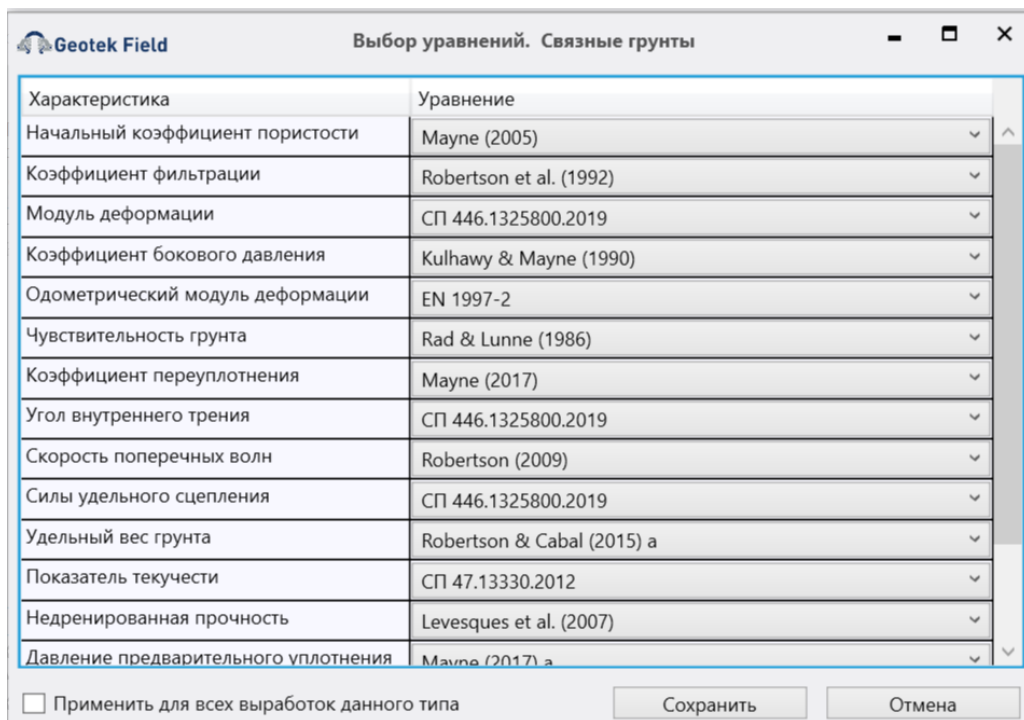


Рис. 5.3. Выбор типа корреляционного уравнения для CPT испытаний. Связные грунты

Характеристика	Уравнение
Начальный коэффициент пористости	И.В. Архангельский a
Коэффициент фильтрации	Robertson et al. (1992)
Модуль деформации	СП 446.1325800.2019
Одометрический модуль деформации	EN 1997-2
Упругий модуль сдвига	Robertson (2009)
Угол внутреннего трения	СП 446.1325800.2019
Скорость поперечных волн	Robertson (2009)
Удельный вес грунта	Robertson & Cabal (2015) a
Давление предварительного уплотнения	Mayne (2010)
Степень плотности	Jamiolkowski et al. (2001) a
Корреляция между параметрами CPT и SPT	Tarawneh (2014)
Коэффициент Пуассона	СП 23.13330.2011

☐ Применить для всех выработок данного типа

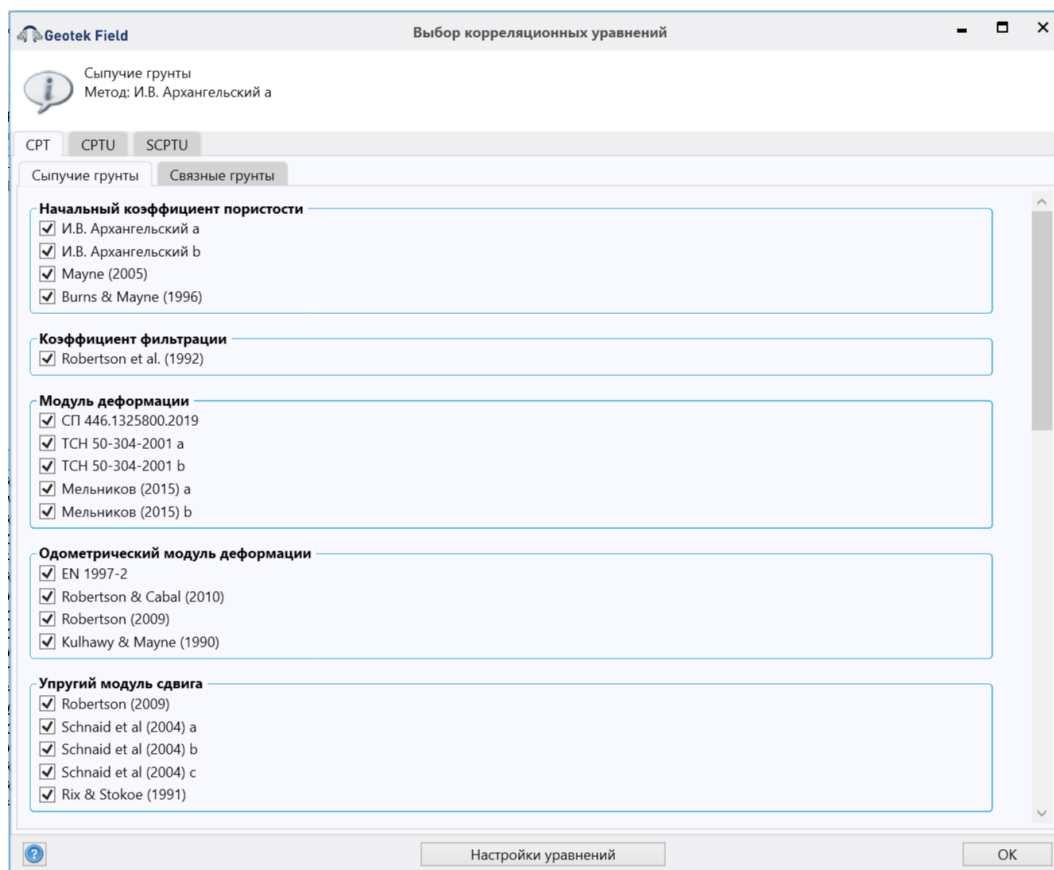
Сохранить Отмена

Рис. 5.4. Выбор типа корреляционного уравнения для CPT испытаний. Сыпучие грунты

Раздельно для каждого типа испытаний можно назначить корреляционные уравнения для сыпучих и связных грунтов, введя «галочку» для соответствующей характеристики грунта. Для некоторых уравнений можно изменить параметр, используемый в расчете, он отображается справа от наименования уравнения.

Характеристика	Уравнение
Начальный коэффициент пористости	И.В. Архангельский a
Коэффициент фильтрации	И.В. Архангельский a
Модуль деформации	И.В. Архангельский b
Одометрический модуль деформации	Mayne (2005)
Упругий модуль сдвига	Burns & Mayne (1996)
Угол внутреннего трения	Robertson (2009)
	СП 446.1325800.2019

Рис. 5.5. Пример выбора корреляционных уравнений для начального коэффициента пористости



В нижней части экранной формы (рис. 5.3) находится кнопку «**Настройки уравнений**». После нажатия появится экранная форма:

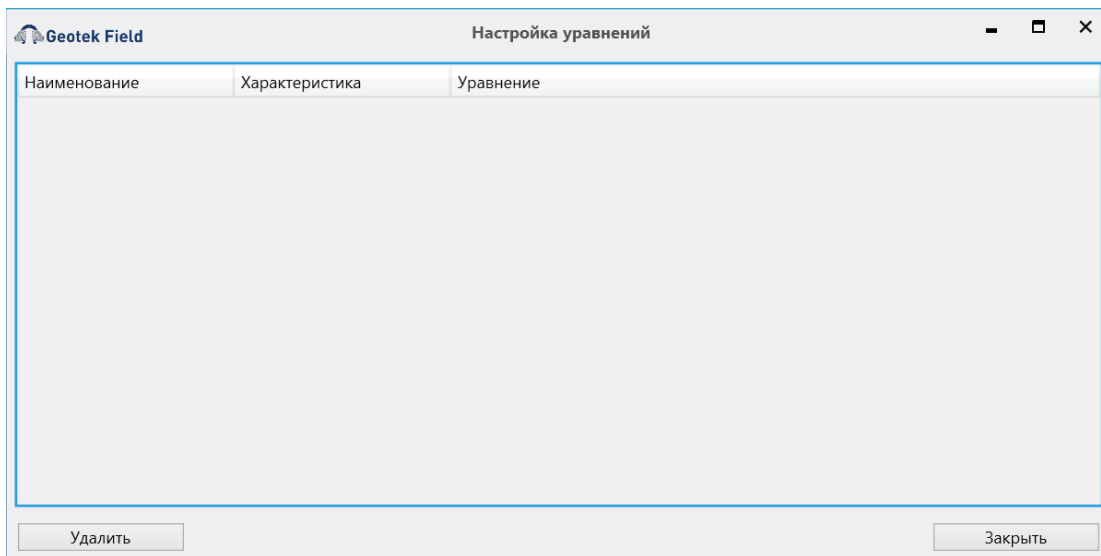


Рис. 5.4. Настройка корреляционных уравнений

Как выполняется настройка? Дать описание.

07.11.2024 – Окно настройки уравнений всегда пустое, возможно удалить его описание из РП

Для статического и динамического зондирования возможен расчет характеристик грунтов приведенные в теоретической части руководства.

Окно «Выбор корреляционных уравнений» для динамического зондирования конусом показана ниже. Ее функционал аналогичен окну для статического зондирования.

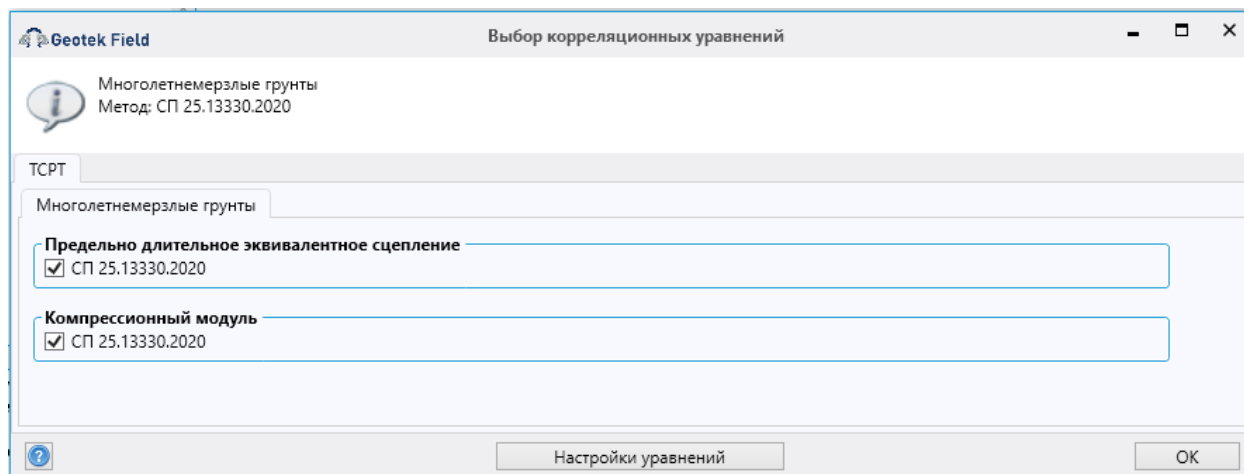


Рис. 5.5. Выбор корреляционных уравнений при динамическом зондировании

Региональные значения. Для расчета некоторых характеристик грунтов для определенных типов зонда и вида грунта нет подходящего известного уравнения. В таких случаях предлагается использовать уравнения общего вида, приведенные в окне «Региональные значения», которая открывается при нажатии на одноименную кнопку на вкладке «Типы испытаний».

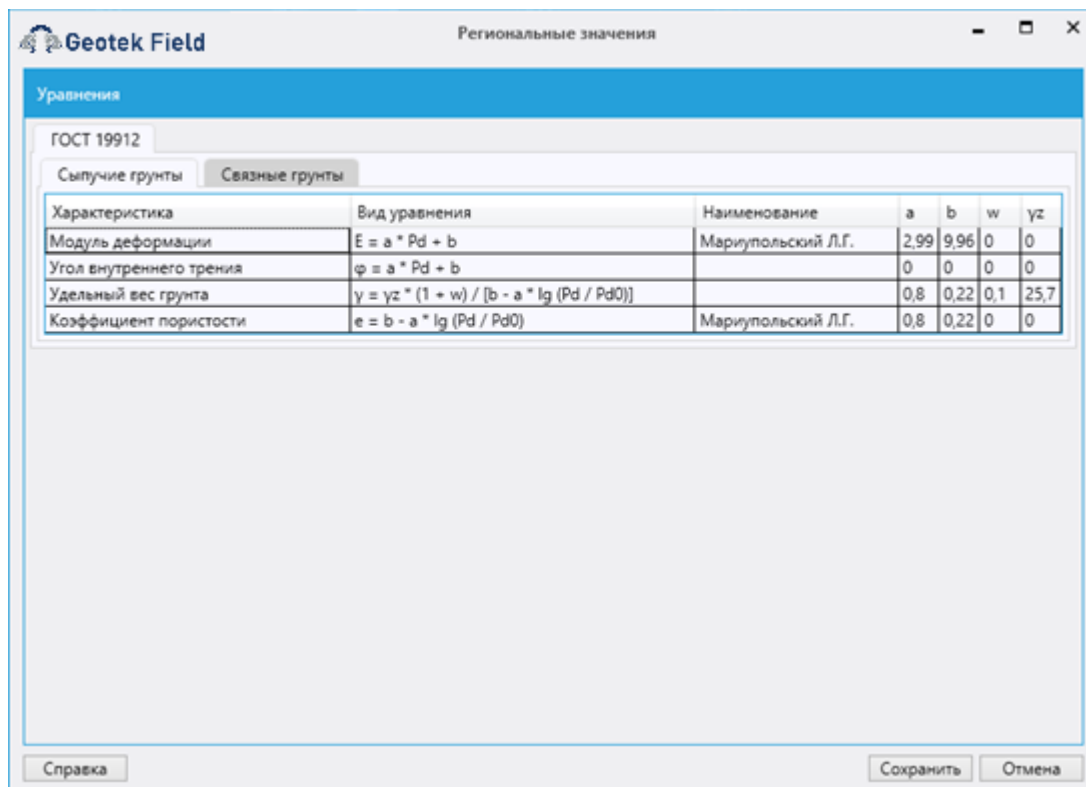


Рис 5.6. Региональные значения

Эта окно содержит сгруппированные по типу зонда и типу грунта таблицы, содержащие колонки: характеристика, вид уравнения, наименование, a, b, w, γz.

Редактируемыми в ней являются правые 5 колонок, определяющие наименование набора коэффициентов и сами значения коэффициентов.

Для сохранения внесенных изменений следует нажать кнопку «**Сохранить**», для выхода без сохранения – кнопку «**Отмена**».

Для использования в расчетах настроенного таким образом уравнения следует в окне «**Выбор корреляционных уравнений**» выбрать уравнения с наименованием «**Региональное значение**» для нужной характеристики.

Справочник характеристик. Данная функция находится на вкладке «**Типы испытаний/Справочник характеристик**» и предназначена для добавления новых характеристик грунта.

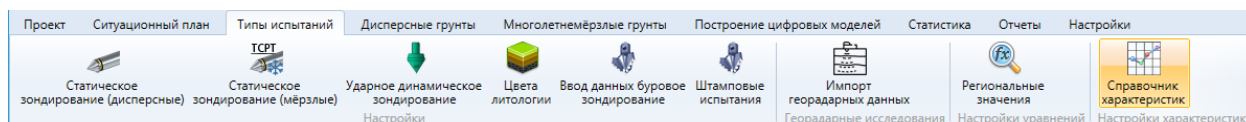


Рис. 5.7. Справочник характеристик

Для работы с данным разделом необходимо перейти во вкладку «**Типы испытаний**» и открыть «**Справочник характеристик**» (рис. 5.7). После нажатия будет открыто окно:

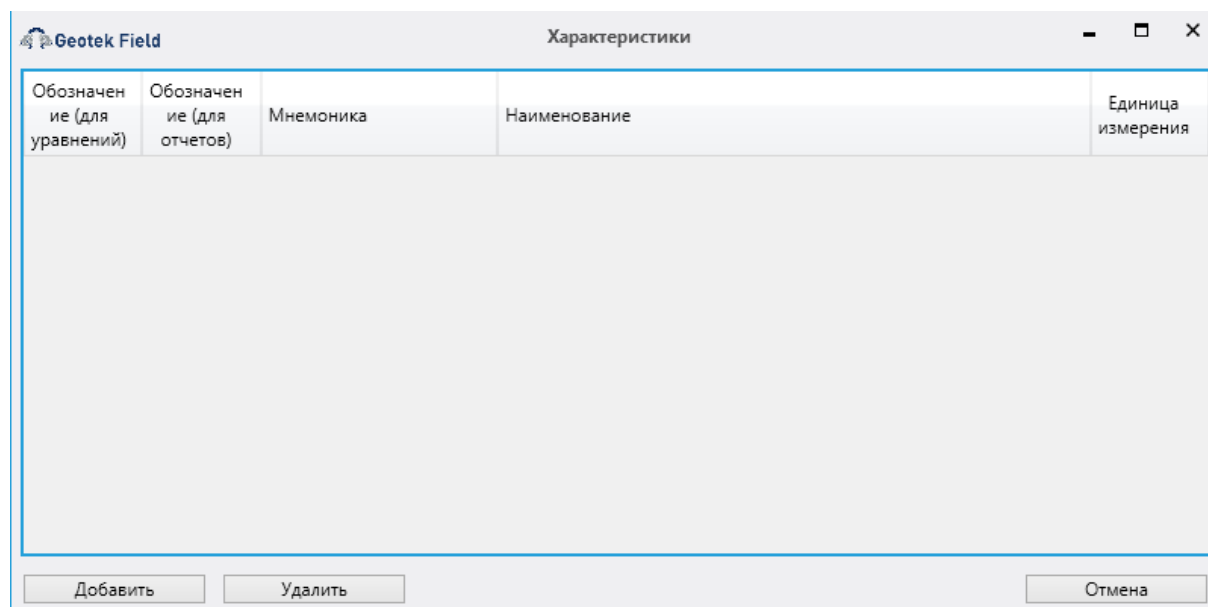


Рис. 5.8. Характеристики

Далее необходимо добавить новую характеристику, для этого нажимаем кнопку «**Добавить**» и открывается окно, представленное на рис. 5.8. Данное окно содержит следующие поля:

- *Обозначение (для уравнений);*
- *Обозначение (для отчетов);*
- *Мнемоника* – обозначение параметра в базе данных;
- *Наименование* – название новой характеристики;
- *Единица измерения* – выбор единицы измерения характеристики.

После заполнения все полей нажимаем кнопку «**Сохранить**» и видим в окне «**Характеристики**» созданную характеристику грунта (рис. 5.9).

Geotek Field Настройка характеристики

Обозначение (для уравнений)
Обозначение (для отчетов)
Мнемоника
CT_
Наименование
Единица измерения

Сохранить Отмена

Рис. 5.9. Настройка характеристики

Geotek Field Настройка характеристики

Обозначение (для уравнений)
Psi
Обозначение (для отчетов)
Psi
Мнемоника
CT_PSI
Наименование
Угол дилатансии
Единица измерения
°

Сохранить Отмена

Рис. 5.10. Окно с заполненными полями

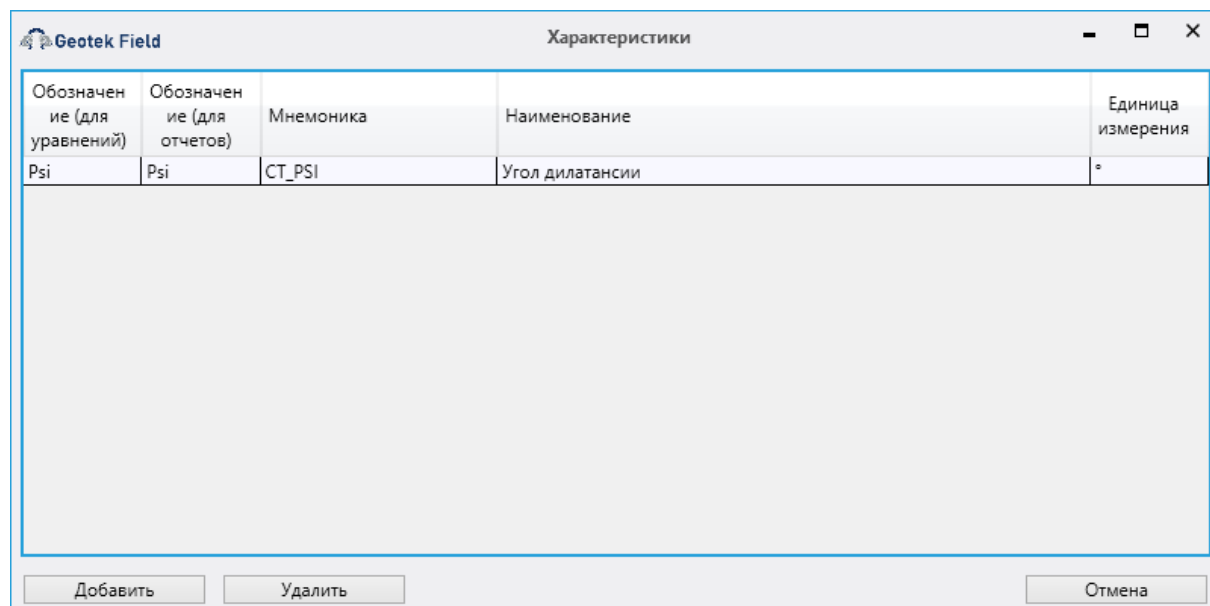


Рис. 5.11. Введенная характеристика грунта

Характеристики, которые мы вводим в дальнейшем, добавляются в «[Данные лабораторных испытаний](#)». Для этого на плане выбираем выработку, наводим на нее курсор и щелкаем правой клавишей мыши. В появившемся окне (рис. 5.11) выбираем «[Ввести данные лабораторных испытаний](#)».

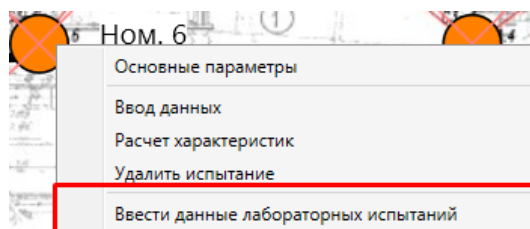


Рис. 5.12. Меню выработки

Открывается окно (рис. 5.13). В нем необходимо нажать кнопку добавить и в появившейся окне в графе «[Характеристика](#)» и выбрать характеристику грунта, которая была введена в «[Справочник характеристик](#)» ранее (рис. 5.5), выбрать цвет, заполнить поле «[Определение](#)» и нажать кнопку «[Сохранить](#)».

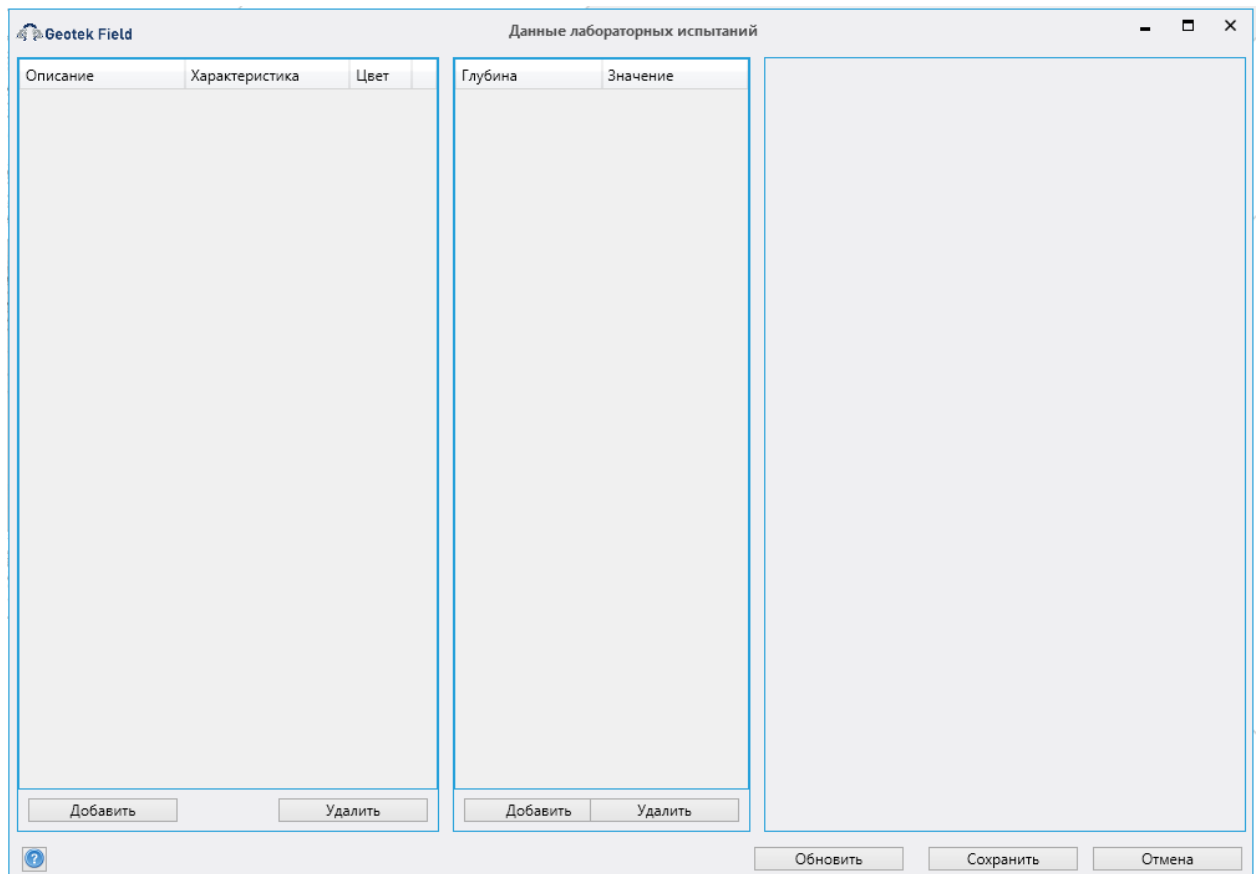


Рис. 5.13. Данные лабораторных испытаний

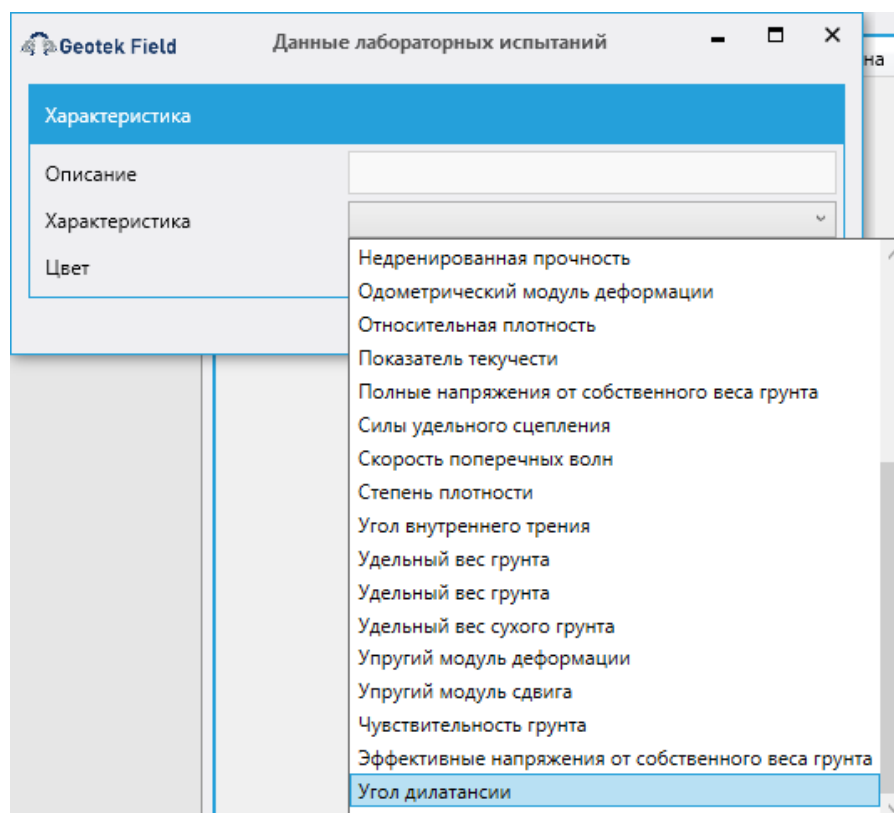


Рис. 5.14. Характеристики грунтов

6. ВВОД И ПРОСМОТР ДАННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Данные испытаний привязываются к местам испытаний. Для правильной интерпретации загружаемых данных, необходимо настроить параметры места испытаний, влияющие на загрузку данных. Затем требуется загрузить протоколы испытаний, при этом будут определены основные параметры и типы грунта на различной глубине. Загруженные данные можно просмотреть в графическом и табличном виде в окне «Ввод данных». Возможен ручной ввод данных лабораторных исследований.

6.1. Настройки параметров места испытаний

Для настройки параметров места испытания нужно либо два раза щелкнуть левой кнопкой мыши на месте испытания на плане, либо нажать правой кнопкой мыши на место испытания и выбрать в выпадающем меню «Основные параметры», либо на вкладке «Ввод данных» главного меню нажать кнопку «Ввод мест испытаний» и, после открытия окна «Ввод мест испытаний», выбрать нужную запись в дереве в левой части окна.

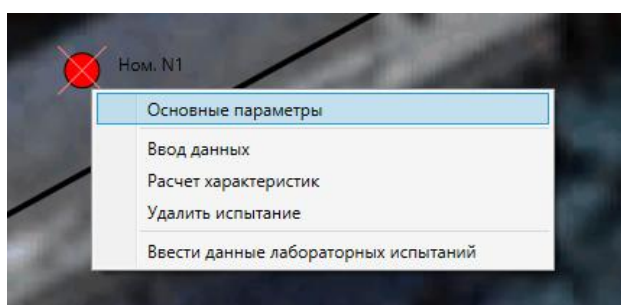


Рис. 6.1. Выпадающее меню для мест испытаний

Откроется окно «Ввод мест испытаний». Здесь следует выбрать «Ввод данных» в результате получим данные испытаний по выбранной на ситуационном плане выработке.

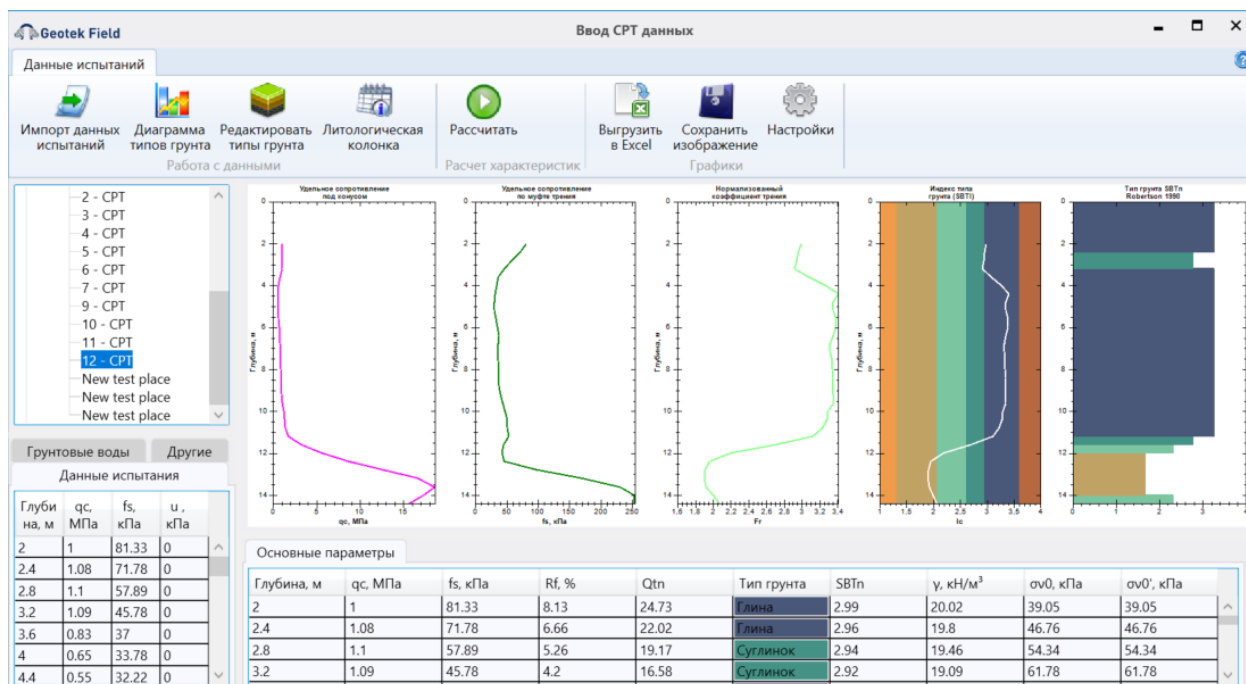


Рис. 6.2. Пример просмотра данных СРТ испытаний

Для ввода данных испытаний, прежде всего, необходимо выбрать тип испытания и тип оборудования из выпадающих списков. Здесь же следует ввести номер выработки, для отображения на ситуационном плане и в отчетах.

Ввод абсолютной отметки устья скважины и глубины лидерной скважины (при наличии) позволит точно позиционировать залегание слоёв грунта между выработками в плане.

Имеется возможность ввести значение максимального сейсмического ускорения, а также таблицу уровней грунтовых вод в правой части окна. При вводе информации о грунтовых водах допускается любое количество слоев грунтовых вод с указанием верхней и нижней границы каждого слоя. При этом указывается глубина в метрах относительно устья скважины.

Для указания прочей информации о месте испытания служит поле «Комментарий», куда можно ввести любой многострочный текст.

ВНИМАНИЕ! Введённые точки испытаний будут участвовать в дальнейших расчетах только в том случае, если они включены в окончательный отчёт (см., рис. 6.3)

Параметры	
Тип испытания	Статическое зондирование
Тип оборудования	GEOTEK CPT
Номер выработки	551-04
Объект	4А-8
Генетические типы грунта	Аллювиальные и флювиогляци
Координата X	106,87 м
Координата Y	45,16 м
Широта	0,000415 °
Долгота	0,000975 °
Абсолютная отметка устья скважины	91,22 м
Глубина лидерной скважины	0 м
Максимальное сейсмическое ускорение	0
Цвет	
Включить в окончательный отчет	Да
Комментарий	
Дата испытаний	07.05.2020

Рис. 6.3. Параметры испытания

6.2. Импорт данных испытаний

После настройки основных параметров места испытания можно перейти к импорту данных испытания из файла протокола. Для этого сначала нужно открыть окно «Ввод данных» выбрав одноименный пункт контекстного меню правой кнопкой мыши на месте испытания на ситуационном плане или по кнопке «Ввод данных» на окне «Ввод мест испытания».

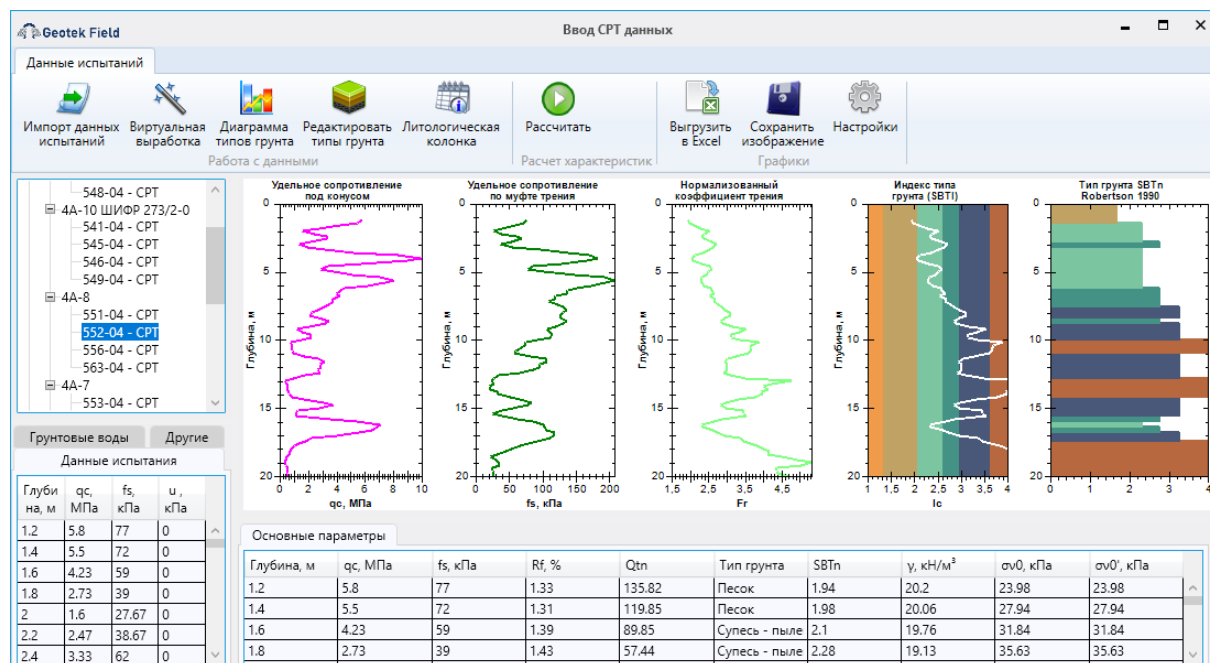


Рис. 6.4. Пример просмотра данных статического зондирования

Далее следует нажать кнопку «Импорт данных испытаний», откроется диалог открытия файла протокола, необходимо выбрать файл с данными испытаний. Поддерживаются текстовые файлы с разделителем. После выбора файла откроется окно «Обработка файла».

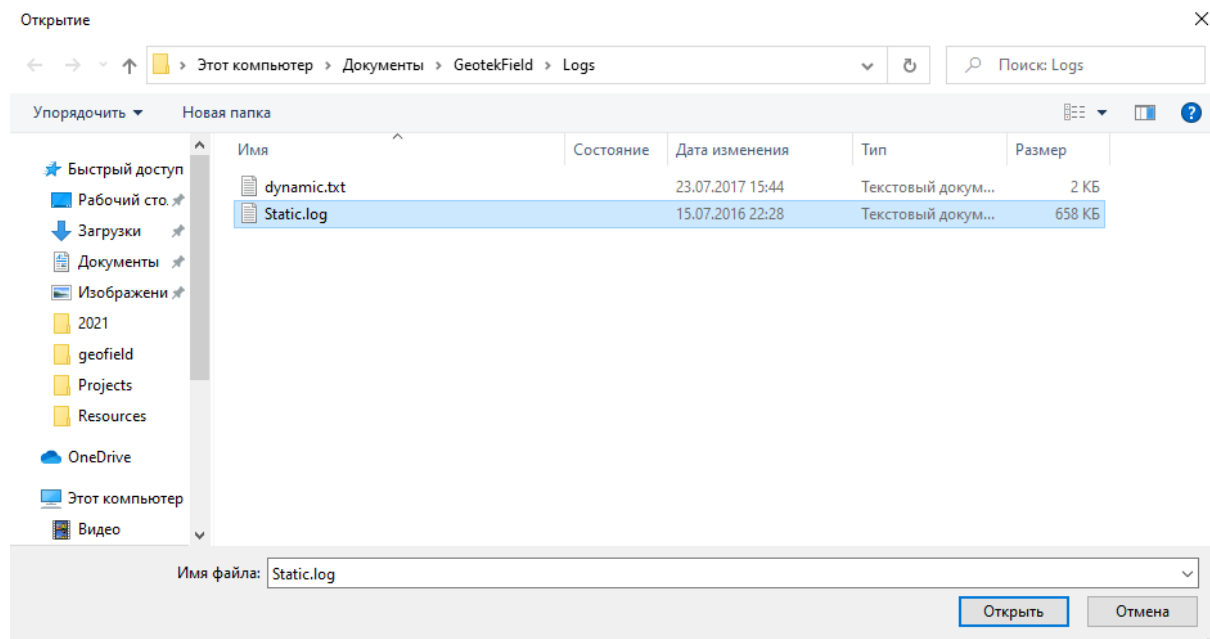


Рис. 6.5. Файл данных испытаний

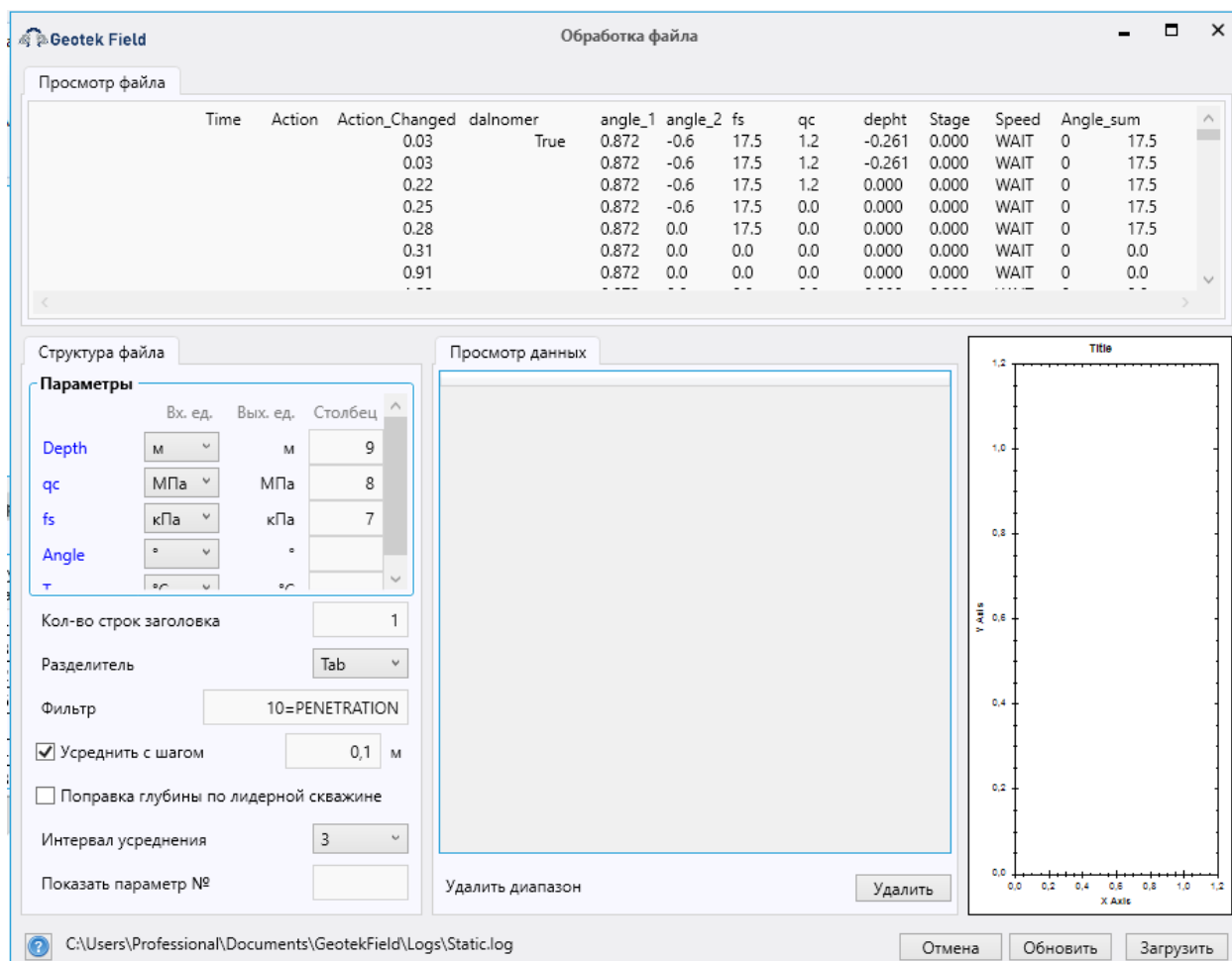


Рис. 6.6. Обработка файла данных статического зондирования

В верхней части окна показано содержимое файла. В нижней левой части – настройки импорта, в нижней правой части – предварительный просмотр загружаемых данных в табличном виде.

Настройки импорта запоминаются и автоматически подгружаются индивидуально для каждого типа оборудования (оборудование выбирается в настройках места испытания).

В области «**Параметры**» приводится перечень загружаемых из файла параметров, для каждого параметра указывается единица измерения и столбец (по номеру по порядку слева направо), из которого параметр следует загружать.

Количество строк заголовка – определяет, сколько строк в начале файла следует игнорировать, так как они являются заголовком.

Разделитель – определяет тип разделителя столбцов, который используется в загружаемом файле.

Фильтр – строка, определяющая условия, которым должны соответствовать загружаемые строки. Фильтр задается следующим образом: вводится номер столбца, по значению которого нужно фильтровать, знак равенства и значение, строки с которым нужно обрабатывать. Через точку с запятой можно указать дополнительное условие, например, по значениям другого столбца. Например, для протоколов, получаемых от оборудования ООО «НПП Геотек», фильтр выглядит следующим образом:

«10=PENETRATION» – то есть обрабатываются строки, у которых 10 столбец содержит значение PENETRATION.

«Галка» и поле ввода «Усреднить с шагом» – данная настройка позволяет получить данные с нужным шагом глубины, усредняя промежуточные и повторяющиеся значения параметров.

Интервал усреднения – настройка применяется дополнительно к описанной выше – указывается число соседних по глубине параметров, к которым также применяется усреднение. Например, есть 4 соседних значения параметра $p_1 = 1$, $p_2 = 3$, $p_3 = 4$, $p_4 = 6$. После обработки с интервалом усреднения = 3, значения изменятся следующим образом:

$p_1 = (p_1 + p_2) / 2 = 2$ (так как p_1 – первый параметр в последовательности, то для усреднения используются два значения вместо трех);

$$p_2 = (p_1 + p_2 + p_3) / 3 = 2,66;$$

$$p_3 = (p_2 + p_3 + p_4) / 3 = 4,33;$$

$$p_4 = (p_3 + p_4) / 2 = 5.$$

«Галка» Поправка глубины по лидерной скважине – пересчитывает глубину, если в файле глубина 0 находится на уровне забоя лидерной скважины.

Показать параметр № – служит для построения графика выбранного параметра по глубине.

Кнопка «Удалить» служит для удаления некорректных или лишних строк из обработанной таблицы.

Для удаления ненужных строк сначала следует нажать левой кнопкой мыши на графике в нужной точке. После чего таблица перенесется на выбранную строку. Затем нужно поставить «галку» в первом столбце напротив строки, откуда нужно начать удаление. Далее колесиком мыши нужно переместиться на последнюю строку, которую следует удалить и напротив неё тоже поставить «галку». Таким образом, двумя «галками» будет обозначен диапазон для удаления. Нажимаем кнопку «Удалить». Глубина для всех последующих строк будет автоматически пересчитана.

Кнопка «Обновить» позволяет предварительно обработать файл с выбранными параметрами и отобразить в таблице внизу справа.

Кнопка «Загрузить» запускает загрузку файла, после загрузки снова открывается окно «Ввод данных».

Кнопка «Отмена» закрывает окно без каких-либо действий.

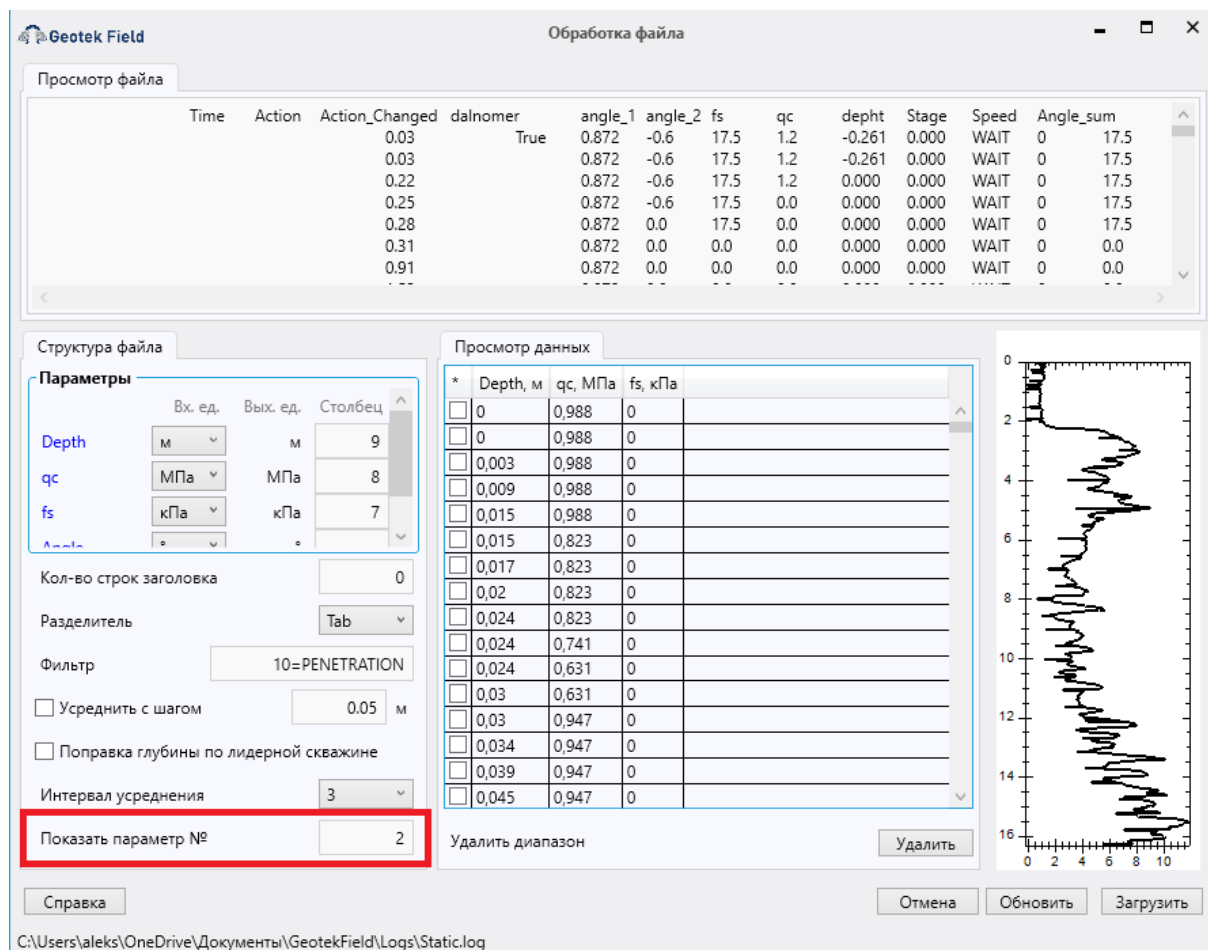
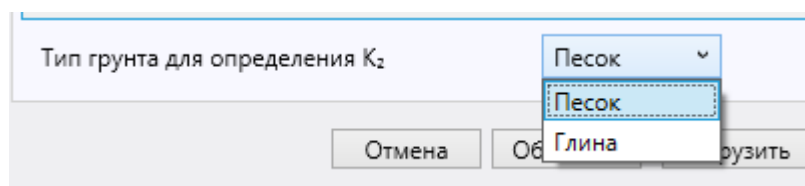


Рис. 6.7. Редактирование файла

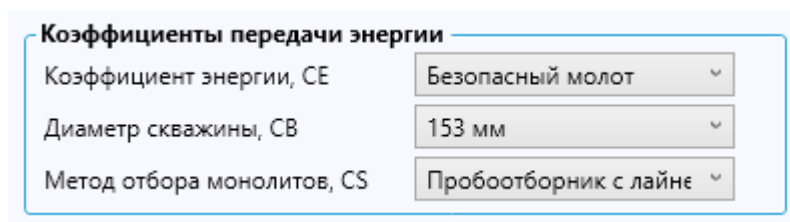
Окно импорта данных бурового зондирования идентично окну для статического зондирования, отличен только перечень измеряемых параметров.

Для импорта данных динамического зондирования используется аналогичное окно, но с небольшими изменениями.

Окно для загрузки файла динамических испытаний конусом по ГОСТ 19912 (ГОСТ 22476-1-2017) содержит дополнительно настройку «Тип грунта для определения K₂».

Рис. 6.8. Настройка «Тип грунта для определения K₂»

Окно загрузки файла испытаний пробоотборником по ГОСТ 22476-3-2017 (ASTM D 1586) содержит дополнительный блок «[Коэффициенты передачи энергии](#)»:



Коэффициенты передачи энергии	
Коэффициент энергии, CE	Безопасный молот
Диаметр скважины, CB	153 мм
Метод отбора монолитов, CS	Пробоотборник с лине

Рис. 6.9. Настройка «Коэффициенты передачи энергии»

При импорте, как данных статического зондирования, так и данных динамического зондирования определяются типы грунта для каждого интервала глубины, на котором производилось измерение или заданного шага усреднения данных. Но иногда, для удобства, требуется определить минимальную толщину слоя, для которой программа автоматически определит один тип грунта. Для этого служит настройка, расположенная в «[Настройки – Настройки – Обработка данных – Типы грунта](#)».

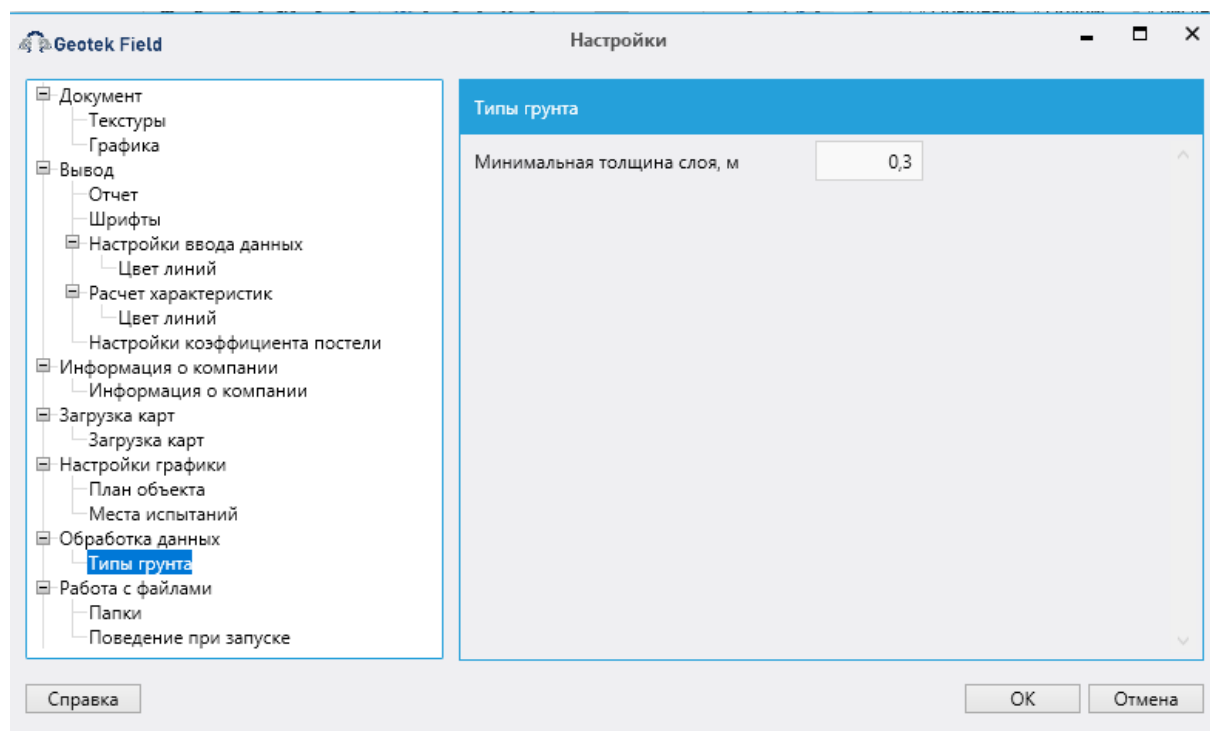


Рис. 6.10. Настройка минимальной толщины слоя грунта одного типа

Данная настройка применяется при импорте данных испытания и не действует на ранее загруженные данные.

6.3. Просмотр данных испытаний

После загрузки файла с протоколом испытаний в окне «[Ввод данных](#)» в табличном и графическом виде отображаются полученные параметры и оценка типа грунта. Для разных типов зондов и методов испытаний состав отображаемых данных различен.

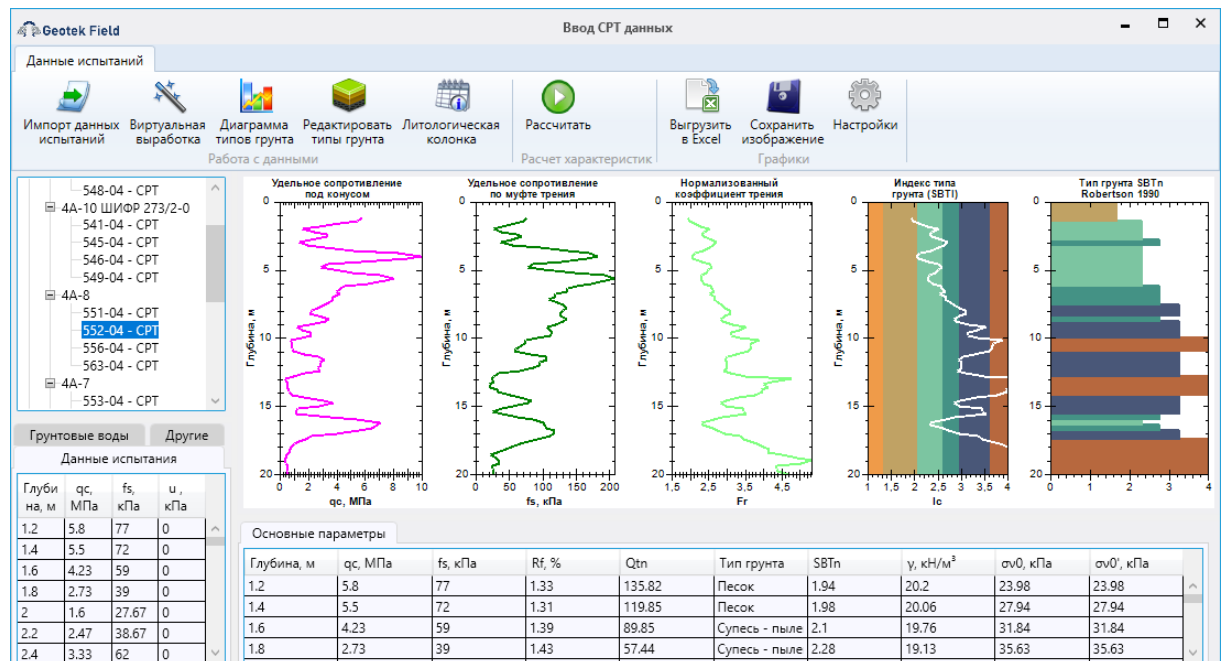


Рис. 6.11. Ввод CPT данных

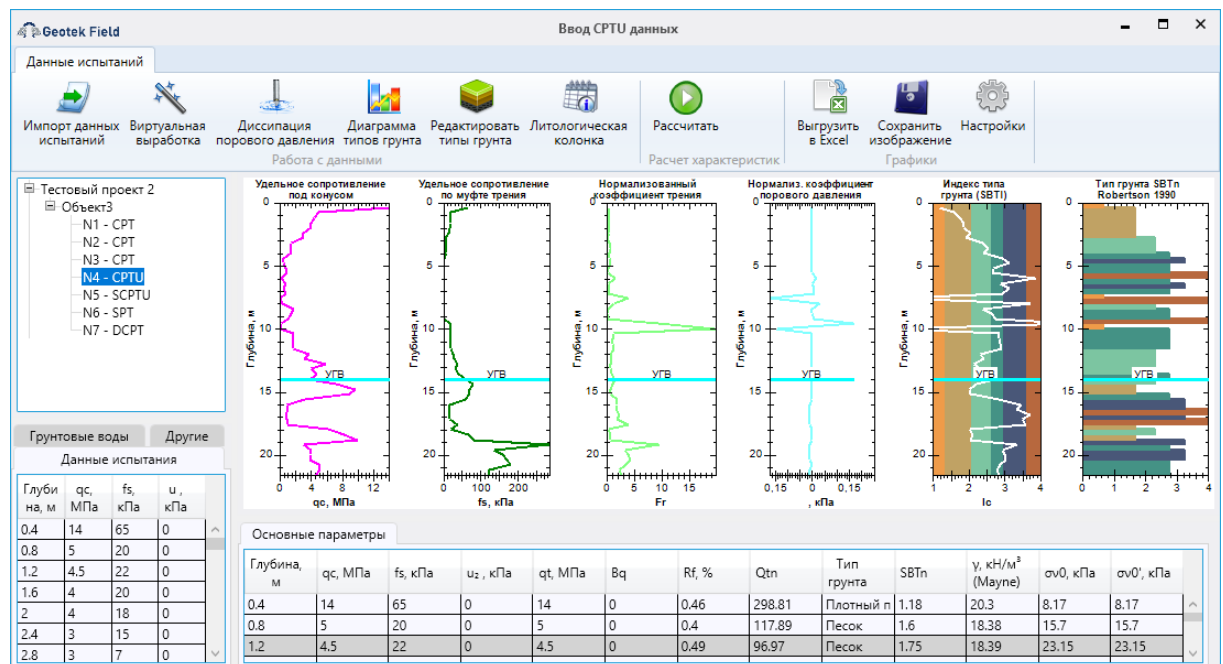


Рис. 6.12. Ввод CPTU данных

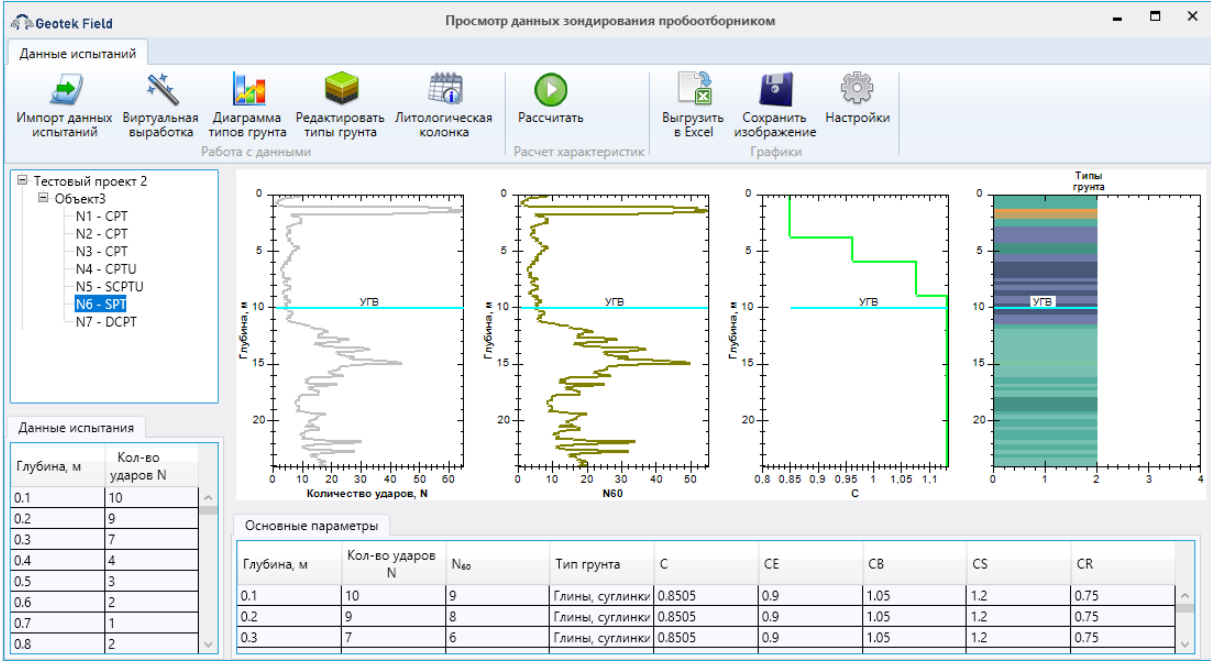


Рис. 6.13. Просмотр данных зондирования пробоотборником

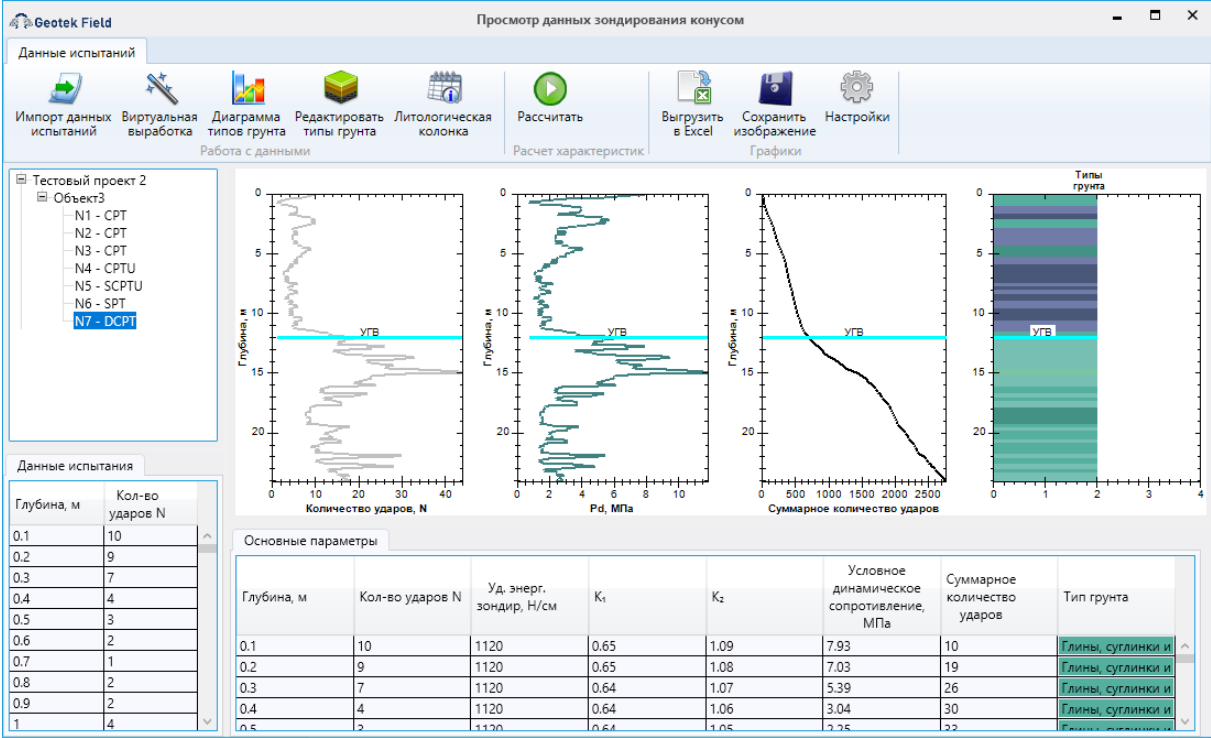


Рис. 6.14. Просмотр данных зондирования конусом

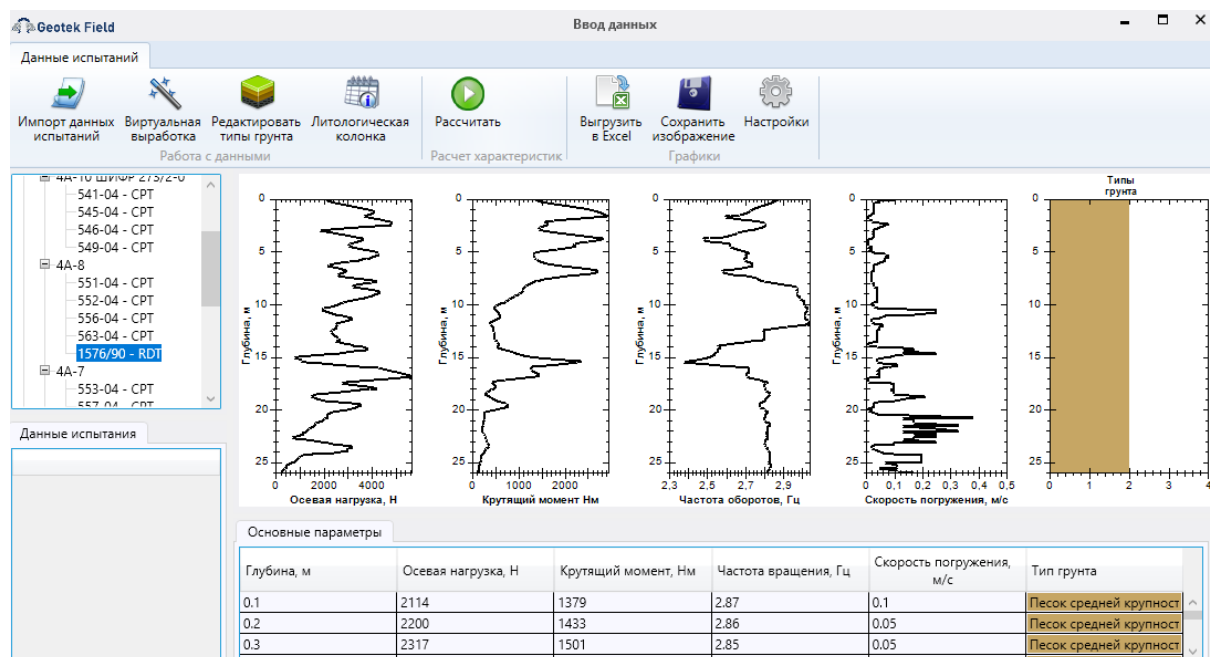


Рис. 6.15. Просмотр данных бурового зондирования

Эти окна имеют, в основном, общий функционал. Их можно использовать с помощью меню окна в верхней его части:

- *Импорт данных* – загрузка данных протокола испытаний.
- *Редактировать типы грунта* – редактирование типов грунта для места испытания по слоям по усмотрению пользователя. По умолчанию типы грунта определяются автоматически, в зависимости от полученных параметров. Для редактирования типов грунта служит окно «**Типы грунта**».

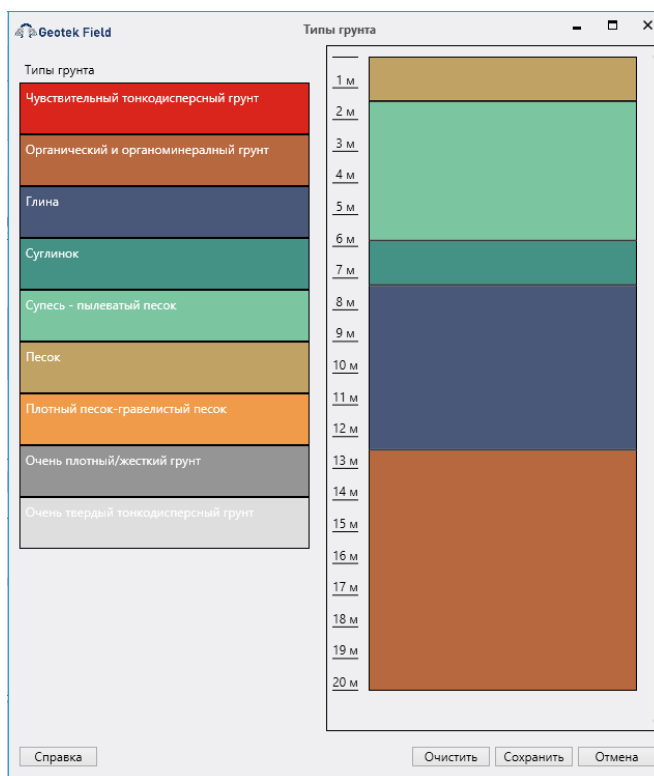


Рис. 6.16. Тип грунта

В левой части окна приведены возможные типы грунта, справа – расположение слоев грунта разных типов в месте испытания, которое можно редактировать. При редактировании можно:

- *добавлять слой* путем перетаскивания из левой части в правую нужного блока при нажатой левой кнопке мыши, при добавлении нужно указать толщину добавляемого слоя;
- *удалять слой* через контекстное меню, вызываемое правой кнопкой мыши на нужном слое;
- *изменять толщину существующего слоя* с помощью двойного щелчка левой кнопкой мыши на нем.

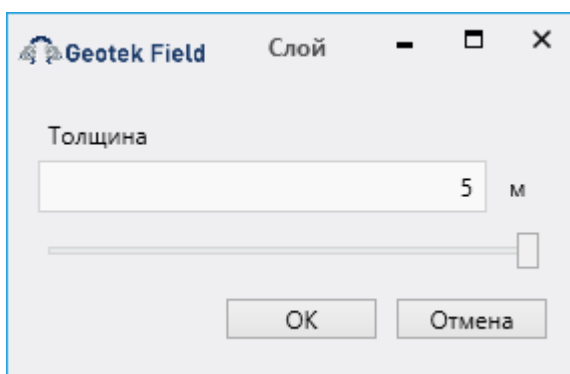


Рис. 6.17. Изменение толщины слоя грунта

- *Рассчитать* – производится расчет характеристик для включения их в отчет.
- *Выгрузить в Excel* – табличные данные из таблицы в нижней части окна выгружаются в Excel.
- *Сохранить изображение* – графики и диаграммы сохраняются в графический файл.
- *Настройки* – позволяет настроить цвета линий графиков (рис. 6.18).

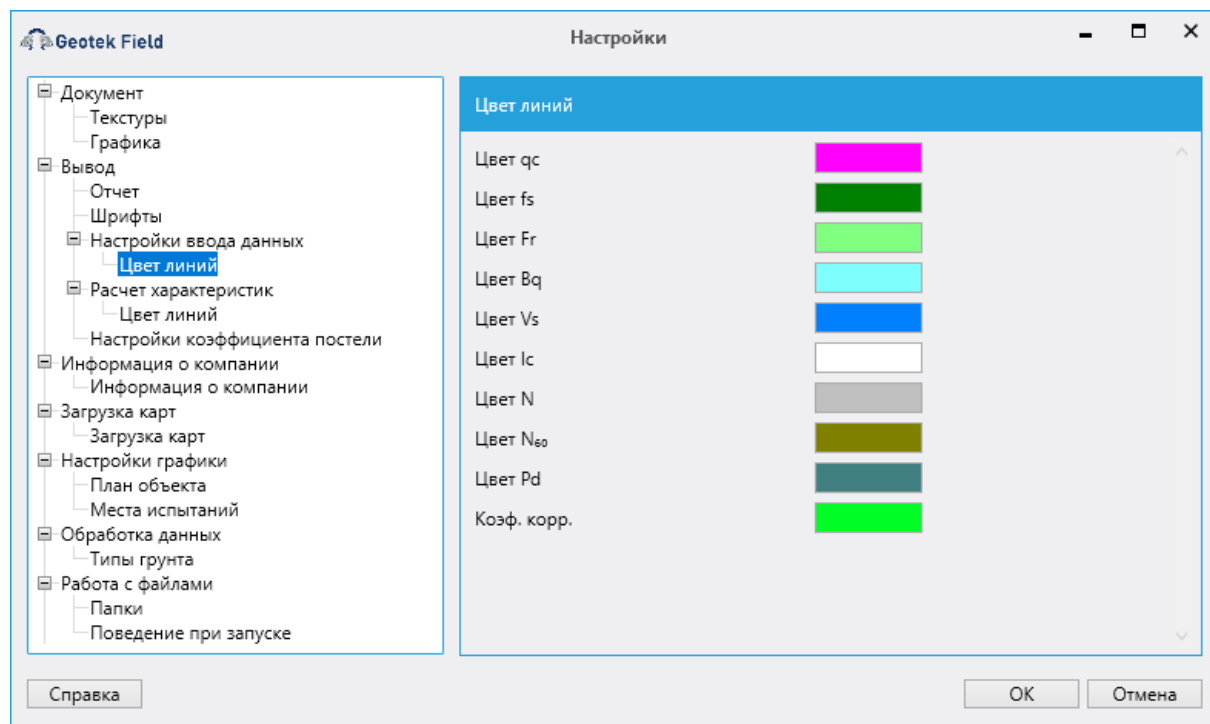


Рис. 6.18. Выбор цвета

В окнах с вводом данных статического зондирования дополнительно присутствует кнопка «**Диаграмма типов грунта**». При нажатии на эту кнопку отображается диаграмма типов поведения грунта, предложенная П. Робертсоном.

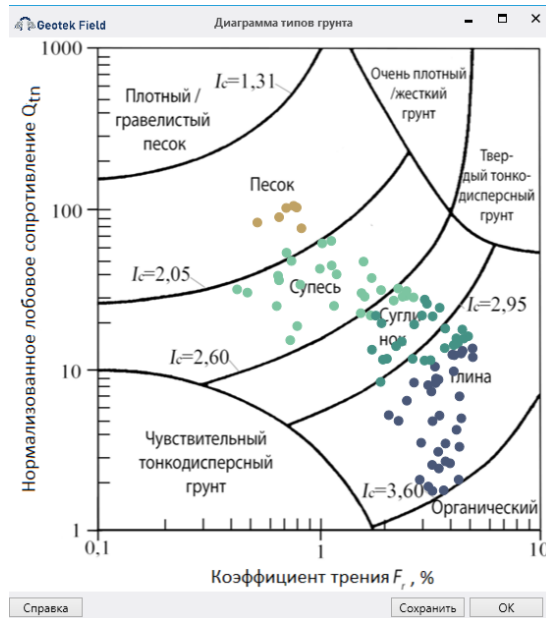


Рис. 6.19. Диаграмма типов поведения грунта для СРТ

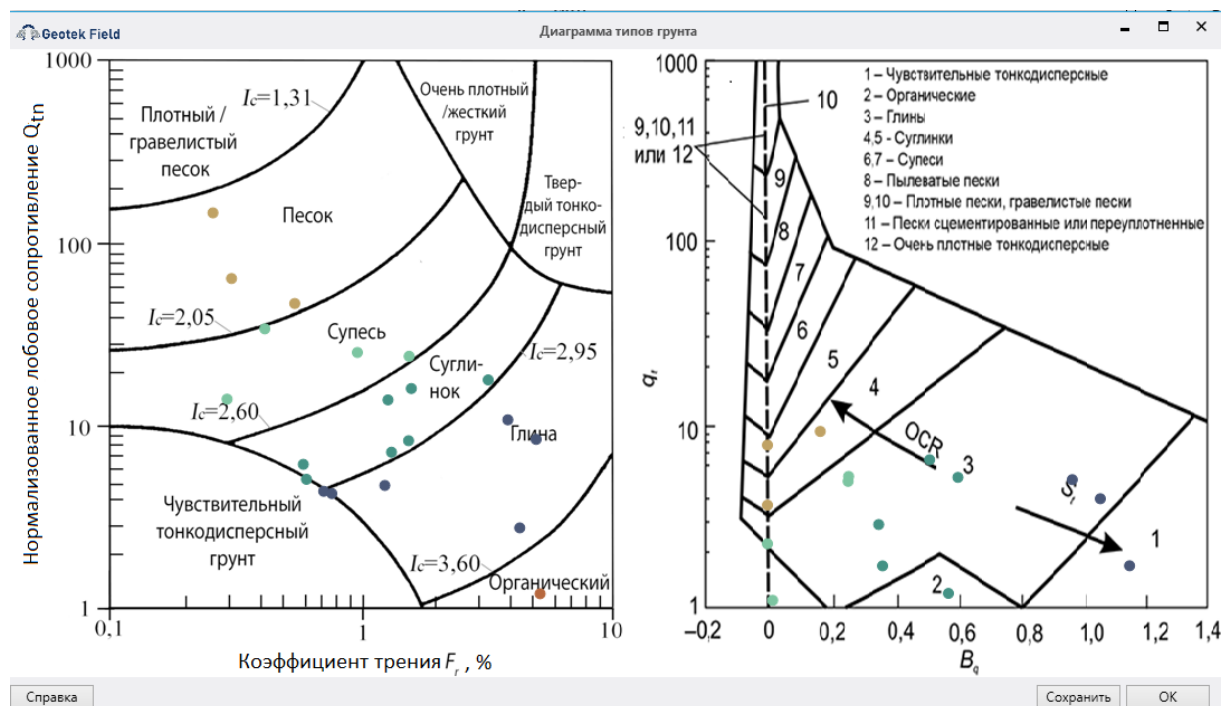


Рис. 6.20. Диаграмма типов поведения грунта для CPTu

Кнопка «Сохранить» в окне с диаграммой позволяет сохранить ее изображение в файл.

В окне «Ввод данных» также имеется возможность принять корреляционные уравнения по умолчанию, используемые для расчетов тех или иных характеристик для связных и сыпучих грунтов, используемых во вкладке «Инструменты». Для выбора уравнений следует в таблице в нижней части выбрать строку с нужным типом грунта и нажать на ней правой кнопкой мыши и выбрать пункт.

Основные параметры									
Глубина, м	qc, МПа	fs, кПа	Rf, %	Тип грунта	SBTI, I_c	γ , кН/м ³ (Mayne)	γ , кН/м ³	σ_{v0} , кПа	σ_{v0}' , кПа
2.8	0.9	33	3.67	Песок	1.85	18.31	18.97	50.14	50.14
3	5	23	0.46	Песок	1.91	18.69	18.24	53.74	53.74
3.2	5.8	31	0.53	Песок	1.88	19.04	18.85	57.41	57.41
3.4	6.2	46	0.74	Песок	1.87	18.22	19.58	61.14	61.14
3.6	7.9	68	0.86	Песок			20.24	64.95	64.95
3.8	6	32	0.53	Песок			18.91	68.6	68.6

Рис. 6.21. Выбор уравнений в окне «Ввод данных»

«Выбрать уравнения». На рисунке выше будут выбраны уравнения для сыпучих грунтов, так как выделена строка с сыпучим грунтом. Откроется окно «Выбор уравнений. Сыпучие грунты».

Характеристика	Уравнение
Начальный коэффициент пористости	И.В. Архангельский a
Коэффициент фильтрации	
Модуль деформации	СП 446.1325800.2019
Одометрический модуль деформации	Kulhawy & Mayne (1990)
Угол внутреннего трения	Robertson and Campanella (1983)
Упругий модуль сдвига	Rix & Stokoe (1991)
Скорость поперечных волн	Hegazy & Mayne (1995)
Удельный вес грунта	Robertson & Cabal (2015) a
Давление предварительного уплотнения	Mayne (2010)
Степень плотности	Jamiolkowski et al. (2001) a
Корреляция между параметрами CPT и SPT	Tarawneh (2014)
Коэффициент Пуассона	

☐ Применить для всех выработок данного типа

Сохранить Отмена

Рис. 6.22. Выбор уравнений. Сыпучие грунты

В данном окне уравнения выбраны по умолчанию для каждой рассчитываемой характеристики. Так же присутствует возможность самостоятельного выбора уравнений из выпадающего списка. При сохранении изменений, они будут действовать на все слои с выбранным типом грунта (сыпучим или связным) в текущем месте испытаний.

6.4. Ввод данных штамповых испытаний

Испытания штампом предполагают возможность проведения нескольких испытаний по глубине в одной выработке. Для ввода данных испытаний достаточно нажать кнопку «[Добавить испытание](#)» в окне «[Штамповые испытания](#)»

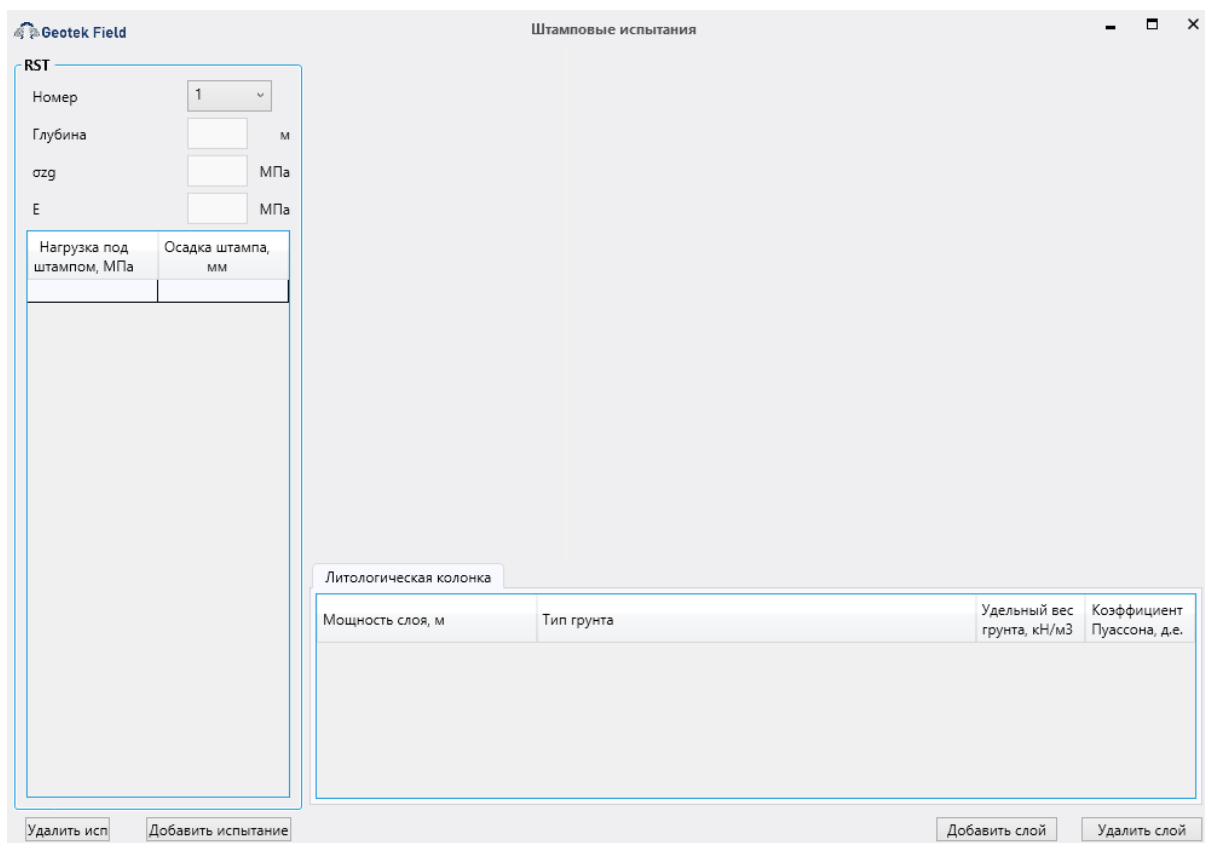


Рис. 6.23. Ввод данных штамповые испытания

Откроется диалоговое окно для выбора файла.

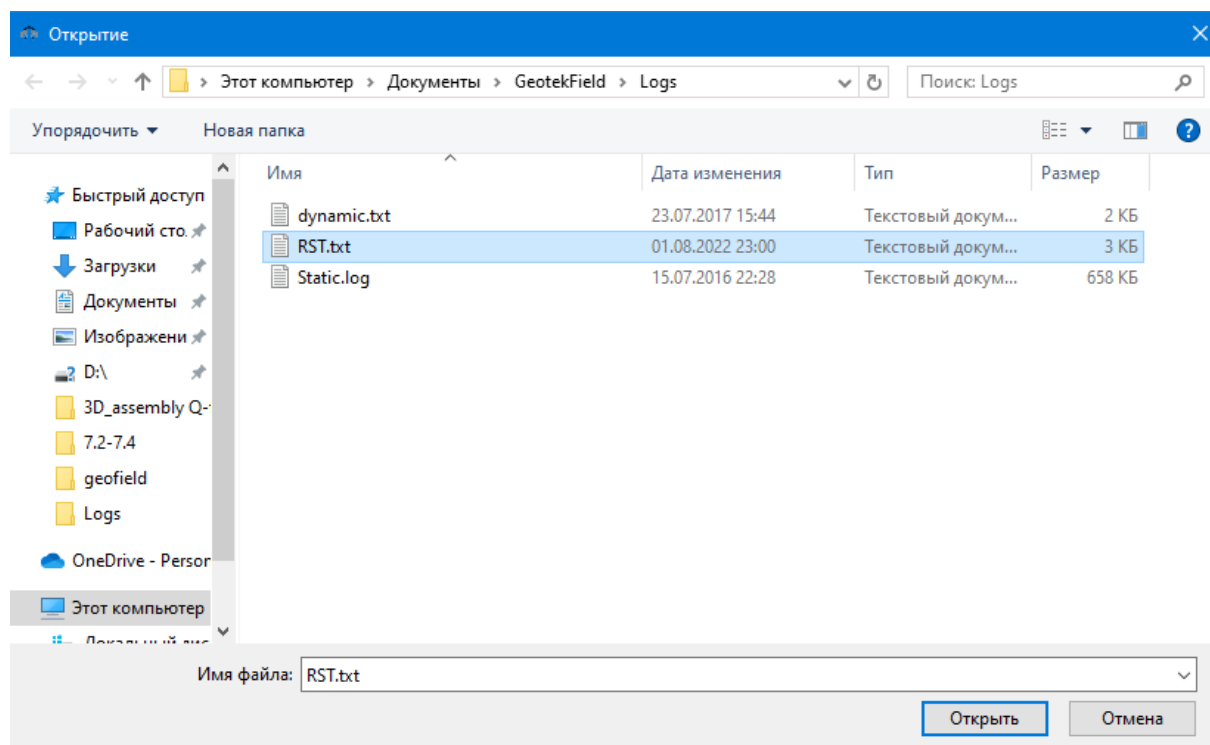


Рис. 6.24. Выбор файла испытаний

После выбора файла откроется окно обработки файла.

В верхней части окна показано содержимое файла. В нижней левой части – настройки импорта, в нижней правой части – предварительный просмотр загружаемых данных в табличном виде.

В области «**Параметры**» приводится перечень загружаемых из файла параметров, для каждого параметра указывается единица измерения и столбец (по номеру по порядку слева направо), из которого параметр следует загружать.

Количество строк заголовка – определяет, сколько строк в начале файла следует игнорировать, так как они являются заголовком.

Разделитель – определяет тип разделителя столбцов, который используется в загружаемом файле.

Фильтр – строка, определяющая условия, которым должны соответствовать загружаемые строки. Фильтр задается следующим образом: вводится номер столбца, по значению которого нужно фильтровать, знак равенства и значение, строки с которым нужно обрабатывать. Через точку с запятой можно указать дополнительное условие, например, по значениям другого столбца. Например, для протоколов, получаемых от оборудования ООО «НПП Геотек», фильтр выглядит следующим образом: «10=PENETRATION» – то есть обрабатываются строки, у которых 10 столбец содержит значение PENETRATION.

«Галка» и поле ввода «*Усреднить с шагом*» – данная настройка позволяет получить данные с нужным шагом глубины, усредняя промежуточные и повторяющиеся значения параметров.

Интервал усреднения – настройка применяется дополнительно к описанной выше – указывается число соседних по глубине параметров, к которым также применяется усреднение. Например, есть 4 соседних значения параметра $p_1 = 1$, $p_2 = 3$, $p_3 = 4$, $p_4 = 6$. После обработки с интервалом усреднения = 3, значения изменятся следующим образом:

$p_1 = (p_1 + p_2) / 2 = 2$ (так как p_1 – первый параметр в последовательности, то для усреднения используются два значения вместо трех);

$$p_2 = (p_1 + p_2 + p_3) / 3 = 2,66;$$

$$p_3 = (p_2 + p_3 + p_4) / 3 = 4,33;$$

$$p_4 = (p_3 + p_4) / 2 = 5.$$

Кнопка «**Удалить**» служит для удаления некорректных или лишних строк из обработанной таблицы.

Для удаления ненужных строк сначала следует нажать левой кнопкой мыши на графике в нужной точке. После чего таблица перенесется на выбранную строку. Затем нужно поставить «галку» в первом столбце напротив строки, откуда нужно начать удаление. Далее колесиком мыши нужно переместиться на последнюю строку, которую следует удалить и напротив неё тоже поставить «галку». Таким образом, двумя «галками» будет обозначен диапазон для удаления. Нажимаем кнопку «**Удалить**». Глубина для всех последующих строк будет автоматически пересчитана.

Кнопка «**Обновить**» позволяет предварительно обработать файл с выбранными параметрами и отобразить в таблице внизу справа.

Кнопка «**Загрузить**» запускает загрузку файла, после загрузки снова открывается окно «**Ввод данных**».

Кнопка «**Отмена**» закрывает окно без каких-либо действий.

Слева необходимо указать номера столбцов соответствующих параметров. Справа внизу указать глубину испытания. Нажать кнопку «Обновить» и удостовериться, что загружены правильные столбцы. Далее следует нажать кнопку «Загрузить».

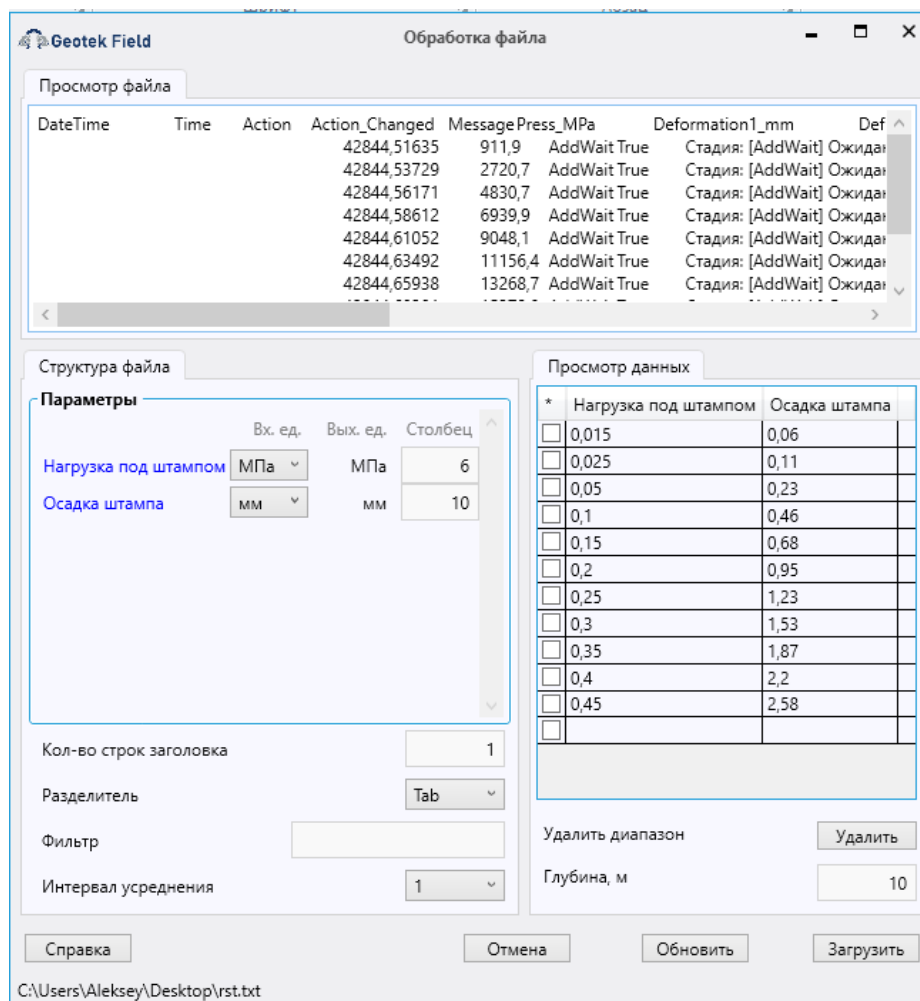


Рис. 6.25. Настройка импорта файла

В окне «Штамповые испытания» слева сразу отобразится таблица с введенными параметрами, а справа кривая нагрузка под штампом – осадка штампа. Красные риски на кривой соответствуют ступеням нагрузки из таблицы, где σ_{zg} – напряжения от собственного веса грунта на глубине испытаний, а E – штамповый модуль деформации.

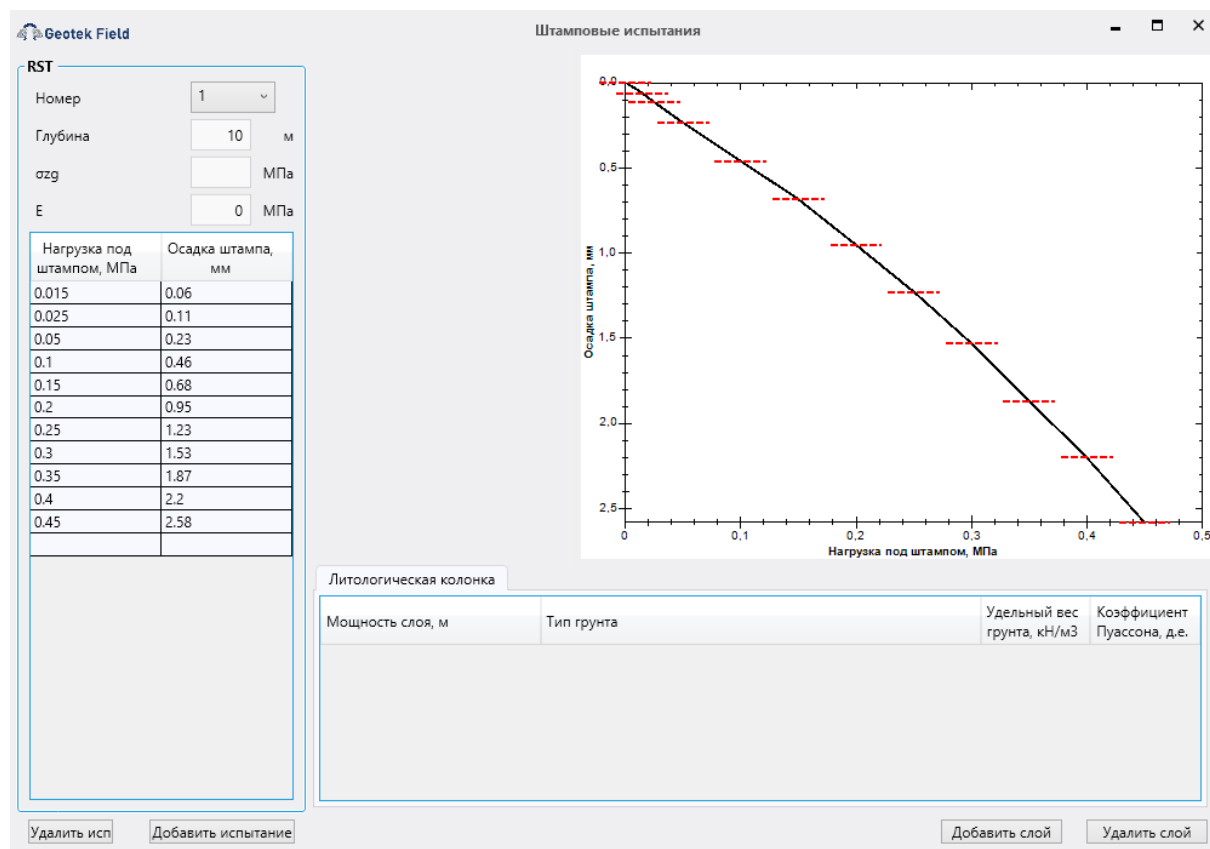


Рис. 6.26. Кривая нагрузка-осадка

После загрузки параметров следует ввести литологическую колонку до глубины испытания или более. Для этого в правом нижнем углу нажимаем кнопку «**Добавить слой**». В таблице снизу появится новая строка, которую следует заполнить.

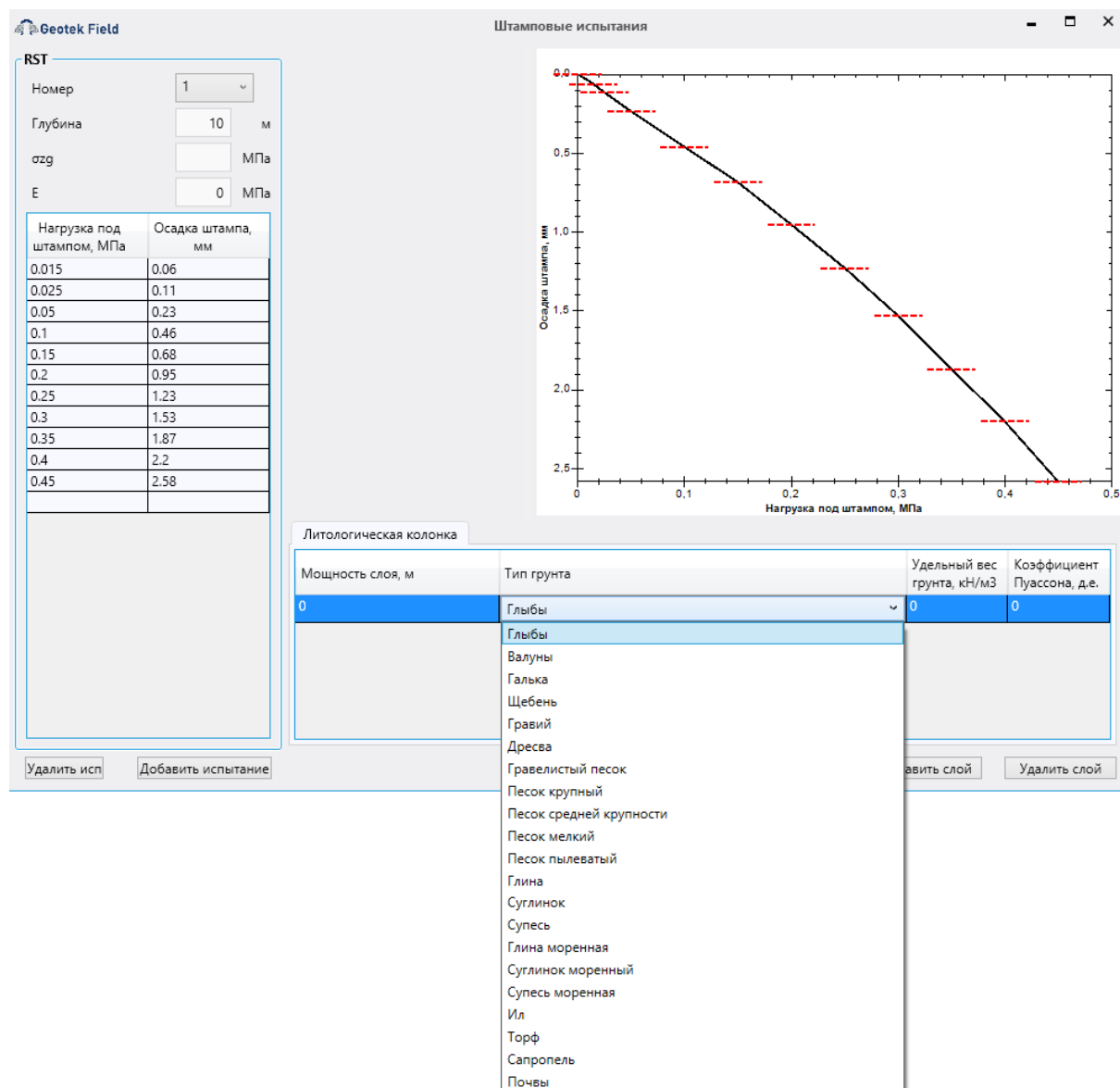


Рис. 6.27. Ввод литологической колонки

По мере заполнения литологической колонки в центре появится соответствующий рисунок, крест на котором отображает глубину испытания. Как только заполненных данных будет достаточно, автоматически на кривой нагрузка под штампом – осадка штампа будет построена секущая от уровня эффективных напряжений сквозь 3 по счету после них ступень нагрузки и будет рассчитан модуль деформации.

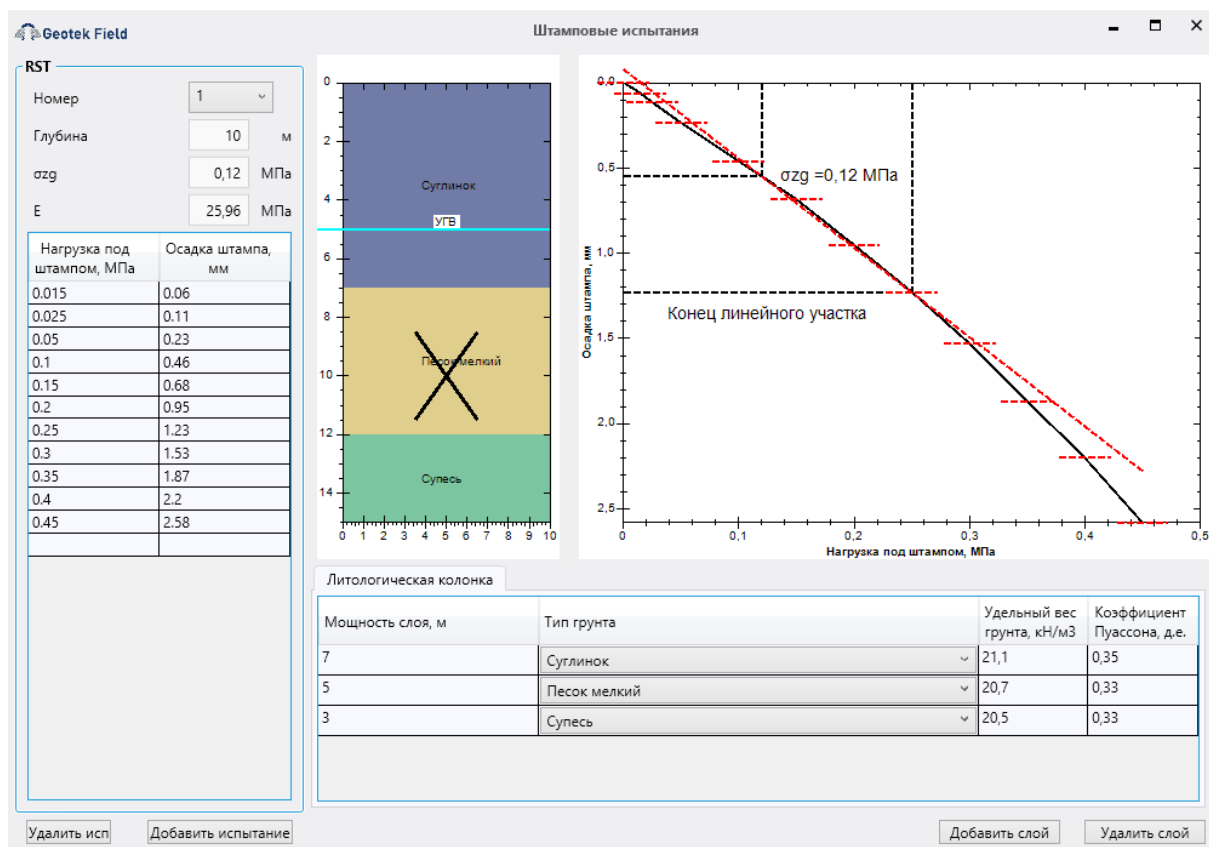


Рис. 6.28. Расчет модуля деформации

Пользователь имеет возможность изменить направление секущей, щелкнув левой кнопкой мыши по интересующей ступени давления на кривой, модуль деформации будет автоматически пересчитан.

6.5. Ввод данных лабораторных испытаний

Для каждого места испытаний можно вручную ввести значения характеристик, полученные другими методами, например, в лаборатории или другим методом полевых испытаний. Эти данные будут отображаться в отчетах вместе с аналогичными характеристиками грунтов, полученными по данным статического или динамического зондирования. Для ввода этих данных необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на место испытаний на плане и выбрать пункт «Ввести данные лабораторных испытаний». Откроется окно «Данные лабораторных испытаний».

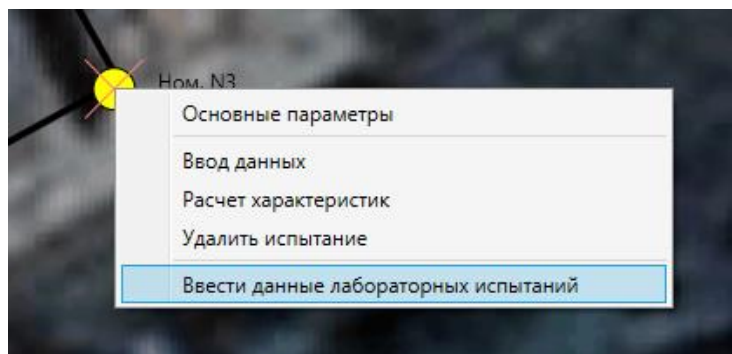


Рис. 6.29. Ввод данных лабораторных испытаний

Описание	Характеристика	Цвет
----------	----------------	------

Добавить Удалить

Глубина	Значение
---------	----------

Добавить Удалить

Обновить Сохранить Отмена

Рис. 6.30. Данные лабораторных испытаний

Окно состоит из трех блоков.

Первый блок – перечень наборов данных. Для каждого набора данных указывается описание (вводится поясняющий текст), характеристика (выбирается из списка), цвет, устанавливается признак включения набора данных в отчет. Наборы данных можно добавлять и удалять с помощью соответствующих кнопок в нижней части блока.

Характеристика

Описание

Характеристика

Цвет

Сохранить Отмена

Рис. 6.31. Создание перечня лабораторных испытаний

Второй блок – значения выбранной в первом блоке характеристики грунтов. Для удаления и добавления записей в этот блок служат кнопки в нижней его части.

Значения характеристики

Характеристика		
Глубина	1.2	м
Угол дилатансии	22	°

Рис. 6.32. Ввод данных испытаний

Третий блок – профиль введенных данных, отображается в виде кружков выбранного цвета. Профиль обновляется при нажатии на кнопку «Обновить» в нижней части окна.

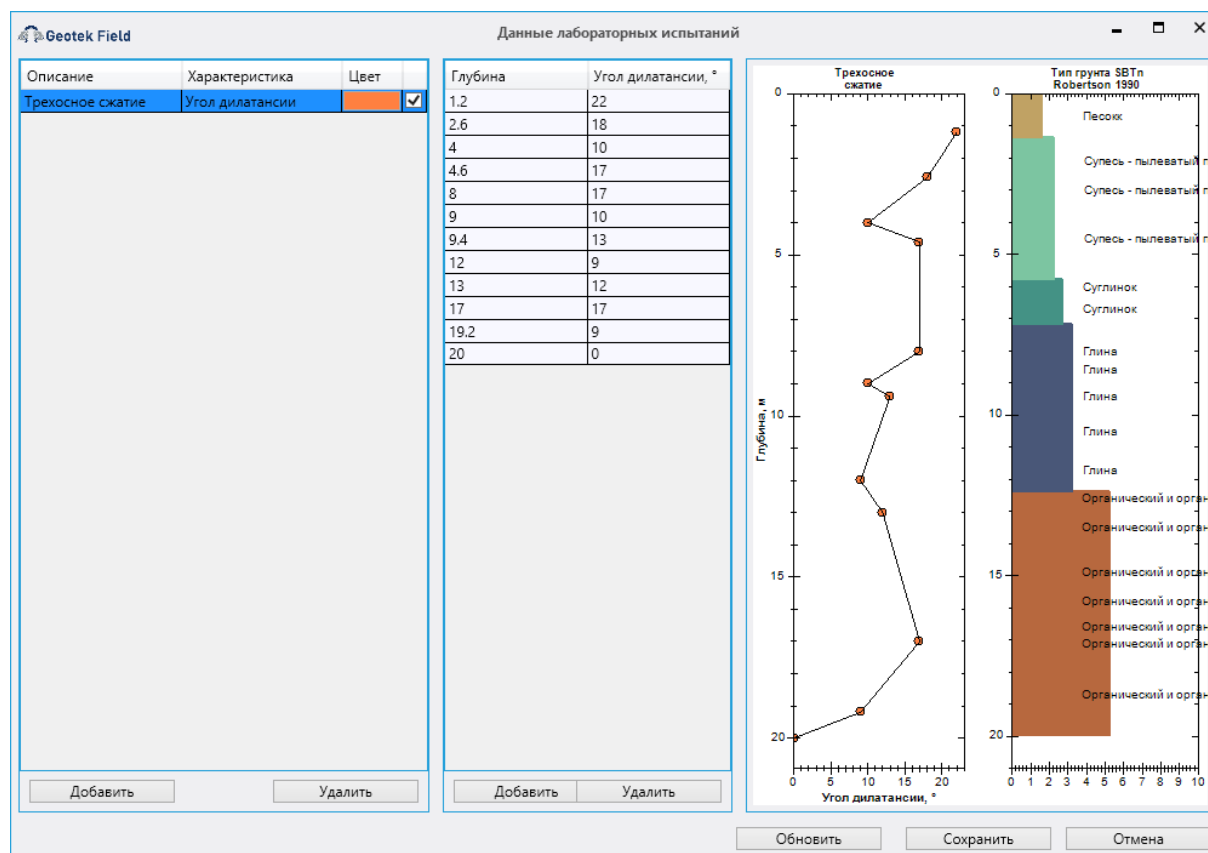
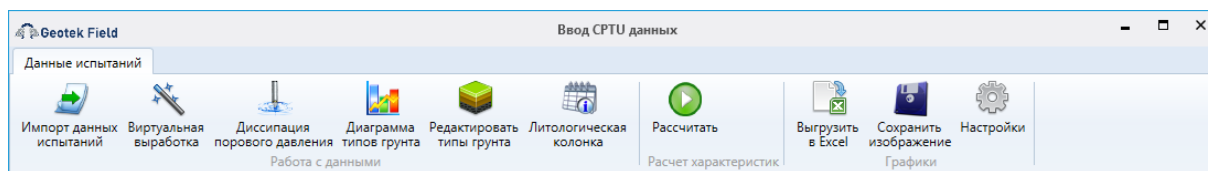


Рис. 6.33. Пример ввода данных угла дилатансии

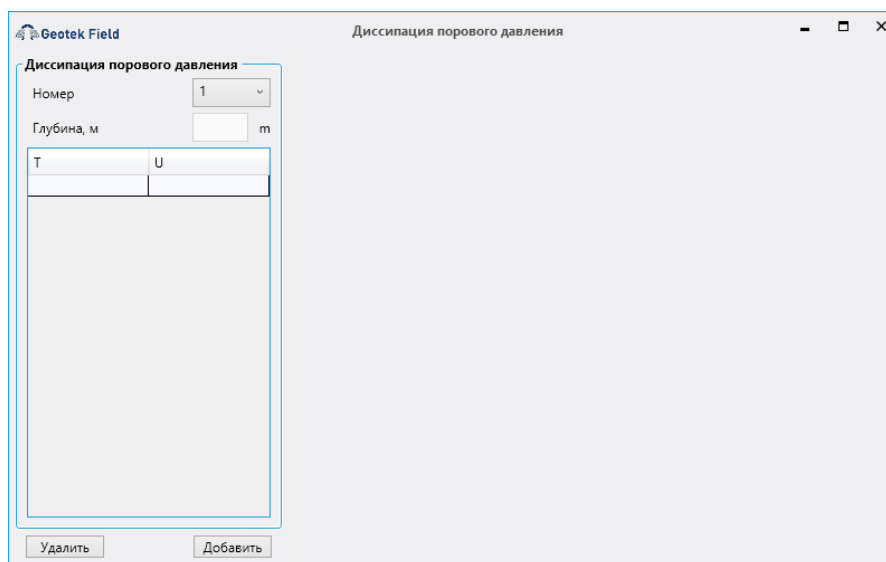
Кнопка «Сохранить» в нижней части окна сохраняет внесенные изменения, кнопка «Отмена» – позволяет закрыть окно без сохранения.

6.6. Ввод данных диссипации порового давления

Для испытаний пьезозондом можно ввести результаты испытаний диссипации порового давления, необходимых для расчета коэффициента первичной консолидации. Для ввода результатов испытаний следует перейти в окно «Ввод СPTU данных» и нажать на кнопку «Диссипация порового давления».

**Рис. 6.34. Диссипация порового давления**

После нажатия кнопки программа выведет окно, показанное на рис. 6.35. После открытия окна необходимо загрузить данные. Для этого нажимаем кнопку «Добавить». Откроется окно (см. рис. 6.36).

**Рис. 6.35. Диссипация порового давления**

В данном окне в параметрах указываем столбцы с поровым давлением и временем. Остальные настройки файла аналогичные настройкам, описанным в п. 6.2. В выделенном окне указываем глубину, на которой измерялась диссипация, и нажимаем кнопку «Загрузить».

Программа может изменить глубину, автоматически привязав испытание к ближайшему по глубине слою.

После настройки и загрузки файла открывается окно (рис. 6.30). Данное окно содержит таблицу, где указаны, какому времени соответствует поровое давление, также в окне присутствует график диссипации и порядковый номер, если ввести еще одну диссипацию, то ей присвоится номер 2 и тд.

Кнопка «Удалить» удаляет выбранную вами диссипацию.

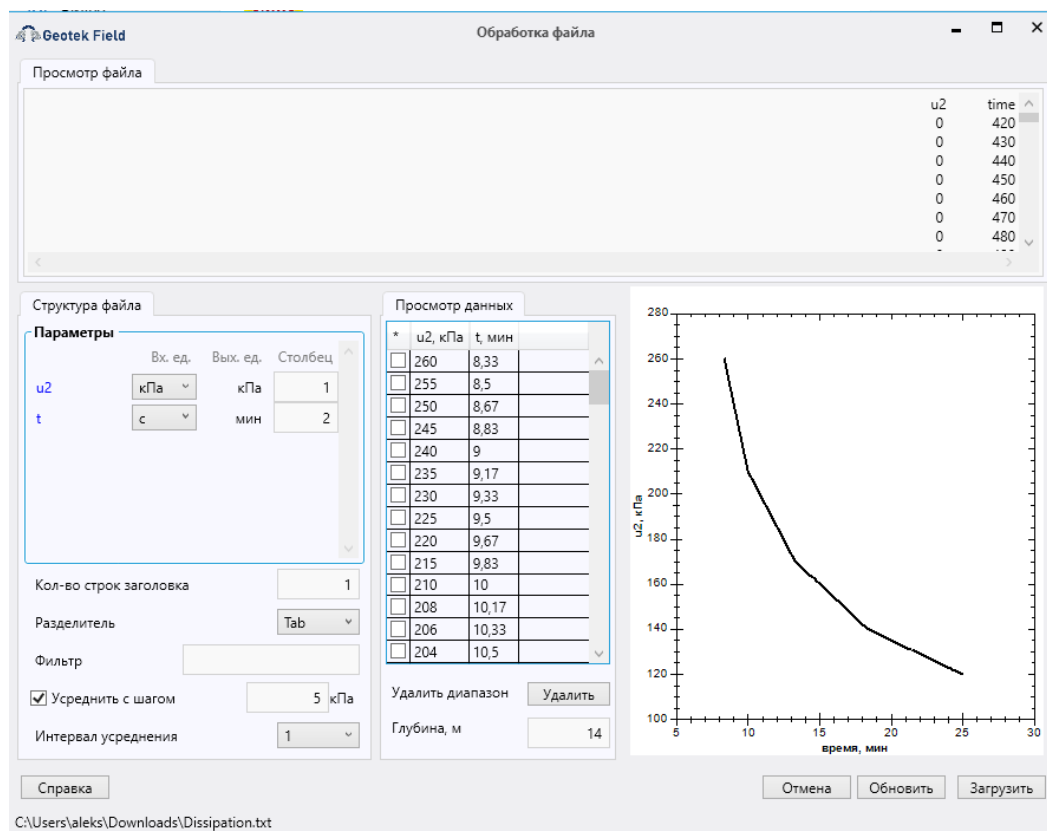


Рис. 6.36. Обработка файла

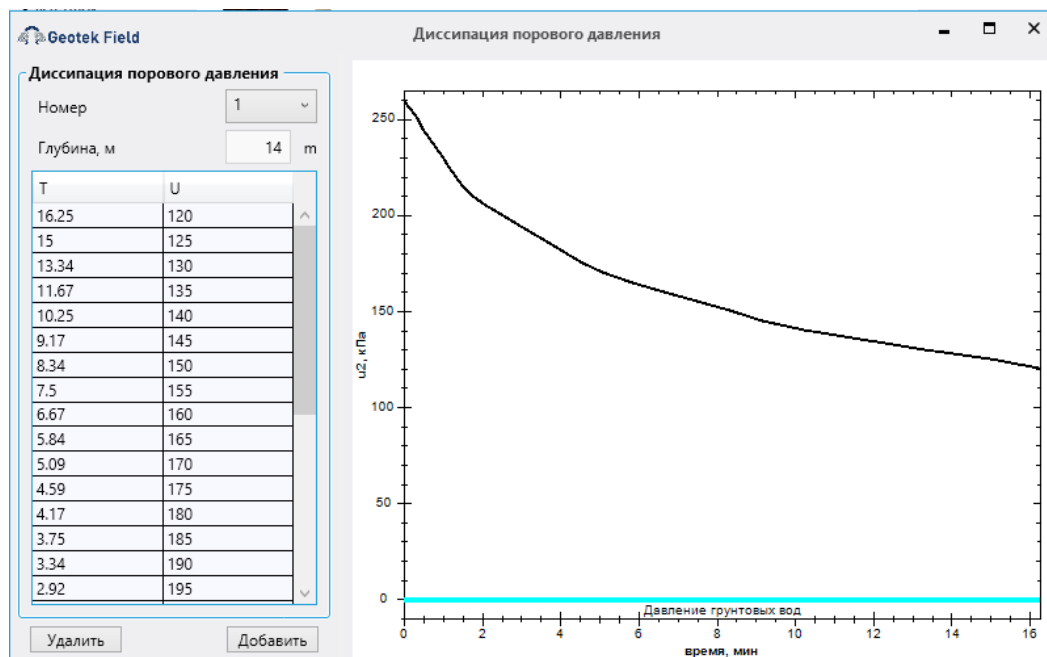


Рис. 6.37. Диссипация порового давления

6.7. Построение литологической колонки

Для просмотра и редактирования литологической колонки следует перейти в окно «Ввод данных» и нажать кнопку «Литологическая колонка».

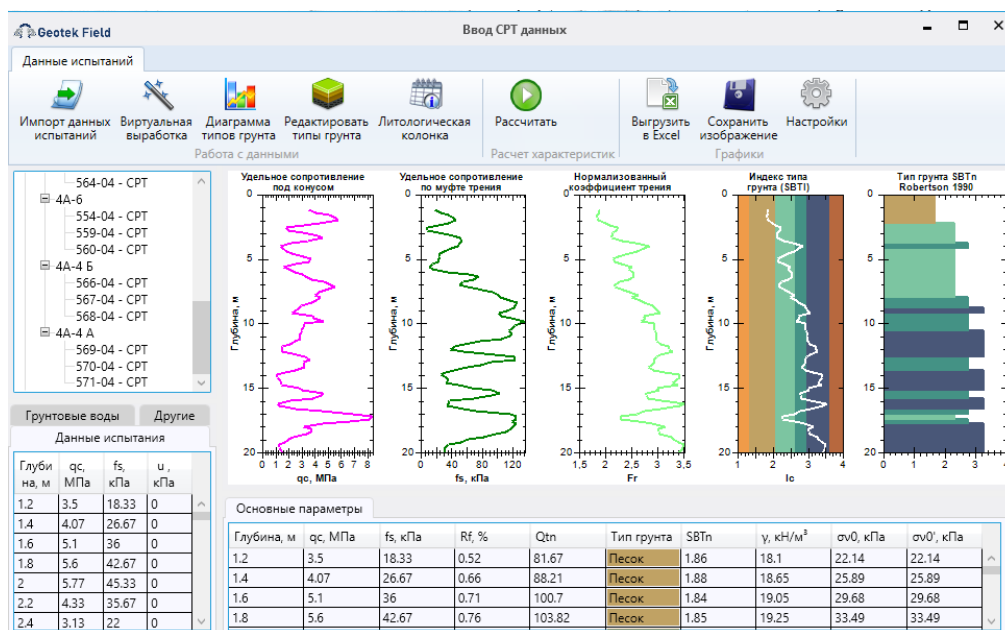


Рис. 6.38. Кнопка «Литологическая колонка»

После нажатия кнопки откроется окно, показанное на рис. 6.33

The screenshot shows the 'Литологическая колонка' (Lithological Column) window in Geotek Field. It displays a table with soil data and a context menu.

Глубина подошвы	Абс. отметка	Мощн. слоя	Геол. возраст	Литол. разрез	Описание грунтов	γ, кН/м³	w, %	E, МПа	φ, °	c, кПа	IL	Id
2.2	89.02	2.2			Песок	18.88	0	14	43	0	0	51
7.6	83.62	5.4			Супесь - пылеватый песок	18.52	0	9	34	0	0	25
9.8	81.42	2.2			Суглинок	20.02	0	36	0	32	0.03	0
20	71.22	10.2			Глина	19.15	0	31	0	40	0.16	0

Рис. 6.39. Литологическая колонка

В данном окне отображены выделенные инженерно-геологические элементы в соответствии с классификацией П. Робертсона (см. рис. 6.19). Все поля являются редактируемыми на усмотрение пользователя. Присутствует контекстное меню, позволяющее добавить сверху новую или удалить выделенную строку.

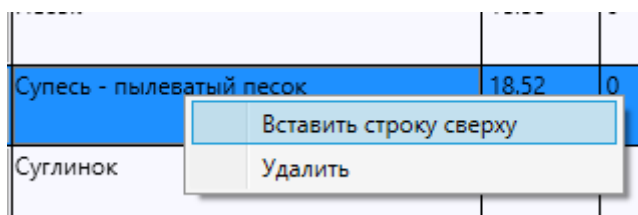


Рис. 6.40. Контекстное меню

Для изменения легенды геологического разреза следует нажать на соответствующую ячейку. После нажатия программа выведет окно, показанное на рис. 6.41:



Рис. 6.41. Классификация ГОСТ 21.302-2013

Для выбора легенды следует нажать на соответствующий блок, в противном случае закрыть окно.

Для сохранения изменений следует нажать кнопку «[Сохранить](#)» в правом нижнем углу окна показанного на рис. 6.33.

Кнопка «[Сбросить](#)» приводит таблицу в изначальное состояние.

6.8. Расчет характеристик грунтов

После ввода данных испытаний и просмотра измеренных параметров есть возможность произвести расчеты характеристик грунтов с помощью различных корреляционных уравнений. Для расчета характеристик и просмотра результатов в табличном и графическом виде, служит окно «[Корреляционные уравнения](#)».

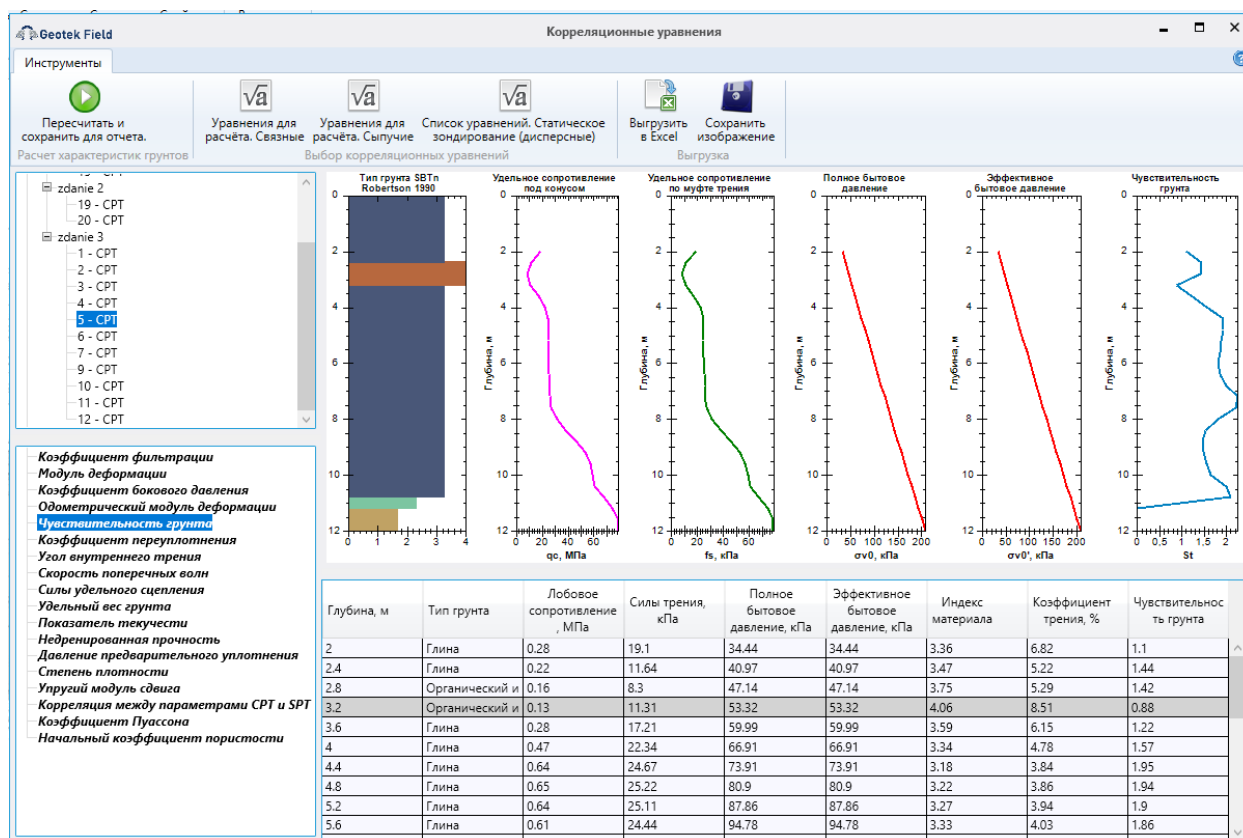


Рис. 6.42. Выбор корреляционного уравнения

Окно можно открыть из контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши на месте испытания на плане, выбрав пункт «Расчет характеристик», или можно нажать кнопку «Рассчитать» в окне «Ввод данных».

Окно состоит из 4 областей: сверху слева размещен список мест испытаний; слева снизу – список уравнений, сгруппированный по типу грунта и характеристике. В данном поле присутствуют уравнения, отмеченные «галками» в окне «Выбор корреляционных уравнений», жирным шрифтом выделены уравнения, выбранные по умолчанию для отображения типа поведения грунта на графике. Уравнение по умолчанию можно выбрать, нажав правой кнопкой на уравнение и выбрав пункт «Выбрать уравнение».

Если выделить левой кнопкой мыши любое уравнение, то будет произведен расчет, и данные расчета этим уравнением, и результаты отобразятся в правой части окна. При этом слои, включающие в себя тип грунта, аналогичный указанному в группе, из которой выбрано уравнение, будут рассчитаны этим уравнением, остальные слои будут рассчитаны уравнением, установленным по умолчанию для соответствующего типа грунта.

Справа сверху расположена область с профилями измеряемых параметров и рассчитанной характеристикой.

Справа внизу приведены эти же данные в табличном виде.

В верхней части окна присутствует панель меню, она содержит кнопки:

- *Пересчитать и сохранить для отчета* – пересчитывает все отмеченные уравнения, данные расчета сохраняются для включения в отчет.
- *Выбор корреляционных уравнений* – открывает окно «Выбор корреляционных уравнений». В окне можно изменить используемый набор уравнений, а также

задать необходимые параметры для некоторых уравнений, например, фактор старения при расчете скорости поперечных волн:

- Скорость поперечных волн

☐ Hegazy and Mayne (1995)	
☐ Baldi et al. (1989)	
☐ Andrus et al. (2003)	ASF = 0,92
☐ Holocene-Age Soils	ASF = 1

Рис. 6.43. Выбор корреляционных уравнений

- *Выгрузить в Excel* – табличные данные сохраняются в формате Excel.
- *Сохранить изображение* – отображаемые профили сохраняются в виде изображения.

6.9. Расчет среднего значения характеристик грунтов

В окне «[Расчет корреляционных уравнений](#)» присутствует возможность расчета среднего значения характеристик грунтов. Если выделить левой кнопкой мыши наименование характеристики, то будет произведен расчет. Это среднее арифметическое от уравнений, отмеченных галочкой в окне «[Выбор корреляционных уравнений](#)», с учетом применимости каждого уравнения к типам поведения грунта.

Справа сверху расположена область с профилями измеряемых параметров, усредняемых уравнений и средним значением.

Справа внизу приведены эти же данные в табличном виде.

Также в окне появится область справа, содержащая профили характеристик, посчитанных всеми используемыми методами (цветные) и среднего значения (черный). В случае, если какой-то из методов не применим для того или иного типа поведения грунта, его график будет прерываться.

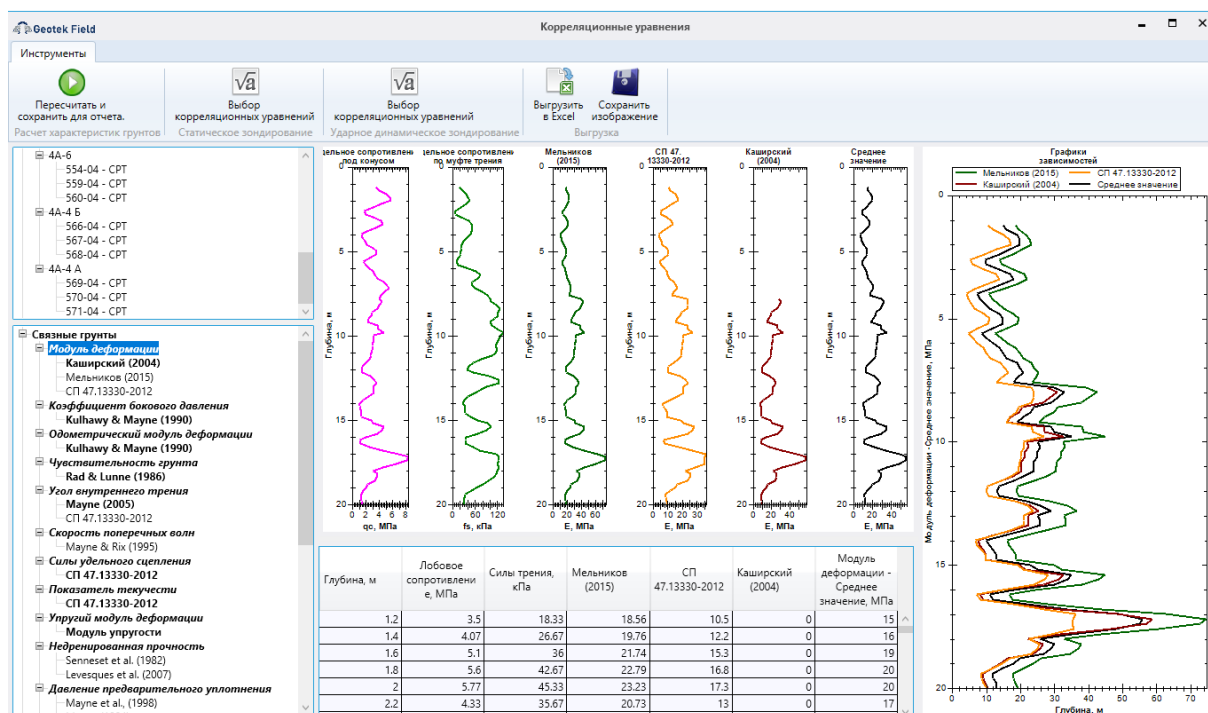


Рис. 6.44. Пример определения среднего значения модуля деформации, используя уравнения Мельникова А.В., Каширского В.И. и СП 47.13330

6.10. Ввод данных статического зондирования в мерзлых грунтах

Для настройки параметров места испытания нужно либо два раза щелкнуть левой кнопкой мыши на месте испытания на плане, либо нажать правой кнопкой мыши на место испытания и выбрать в выпадающем меню «Основные параметры».

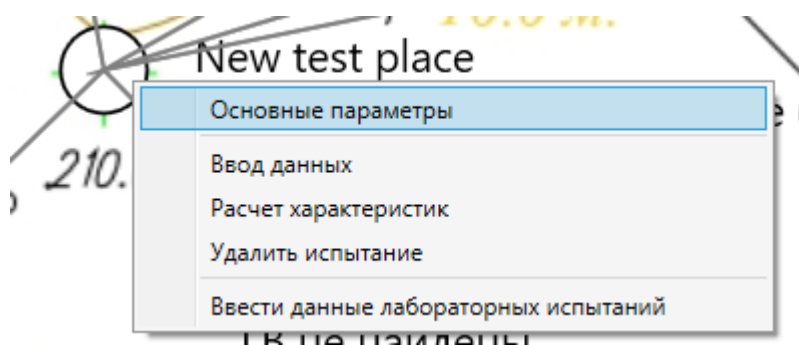
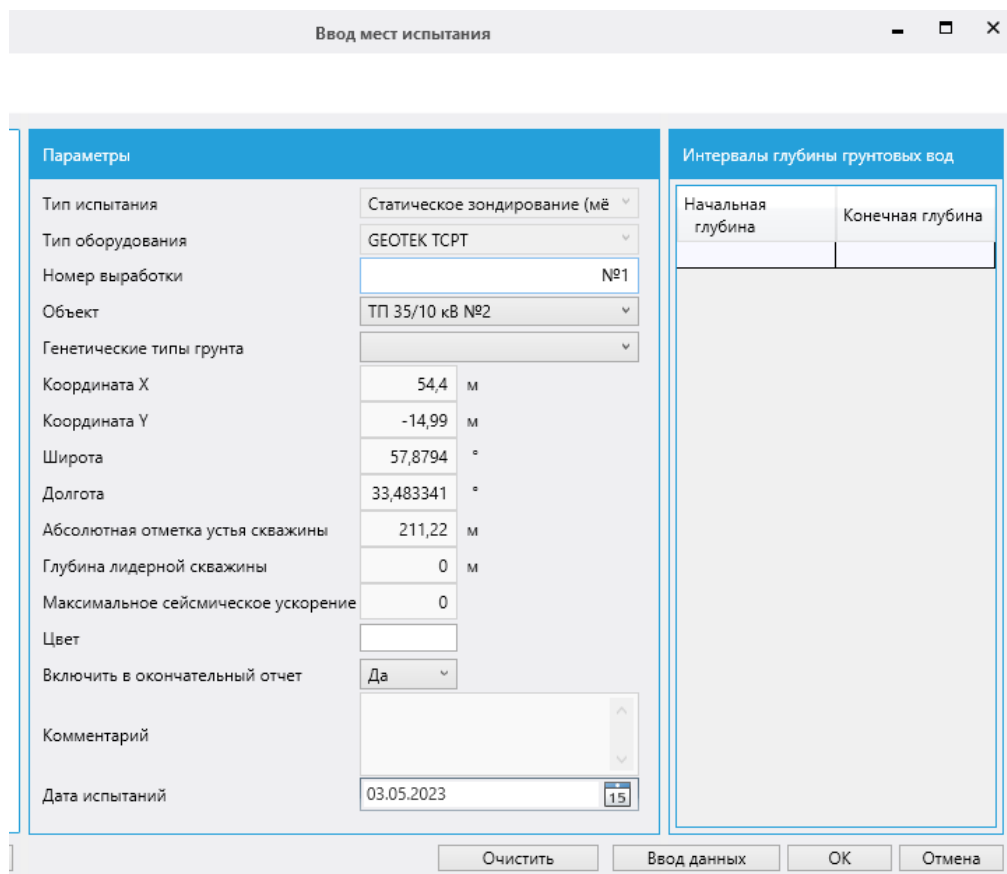


Рис. 6.45. Выпадающее меню для мест испытаний

Прежде всего, необходимо выбрать тип испытания «Статическое зондирование (мёрзлые грунты)» и тип оборудования из выпадающих списков. Здесь же следует ввести номер выработки, для отображения на ситуационном плане и в отчетах. Ввод абсолютной отметки устья скважины и глубины лидерной скважины (при наличии) позволит точно позиционировать залегание слоёв грунта между выработками в плане.



Ввод мест испытаний

Параметры

Тип испытания: Статическое зондирование (мё)

Тип оборудования: GEOTEK TCPT

Номер выработки: №1

Объект: ТП 35/10 кВ №2

Генетические типы грунта:

Координата X: 54,4 м

Координата Y: -14,99 м

Широта: 57,8794 °

Долгота: 33,483341 °

Абсолютная отметка устья скважины: 211,22 м

Глубина лидерной скважины: 0 м

Максимальное сейсмическое ускорение: 0

Цвет:

Включить в окончательный отчет: Да

Комментарий:

Дата испытаний: 03.05.2023

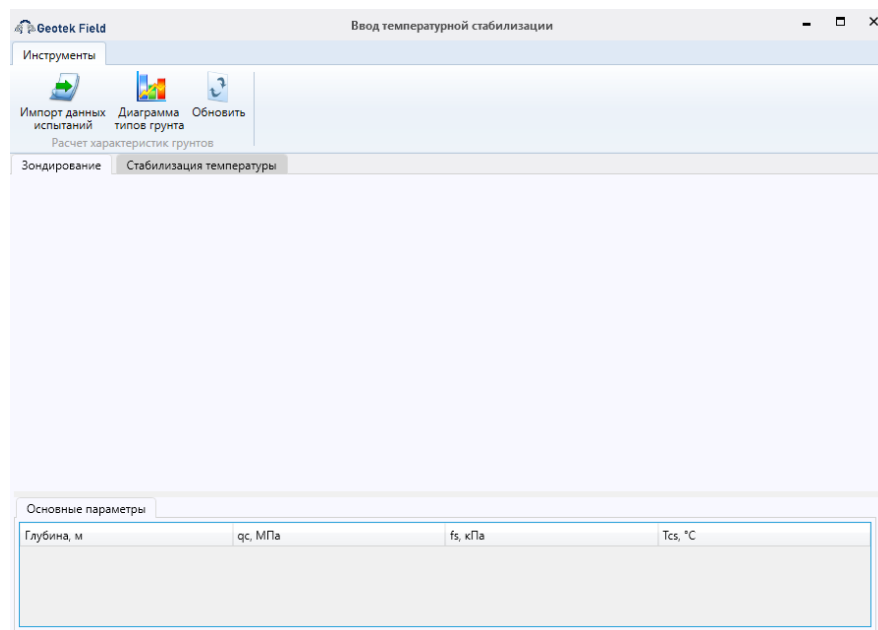
Интервалы глубины грунтовых вод

Начальная глубина	Конечная глубина

Очистить Ввод данных ОК Отмена

Рис. 6.46. Параметры мест испытаний

После заполнения всех необходимых полей переходим к вводу данных. Для этого нажимаем кнопку «Ввод данных» в нижнем правом углу (рис. 6.46). Откроется пустое окно. Сначала необходимо ввести данные зондирования. Для этого нажимаем кнопку «Импорт данных испытаний».



Geotek Field Ввод температурной стабилизации

Инструменты

Импорт данных испытаний Диаграмма типов грунта Обновить

Расчет характеристик грунтов

Зондирование Стабилизация температуры

Основные параметры

Глубина, м	qc, МПа	fs, кПа	Tcs, °C

Рис. 6.47. Ввод данных

Откроется диалоговое окно с предложением выбрать файл зондирования. Выбираем файл TCPT probing.txt и нажимаем кнопку «Открыть»

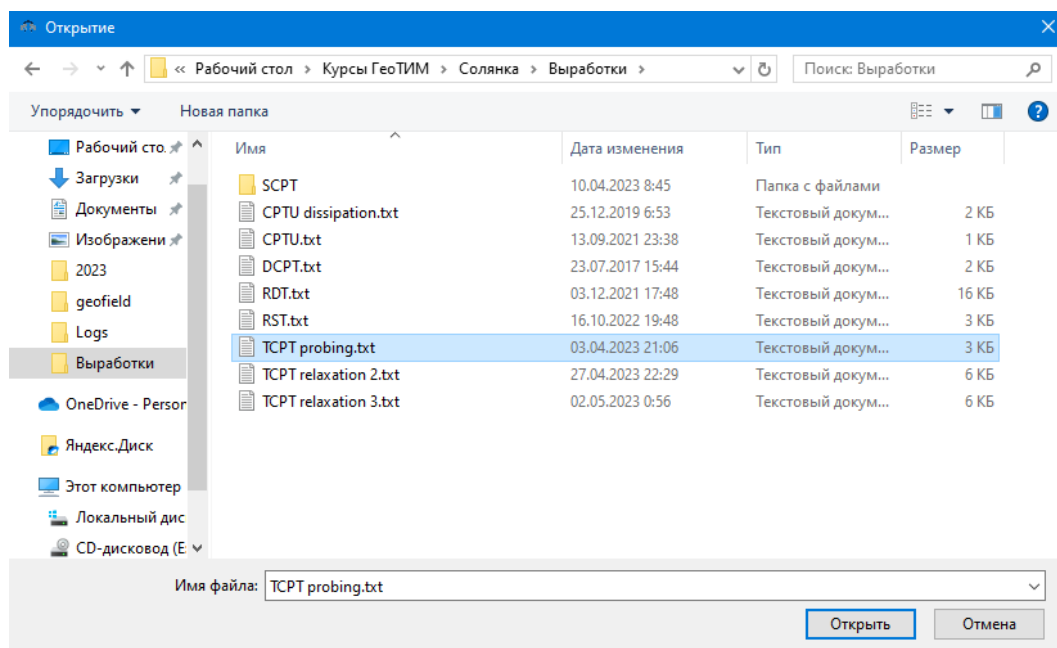


Рис. 6.48. Выбор файла

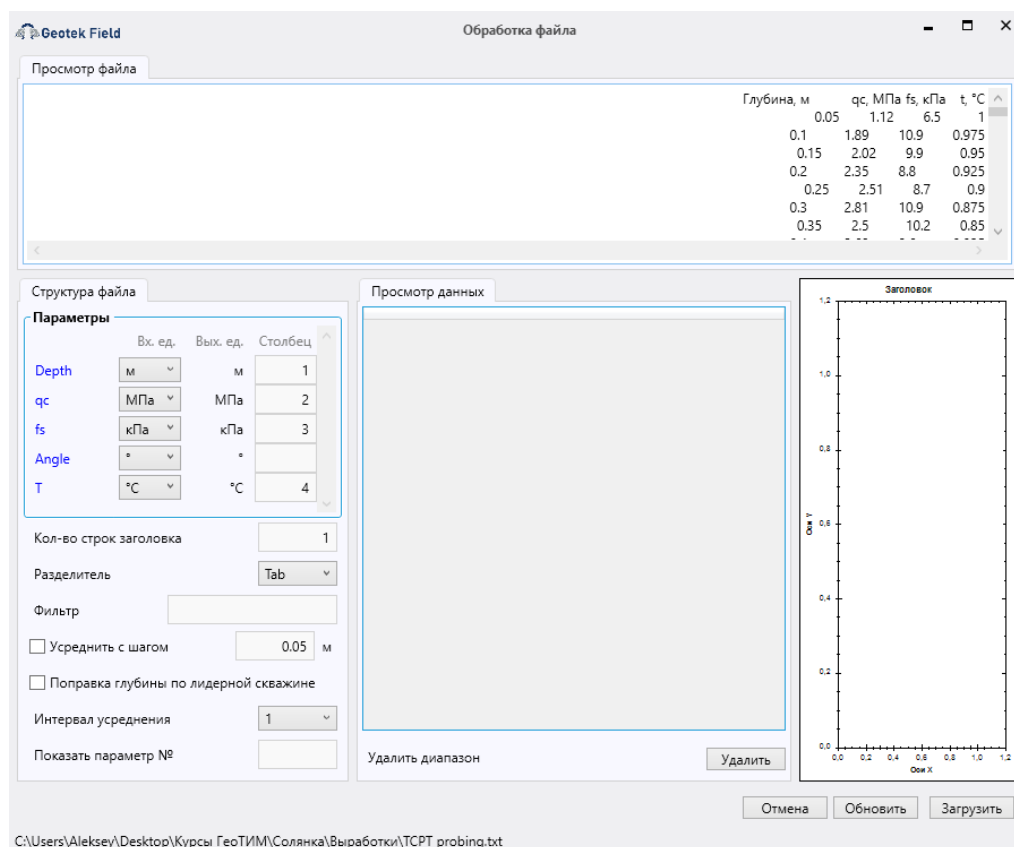


Рис. 6.49. Обработка файла

После выбора файла, откроется окно «Обработка файла». В верхней части окна показано содержимое файла. В нижней левой части – настройки импорта, в нижней правой части – предварительный просмотр загружаемых данных в табличном виде.

Настройки импорта запоминаются и автоматически подгружаются индивидуально для каждого типа оборудования (оборудование выбирается в настройках места испытания).

В области «**Параметры**» приводится перечень загружаемых из файла параметров, для каждого параметра указывается единица измерения и столбец (по номеру по порядку слева направо), из которого параметр следует загружать.

Количество строк заголовка – определяет, сколько строк в начале файла следует игнорировать, так как они являются заголовком.

Разделитель – определяет тип разделителя столбцов, который используется в загружаемом файле.

Фильтр – строка, определяющая условия, которым должны соответствовать загружаемые строки. Фильтр задается следующим образом: вводится номер столбца, по значению которого нужно фильтровать, знак равенства и значение, строки с которым нужно обрабатывать. Через точку с запятой можно указать дополнительное условие, например, по значениям другого столбца. Например, для протоколов, получаемых от оборудования ООО «НПП Геотек», фильтр выглядит следующим образом: «10=PENETRATION» – то есть обрабатываются строки, у которых 10 столбец содержит значение PENETRATION.

«Галка» и поле ввода «Усреднить с шагом» – данная настройка позволяет получить данные с нужным шагом глубины, усредняя промежуточные и повторяющиеся значения параметров.

Интервал усреднения – настройка применяется дополнительно к описанной выше – указывается число соседних по глубине параметров, к которым также применяется усреднение. Например, есть 4 соседних значения параметра $p_1 = 1$, $p_2 = 3$, $p_3 = 4$, $p_4 = 6$. После обработки с интервалом усреднения = 3, значения изменятся следующим образом:

$p_1 = (p_1 + p_2) / 2 = 2$ (так как p_1 – первый параметр в последовательности, то для усреднения используются два значения вместо трех);

$$p_2 = (p_1 + p_2 + p_3) / 3 = 2,66;$$

$$p_3 = (p_2 + p_3 + p_4) / 3 = 4,33;$$

$$p_4 = (p_3 + p_4) / 2 = 5.$$

«Галка» Поправка глубины по лидерной скважине – пересчитывает глубину, если в файле глубина 0 находится на уровне лидерной скважины.

Показать параметр № – служит для построения графика выбранного параметра по глубине.

Кнопка «**Удалить**» служит для удаления некорректных или лишних строк из обработанной таблицы.

Для удаления ненужных строк сначала следует нажать левой кнопкой мыши на графике в нужной точке. После чего таблица перенесется на выбранную строку. Затем нужно поставить «галку» в первом столбце напротив строки, откуда нужно начать удаление. Далее колесиком мыши нужно переместиться на последнюю строку, которую следует удалить и напротив неё тоже поставить «галку». Таким образом, двумя «галками» будет обозначен диапазон для удаления. Нажимаем кнопку «**Удалить**». Глубина для всех последующих строк будет автоматически пересчитана.

Кнопка «**Обновить**» позволяет предварительно обработать файл с выбранными параметрами и отобразить в таблице внизу справа.

Кнопка «**Загрузить**» запускает загрузку файла, после загрузки снова открывается окно «**Ввод данных**».

Кнопка «**Отмена**» закрывает окно без каких-либо действий

После назначения столбцов параметров необходимо нажать кнопку «**Обновить**» и средней части окна обновится таблица с параметрами.

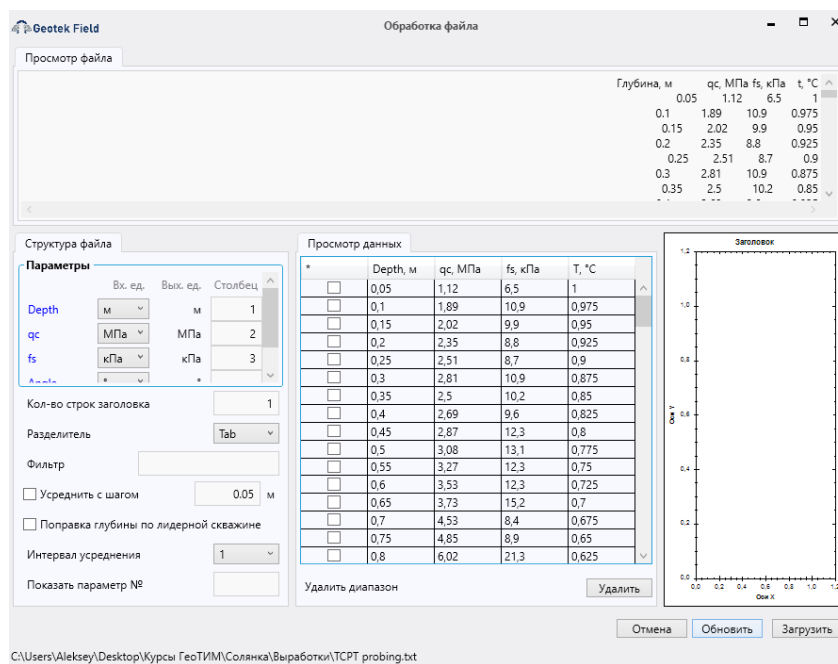


Рис. 6.50. Проверка данных

Необходимо проверить правильность назначения столбцов в соответствии со значениями. Далее нажимаем кнопку «**Загрузить**».

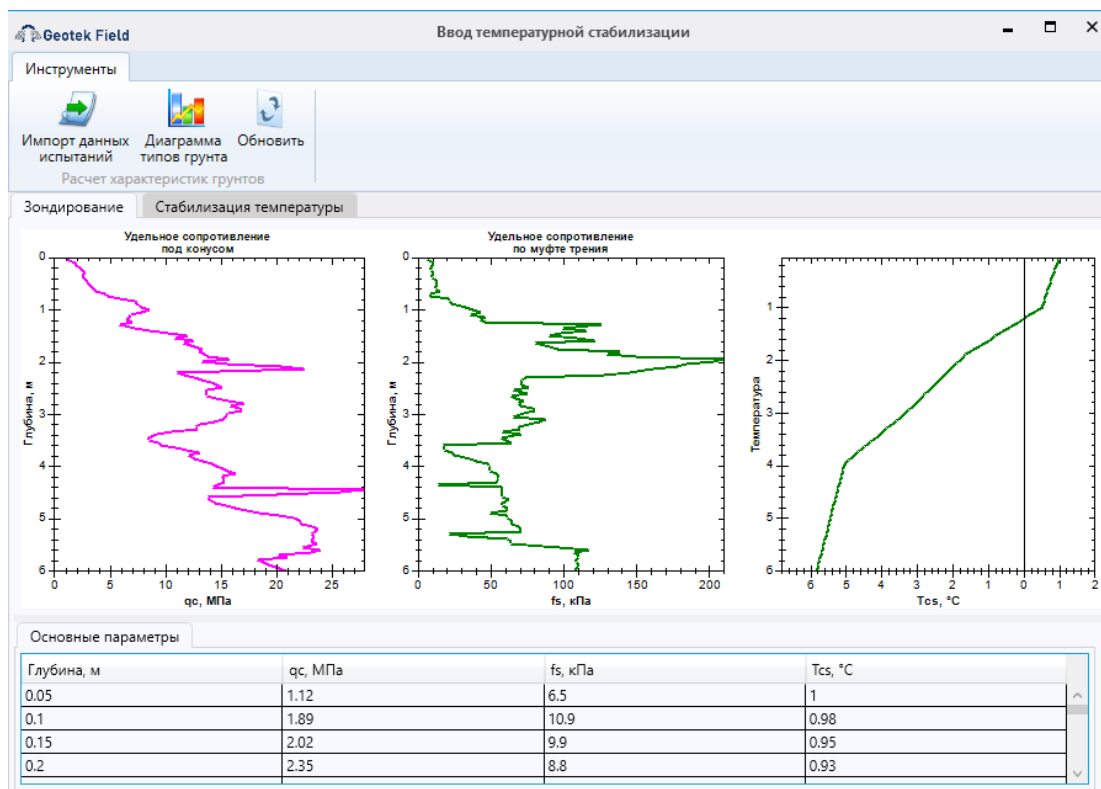


Рис. 6.51. Профили зондирования

После ввода данных зондирования можно приступить ко вводу данных стабилизации температуры. Для этого переходим на вкладку «**Стабилизация температуры**».

Geotek Field

Ввод температурной стабилизации

Инструменты

Импорт данных испытаний

Диаграмма типов грунта

Обновить

Расчет характеристик грунтов

Зондирование

Стабилизация температуры

Температурная стабилизация

Номер

1

Глубина, м

м

Tcs, °C	t, c	qc, МПа

Удалить

Добавить

Природная температура

Tn

°C

Tbf

-2

°C

Время стабилизации

с

Талый

Обратно пропорциональная

Tn 1

не чис.

°C

a

Экспоненциальная

Tn 2

не чис.

°C

b

Состояние грунта

qcv

МПа

qcs

МПа

Рис. 6.52. Стабилизация температуры

До ввода данных стабилизации температуры следует указать температуру начала замерзания грунта (Tbf). Затем в нижнем левом углу нажимаем кнопку «Добавить» и выбираем файл с данными стабилизации температуры.

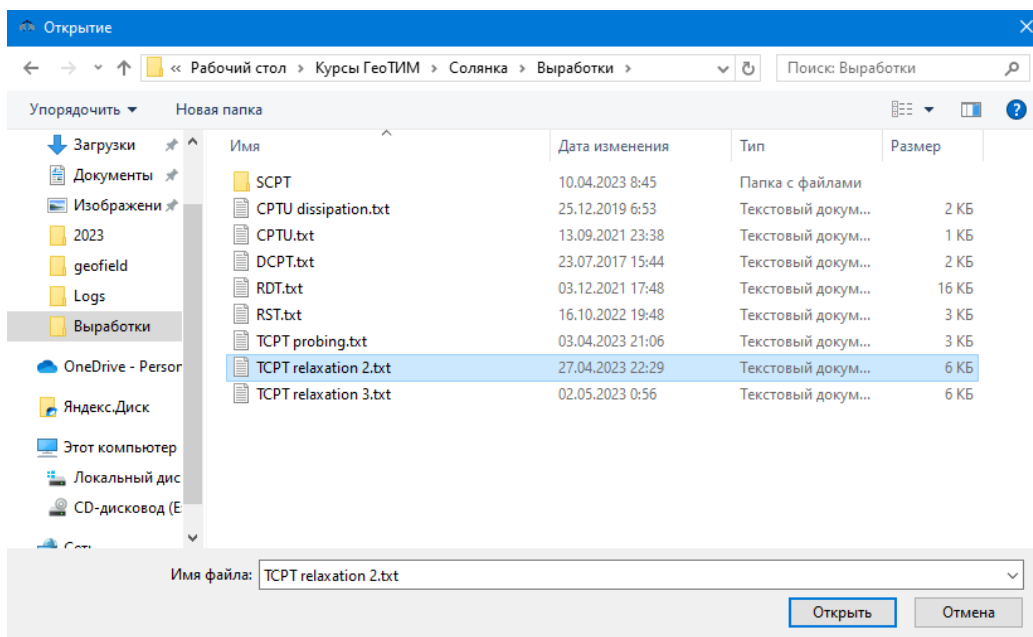


Рис. 6.53. Выбор файла стабилизации температуры

В окне обработки файла стабилизации температуры также необходимо назначить номера столбцов каждому параметру в соответствии с файлом.

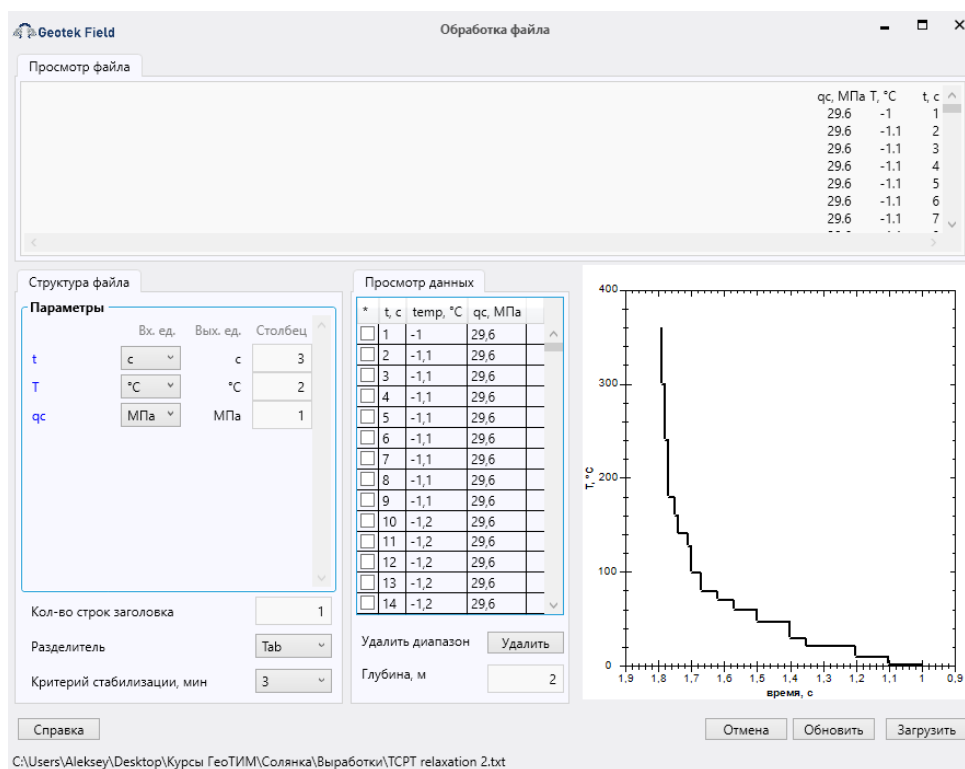


Рис. 6.54. Обработка стабилизации температуры

Также в левой нижней части формы необходимо выбрать критерий стабилизации. Под таблицей необходимо указать глубину испытания, на которой производились измерения.

После загрузки данных стабилизации температуры, будет произведен расчёт природной температуры в соответствии с выбранным критерием стабилизации и произведена аппроксимация опытной кривой.

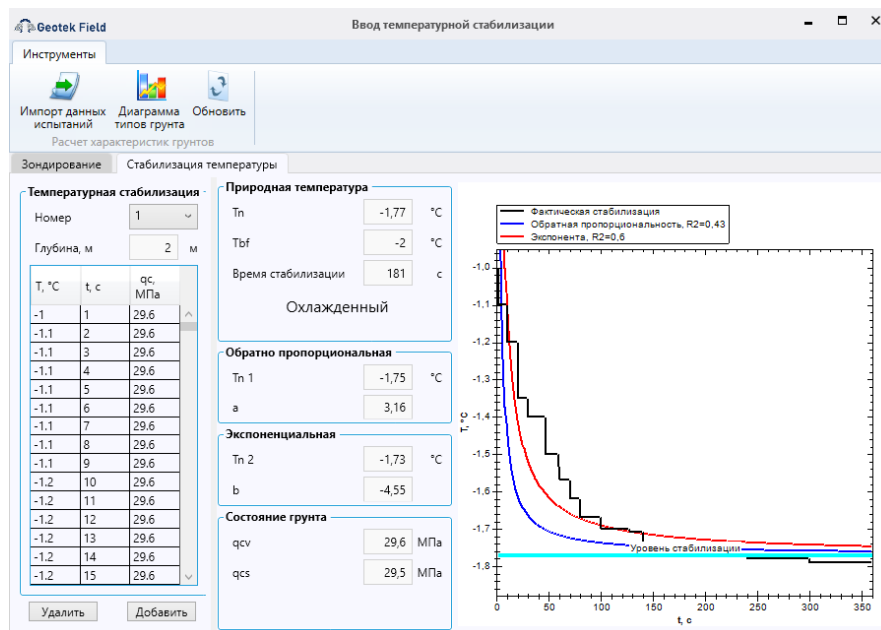


Рис. 6.55. Определение природной температуры

По мере загрузки новых данных стабилизации температуры будет корректироваться профиль природной температуры грунта и уточняться литологическая колонка.

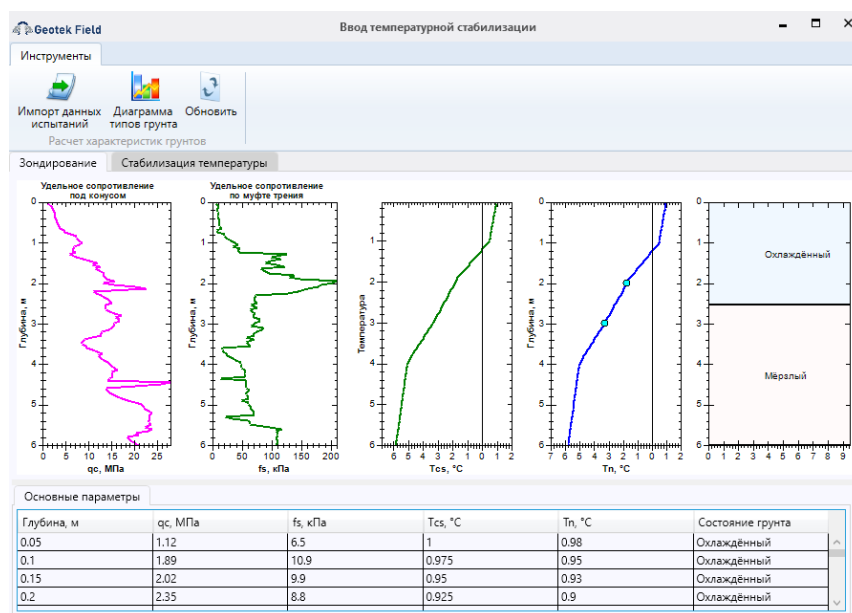


Рис. 6.56. Профили зондирования

6.11 Ввод данных скорости поперечной волны

Ввод данных SCPTU испытаний в части зондирования аналогичен вводу данных для CPT рассмотренные ранее.

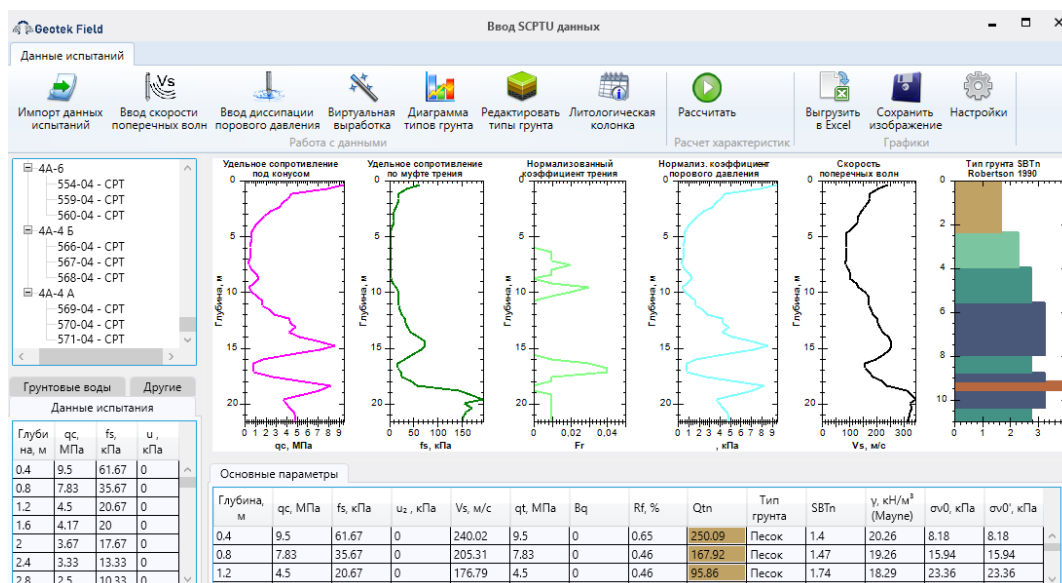


Рис. 6.57. Ввод SCPTU данных

Для ввода данных скорости поперечных волн следует нажать кнопку «Ввод скорости поперечных волн». Откроется соответствующее окно.

Диссипация порового давления

Номер: 1

Глубина, м: м

Время: с

Vs: м/с

глубина, м	Vs, м/с

Удалить Добавить

Рис. 6.58. Ввод данных скорости поперечной волны

Далее следует нажать кнопку «Добавить». Откроется окно выбора файла.

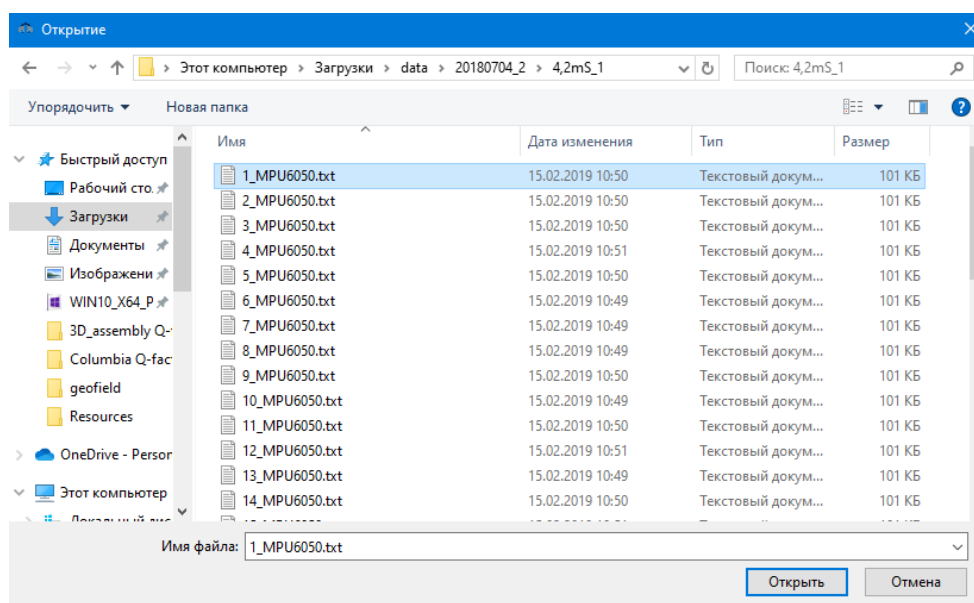


Рис. 6.59. Выбор файла

После выбора файла откроется окно обработки файла. Наверху будет отображено содержимое файла.

В области «**Параметры**» приводится перечень загружаемых из файла параметров, для каждого параметра указывается единица измерения и столбец (по номеру по порядку слева направо), из которого параметр следует загружать.

Количество строк заголовка – определяет, сколько строк в начале файла следует игнорировать, так как они являются заголовком.

Разделитель – определяет тип разделителя столбцов, который используется в загружаемом файле.

Фильтр – строка, определяющая условия, которым должны соответствовать загружаемые строки. Фильтр задается следующим образом: вводится номер столбца, по значению которого нужно фильтровать, знак равенства и значение, строки с которым нужно обрабатывать. Через точку с запятой можно указать дополнительное условие, например, по значениям другого столбца. Например, для протоколов, получаемых от оборудования ООО «НПП Геотек», фильтр выглядит следующим образом: «10=PENETRATION» – то есть обрабатываются строки, у которых 10 столбец содержит значение PENETRATION.

Интервал усреднения – настройка применяется дополнительно к описанной выше – указывается число соседних по глубине параметров, к которым также применяется усреднение. Например, есть 4 соседних значения параметра $p_1 = 1$, $p_2 = 3$, $p_3 = 4$, $p_4 = 6$. После обработки с интервалом усреднения = 3, значения изменятся следующим образом:

$p_1 = (p_1 + p_2) / 2 = 2$ (так как p_1 – первый параметр в последовательности, то для усреднения используются два значения вместо трех);

$$p_2 = (p_1 + p_2 + p_3) / 3 = 2,66;$$

$$p_3 = (p_2 + p_3 + p_4) / 3 = 4,33;$$

$$p_4 = (p_3 + p_4) / 2 = 5.$$

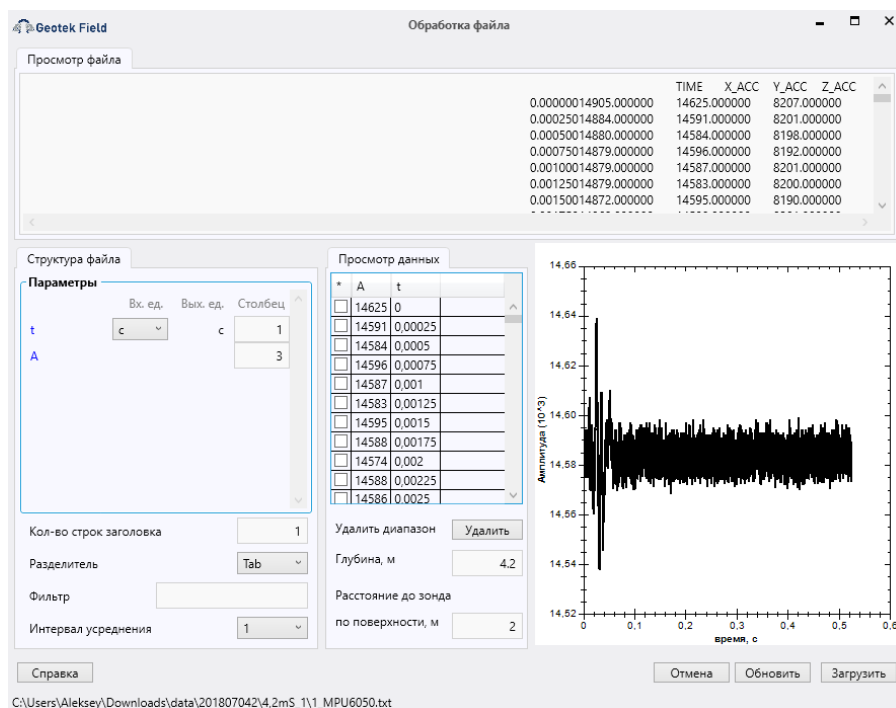


Рис. 6.60. Импорт файла

После настройки параметров импорта следует нажать кнопку «Обновить». Обновятся таблица в центре экрана график скорости поперечной волны справа.

Далее необходимо указать точку начала возмущений на акселерограмме, для лучше удалить данные после окончания возмущений. Для этого необходимо кликнуть мышью на графике откуда мы хотим начать удаление лишних данных. Таблица автоматически перелистнется на соответствующую строку данных.

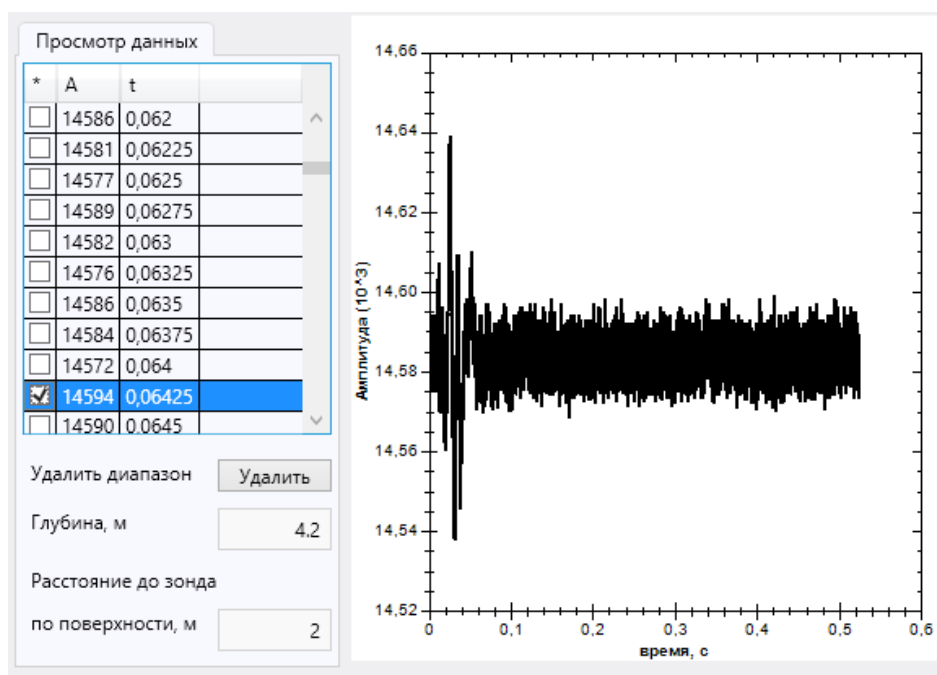


Рис. 6.61. Удаление данных

Напротив выделенной строки необходимо отметить галочку, перелистнуть таблицу вниз и напротив последней строки поставить галочку. Далее следует нажать кнопку «Удалить». Таблица и акселерограмма обновятся.

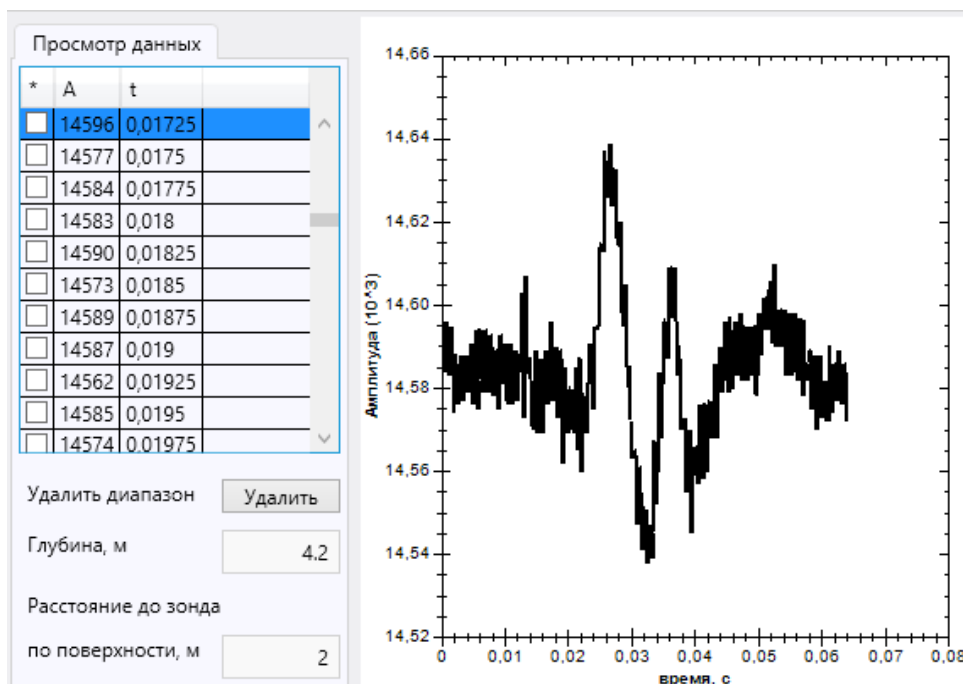


Рис. 6.62. Акселерограмма

Теперь, можно рассмотреть начало возмущений, достаточно кликнуть на акселерограмме в нужное место, соответствующая строка будет выделена в таблице.

Далее необходимо заполнить поля глубины испытания и расстояния до зонда по поверхности от наковальни.

После заполнения всех данных следует нажать кнопку «[Загрузить](#)».

Таблица заполнится данными амплитуды и времени. Справа отобразится акселерограмма, литологическая колонка, профиль глубина-скорость поперечной волны, глубина-время и автоматически будет рассчитана скорость поперечной волны.

Для ввода данных со следующей глубины испытаний необходимо нажать кнопку далее и проделать все операции описанные выше.

Все введенные испытания нумеруются по порядку, а для переключения между ними служит выпадающий список в левом верхнем углу.

По мере ввода новых испытаний профили будут обновляться.

В процессе погружения зонда становится труднее выявить время возмущений на акселерограмме ввиду ослабления волны с глубиной по отношению к постоянному шуму оборудования. В качестве контроля следует использовать профиль глубина-время, где с глубиной время должно только расти.

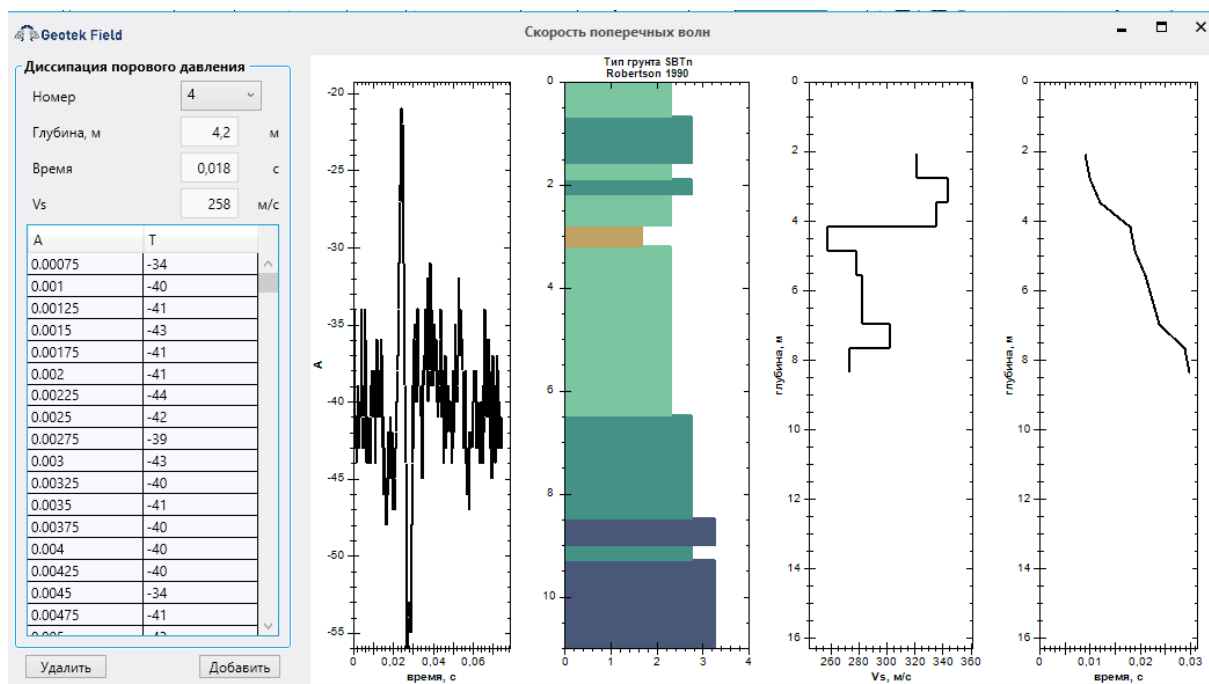


Рис. 6.63. Акселерограмма

6.12. Формирование сводной таблицы физико-механических характеристик

6.12.1. Выбор цвета инженерно-геологического элемента

В окне настроек ИГЭ добавлена колонка «Цвет».

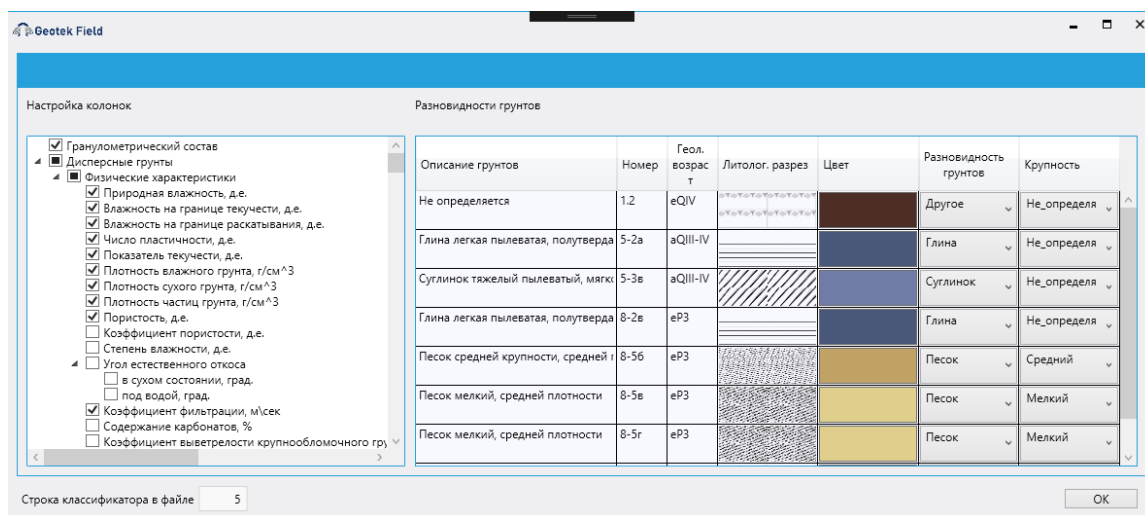


Рис. 6.64. Настройки литологической колонки

Ранее было добавлено автоматическое определение описания грунтов на основании ГОСТ 25100 по физико-механическим характеристикам. Кроме того, в зависимости от определенной разновидности и крупности назначалась текстура для литологического разреза. Теперь за каждой текстурой литологического разреза закреплён определенный цвет в системе RGB по умолчанию.

ID	MNEMO	PATH	LINK_SOILTYPECLASSES	COLOR
1	GST_BLOCK	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/block.png	2	255 45 46 41
2	GST_BOULDER	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/boulder.png	2	255 115 118 115
3	GST_PEBBLE	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/pebble.png	2	255 164 106 45
4	GST_BREAKSTONE	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/breakstone.png	2	255 198 203 206
5	GST_GRAVEL	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/gravel.png	2	255 149 149 149
6	GST_GRUSS	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/gruss.png	2	255 177 144 102
7	GST_GRAVELSAND	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/gravelsand.png	2	255 239 155 73
8	GST_COARSESAND	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/coarsesand.png	2	255 183 104 79
9	GST_MEDIUMSAND	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/mediumsand.png	2	255 192 162 100
10	GST_FINESAND	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/finesand.png	2	255 224 206 141
11	GST_POWDERYSAND	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/powderysand.png	2	255 180 133 86
12	GST_CLAY	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/clay.png	1	255 73 87 120
13	GST_CLAYMIXTURE	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/claymixture.png	1	255 112 124 167
14	GST_SANDMIXTURE	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/sandmixture.png	1	255 124 197 161
15	GST_MORAINECCLAY	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/moraineday.png	1	255 162 158 142
16	GST_MORAINECCLAYMIXTURE	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/morainedaymixture.png	1	255 147 109 70
17	GST_MORAINESANDMIXTURE	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/morainesandmixture.png	1	255 210 171 119
18	GST_SILT	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/silt.png	1	255 84 175 159
19	GSTPEAT	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/peat.png	1	255 183 104 62
20	GST_SAPROPEL	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/sapropele.png	1	255 160 151 146
21	GST_GROUND	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/ground.png	1	255 77 46 39
22	GST_CELLING	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/celling.png	3	255 45 46 41
23	GST_LAYERED	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/layered.png	3	255 45 46 41
24	GSTMASSIVE	pack://application:,,,/Resources/GostTextures/massive.png	3	255 45 46 41

Рис. 6.65. Таблица соответствия цветов по умолчанию и текстур

Для смены цвета необходимо нажать на соответствующую ячейку в окне настроек (см. рис. 6.64). Откроется следующее окно:

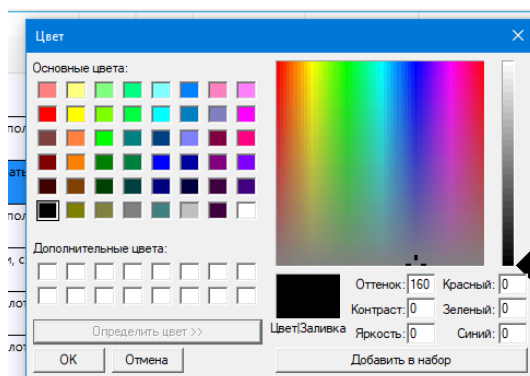


Рис. 6.66. Настройка цвета

После назначения цвета следует нажать кнопку «ОК». Цвет применится для конкретного ИГЭ.

Описание грунтов	Номер	Геол. возраст	Литолог. разрез	Цвет	Разновидность грунтов	Крупность
Не определяется	1.2	eQIV	Стратиграфический разрез		Другое	Неопределя
Глина легкая пылеватая, полутвердая	5-2а	aQIII-IV			Глина	Неопределя
Суглинок тяжелый пылеватый, мягкий	5-3в	aQIII-IV			Суглинок	Неопределя
Глина легкая пылеватая, полутвердая	8-2в	eP3			Глина	Неопределя
Песок средней крупности, средней плотности	8-5б	eP3			Песок	Средний
Песок мелкий, средней плотности	8-5в	eP3			Песок	Мелкий
Песок мелкий, средней плотности	8-5г	eP3			Песок	Мелкий

Рис. 6.67. Визуальный контроль. Суглинок тяжелый, 5-3в, цвет красный

6.12.2. Разделение полной таблицы и сводной таблицы

При загрузке сводной таблицы из стандартного файла производится проверка на повторение характеристик. Например, были определены угол внутреннего трения (колонки 68, 78) и удельное сцепление (колонки 69,79) методами одноплоскостного среза и трёхосного сжатия соответственно.

Илеватые, 01-0,005 мм	Глинистые, мм	Характеристика	Природная влажность, д.е.	Число пластичности, д.е.	Показатель текучести, д.е.	Плотность влажного грунта, г/см ³	Угол внутреннего трения, °	Удельное сцепление, кПа	Угол внутреннего трения, °	Удельное сцепление, кПа	Модуль деформации, МПа	Примечание
14	15	16	17	20	21	22	68	69	78	79	109	0
		ХН										
		ХИ										
		ХИИ										
23,2	23,7	ХН	0,23	0,18	0,13	1,95	18,5	36	19	37		
		ХИ										
		ХИИ										
20,9	19	ХН	0,31	0,15	0,72	1,95	18,00	26,00	19,00	27,00		
		ХИ										
		ХИИ										
19,9	19,5	ХН	0,23	0,20	0,02	2,00	20,00	61,000	21,00	63,00	32	
		ХИ										
		ХИИ										
0,2	0,11	ХН	0,21			1,95	32,00	1,500	33,00	2,00	23,80	
		ХИ										

Рис. 6.68. Полная таблица

Далее все повторяющиеся характеристики осредняются и переносятся на вкладку «Сводная таблица».

Илеватые, мм	Глинистые, < 0,005 мм	Характеристика	Природная влажность, д.е.	Число пластичности, д.е.
14	15	16	17	20
		ХН		

Рис. 6.69. Вкладка «Сводная таблица»

Возникает второй классификатор один для полной таблицы, в котором будут собраны данные лабораторных испытаний, а другой (осреднённый) для

проектировщиков. Например, номер колонки угла внутреннего трения был 68,78..., а стал 52. Значения были 18,5 и 19, а стало 18,75.

Geotek Field

Инженерно-геологические элементы

Инструменты

 Импорт данных испытаний

 Добавить элемент

 Удалить элемент

 Настройки

 Выгрузить в Excel

Полная таблица

Сводная таблица

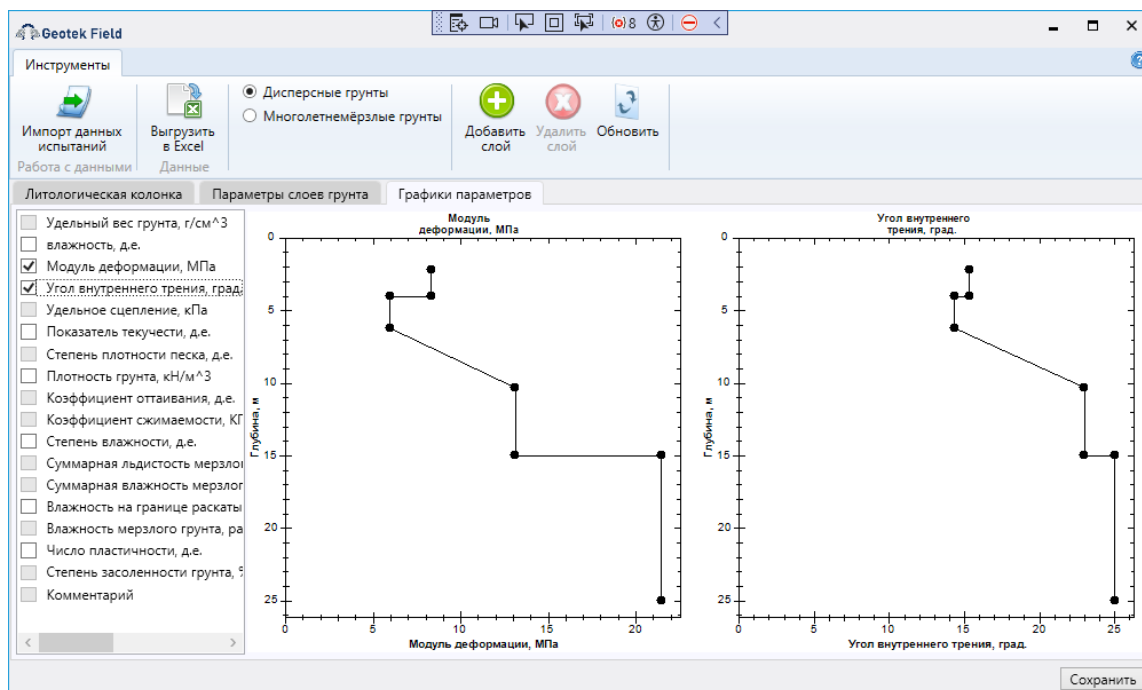
алеватые,	Глинистые, < 0,005 мм	Характеристика	Природная влажность, д.е.	Число пластичности и, д.е.	Показатель текучести, д.е.	Плотность влажного грунта, г/см ³	Плотность частиц грунта, г/см ³	Коэффициент пористости, д.е.	Угол внутреннего трения, °	Удельное сцепление, кПа	Модуль деформации, МПа	Примечание
14	15	16	17	20	21	22	24	26	52	53	71	0
		XН										
		XI										
		XII										
23.2	23.7	XН	0,23	0,18	0,13	1,95	2	0,72	18,75	36,5		
		XI										
		XII										
20.9	19	XН	0,31	0,15	0,72	1,95	1,95	0,83	18,5	26,5		
		XI										
		XII										
19.9	19.5	XН	0,23	0,2	0,02	2	2,04	0,68	20,5	62	32	
		XI										
		XII										
0.2	0.11	XН	0,21			1,95		0,66	32,5	1,75	23,8	
		XI										
		XII										

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите на [страницу активации](#).

Сохранить

Рис. 6.70. Сводная таблица

Для введенных характеристик грунтов можно построить графики:



6.12.3. Конвертация литологической колонки от типа поведения по П.Робертсону к ИГЭ из сводной таблицы

Предполагается передача разбиения литологической колонки в соответствии с ИГЭ разрезом для построений вариограмм методом Кригинга.

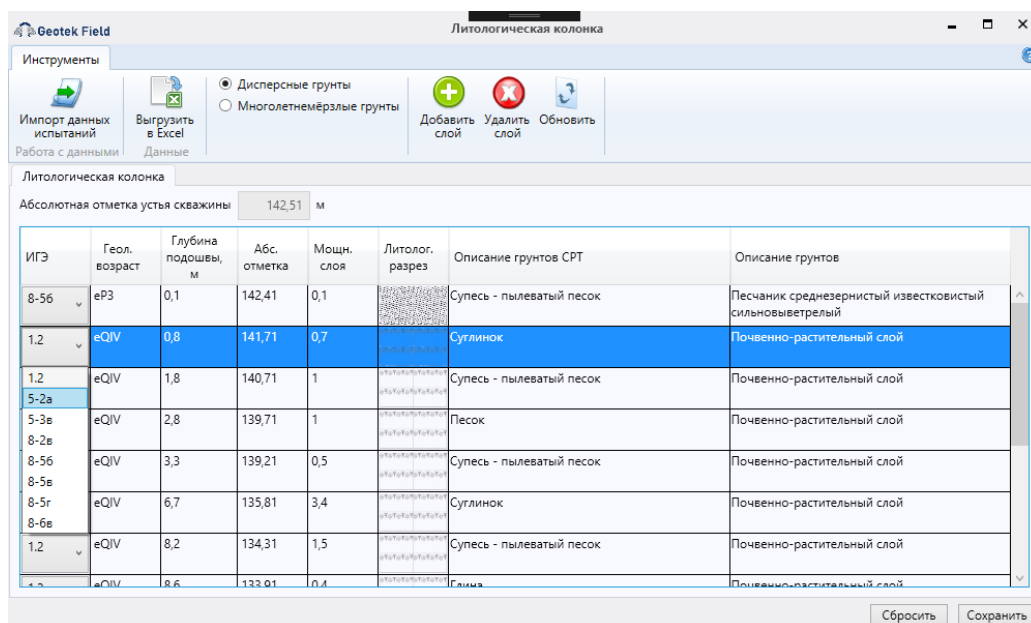


Рис. 6.71. Привязка ИГЭ к слою грунта по П.Робертсону

По умолчанию количество слоёв соответствует количеству слоёв определенных по П.Робертсону. Очевидно, что они не будут совпадать с классической литологией (ГОСТ 25100).

На данном этапе предполагается ручная донастройка кнопками «Добавить слой» и «Удалить слой». Назначение ИГЭ к слою выполняется в колонке ИГЭ, выбрав соответствующее значение в выпадающем списке.

Окно можно найти на форме ввод данных кнопка «Литологическая колонка».

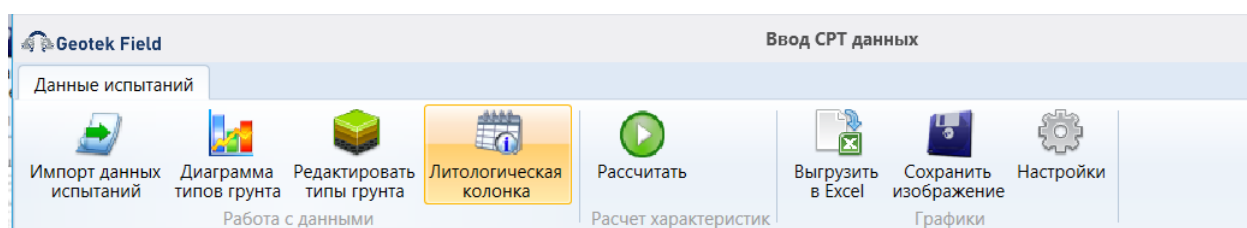


Рис. 6.72. Выбор модуля «Литологическая колонка»

6.13. Формирование отчета

«Выбор параметров графического отчета» открывает окно «Настройки отчета», которая позволяет выбрать необходимые страницы отчета и их содержимое.

«Графический отчет» служит для формирования отчета с текущими настройками.

«Выбор параметров для печати» открывает окно «Настройки», где можно настроить параметры печатной формы отчетов.

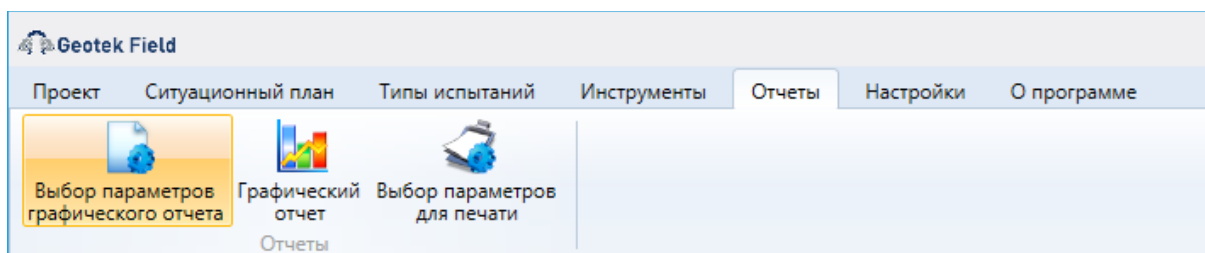


Рис. 6.73. Вкладка «Отчеты»

В окне «Настройки отчета» имеются вкладки «Статическое зондирование», «Динамическое зондирование» и «Буровое зондирование».

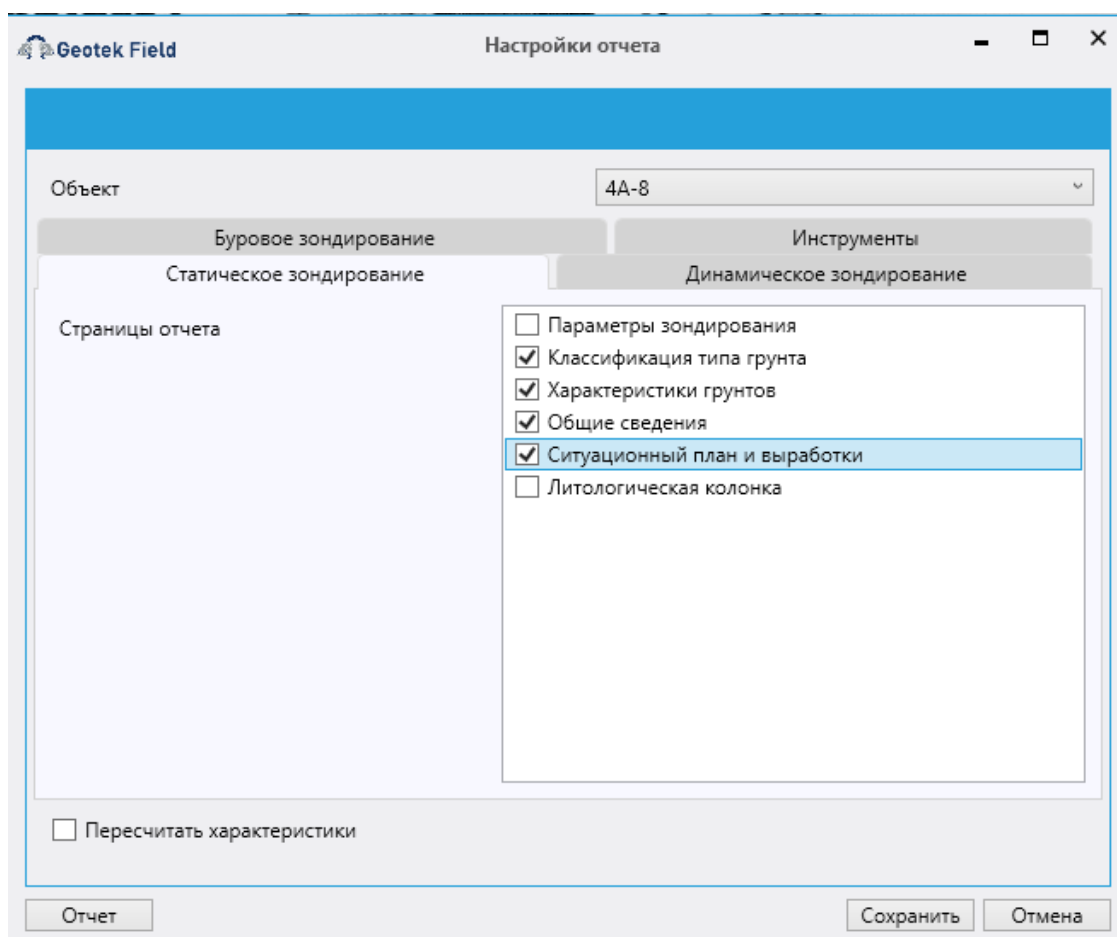


Рис. 6.74. Настройки отчета

После выбора интересующих пунктов «галкой» следует нажать кнопку «Отчет» либо перейти на вкладку «Отчеты» главного окна и нажать кнопку «Графический отчет».

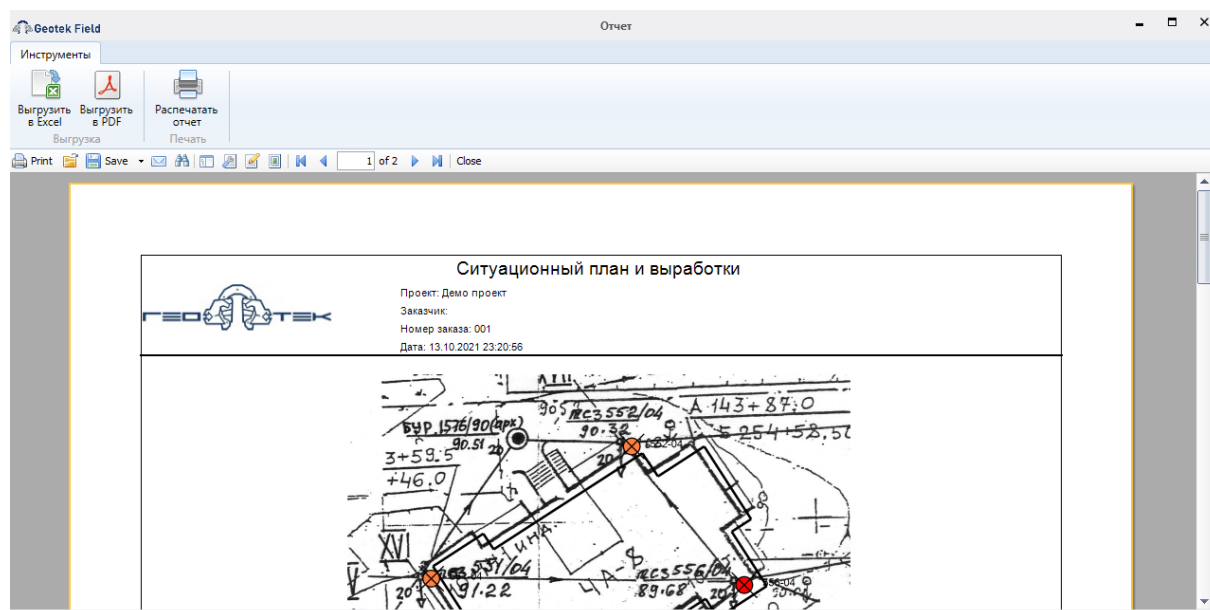


Рис. 6.75. Формирование отчета

Окно позволяет просмотреть все страницы отчета, распечатать их или выгрузить в excel или pdf файл. Отчет может содержать страницы:

Параметры зондирования - содержит значения основных параметров зондирования в графическом и табличном виде

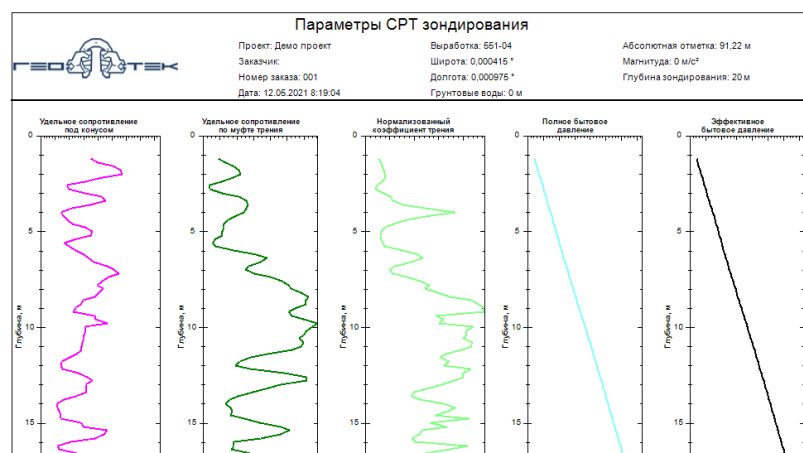


Рис. 6.76 (начало). Страница отчета «Параметры зондирования»

Глубина, м	qс, МПа	fs, кПа	Отклонение, °	Температура, °С
1,2	3,5	18,33	0	0
1,4	4,07	26,67	0	0
1,6	5,1	36	0	0
1,8	5,6	42,67	0	0
2	5,77	45,33	0	0
2,2	4,33	35,67	0	0
2,4	3,13	22	0	0

Рис. 6.77 (окончание). Страница отчета «Параметры зондирования»

Параметры и классификация – содержит параметры динамического зондирования в графическом и табличном виде, а также диаграмму типов грунта.

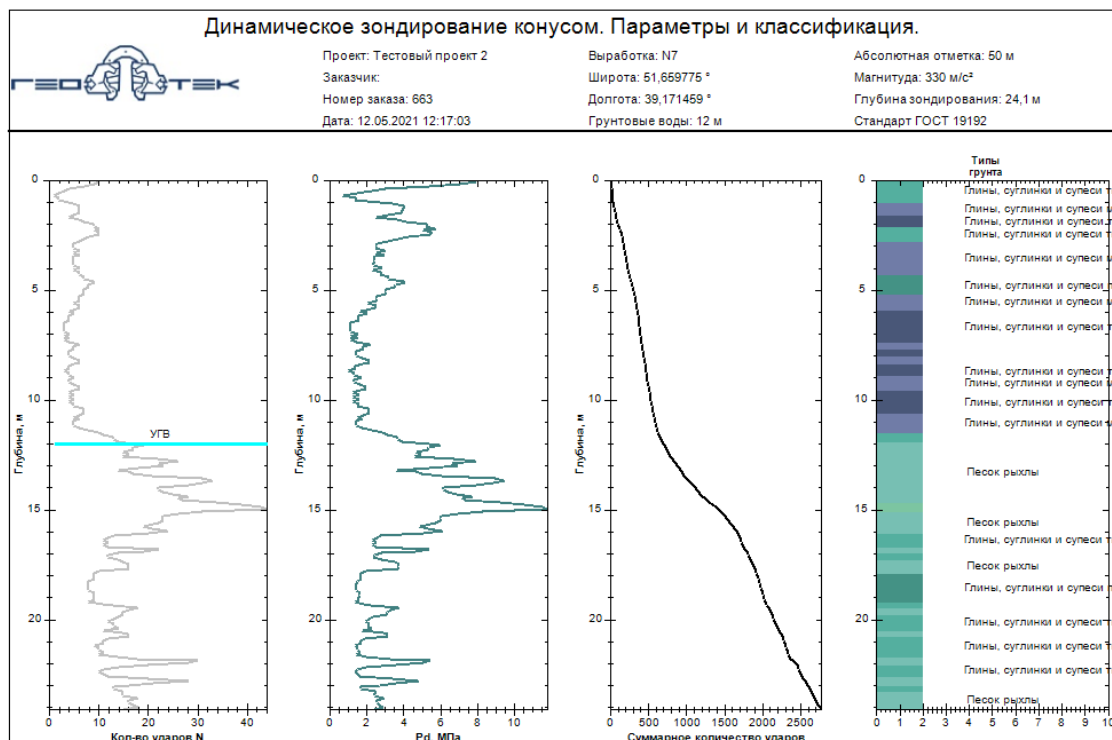


Рис. 6.78. Страница отчета «Динамическое зондирование конусом. Параметры и классификация.»

Глубина, м	N	K ₁	K ₂	Pd, МПа	NSPT	Скорость погружения, см/с	Отклонение, °	Крутящий момент, Нсм
0,1	10	0,651	1,087	7,927	12	0	0	0
0,2	9	0,647	1,078	7,033	10,8	0	0	0
0,3	7	0,644	1,068	5,392	8,4	0	0	0
0,4	4	0,641	1,058	3,037	4,8	0	0	0
0,5	3	0,637	1,049	2,245	3,6	0	0	0
0,6	2	0,634	1,039	1,475	2,4	0	0	0

Рис. 6.79. Страница отчета «Параметры и классификация»

Классификация типа грунта – отображаются два вида диаграмм для определения типа грунта по данным статического зондирования, а также профили исходных данных.

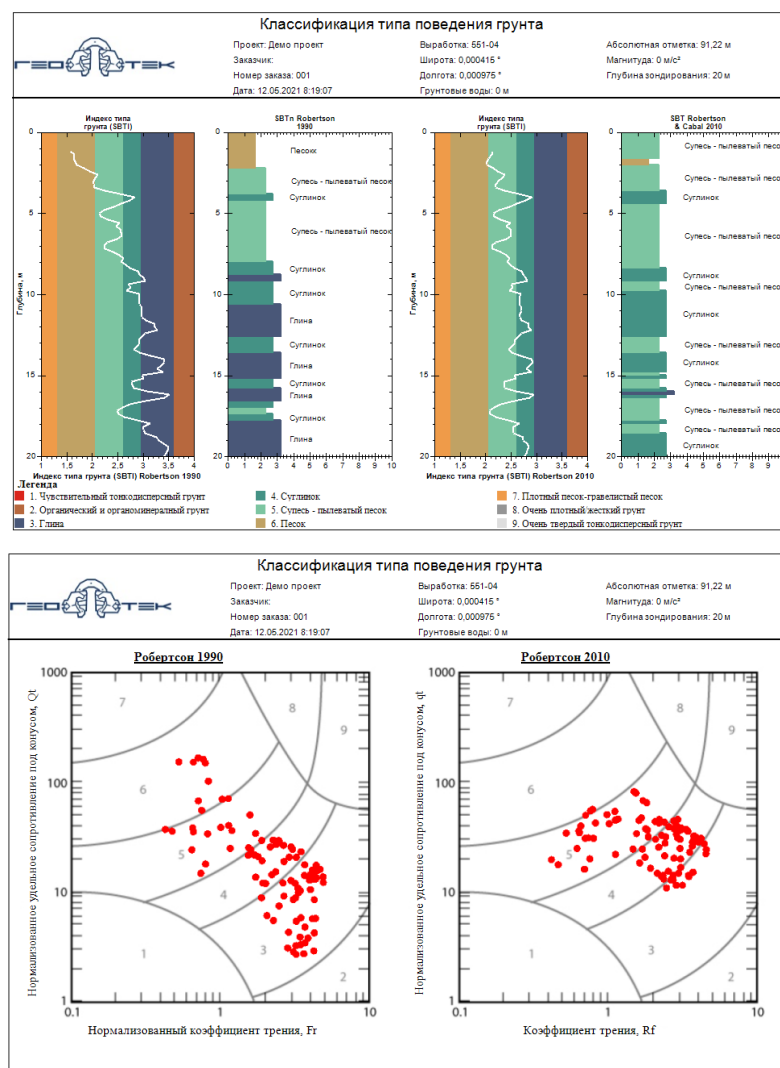


Рис. 6.80. Страница отчета «Классификация типа грунта»

Характеристики типа грунта – отображаются рассчитанные различными уравнениями физико-механические характеристики по данным статического и динамического зондирования.

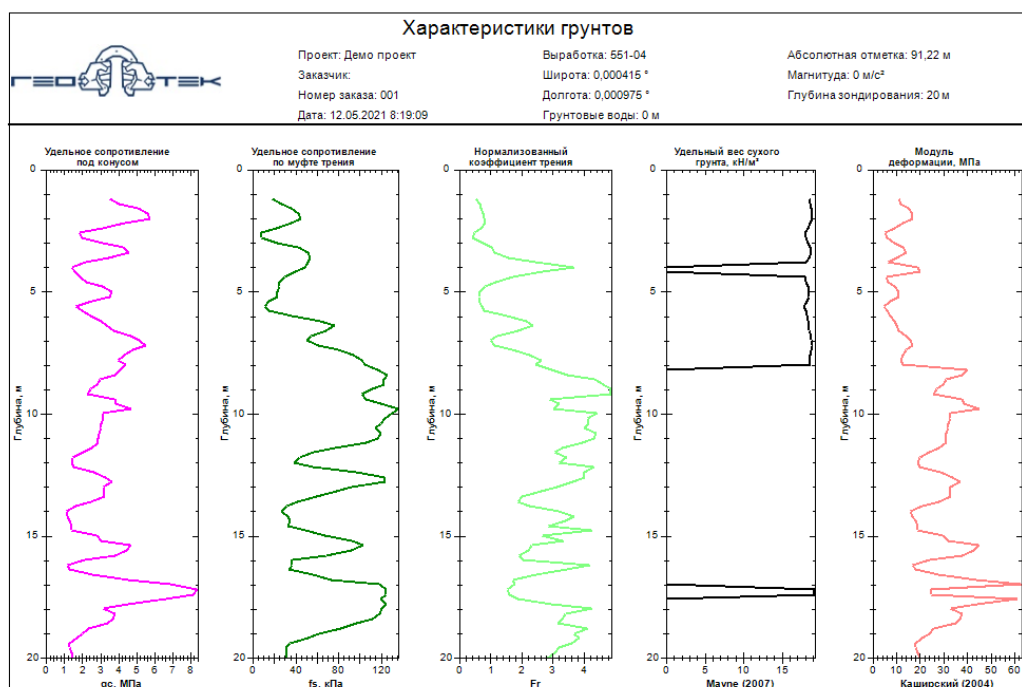


Рис. 6.81. Страница отчета «Характеристики грунтов»

Если уравнение предназначено только для определенных типов грунта (сыпучих или связных), то оно используется только для интервалов глубин, где определены соответствующие типы грунта, остальные интервалы рассчитываются уравнением, выбранным по умолчанию для характеристики, места испытания и типа грунта. Также точками ранее настроенного цвета на графиках отображаются данные лабораторных испытаний.

Общие сведения – эта страница выводит сведения о месте испытания, оборудовании и корреляционных уравнениях. Применима для статического и динамического зондирования.

Общие сведения

Проект: Демо проект
Заказчик:
Номер заказа: 001
Дата: 12.05.2021 8:19:13

Выработка: 563-04
Широта: 0.000278 *
Долгота: 0.001073 *
Грунтовые воды: 0 м

Абсолютная отметка: 90,16 м
Мачитууда: 0 м *
Глубина зондирования: 20 м

Корреляционные уравнения

Проект: Демо проект
Заказчик:
Номер заказа: 001
Дата: 12.05.2021 8:19:13

Выработка: 563-04
Широта: 0.000278 *
Долгота: 0.001073 *
Грунтовые воды: 0 м

Абсолютная отметка: 90,16 м
Мачитууда: 0 м *
Глубина зондирования: 20 м

Параметры оборудования.

Оборудование:	GEOTEK CPT
Тип зонда:	CPT
Площадь поперечного сечения, см ²	12.0
Площадь муфты трения, см ²	120.0
Угол при вершине, °	60.0
Диаметр конуса, мм	38.0
Длина муфты трения, см	15.0
Вес станция, кг	23.0

Характеристика	Уравнение
Давление призрачного уплотнения	Mayne (1994)
Давление призрачного уплотнения	Mayne et al., (1998)
Коэффициент Пуассона	Коэффициент Пуассона
Коэффициент Пуассона	СП 23.13330.2011
Коэффициент бокового давления	Kulhavy & Mayne (1990)
Коэффициент бокового давления	Mayne (2001)
Коэффициент бокового давления	Mayne (2005)
Модуль деформации	Капирский (2004)
Модуль деформации	Металников (2015)
Модуль деформации	СП 47.13330-2012
Надрезовая прочность	Levanquas et al. (2007)
Надрезовая прочность	Selman et al. (1982)
Одометрический модуль деформации	Kulhavy & Mayne (1990)
Показатель текучести	СП 47.13330-2012
Силы удельного сжатия	СП 47.13330-2012
Скорость поперечных волн	Mayne & Rix (1995)
Угол внутреннего трения	Kulhavy & Mayne (1990)
Угол внутреннего трения	Mayne (2005)
Угол внутреннего трения	Robertson and Campanella (1983)
Угол внутреннего трения	Uselli et al. (2013)
Угол внутреннего трения	СП 47.13330-2012
Удельный вес сухого грунта	Mayne (2007)
Упрутот модуль деформации	Модуль упругости
Упрутот модуль сдвига	Rix & Stokes (1991)
Упрутот модуль сдвига	Schmid et al. (2004)
Чувствительность грунта	Rad & Lunne (1986)

Рис. 6.82. Страница отчета «Общие сведения»

Ситуационный план и выработки – отображает ситуационный план и информацию о местах испытания. Включает данные статического и динамического зондирования.

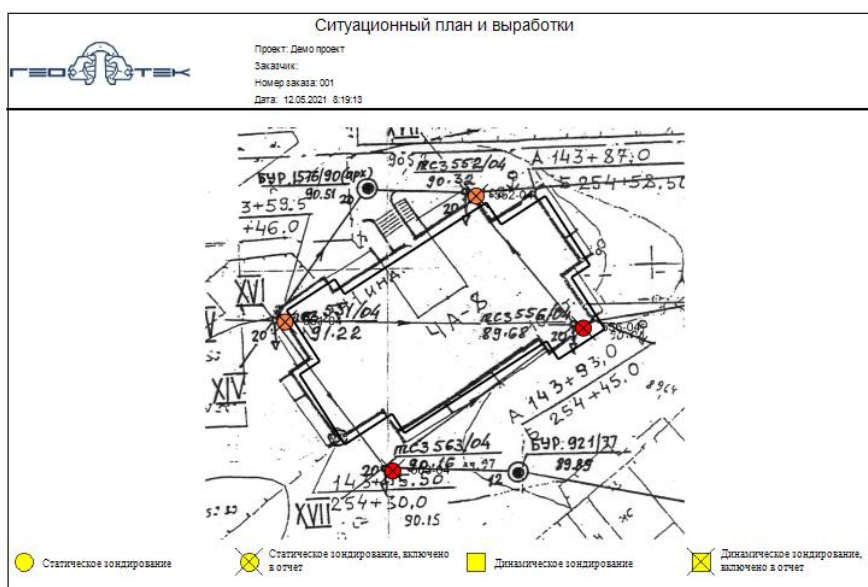


Рис. 6.83 (начало). Страница отчета «Ситуационный план и выработки»

Места испытаний.					
 Проект: Демо проект Заказчик: Номер заказа: 001 Дата: 12.05.2021 8:19:14					
Номер выработки	Координаты (широта °, долгота °)	Высота, м	Глубина испытаний, м	Дата испытаний	Метод испытаний
551-04	0.000415 , 0.000975	91,22	20	07.05.2020 12:36:03	СРТ
552-04	0.000530 , 0.001149	90,32	20	07.05.2020 12:36:15	СРТ
556-04	0.000409 , 0.001247	89,68	20	07.05.2020 12:36:27	СРТ
563-04	0.000278 , 0.001073	90,16	20	07.05.2020 12:36:39	СРТ

Рис. 6.84 (окончание). Страница отчета «Ситуационный план и выработки»

Паспорт испытаний штампом – содержит параметры измерений, кривую нагрузка под штампом – осадка штампа, литологическую колонку, глубину испытаний, эффективные напряжения, модуль деформации.

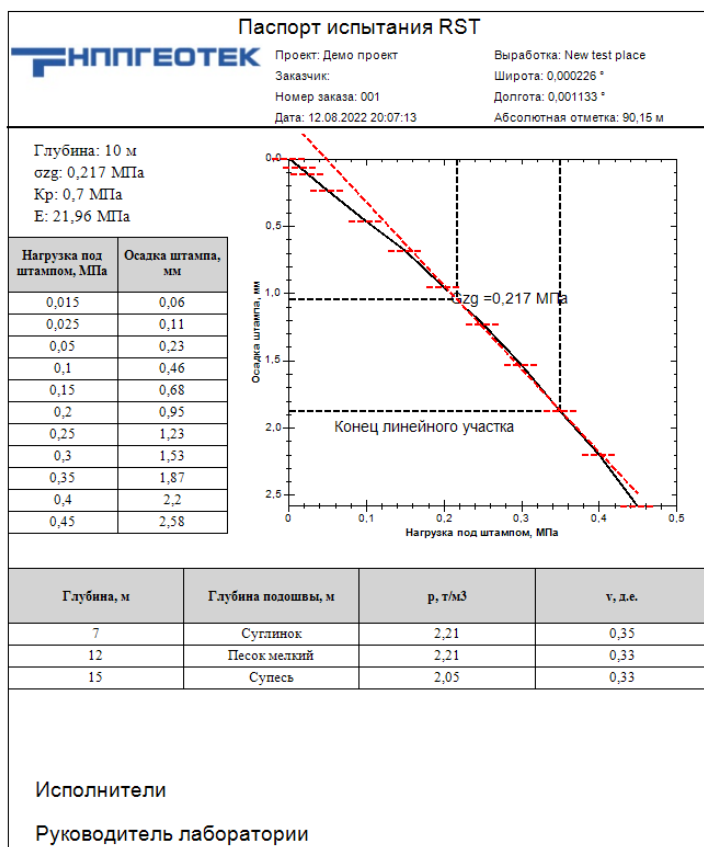


Рис. 6.85 Паспорт штамповых испытаний

Литологическая колонка – отображает таблицу, содержащую информацию о слоях и их основные физико-механические характеристики.

Литологическая колонка												
			Проект: Demo_project 2.0			Выработка: 13			Рельеф: 66 м			
			Заказчик:			Широта: 0.000353 °			Магнитуда: 0 мкс²			
			Номер заказа: 3			Долгота: 0.000114 °			Глубина зондирования: 14,8 м			
			Дата: 02.11.2020 6:51:02			Грунтовые воды: 0 м						
Глубина, м	Абс. отметка	Мощн. слоя	Геол. возраст	Литолог. разрез	Описание грунтов	γ, кН/м³	w, %	E, МПа	φ, град.	c, кПа	IL	Id
2	53	2		14	Супесь - пылеватый песок	10,18	0	7	27	0	0	31
2,4	52,6	0,4		13	Суглинок	18,2	0	8	19	17,84	0,46	0
3,2	51,8	0,8		12	Глина	15,3	0	2,3	13	23,28	0,67	0
9,6	45,4	6,4		18	ил и органический	17,42	0	1	12	22,109	0,56	0
10	45	0,4		12	Глина	17,91	0	5,2	15	27,43	0,49	0
10,4	44,6	0,4		14	Супесь - пылеватый песок	18,12	0	9,1	28	0	0	16
14,4	40,6	4		8	Песок	19,27	0	53	36	0	0	60
14,8	40,2	0,4		8	Супесь - пылеватый песок	20,18	0	36	34	0	0	48

Рис. 6.86. Страница отчета «Литологическая колонка»

7. РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИИ ОСНОВАНИЙ

7.1. Расчет осадки фундаментов

В программе предусмотрена возможность определения осадки фундамента на каждом месте испытаний, средней осадки фундамента/здания, крена фундамента/здания и коэффициента жесткости основания (КЖО). Введена возможность построения диаграммы КЖО и их значений в табличном виде. Для работы с указанными выше функциями программы служит вкладка главного меню программы «Дисперсные грунты».

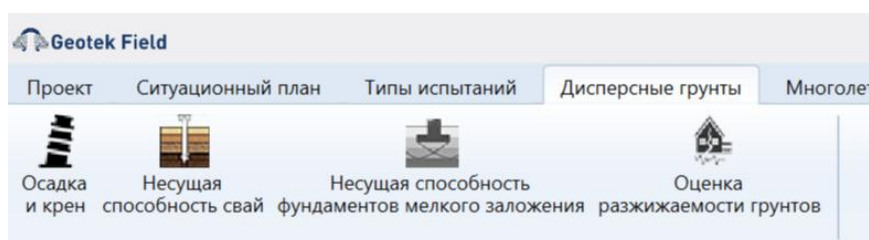


Рис. 7.1. Меню «Дисперсные грунты»

Для начала работы с окном необходимо, чтобы был построен план объекта и заданы его параметры. Для указания параметров необходимо либо выбрать «Ввод данных – Ввод плана объекта», либо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши по объекту на ситуационном плане.

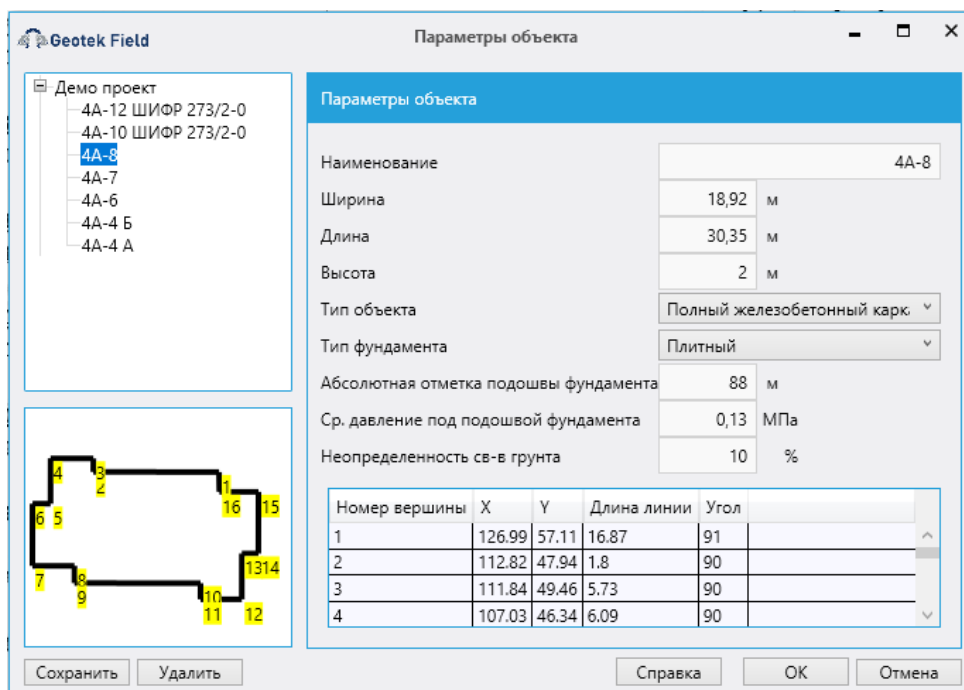


Рис. 7.2. Ввод данных объекта

Ширина и длина фундамента определяются автоматически (как меньший и больший размеры прямоугольника описанного вокруг объекта), необходимо указать

высоту и тип объекта, тип фундамента, глубину заложения фундамента, среднее давление под подошвой фундамента, неопределенность свойств грунта.

Окно для расчета осадки, крена и КЖО имеет следующие области (рис. 7.3): область с объектами и местами испытаний, область с планом объекта, блоки «Метод расчета», «Параметры фундамента», «Результаты расчета», а также 3 вкладки с табличными данными расчетов: вкладки «Осадка», «Крен» и «Коэффициент жесткости основания».

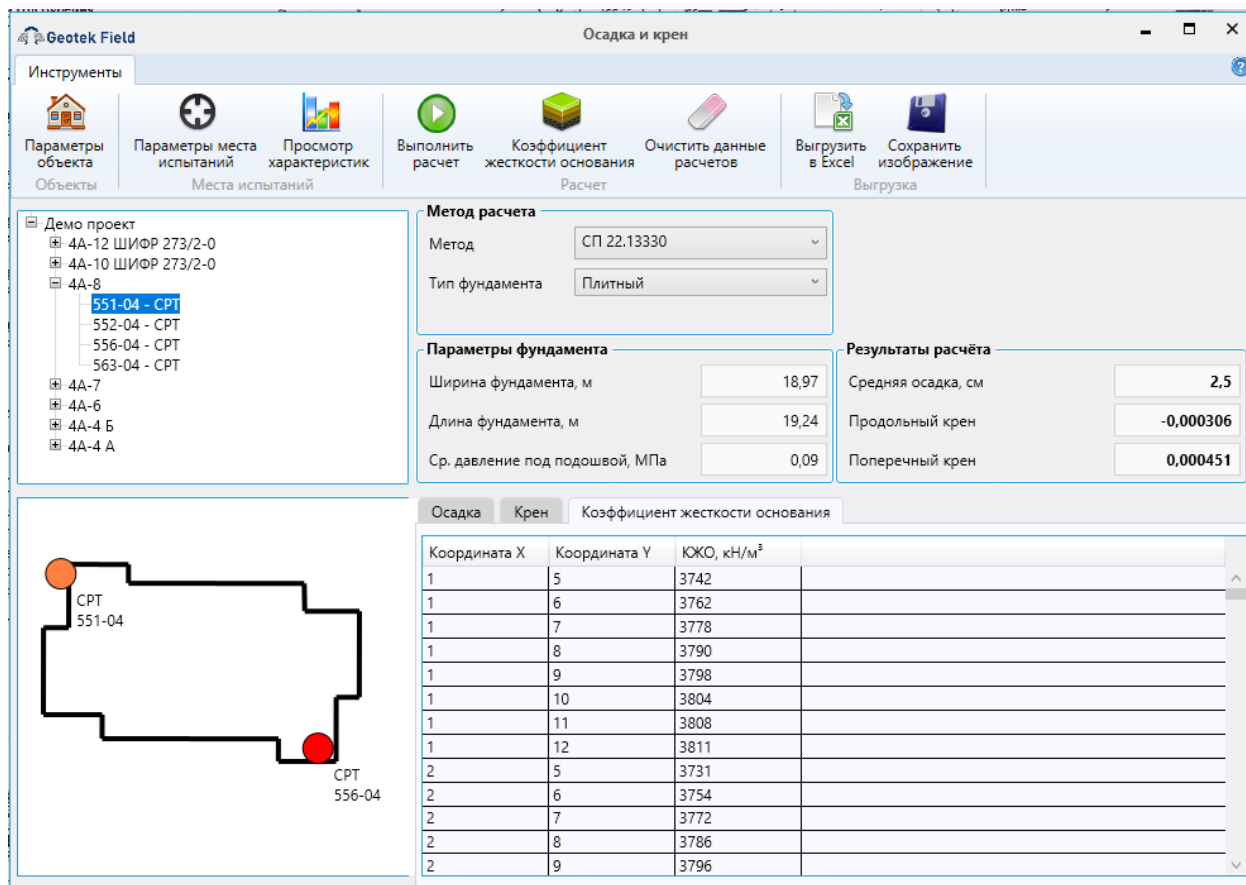


Рис. 7.3. Расчет осадки, крена и КЖО

Слева сверху размещено дерево объектов и мест испытаний. Можно выбрать любой объект проекта или конкретное место испытаний для изменения параметров или просмотра характеристик грунтов.

Слева снизу размещен план объекта с размещенными на нем изображениями мест испытаний и изолиниями КЖО, если ранее производился расчет осадки.

Справа сверху присутствует блок «Метод расчета», где можно настроить параметры расчета. Доступны следующие варианты настроек.

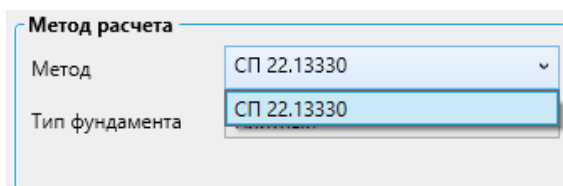


Рис. 7.4. Варианты методов расчета

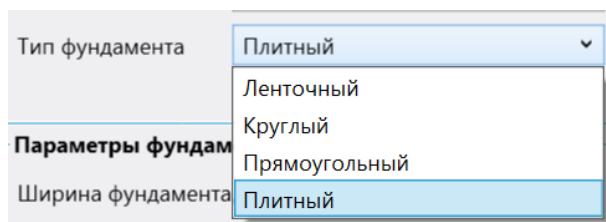


Рис. 7.5. Варианты настроек расчета осадки

Блок «**Параметры фундамента**» – позволяет выбрать тип фундамента.

Кнопка на верхней панели «**Параметры места испытаний**» – позволяет отредактировать параметры мест испытаний, в т.ч. включить их в расчет или исключить из него (параметр «**Включить в окончательный отчет**»). Предварительно нужно выбрать в дереве место испытания.

Кнопка «**Просмотр характеристик**» – показывает профили необходимых для расчета осадки характеристик грунтов, рассчитанных по данным выбранного места испытаний. Для ее работы также сначала требуется выделить место испытаний в дереве.

При расчете осадки обязательно рассчитываются удельный вес грунта и модуль деформации, а при расчете расчетного сопротивления грунта дополнительно вычисляются угол внутреннего трения и силы сцепления.

Для корректного расчета требуется определить для каждого места испытания, присутствующего в расчете для каждой требуемой характеристики грунта для каждого типа грунта корреляционное уравнение по умолчанию. Если какое-либо необходимое уравнение не будет выбрано – программа выдаст соответствующее сообщение.

Кнопка «**Выполнить расчет**» – производит расчет глубины сжимаемой толщи, осадку и крен фундамента, коэффициент жесткости основания и расчетное сопротивление грунта, обновляет данные на вкладках с результатами. В случае если не будет хватать данных для расчета – будут выданы соответствующие сообщения. Например, если давление под подошвой фундамента будет более расчетного сопротивления грунта, то появится следующее сообщение:

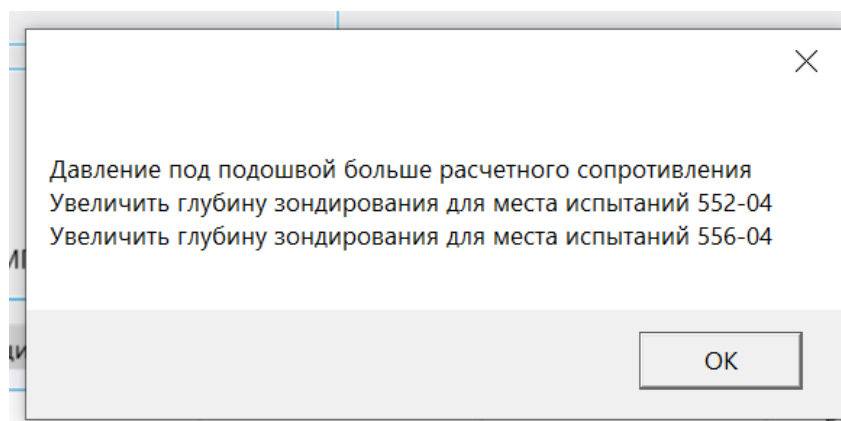


Рис 7.6. Окно сообщения расчета

Второе и третье сообщения говорят о том, что глубина сжимаемой толщи оказалась больше глубины зондирования. В этом случае следует уменьшить давление под подошвой фундамента или увеличить глубину исследований грунтов.

В процессе расчета определяются, в том числе, и табличные значения КЖО (коэффициент постели). Шаг для определения значений можно настроить в «Настройки – Настройки – Вывод – Настройки коэффициента постели – Шаг сетки, м».

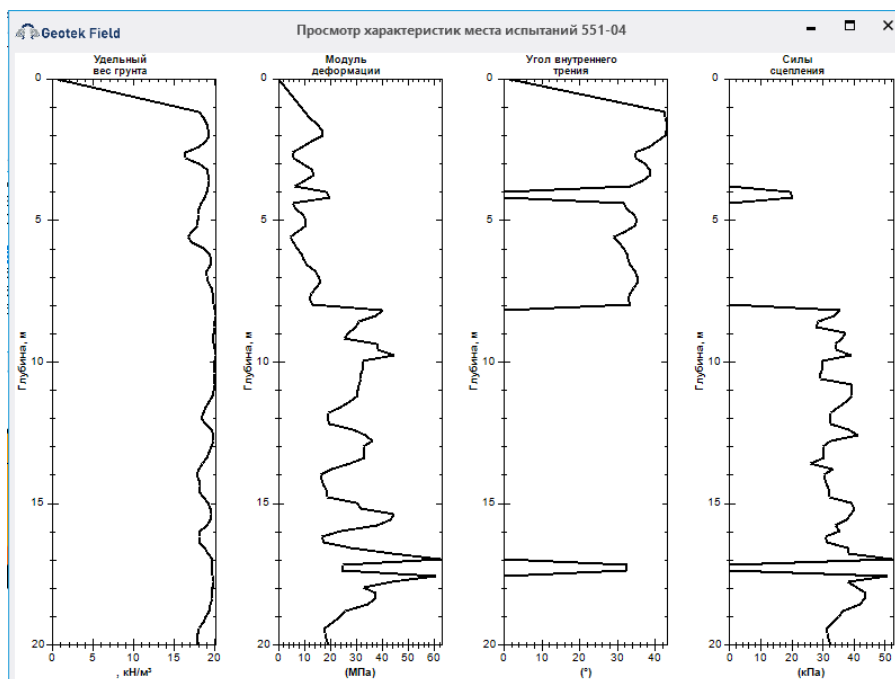


Рис. 7.7. Просмотр характеристик грунтов места испытаний

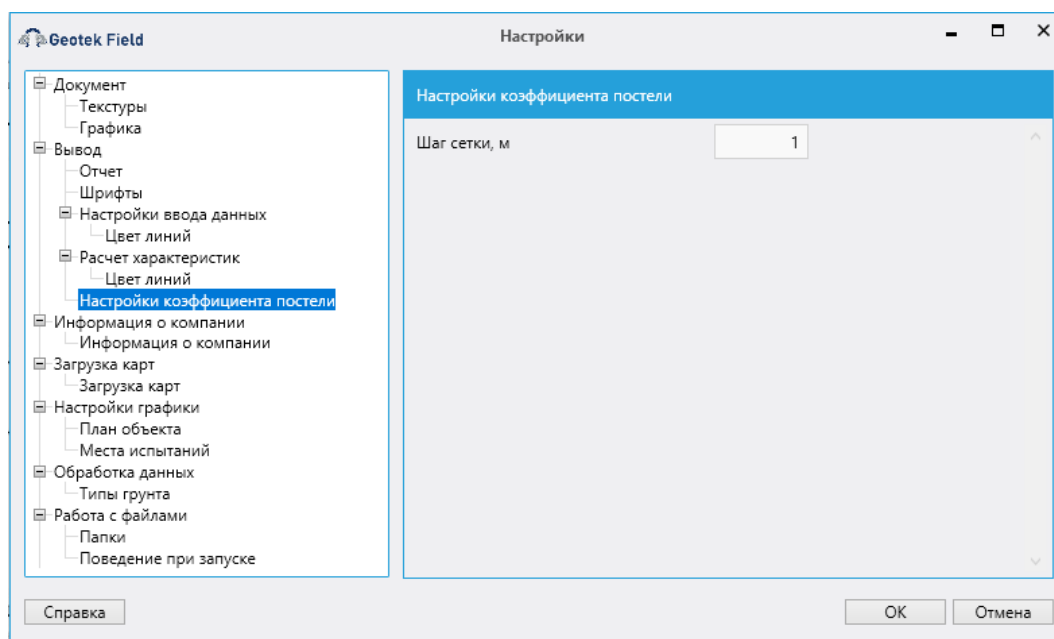


Рис. 7.8. Настройка «Шаг сетки» для определения шага табличных данных КЖО

Очистить данные расчетов – позволяет удалить рассчитанные ранее для объекта значения.

Выгрузить в Excel – выгружает табличные данные в Excel файл.

Сохранить изображение – сохраняет план объекта в окне в графический файл.

Функция «Параметры фундамента» позволяет изменить размеры фундамента и выполнить повторно расчеты.

Параметры фундамента	
Ширина фундамента, м	18,97
Длина фундамента, м	19,24
Ср. давление под подошвой, МПа	0,09

Рис. 7.9. Изменение размеров фундамента

7.2. Расчет коэффициента жесткости основания

Выполняется одновременно с расчетом осадки плитного фундамента. Окно «Коэффициент жесткости основания» открывается по соответствующей кнопке в окне «Осадка и крен» главного меню.

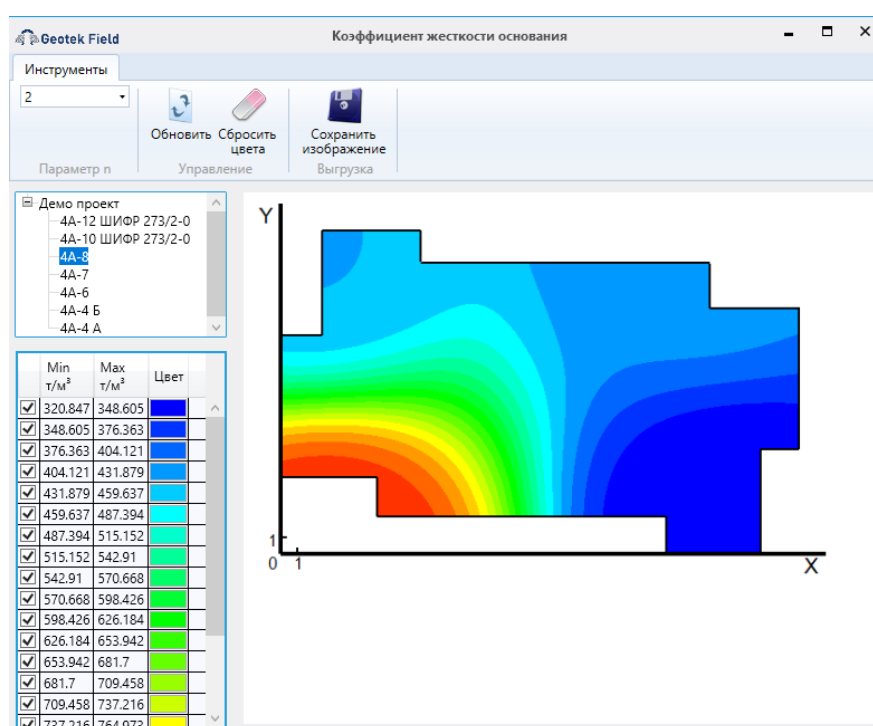


Рис. 7.10. Расчет коэффициента жесткости основания

В левой части окна размещено дерево с объектами проекта и таблица соответствия цвета диапазону значений КЖО.

Справа размещен план объекта с изограммой значений КЖО.

В верхней части есть меню со следующим содержанием:

- выпадающее меню параметр n – определяет значение параметра n функции Шепарда, с помощью которой определяются промежуточные (между местами испытаний) значения коэффициентов жесткости основания.
- Обновить – позволяет обновить изограмму после изменения цветов, диапазонов или параметра n функции Шепарда.
- Сбросить цвета – задает равные диапазоны для цветов от минимального фактического значения КЖО до максимального, а также заменяет цвета на равномерный градиент синий – зеленый – желтый – красный.

- *Сохранить изображение* – сохраняет изображение из окна в графический файл.

При нажатии левой кнопки мыши в поле распределения можно получить значение коэффициента жесткости основания и осадки в конкретной точке

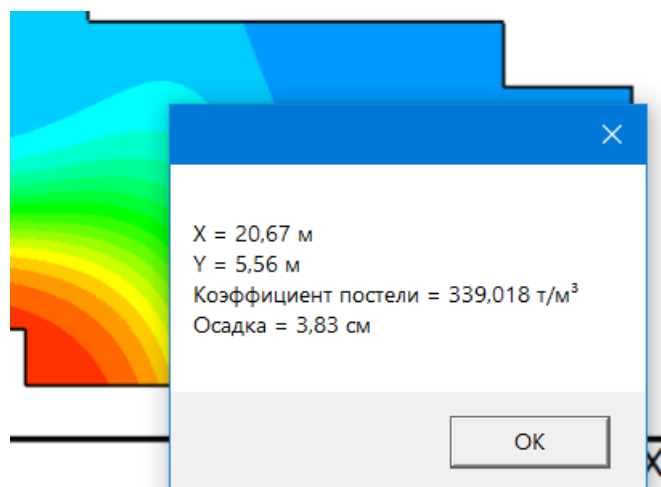


Рис. 7.11. Значение коэффициента жесткости основания в точке

7.3. Формирование отчета

«Выбор параметров графического отчета» открывает окно «Настройки отчета», которая позволяет выбрать необходимые страницы отчета и их содержимое.

«Графический отчет» служит для формирования отчета с текущими настройками.

«Выбор параметров для печати» открывает окно «Настройки», где можно настроить параметры печатной формы отчетов.

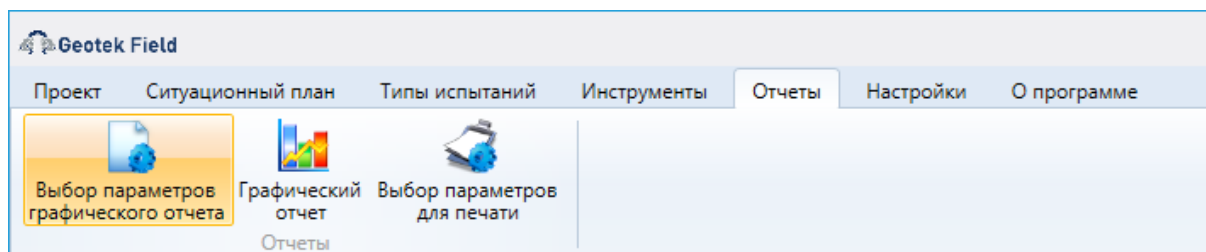


Рис. 7.12. Вкладка «Отчеты»

В окне «Настройки отчета» имеется вкладка «Осадка и крен».

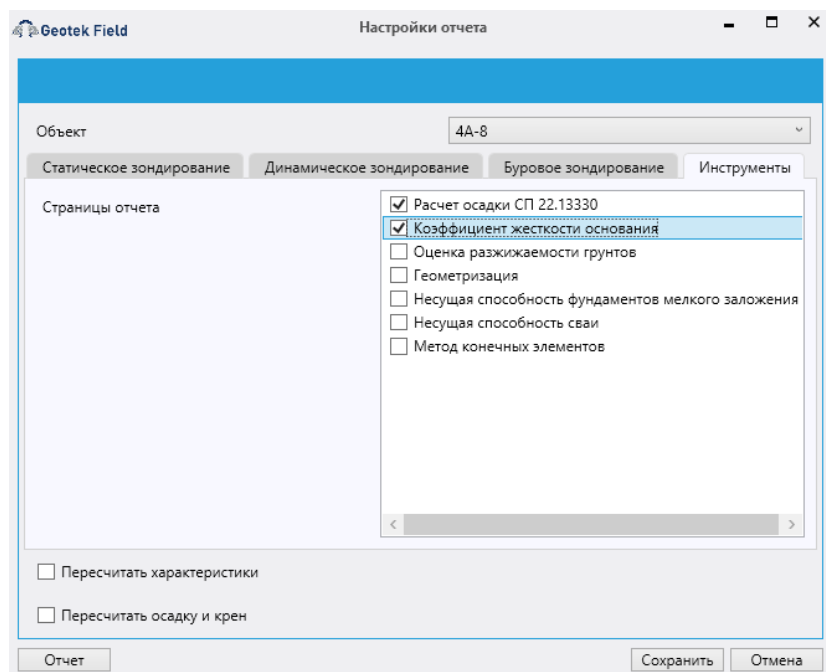


Рис. 7.13. Настройки отчета

После выбора интересующих пунктов «галкой» следует нажать кнопку «[Отчет](#)» либо перейти на вкладку «[Отчеты](#)» главном окне и нажать кнопку «[Графический отчет](#)».

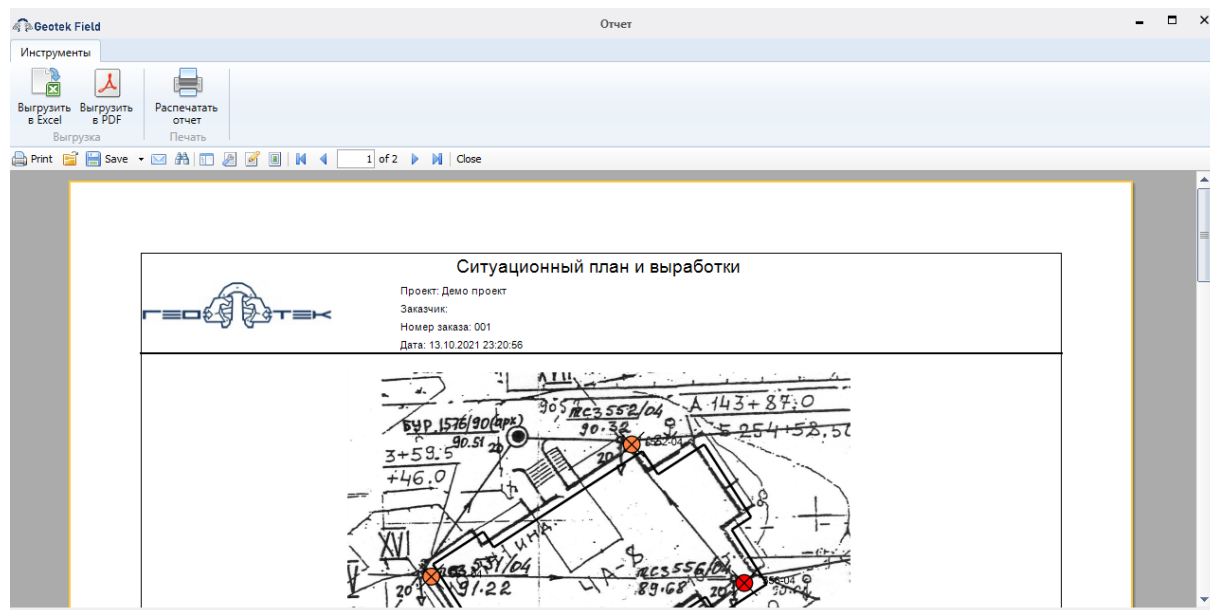


Рис. 7.14. «Отчет»

Окно позволяет просмотреть все страницы отчета, распечатать их или выгрузить в excel или pdf файл. Отчет может содержать страницы:

- *Расчет осадки СП 22.13330* содержит данные об интересующем фундаменте и сводную таблицу результатов расчета для каждой выработки

Расчет осадки СП 22.13330					
		Проект: Демо проект Заказчик: Номер заказа: 001 Дата: 12.05.2021 8:39:10			
Объект		4А-8			
Длина, м		30,35			
Ширина, м		18,92			
Высота, м		2			
Абсолютная отметка подошвы фундамента, м		88			
Среднее давление под подошвой фундамента, МПа		0,13			
Тип объекта		Полный железобетонный каркас			
Тип фундамента		Плитный			
Номер выработки	Глубина испытаний, м	Глубина сжимаемой толщи, м	Осадка, см	Коэффициент жесткости основания, кН/м²	
551-04	20	5,98	3,01	431,57	
552-04	20	6,48	3,13	415,93	
556-04	20	7,12	4,05	320,85	
563-04	20	4,44	1,48	876	
Параметр функции Шепарда	Продольный крен	Поперечный крен	Средняя осадка, см	Допустимый крен	Допустимая осадка, см
1	0.000323	0.000557	1,58	0,002	10
2	0.000418	0.000663	1,38	0,002	10
3	0.000452	0.000681	1,33	0,002	10
4	0.000465	0.000686	1,31	0,002	10

Рис. 7.15. Страница отчета «Общие сведения»

- Коэффициент жесткости грунта – содержит изограмму жесткости под плитой интересующего фундамента и таблицу численных значений.

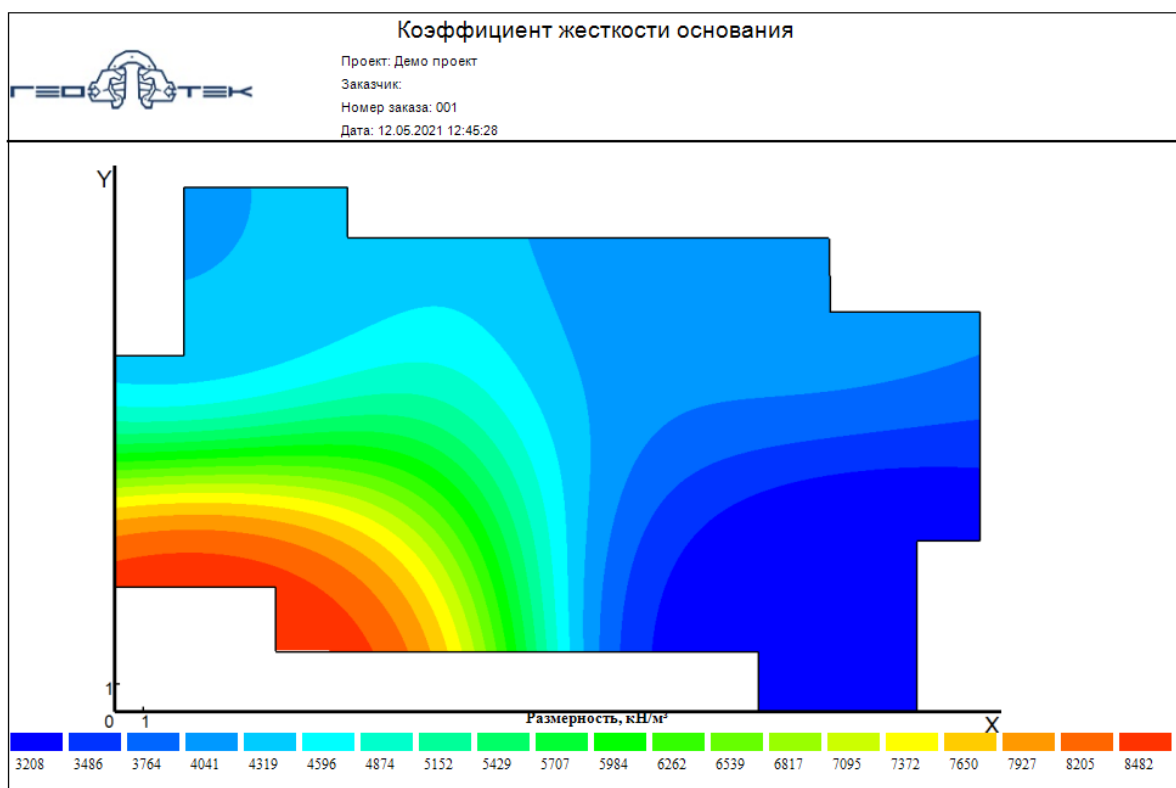


Рис 7.16. Страница отчета «Коэффициент жесткости основания»

Координата X, м	Координата Y, м	Коэффициент жесткости основания, кН/м²
1	5	8597
1	6	8370
1	7	7926
1	8	7201
1	9	6287
1	10	5441
1	11	4861

Рис. 7.17. Страница отчета «Коэффициент жесткости основания»

8. НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СВАЙ

Данный модуль предназначен для оценки несущей способности свай различного типа. Для работы с модулем необходимо перейти во вкладку «Дисперсные грунты» и выбрать значок «Несущая способность свай».

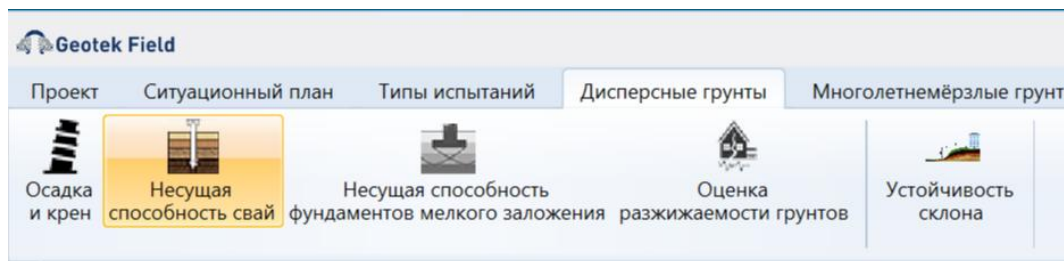


Рис. 8.1. Расчет несущей способности свай

Нажав на соответствующую кнопку, открываем окно, на котором показано дерево объекта со всеми выработками, а также настройки:

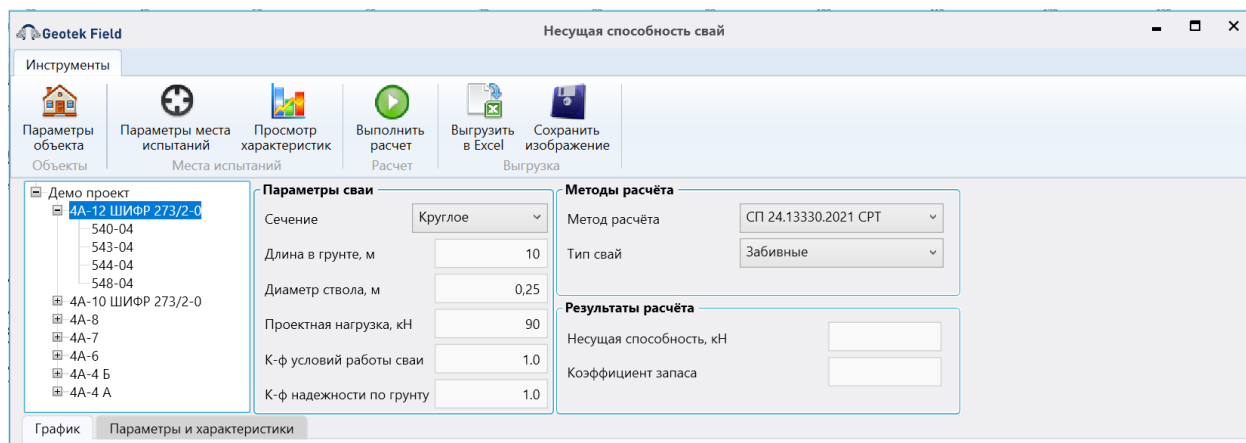


Рис. 8.2. Выбор места определения несущей способности сваи

Если в дереве не выбрать выработку, то программа выдаст следующее замечание:

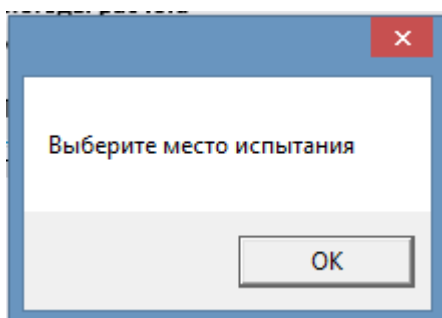


Рис. 8.3. Сообщение о выборе места испытания

Для успешного расчета необходимо выбрать выработку и соответствующие настройки.

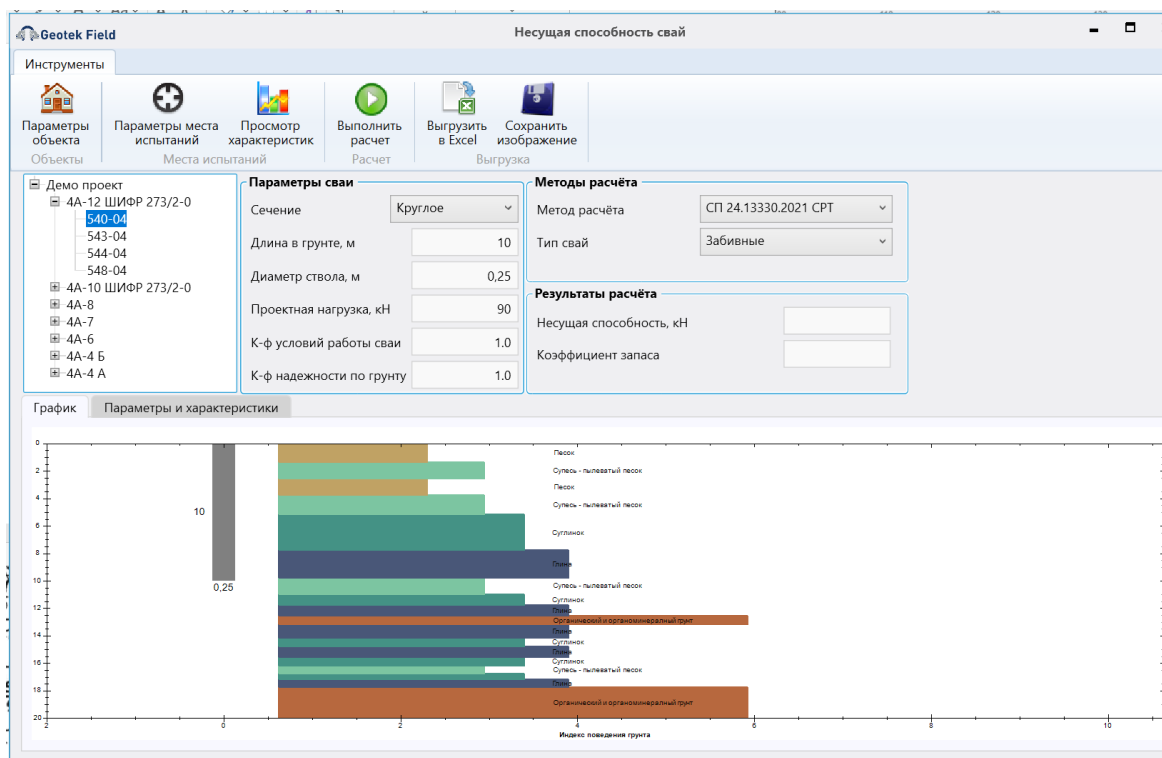


Рис. 8.4. Выбор метода расчета и параметров сваи

8.1. Выбор типа и метода расчета сваи

Параметры сваи. Здесь задаются длина сваи, ее диаметр, проектная нагрузка в кН, а также выбирается ее сечение: квадратное или круглое. По умолчанию стоит круглое сечение. Если выбран квадратный тип сваи, то в параметрах добавляются ширина и высота поперечного сечения сваи.

Параметры сваи	
Сечение	Круглое
Длина в грунте, м	10
Диаметр ствола, м	0,25
Проектная нагрузка, кН	90
К-ф условий работы сваи	1.0
К-ф надежности по грунту	1.0

Рис. 8.5. Ввод параметров сваи для круглого сечения

Параметры сваи	
Сечение	Квадратное
Длина в грунте, м	10
Диаметр ствола, м	0,25
Проектная нагрузка, кН	90
К-ф условий работы сваи	1.0
К-ф надежности по грунту	1.0

Рис. 8.6. Ввод параметров сваи для квадратного сечения

Методы расчета несущей способности свай. В программе представлены следующие методы расчета:

- API (2005)
- Евросоюз (EN 1979-2)
- Fugro (2005)
- LCPC (Bustamante & Gianeselli, 1982)
- Schmertmann (1978)
- de Ruiter & Beringen (1979)
- UWA (2005)
- СП 24.13330.2021

The image shows two parts of a software window. Part (a) is a settings panel titled 'Методы расчёта' (Calculation Methods). It has two sections: 'Метод расчёта' (Calculation Method) and 'Тип свай' (Pile Type), both with a dropdown menu set to 'СП 24.13330.2021 CPT'. Below this is a 'Результаты расчёта' (Calculation Results) section with two rows: 'Несущая способность, кН' (Bearing Capacity, kN) set to 'EN 1997-2' and 'Коэффициент запаса' (Safety Factor) set to 'API'. Part (b) shows the same 'Результаты расчёта' section with numerical values: 'Несущая способность, кН' is 658,51 and 'Коэффициент запаса' is 7,32.

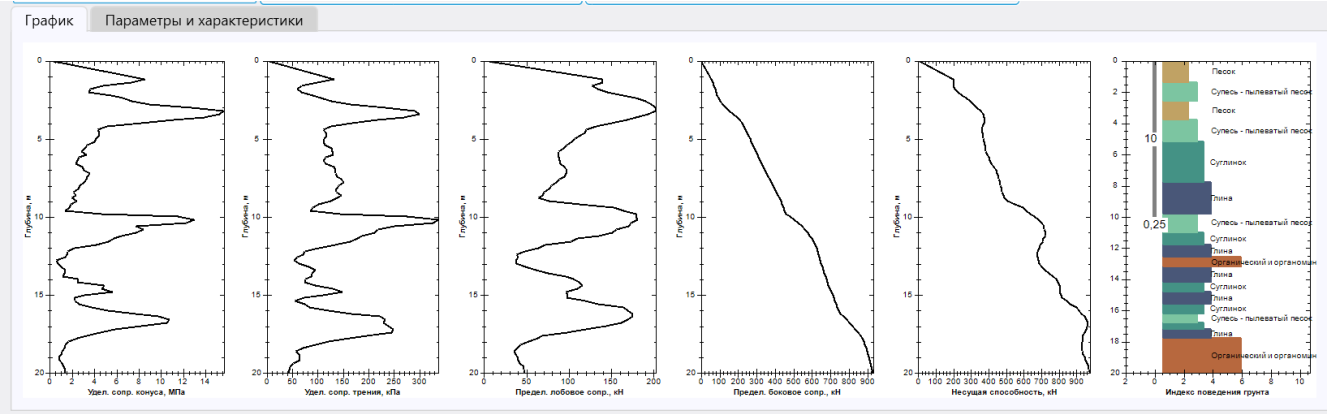
Рис. 8.7. Выбор метода расчета и типа свай (а) и результаты расчета (б)

Некоторым методам для расчета несущей способности свай кроме q_c и f_s , определяемых по результатам статического зондирования, могут понадобиться c_u , l_L , φ , определяемые корреляционными уравнениями, выбранными по умолчанию (см. п. 6.3. рисунок 6.20). Подробнее о каждом методе смотрите «Теоретическое руководство» глава 10.

Результаты расчета. В данном разделе окна показаны данные расчетов.

8.2. Графическое представление

В нижней части окна, справа графически отображен тип грунта в выбранной выработке и проектируемая свая. Здесь же приведены профили параметров зондирования, предельного лобового сопротивления, предельного бокового сопротивления и профиль несущей способности свай. Также на вкладке «**Параметры и характеристики**» можно увидеть параметры зондирования на выбранной выработке, тип поведения грунта и результаты расчетов.



а)

График Параметры и характеристики							
Глубина, м	qc, МПа	fs, кПа	Тип грунта	SBTp	R, кН	F, кН	Несущая способность, кН
1.2	8.55	132.67	Песок	1.88	140	57	197
1.4	7.33	98	Песок	1.9	140	64	204
1.6	4.77	68.33	Супесь - пылеватый пё	2.07	127	70	197
1.8	3.63	59.67	Супесь - пылеватый пё	2.22	134	75	209
2	3.5	67.67	Супесь - пылеватый пё	2.3	145	80	226
2.2	5.57	90.33	Супесь - пылеватый пё	2.11	165	87	252
2.4	6.6	106.33	Супесь - пылеватый пё	2.07	179	95	273
2.6	7.37	127.33	Супесь - пылеватый пё	2.07	190	104	294
2.8	8.97	165.67	Песок	2.04	197	116	313
3	12.77	234	Песок	1.94	202	133	335
3.2	15.63	292	Песок	1.9	202	154	355
3.4	15.27	300	Песок	1.94	193	175	369
3.6	13.87	269	Песок	1.97	179	195	374

б)

Рис. 8.8. Графическое представление результатов расчета (а) и результаты вычислений (б)

8.3. Формирование отчета

«Выбор параметров графического отчета» открывает окно «Настройки отчета», которая позволяет выбрать необходимые страницы отчета и их содержимое.

«Графический отчет» служит для формирования отчета с текущими настройками.

«Выбор параметров для печати» открывает окно «Настройки», где можно настроить параметры печатной формы отчетов.

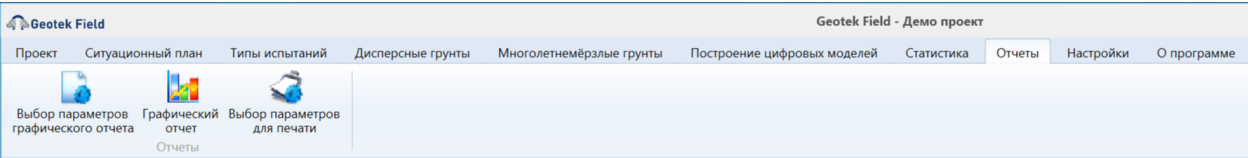


Рис. 8.9. Вкладка «Отчеты»

В окне «Настройки отчета» в разделе «Инструменты» имеется вкладка «Несущая способность сваи».

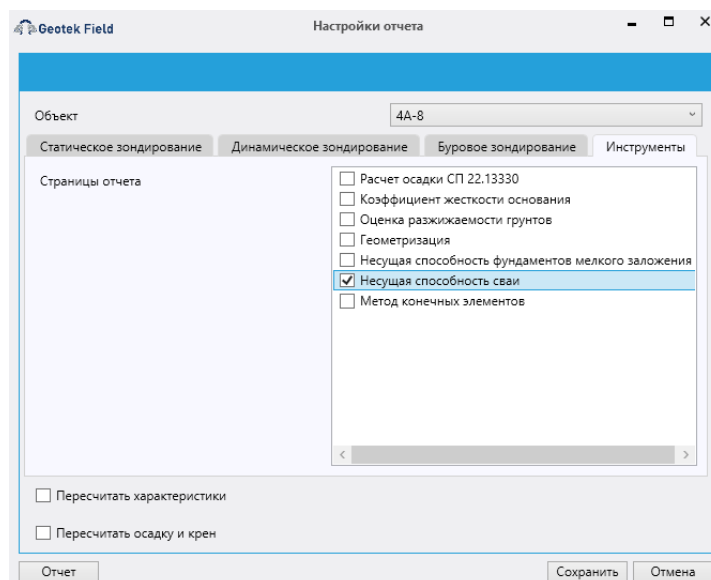


Рис. 8.10. Настройки отчета

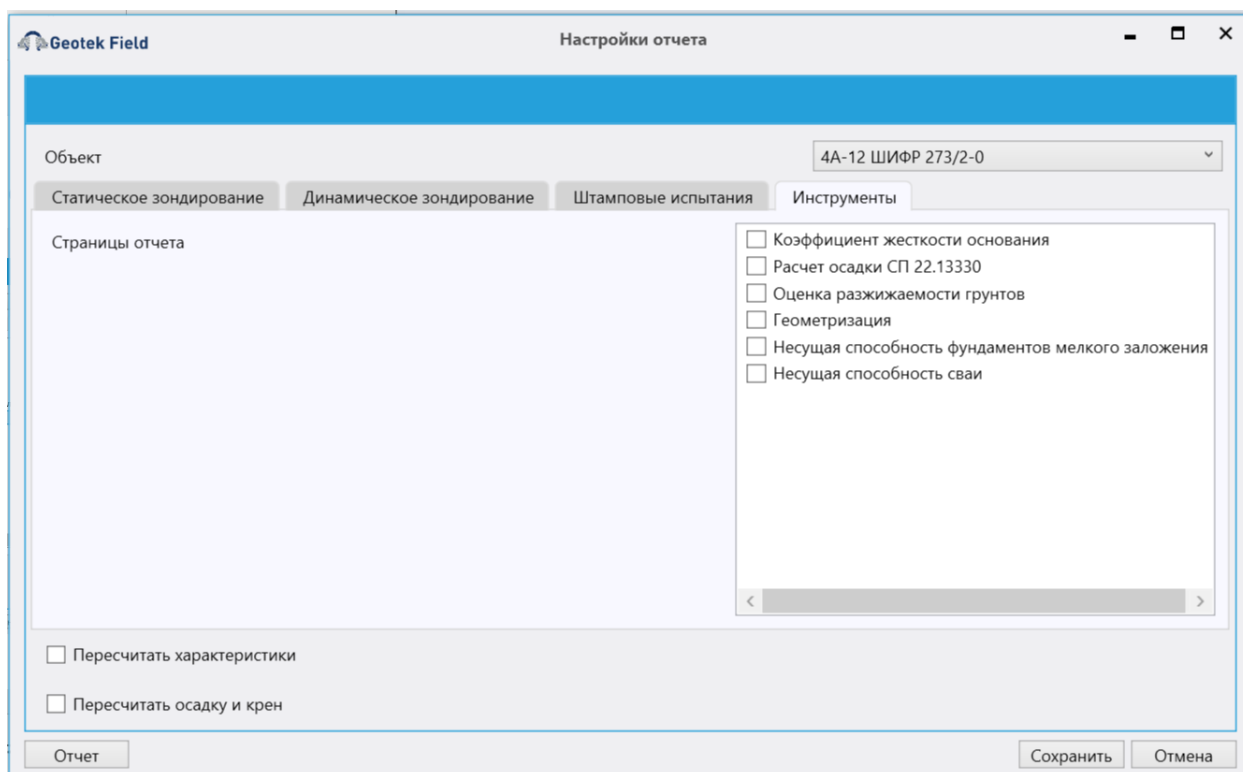


Рис. 8.11. Настройки отчета

После выбора интересующих пунктов «галкой» следует нажать кнопку «**Отчет**» либо перейти на вкладку «**Отчеты**» главного окна и нажать кнопку «**Графический отчет**».

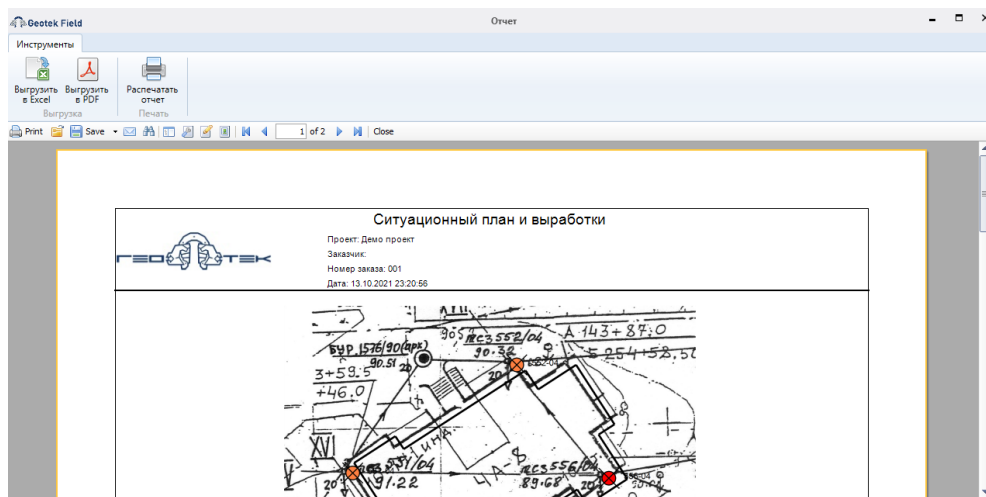


Рис. 8.12. «Отчет»

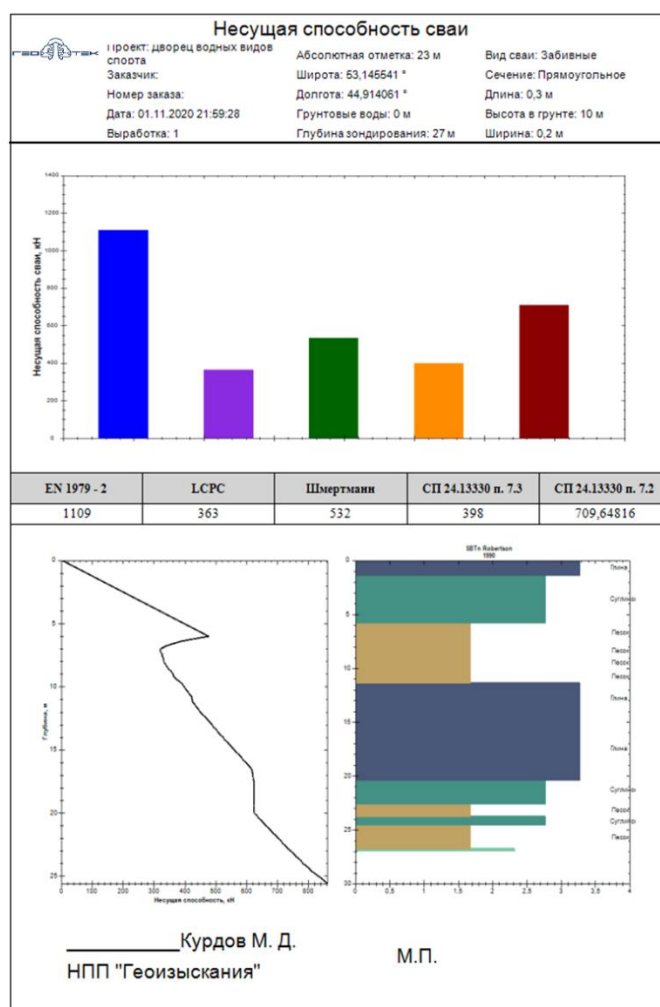


Рис. 8.13. Страница отчета «Несущая способность свай»

Окно позволяет просмотреть все страницы отчета, распечатать их или выгрузить в excel или pdf файл. Отчет содержит столбчатую диаграмму и таблицу несущей способности по основным методам, профиль несущей способности согласно последнему расчету в окне рис. 8.4.

9. НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ФУНДАМЕНТОВ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

9.1. Расчет несущей способности

Данный модуль предназначен для оценки несущей способности фундаментов мелкого заложения. Для работы с модулем необходимо перейти во вкладку **Инструменты** и выбрать значок «Несущая способность фундаментов мелкого заложения».

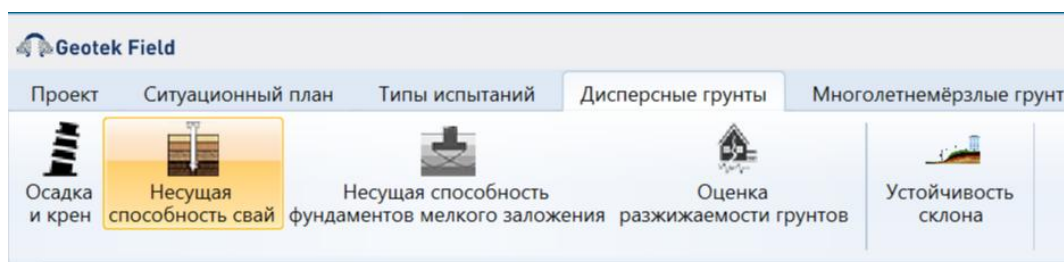


Рис. 9.1. Расчет несущей способности фундаментов мелкого заложения

Окно расчета несущей способности фундаментов мелкого заложения имеет 5 областей.

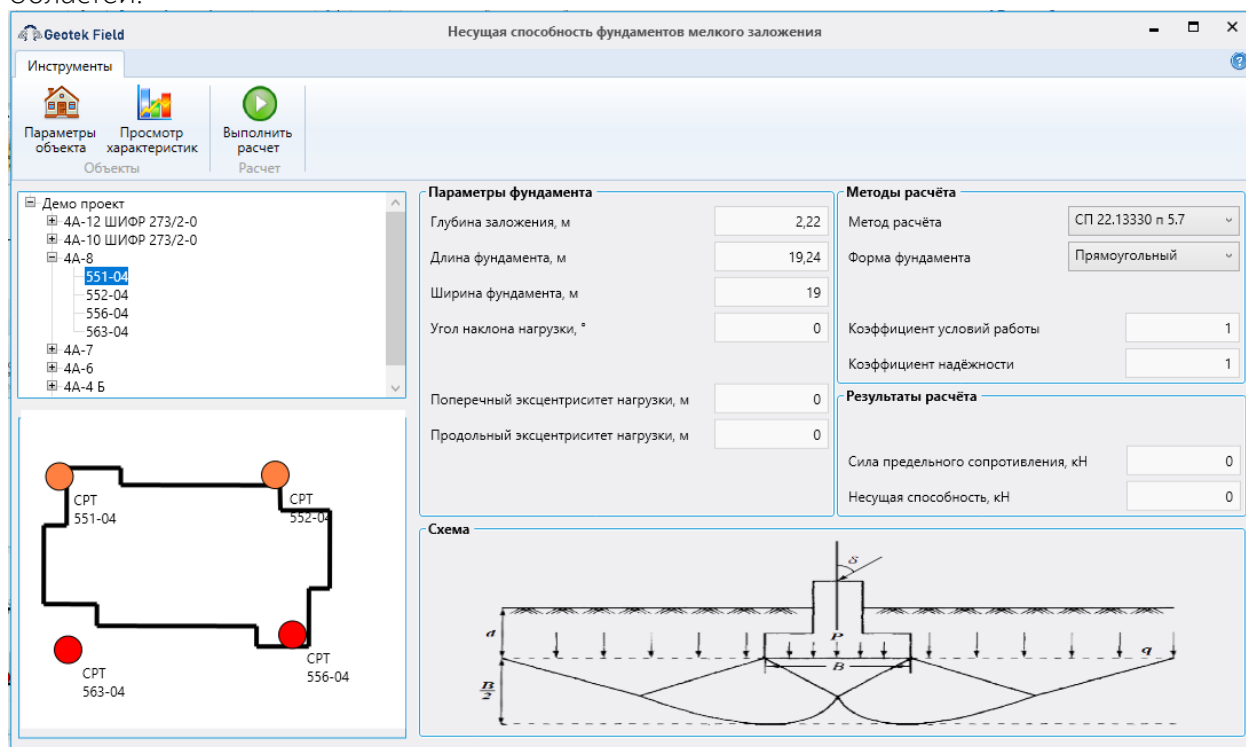


Рис. 9.2. Расчет несущей способности фундаментов мелкого заложения

Слева сверху размещено дерево объектов и мест испытаний. Для расчета необходимо выбрать конкретное место испытаний

Слева снизу приведен план объекта с размещенными на нем изображениями мест испытаний.

По центру сверху присутствует блок «**Параметры фундамента**», где можно ввести размеры фундамента. Поля автоматически заполняются при выборе места испытания, в зависимости от объекта, к которому привязано место испытания:

Глубина заложения, м – вычисляется как разница между абсолютной отметкой устья скважины и абсолютной отметкой подошвы фундамента;

Длина фундамента, м – определяется как наибольший размер фундамента в плане;

Ширина фундамента, м – ширина фундамента определяется как наименьший размер фундамента в плане;

Угол наклона нагрузки, ° – угол наклона внешней нагрузки к вертикальной оси;

Поперечный эксцентриситет нагрузки, м – это расстояние между центром приложения нагрузки и центром тяжести фундамента в поперечном направлении;

Продольный эксцентриситет нагрузки, м – это расстояние между центром приложения нагрузки и центром тяжести фундамента в продольном направлении.

Справа сверху находится блок «**Методы расчета**». В модуле представлены следующие методы расчета для прямоугольных или круглых фундаментов:

- Метод Терцаги
- Метод Мейерхофа
- Eurocode 7
- СП 22.13330.2011 п. 5.7

Коэффициент условий работы – поправочный коэффициент, учитывающий влияние специфических условий эксплуатации фундамента на его несущую способность;

Коэффициент надежности – это величина, учитывающая вероятность обеспечения требуемой прочности, устойчивости и долговечности конструкции с учетом возможных неблагоприятных факторов.

Справа сверху находится блок «**Результат расчета**»:

Сила предельного сопротивления, кН – максимальная сила, которую грунт основания фундамента может выдержать перед разрушением или потерей устойчивости.

Несущая способность, кН – предельная нагрузка с учетом коэффициентов условия работы и надежности по ответственности;

Методам расчета несущей способности фундаментов могут понадобиться c_u , I_L , φ , c и др., определяемые корреляционными уравнениями, выбранными по умолчанию (см. п. 6.3, рис. 6.22). Подробнее о каждом методе смотрите «**Теоретическое руководство**», глава 10.

9.2. Формирование отчета

«**Выбор параметров графического отчета**» открывает окно «**Настройки отчета**», которая позволяет выбрать необходимые страницы отчета и их содержимое.

«**Графический отчет**» служит для формирования отчета с текущими настройками.

«**Выбор параметров для печати**» открывает окно «**Настройки**», где можно настроить параметры печатной формы отчетов.

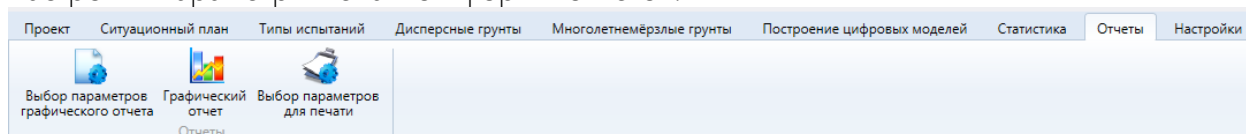


Рис. 9.3. Вкладка «Отчеты»

В окне «Настройки отчета» имеется вкладка «Несущая способность».

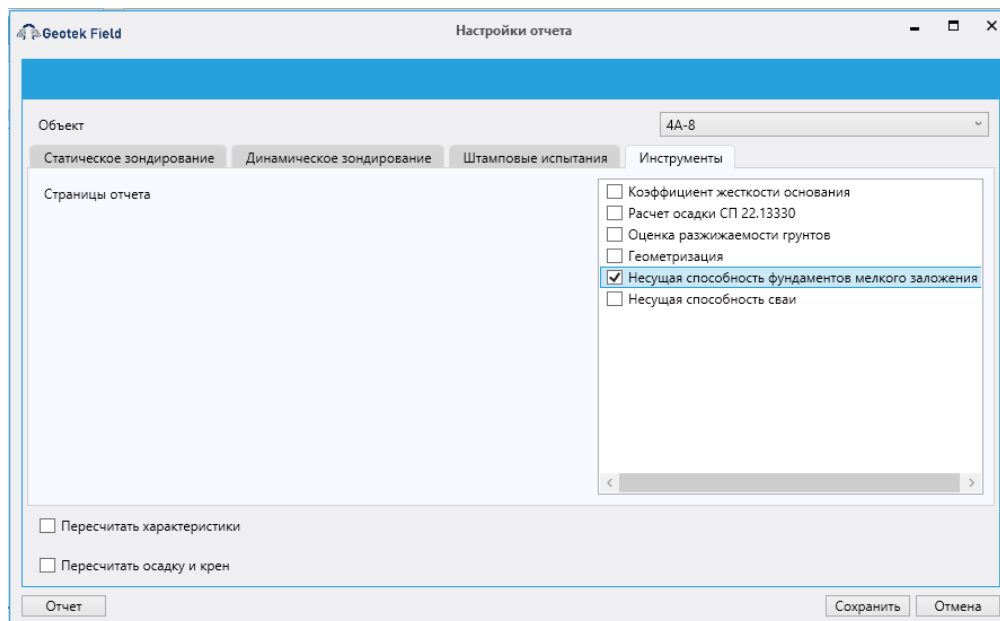


Рис. 9.4. Настройки отчета

После выбора интересующих пунктов «галкой» следует нажать кнопку «Отчет» либо перейти на вкладку «Отчеты» главного окна и нажать кнопку «Графический отчет».

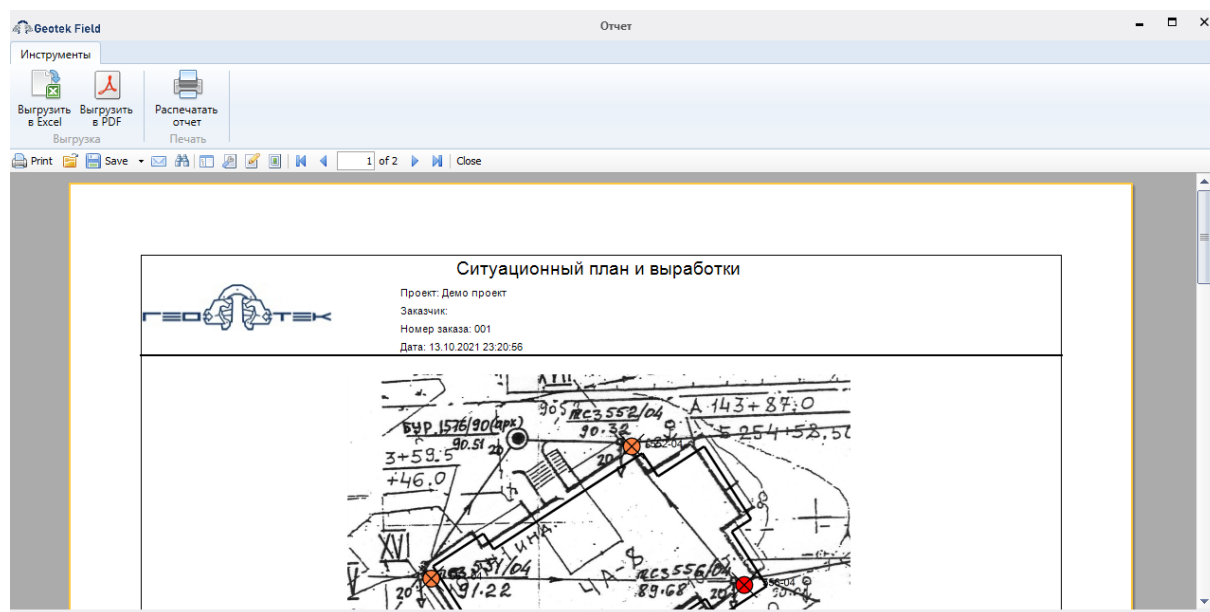


Рис. 9.5. Отчет

Окно позволяет просмотреть все страницы отчета, распечатать их или выгрузить в excel или pdf файл. Отчет содержит столбчатую диаграмму и таблицу несущей способности по основным методам, расчетную схему несущей способности.

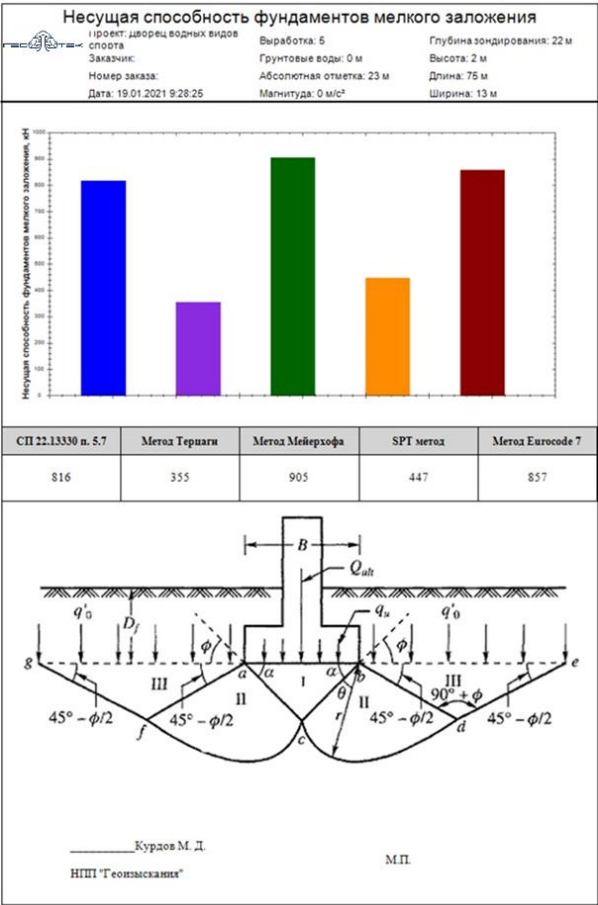


Рис. 9.6. Страница отчета «Несущая способность фундаментов мелкого заложения»

10. МОДУЛЬ «КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ УРАВНЕНИЯ»

10.1. Назначение

Программный модуль «[Корреляционные уравнения](#)» позволяет выполнить статистический анализ данных инженерно-геологических изысканий с целью построения корреляционных уравнений для оценки одних характеристик физико-механических свойств грунтов, прямое определение которых сопряжено со значительными затратами времени, средств или значительными трудностями отбора образцов требуемого качества, по другим характеристикам и/или данным статического или динамического зондирования.

10.2. Структура данных

Обрабатываемые модулем «[Корреляционные уравнения](#)» данные хранятся в базе данных программы [Geotek Field](#). Наиболее крупным структурным элементом, с которым работает модуль является:

- *Исследование.* В рамках одного исследования определяется структура исследуемых данных, настраиваются источники данных, производится их загрузка и обработка.
- *Обрабатываемые* данные имеют структуру таблицы с настраиваемыми столбцами.
- *Настройки загрузки данных* определяют возможные источники данных для статистической обработки и порядок их загрузки в существующую структуру.
- *Список критериальных и предикторных переменных* определяет столбцы с данными, с которыми должен производиться анализ. При необходимости сохраняются введенные вручную зависимости.

10.3 Начало работы

Для запуска модуля следует нажать кнопку «[Корреляционные уравнения](#)» на вкладке «[Статистика](#)» программы [Geotek Field](#). Откроется основное окно модуля.

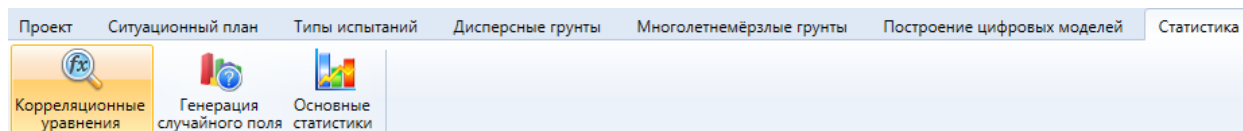
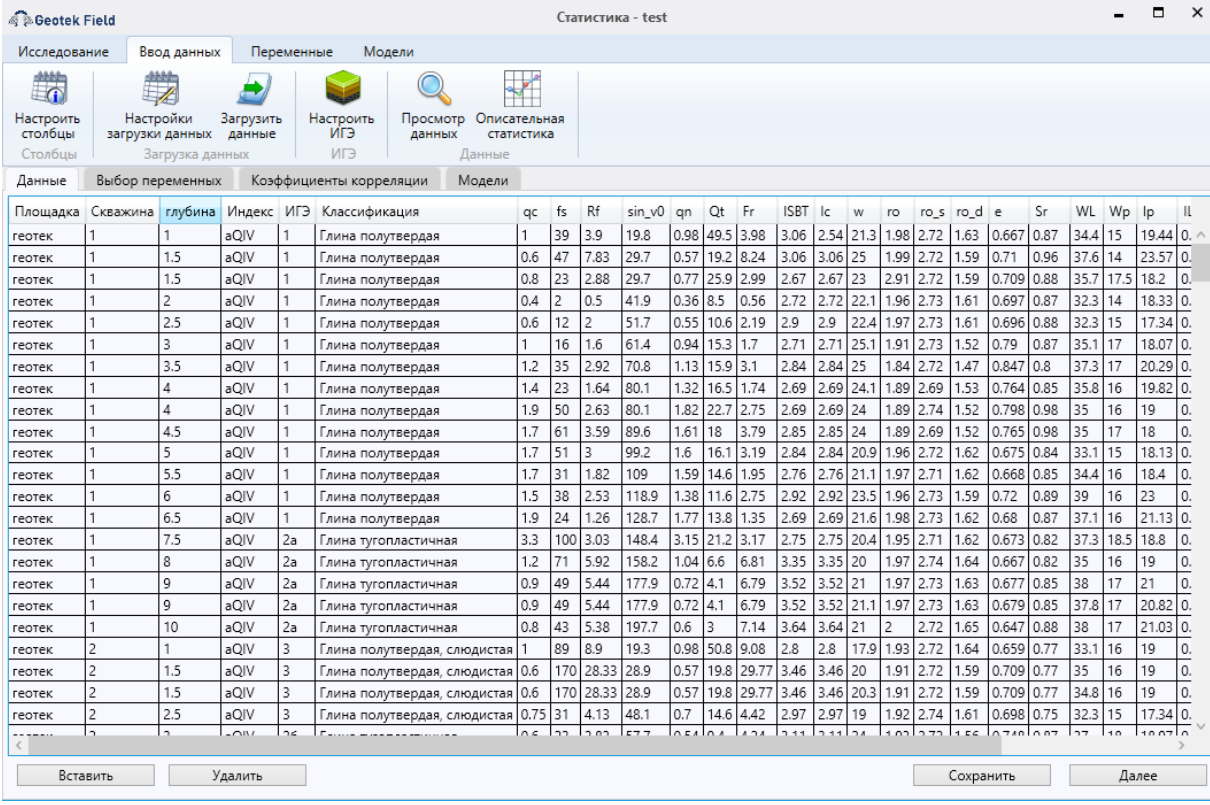


Рис. 10.1. Панель «Инструменты»

После нажатия на кнопку «[Статистика](#)» загрузится программа и появится окно.



Статистика - test

Исследование Ввод данных Переменные Модели

Настроить столбцы Настройки загрузки данных Загрузить данные Настроить ИГЭ Просмотр данных Описательная статистика

Данные Выбор переменных Коэффициенты корреляции Модели

Площадка	Скважина	глубина	Индекс	ИГЭ	Классификация	qc	fs	Rf	sin_v0	qn	Qt	Fr	ISBT	lc	w	ro	ro_s	ro_d	e	Sr	WL	Wp	Ip	Il
геотек	1	1	aQIV	1	Глина полутвердая	1	39	3.9	19.8	0.98	49.5	3.98	3.06	2.54	21.3	1.98	2.72	1.63	0.667	0.87	34.4	15	19.44	0
геотек	1	1.5	aQIV	1	Глина полутвердая	0.6	47	7.83	29.7	0.57	19.2	8.24	3.06	3.06	25	1.99	2.72	1.59	0.71	0.96	37.6	14	23.57	0
геотек	1	1.5	aQIV	1	Глина полутвердая	0.8	23	2.88	29.7	0.77	25.9	2.99	2.67	2.67	23	2.91	2.72	1.59	0.709	0.88	35.7	17.5	18.2	0
геотек	1	2	aQIV	1	Глина полутвердая	0.4	2	0.5	41.9	0.36	8.5	0.56	2.72	2.72	22.1	1.96	2.73	1.61	0.697	0.87	32.3	14	18.33	0
геотек	1	2.5	aQIV	1	Глина полутвердая	0.6	12	2	51.7	0.55	10.6	2.19	2.9	2.9	22.4	1.97	2.73	1.61	0.696	0.88	32.3	15	17.34	0
геотек	1	3	aQIV	1	Глина полутвердая	1	16	1.6	61.4	0.94	15.3	1.7	2.71	2.71	25.1	1.91	2.73	1.52	0.79	0.87	35.1	17	18.07	0
геотек	1	3.5	aQIV	1	Глина полутвердая	1.2	35	2.92	70.8	1.13	15.9	3.1	2.84	2.84	25	1.84	2.72	1.47	0.847	0.8	37.3	17	20.29	0
геотек	1	4	aQIV	1	Глина полутвердая	1.4	23	1.64	80.1	1.32	16.5	1.74	2.69	2.69	24.1	1.89	2.69	1.53	0.764	0.85	35.8	16	19.82	0
геотек	1	4	aQIV	1	Глина полутвердая	1.9	50	2.63	80.1	1.82	22.7	2.75	2.69	2.69	24	1.89	2.74	1.52	0.798	0.98	35	16	19	0
геотек	1	4.5	aQIV	1	Глина полутвердая	1.7	61	3.59	89.6	1.61	18	3.79	2.85	2.85	24	1.89	2.69	1.52	0.765	0.98	35	17	18	0
геотек	1	5	aQIV	1	Глина полутвердая	1.7	51	3	99.2	1.6	16.1	3.19	2.84	2.84	20.9	1.96	2.72	1.62	0.675	0.84	33.1	15	18.13	0
геотек	1	5.5	aQIV	1	Глина полутвердая	1.7	31	1.82	109	1.59	14.6	1.95	2.76	2.76	21.1	1.97	2.71	1.62	0.668	0.85	34.4	16	18.4	0
геотек	1	6	aQIV	1	Глина полутвердая	1.5	38	2.53	118.9	1.38	11.6	2.75	2.92	2.92	23.5	1.96	2.73	1.59	0.72	0.89	39	16	23	0
геотек	1	6.5	aQIV	1	Глина полутвердая	1.9	24	1.26	128.7	1.77	13.8	1.35	2.69	2.69	21.6	1.98	2.73	1.62	0.68	0.87	37.1	16	21.13	0
геотек	1	7.5	aQIV	2a	Глина тугопластичная	3.3	100	3.03	148.4	3.15	21.2	3.17	2.75	2.75	20.4	1.95	2.71	1.62	0.673	0.82	37.3	18.5	18.8	0
геотек	1	8	aQIV	2a	Глина тугопластичная	1.2	71	5.92	158.2	1.04	6.6	6.81	3.35	3.35	20	1.97	2.74	1.64	0.667	0.82	35	16	19	0
геотек	1	9	aQIV	2a	Глина тугопластичная	0.9	49	5.44	177.9	0.72	4.1	6.79	3.52	3.52	21	1.97	2.73	1.63	0.677	0.85	38	17	21	0
геотек	1	9	aQIV	2a	Глина тугопластичная	0.9	49	5.44	177.9	0.72	4.1	6.79	3.52	3.52	21.1	1.97	2.73	1.63	0.679	0.85	37.8	17	20.82	0
геотек	1	10	aQIV	2a	Глина тугопластичная	0.8	43	5.38	197.7	0.6	3	7.14	3.64	3.64	21	2	2.72	1.65	0.647	0.88	38	17	21.03	0
геотек	2	1	aQIV	3	Глина полутвердая, слоистая	1	89	8.9	19.3	0.98	50.8	9.08	2.8	2.8	17.9	1.93	2.72	1.64	0.659	0.77	33.1	16	19	0
геотек	2	1.5	aQIV	3	Глина полутвердая, слоистая	0.6	170	28.33	28.9	0.57	19.8	29.77	3.46	3.46	20	1.91	2.72	1.59	0.709	0.77	35	16	19	0
геотек	2	1.5	aQIV	3	Глина полутвердая, слоистая	0.6	170	28.33	28.9	0.57	19.8	29.77	3.46	3.46	20.3	1.91	2.72	1.59	0.709	0.77	34.8	16	19	0
геотек	2	2.5	aQIV	3	Глина полутвердая, слоистая	0.75	31	4.13	48.1	0.7	14.6	4.42	2.97	2.97	19	1.92	2.74	1.61	0.698	0.75	32.3	15	17.34	0

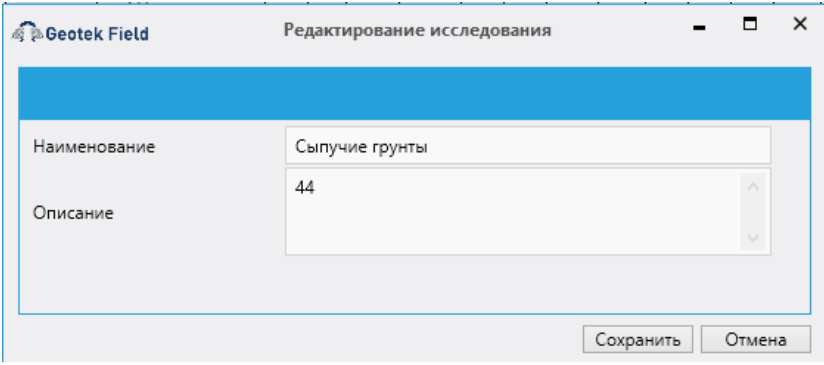
Вставить Удалить Сохранить Далее

Рис. 10.2. Окно «Статистика»

Эти данные были созданы ранее в Excel и загружаются по умолчанию при открытии программного модуля.

10.4. Выбор исследования

Вкладка «Исследования» служит для создания, открытия и редактирования свойств исследования. При нажатии на кнопку «Новое исследование» для создания или редактирования данных открывается окно «Редактирование исследования», которая содержит поля для ввода свойств исследования: «Наименование» и «Описание».



Geotek Field Редактирование исследования

Наименование Сыпучие грунты

Описание 44

Сохранить Отмена

Рис. 10.3. Редактирование исследования

При нажатии кнопки «Открыть» в главном меню появится список исследований, с которыми ранее производилась работа:

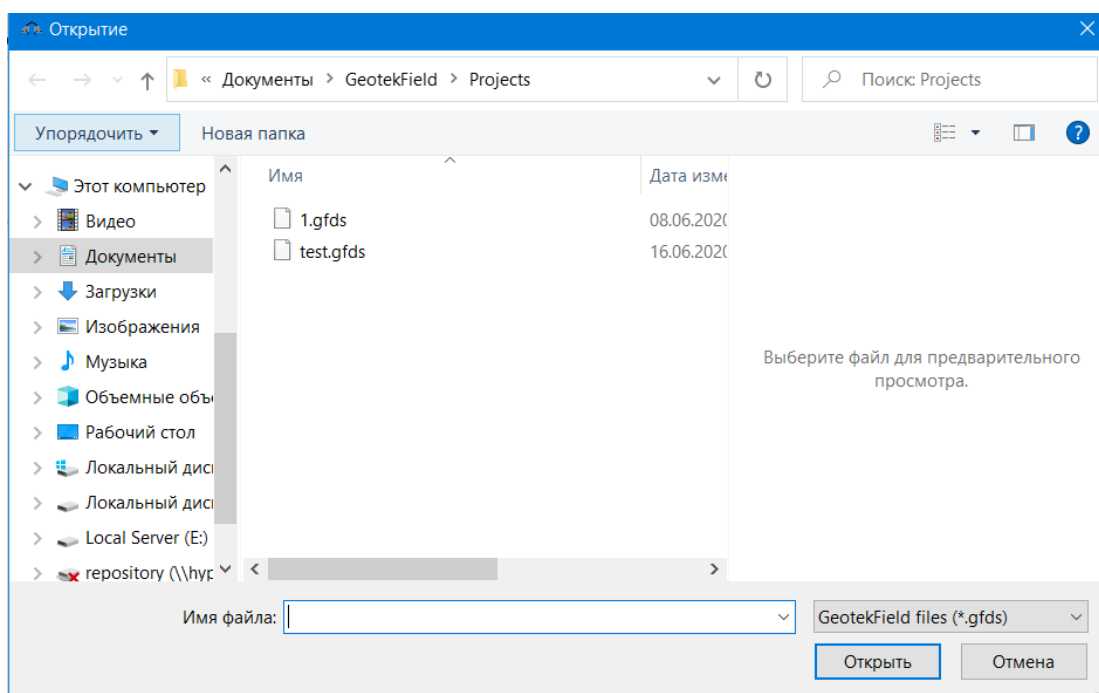


Рис. 10.4. Выбор исследования

10.5. Ввод данных

В нижней части окна расположены вкладки для отображения тех или иных данных. Вкладка «[Данные](#)» содержит статистические данные, используемые в текущем исследовании. Вкладка верхнего меню «[Ввод данных](#)» служит для управления структурой и загрузкой данных.

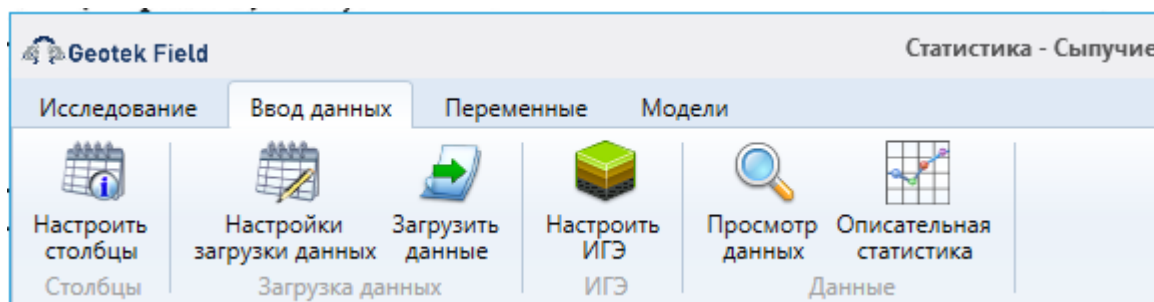


Рис. 10.5. Вкладка «Ввод данных»

Данные в табличной части можно как редактировать вручную, так и загружать из файлов. Для добавления или удаления строк служат кнопки «[Вставить](#)» и «[Удалить](#)». Значения следует вводить прямо в таблицу. Для сохранения изменений необходимо нажать кнопку «[Сохранить](#)».

Кнопка «[Далее](#)» позволяет перейти на следующую вкладку «[Выбор переменных](#)».

10.6. Выбор переменных

Изначально таблица с данными не имеет ни столбцов ни строк. Для начала работы необходимо определить состав столбцов. Его можно также изменить и позже, даже после загрузки данных, но если удалить столбец с данными – эти данные потеряются.

Для редактирования состава столбцов необходимо нажать кнопку «Настроить столбцы».

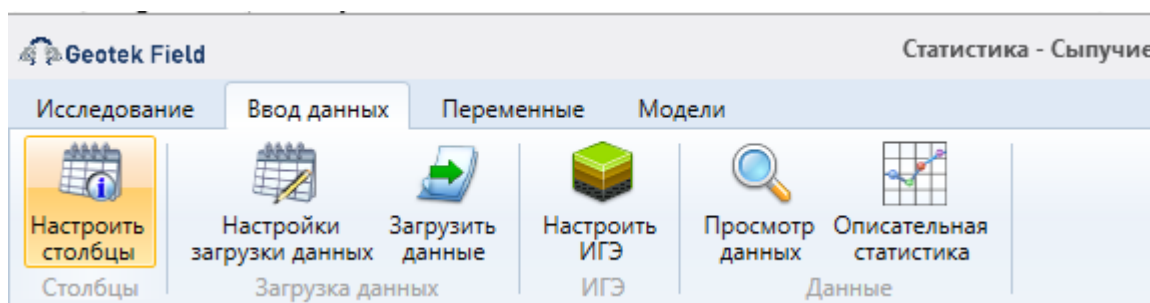


Рис. 10.6. Функция «Настроить столбцы»

После чего откроется окно:

Номер столбца	Обозначение	Описание	Тип	Единица измерения	Характеристика	Параметр	Уравнение
0	Площадка	Площадка	Площадка (строка)				
1	Скважина	Скважина	Число				
2	глубина	глубина	Глубина				
3	Индекс	Индекс	Скважина (строка)				
4	ИГЭ	ИГЭ	ИГЭ (строка)				
5	Классификация	Классификация	Наименование типа				
6	qc	qc	Число			Удельное сопротивление	
7	fs	fs	Число			Удельное сопротивление	
8	Rf	Rf	Число				
9	sin_v0	sin_v0	Число				

Рис. 10.7. Редактирование данных

В окне в виде таблицы представлена информация о столбцах таблицы с исходными данными. Для каждого столбца указывается порядковый номер, обозначение, описание, тип (остальные данные пока не используются). Тип столбца может быть числом, если в него будут загружены числовые данные или строкой.

Первые 3 столбца определяют разделение данных на ИГЭ, для этого им присваиваются соответствующие типы. Остальные столбцы указываем числовыми. Строковые данные используются для разделения данных на площадки, выработки и ИГЭ.

Столбцы можно добавлять и удалять с помощью кнопок в нижней части окна «Добавить» и «Удалить». Кнопка «Сохранить» применяет новую структуру столбцов, «Отмена» – закрывает окно без сохранения.

Имеется возможность загружать или настраивать для каждого ИГЭ глубину, тип грунта, индекс типа грунта, тип грунта из справочника [Geotek Field](#). Для этого в настройки столбцов добавлены соответствующие типы данных.

Номер столбца	Обозначение	Описание	Тип	Единица измерения	Характеристика
1	Площадка	Площадка	Площадка (строка)	▼	
2	Скважина	Скважина	Скважина (строка)	▼	
3	ИГЭ	ИГЭ	ИГЭ (строка)	▼	
4	qc		Число	▼	
5	fs		Площадка (строка)	▼	
6	Rf		Скважина (строка)	▼	
7	sin_v0		ИГЭ (строка)	▼	
8	qn		Наименование типа грунта	▼	
9	Qt		Индекс типа грунта	▼	
10	Fr		Глубина	▼	
			Число	▼	

Рис. 10.8. Добавление типа данных

Для автоматического редактирования файлов, в которых требуемые столбцы могут находиться на различных позициях, определяются настройки загрузки для каждого типа файлов с исходными данными.

Имеется возможность использовать для расчетов и построения моделей выбранные ИГЭ. В ходе работы с данными имеется возможность менять выбор ИГЭ для анализа. Для работы с ИГЭ в модуле Статистика добавлена кнопка «[Настроить ИГЭ](#)» во вкладке «[Ввод данных](#)».

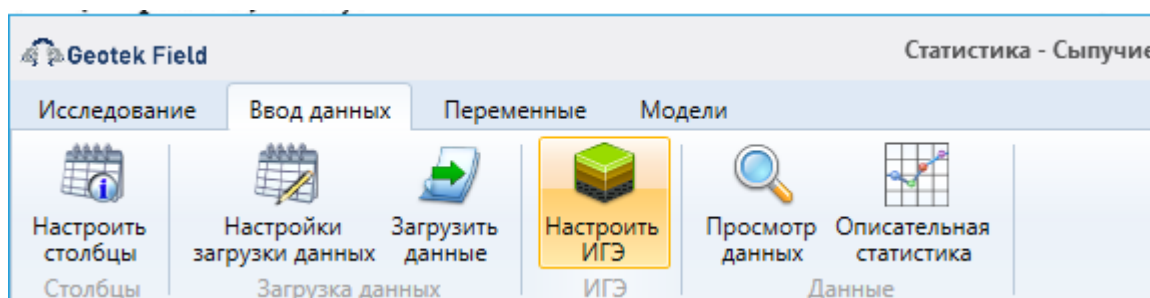


Рис. 10.9. Выбор ИГЭ

При нажатии на кнопку «[Настроить ИГЭ](#)» откроется окно «[Перечень ИГЭ](#)».

Перечень ИГЭ						
	Номер	Глубина	Индекс типа грунта (SBT)	Наименование типа грунта	Тип грунта из справочника	Количество
☐	5	0		Суглинок, текучепластичный	▼	3
☐	8	0		Песок мелкий, рыхлый	▼	3
☐	9	0		Песок мелкий, средней плотности	▼	3
☐	11	0		Глина, тугопластичная	▼	3
☐	3	0		Глина полутвердая, слюдистая	▼	4
☐	1	0		Песок мелкий, средней плотности	▼	4
☐	2	0		Песок мелкий, рыхлый	▼	4
☐	3	0		Суглинок, мягкопластичный	▼	4
☐	86	0		Песок мелкий, рыхлый	▼	4
☐	6	0		Глина тугопластичная, с вкл. карбонатов, с	▼	5
☐	2a	0		Глина тугопластичная	▼	5

Рис. 10.10. Список инженерно-геологических элементов

Окно содержит таблицу с данными рассматриваемых ИГЭ. Левая колонка содержит поле для галочки, где можно проставить признак использования ИГЭ в расчетах, следующие 4

колонки содержат загруженную из входного файла информацию, крайняя правая колонка позволяет задать для ИГЭ тип грунта из справочника [Geotek Field](#).

Для сохранения внесенных изменений требуется нажать «[Сохранить](#)».

10.7. Настройка загрузки данных

Для настройки следует нажать кнопку «[Настройки загрузки данных](#)».

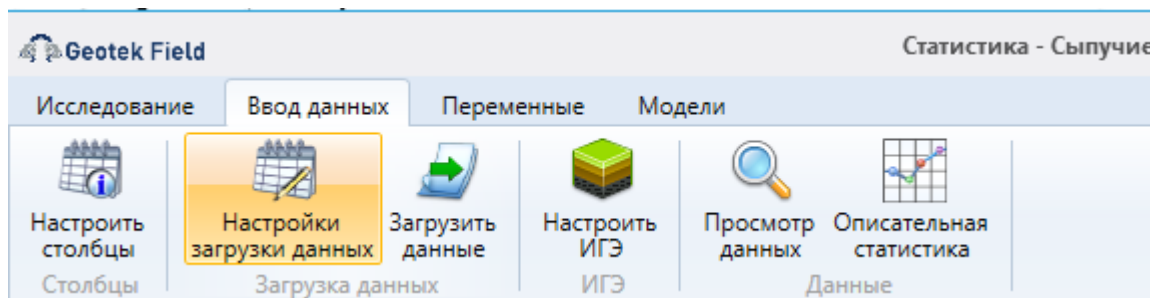


Рис. 10.11. Настройка загрузки данных

После чего появится нижеприведенное окно.

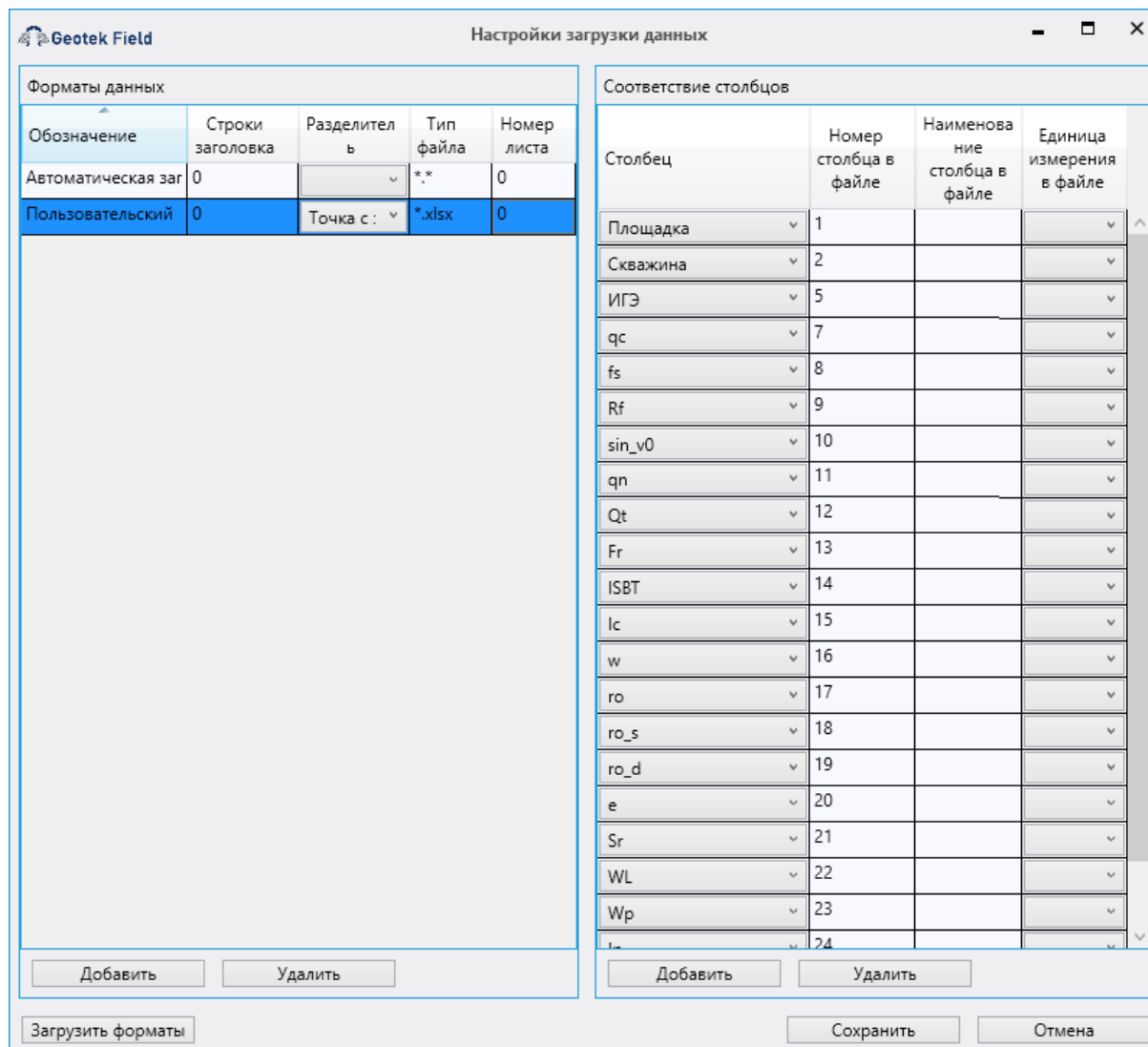


Рис. 10.12. Настройка загрузки данных

Меню содержит две таблицы: слева с возможными форматами файлов, справа – с настройками загрузки столбцов выбранного слева формата. Под каждой из таблиц есть кнопки «Добавить» и «Удалить», которые позволяют добавить или удалить запись в соответствующей таблице.

В левой таблице «**Формат данных**»:

- *Обозначение* – строка, позволяющая в дальнейшем идентифицировать формат.
- *Строки заголовка* – количество строк в начале файла, которые следует пропустить при загрузке.
- *Разделитель* – для текстовых файлов указывается разделитель.
- *Тип файла* – указывается маска имени файла. Если указать xls илиxlsx – программа будет пытаться открывать файл как документ Excel.
- *Номер листа* – номер листа в Excel файле, с которого требуется забрать данные.

В правой таблице «**Соответствие столбцов**» указывается:

- *Столбец* – выбирается столбец из существующих.
- *Номер столбца в файле* – указывается номер столбца, содержащего нужные данные в исходном файле.

После того как настроен состав столбцов и настройки загрузки, можно выполнить загрузку данных. Для этого необходимо нажать на кнопку «**Загрузить данные**», то появится следующее окно (Рис. 10.14.):

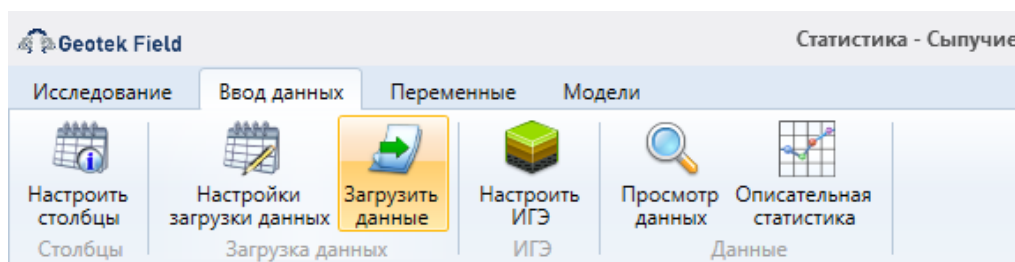


Рис 10.13 – Загрузка данных

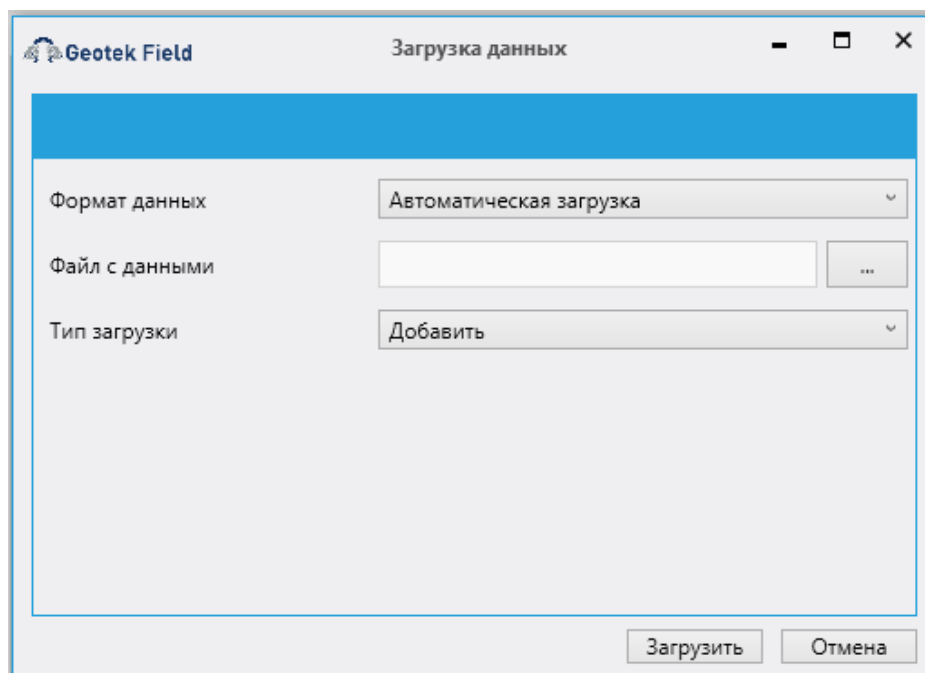


Рис. 10.14. Окно загрузки

Для загрузки необходимо выбрать, в каком формате будут загружаться данные: формат данных, сам файл с данными, тип загрузки.

Тип загрузки, может быть «Перезаписать» и «Добавить». В первом случае таблица с данными очищается перед загрузкой, во втором данные добавляются к существующим в конец таблицы.

В поле «Файл с данными» выбираем файл (в нашем случае выбираем файл, преобразованный в *xlsx*).

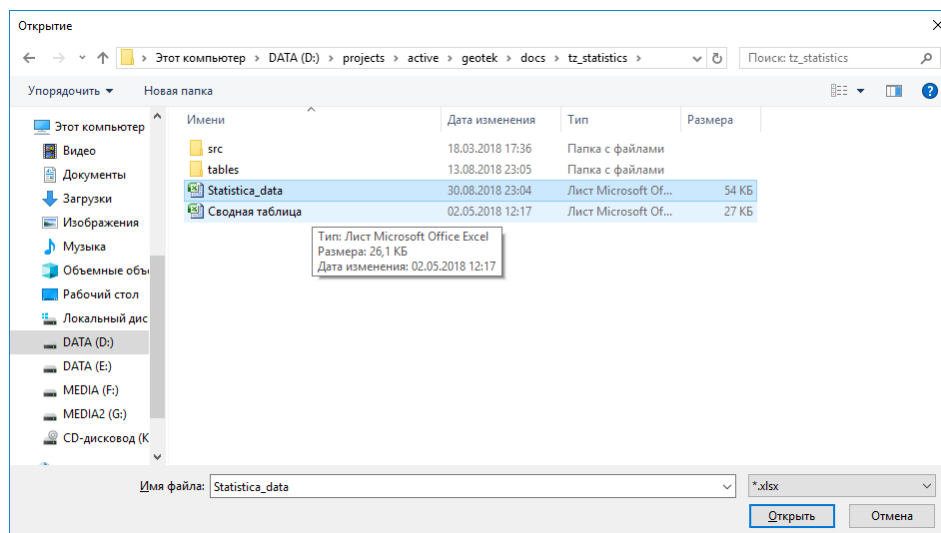


Рис. 10.15. Выбор файла с данными

Нажимаем на кнопку «Загрузить данные» после чего данные загружены в таблицу (рис. 10.16). Нажимаем кнопку «Сохранить».

Geotek Field

Статистика - test

Исследование Ввод данных Переменные Модели

Настроить столбцы Настроить загрузки данных Загрузить данные Настроить ИГЭ Просмотр данных Описательная статистика

Столбцы Загрузка данных ИГЭ Данные

Данные	Выбор переменных	Кoeffициенты корреляции	Модели
Площадка	Скважина	глубина	Индекс ИГЭ Классификация
геотек	1	1	аQIV 1 Глина полутвердая
геотек	1	1.5	аQIV 1 Глина полутвердая
геотек	1	1.5	аQIV 1 Глина полутвердая
геотек	1	2	аQIV 1 Глина полутвердая
геотек	1	2.5	аQIV 1 Глина полутвердая
геотек	1	3	аQIV 1 Глина полутвердая
геотек	1	3.5	аQIV 1 Глина полутвердая
геотек	1	4	аQIV 1 Глина полутвердая
геотек	1	4	аQIV 1 Глина полутвердая
геотек	1	4.5	аQIV 1 Глина полутвердая
геотек	1	5	аQIV 1 Глина полутвердая
геотек	1	5.5	аQIV 1 Глина полутвердая
геотек	1	6	аQIV 1 Глина полутвердая
геотек	1	6.5	аQIV 1 Глина полутвердая
геотек	1	7.5	аQIV 2a Глина тугопластичная
геотек	1	8	аQIV 2a Глина тугопластичная
геотек	1	9	аQIV 2a Глина тугопластичная
геотек	1	9	аQIV 2a Глина тугопластичная
геотек	1	10	аQIV 2a Глина тугопластичная
геотек	2	1	аQIV 3 Глина полутвердая, слюдястая
геотек	2	1.5	аQIV 3 Глина полутвердая, слюдястая
геотек	2	1.5	аQIV 3 Глина полутвердая, слюдястая
геотек	2	2.5	аQIV 3 Глина полутвердая, слюдястая

Вставить Удалить Сохранить Далее

Рис. 10.16. Сформированная таблица с данными

10.8. Просмотр данных

Данная функция позволяет посмотреть все данные участвующие в анализе. Для того чтобы просмотреть данные необходимо на вкладке «Ввод данных» нажать кнопку, «Просмотр данных».

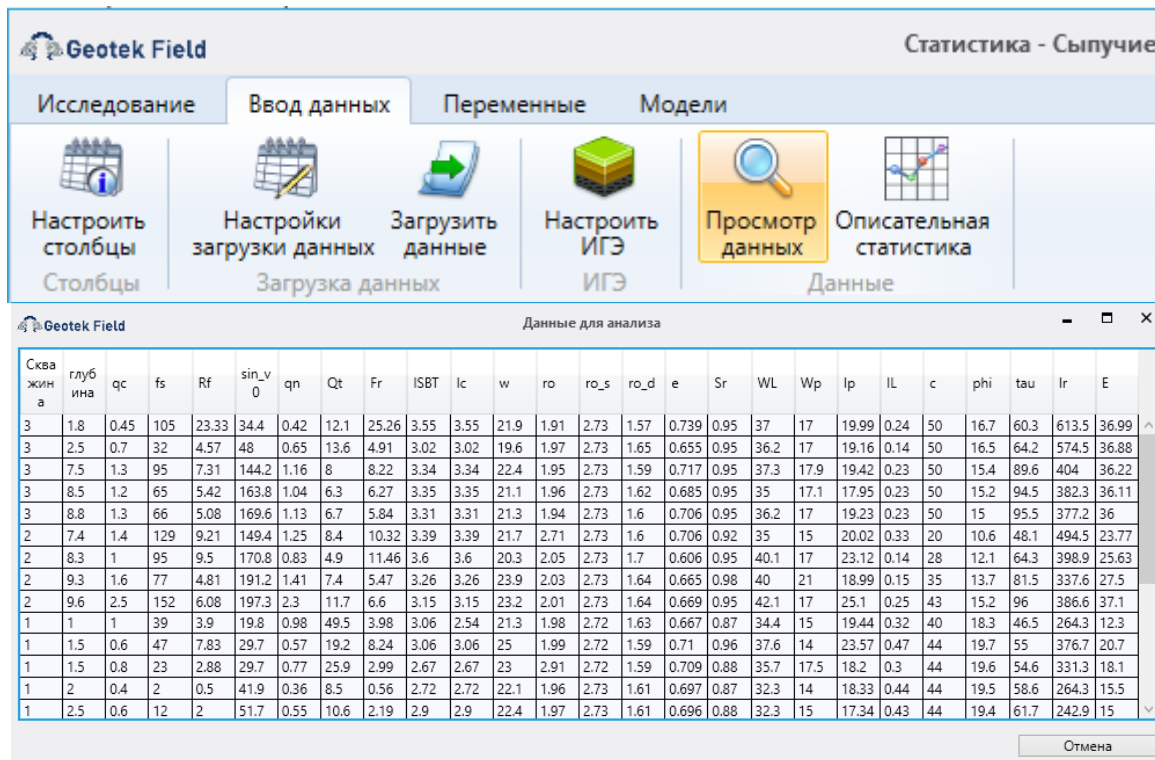


Рис. 10.17. Данные для анализа

10.9. Описательная статистика

Функция «Описательная статистика» предназначена для просмотра статистических данных по параметрам участвующим в анализе. Также по каждому параметру можно построить график распределения.

Данная функция находится на вкладке «Ввод данных».

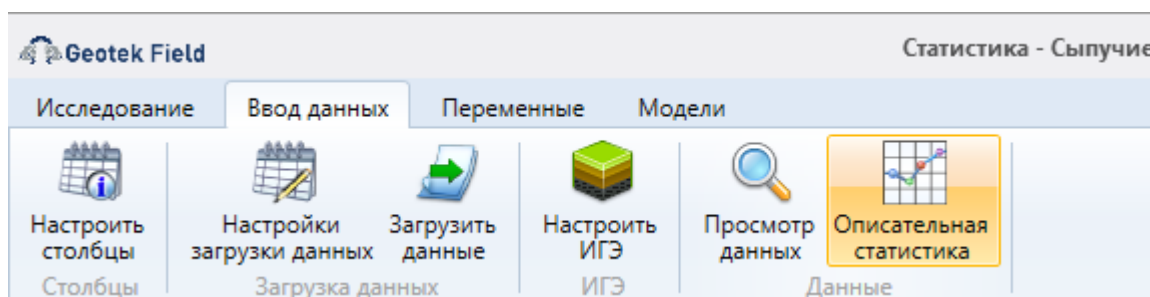


Рис. 10.18. Описательная статистика

Для просмотра графика распределения необходимо выбрать интересующий вас параметр и нажать на кнопку «График распределения», расположенную в левом нижнем углу окна.

Наименование	Количество	Среднее	Дисперсия	Среднеквадратичное отклонение	Коэффициент вариации, %	Коэффициент асимметрии	Экссесс
fs	23	55.13	1484.937	38.535	69.898	0.87	-0.099
Rf	23	4.931	22.396	4.732	95.975	2.512	7.104
sin_v0	23	99.1	3164.761	56.256	56.767	0.248	-1.376
qn	23	1.156	0.244	0.494	42.705	0.274	-0.637
Qt	23	14.665	85.896	9.268	63.197	2.241	5.954
Fr	23	5.419	27.171	5.213	96.195	2.38	6.345
ISBT	23	3.016	0.089	0.298	9.866	0.466	-1.204
lc	23	2.993	0.098	0.313	10.47	0.454	-1.208
w	23	22.543	2.481	1.575	6.987	0.08	-1.181
ro	23	2.027	0.064	0.253	12.499	2.632	5.719
ro_s	23	2.724	0	0.012	0.453	-1.706	2.201
ro_d	23	1.593	0.003	0.052	3.27	-0.497	-0.117
e	23	0.71	0.003	0.054	7.604	0.659	0.131
Sr	23	0.91	0.003	0.053	5.798	-0.266	-1.286
WI	23	36.217	6.001	2.45	6.764	0.511	-0.229

Рис. 10.19. Таблица описательной статистики

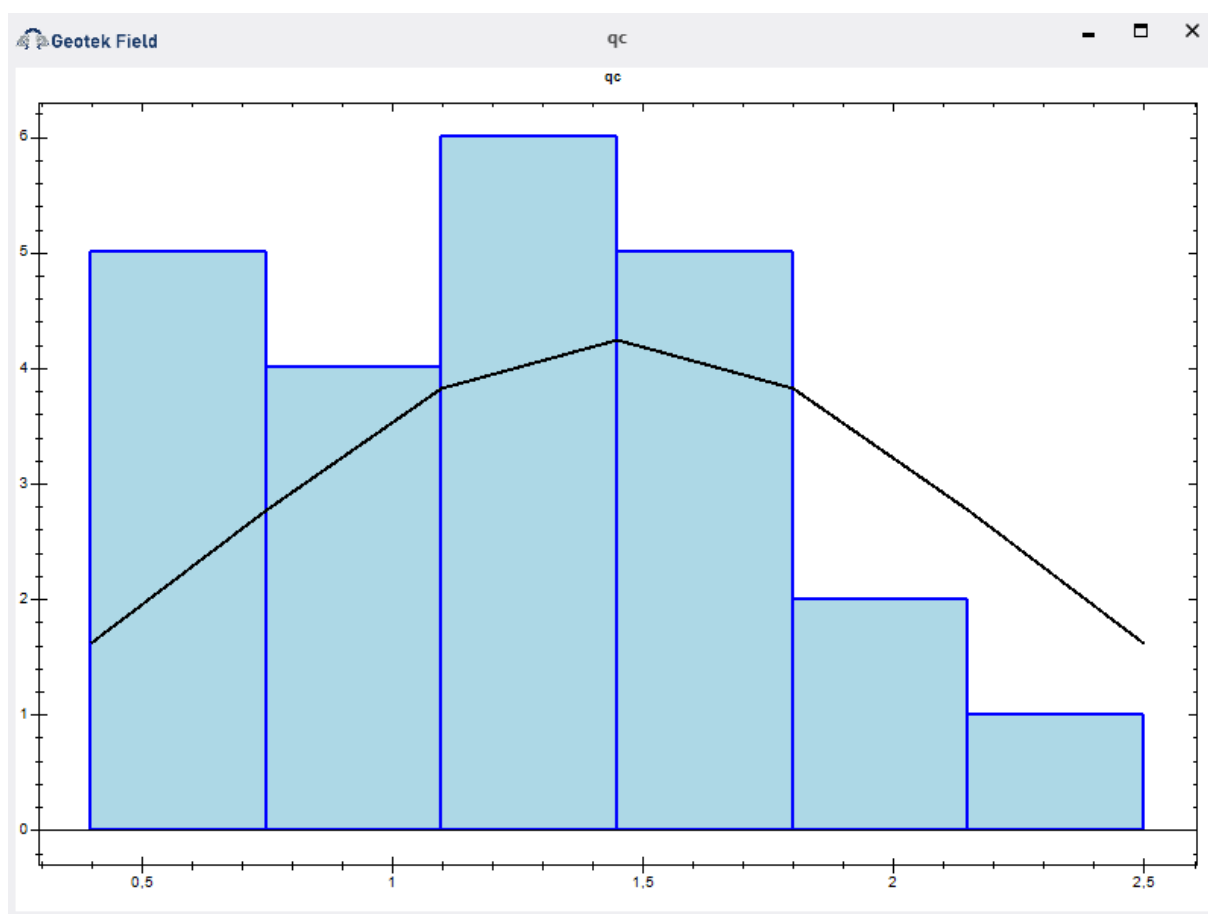


Рис. 10.20. График распределения

10.10. Выбор переменных для анализа

Выбрать критериальные и предикторные переменные для дальнейшей обработки можно на вкладке «Выбор переменных» (рис. 10.21).

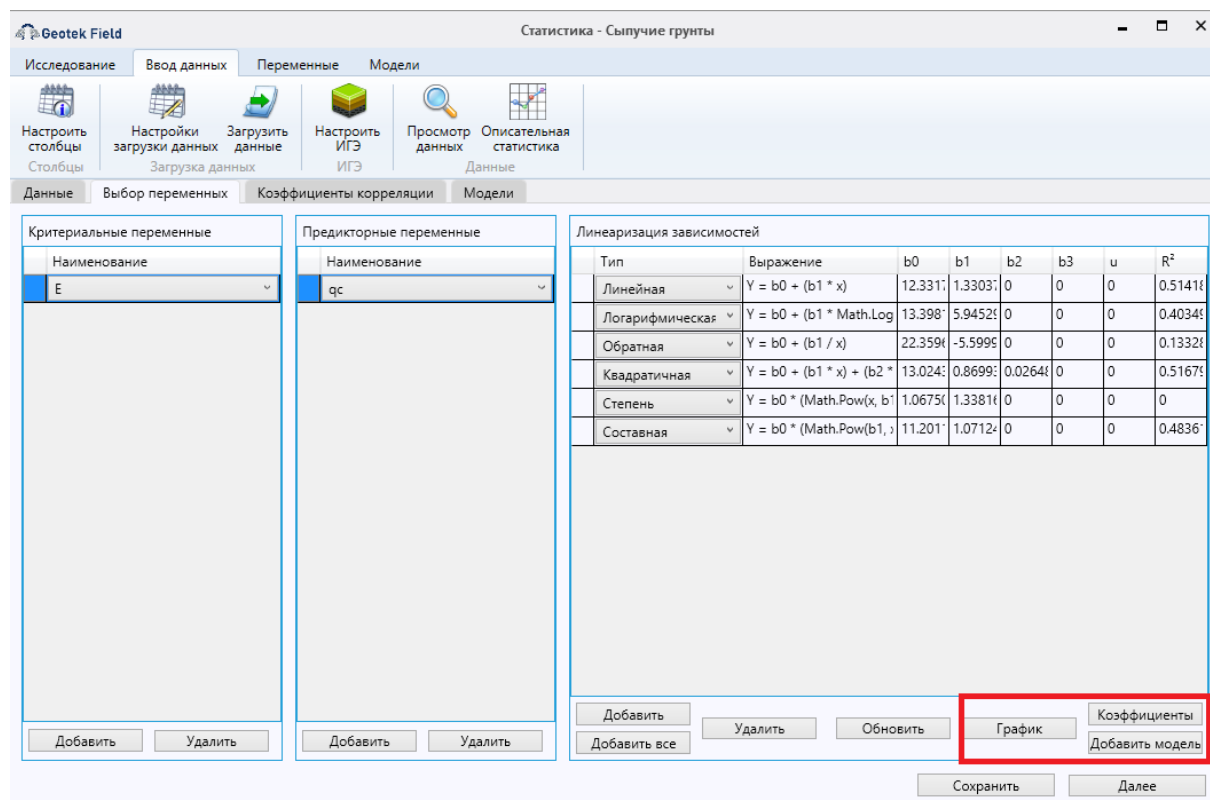


Рис. 10.21. Вкладка «Выбор переменных»

На вкладке присутствуют 3 таблицы: «Критериальные переменные», «Предикторные переменные», «Линеаризация зависимостей».

Сначала добавляются критериальные переменные. При добавлении предлагается выбрать столбец из существующих, где указаны значения этой переменной. Далее, для каждой критериальной переменной определяется список предикторных переменных, от которых она может зависеть, для их выбора также указываются столбцы с их значениями.

Далее, при необходимости для пар критериальная переменная – предикторная переменная определяются выражения для линеаризации зависимостей, указывается тип зависимости и коэффициенты. После ввода программа автоматически рассчитывает коэффициент детерминации для добавляемой зависимости и отображает его в таблице.

Имеется возможность рассчитывать коэффициенты для разных моделей во вкладке «Выбор переменных» в таблице «Линеаризация зависимостей», а также использовать выбранную зависимость в качестве модели. Также имеется возможность отобразить графики всех зависимостей вместе с наблюдаемыми значениями характеристик.

Кнопка «Коэффициенты» рассчитывает коэффициенты для выбранной строки.

Кнопка «Добавить модель» добавляет выбранную строку во вкладку «Модели», откуда она может быть добавлена в корреляционные уравнения.

Кнопка «График» отображает график всех зависимостей для выбранной пары переменных.

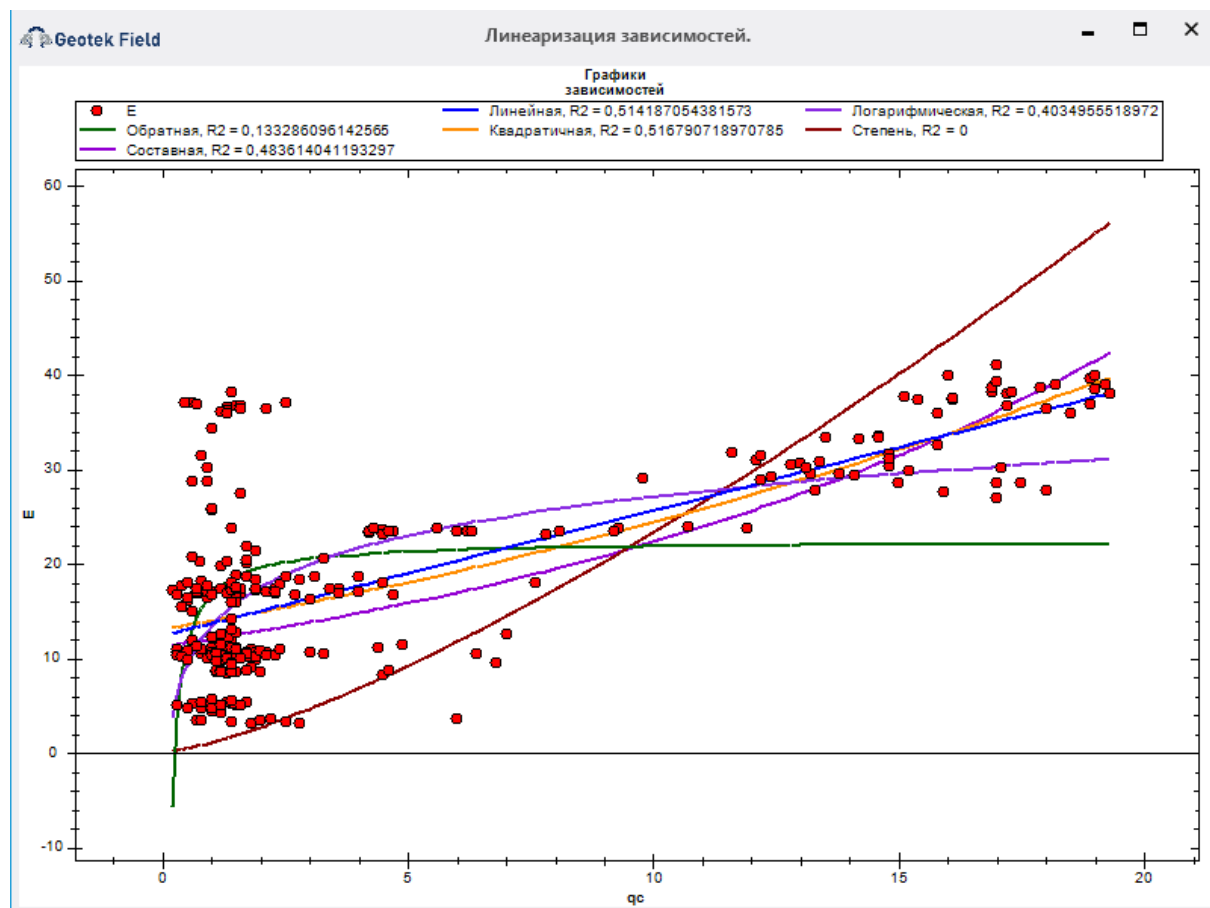


Рис. 10.22. Графики корреляционных зависимостей

10.11. Коэффициенты корреляции

Рассчитываемые коэффициенты корреляции и их значимости отображаются на вкладке «Коэффициенты корреляции».

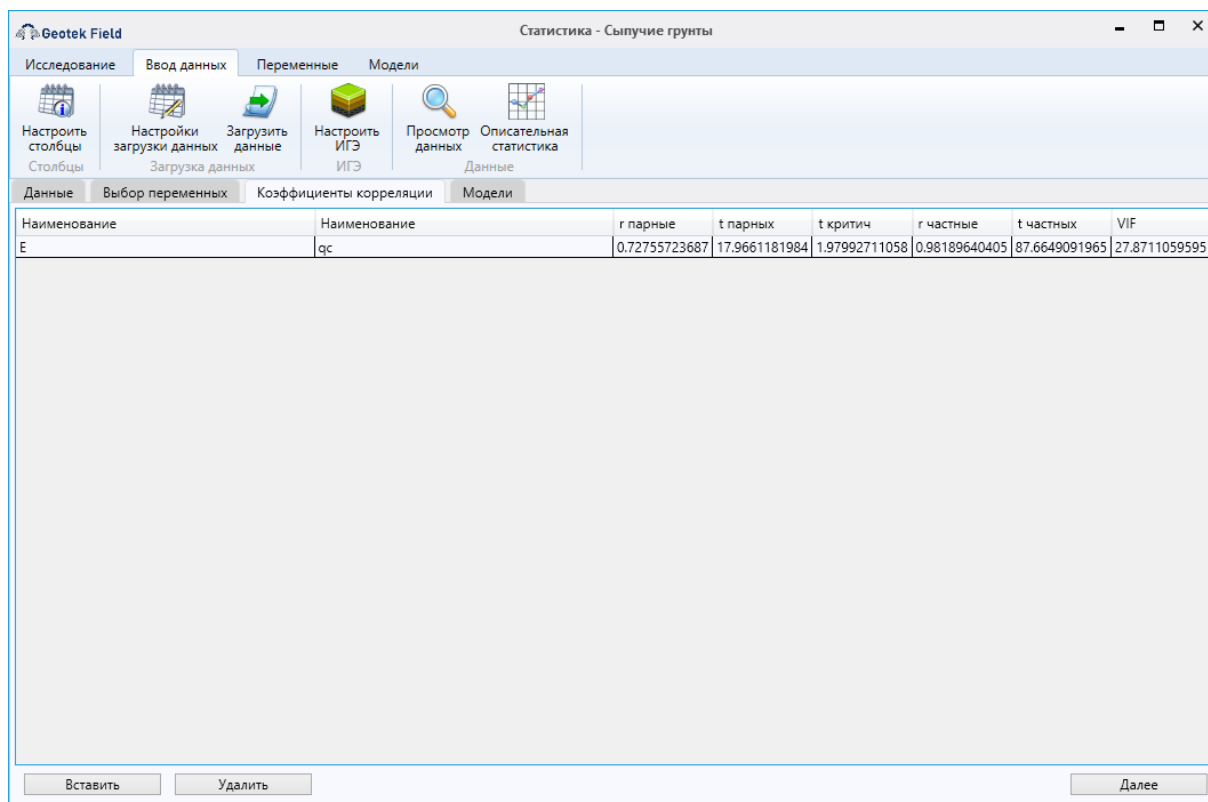


Рис. 10.23. Вкладка «Кoeffициенты корреляции»

Имеется возможность отображения графика добавляемой модели вместе с наблюдаемыми значениями, в зависимости от глубины. Такой график отображается в окне добавления модели, которая открывается при нажатии на кнопку «Добавить модель в корреляционные уравнения» вкладки «Модели».

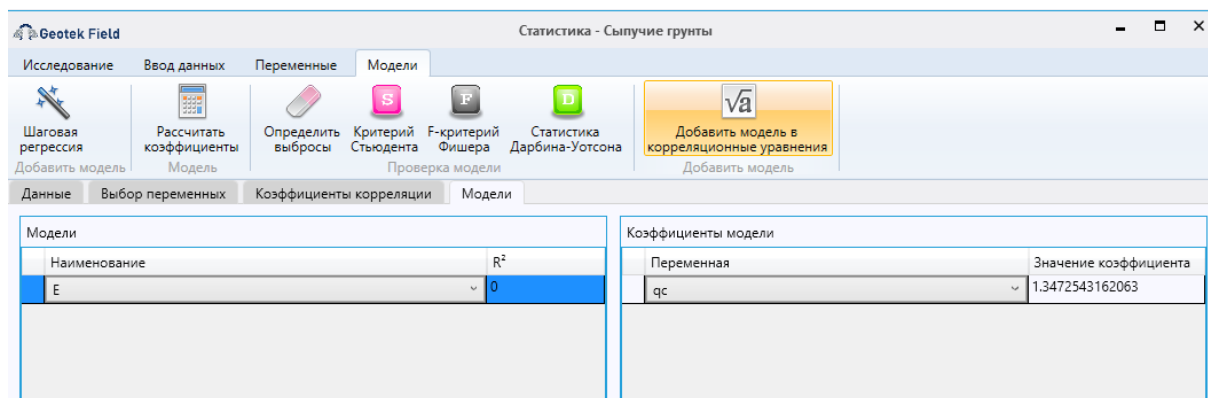


Рис. 10.24. Добавить модель в корреляционные уравнения

В окне отображается график показанный ниже.

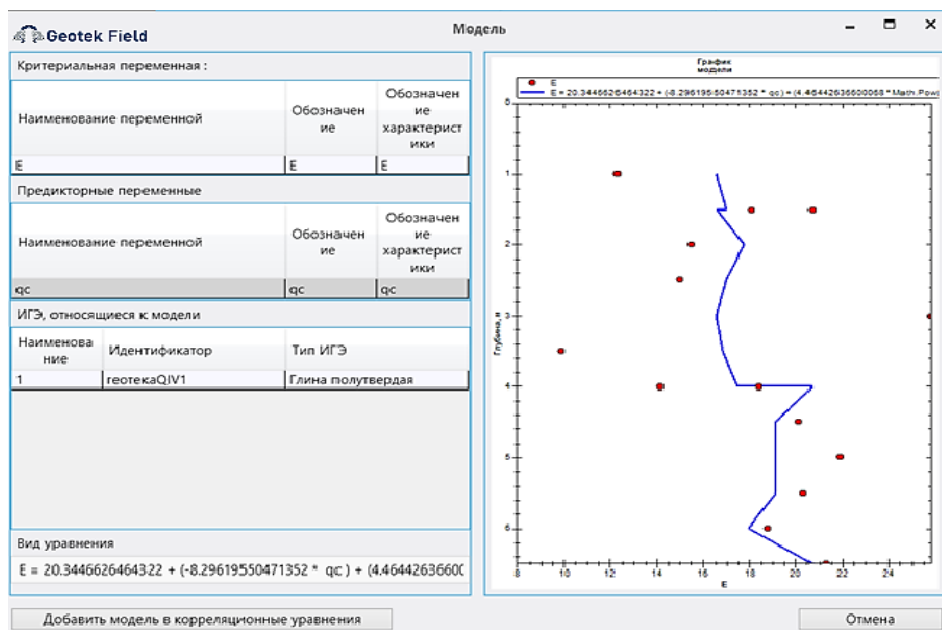


Рис. 10.25. Профиль значений модели

Для редактирования и удаления, добавленных из модуля «Статистика» корреляционных уравнений в окне «Выбор корреляционных уравнений» следует выбрать кнопку «Настройки уравнений».

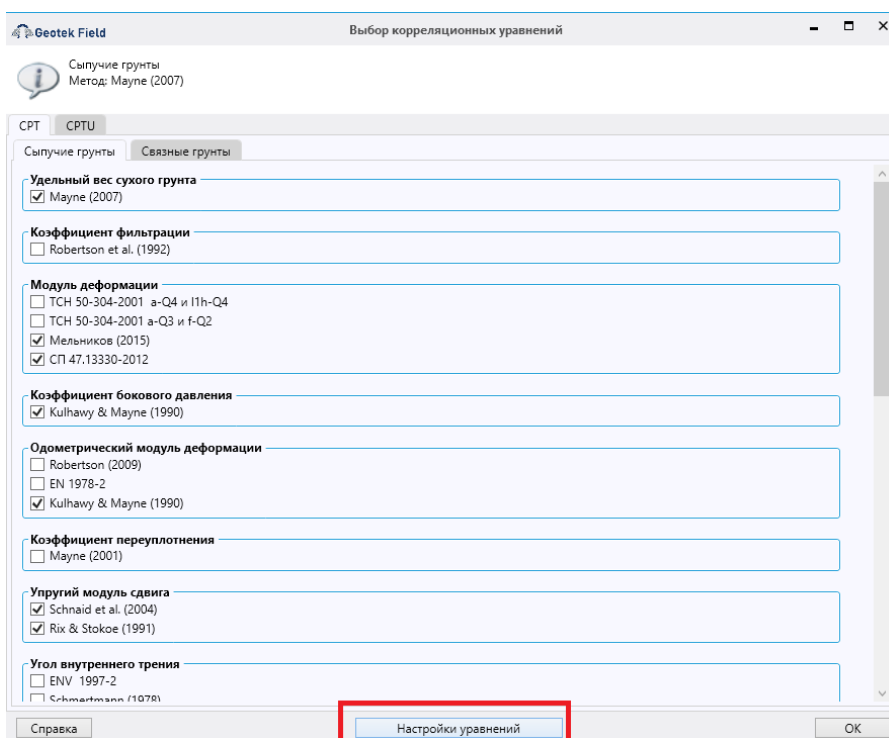


Рис. 10.26. «Выбор корреляционных уравнений»

При нажатии на эту кнопку откроется окно «Настройки уравнений», на которой имеется таблица, содержащая все добавленные уравнения.

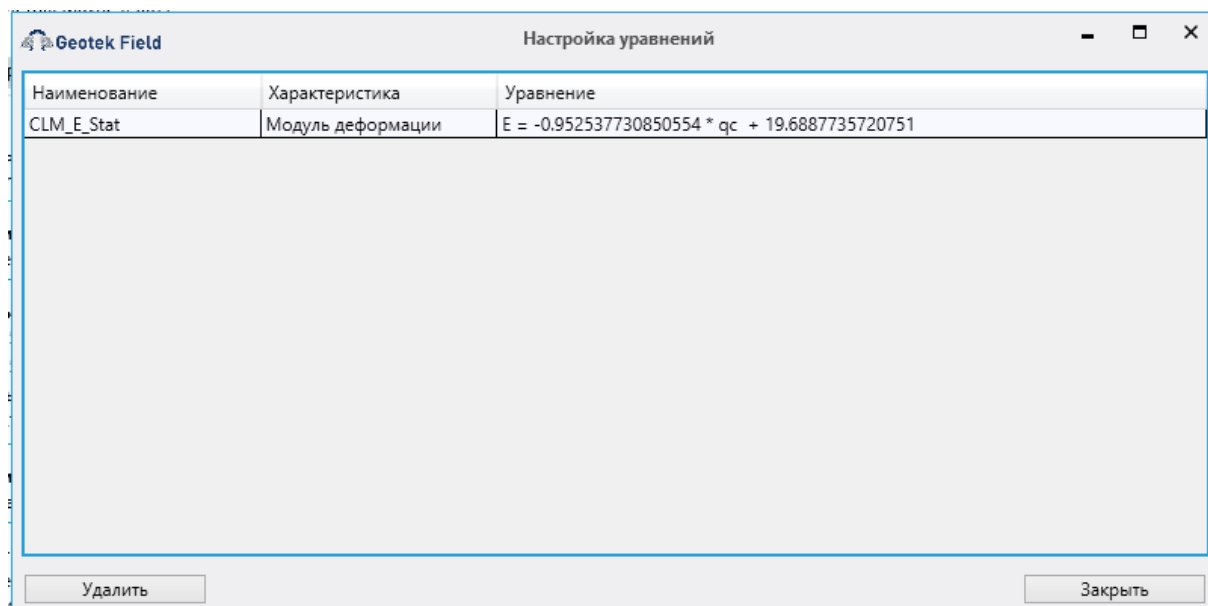


Рис. 10.27. «Настройки уравнений»

При двойном щелчке левой кнопкой мыши на строке откроется окно с параметрами уравнения. При нажатии кнопки «Удалить» выделенное уравнение будет удалено.

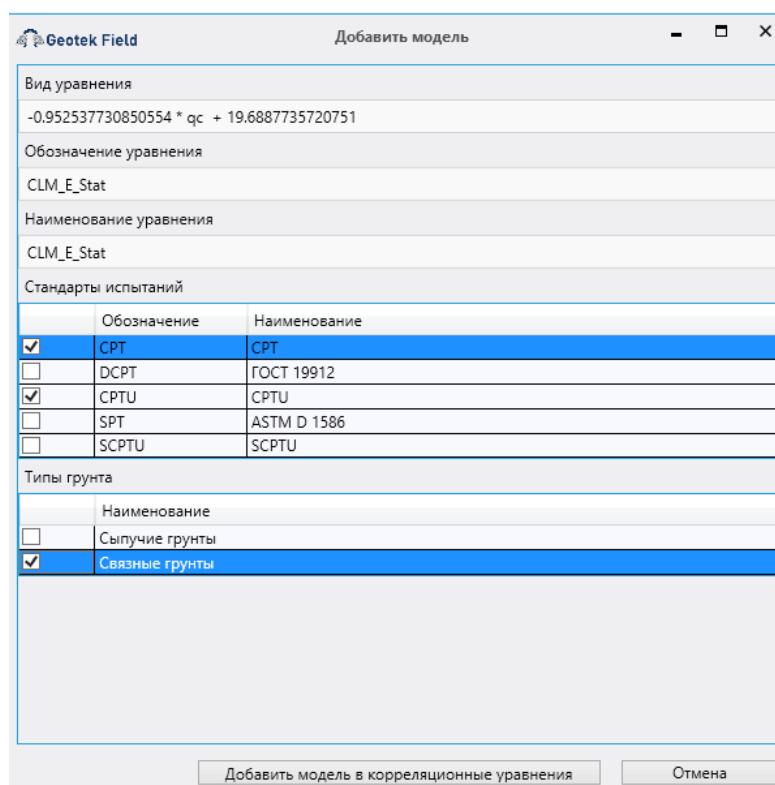


Рис. 10.28. «Параметры уравнений»

10.12. Вкладка «Переменные»

Данная вкладка позволяет фильтровать значения входных данных, автоматически исключать сильно коррелированные переменные и переменные с низкой значимостью.

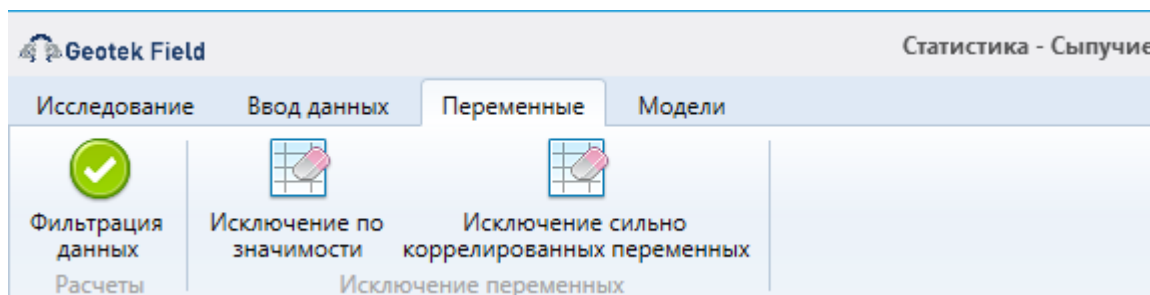


Рис. 10.29. Вкладка «Переменные»

Фильтрация данных – позволяет наложить ограничения на значения переменных. При ее нажатии появится окно:

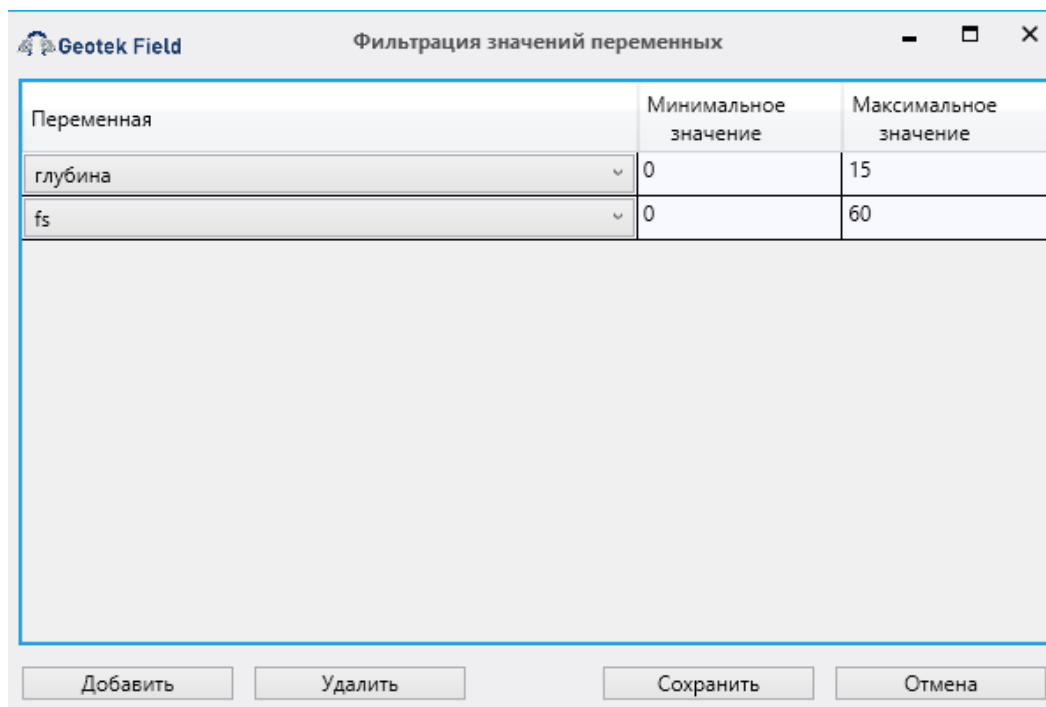


Рис. 10.30. «Фильтрация значений переменных»

В окне можно указать допустимые минимальное и максимальное значения любых переменных. Данные вне указанных диапазонов отбрасываются.

«[Исключение по значимости](#)» и «[Исключение сильно коррелированных переменных](#)» – позволяют автоматически исключить переменные из анализа.

10.13. Модели

На вкладке «[Модели](#)» можно сформировать, проверить и передать в справочник корреляционных уравнений регрессионные модели.

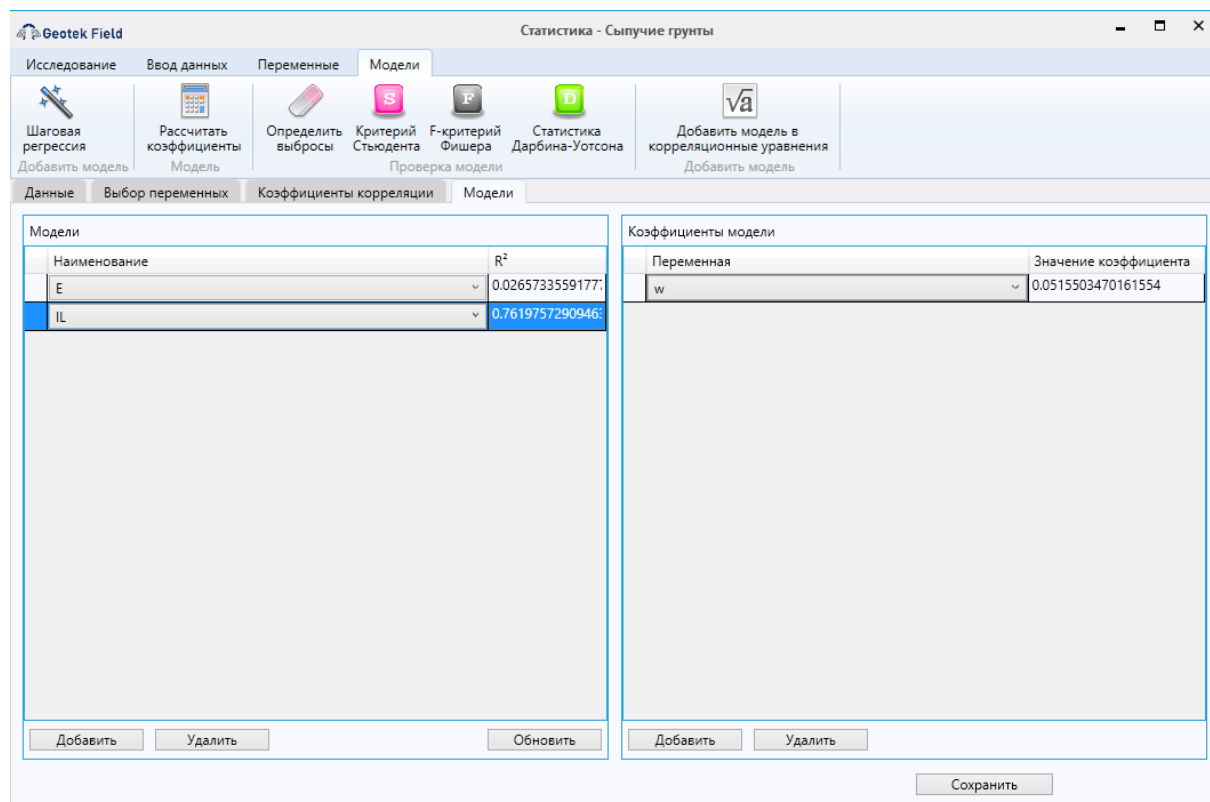


Рис. 10.31. Вкладка «Модели»

В левой половине окна находится перечень анализируемых моделей, справа отображаются коэффициенты выбранной модели.

Верхнее меню позволяет выполнять различные операции:

- *Шаговая регрессия* – Запускает для выбранной модели процедуру шаговой регрессии, в процессе выполнения подбирается состав предикторных переменных из ранее выбранных на вкладке «**Выбор переменных**».
- *Выделение групп* – Формирует группу моделей, где каждая модель оптимальна для определенной группы ИГЭ. Операция сопоставляет созданному уравнению те ИГЭ, данные которых использовались.
- *Рассчитать коэффициенты* – производится расчет коэффициентов регрессии выбранного уравнения.
- *Проверка модели* – позволяет применить к выбранной модели различные проверки. Результаты проверок выдаются на экран.

11. ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ГРУНТОВ К РАЗЖИЖЕНИЮ

Данный программный модуль позволяет производить оценку потенциала песчаных грунтов к разжижению по данным статического и динамического зондирования.

11.1. Последовательность расчетов

Для работы с модулем служит окно «Оценка разжижаемости грунтов», которое открывается при нажатии на соответствующую кнопку на вкладке «Инструменты» главного меню.

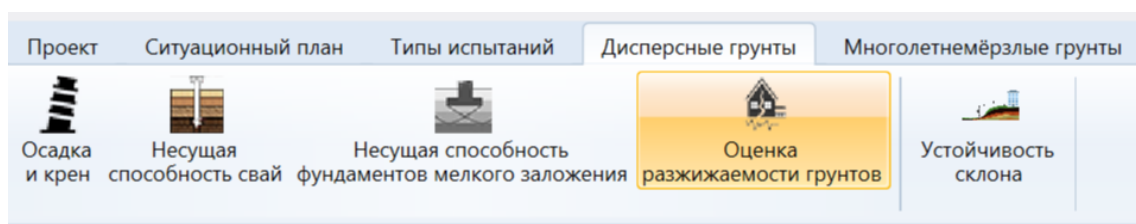


Рис. 11.1. Процедура оценки разжижаемости грунтов

После нажатия на кнопку «Оценка разжижаемости грунтов» появляется меню, на котором имеются следующие вкладки «Выполнить расчет», строка с выбором методов зондирования, «Горизонтальное перемещение», «Выгрузить в Excel» и «Посмотреть профили».

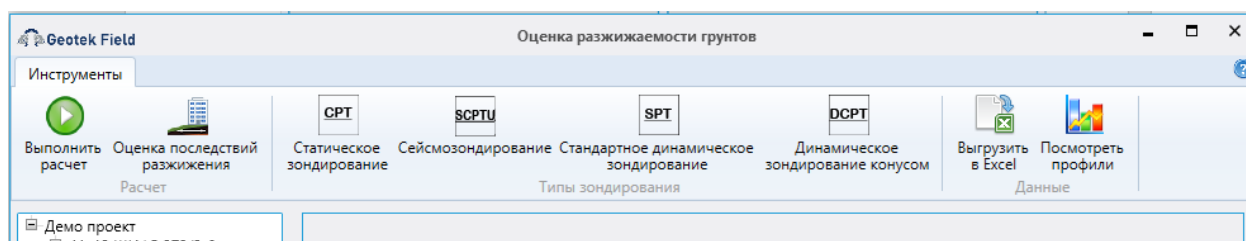


Рис. 11.2. Выбор метода оценки

В окне выше в левой части приведено дерево с номерами ранее выполненных испытаний и методами испытаний по выбранному объекту. При нажатии на номер испытания появляется окно с соответствующим методом испытаний.

Выбрать метод испытаний для оценки разжижаемости грунтов можно сделать различным способом.

Во-первых, с помощью соответствующих кнопок меню

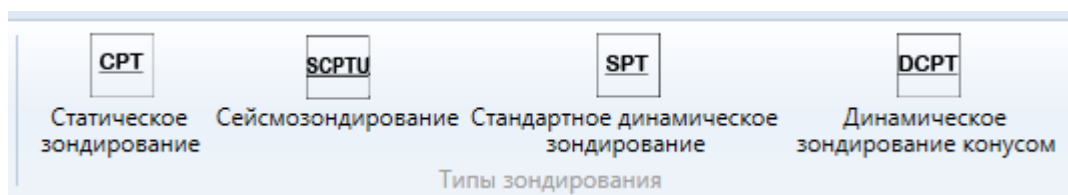


Рис. 11.3. Выбор метода испытаний

Во-вторых, в дереве испытаний выбрать выработку с соответствующим методом испытаний.

Для каждого метода зондирования грунтов используются окна, приведенные ниже.

Параметры расчета

Мagnitude: 7,5 Макс. ускорение: 0,2

Расчет CRR: Idriss & Boulanger (2004) Расчет CSR: Robertson & Wride (1998)

Расчет qc1ncs: NCEER K_s: 1

Входные данные

Глубина, м	Тип грунта	qc, МПа	fs, кПа	FC, %
1.2	Песок	3.5	18.333	0
1.4	Песок	4.067	26.667	0
1.6	Песок	5.1	36	0
1.8	Песок	5.6	42.667	0
2	Песок	5.767	45.333	0
2.2	Песок	4.333	35.667	0
2.4	Супесь - пылеватый песок	3.133	22	0

Результаты расчета

Глубина, м	Тип грунта	qc1n, МПа	FC, %	SBTn	ID, %	CSR	CRR для чистых песков	FS	MSF	rd

Сохранить Закрыть

Рис. 11.4. Статическое зондирование

Параметры расчета

Мagnitude: 7,5 Макс. ускорение: 0,2

Расчет CRR: Andrus et al. (1999) Расчет CSR: Robertson & Wride (1998)

Расчет Vs: Hegazy & Mayne (1995) K_s: 1 Очистить Vs

Входные данные

Глубина, м	Тип грунта	qc, МПа	fs, кПа	FC, %	Vs, м/с
1.2	Песок	3.5	18.333	0	171
1.4	Песок	4.067	26.667	0	191
1.6	Песок	5.1	36	0	208
1.8	Песок	5.6	42.667	0	219
2	Песок	5.767	45.333	0	223
2.2	Песок	4.333	35.667	0	208
2.4	Супесь - пылеватый	3.133	22	0	180

Результаты расчета

Глубина, м	Тип грунта	FC, %	Vs, м/с	CSR	CRR	FS	MSF	rd

Сохранить Закрыть

Рис. 11.5. Сейсмомониторинг

Geotek Field Оценка разжижаемости грунтов - Стандартное динамическое зондирование (SPT)

Инструменты

Выполнить расчет Оценка последствий разжижения Расчет

Статическое зондирование Сейсмозондирование Стандартное динамическое зондирование Динамическое зондирование конусом Выгрузить в Excel Посмотреть профили Данные

Демо проект

Параметры расчета

Магнитуда Макс. ускорение

Расчет CRR Расчет CSR

K_s

Расчет Vs Очистить Vs

Входные данные

Глубина, м	Тип грунта	qc, МПа	fs, кПа	FC, %	Vs, м/с
1.2	Песок	3.5	18.333	0	171
1.4	Песок	4.067	26.667	0	191
1.6	Песок	5.1	36	0	208
1.8	Песок	5.6	42.667	0	219
2	Песок	5.767	45.333	0	223
2.2	Песок	4.333	35.667	0	208
2.4	Супесь - пылеватый	3.133	22	0	180

Результаты расчета

Глубина, м	Тип грунта	FC, %	Vs, м/с	CSR	CRR	FS	MSF	rd

Сохранить Заккрыть

Рис. 11.6. Стандартное динамическое зондирование

Geotek Field Оценка разжижаемости грунтов - Динамическое зондирование конусом (DCPT)

Инструменты

Выполнить расчет Оценка последствий разжижения Расчет

Статическое зондирование Сейсмозондирование Стандартное динамическое зондирование Динамическое зондирование конусом Выгрузить в Excel Посмотреть профили Данные

Демо проект

Параметры расчета

Магнитуда Макс. ускорение

Расчет CRR Расчет CSR

K_s

Расчет Vs Очистить Vs

Входные данные

Глубина, м	Тип грунта	qc, МПа	fs, кПа	FC, %	Vs, м/с
1.2	Песок	3.5	18.333	0	171
1.4	Песок	4.067	26.667	0	191
1.6	Песок	5.1	36	0	208
1.8	Песок	5.6	42.667	0	219
2	Песок	5.767	45.333	0	223
2.2	Песок	4.333	35.667	0	208
2.4	Супесь - пылеватый	3.133	22	0	180

Результаты расчета

Глубина, м	Тип грунта	FC, %	Vs, м/с	CSR	CRR	FS	MSF	rd

Сохранить Заккрыть

Рис 11.7. Динамическое зондирование конусом

В левой части окон расположено дерево «Проект – Объекты – Места испытаний». Модуль работает с существующими в проекте местами испытаний. Необходимо выбрать одно из них. После выбора места испытаний справа появятся три области:

- *Параметры расчета:* отображает и позволяет изменять параметры расчетов для выбранного места испытаний: можно указать магнитуду и максимальное поверхностное ускорение, для которых будут производиться расчеты. Можно выбрать уравнения различных авторов, используемые в расчетах коэффициента циклических напряжений (CSR) и коэффициента циклического сопротивления (CRR).
- Для SCPTU испытаний можно использовать измеренные значения скорости поперечных волн (V_s), заполнить их вручную, или рассчитать выбранным корреляционным уравнением. Для автоматического расчета V_s с использованием корреляционного уравнения необходимо предварительно очистить столбец с V_s если в нем есть данные, это можно сделать кнопкой «Очистить V_s ».
- *Входные данные:* отображает измеренные параметры, тип грунта и другие характеристики, в том числе и «Содержание глинистых частиц». Значения содержания глинистых частиц FC% рассчитываются или вводятся вручную, если получены из лабораторных испытаний.
- *Результаты расчета:* отображает в табличном виде результаты расчета. Данная область заполняется после выполнения расчета.

В программе предусмотрена возможность введения вручную значений пылеватой фракции FC %. Например, для выработки номер шесть (N6-SPT) для песка плотного вводим значение FC = 10%:

Входные данные			
Глубина, м	Тип грунта	(N ₁₆₀) _{cs}	FC, %
1.3	Пески гравелистые	51	0
1.4	Пески гравелистые	55	0
1.5	Пески гравелистые	54	0
1.6	Песок плотный	45	10
1.7	Песок плотный	35	0
1.8	Песок плотный	5	0
1.9	Песок плотный	6	0

Рис. 11.8. Редактирование содержания глинистых частиц

Далее нажимаем Enter и выполняем расчет:

Входные данные			
Глубина, м	Тип грунта	(N ₁₆₀) _{cs}	FC, %
1.5	Пески гравелистые	54	0
1.6	Песок плотный	45	10
1.7	Песок плотный	35	10
1.8	Песок плотный	5	10
1.9	Песок плотный	6	10
2	Песок плотный	8	10
2.1	Песок плотный	8	10

Результаты расчета									
Глубина, м	Тип грунта	N _{160cs}	FC, %	ID, %	CSR	CRR	FS	MSF	rd
1.3	Пески гравелистые	51	0	150	1.287	1.245	0.97	1	0.99
1.4	Пески гравелистые	55	0	154	1.286	1.245	0.97	1	0.989
1.5	Пески гравелистые	54	0	151	1.285	1.245	0.97	1	0.989
1.6	Песок плотный	44	10	137	1.284	1.245	0.97	1	0.988
1.7	Песок плотный	34.41	10	120	1.283	1.245	0.97	1	0.987
1.8	Песок плотный	5.66	10	45	1.282	0.082	0.06	1	0.986
1.9	Песок плотный	6.62	10	49	1.281	0.09	0.07	1	0.985
2	Песок плотный	8.54	10	56	1.28	0.105	0.08	1	0.985
2.1	Песок плотный	8.54	10	55	1.279	0.105	0.08	1	0.984
2.2	Глины, суглинки и	9	0	0	1.278	0	0	1	0.983
2.3	Глины, суглинки и	9	0	0	1.277	0	0	1	0.982

Рис. 11.9. Результат редактирования содержания глинистых частиц

Видим, что везде, где был указан тип грунта «Песок плотный» строки с FC заполнились значениями – 10%.

На каждой из приведенных выше окон имеется верхнее меню с кнопками:

- *Выполнить расчет* – выполняет расчеты, необходимые для оценки разжижаемости грунтов выбранным методом зондирования.
- *Строка с вкладками* – выбирается соответствующий метод испытаний зондированием
- *Горизонтальное перемещение* – выполняется оценка величины поперечного смещения грунта при землетрясении.
- *Выгрузить в Excel* – выгружает таблицу с результатами в Excel.
- *Посмотреть профили* – открывается окно с профилями рассчитанных данных, для каждого типа испытаний свой набор профилей.

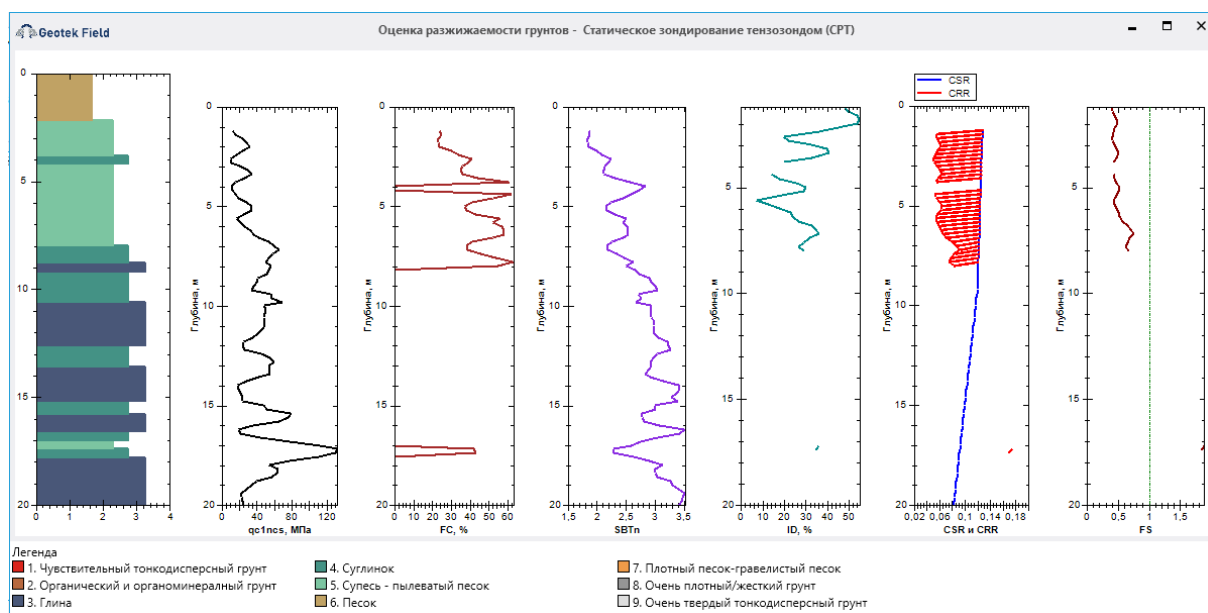


Рис. 11.10. CPT оценка разжижаемости грунтов

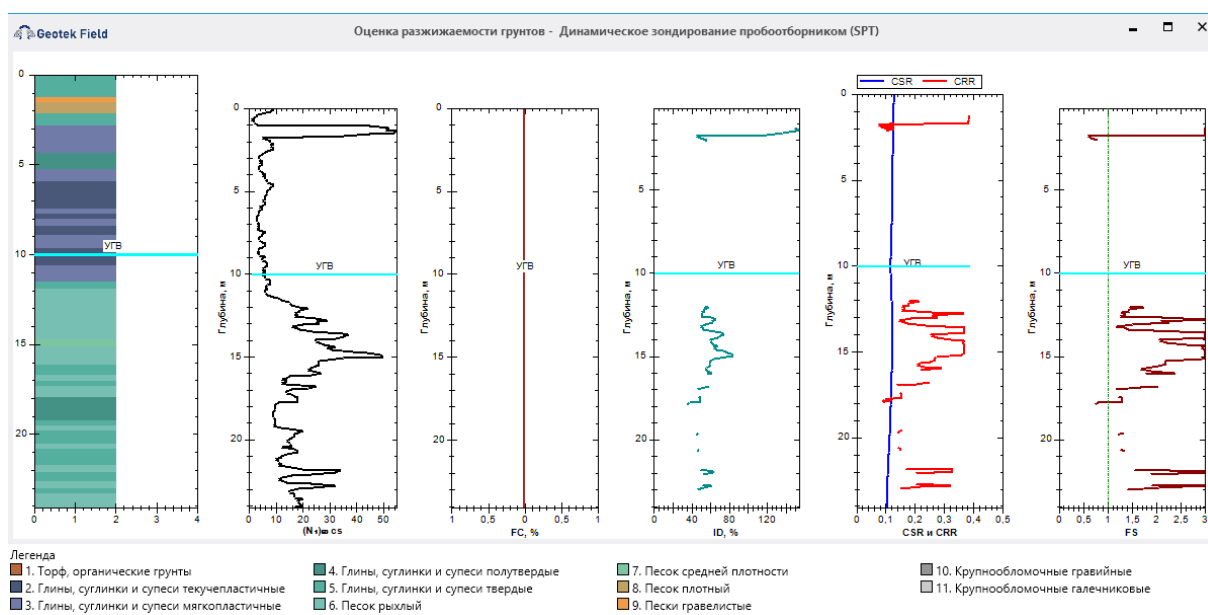


Рис. 11.11. SPT оценка разжижаемости грунтов

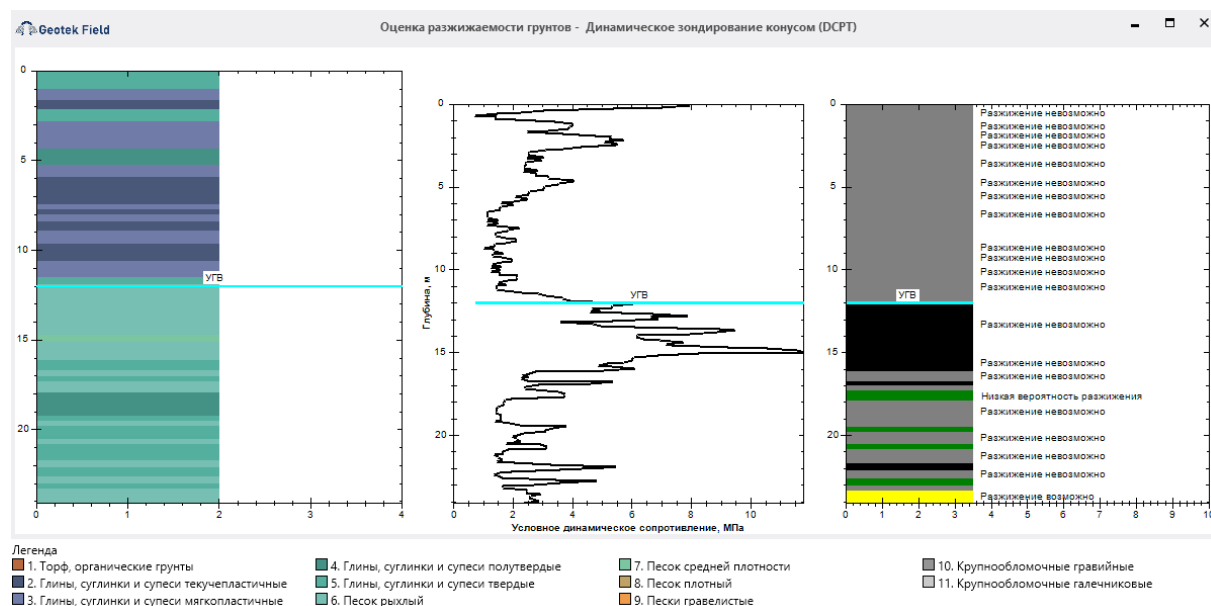


Рис. 11.12. DCPT оценка разжижаемости грунтов по СП 47.13330

11.2. Оценка последствий разжижения

Данный модуль предназначен для прогнозирования перемещения грунта в результате разжижения при проявлениях сейсмической активности.

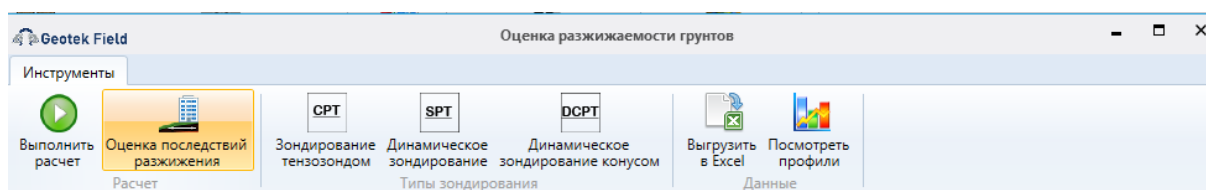


Рис. 11.13. Выбор расчета оценки последствий разжижения

Открыв окно «Оценка разжижаемости грунтов», необходимо выбрать выработку и произвести расчет, если попытаться перейти сразу к оценке последствий разжижения, программа выдаст предупреждение «Выберите место испытания», «Сначала произведите расчет разжижаемости». Выполнив расчет, можно переходить к оценке последствий разжижения.

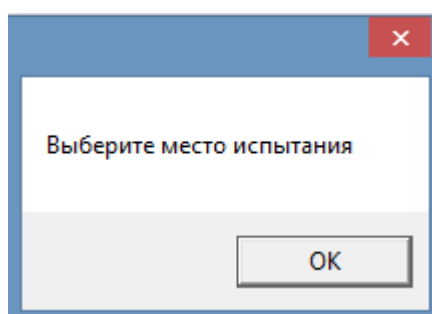


Рис. 10.14. Предупреждение

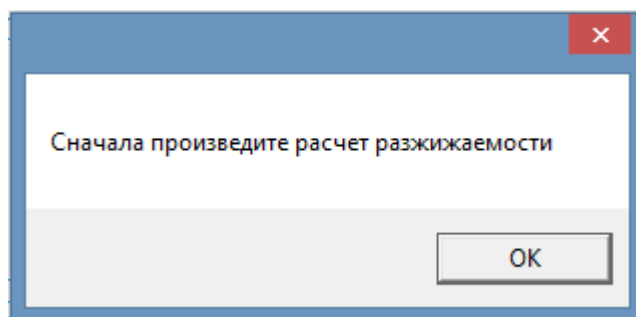


Рис. 11.15. Предупреждение

Оценка последствий разжижения содержит в себе 2 блока: «Горизонтальное перемещение» и «Осадка при разжижении». Кнопка «Выполнить расчет» является общей для этих блоков.

Блок «Горизонтальное перемещение» содержит в себе несколько методов расчета, два типа склона и прочие настройки. Данные после расчета можно выгрузить в Excel. Для выполнения расчета необходимо выбрать метод, ввести в окна «L/H» длину и ширину склона (при пологом склоне ввести градус наклона), применить по необходимости фильтры, останавливающие расчет и нажать на кнопку «Выполнить расчет».

Блок «Осадка при разжижении» содержит 2 метода расчета. Для расчета необходимо выбрать метод и нажать кнопку «Выполнить расчет».

Geotek Field Оценка последствий разжижения

Инструменты

Выполнить расчет Расчет

Выгрузить в Excel Выгрузка

Горизонтальное перемещение

Метод: Zhang et al. (2004) Магнитуда: 7,5

Тип склона: Пологий склон Макс. ускорение: 0,2

☐ Нет перемещения при FS более Расстояние до источника, км: 5

☐ Нет перемещения ниже, м: S, %: 6

☐ Нет перемещения ниже 2H

Горизонтальное перемещение, м: **0,33**

Осадка при разжижении

Метод: Ishihara and Yoshimine (1) Осадка, см: **49,5**

Глубина, м	Тип грунта	qc1ncs, МПа	FC, %	FS	σv0', кПа
0.05	Песок	0.2	35	0.38	1
0.1	Песок	0.367	45	0.38	2
0.15	Песок	0.548	50	0.38	3
0.2	Супесь - пылеватый песок	0.675	57	0.38	4
0.25	Супесь - пылеватый песок	0.815	58	0.38	5

Рис. 11.16. Результаты расчета оценки последствий разжижения

11.2.1. Методы расчета

Горизонтальное перемещение

Zhang et al. (2004). Это метод основан преимущественно на оценке максимума циклической деформации сдвига каждого слоя в течение и после разжижения, которое оценивается коэффициентом безопасности против разжижения (FS) и степенью плотности ID, в то время как степень плотности находится из корреляции SPT или скорректированных SPT количества ударов N или (N1)60. Степень плотности находится из CPT или SPT испытаний

Youd et al. (2002). В этой эмпирической модели, предполагается, что одно из двух уравнений контролируют максимальное перемещение на крутом склоне грунта (1) и, второе уравнение (2) на пологом склоне, где влияние крутизны незначительно. На пологой части склона используются оба уравнения, и контролируется наибольшее перемещение (DH).

Idriss and Boulanger (2008). Идрисс и Буланжер рассматривали движение склонов сложенные рыхлыми, водонасыщенными грунтами при достижении предельной деформации сдвига.

Осадка при разжижении

Ishihara and Yoshimine (1992). Основываясь на полевых наблюдениях после землетрясений было отмечено, что величина объемной деформации зависит от сопротивления пенетрации и возможным значением CSR при землетрясении. Подобные зависимости были предложены Ishihara and Yoshimi (1992) и показывают, что объемная деформация при разжижении может изменяться в диапазоне между около 4,5% для очень рыхлого песка до 1% для очень плотного песка. Эти зависимости рекомендуются для оценки осадки при разжижении сыпучих грунтов.

Tokimatsu & Seed (1987). Токиматсу и Шод использовали корреляцию между (N1)60, степенью плотности, оценочным значением деформации сдвига из (N1)60, коэффициентом циклического сопротивления и предложили соответствующую зависимость.

11.3. Формирование отчета

На вкладке «**Отчеты**» выбираем «**Выбор параметров графического отчета**», далее «Инструменты» и **Оценка разжижаемости грунтов**»

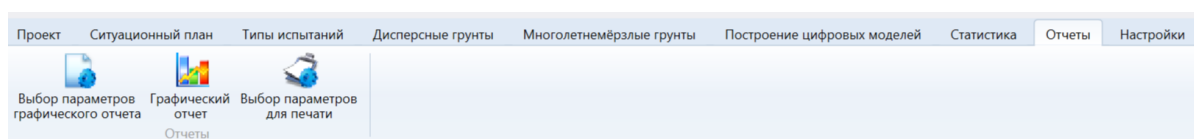


Рис. 11.17. Вкладка «Отчеты»

В окне «Настройки отчета» имеется вкладка «**Оценка разжижаемости грунтов**».

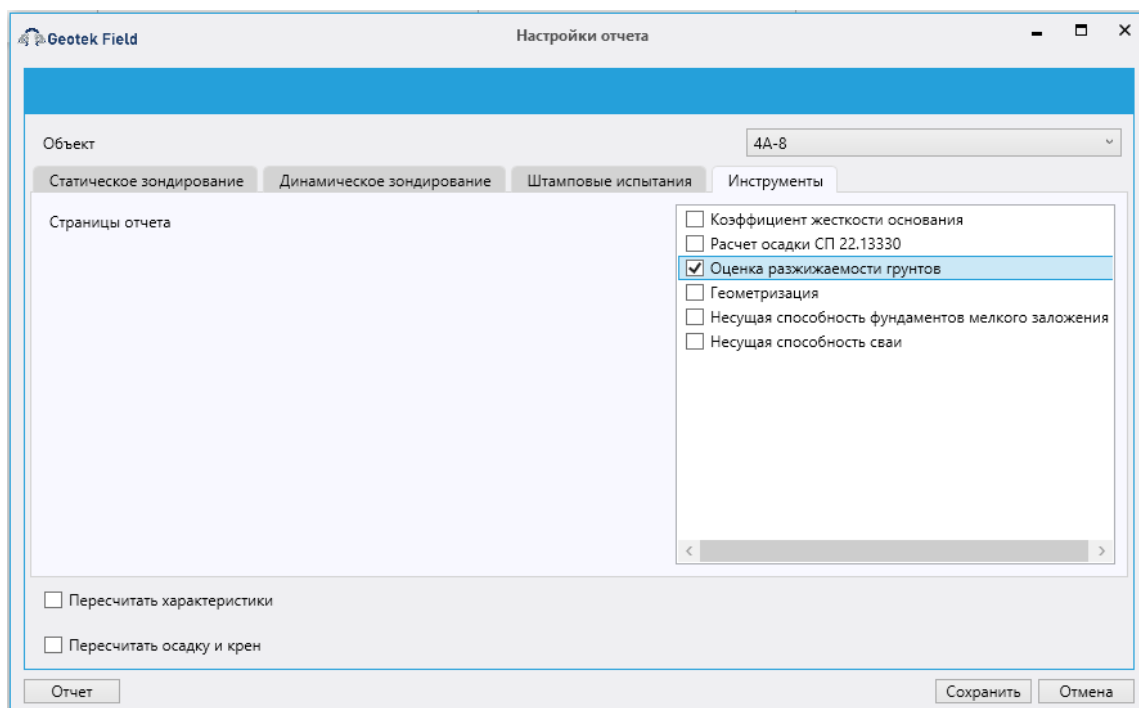


Рис. 11.17. Настройки отчета

Данная страница отчета включает профили рассчитанных данных:

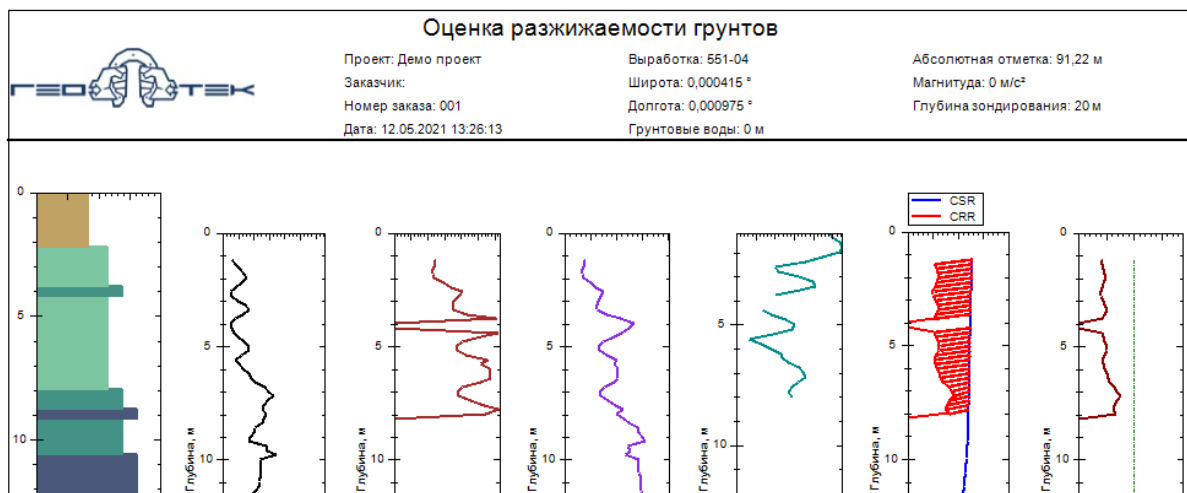


Рис. 11.18. Пример отчета «Оценка разжижаемости грунтов»

12. ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Цифровую модель можно создать двумя способами. Первый способ – использовать «[Данные статического зондирования](#)» и, второй способ – использовать «[Данные буровых скважин](#)».

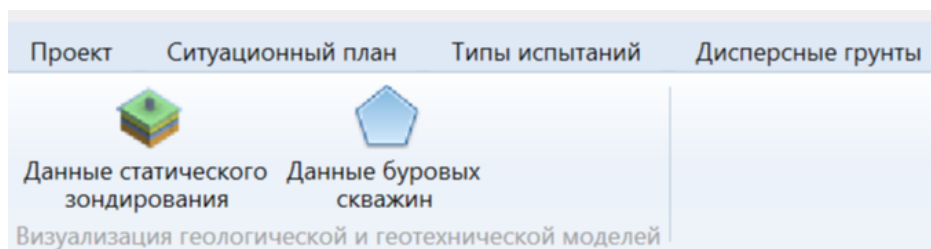


Рис. 12.1. Выбор способа построения цифровой модели

12.1. Построение цифровой модели на основе СРТ данных

Модуль программы предназначен для построения цифровой инженерно-геологической модели (ЦИГМ) и цифровой геотехнической модели (ЦГМ), используя данные статического зондирования.

12.1.1. Построение цифровой инженерно-геологической модели

Для построения ЦИГМ или ЦГМ необходимо иметь ситуационный план площадки изысканий (см., раздел 3), выработки статического зондирования (см., п. 4.1), характеристики объекта (см., п. 3.7) и характеристики грунтов (см., раздел 5). Необходимым условием является наличие абсолютных отметок поверхности участка и устьев выработок. Пример ситуационного плана с выработками показан на рис. 12.2.

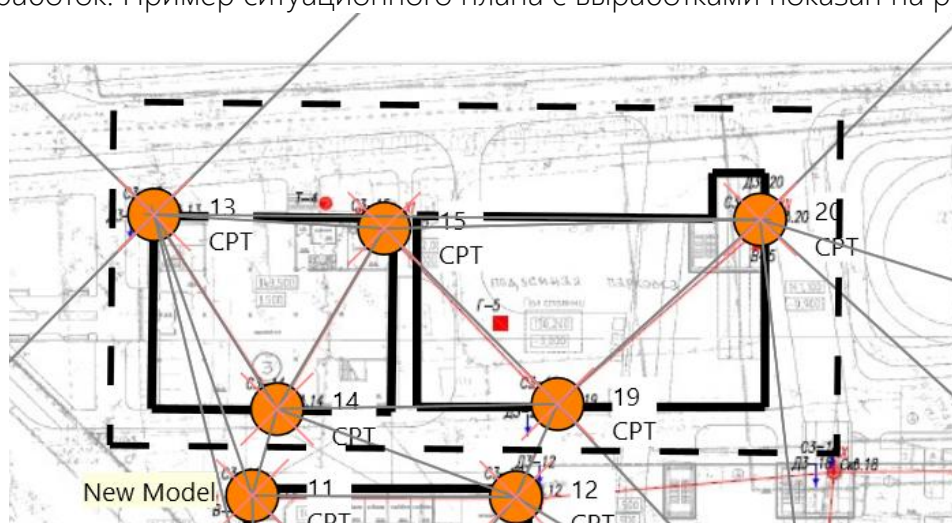


Рис. 12.2. Ситуационный план площадки исследований с размещением выработок и проектируемых зданий

На вкладке «Ситуационный план» имеются две кнопки «Построить границы модели» и «Построить разрез».

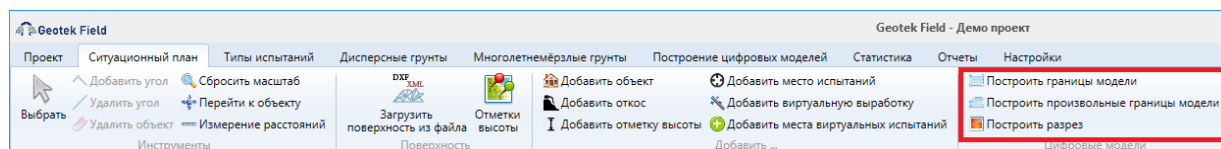


Рис. 12.3. Построение границ модели и разреза

Границы модели определяются прямоугольником (функция «Построить границы модели») или произвольно, отрезками прямой (функция «Построить произвольные границы модели»). В первом случае, после построения первой линии границы она остается неподвижной, а остальное построение приводится к прямоугольнику. Нужно нажать на кнопку «Построить границы модели» и указать левой кнопкой мыши границы: последовательно два угла и высоту построения, после чего построение завершится автоматически (рис. 12.2).

Границы модели обозначены прерывистой линией. После построения, границы можно поменять, если нажать кнопку «Выбрать», щелкнуть на границе модели и тащить за вершины границ или за саму границу (в этом случае можно перетащить всю рамку). Далее необходимо построить необходимые разрезы, для чего следует нажать кнопку «Построить разрез», указать все точки разреза (если при этом попасть рядом с выработкой, то эта выработка потом попадет в визуализацию 2D разреза), и завершить построение двойным щелчком. В одной модели можно построить несколько разрезов (рис. 12.4).

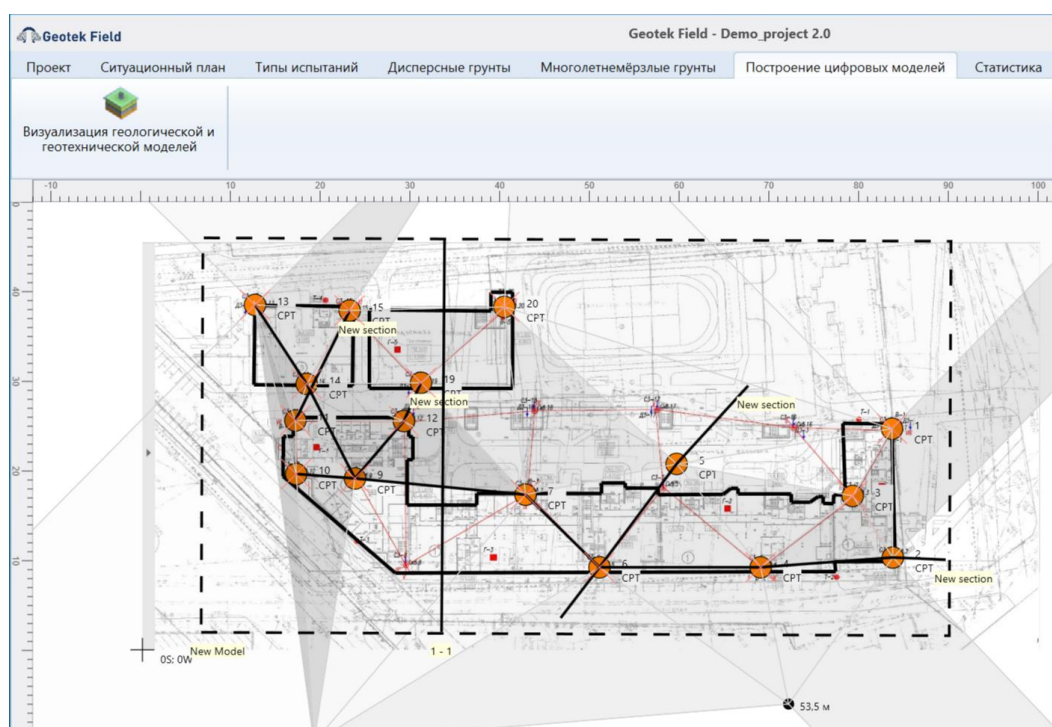


Рис. 12.4. Построение разрезов

После нажатия на «Выбрать», а затем на линию разреза, разрез можно изменить – перетащить его вершины или весь разрез. Если дважды щелкнуть на разрез мышью – можно задать ему название:

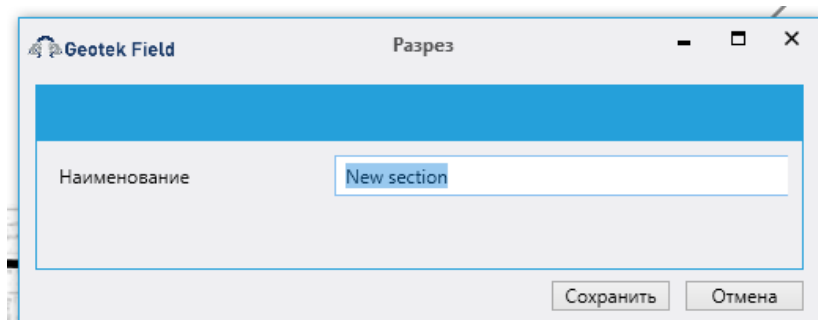


Рис. 12.5. Наименование разреза

Если дважды щелкнуть на границах модели или нажать на кнопку «Данные статического зондирования» откроется форма для редактирования параметров моделей и построения визуализации.

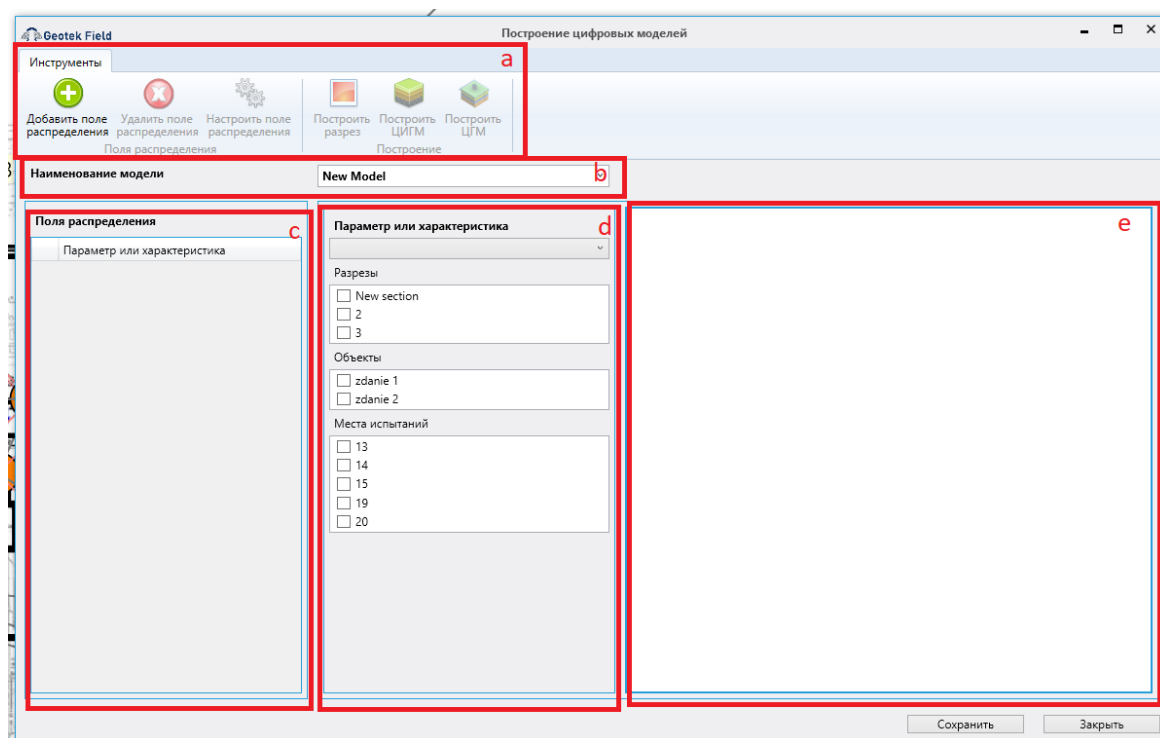


Рис. 12.6. Построение цифровых моделей

Состав формы:

1. *Главное меню*, позволяет добавлять, удалять и настраивать поля распределения параметров зондирования и характеристик грунтов, а также выполнять визуализацию.
2. *Область выбора модели*, здесь можно из выпадающего списка выбрать любую имеющуюся в проекте модель, а также задать ей наименование (также, непосредственно в этом выпадающем списке).
3. *Список полей распределения для модели*. Для каждого поля распределения настраивается и сохраняется набор объектов, разрезов и мест испытаний, а также

настроек интерполяции и прочих настроек. К полю распределения можно отнести несколько разрезов и потом все их увидеть в 3D визуализации вертикальных разрезов.

4. *Список попавших в границы модели сущностей.* Можно отметить те, которые будут учитываться и отображаться при визуализации.

5. *Область с планом модели* и выбранным для текущего поля распределения набором сущностей.

После нажатия на кнопку «Добавить поле распределения», появляется новая запись в списке поле распределения. В поле «Параметр или характеристика» нужно выбрать то, что мы будем визуализировать.

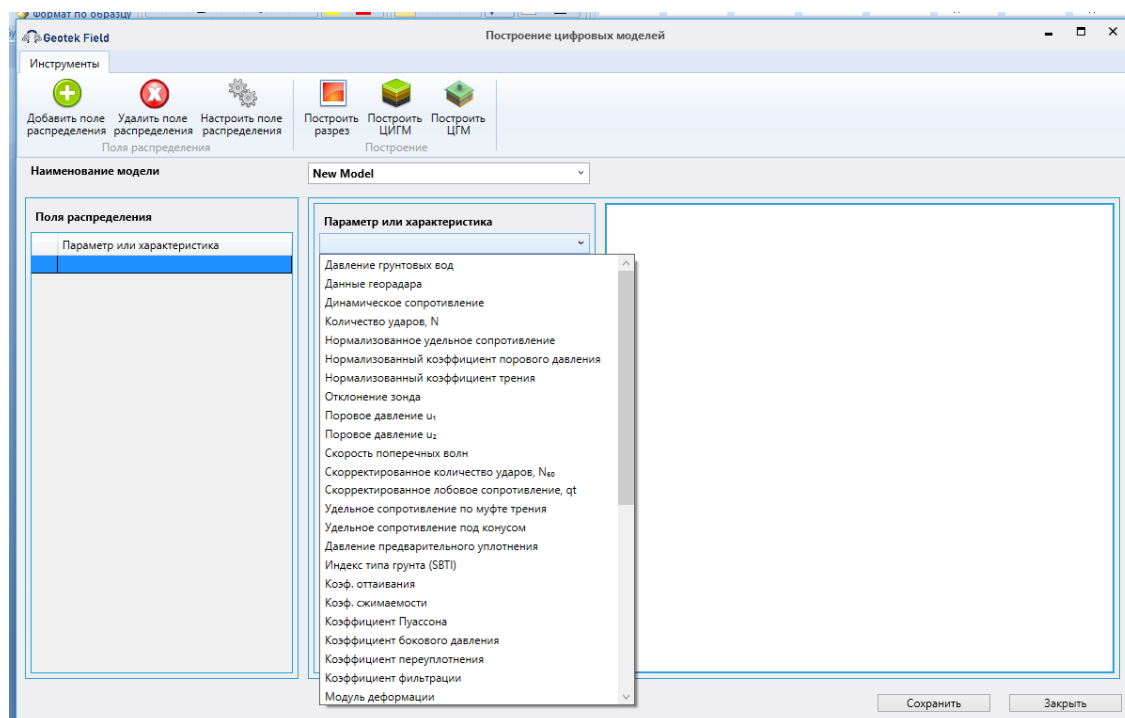


Рис. 12.7. Выбор измеряемых параметров или характеристики грунта

После добавления поля распределения и выбора параметра или характеристики справа отображаются выбранные элементы (по умолчанию отображаются все).

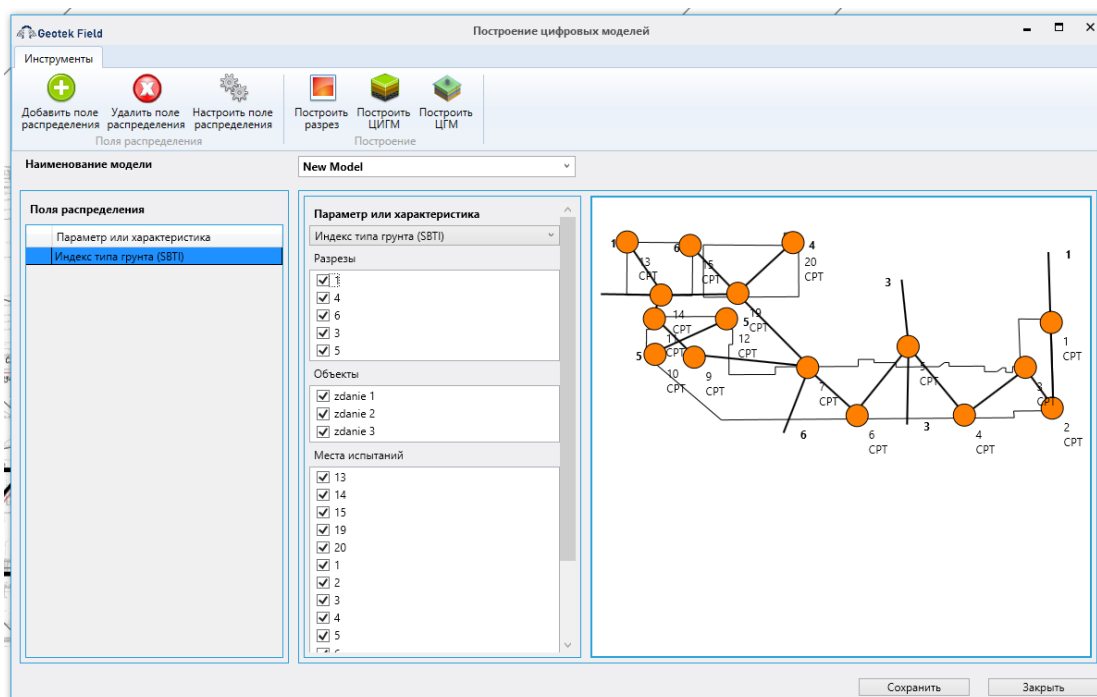


Рис. 12.8. Выбор поля распределения, параметров или характеристик и мест испытания

Для добавления или удаления полей распределения, необходимо использовать кнопки «[Новое поле распределения](#)», «[Удалить поле распределения](#)» главного меню.

Для настройки параметров построения поля распределения, нужно при выделенной записи в правой области, нажать кнопку «[Настроить поле распределения](#)», откроется окно:

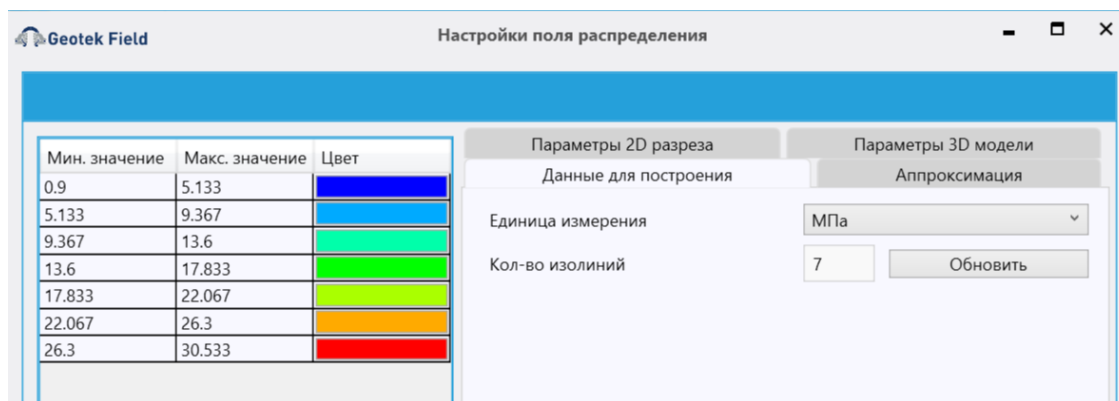


Рис. 12.9. Настройка цифрового распределения характеристик грунта и измеряемых параметров зондирования

В данном окне можно выбрать характеристику грунта или измеряемый параметр зондирования (удельные силы трения и сопротивление конуса, поровое давление), по которым будут построено их цифровое распределение в пространстве между опорными выработками (точки зондирования).

Выбираемая характеристика грунта должна иметь используемое по умолчанию корреляционное уравнение (см., рис. 6.42) для ее расчета у всех выработок, включенных в отчет.

Функция **Аппроксимация** – позволяет рассчитать значения между опорными выработками с использованием нескольких интерполяционных функций.

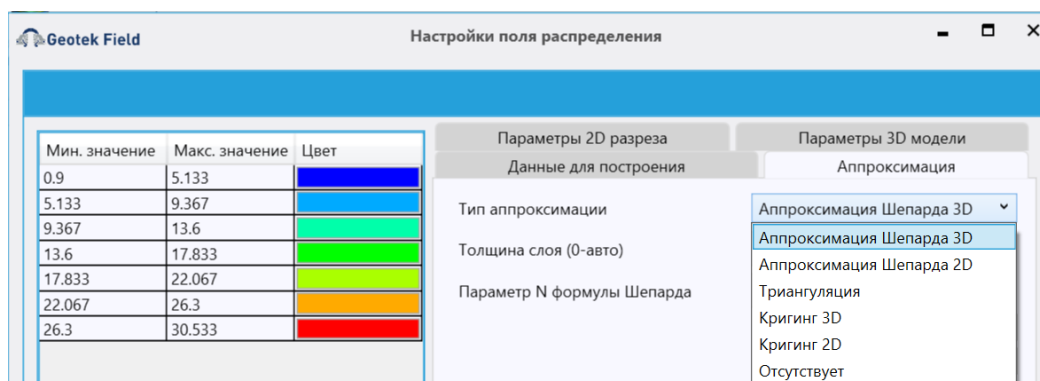


Рис. 12.10. Выбор интерполяционной функции

Единица измерения – позволяет выбрать единицу измерения, к которой будут приведены значения измеряемого параметра или характеристики грунта при построении цифрового разреза.

Параметр N формулы Шепарда – задает значение параметра n функции интерполяции (см. Теоретическое руководство). Изменяется от 1 до 4. Рекомендуемое значение $n = 1$.

Кол-во изолиний – определяет количество диапазонов, по которым будут строиться изолинии. После изменения значения нужно нажать кнопку «Обновить» – тогда справа перестроится таблица с диапазонами значений и цветами.

Количество точек сетки – определяет качество построения – чем больше число – тем более сглаженными выглядят линии, но медленнее строятся.

Толщина слоя – уменьшает количество данных в выработках усреднением – на выбранную толщину слоя в итоге приходится одно среднее значение. Если указать 0, то усреднение не применяется.

Для ограничения глубины следует использовать параметр «Глубина построения» на вкладке «Параметры 2D разреза».

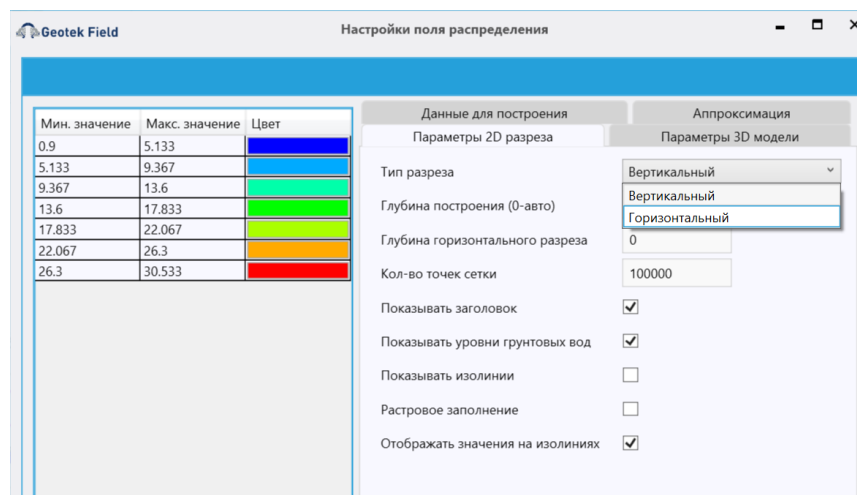


Рис. 12.11. Функция «Параметры 2Dразреза». Выбор возможности вертикального или горизонтального разреза

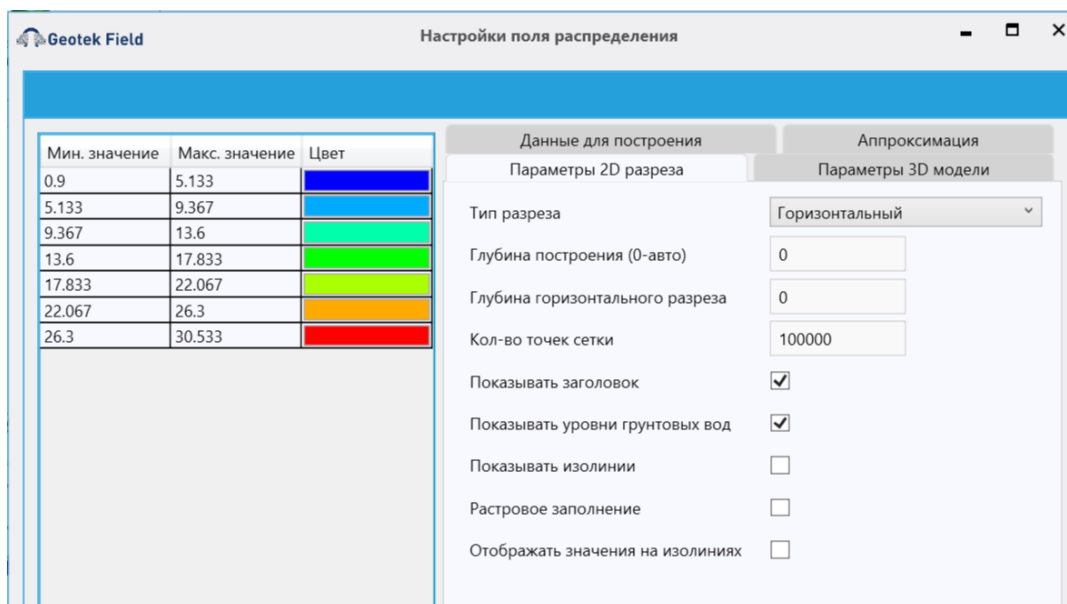


Рис. 12.12. Выбор глубины построения горизонтального разреза

Глубина построения (0 авто) – при значении, равным 0 поле выбранной характеристики грунта или параметра зондирования строится на всю глубину разреза. При введении конкретного числового значения поле строится на заданную глубину.

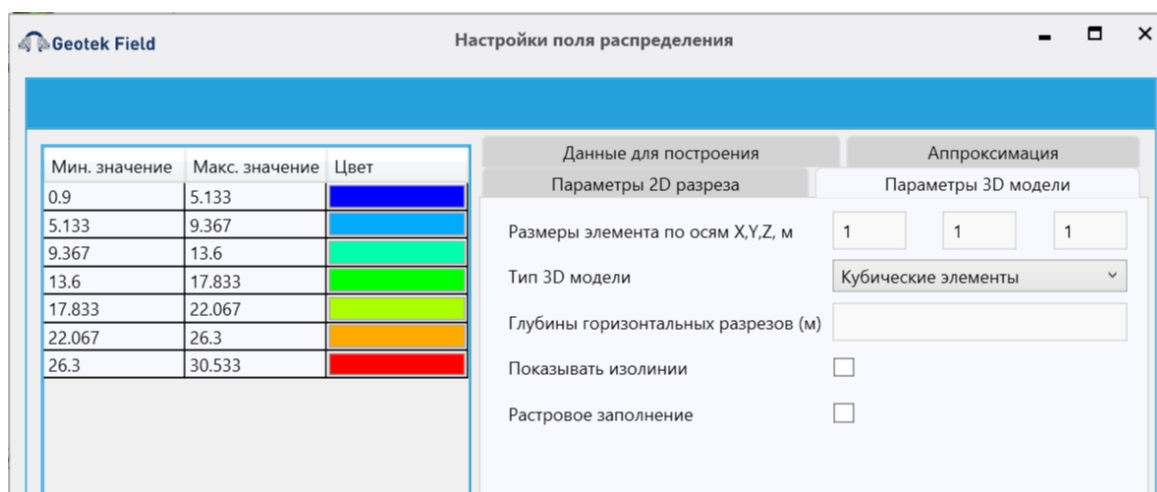


Рис. 12.13. Выбор параметров для построения трехмерной модели

Размеры элемента по осям X,Y,Z – определяют размер кубического элемента, на которые разбивается ЦИГМ. Величина размера существенно образом влияет на скорость вычислений, особенно численных расчетов. Чем меньше размер, тем более гладкой получается ЦИГМ.

Не забывайте нажимать на кнопку «**Сохранить**» после ввода информации о разрезе и полях распределения.

Чтобы построить изолинии с выбранными настройками необходимо в главном окне модуля (рис. 12.6) нажать кнопку «**Построить разрез**». Этот процесс может занять некоторое время, так как для построения используются данные всех выработок, включенных в отчет, даже если разрез их не пересекает.

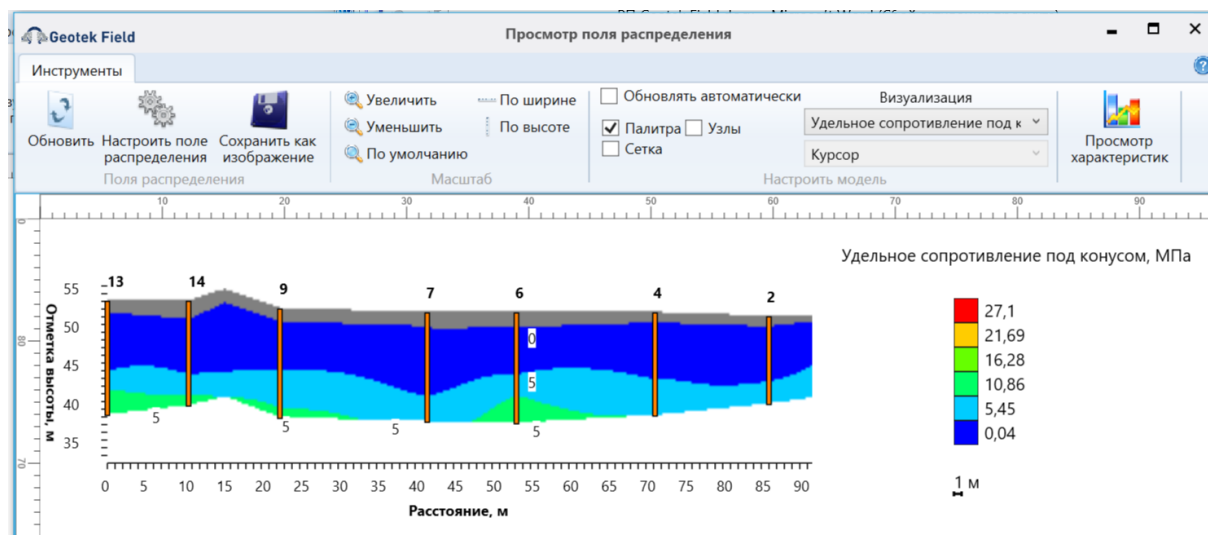


Рис. 12.14. Просмотр цифрового разреза. Удельное сопротивление под конусом. Аппроксимация кригинг 3D. Функция сферическая

Обновить – перестраивает изолинии при изменении размера окна или настроек.

Настроить поле распределения – открывает окно с настройками параметров.

Сохранить как изображение – сохраняет построенный график в файл.

Функции «**Увеличить**», «**уменьшить**», «**по высоте**», «**по ширине**» позволяют масштабировать просмотр данных.

При построении поля распределения или при обновлении значений функции интерполяции «**Обновить**» окна «**Настройки изолиний**» может появиться выпадающее окно:

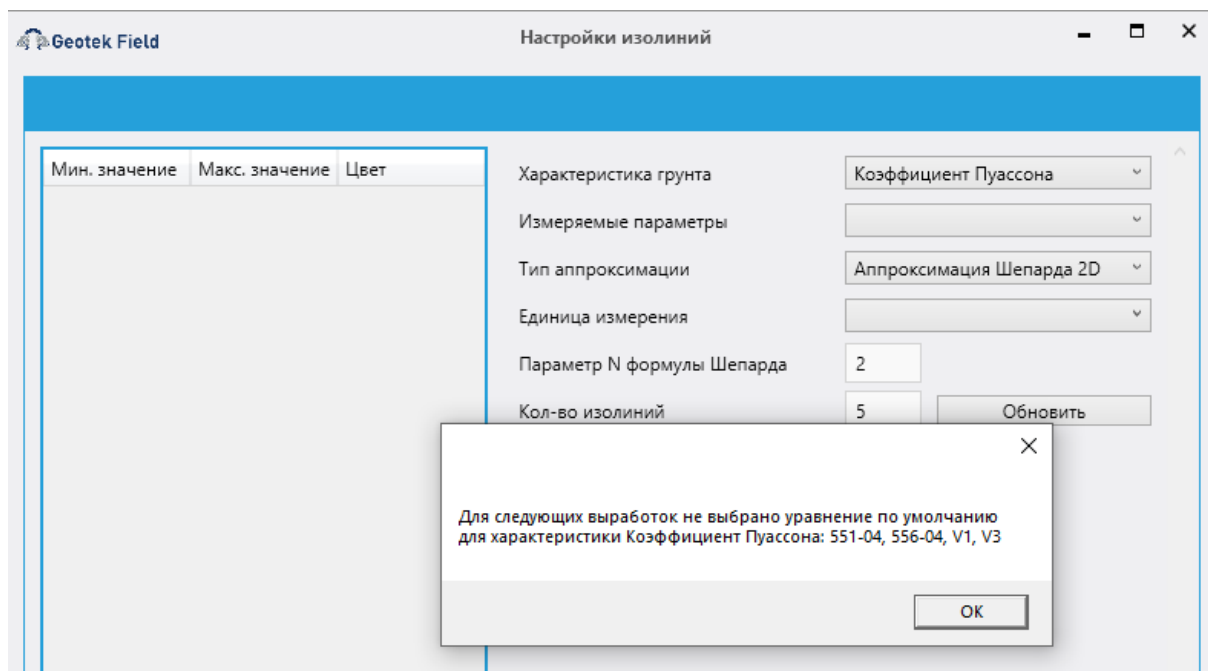


Рис. 12.15. Сообщение об отсутствии характеристики грунта или измеряемого параметра

Это указывает на то, что программа не знает, какими корреляционными уравнениями рассчитывать характеристику для тех или иных выработок.

Одним из методов, который используется для аппроксимации опорных значений это Кригинг 2D и Кригинг 3D.

Выбрав в «**Тип аппроксимации**» (рис. 12.10) **Кригинг 2D** появиться окно со следующими настройками (рис. 12.15), где

- *Модель вариограммы*
- *Самородок*
- *Порог*
- *Диапазон*
- *Наклон для степенной модели*
- *Степень для степенной модели*

В программе представлено шесть типов вариограмм:

- *Сферическая*
- *Экспоненциальная*
- *Гауссова*
- *Квадратичная*
- *Круговая*
- *Степенная*

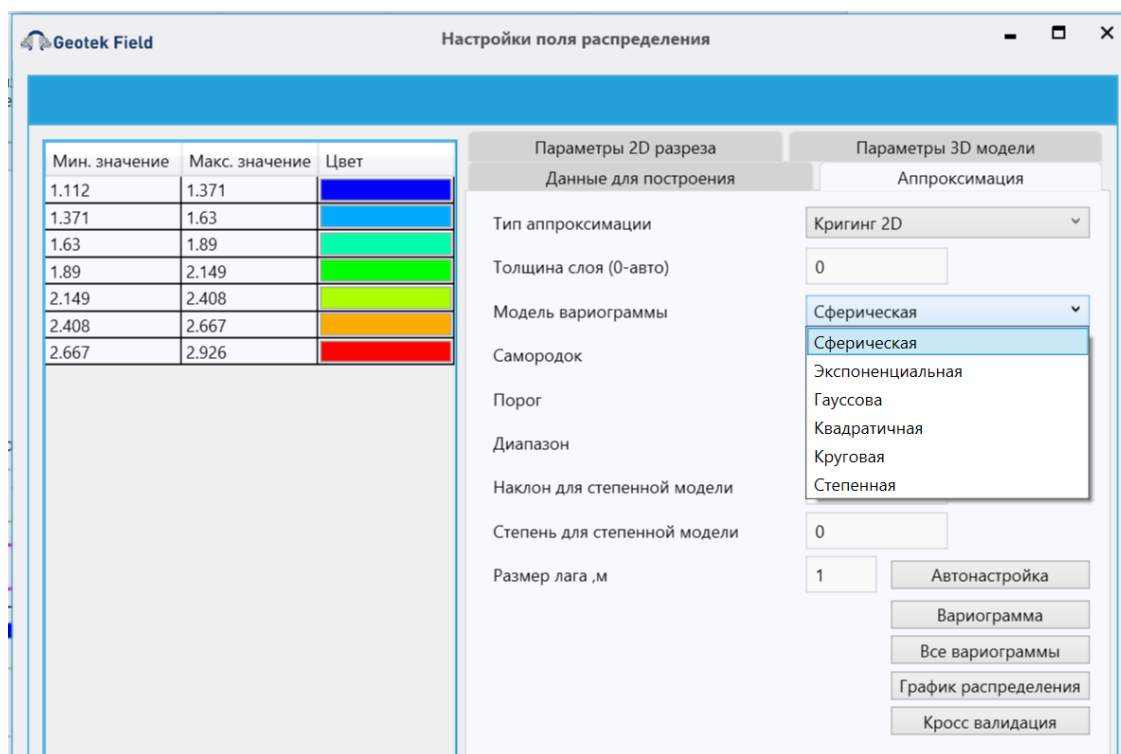


Рис. 12.17. Кригинг 2D. Выбор модели вариограммы и параметров

После выбора модели вариограммы (например, сферическая, рис. 12.17) следует задать размер лага и нажать на кнопку «**Автонастройка**» после чего будут определены параметры данной модели в результате аппроксимации опорных значений к теоретической функции. В данном случае, это сферическая функция. Рекомендуемый размер лага 1 м. Увеличение размера лага приводит к снижению точности построения вариограммы. Дополнительно, информацию можно найти по адресу:

<https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/extensions/geostatistical-analyst/choosing-a-lag-size.htm>.

Самородок	12.59
Порог	40.17
Диапазон	22
Наклон для степенной модели	0
Степень для степенной модели	0
Размер лага ,м	1
Автонастройка	

Рис. 12. 18. Определение параметров сферической модели

Далее можно посмотреть функцию аппроксимации опорных значений к теоретической функции, для чего необходимо нажать кнопку «Вариограмма».

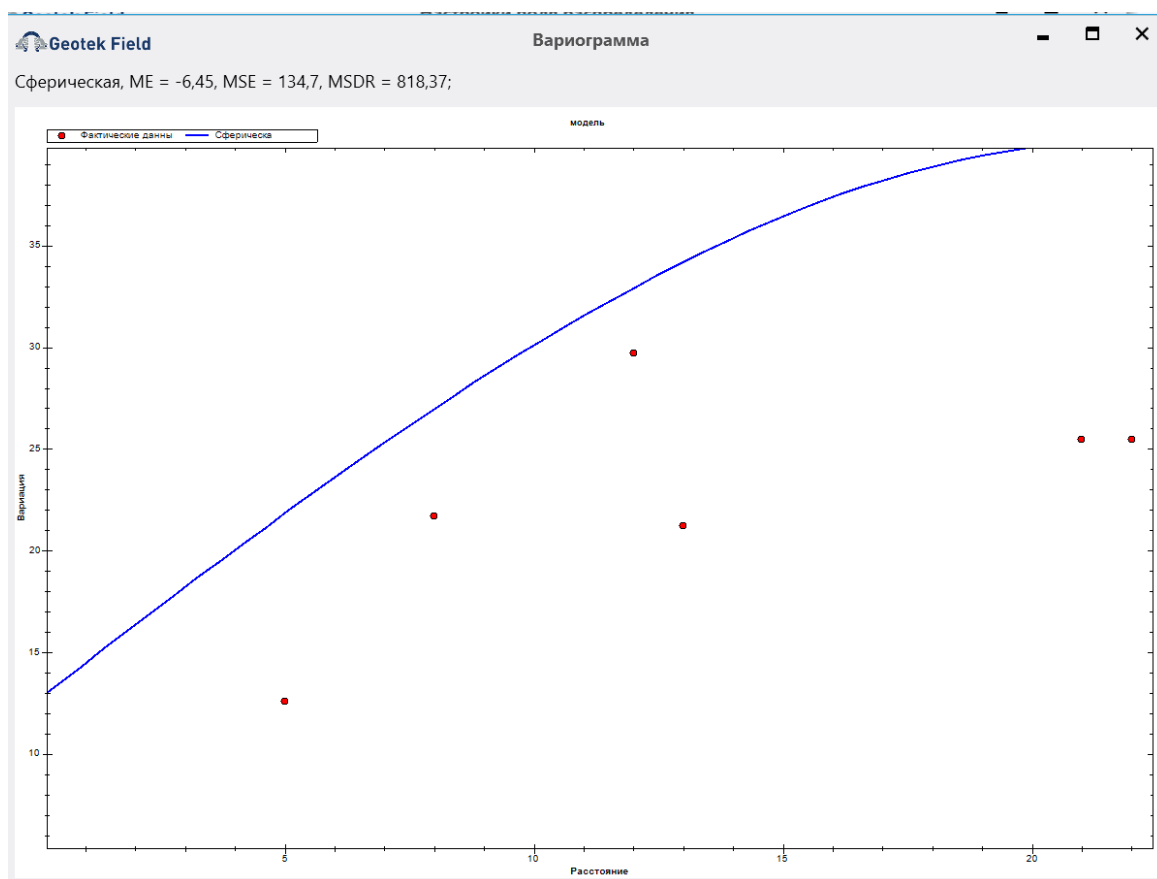


Рис. 12.19. Сферическая вариограмма

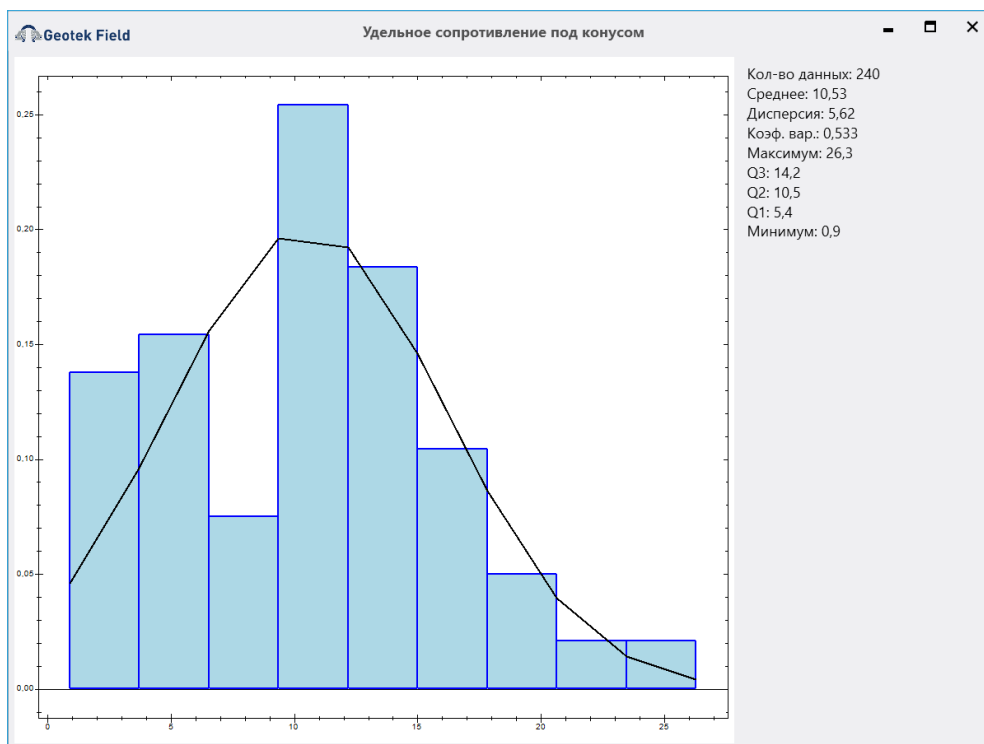


Рис. 12.20. Гистограмма и функция плотности распределения удельного сопротивления конуса

На рис. 12.19 в левой верхней части формы приведены основные метрики аппроксимации:

- средняя ошибка

$$ME = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z(\mathbf{x}_i) - \hat{Z}(\mathbf{x}_i).$$

ME = -6,45;

- средняя квадратичная ошибка

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{z(\mathbf{x}_i) - \hat{Z}(\mathbf{x}_i)\}^2.$$

MSE = 134,7;

- коэффициент среднеквадратичного отклонения

$$MSDR = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\{z(\mathbf{x}_i) - \hat{Z}(\mathbf{x}_i)\}^2}{\hat{\sigma}_k^2(\mathbf{x}_i)}.$$

MSDR = 818,37.

где $z(x_i)$ – i -е данные на x_i ; $\hat{Z}(\mathbf{x}_i)$ – предсказание кригинга; $\hat{\sigma}_k^2(\mathbf{x}_i)$ – дисперсия кригинга.

Так как Кригинг предлагает несколько функций интерполяции, то методом подбора следует выбрать функцию с наименьшими метриками. Для этого следует нажать на кнопку «Все вариограммы».

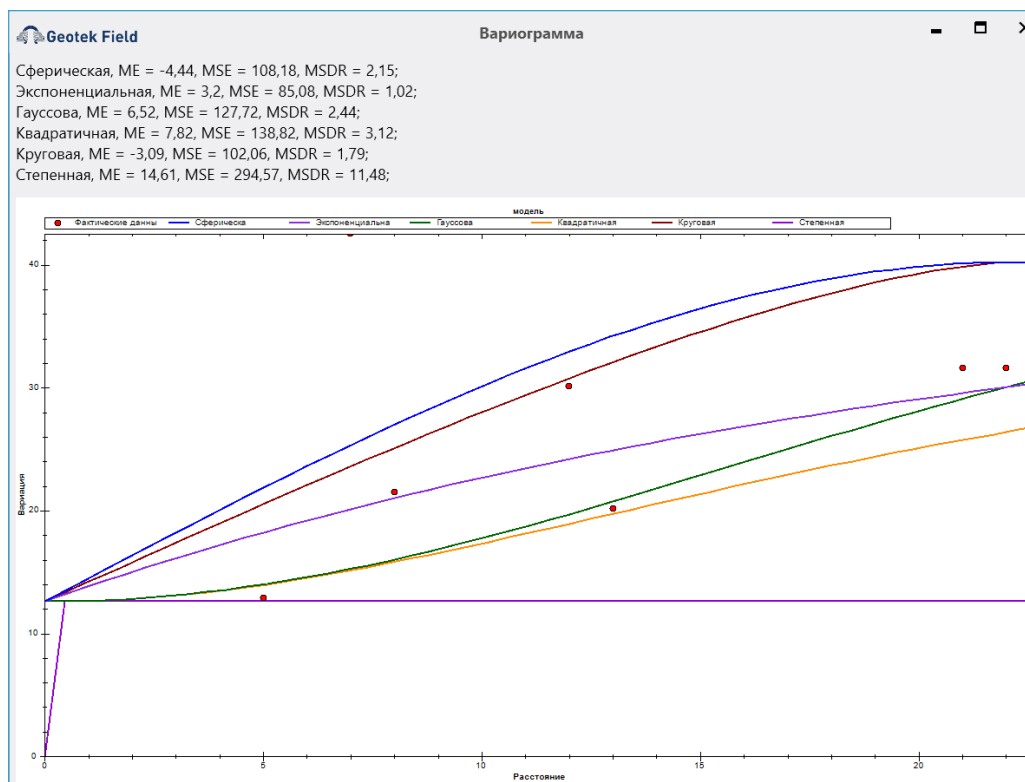


Рис. 12.21. Графики различных вариограмм

Как видим из рис. 12.21 наименьшую ошибку аппроксимации дает экспоненциальная функция, ее и следует использовать при построении разрезов и трехмерной инженерно-геологической модели.

Если нажать на кнопку «**Кросс валидация**» (рис. 12.17), то увидим выборку из опорных и предсказанных значений анализируемого параметра. В данном случае это удельное сопротивление конуса. В правом верхнем углу данной формы приведены значения ошибок аппроксимации: $ME = 0,149$; $MSE = 9,92$ и $MSDR = 74,18$.

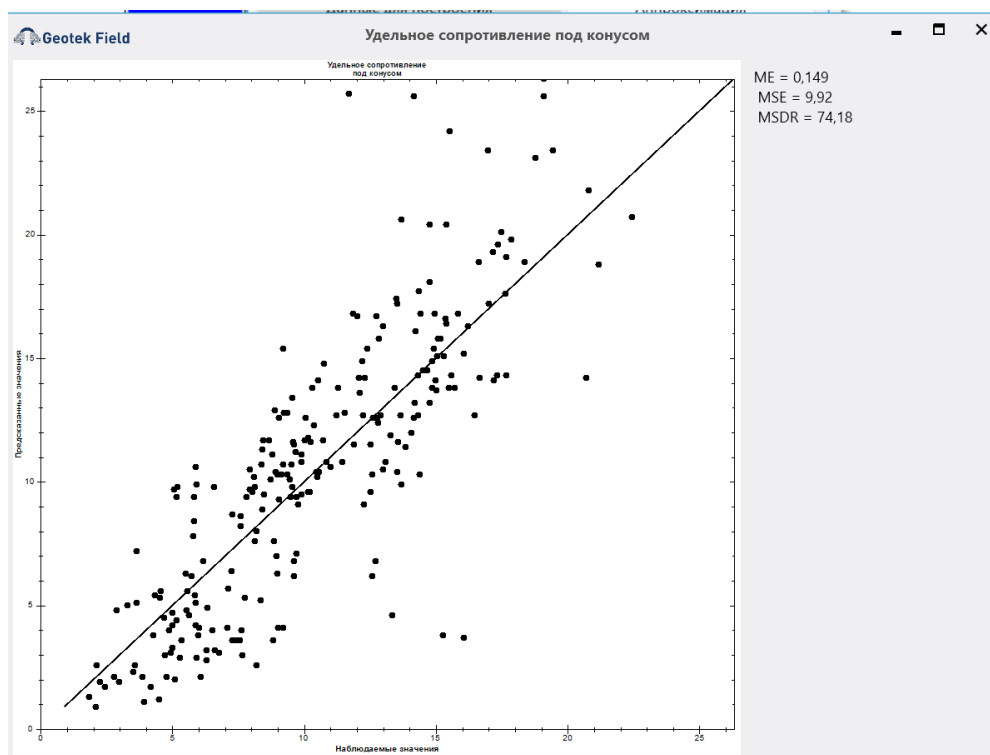


Рис. 12.22. Зависимость между опорными и предсказанными значениями удельного сопротивления конуса

Выбрав оптимальную вариограмму можно построить 2D разрез и 3D инженерно-геологическую модель.

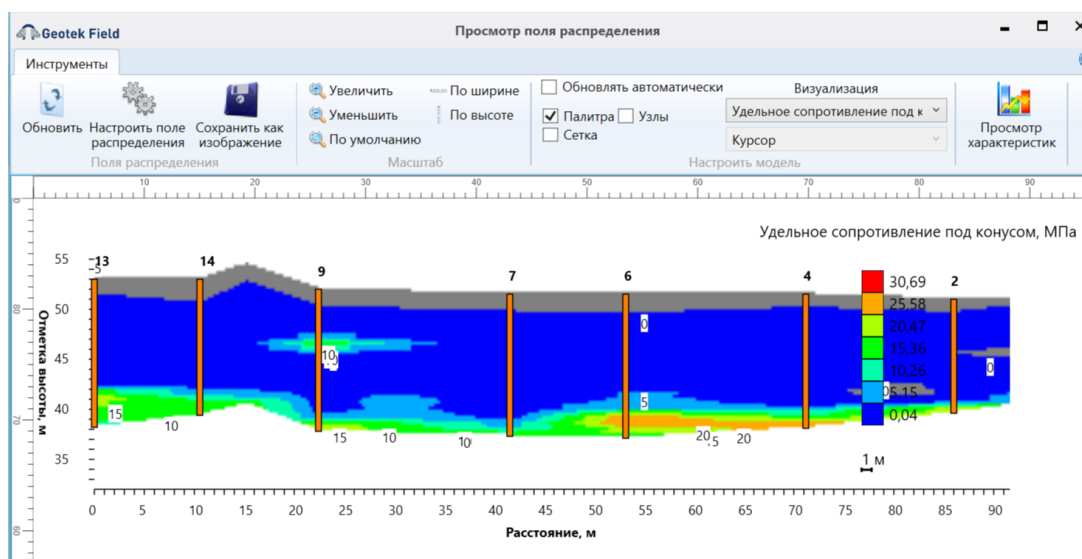


Рис. 12.23. 2D Кригинг. Распределения удельного сопротивления конуса

Для построения 3D ЦИГМ следует ввести необходимые параметры в окнах рис. 12.6 – 12.11 и нажать на кнопку «**Построить ЦИГМ**», появится окно с одним из результатов вычислений:

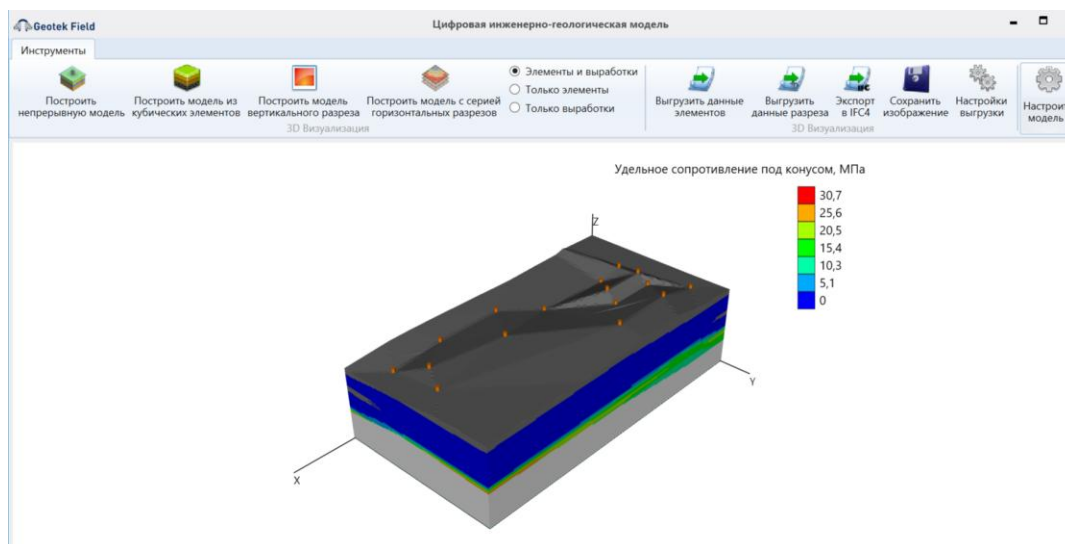


Рис. 12.24. 2D Кригинг. 3D геологическая модель

Выбирая соответствующие функции на главной панели можно получить различные варианты визуализации данных.

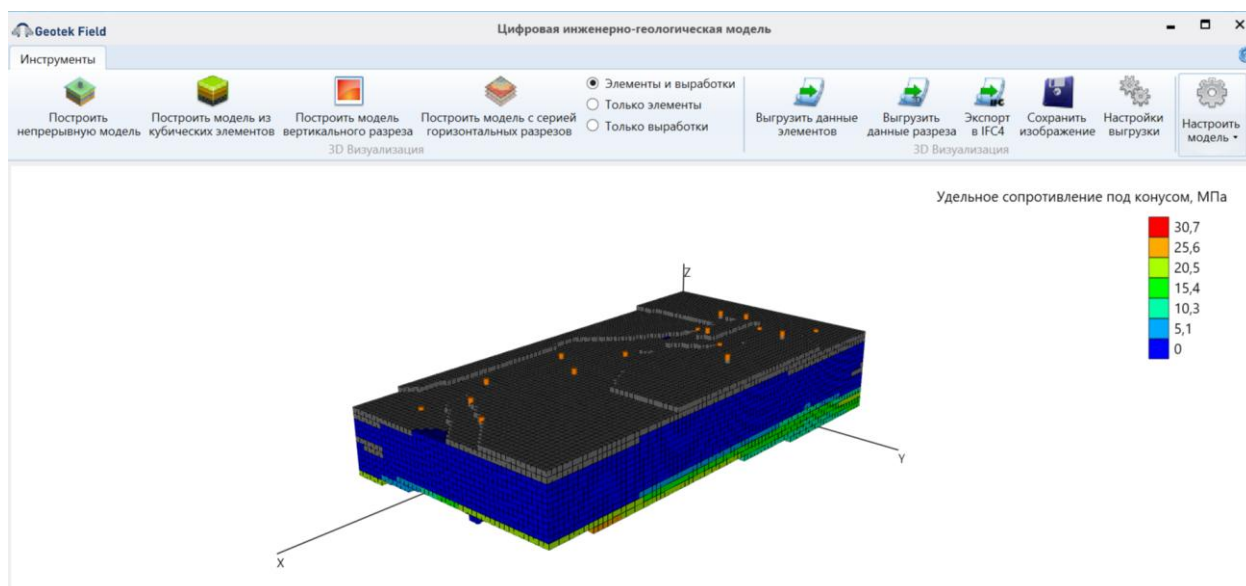


Рис. 12.25. ЦИГМ из кубических элементов размером 1х1х1 м. Функция «Построить модель из кубических элементов»



Рис. 12.26. Визуализация трех горизонтальных разрезов. Функция «Построить модель с серией горизонтальных разрезов»

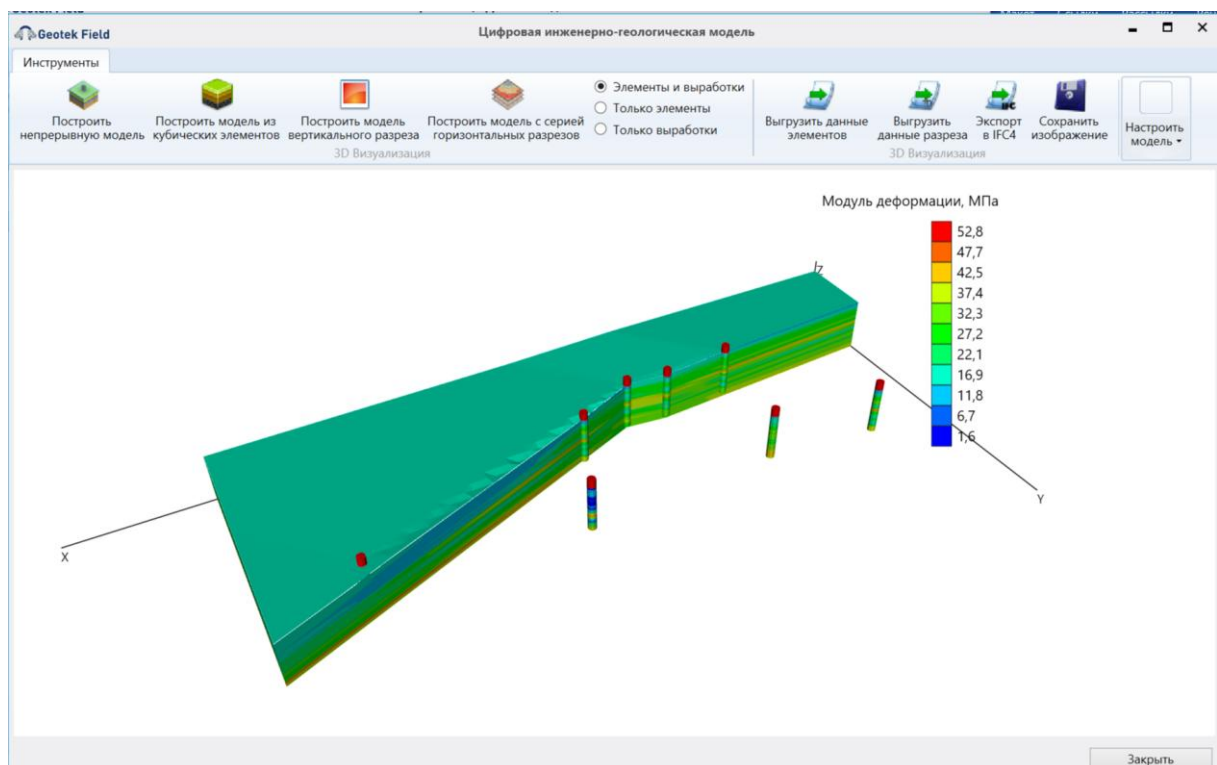


Рис. 12.27. Трехмерная модель с вертикальным разрезом. Функция «Построить модель вертикального сечения»

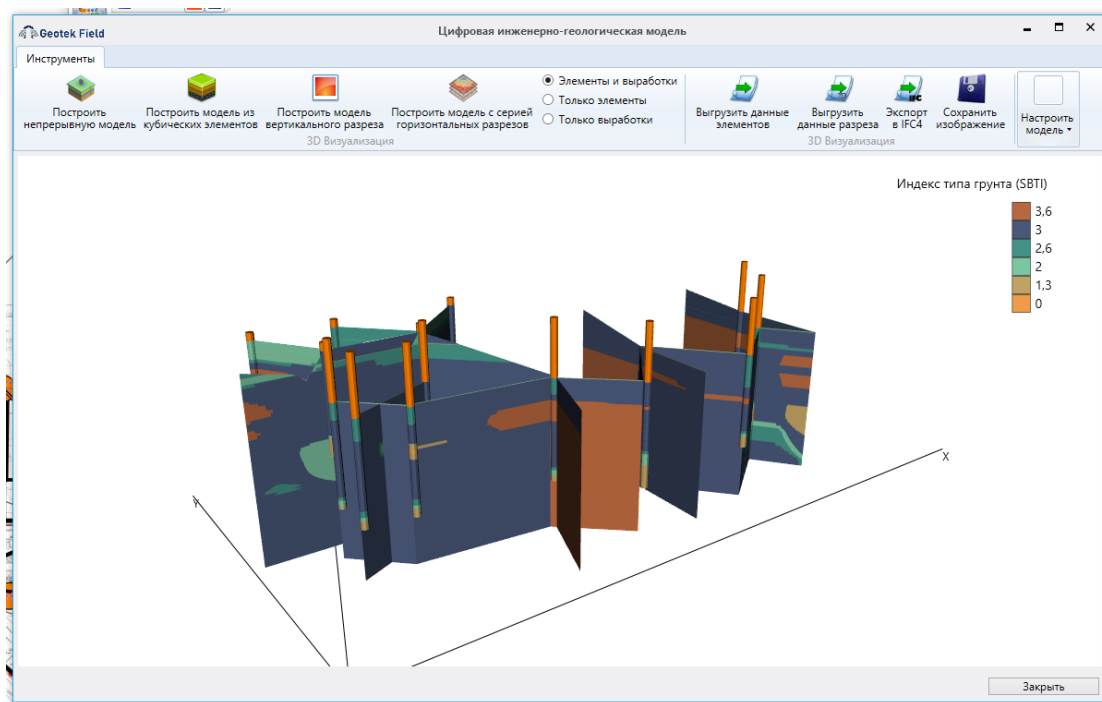


Рис. 12.28. Серия вертикальных разрезов по 3D модели

Для экспорта данных ЦИГМ в формате IFC4 следует использовать кнопку с аналогичным наименованием.

В случае использования аппроксимации в виде Кригинг 3D имеется возможность подбирать вариограммы для каждого типа грунта (см. рис. 6.19). Для этого на экранной форме следует поставить «галку» на «Вариограммы по типам грунта».

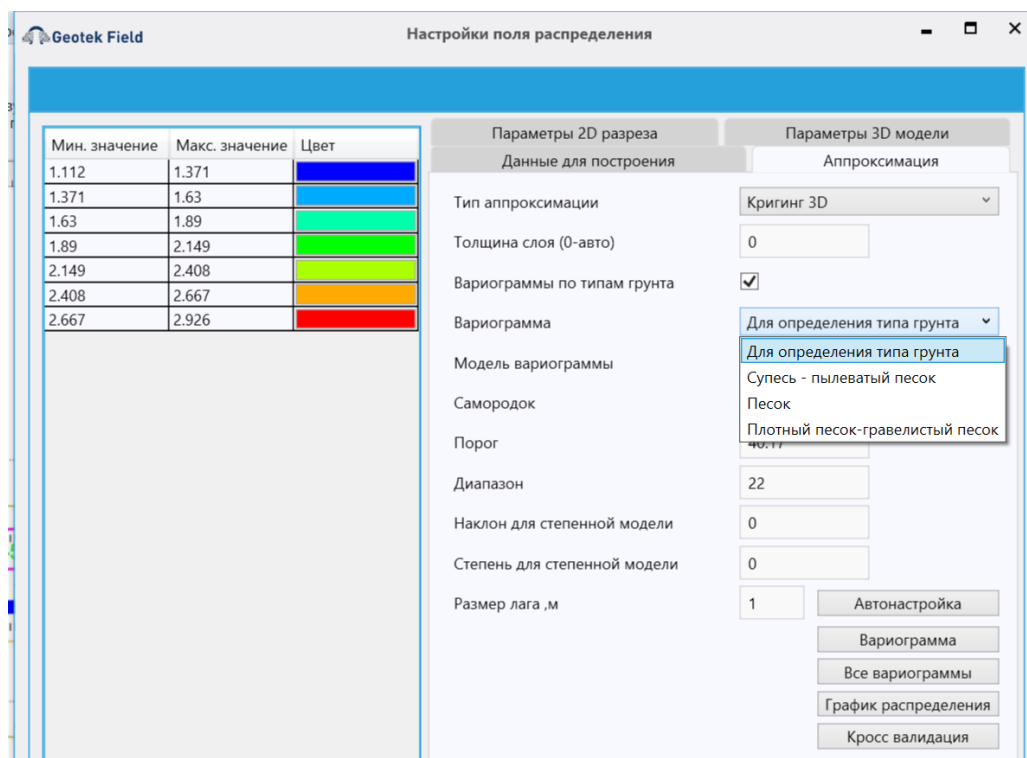


Рис. 12.29. Аппроксимация Кригинг 3D по типу грунта

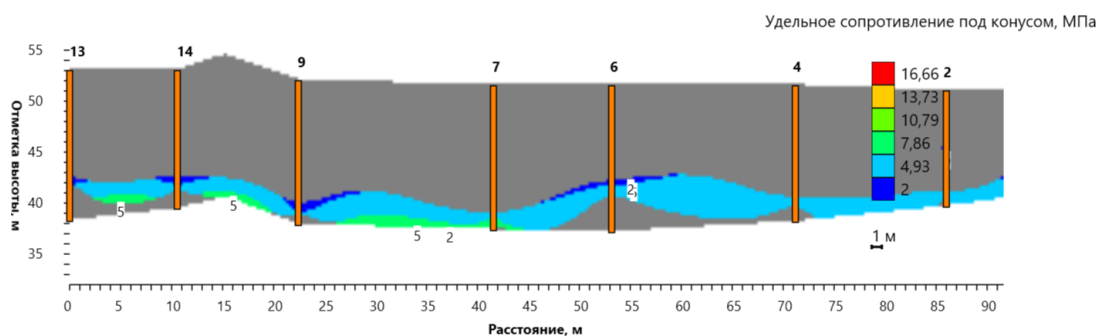


Рис. 12.30. 3D Кригинг. Поле распределения удельного сопротивления конуса в слое грунта «Супесь – пылеватый песок». Сферическая функция

Серый фон на рис. 12.30 скрывает другие слои грунта.

Выбирая последовательно на форме рис. 12.29 другой тип грунта можно построить поле распределения характеристики грунта или параметра зондирования для другого типа грунта. В данном случае это грунт «Песок» и грунт «Плотный песок-гравелистый песок».

Для построения суммарного поля распределения необходимо выбрать в настройках «Аппроксимация» при установленном признаке «Вариограммы по типам грунта» в поле вариограмма пункт «Для определения типа грунта». В этом случае все выбранные ранее настройки для разных типов грунта будут использованы одновременно для соответствующих типов грунта. В результате получим поле распределения, показанное на рис. 12.31.

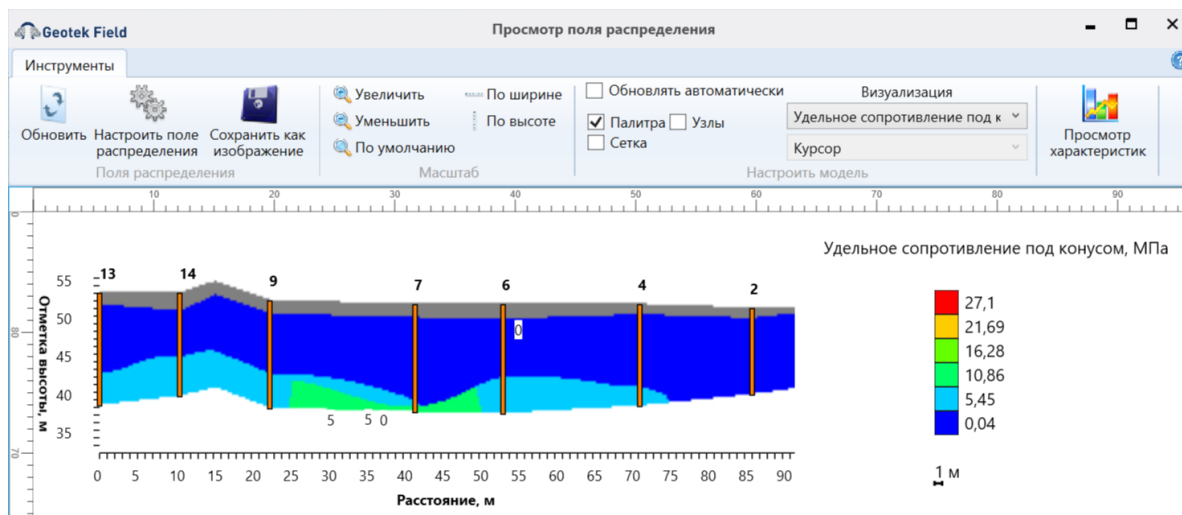


Рис. 12.31. Суммарное поле распределения удельного сопротивления конуса

Если с формы на рис. 12.29 убрать «галку» с «Вариограммы по типам грунта», то будет построен разрез, показанный на рис. 12.32.



Рис. 12.32. 3D Кригинг. Поле распределения удельного сопротивления конуса по всей глубине исследуемого массива грунтов

Далее, используя вкладку «Построить ЦИГМ» можно построить цифровую инженерно-геологическую модель (рис. 12.33).

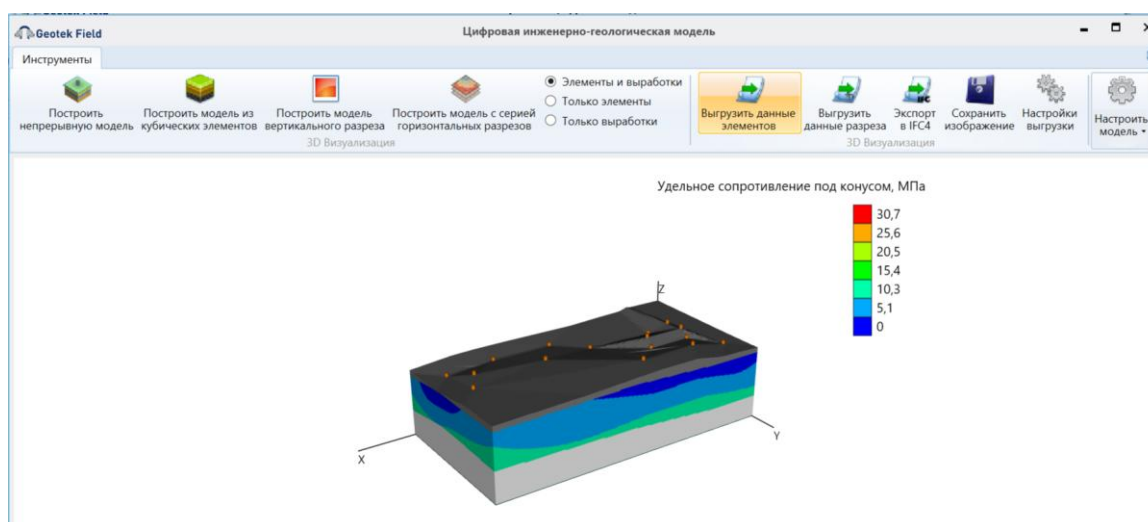


Рис. 12.33. 3D Кригинг. 3D геологическая модель

12.2. Построение цифровой геотехнической модели

Для работы с модулем необходимо построить ЦИГМ, создать разрез и назначить поле распределения. Далее в окне рис. 12.8 нажимаем кнопку «Построить ЦГМ», появится окно, в котором видим 3D модель на рис. 12.34 с разрезом, а на рис. 12.35 полная модель. В данном примере приведены результаты построения ЦГМ для двух соседних фундаментов мелкого заложения.

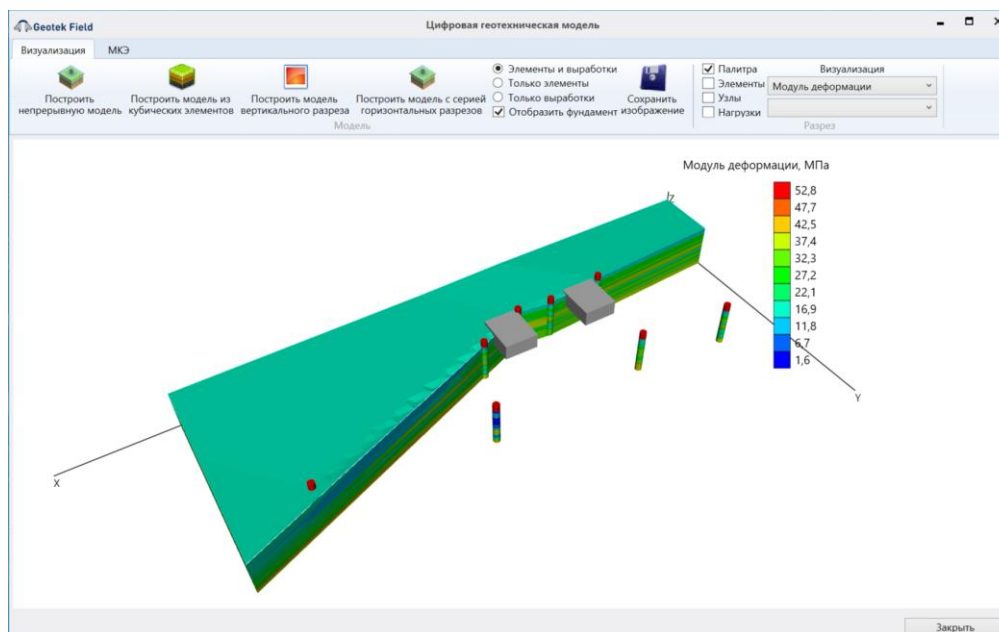


Рис. 12.34. Цифровая геотехническая модель с разрезом

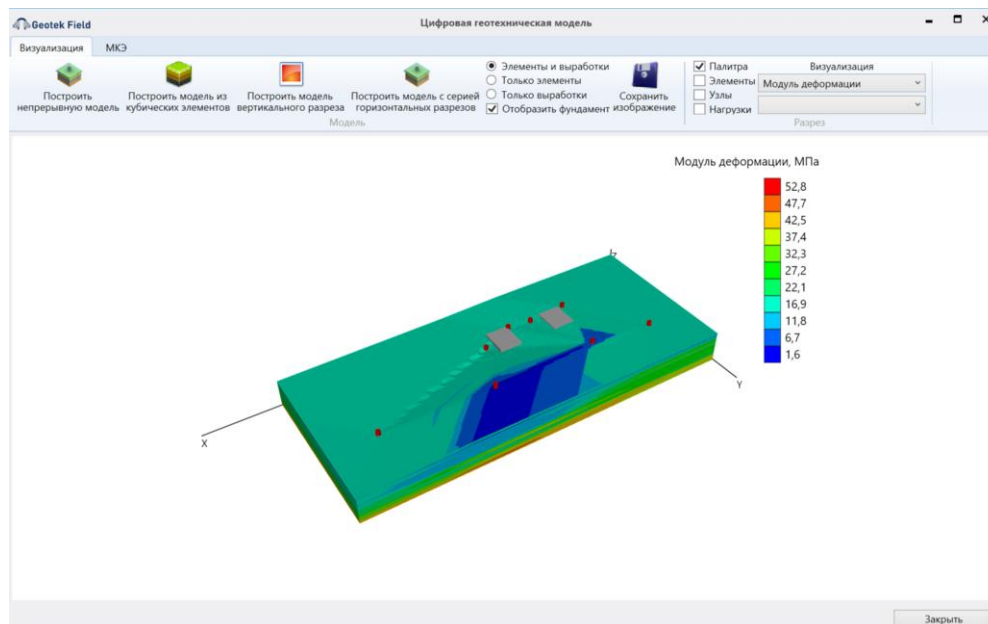


Рис. 12.35. Полная цифровая геотехническая модель

По умолчанию на основании настроек построится цифровая модель включающая конструкцию фундамента и отмеченные пунктирной линией на рис. 12.4 границы массива грунта в плане.

Если предполагается выполнить расчет напряженно-деформированного состояния методом конечных элементов, то можно уточнить границы массива грунта в плане. Обычно, это расстояние выбирается исходя из граничных условий, которые должны выполняться на вертикальных плоскостях трехмерного массива грунта. Полагая, что горизонтальные и вертикальные перемещения на них от нагрузки фундамента должны отсутствовать или быть минимальными. Практика расчетов МКЭ показывает, что если не учитывать влияние соседних фундаментов, то это расстояние может быть принято равным $B/2$, для плитных фундаментов и, равная B для ленточных или отдельно-стоящих фундаментов. Здесь B – ширина фундамента. В любом случае выполнив расчет

можно оценить влияние границ и изменить их. Ввод границ расчетного массива грунта выполняется с использованием формы на рис. 12.2.

Глубина формируемого массива грунта определяется максимальным значением сжимаемой толщи, определяемая из расчета осадки фундамента (см., раздел. 7, рис. 7.3).

Следующим этапом построения ЦГМ является разбиение трехмерного массива грунта на конечные элементы (КЭ) заданных размеров. Для этого следует в окне рис. 12.13 в строке «Размеры элемента по осям X,Y,Z» ввести размеры конечного трехмерного кубического элемента. Следует иметь ввиду, что от размера КЭ (как и от размера массива грунта - модели) будет зависеть продолжительность последующих вычислений и требуемый объем оперативной памяти компьютера. Рекомендуется принимать размеры КЭ равные 1 м. При этом размеры фундамента в плане должны быть также кратными 1 м. Выполнение данного условия предполагает совпадение сетки КЭ массива грунта с сеткой КЭ в плане фундамента, что обеспечивает совпадение узлов КЭ на контакте подошвы фундамента с грунтом.

Наиболее важным этапом построения ЦГМ является выбор интерполяционной функции для аппроксимации характеристик грунта между опорными выработками, который производится так же в окне рис. 12.10. Процедура для Шепарда, 2D и 3D Крикинга была рассмотрена ранее.

После завершения настройки модели, следует нажать кнопку «Построить ЦГМ». На выбор пользователя предлагаются 4 варианта отображения модели: «Элементы и выработки», «Только элементы», «Только выработки», «Отобразить фундамент». Существует возможность прокрутки и масштабирования модели.

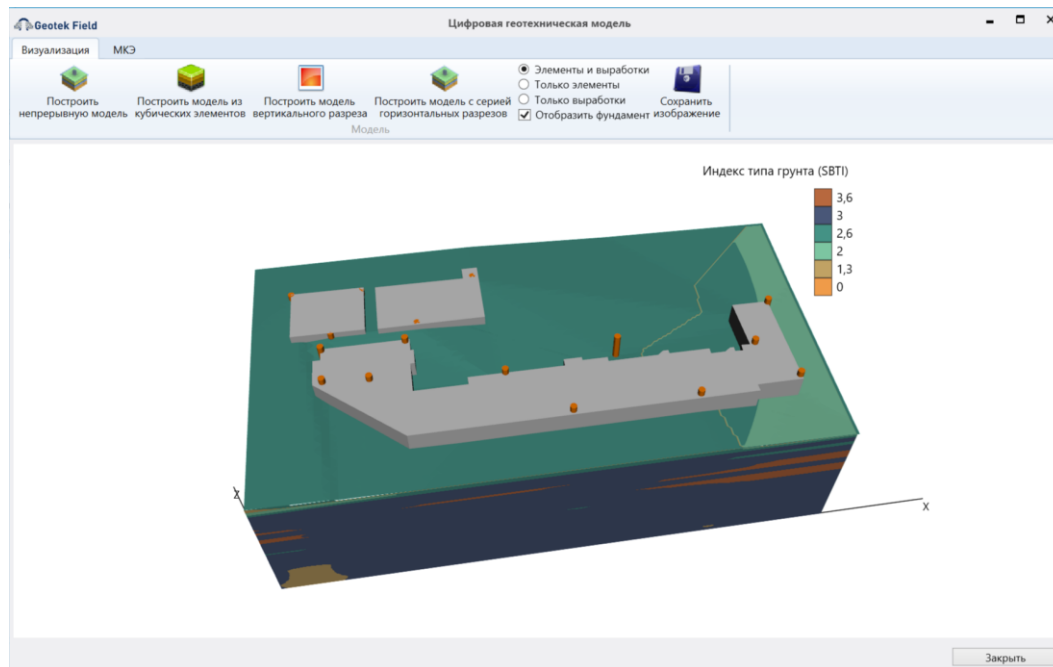


Рис. 12.36. Визуализация ЦГМ

Для того, чтобы фундамент «не спрятался» в грунте следует контролировать соответствие абсолютной отметки подошвы фундамента, абсолютной отметки поверхности грунта и высоту фундамента (см., рис. 3.19, параметр - Высота).

12.3. Построение цифровой модели на основе данных буровых скважин

Построение 3D модели выполняется с использованием данных лабораторных и полевых испытаний грунтов. Для этого формируются литологические колонки и сводная таблица физико-механических свойств грунтов (см. главу 15).

При построении определяются трехмерные границы каждого ИГЭ и отображаются на стандартной форме для 3D моделей как отдельные трехмерные тела.

Границы каждого ИГЭ задаются следующим образом:

1. Замкнутый контур определяет проекцию элемента на горизонтальную плоскость.
2. Две поверхности в виде сеток из треугольников, определяют нижнюю и верхнюю границы ИГЭ, детализация этих поверхностей зависит от количества выработок с данными на модели.

Предлагаемый алгоритм работает следующим образом:

1. Находим верхний слой, который есть во всех выработках.
2. Так как он есть во всех выработках, то его проекция на горизонтальную поверхность равна границам всей модели.

3. Строим поверхности верхней и нижней границ слоя, по данным границ слоя каждой выработки.

4. Ищем следующий слой, который есть во всех выработках и который во всех выработках ниже предыдущего, если находим, то повторяем для него построение с п.2.

Далее для слоев, проходящих не через все выработки, предлагается поступать следующим образом:

5. Берем очередной слой, который мы еще не построили, и который есть не во всех выработках.

6. Определяем его контур (проекцию на горизонтальную плоскость):

- строим линию через выработки, в которых нет этого слоя и которые окружают выработки, в которых он есть.

- от каждой выработки, не содержащей этот слой, проводим линию к ближайшей, содержащей этот слой, посередине ее ставим точку разграничения

- через все полученные точки разграничения строим проекцию элемента на горизонтальную плоскость.

- по одной стороны точки разграничения нет этого слоя, а с другой он есть, дополнительно пользователь сможет определить положение каждой точки разграничения и верхнюю и нижнюю границы слоя в ней, таким образом можно определить как именно один слой будет сменяться другим в этом месте.

- для сложных случаев пользователь сможет сам произвольно добавлять такие точки для того или иного слоя, чтобы точнее определить его форму.

7. с учетом построенных дополнительных точек разграничения перестраиваются соседние слои и строится обрабатываемый в этой итерации слой.

8. Далее возвращаемся к п.5.

Пример построения трехмерной модели

На рис. 12.37 показан ситуационный план с четырьмя скважинами (демо-проект 1.1.gdf).

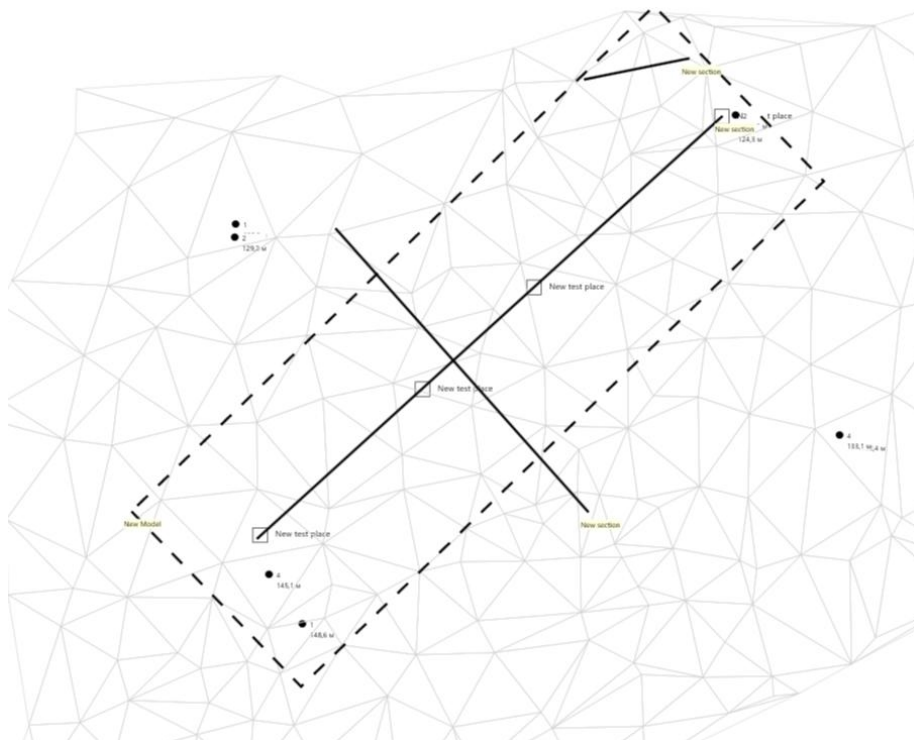


Рис. 12.37. Выделение 3D массива грунта и направления разрезов по склону

На ситуационном плане выбираем функцию «Сводная таблица», которая была сформирована в соответствии с требованиями главы 15.

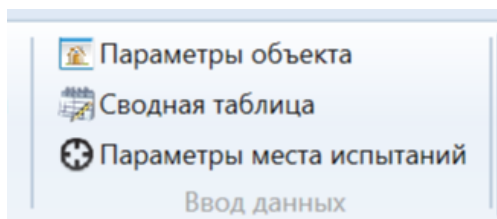
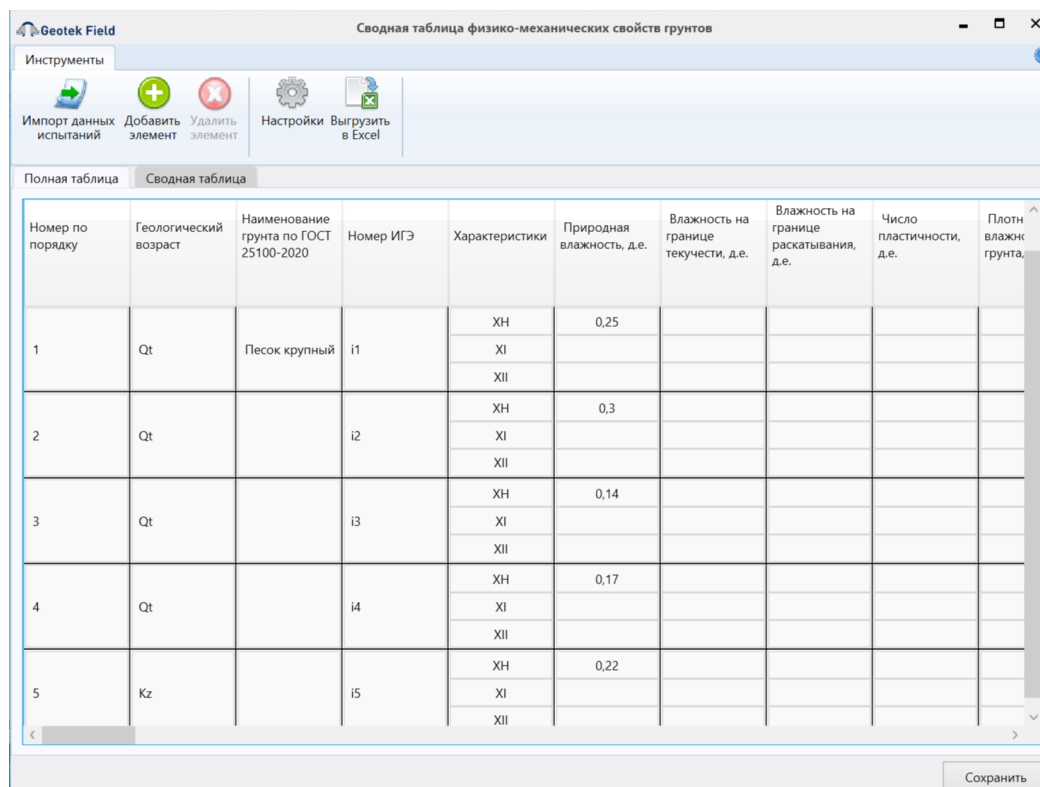


Рис. 12.38. Выбор функции «Сводная таблица»

В результате получаем таблицу, показанная на рис. 12.39.



Geotek Field Сводная таблица физико-механических свойств грунтов

Инструменты: Импорт данных испытаний, Добавить элемент, Удалить элемент, Настройки, Выгрузить в Excel

Полная таблица | Сводная таблица

Номер по порядку	Геологический возраст	Наименование грунта по ГОСТ 25100-2020	Номер ИГЭ	Характеристики	Природная влажность, д.е.	Влажность на границе текучести, д.е.	Влажность на границе раскатывания, д.е.	Число пластичности, д.е.	Плотн. влажн. грунта
1	Qt	Песок крупный	i1	XН	0,25				
				XI					
				XII					
2	Qt		i2	XН	0,3				
				XI					
				XII					
3	Qt		i3	XН	0,14				
				XI					
				XII					
4	Qt		i4	XН	0,17				
				XI					
				XII					
5	Kz		i5	XН	0,22				
				XI					
				XII					

Сохранить

Рис. 12.39. Сводная таблица физическо-механических свойств грунтов на площадке изысканий

Далее, на главной ленте программы, выбираем «Данные буровых скважин» (рис. 12.1) и переходим к вкладке «Построение цифровых моделей».

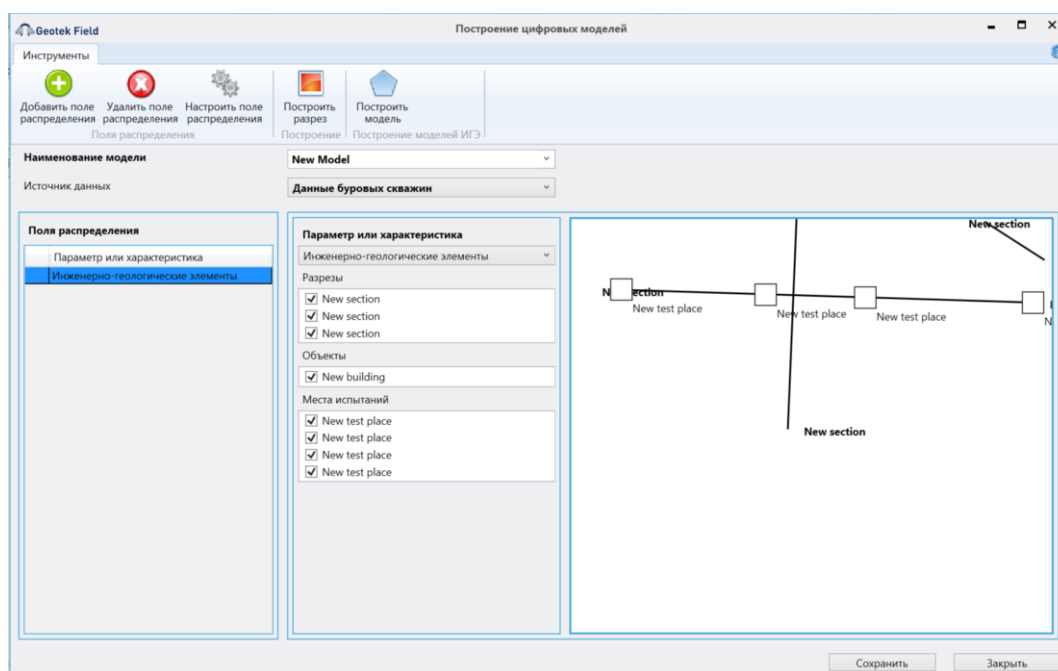


Рис. 12.40. Построение цифровых моделей

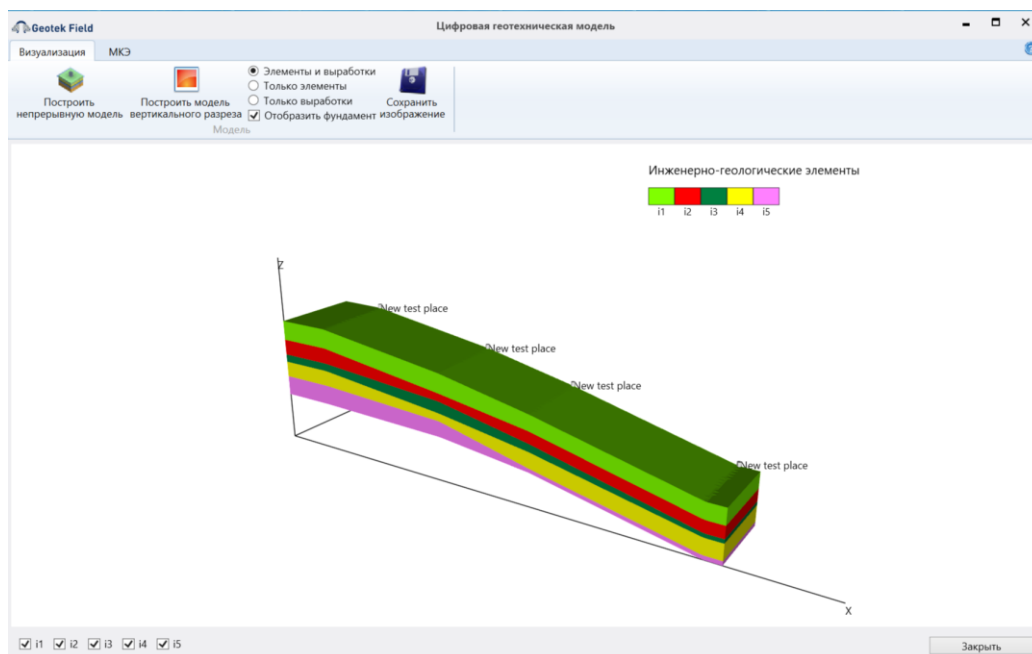


Рис. 12.41. Трехмерная модель склона с выделенными инженерно-геологическими элементами

Используя функцию «Построить модель вертикального разреза» можно построить трехмерный разрез, по направлениям, выбранные на ситуационном плане (рис. 12.37).

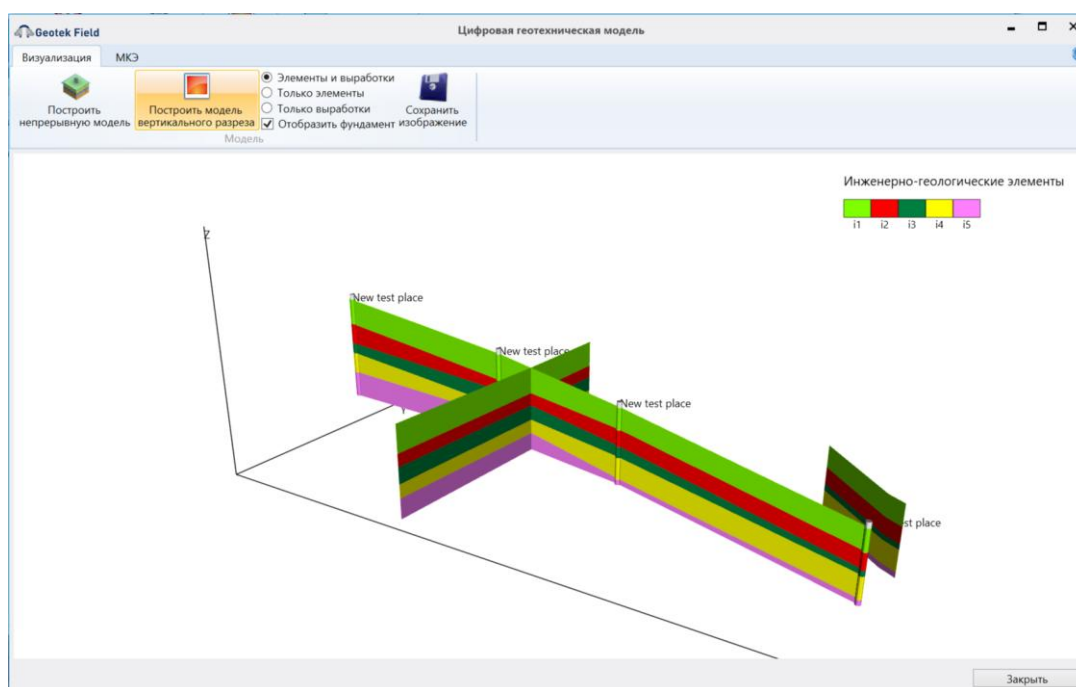


Рис. 12.42. Визуализация разрезов

Для того, чтобы построить разрез по одному из направлений, следует использовать функцию «[Построить разрез](#)» (рис. 12.40). Это возможно, если на форме рис. 12.43 выбрать одно направление разреза.

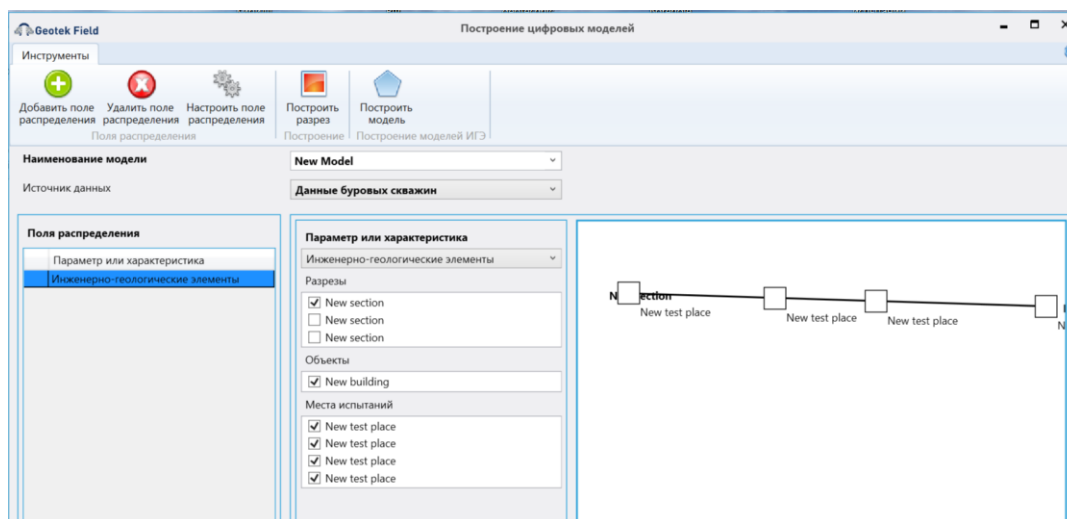
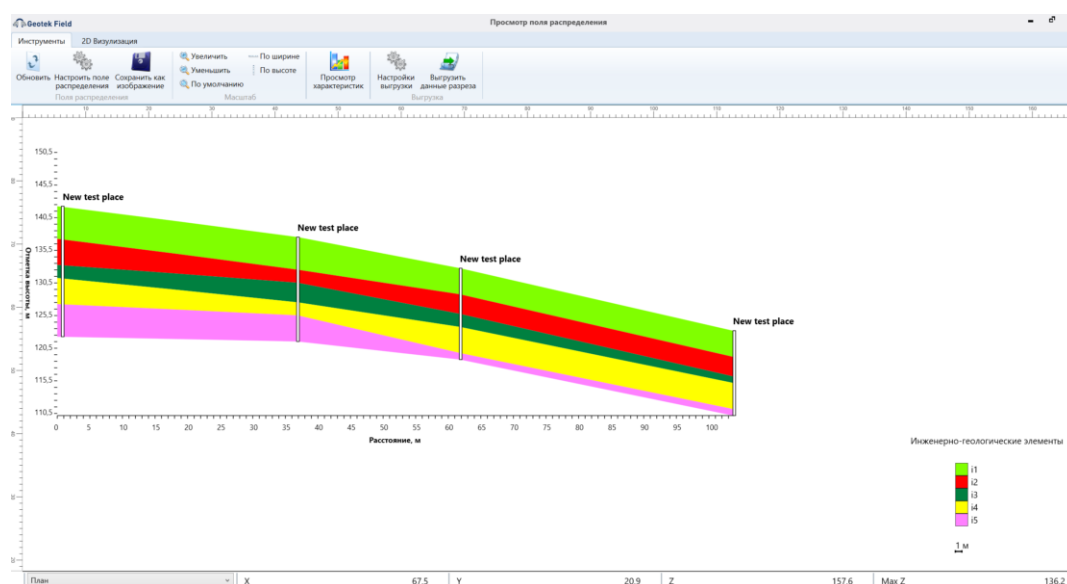


Рис. 12.43. Выбор направления разреза



12.44. Двумерный разрез

12.4. Экспорт цифровой модели

В программе присутствуют несколько вариантов экспорта данных цифровых моделей. Кнопки «[Выгрузить данные элементов](#)» и «[Выгрузить данные разреза](#)» генерируют по 2 файла Excel, содержащих координаты, нумерацию элементов, узлов и значения выгружаемых характеристик.

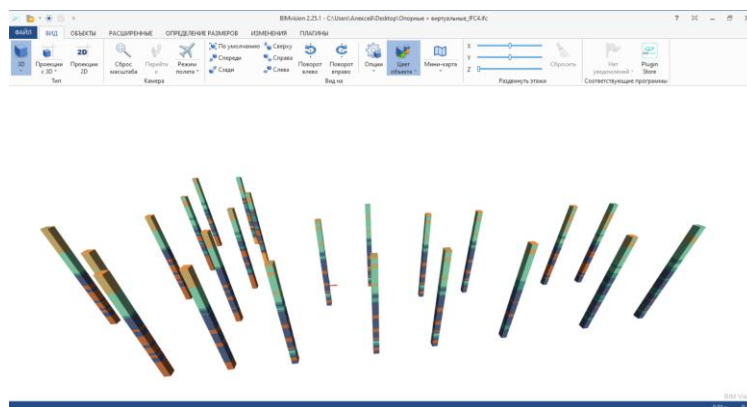


Рис. 12.45. Визуальное представление выработок в формате IFC4.2 в программе BIM Vision 2.25.1

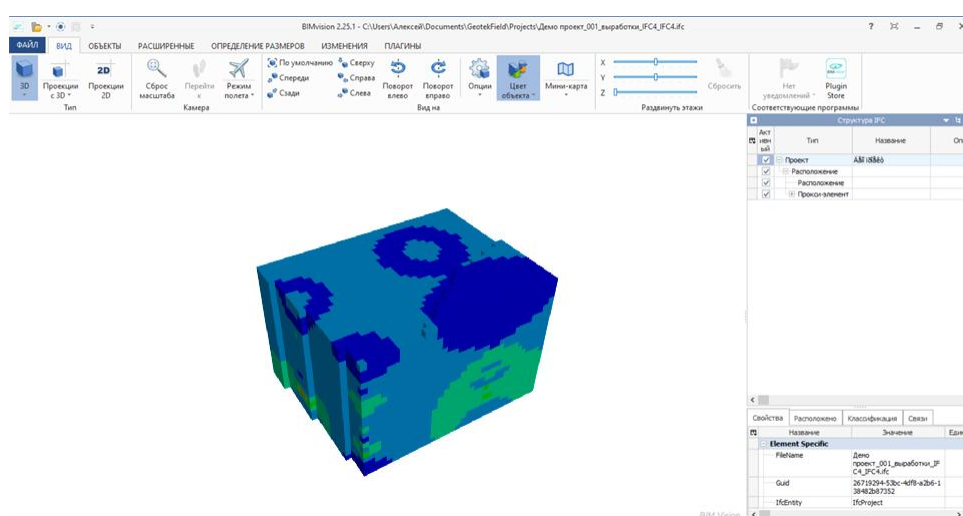


Рис. 12.46. Визуальное представление элементов основания в формате IFC4.2 в программе BIM Vision 2.25.1

Кнопка «Экспорт в IFC4» генерирует файл в зависимости от выбранного режима представления данных «Только выработки» или «Только элементы» (рис. 12.47)

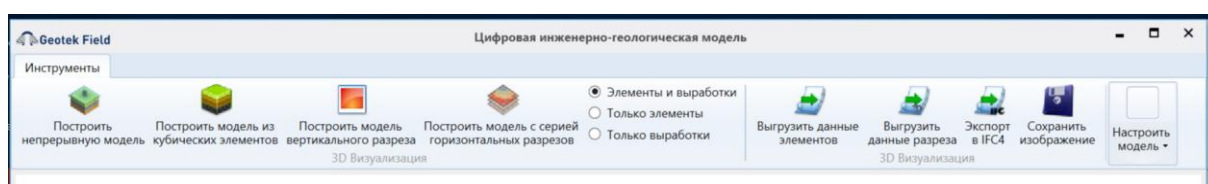


Рис. 12.47. Выгрузка данных в формате IFC4

13. РАСЧЕТ ОСНОВАНИЙ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

13.1. Расчет основания в упругой постановке

Решение выполняется по упругой схеме. Для расчета предварительно должны быть определены значения модуля деформации, коэффициент Пуассона и удельный вес грунта. Значения данных характеристик могут быть определены из испытаний методом статического или динамического зондирования (см., раздел 6, пункты 4.7). В случае использования данных лабораторных испытаний, предварительно должны быть построены профили этих характеристик в местах выработок.

Расчет выполняется в следующей последовательности:

1. Используя функции программы, приведенные в разделе 12.2 создается ЦИГМ.
2. Задаются граничные условия на сторонах 3D ЦГМ и контакте подошвы фундамента с грунтом. Данная операция выполняется автоматически.
3. Проверяется значение среднего давления под подошвой фундамента, введенное ранее в окне рис. 3.26.
4. На панели (рис. 13.1) нажать на кнопку «Построить ЦГМ».

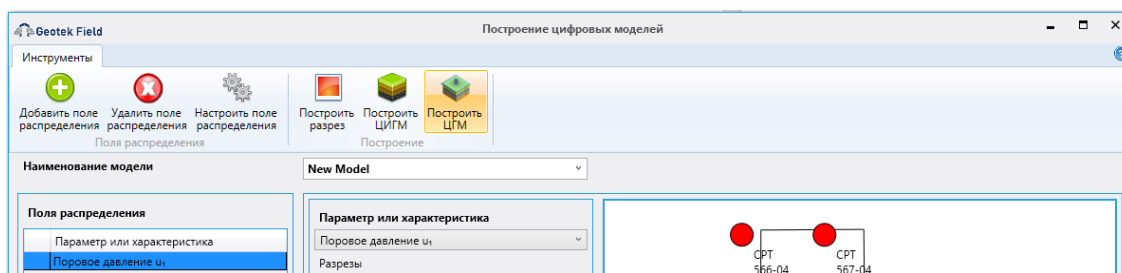


Рис. 13.1. Подготовка к МКЭ расчету

5. После обработки данных появится ЦГМ.

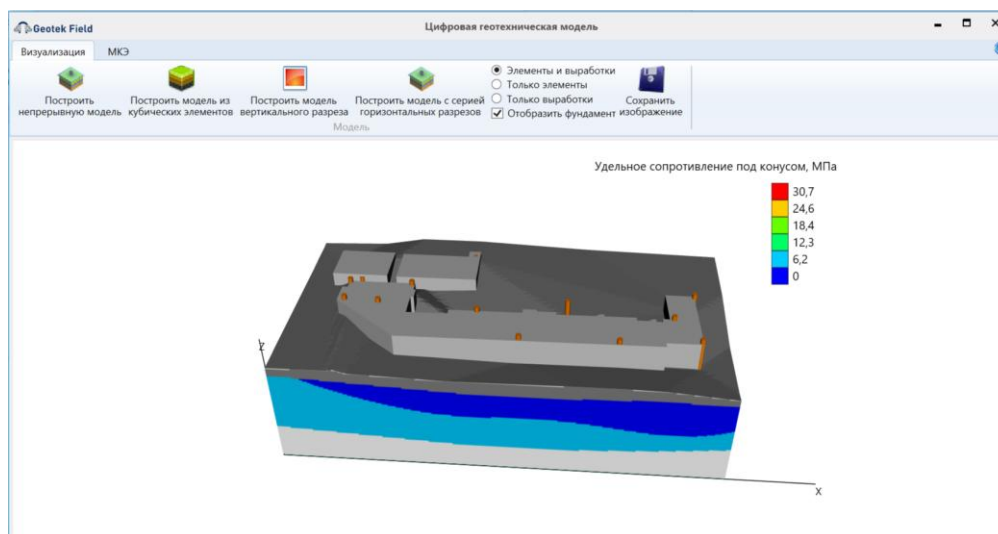


Рис. 13.2. ЦГМ построенная функцией «Построить непрерывную модель». Строится по умолчанию

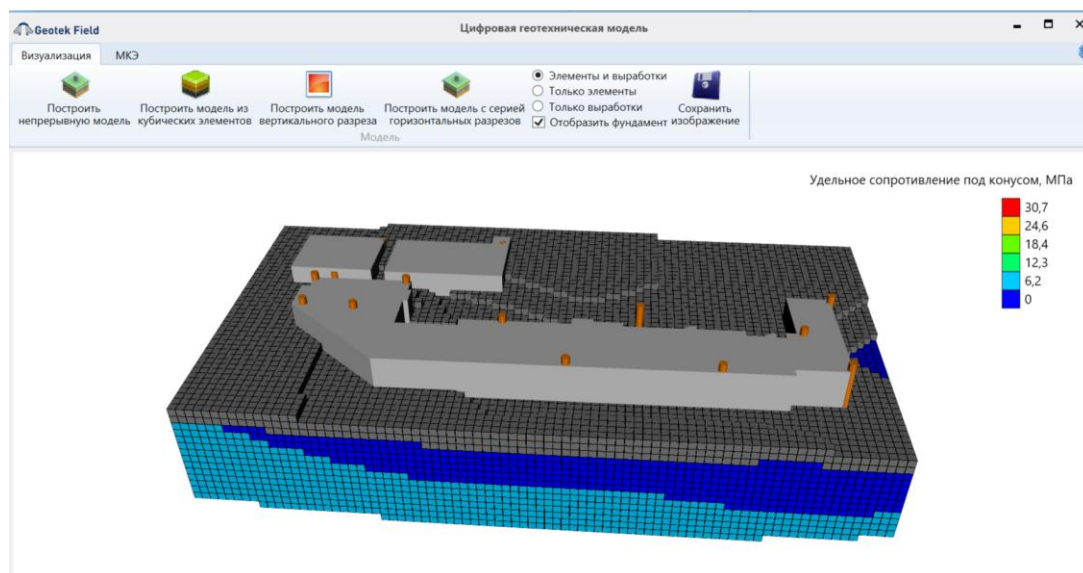


Рис. 13.3. ЦГМ построенная функцией «Построить модель из кубических элементов». Размеры элементов 1х1 м по умолчанию

В связи с тем, что МКЭ расчет выполняется в условиях плоской деформации, то необходимо выбрать направление сечения модели, введя «галку» в выпадающем списке «Разрезы». В данном случае, разрез 1-1. Следует иметь ввиду, что направление разреза вводится ранее на ситуационном плане (рис. 12.4).

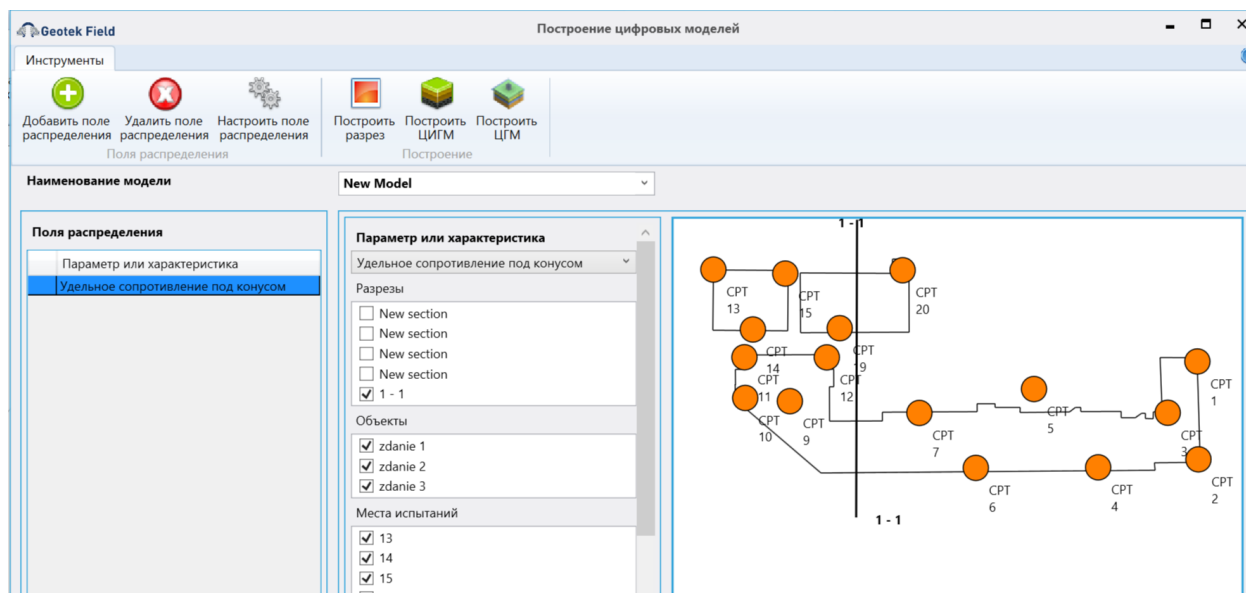


Рис. 13.4. Выбор разреза 1-1

6. Нажимаем на кнопку «Построить ЦГМ»

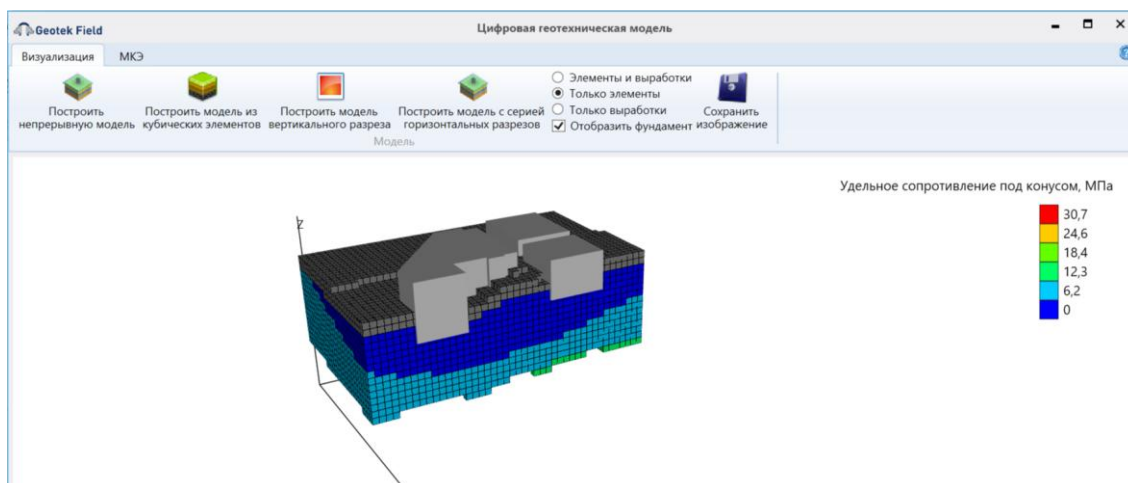


Рис. 13.5. 2D модель

7. Переходим на вкладку «МКЭ»

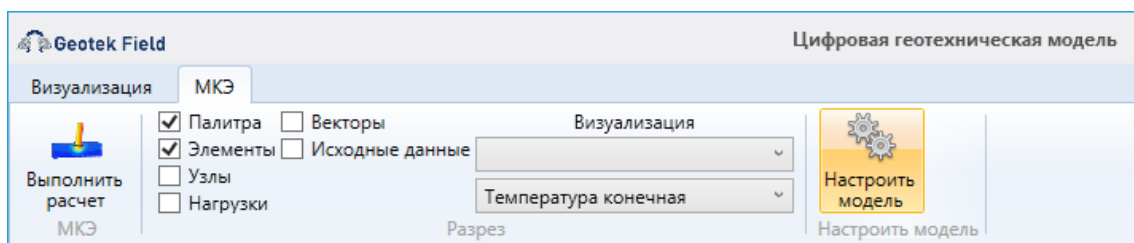


Рис. 13.6. Функция «Настроить модель»

8. Для выбора типа решаемой задачи используем функцию «Настроить модель» и выбрать функцию «Упругий расчет фундаментов».

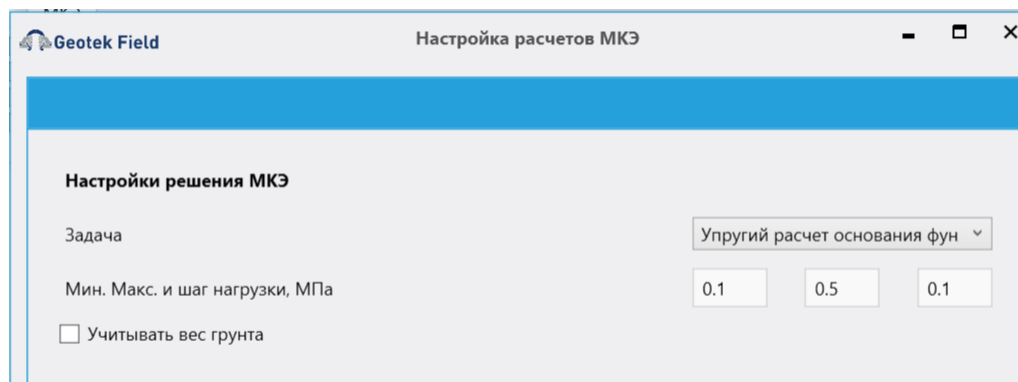


Рис. 13.7. Построение разреза и выбор метода расчета

Нажав на кнопку «OK» автоматически запустится расчет и появится расчетная сетка конечных элементов:

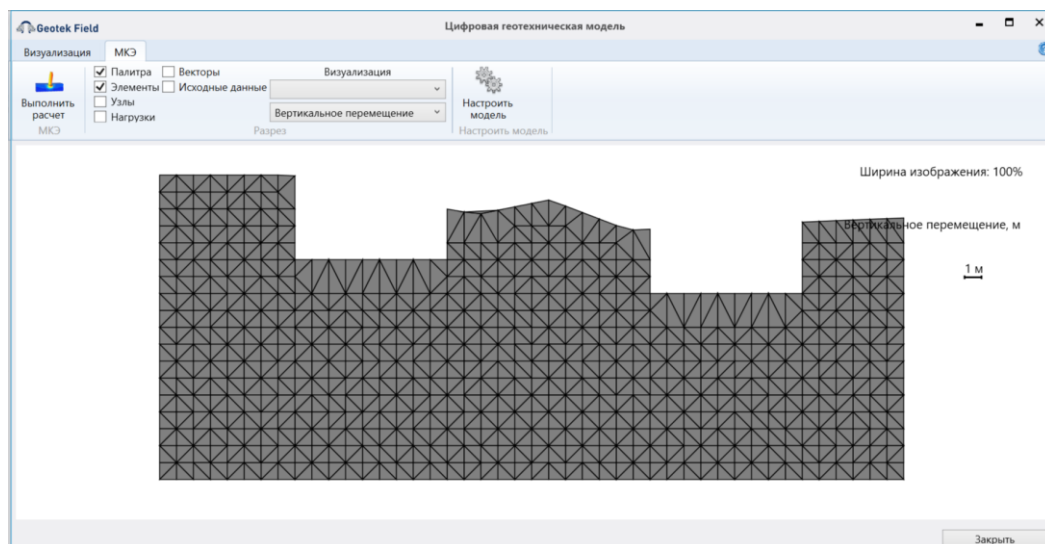


Рис. 13.8. Сгенерированная сеть треугольных конечных элементов

После расчета появится экранная форма с результатами расчетов:

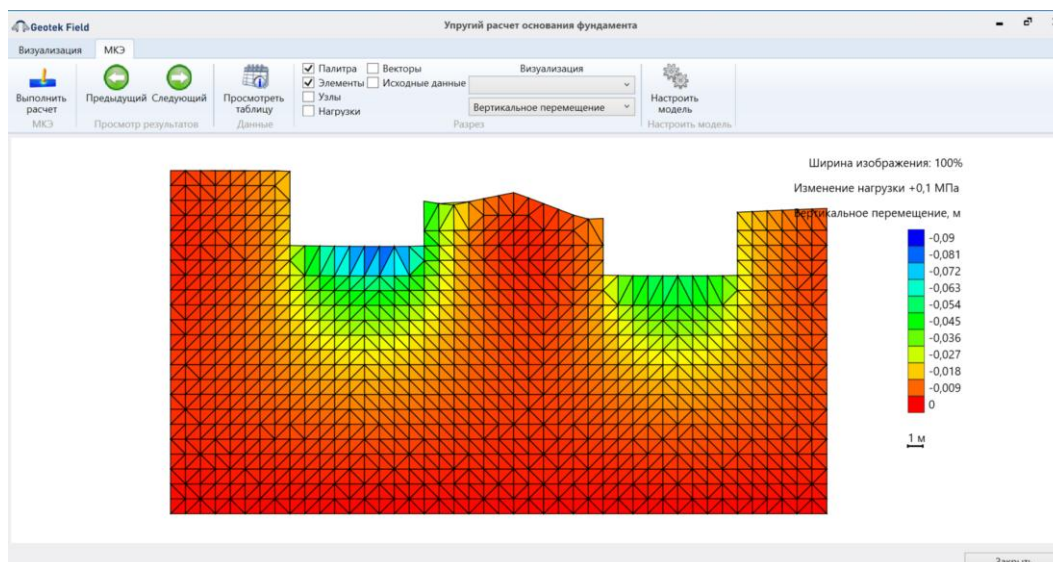


Рис. 13.9. Результаты расчета в упругой постановке

Используя функции «[Предыдущий](#)» и «[Следующий](#)» можно выполнить просмотр результатов на каждом шаге нагружения. В данном примере, введено пять шагов нагружения (рис. 13.7) по 0,1 МПа. В выпадающем списке «Визуализация» можно выбрать просмотр соответствующих результатов расчета:

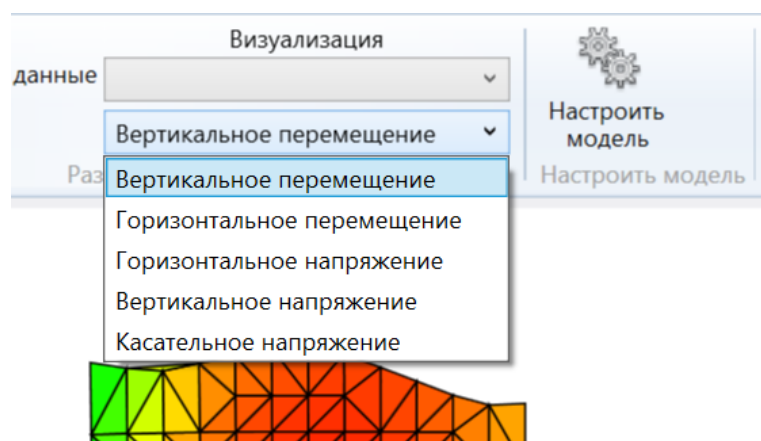


Рис. 13.10. Выбор результатов расчета для просмотра

Функция «[Просмотреть таблицу](#)» позволяет выполнить просмотр результатов расчета в табличном виде:

В данном примере задача включала 909 конечных элементов (рис. 13.11). Дополнительно, подведя курсор к нужному конечному элементу и щелкнув мышкой можно увидеть характеристики грунта и результаты решения в рассматриваемом элементе. По умолчанию угол внутреннего трения и силы удельного сцепления не используются при упругом расчете основания. Можно увидеть, что свойства грунта переменны и следовательно матрица жесткости формируются, полагая различные значения модуля деформации (модуль упругости) и коэффициента Пуассона в каждом конечном элементе. Задача решена с использованием 909 свойств грунта, которые были сгенерированы ранее, выбрав соответствующую функцию интерполяции (см. рис. 12.10).

Номер элемента	X	Y	Вертикальное перемещение, м	Горизонтальное перемещение, м	Горизонтальное напряжение, кПа	Вертикальное напряжение, кПа	Касательное напряжение, кПа
1	0	23	-0,01	0	-0,033	0	0
2	1	23	-0,01	0,002	-0,029	0,001	0
3	2	23	-0,011	0,005	-0,028	-0,001	0,001
4	3	23	-0,013	0,007	-0,025	-0,001	0,002
5	4	23	-0,016	0,01	-0,021	-0,001	0,003
6	5	23	-0,019	0,012	-0,016	0	0,004
7	6	23	-0,024	0,013	-0,01	0	0,004
8	7	23	-0,028	0,014	-0,004	0	0,003
9	0	22	-0,008	0	-0,027	0,002	0
10	1	22	-0,008	0,002	-0,024	0,002	0,001
11	2	22	-0,009	0,004	-0,023	0,001	0,002
12	3	22	-0,011	0,005	-0,021	0,001	0,003
13	4	22	-0,014	0,007	-0,018	0	0,005
14	5	22	-0,018	0,009	-0,014	0	0,006

906	41	0	0	0	0,07	0,14	-0,007
907	42	0	0	0	0,069	0,136	-0,005
908	43	0	0	0	0,068	0,134	-0,002
909	44	0	0	0	0,064	0,132	0

Выгрузить в Excel

OK

Рис. 13.11. Результаты расчета перемещений и напряжений в конечных элементах

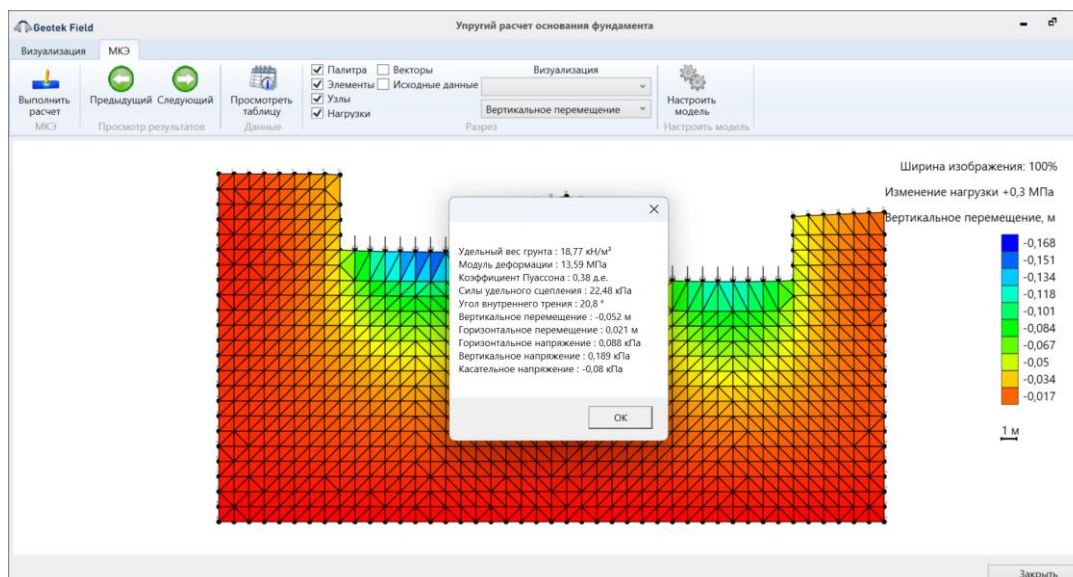


Рис. 13.12. Просмотр характеристик грунта и результатов решения в соответствующем конечном элементе

13.2. Расчет устойчивости склона методом Цветкова - Богомолова

Расчет устойчивости склона выполняется в следующей последовательности.

1. На плане ЦМР выделяем границы рассчитываемого массива грунта и сечение по заданному направлению.

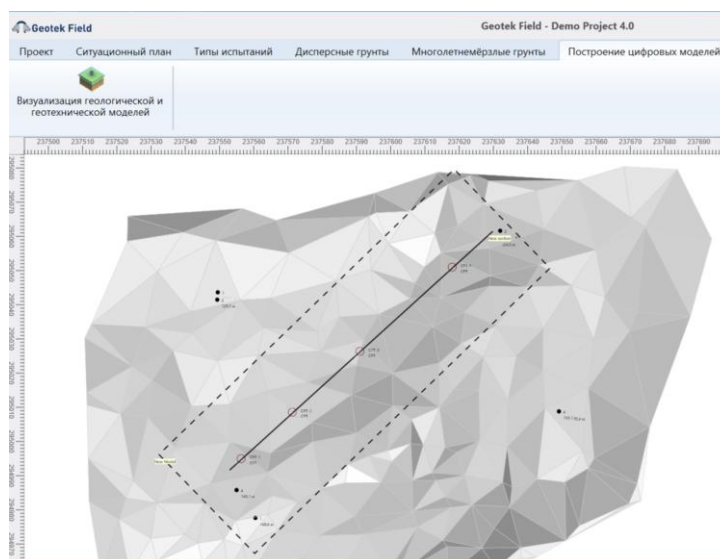


Рис. 13.13. Выбор границы массива грунта в плане и направление разреза

Используя функцию «Построить разрез» строим сечение по выбранному направлению. Предварительно следует выбрать функцию аппроксимации, характеристику грунта или параметр зондирования.

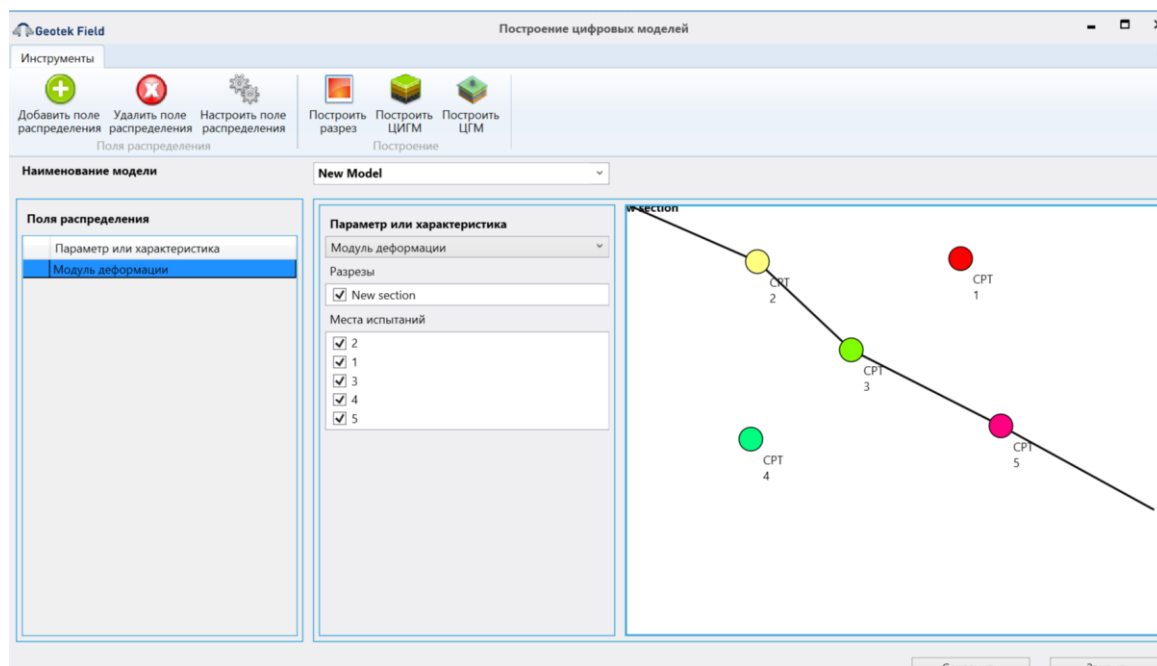


Рис. 13.14. Выбор вкладки «Построить разрез»

В результате получаем разрез, в данном случае, с полем угла внутреннего трения. Выбор поля характеристики показан на рис. 12.7.

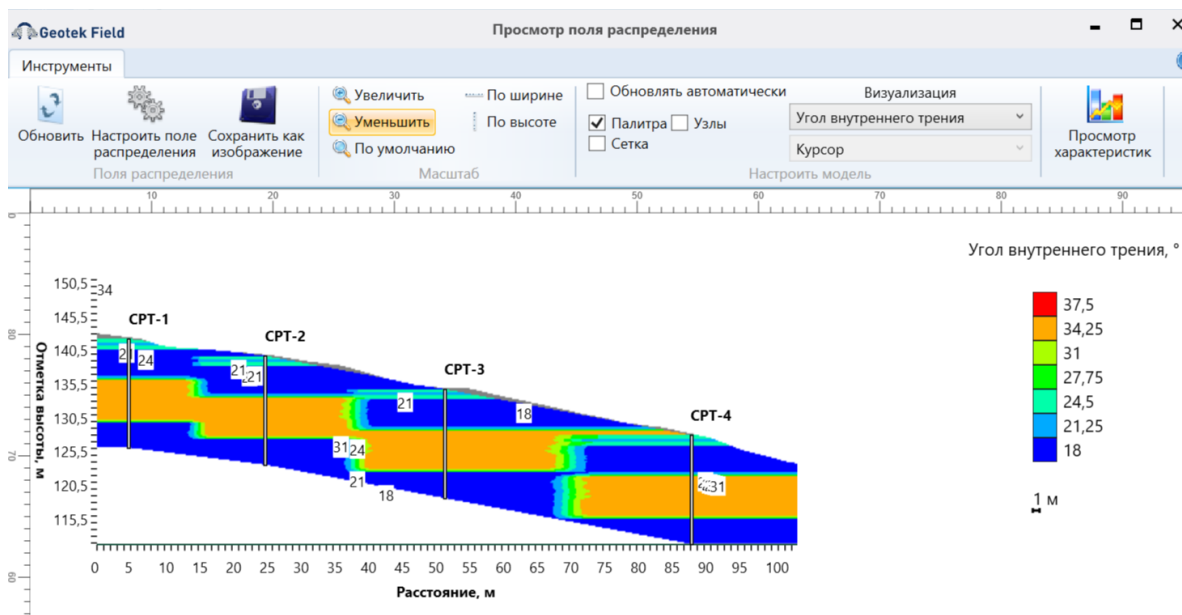


Рис. 13.15. Поле распределения угла внутреннего трения построенное функцией аппроксимации Шепард 2D

2. Строим ЦГМ, используя вкладку «Построить ЦГМ» (рис. 13.14). В результате получаем 3D модель с заданным направлением разреза (см. рис. 13.16).

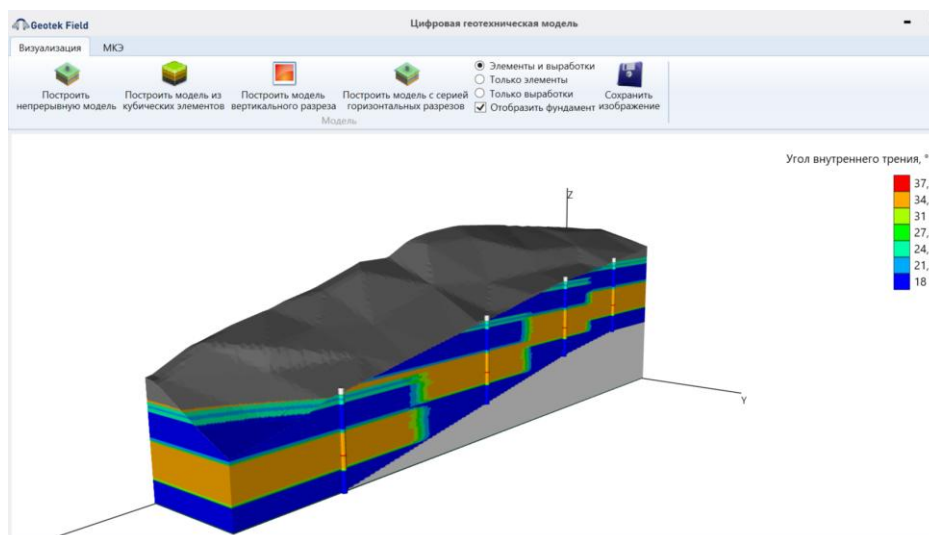


Рис. 13.16. 3D модель с разрезом

3. Переходим на вкладку «МКЭ»:

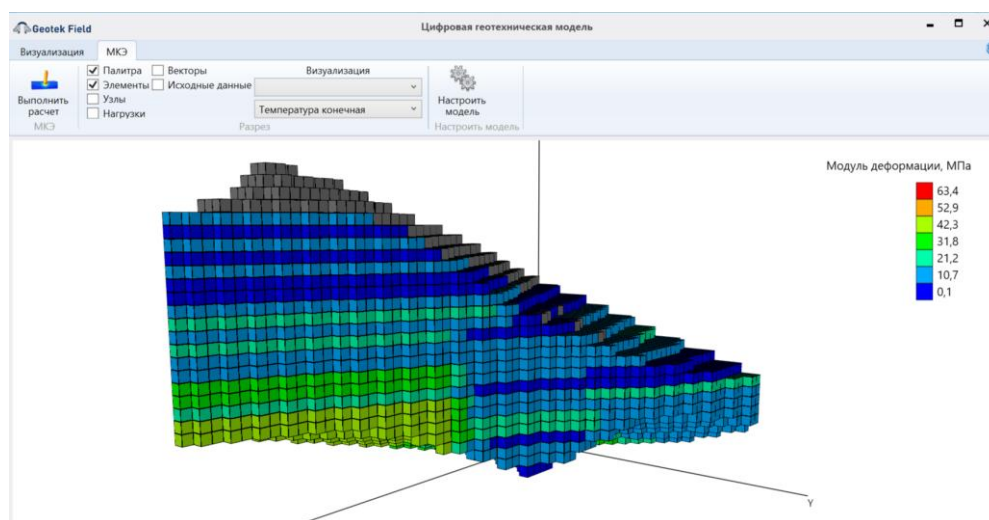


Рис. 13.17. Ввод данных для расчета

4. Для выбора метода расчета выбираем вкладку «Настроить модель»:

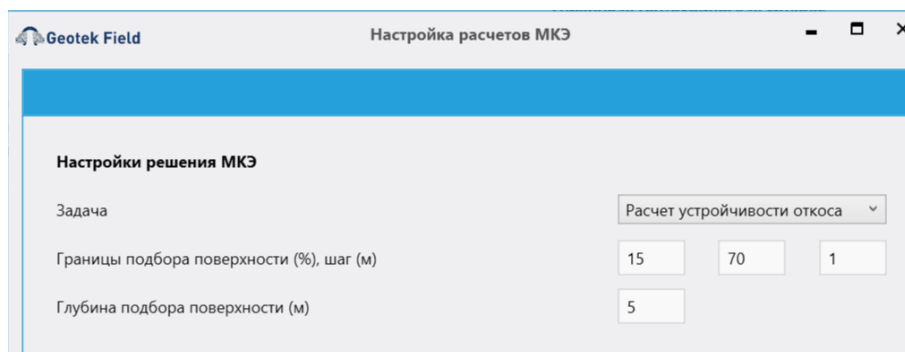


Рис. 13.18. Настройка расчета

После выбора задачи в окне «Настройка расчетов МКЭ» появятся параметры, влияющие на определение наиболее опасной поверхности скольжения: Границы подбора поверхности скольжения, шаг и глубина (рис. 13.18). Если будет выполняться подбор поверхности скольжения, можно выбрать значение на графике - коэффициент

устойчивости, тогда на графике цветами будет отображен коэффициент устойчивости для разных точек в массиве грунта.

После ввода настроек и нажатия на вкладку «**OK**» начнётся автоматическое построение сети конечных элементов и отобразится следующая экранная форма:

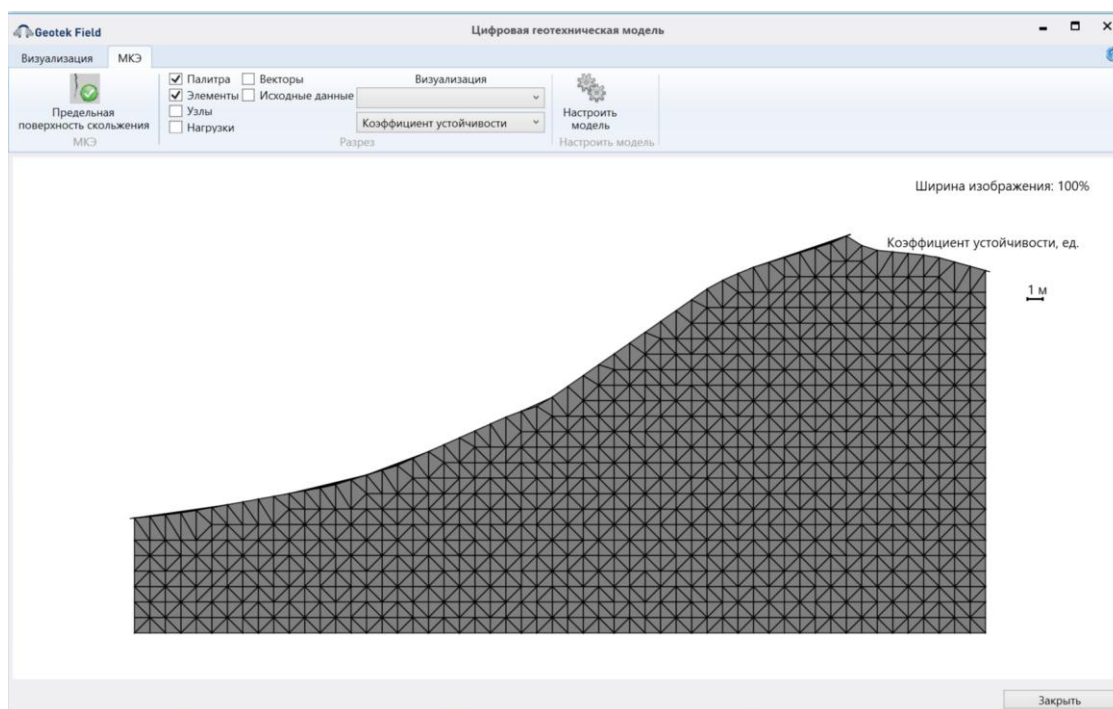


Рис. 13.19. Сгенерированная сеть конечных треугольных элементов

5. Нажимаем на кнопку «**Предельная поверхность скольжения**». В результате вычисление получаем, по умолчанию, поле значения коэффициентов устойчивости в узлах сетки конечных элементов.

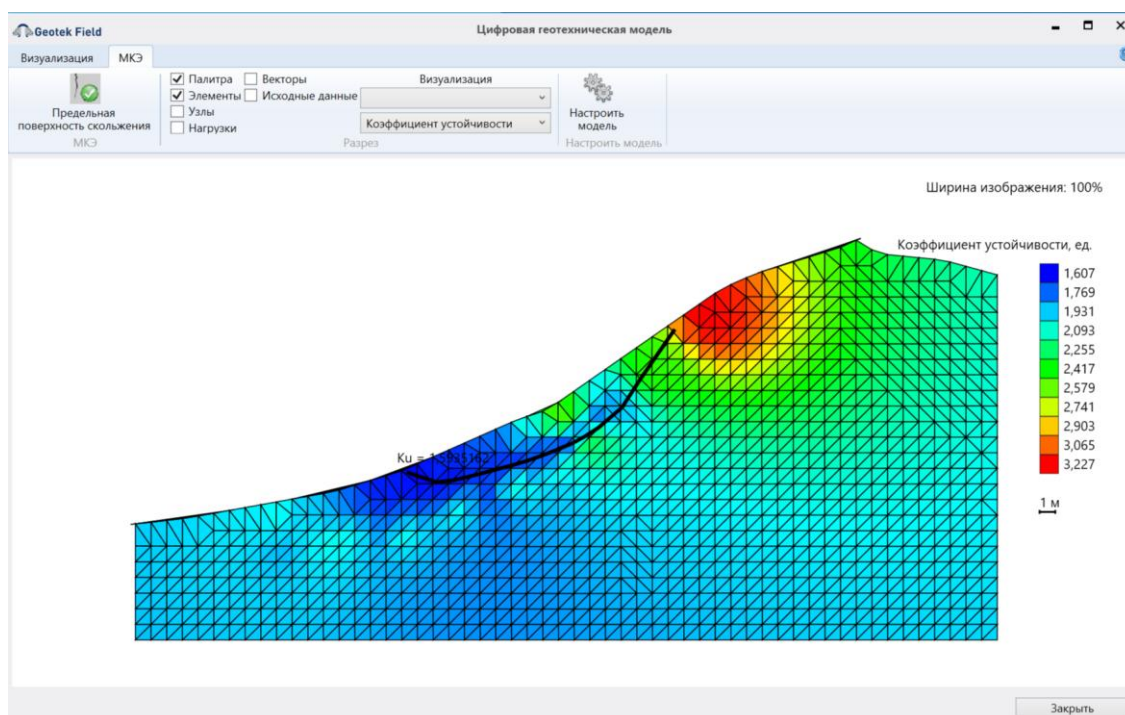
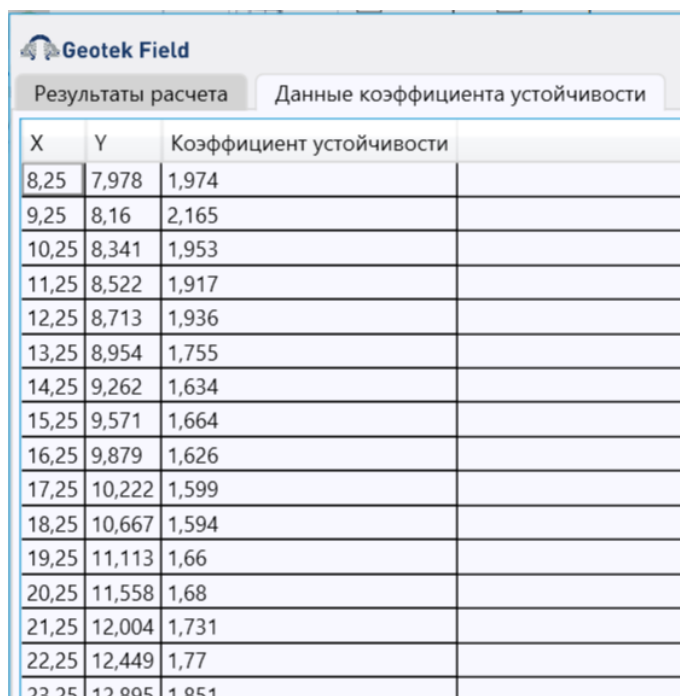


Рис. 13.20. Значения коэффициентов устойчивости

Используя вкладку «[Посмотреть таблицу](#)» можно увидеть результаты расчета, которые приведены на рис. 13.22 и рис. 13.23.



X	Y	Коэффициент устойчивости
8,25	7,978	1,974
9,25	8,16	2,165
10,25	8,341	1,953
11,25	8,522	1,917
12,25	8,713	1,936
13,25	8,954	1,755
14,25	9,262	1,634
15,25	9,571	1,664
16,25	9,879	1,626
17,25	10,222	1,599
18,25	10,667	1,594
19,25	11,113	1,66
20,25	11,558	1,68
21,25	12,004	1,731
22,25	12,449	1,77
23,25	12,895	1,851

Рис. 13.22. Результаты расчета: координаты и значения коэффициента устойчивости



Номер элемента	X	Y	Горизонтальное перемещение, м	Вертикальное перемещение, м	Горизонтальное напряжение, кПа	Вертикальное напряжение, кПа	Касательное напряжение, кПа	Вычисленная горизонтальная сила, Н	Вычисленная вертикальная сила, Н	Коэффициент устойчивости, ед.
1	45	25,461	-0,012	-0,138	0,01	-0,003	0,003	0	0	2,459
2	46	25,924	-0,012	-0,139	0,002	-0,003	-0,002	0	0	2,388
3	47	25,308	-0,013	-0,139	-0,001	0,001	-0,006	0	0	2,347
4	42	24,523	-0,013	-0,13	0,002	-0,001	0,002	0	0	2,741
5	43	24,836	-0,012	-0,133	0	0,001	0,001	0	0	2,633
6	44	25,149	-0,011	-0,136	0	0,003	0,003	0	0	2,539
7	45	24,291	-0,013	-0,139	0	0,004	0,002	0	-27,609	2,486
8	46	24,291	-0,013	-0,14	-0,002	0,007	-0,003	0	-25,731	2,417
9	47	24,291	-0,012	-0,139	-0,005	0,011	-0,005	0	-17,646	2,359
10	48	24,997	-0,012	-0,137	-0,007	0,007	-0,005	0	0	2,304
11	49	24,896	-0,011	-0,135	-0,01	0,004	-0,003	0	0	2,264
12	50	24,796	-0,011	-0,133	-0,012	0,002	-0,002	0	0	2,23
13	51	24,695	-0,01	-0,131	-0,015	0,001	-0,001	0	0	2,2
14	52	24,515	-0,008	-0,128	-0,02	0,001	-0,002	0	0	2,174
15	53	24,303	-0,017	-0,118	-0,001	-0,001	0	0	0	2,086

Рис.13.23. Результаты расчета: напряжения, усилия и коэффициент устойчивости

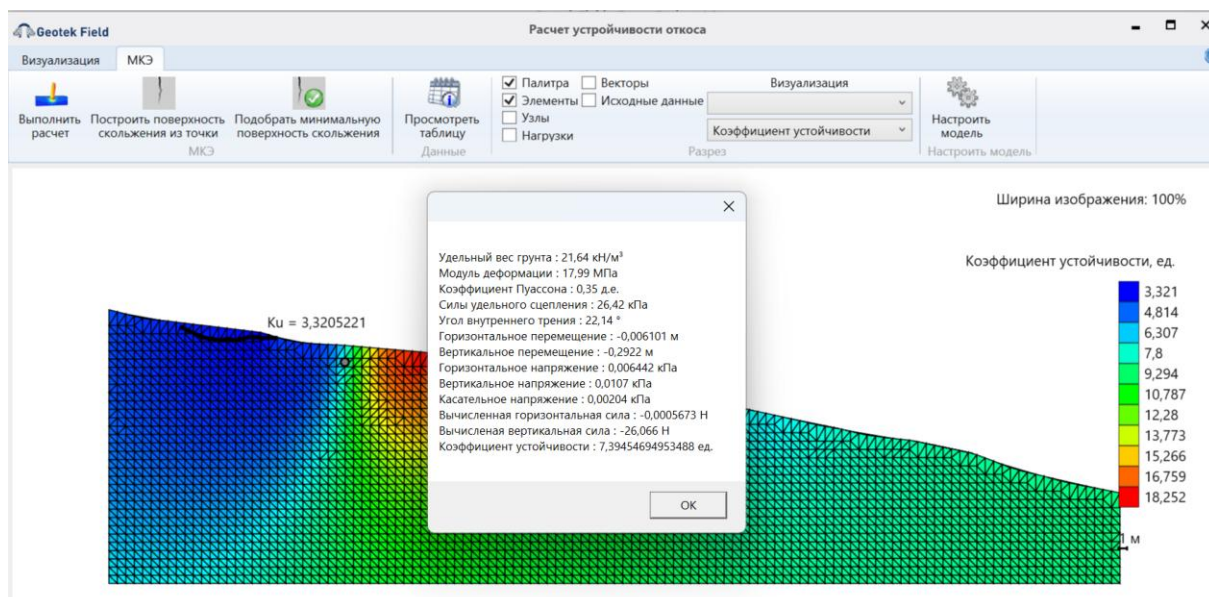


Рис. 13.24. Значения введенных характеристик грунта, напряжения, усилия и коэффициент устойчивости

Если подвести курсор к узлу сетки конечных элементов и щелкнуть левой кнопкой «мышки», то можно увидеть значения характеристик грунта, напряжения, усилия и коэффициент устойчивости (см., рис. 13.24).

13.3. Теплотехнический расчёт основания

Теплотехнический расчёт оснований предназначен для расчета изменения во времени полей температуры грунтового массива в процессе оттаивания или промерзания.

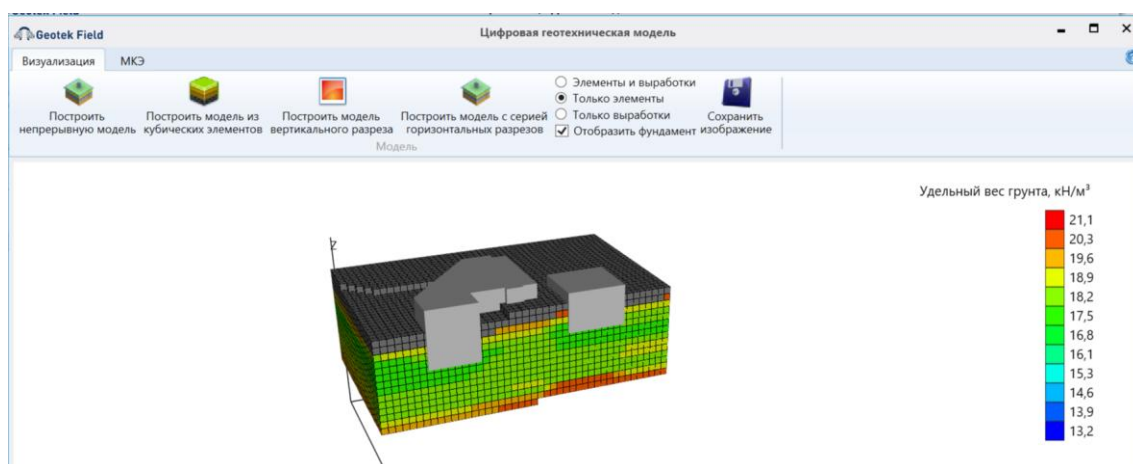


Рис. 13.25. Пример построения ЦГМ для теплотехнического расчета

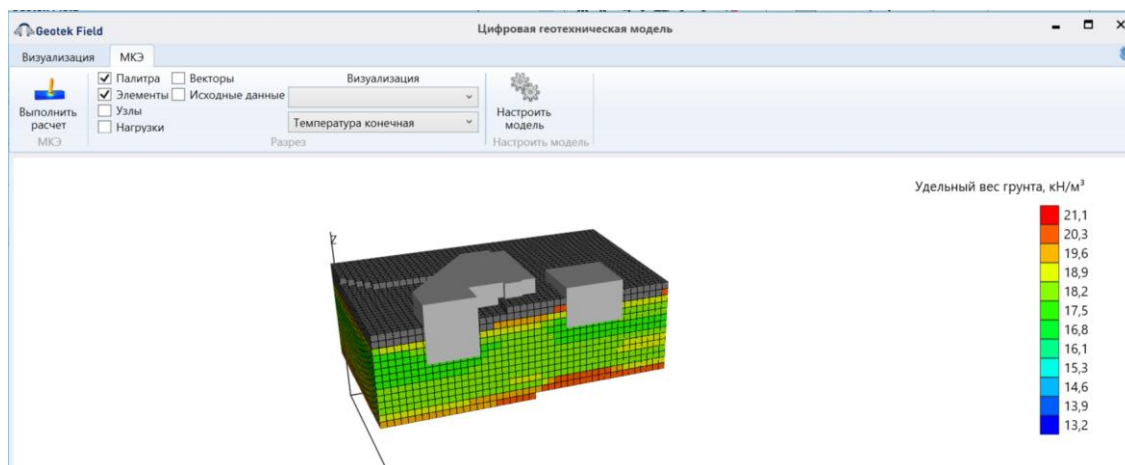


Рис. 13.26. Выбор метода расчета

При выборе этого метода расчета окно настроек примет следующий вид:

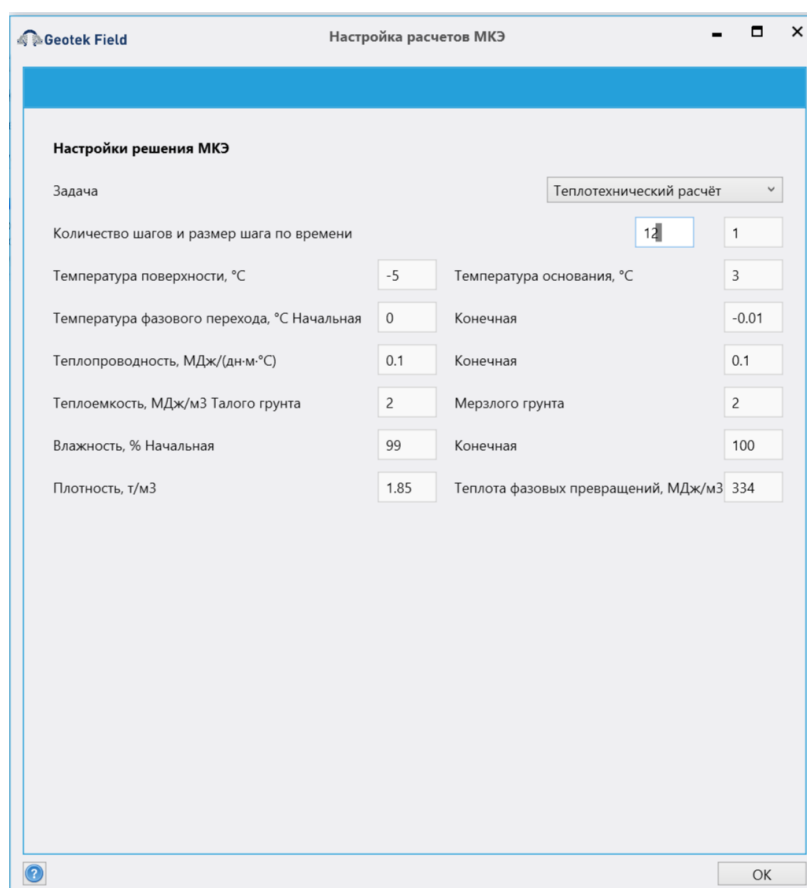


Рис. 13.27. Ввод начальных значений параметров

Необходимо ввести параметры расчета. После нажатия на кнопку «**OK**» начнётся автоматическое построение сети конечных элементов и будет выполняться расчет.

По окончании расчета, отобразится распределение температуры на первом шаге.

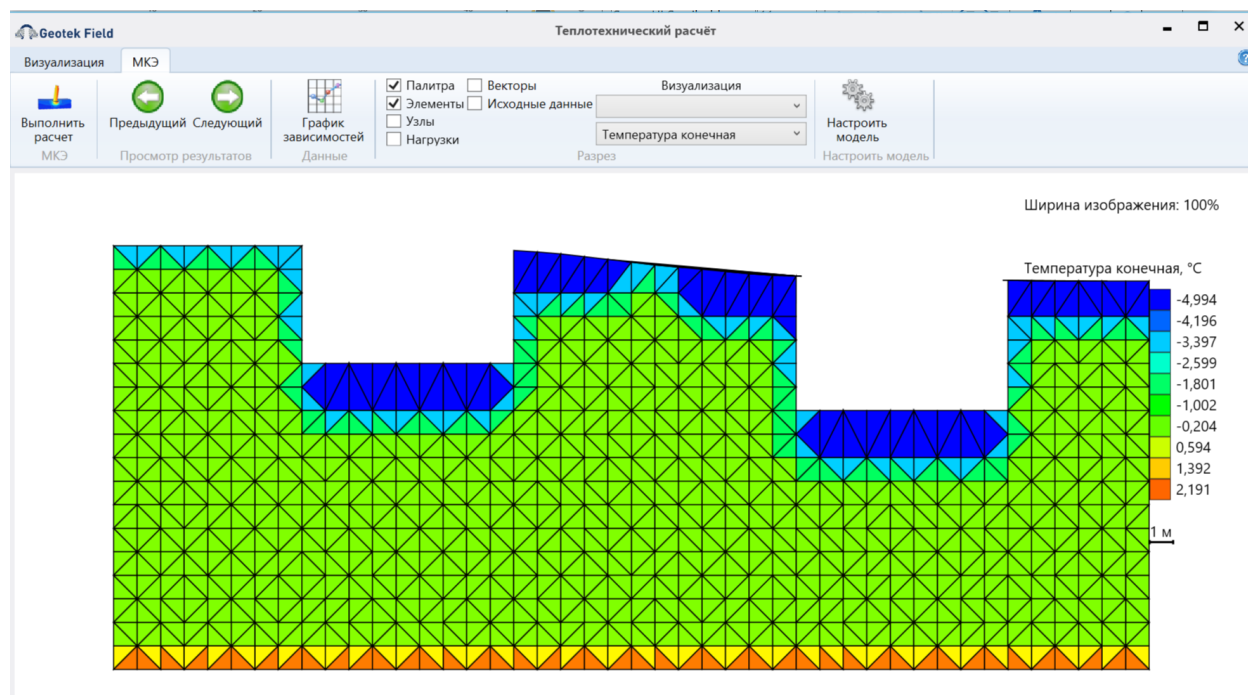


Рис. 13.28. Распределение температуры

Для просмотра графика зависимостей температуры от температуры необходимо выбрать узел на разрезе нажать кнопку «График зависимостей».

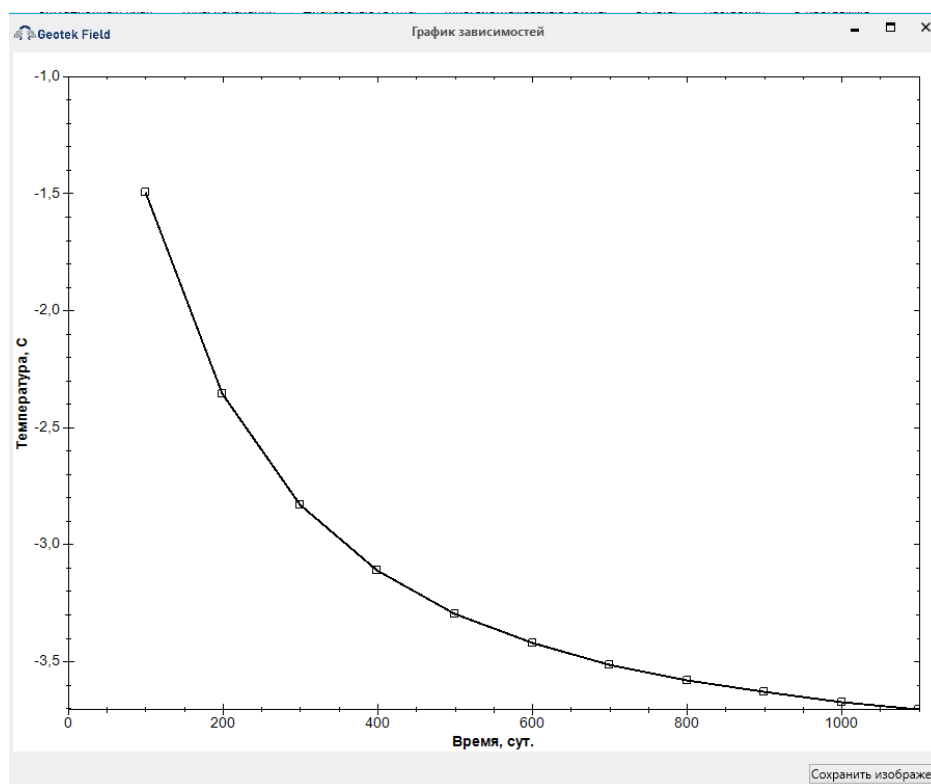


Рис. 13.29. Зависимость температуры от времени

13.5. Формирование отчета

«Выбор параметров графического отчета» открывает окно «Настройки отчета», которая позволяет выбрать необходимые страницы отчета и их содержимое.

«Графический отчет» служит для формирования отчета с текущими настройками.

«Выбор параметров для печати» открывает окно «Настройки», где можно настроить параметры печатной формы отчетов.

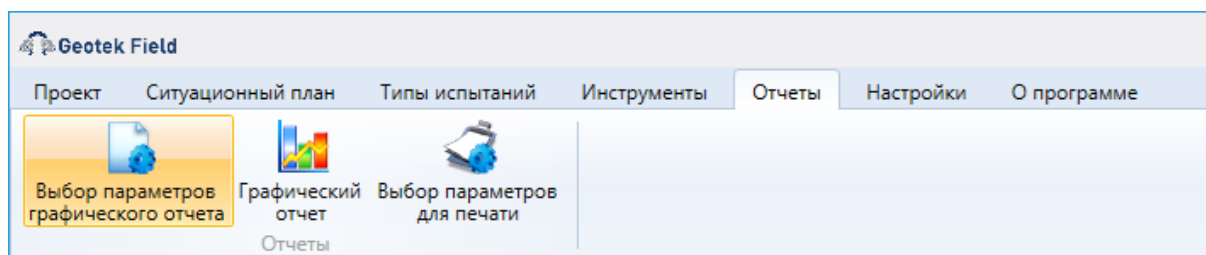


Рис. 13.30. Вкладка «Отчеты»

В окне «Настройки отчета» имеется вкладка «Инструменты».

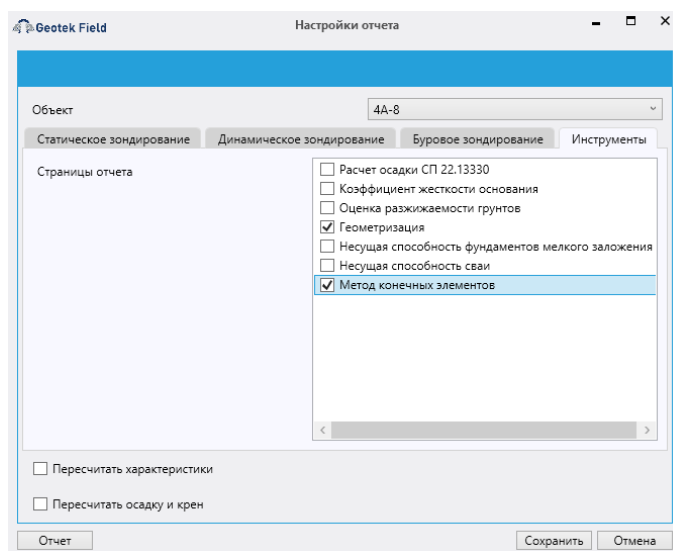


Рис. 13.31. Настройки отчета

После выбора интересующих пунктов «галкой» следует нажать кнопку «Отчет» либо перейти на вкладку «Отчеты» главного окна и нажать кнопку «Графический отчет».

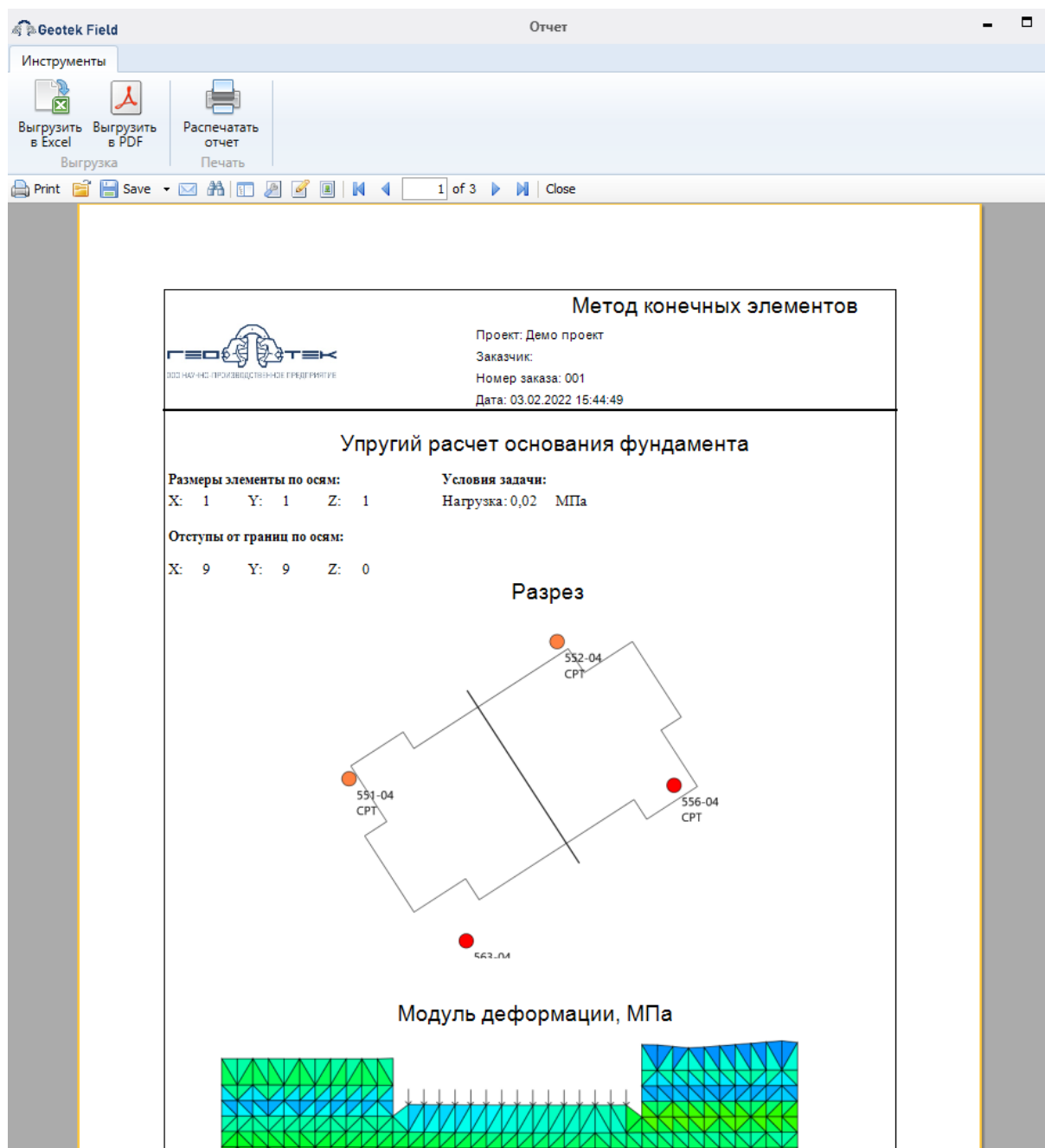


Рис. 13.32. Отчет

Окно позволяет просмотреть все страницы отчета, распечатать их или выгрузить в excel или pdf файл. Отчет содержит столбчатую диаграмму и таблицу несущей способности по основным методам, расчетную схему несущей способности.

14. РАСЧЁТ ОСНОВАНИЙ НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

В настоящем разделе рассмотрены методы расчета оснований на многолетнемерзлых грунтах, приведенные в СП 25.13330.

14.1. Глубина заложения фундамента

Данный модуль предназначен для оценки минимальной глубины заложения фундамента в многолетнемерзлых грунтах. Для работы с модулем необходимо перейти во вкладку «Многолетнемерзлые грунты» и в группе «Данные лабораторных испытаний» выбрать значок «Минимальная глубина заложения фундамента».

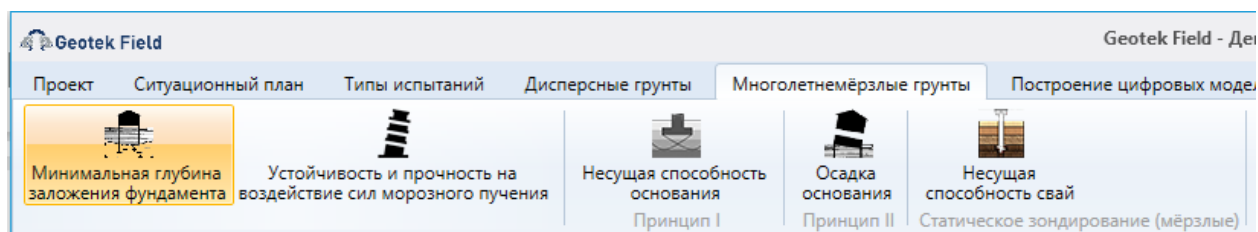


Рис. 14.1. Расположение расчёта оснований многолетнемерзлых грунтов

Нажав на соответствующую кнопку, открываем окно, на котором показано дерево объекта со всеми выработками, а также соответствующие настройки:

Минимальная глубина заложения фундамента

Инструменты

Параметры объекта
Выполнить расчет
Литологическая колонка
Параметры места испытаний
Данные лабораторных испытаний

Метод: Нормативный

Местоположение
Регион: Республика Адыгея (Ад) Город: Майкоп ☐ Использовать в расчете

Тип грунта: Глина

Засоление
Тип засоления: Незасоленный Dsal, д.е.: 0

Промерзание

T f, m °C	-6.6	d f m	2
t f, m ч	3500	M t	0.2
T f °C	-5	d w m	5
t f ч	3000	a f m	1.5

Оттаивание

T th, m °C	10.1
t th, m ч	2920
T th, °C	9.1
t th, ч	2700
d th, м	2.11

Тип сооружения: Здания и сооружения без холодного подполья

Тип фундамента: Фундаменты всех типов, кроме свайных

Тип здания: Без подвала с полами, устраиваемыми: по грунту

Расчетная среднесуточная температура воздуха в помещении, примыкающем к наружным фундаментам: 0

Грунты под подошвой фундамента: Скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем, пески гр

Климатический подрайон: IA

Нормативная глубина сезонного промерзания, м

Нормативная глубина заложения фундаментов при промерзании, м

Нормативная глубина сезонного оттаивания, м

Нормативная глубина заложения фундаментов при оттаивании, м

Рис. 14.2. Расчет минимальной глубины заложения фундамента

В верхней части окна имеется меню «**Инструменты**», которое содержит элементы:

- «**Параметры объекта**» – позволяет изменить параметры объекта.

- «**Выполнить расчет**» – производит расчет несущей способности основания, обновляет данные на вкладках с результатами.

- «**Литологическая колонка**» – позволяет просмотреть литологическую колонку, отображающую усредненные параметры по слоям грунта.

- «**Параметры места испытаний**» – позволяет отредактировать параметры мест испытаний. Предварительно нужно выбрать в дереве место испытания.

- «**Данные лабораторных испытаний**» – позволяет при необходимости добавить или изменить лабораторные данные, используемые в расчете.

Если сразу приступить к расчету, то программа выдаст следующее замечание:

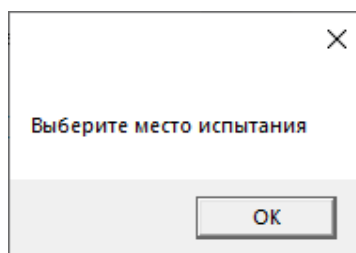


Рис. 14.3. Сообщение о выборе места испытания

Для успешного расчета необходимо выбрать выработку и соответствующие настройки.

По умолчанию выбран нормативный метод расчета. Для дальнейшей работы требуется заполнение всех полей экранной формы по данным натурных наблюдений и метеоданных. Подробнее о характеристиках смотрите «[Теоретическое руководство](#)» Глава 13.

Метод: Нормативный

Местоположение: Регион: Республика Адыгея (Ад) Город: Майкоп ☐ Использовать в расчете

Тип грунта: Тип грунта: Глина

Засоление: Тип засоления: Незасоленный Dsal, д.е. 0

Промерзание: T f, m °C -6.6 d f, m 2 t f, m ч 3500 M't 0.2 T f °C -5 d w, m 5 t f ч 3000 a f, m 1.5

Оттаивание: T th, m °C 10.1 t th, m ч 2920 T th °C 9.1 t th ч 2700 dth, m 2.11

Тип сооружения: Здания и сооружения без холодного подполья

Тип фундамента: Фундаменты всех типов, кроме свайных

Тип здания: Без подвала с полами, устраиваемыми: по грунту

Расчетная среднесуточная температура воздуха в помещении, примыкающем к наружным фундаментам: 0

Грунты под подошвой фундамента: Скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем, пески гр

Климатический подрайон: IА

Нормативная глубина сезонного промерзания, м

Нормативная глубина заложения фундаментов при промерзании, м

Нормативная глубина сезонного оттаивания, м

Нормативная глубина заложения фундаментов при оттаивании, м

Рис. 14.4. Характеристики по данным натурных наблюдений и метеоданных для нормативного метода расчета

При выборе расчетного метода расчета поля характеристик изменятся.

Метод: Расчетный

Местоположение: Регион: Республика Адыгея (Ад) Город: Майкоп ☐ Использовать в расчете

Тип грунта: Тип грунта: Глина

Засоление: Тип засоления: Незасоленный Dsal, д.е. 0

Промерзание: T f, m °C -6.6 M't 0.2 t f, m ч 3500 d w, m 5 a f, m 1.5

Оттаивание: T th, m °C 10.1 t th, m ч 2920 T 0, °C -2 dth, m 2.11

Расчетные характеристики: R, кН/м² 1.39 Wp, д.е. 0.31 Wtot, д.е. 0.31 Ip, д.е. 0.2 Itot, д.е. 0.31 Wm, д.е. 0.31

Тип сооружения: Здания и сооружения без холодного подполья

Тип фундамента: Фундаменты всех типов, кроме свайных

Тип здания: Без подвала с полами, устраиваемыми: по грунту

Расчетная среднесуточная температура воздуха в помещении, примыкающем к наружным фундаментам: 0

Грунты под подошвой фундамента: Скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем, пески гр

Расчетная глубина сезонного промерзания, м

Расчетная глубина заложения фундаментов при промерзании, м

Расчетная глубина сезонного оттаивания, м

Расчетная глубина заложения фундаментов при оттаивании, м

Рис. 14.5. Характеристики по данным натурных наблюдений и метеоданных для расчетного метода расчета

Слева размещено дерево объектов и мест испытаний. Можно выбрать любой объект проекта или конкретное место испытаний для просмотра характеристик грунтов и дальнейших расчетов.

Справа присутствуют блоки:

«Метод», где можно настроить параметры расчета. Доступны следующие варианты настроек:

Рис. 14.6. Выбор метода расчета

«Местоположение», где отображается панель для выбора района строительства из существующих в необходимой для расчета базе данных. Выбор местоположения позволит автоматически заполнить сумму абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе ($M't$).

Доступны следующие варианты настроек:

Рис. 14.7. Пример местоположения. Область

Рис. 14.8. Пример местоположения. Город

«Использовать в расчете» отвечает за включение параметров и формул, зависящих от местоположения, исходящих из СП 22.13330 в расчете.

☐ Использовать в расчете

Рис. 14.9. Использовать в расчете

«Тип грунта» представлен следующим набором настроек:

Тип грунта	Тип грунта	Песок
Засоление	Тип засоления	Незасоленный
Промерзание		Оттаив

Рис. 14.10. Тип грунта

«Тип засоления» представлен следующим набором настроек:

Незасоленный
Незасоленный
Морской
Континентальный

Рис. 14.11. Тип засоления

«Тип сооружения» представлен следующим набором настроек:

Тип сооружения	Здания и сооружения без холодного подполья
Здания и сооружения без холодного подполья	
Здания и сооружения с холодным подпольем: у наружных стен с отмостками, имеющие асфальтное и тому подобное покрытие	
Здания и сооружения с холодным подпольем: у наружных стен с отмостками без асфальтовых покрытий	
Здания и сооружения с холодным подпольем: у внутренних опор	
Мосты: промежуточные массивные опоры... при ширине опор по фасаду: от 2 до 4 м	
Мосты: промежуточные массивные опоры... при ширине опор по фасаду: 4 м и более	
Мосты: промежуточные столбчатые и свайные опоры, рамно-строечные опоры с фундаментами мелкого заложения	
Мосты: обсыпные устои	

Рис. 14.12. Тип сооружения

«Тип фундамента» представлен следующим набором настроек:

Тип фундамента	Фундаменты всех типов, кроме свайных
Тип здания	Фундаменты всех типов, кроме свайных
Грунты под подошвой фундамента	Свайные фундаменты зданий и сооружений
Расчетная среднесуточная температура воздуха	Сваи опор мостов
	Фундаменты зданий и сооружений, возводимых на насыпях

Рис. 14.13. Тип фундамента

«Тип здания» представлен следующим набором настроек:

Тип здания	Без подвала с полами, устраиваемыми: по грунту
Грунты под подошвой фундамента	Без подвала с полами, устраиваемыми: по грунту
Расчетная среднесуточная температура воздуха	Без подвала с полами, устраиваемыми: на лагах по грунту
	Без подвала с полами, по утепленному цокольному перекрытию
	С подвалом или техническим подпольем
	Неотапливаемые сооружения

Рис. 14.14. Тип здания

«Грунты под подошвой фундамента» представлены следующим набором настроек:

Грунты под подошвой фундамента	Скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем, пески гр
Скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем, пески гравелистые, крупные и средней крупности	
Пески мелкие и пылеватые	
Супеси с показателем текучести IL меньше 0	
Супеси с показателем текучести IL выше 0	
Суглинки, глины, а также крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем при показателе текучести грунта или заполнителя более 0,25	
Суглинки, глины, а также крупнообломочные грунты при IL меньше 0,25	

Рис. 14.15. Грунты под подошвой фундамента

«Расчетная среднесуточная температура воздуха в помещении, примыкающем к наружным фундаментам, °C» представлена следующим набором настроек:

Расчетная среднесуточная температура воздуха в помещении, примыкающем к наружным фундаментам, °C	0
Климатический подрайон	0
Нормативная глубина сезонного промерзания, м	5
Нормативная глубина заложения фундаментов	10
	15
	20 и больше

Рис. 14.16. Расчетная среднесуточная температура воздуха в помещении

«Климатический подрайон» представлен следующим набором настроек:

Климатический подрайон	IA
Нормативная глубина сезонного промерзания, м	IA
Нормативная глубина заложения фундаментов	IB
Нормативная глубина сезонного оттаивания, м	IB
Нормативная глубина заложения фундаментов	IC
	ID
	IIA
	IIB
	IIB
	IIIC
	IIIA
	IIIB
	IIIV
	IVA
	IVB
	IVB
	IVГ

Рис. 14.17. Климатический подрайон

При выборе расчетного метода помимо изменений в имеющихся параметрах, отображаются дополнительные параметры, которые необходимо заполнить для выполнения вычислений расчетным методом.

Особенностью данных характеристик, а также полей «**Dsal**» и «**Тип грунта**», является то, что они при выборе в дереве, содержащем наименования скважин, при наличии уже имеющихся данных, заполняются автоматически в зависимости от характеристик первого т.е. самого верхнего слоя грунта.

Расчетные характеристики					
P	1400	Wp	0,2	w tot	0,31
Ip	0,31	i tot	0,31	w m	0,2

Рис. 14.18. Расчетные характеристики

После выбора метода расчета и заполнения всех полей можно приступить к расчету. Для этого необходимо нажать кнопку «**Выполнить расчет**»

Нормативная глубина сезонного промерзания, м	2,8
Нормативная глубина заложения фундаментов при промерзании, м	2,8
Нормативная глубина сезонного оттаивания, м	2,87
Нормативная глубина заложения фундаментов при оттаивании, м	4,44

Рис. 14.19. Результаты расчета

14.2. Несущая способность основания

Данный модуль предназначен для расчета несущей способности основания в многолетнемерзлых грунтах. Для работы с модулем необходимо перейти во вкладку «**Многолетнемерзлые грунты**» и в группе «**Данные лабораторных испытаний**» выбрать значок «**Несущая способность основания**».

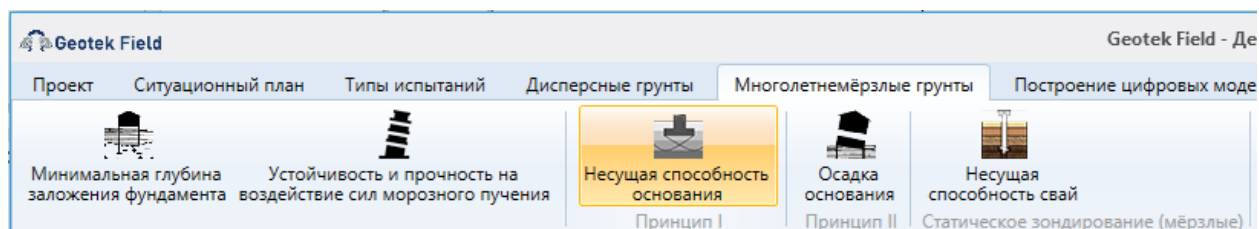


Рис. 14.20. Расположение расчёта «Несущая способность основания»

Нажав на соответствующую кнопку, открываем окно, на котором показано дерево объекта со всеми выработками, а также настройки:

Рис.14.21. Несущая способность основания

В верхней части окна имеется меню «**Инструменты**», которое содержит элементы: «**Параметры объекта**» – позволяет изменить параметры объекта.

«**Выполнить расчет**» – производит расчет несущей способности основания, обновляет данные на вкладках с результатами. В случае если не будет хватать данных для расчета – будут выданы соответствующие сообщения.

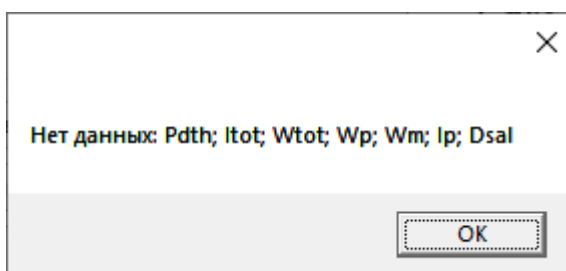


Рис. 14.22 Ошибка недостатка вводных данных

«**Литологическая колонка**» – позволяет просмотреть литологическую колонку, отображающую усредненные параметры по слоям, характеризующимся однородностью типа грунта.

«**Параметры места испытаний**» – позволяет отредактировать параметры мест испытаний. Предварительно нужно выбрать в дереве место испытания.

«**Данные лабораторных испытаний**» – позволяет при необходимости добавить или изменить лабораторные данные, используемые в расчете.

Слева размещено дерево объектов и мест испытаний. Можно выбрать любой объект проекта или конкретное место испытаний для просмотра характеристик грунтов и дальнейших расчетов.

Справа присутствуют блоки:

«**Местоположение**», здесь отображается ближайшее к широте и долготе, указанным в свойствах проекта, местоположение из существующих в необходимой для расчета базе данных;

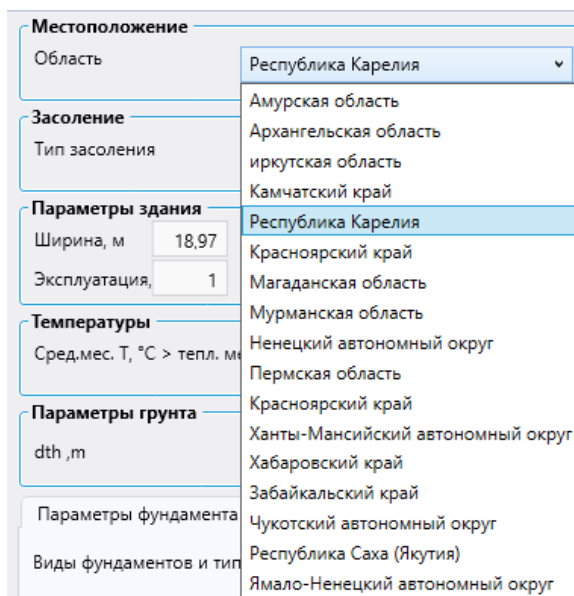


Рис. 14.23. Местоположение. Область

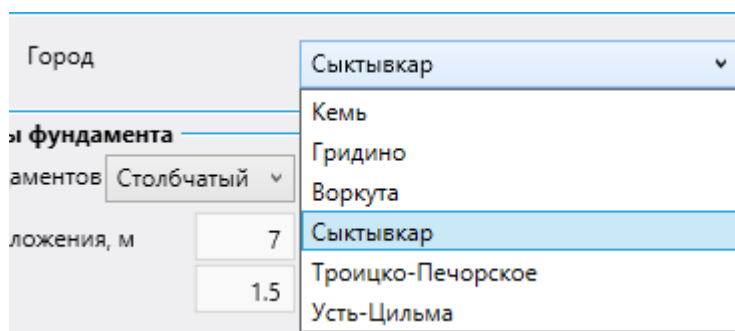


Рис. 14.24. Местоположение. Город

«**Тип засоления**» представлен следующим набором настроек:

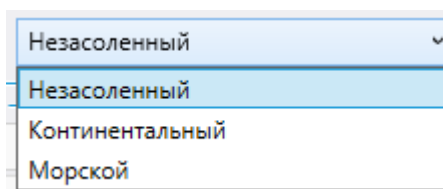


Рис. 14.25. Тип засоления

«**Параметры здания**» и «**Параметры фундамента**» содержат переменные, которые необходимо вводить вручную, однако некоторые заполняются автоматически.

«**Ширина здания В**» и «**Длина здания L**» заполняются из «**Параметров объекта**», т.е. здания, к которому принадлежит выбранная выработка.

«**Коэффициент $\sigma_{\text{Т}}$** » зависит от выбранного места, в пункте «**Местоположение**». Остальные параметры заполняются вручную.

«Параметры фундамента» представлен следующим набором настроек:

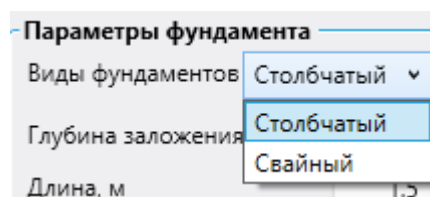


Рис. 14.26. Виды фундаментов

Справа снизу размещена вкладка «Параметры грунта». Она содержит 3 вкладки: вкладки «Параметры фундамента», «Характеристики грунта» и «Профили характеристик грунта».

Далее выбираются «Параметры фундамента».

«Виды фундаментов и типы их устройств» представлены следующим набором настроек, который изменяется в соответствии с изменениями в списке «Виды фундамента»:

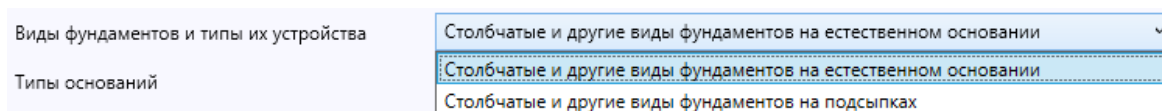


Рис. 14.27. Виды фундаментов и типы их устройства. При столбчатом

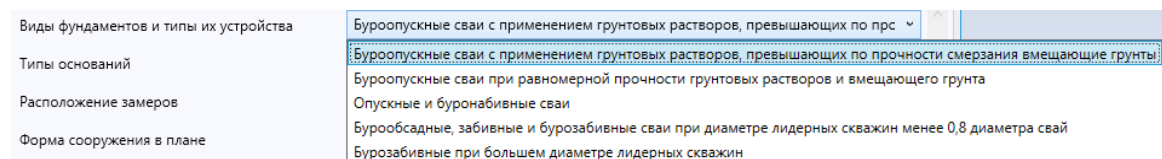


Рис. 14.28. Виды фундаментов и типы их устройства. При свайном

«Типы оснований» представлены следующим набором настроек:

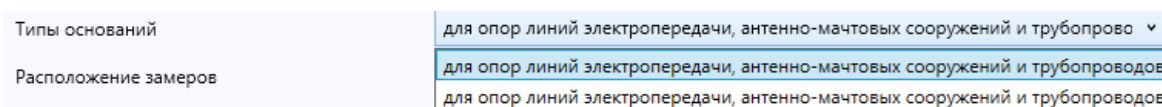


Рис. 14.29. Типы оснований

При выборе типов оснований появятся взаимоисключающие параметры.

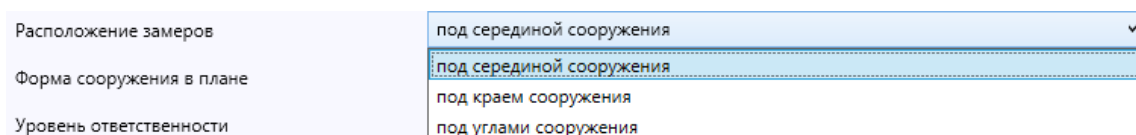


Рис. 14.30. Взаимоисключающие. Расположение замеров. Для оснований сооружений с холодным подпольем

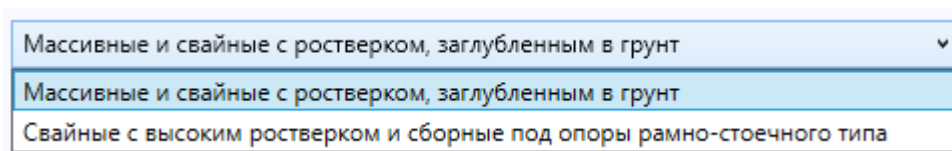


Рис. 14.31. Взаимоисключающие. Для опор линий электропередачи, антенно-мачтовых сооружений и трубопроводов

«**Форма сооружения на плане**» представлена следующим набором настроек:

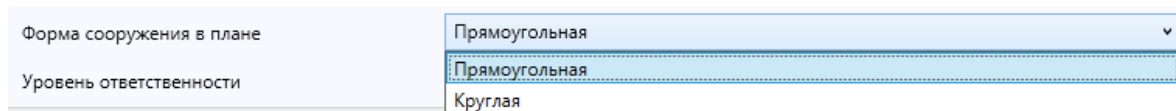


Рис. 14.32. Форма сооружения на плане

«**Уровень ответственности**» представлен следующим набором настроек:

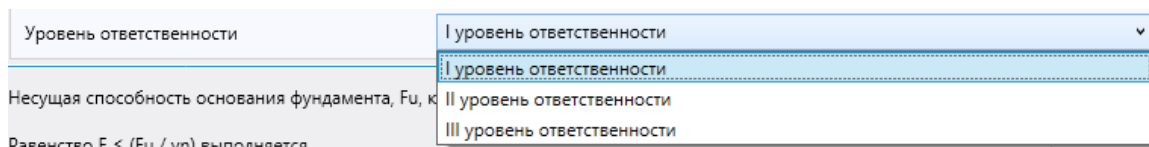


Рис. 14.33. Уровень ответственности

«**Вид поверхности смерзания**» представлен следующим набором настроек:

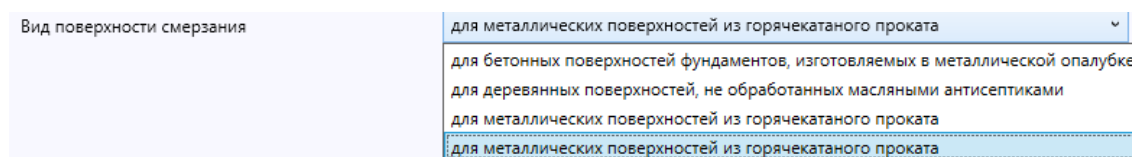


Рис. 14.34. Вид поверхности смерзания

«**Климатический подрайон**» представлен следующим набором настроек:

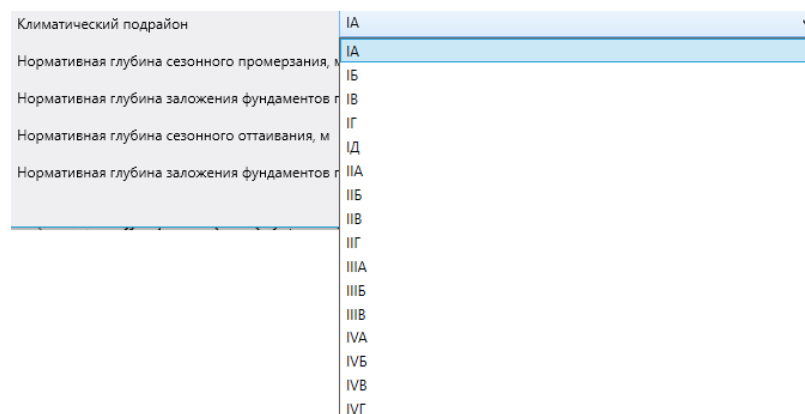


Рис. 14.35. Климатический подрайон

Вкладка «**Характеристики грунта**», содержит таблицу, отображающую параметры слоев грунта.

Параметры фундамента		Характеристики грунта		Профили характеристик грунта				
Глубина, м	Тип грунта	γ , кН/м ³	l_{tot} , д.е.	W_{tot} , д.е.	W_p , д.е.	W_m , д.е.	l_p , д.е.	D_{sal} , д.е.
3.6	Песок	1.76	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0
6	Глина	1.73	0.31	0.31	0.31	0.31	0.2	0
10.4	Песок	1.8	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0
13.2	Глина	1.8	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0

Рис. 14.36. Характеристики грунта

Вкладка «**Профили характеристик грунта**», содержит функционал, позволяющий отображать графики изменения величин, приведенных в таблице, относительно глубины. Также возможен выбор того, какие графики необходимо отобразить. Для этого необходимо выбрать флажок на характеристике, которую следует отображать

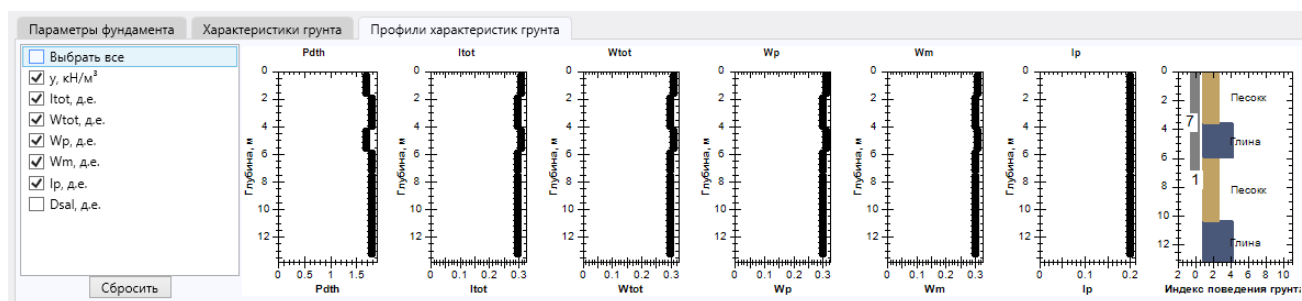


Рис. 14.37. Профили характеристик грунта

В случае, если все данные были введены верно, то программа выдаст результаты расчетов:

Несущая способность основания фундамента, F_u , кН	1225.4329
Равенство $F \leq (F_u / \gamma_n)$ выполняется	Да

Рис. 14.38. Результат расчета оснований

14.3. Осадка основания

Данный модуль предназначен для расчета осадки основания в многолетнемерзлых грунтах. Для работы с модулем необходимо перейти во вкладку «**Многолетнемерзлые грунты**» и в группе «**Данные лабораторных испытаний**» выбрать значок «**Осадка основания**».

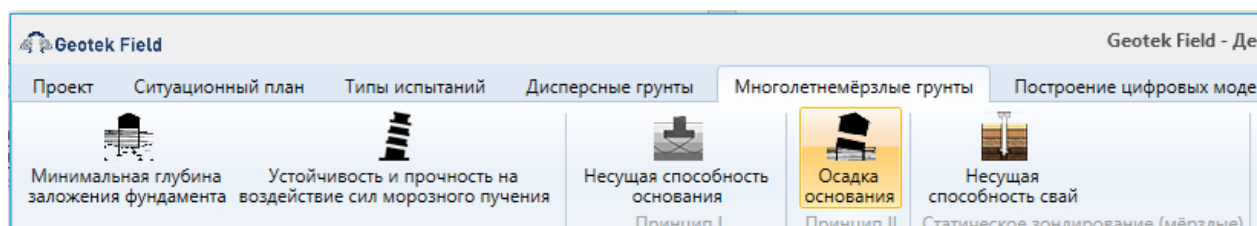


Рис. 14.39. Расположение расчёта «Осадка основания»

Нажав на соответствующую кнопку, открываем окно, на котором показано дерево объекта со всеми выработками, а также настройки:

Параметры фундамента

Виды фундаментов: Столбчатый Su, м: 0,18

Глубина заложения, м: 3 Давление под подошвой, кПа: 130

Ширина, м: 1,5 Длина подошвы, м: 1,5

Параметры грунта

dth, м: 11

Характеристики грунта | Профили характеристик грунта

Глубина, м	Тип грунта	γ , кН/м ³	Ath, д.е.	Mth, кПа ⁻¹	IL, д.е.
3.6	Песок	1.76	0.01	2.56	0
6	Глина	1.73	0.01	2.33	0
10.4	Песок	1.8	0.02	3	0
13.2	Глина	1.8	0.02	3	0

Осадка основания фундаментов s, м:

Равенство $S \leq Su$ выполняется: ☐

Рис. 14.40. Осадка основания

В верхней части окна имеется меню «**Инструменты**», которое содержит элементы:

- «**Параметры объекта**» – позволяет изменить параметры объекта.
- «**Выполнить расчет**» – производит расчет несущей способности основания, обновляет данные на вкладках с результатами.

В случае если не будет хватать данных для расчета – будут выданы соответствующие сообщения.

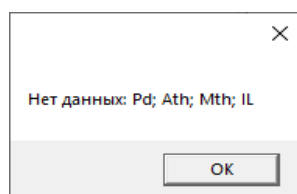


Рис. 14.41. Ошибка недостатка вводных данных

«**Литологическая колонка**» – позволяет просмотреть литологическую колонку, отображающую усредненные параметры по слоям, характеризующимся однородностью типа грунта.

«**Параметры места испытаний**» – позволяет отредактировать параметры мест испытаний. Предварительно нужно выбрать в дереве место испытания.

«**Данные лабораторных испытаний**» – позволяет при необходимости добавить или изменить лабораторные данные, используемые в расчете.

Слева размещено дерево объектов и мест испытаний. Можно выбрать любой объект проекта или конкретное место испытаний для просмотра характеристик грунтов и дальнейших расчетов.

Справа присутствуют блоки:

«**Параметры фундамента**» содержит переменные, которые необходимо вводить вручную, однако некоторые заполняются автоматически.

Справа снизу размещена вкладка «**Параметры грунта**». Она содержит 2 вкладки: вкладки «**Характеристики грунта**» и «**Профили характеристик грунта**».

Вкладка «**Характеристики грунта**», содержит таблицу, отображающую параметры слоев грунта.

Характеристики грунта		Профили характеристик грунта			
Глубина, м	Тип грунта	γ , кН/м ³	Ath, д.е.	Mth, кПа ⁻¹	IL, д.е.
3.6	Песок	1.76	0.01	2.56	0
6	Глина	1.73	0.01	2.33	0
10.4	Песок	1.8	0.02	3	0
13.2	Глина	1.8	0.02	3	0

Рис. 14.42. Характеристики грунта

Вкладка «**Профили характеристик грунта**», содержит функционал, позволяющий отображать графики изменения величин, приведенных в таблице, относительно глубины. Также возможен выбор того, какие графики необходимо отобразить. Для этого необходимо выбрать флажок на характеристике, которую следует отображать

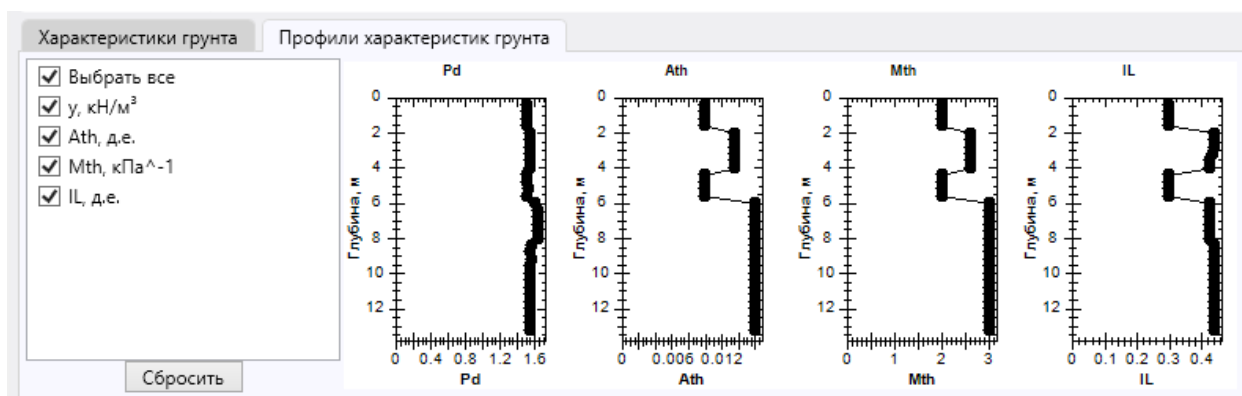


Рис. 14.43. Профили характеристик грунта

В случае, если все данные были введены верно, то программа выдаст результаты расчетов:

Осадка основания фундаментов s , м	0.1426
Равенство $S \leq S_u$ выполняется	Да

Рис. 14.44. Результат расчета осадки

14.4 Устойчивость и прочность на воздействие сил морозного пучения

Данный модуль предназначен для расчета устойчивости и прочности на воздействие сил морозного пучения в многолетнемерзлых грунтах. Для работы с модулем необходимо перейти во вкладку «Многолетнемерзлые грунты» и в группе «Данные лабораторных испытаний» выбрать значок «Устойчивость и прочность на воздействие сил морозного пучения».

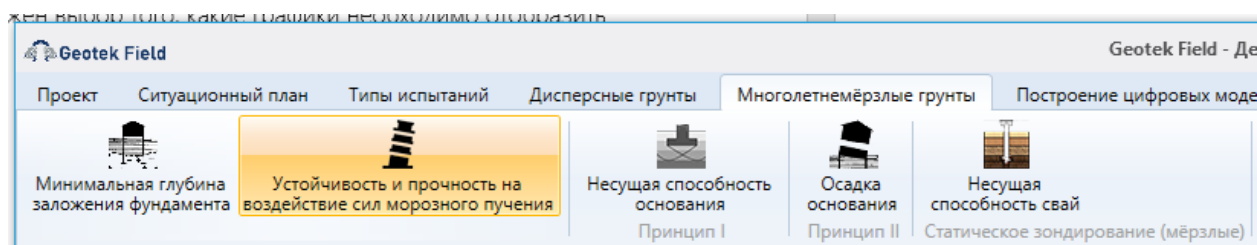


Рис. 14.45. Расположение расчёта «Устойчивость и прочность на воздействие сил морозного пучения»

Нажав на соответствующую кнопку, открываем окно, на котором показано дерево объекта со всеми выработками, а также настройки:

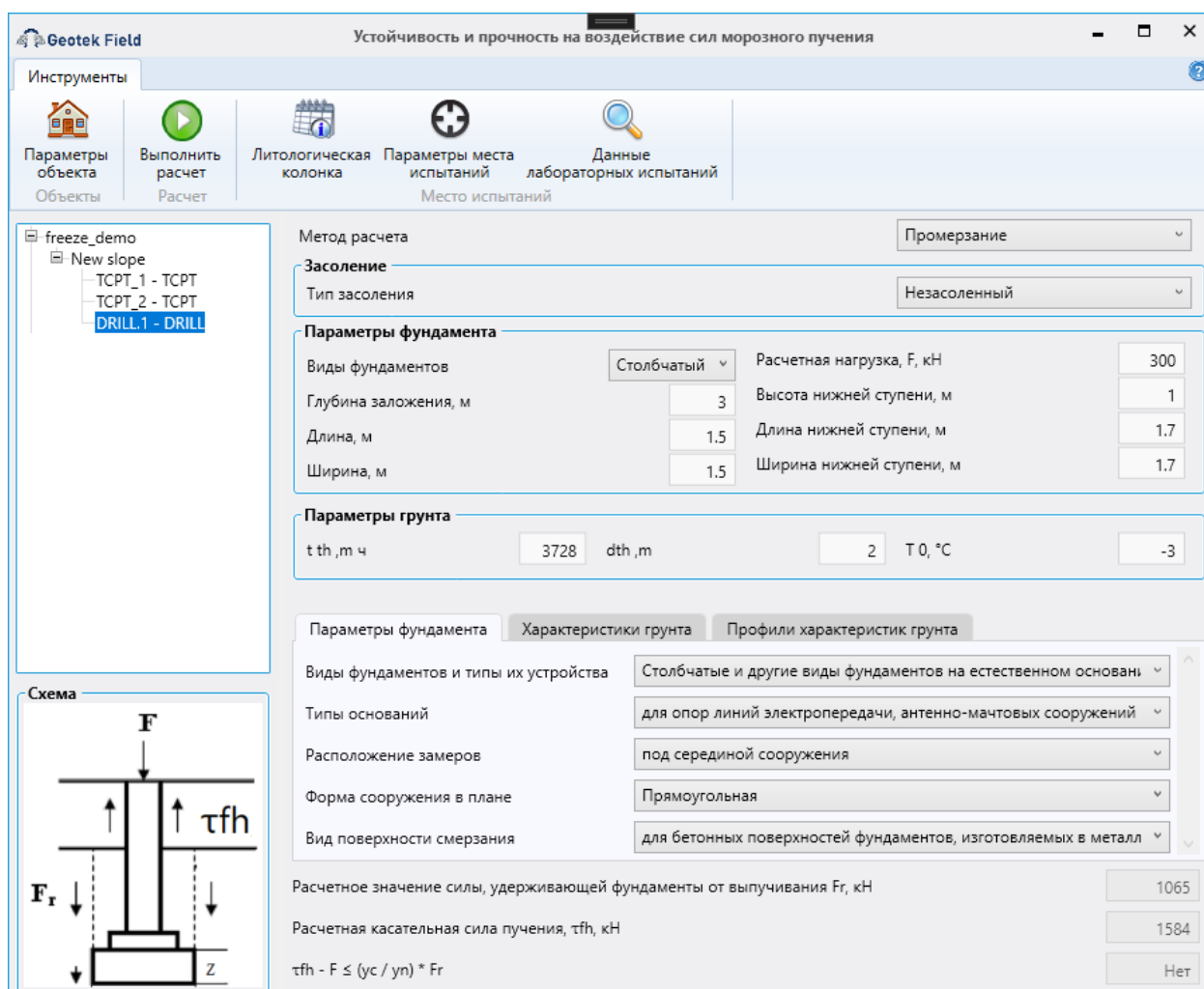


Рис. 14.46. Устойчивость и прочность на воздействие сил морозного пучения

В верхней части окна имеется меню «Инструменты», которое содержит элементы:

«**Параметры объекта**» – позволяет изменить параметры объекта.

«**Выполнить расчет**» – выполняет расчет несущей способности основания или осадки, обновляет данные на вкладках с результатами. В случае если не будет хватать данных для расчета – будут выданы соответствующие сообщения.



Рис. 14.47. Ошибка недостатка вводных данных

«**Литологическая колонка**» – позволяет просмотреть литологическую колонку, отображающую усредненные параметры по слоям, характеризующимся однородностью типа грунта.

«**Параметры места испытаний**» – позволяет отредактировать параметры мест испытаний. Предварительно нужно выбрать в дереве место испытаний.

«**Данные лабораторных испытаний**» – позволяет при необходимости добавить или изменить лабораторные данные, используемые в расчете.

Слева размещено дерево объектов и мест испытаний. Можно выбрать любой объект проекта или конкретное место испытаний для просмотра характеристик грунтов и дальнейших расчетов.

Справа присутствуют блоки:

«**Метод расчета**», где можно настроить параметры расчета. Доступны следующие варианты настроек:

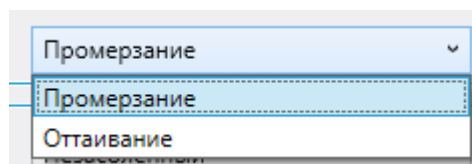


Рис. 14.48. Метод расчета

«**Тип засоления**» представлен следующим набором настроек:

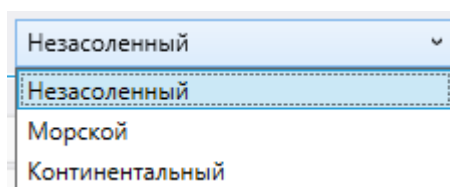


Рис. 14.49. Тип засоления

«**Параметры здания**» и «**Параметры фундамента**» содержат переменные, которые необходимо вводить вручную, однако некоторые заполняются автоматически.

Параметры здания:

«**Ширина здания В**» и «**Длина здания L**» заполняются из «**Параметров объекта**», т.е. здания, к которому принадлежит выбранная выработка.

«**Параметры фундамента**»: содержат функционал:

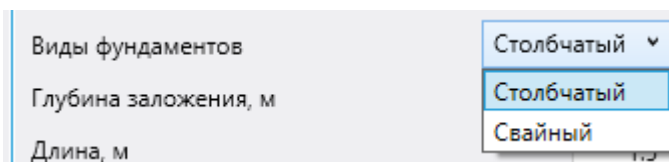


Рис. 14.50. Виды фундамента

«**Высота**» – длина сваи или высота столбчатого фундамента. Ширина/Диаметр сваи или столбчатого фундамента. Для получения дополнительной информации можно обратиться к «**Теоретическому руководству**»

Справа снизу размещена вкладка «**Параметры грунта**». Она содержит 3 вкладки: вкладки «**Параметры фундамента**», «**Характеристики грунта**» и «**Профили характеристик грунта**».

Далее выбираются «**Параметры фундамента**».

«**Виды фундаментов и типы их устройств**» представлены следующим набором настроек, который изменяется в соответствии с изменениями в списке «**Виды фундамента**»:

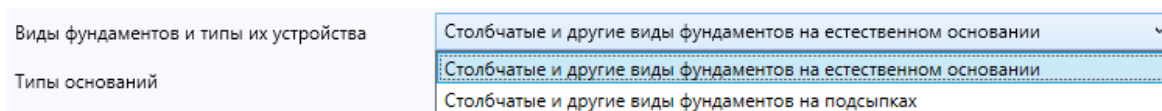


Рис. 14.51. Виды фундаментов и типы их устройств. При столбчатом

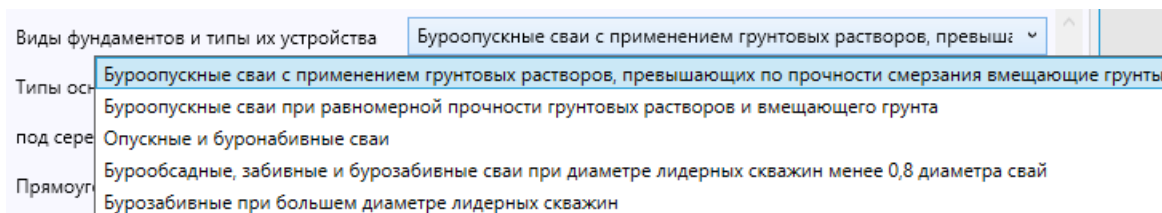


Рис. 14.52. Виды фундаментов и типы их устройств. При свайном

«**Типы оснований**» представлены следующим набором настроек:

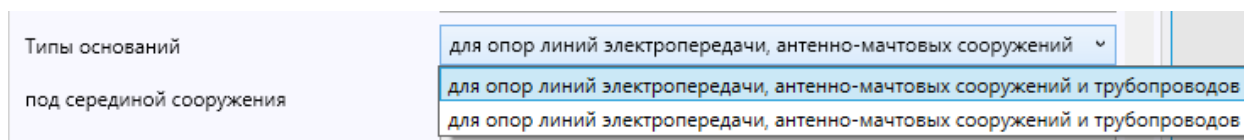


Рис. 14.53. Типы оснований

При выборе типов оснований появятся взаимоисключающие параметры.

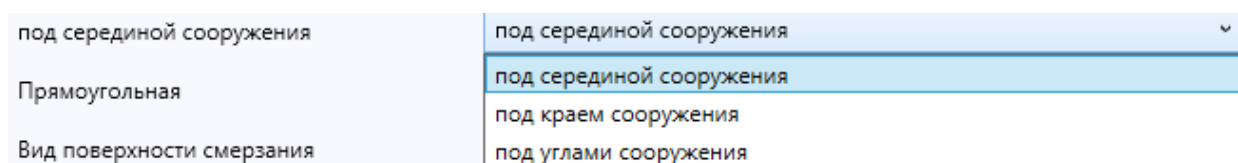


Рис. 14.54. Взаимоисключающие. Расположение замеров. Для оснований сооружений с холодным подпольем

Прямоугольная

Массивные и свайные с ростверком, заглубленным в грунт
Массивные и свайные с ростверком, заглубленным в грунт
Свайные с высоким ростверком и сборные под опоры рамно-стоечного типа

Рис. 14.55. Взаимоисключающие. Для опор линий электропередачи, антенно-мачтовых сооружений и трубопроводов

«Форма сооружения на плане» представлена следующим набором настроек:

Прямоугольная

Вид поверхности смерзания

Прямоугольная
Прямоугольная
Круглая

Рис. 14.56. Форма сооружения на плане

Далее вкладка «Характеристики грунта», содержащая таблицу, отображающую параметры слоев грунта.

Параметры фундамента			Характеристики грунта			Профили характеристик грунта				
Глубина	Тип грунт	γ , кН/м ³	IL, д.е.	Itot, д.е.	Wtot, д.е.	Wp, д.е.	Wm, д.е.	Ip, д.е.	Sr, д.е.	Dsal, д.е.
3.6	Песок	1.76	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.96	0
6	Глина	1.73	0	0.31	0.31	0.31	0.31	0.2	0.96	0
10.4	Песок	1.8	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.96	0
13.2	Глина	1.8	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.96	0

Рис. 14.57. Характеристики грунта

Вкладка «Профили характеристик грунта», содержит функционал, позволяющий отображать графики изменения величин, приведенных в таблице, относительно глубины. Также возможен выбор того, какие графики необходимо отобразить. Для этого необходимо выбрать флажок на характеристике, которую следует отображать

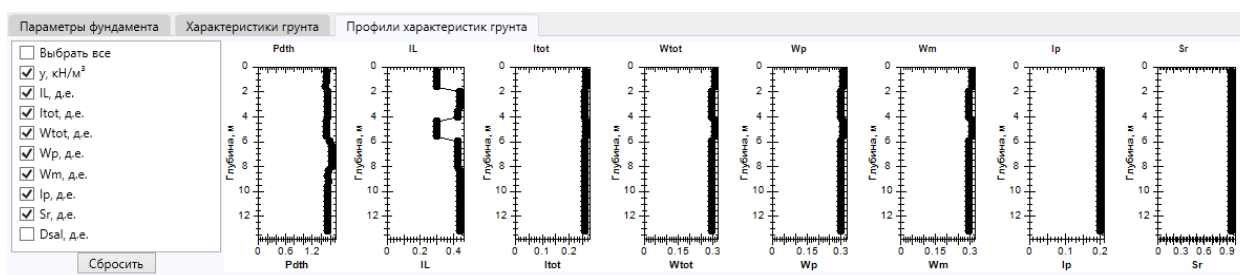


Рис. 14.58. Профили характеристик грунта

В случае, если все данные были введены верно, то программа выдаст результаты расчетов:

Расчетное значение силы, удерживающей фундаменты от выпучивания F_g , кН	160
Расчетная касательная сила пучения, F_{fh} , кН	336

Рис. 14.59. Результат расчета

14.5. Несущая способность свай

Данный модуль предназначен для расчета несущей способности свай в многолетнемерзлых грунтах. Для работы с модулем необходимо перейти во вкладку «Многолетнемерзлые грунты» и в группе «Статистическое зондирование (мерзлые)» выбрать значок «Несущая способность свай».

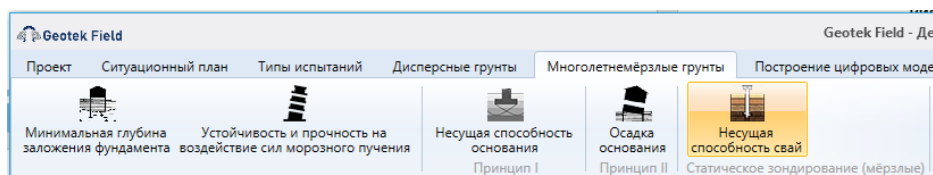


Рис. 14.60. Расположение расчёта «Несущая способность свай»

Нажав на соответствующую кнопку, открываем окно, на котором показано дерево объекта со всеми выработками, а также настройки:

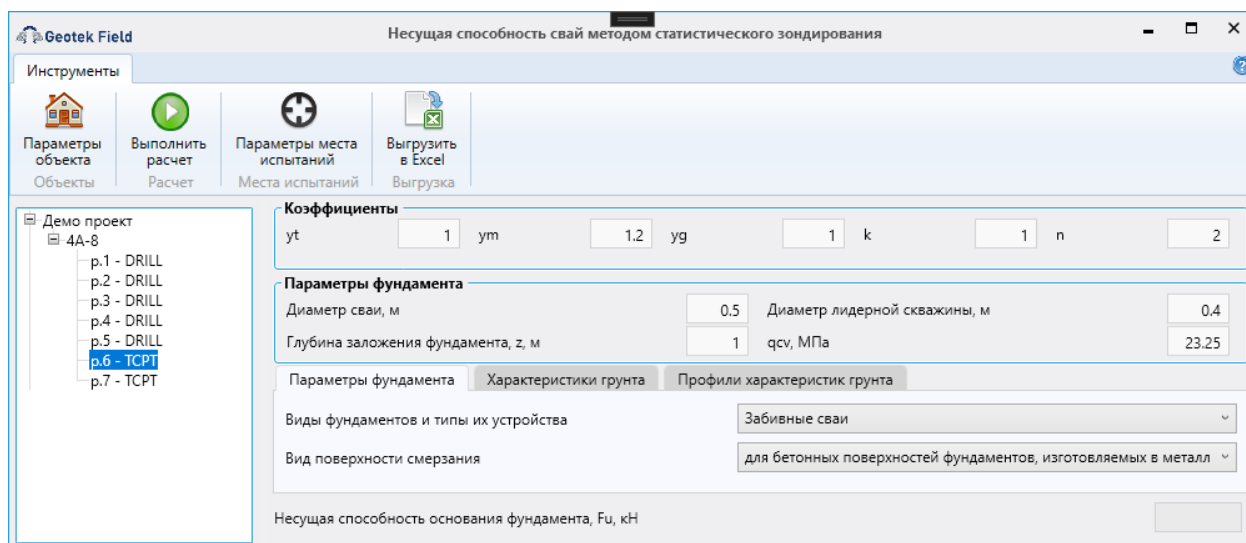


Рис. 14.61. Несущая способность основания

В верхней части окна имеется меню «Инструменты», которое содержит элементы: «Параметры объекта» – позволяет изменить параметры объекта. «Выполнить расчет» – производит расчет несущей способности основания, обновляет данные на вкладках с результатами.

«Параметры места испытаний» – позволяет отредактировать параметры мест испытаний. Предварительно нужно выбрать в дереве место испытания.

«Выгрузить в Excel» – позволяет при необходимости вывести выходные данные в виде Excel таблицы.

Слева размещено дерево объектов и мест испытаний. Можно выбрать любой объект проекта или конкретное место испытаний для просмотра характеристик грунтов и дальнейших расчетов.

Справа присутствуют блоки:

«**Коэффициенты**» и «**Параметры фундамента**» содержат переменные, которые необходимо вводить вручную, однако некоторые заполняются автоматически.

Справа снизу размещена вкладка «**Параметры грунта**». Она содержит 3 вкладки: вкладки «**Параметры фундамента**», «**Характеристики грунта**» и «**Профили характеристик грунта**».

Далее выбираются «**Параметры фундамента**».

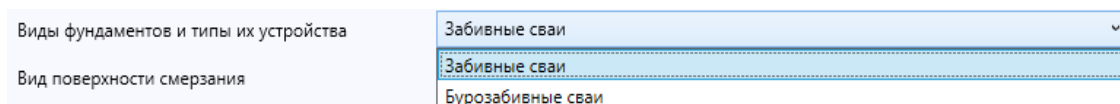


Рис. 14.62. Виды фундаментов и типы их устройства

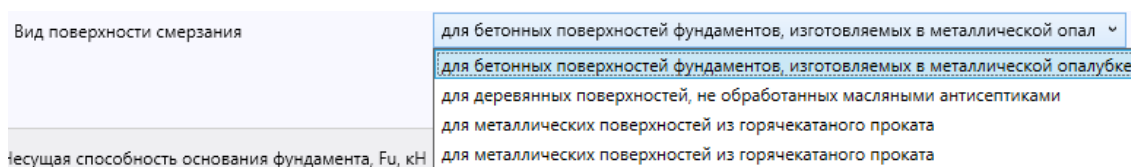


Рис. 14.63. Вид поверхности смерзания

Далее вкладка «**Характеристики грунта**», содержащая таблицы «**Входные данные**» и «**Результаты расчета**», отображающие входные параметры слоев грунта и выходные расчётные параметры.

Параметры фундамента

Характеристики грунта

Профили характеристик грунта

Входные данные

Глубина, м	qs, МПа	fs, кПа
0.1	2	40
0.2	1	50
0.3	2	25
0.4	3	25
0.5	3.5	30
0.6	3.6	20
0.7	2	15
0.8	1.5	10
0.9	1	10
1	2	25
1.1	12	60
1.2	24	100
1.3	22	50
1.4	25	65

Результаты расчёта

Глубина, м	Rc, кПа	Rafc, кПа	Fu, кН
0.5	4145.32	101.7	479.74
0.6	4315.27	64.93	493.65
0.7	4472.83	34.49	506.54
0.8	4686.38	34.49	524.01
0.9	4726.32	144.05	527.28
1	4829.36	564.47	535.71
1.1	5005.86	1252.34	550.15
1.2	5019.17	424.73	551.23
1.3	5108.95	639.54	558.58
1.4	5207.64	884.19	566.65
1.5	5312.8	1453.1	575.26
1.6	5360.76	2357.36	579.18
1.7	5384.6	3408.62	581.13
1.8	5396.49	3132.92	582.1

Рис. 14.64. Характеристики грунта

Вкладка «**Профили характеристик грунта**», содержит функционал, позволяющий отображать графики изменения величин, приведенных в таблицах «**Входные данные**» и «**Результаты расчета**», относительно глубины. Также возможен выбор того, какие

графики необходимо отобразить. Для этого необходимо выбрать флажок на характеристике, которую следует отображать

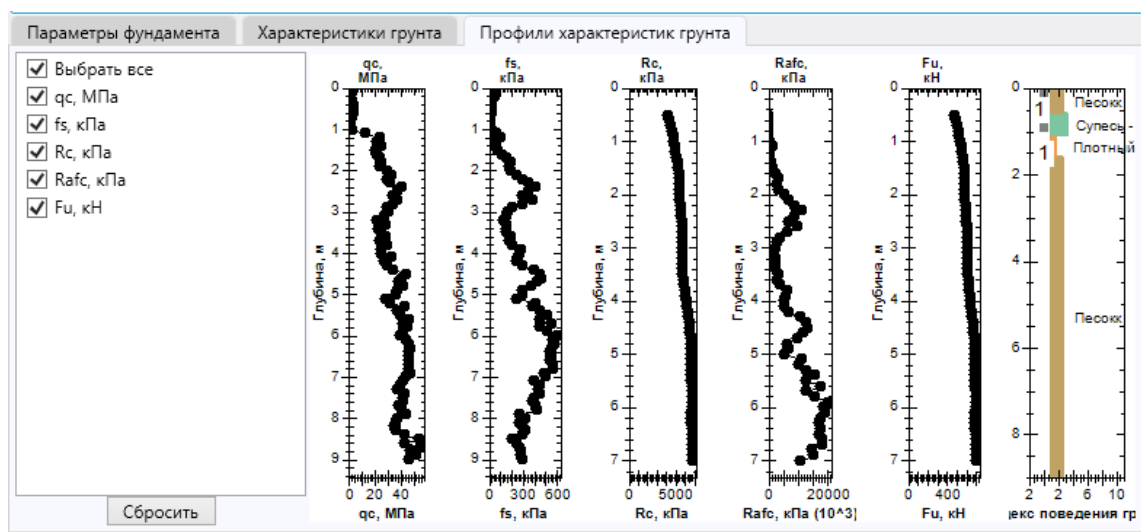


Рис. 14.65. Профили характеристик грунта

Для успешного расчета необходимо выбрать выработку и соответствующие настройки.

В случае, если все данные были введены верно, то программа выдаст результаты расчетов:

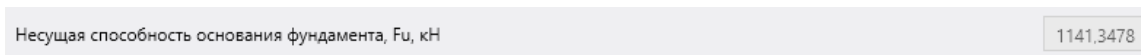


Рис. 14.66. Результат расчета

14.6. Импорт данных лабораторных испытаний

Для ввода данных лабораторных испытаний на ситуационном плане, после нажатия правой кнопкой мыши по скважине, выбрать в «Выпадающем меню» пункт «Ввод данных» и если данная скважина является буровой скважиной, то откроется окно для импорта данных, либо в самом модуле открыть функцию «Литологическая колонка» и затем появится модуль для просмотра и импорта данных.

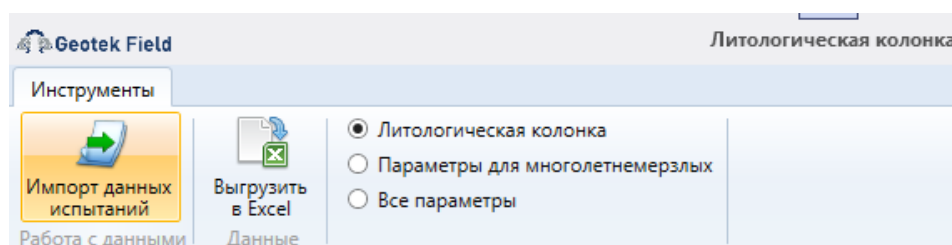


Рис. 14.67. Импорт данных испытаний

В данном модуле необходимо выбрать пункт «Импорт данных испытаний» и выпадающем окне откроется форма, в которой необходимо найти и выбрать файл, из которого будет происходить загрузка данных.

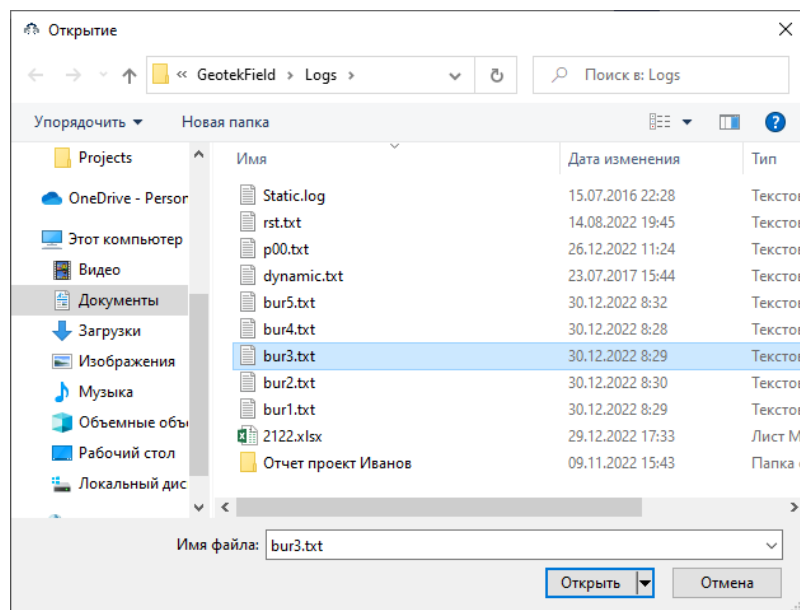


Рис. 14.68. Выбор файла данных

После выбора нужного файла откроется новая форма «Обработка файла». В данной форме необходимо во вкладке «Структура файла» «Параметры» указать из каких столбцов таблицы, отображаемой во вкладке «Просмотр файла», будут импортированы данные.

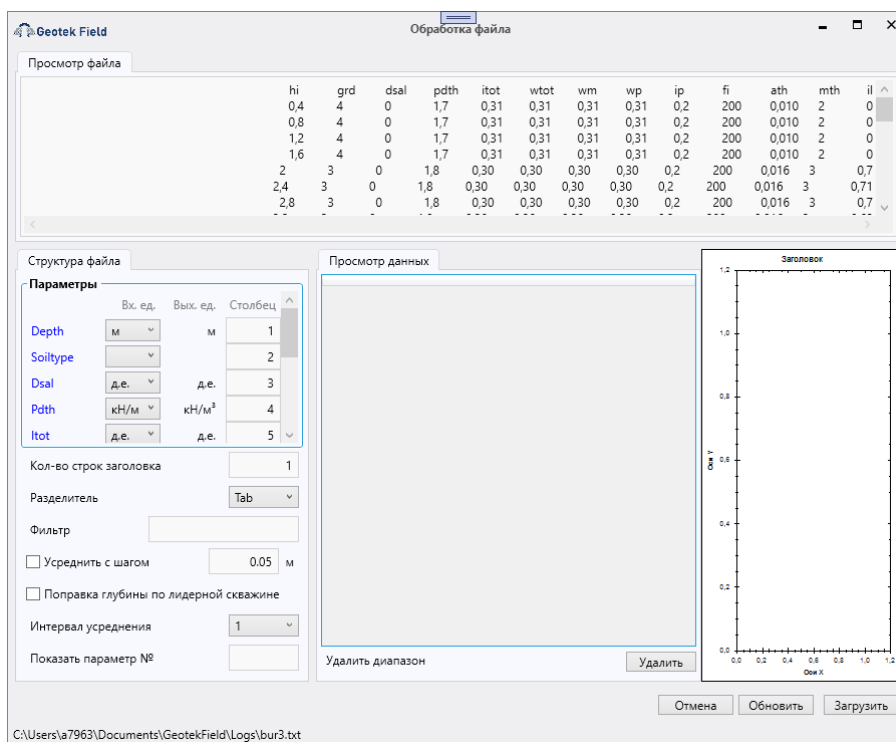


Рис. 14.69. Обработка файла

После отметки всех столбцов в строке «Столбец», необходимых для импорта данных нужно нажать «Обновить», для того чтобы таблица отобразилась во вкладке «Просмотр данных».

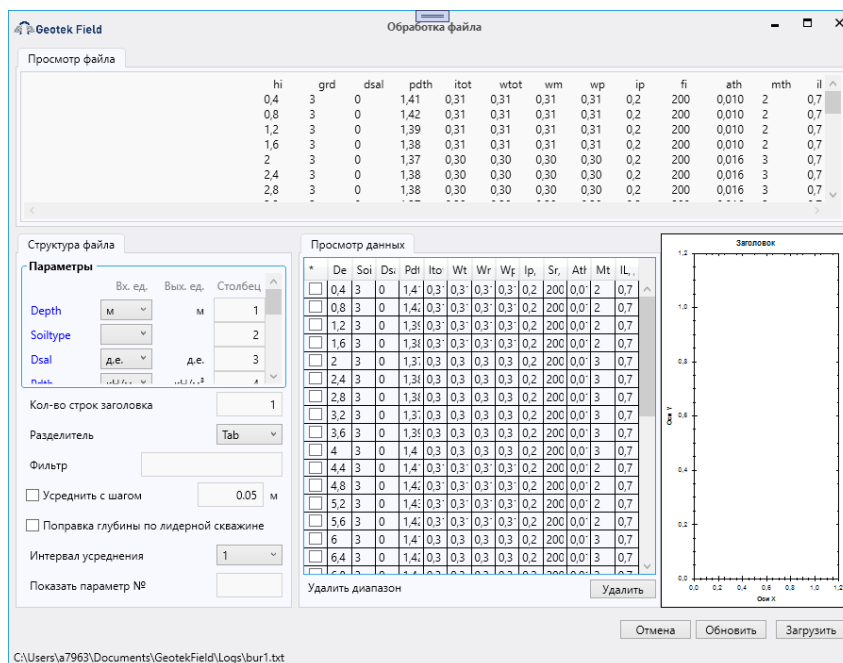


Рис. 14.70. Обработка файла

При необходимости можно посмотреть прогрессию изменения параметров отдельного столбца относительно глубины. Для этого в таблице, отображенной во вкладке «**Просмотр данных**» нужно нажать на заголовок столбца, данные которого необходимо отобразить на графике справа.

После подтверждения правильности отображения и соответствия данных, необходимо нажать «**Загрузить**» и вы увидите форму «**Литологическая колонка**», открытую на вкладке «**Литологическая колонка**».

После выполнения всех действий фокус вернется форме «**Литологическая колонка**». В данной форме во вкладке «**Литологическая колонка**» можно посмотреть таблицу, содержащую параметры, усредненные по слоям по типу грунта.

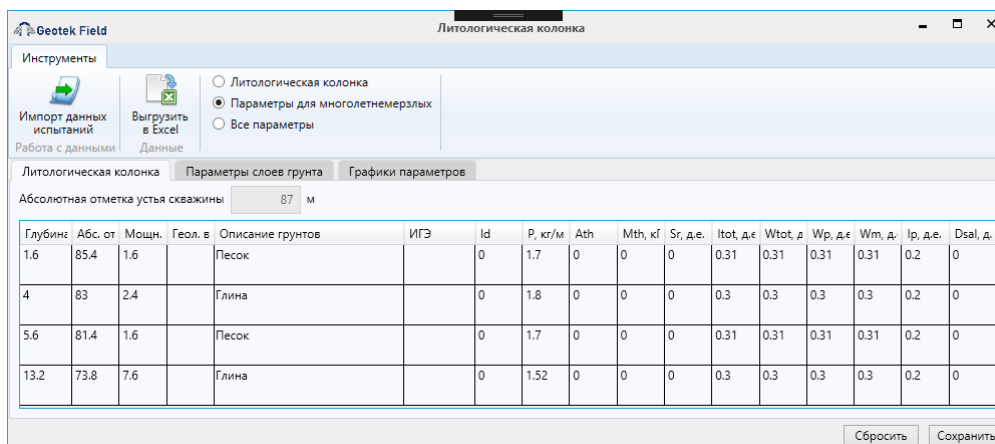


Рис 14.71 Литологическая колонка

Для того, чтобы посмотреть подробно, нужно либо нажать правой кнопкой мыши по строке, подробности которой нужно отобразить и в выпадающем меню выбрать «**Подробности**». Тогда во вкладке «**Параметры слоев грунта**» в таблице отобразятся параметры выбранного слоя. Чтобы вместо этого отобразить параметры всех слоев нужно нажать «**Сбросить**», когда выбранной вкладкой является «**Параметры слоев**».

грунта». Также можно посмотреть параметры слоев грунта выбрав соответствующую вкладку вручную.

Вкладка «Параметры слоев грунта», содержит таблицу, отображающую параметры слоев грунта.

Глубина	Абс. влажность	Мощность	Геол. Описание грунтов	u, кН/м²	w, %	E, МПа	ϕ , °	c, кПа	IL	Id	P, кГ/м³	Ath, д.е.	Mth, д.е.	Sr, д.е.	Itot, д.е.	Wtot, д.е.	Wp, д.е.	Wm, д.е.	Ip, д.е.	Dsal, д.е.
0.4	86.6	0.4	Песок	18	0	0	0	0	0	0	1.7	0	0	0	0.31	0.31	0.31	0.31	0.2	0
0.8	86.2	0.4	Песок	18	0	0	0	0	0	0	1.7	0	0	0	0.31	0.31	0.31	0.31	0.2	0
1.2	85.8	0.4	Песок	18	0	0	0	0	0	0	1.7	0	0	0	0.31	0.31	0.31	0.31	0.2	0
1.6	85.4	0.4	Песок	18	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0
2	85	0.4	Глина	18	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0
2.4	84.6	0.4	Глина	18	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0
2.8	84.2	0.4	Глина	18	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0
3.2	83.8	0.4	Глина	18	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0
3.6	83.4	0.4	Глина	18	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0
4	83	0.4	Глина	18	0	0	0	0	0	0	1.7	0	0	0	0.31	0.31	0.31	0.31	0.2	0

Рис. 14.72. Параметры слоев грунта

Вкладка «Графики параметров», содержит функционал, позволяющий отображать графики изменения величин, приведенных в таблице, относительно глубины. В левом списке, отмечая флажки, можно выбрать какие графики отобразить.

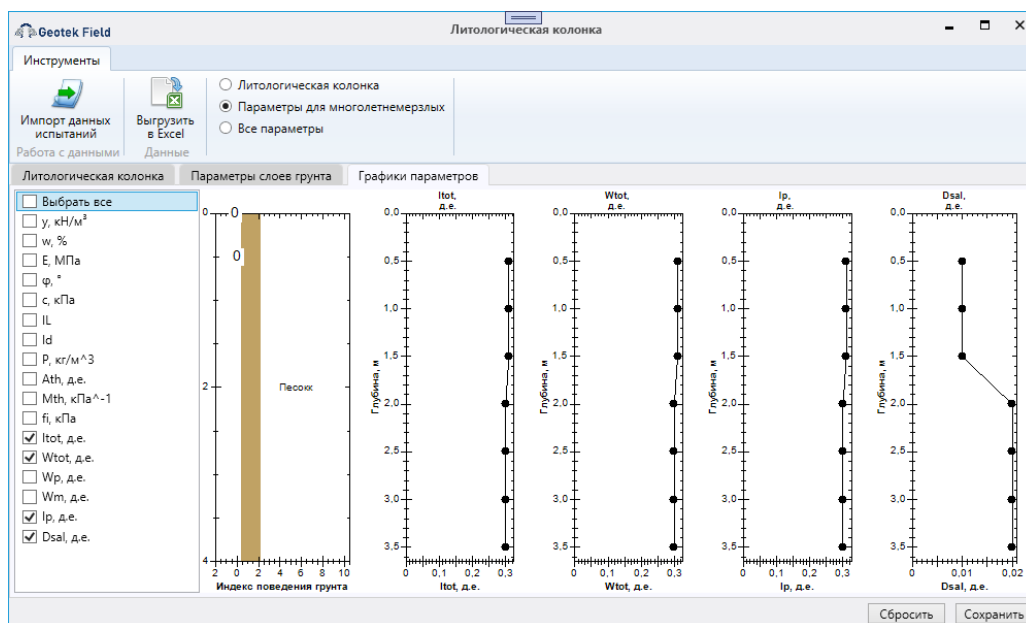


Рис. 14.73. Графики параметров

14.7 Пример создания проекта

Создать новый проект, во вкладке «Проект» нажав на кнопку «Новый демопроект» (Рис. 14.74). Задать параметры нового проекта.

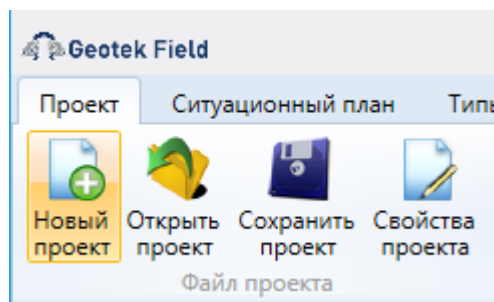


Рис. 14.74. Создание демопроекта

Добавить подложку, выбрав «Добавить растровое изображение» во вкладке «Ситуационный план» (Рис. 14.75, Рис. 14.76)

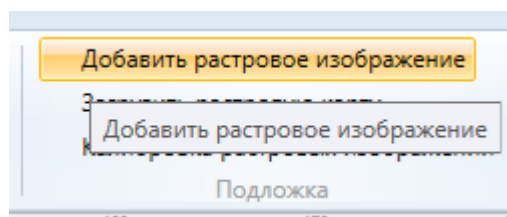


Рис. 14.75. – Добавить подложку

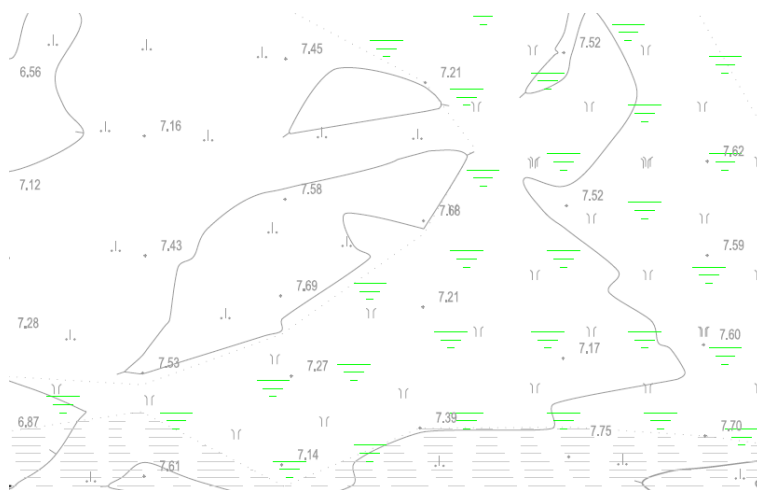


Рис. 14.76. Подложка

Добавить места испытаний, задать отметки высоты, нажав на кнопки «Добавить место испытаний» и «Добавить отметку высоты» расположенные во вкладке «Ситуационный план» и отметить на плане (Рис. 14.77)

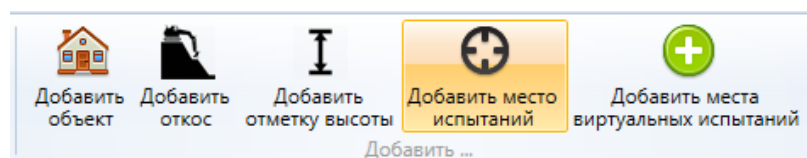


Рис. 14.77. Места испытаний

Заполнить данные мест испытаний выбрав выработку двойным нажатием «ЛКМ» или выбрав в выпадающем меню пункт «Основные характеристики». В открывшееся форме «Ввод мест испытаний» необходимо заполнить все необходимые поля (Рис. 14.78).

Параметры

Тип испытания	Статическое зондирование (мё)
Тип оборудования	GEOTEK TCPT
Номер выработки	TCPT_1
Объект	New slope
Генетические типы грунта	
Координата X	58.2 м
Координата Y	40.52 м
Широта	0.000372 °
Долгота	0.000531 °
Абсолютная отметка устья скважины	7.57 м
Глубина лидерной скважины	0 м
Максимальное сейсмическое ускорение	0
Цвет	
Включить в окончательный отчет	Да
Комментарий	
Дата испытаний	14.02.2024

Интервалы глубины грунтовых вод

Начальная глубина	Конечная глубина

Сохранить Удалить Очистить Ввод данных OK Отмена

Рис. 14.78. Ввод мест испытаний

Далее в открывшейся форме «Ввод мест испытаний» нажать на кнопку «Ввод данных», и в открывшейся форме «Ввод температурной стабилизации», в панели «Инструменты» выбрать «Импорт данных испытаний» (Рис. 14.79).

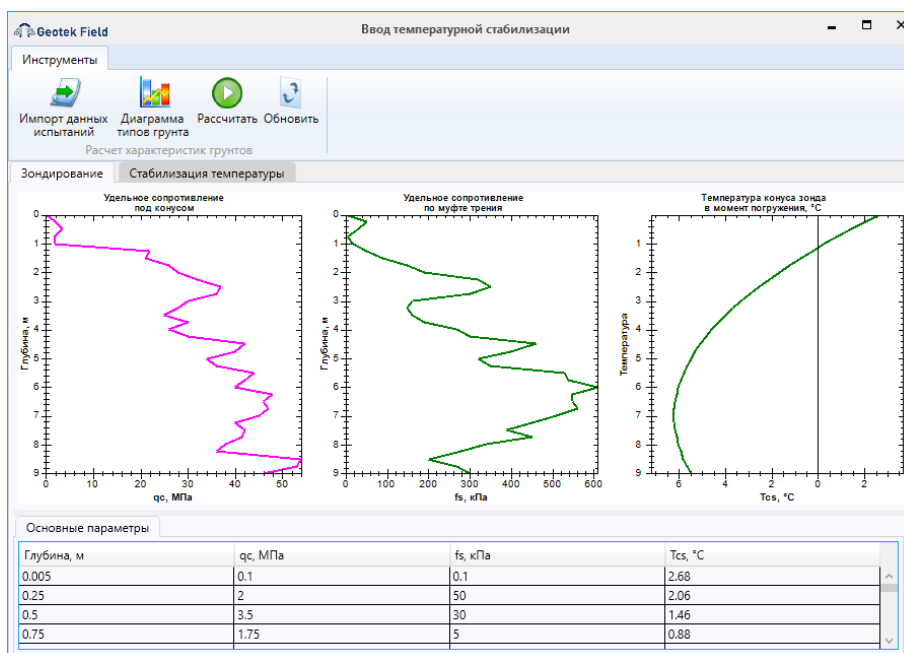


Рис. 14.79. Ввод данных

В открывшейся форме

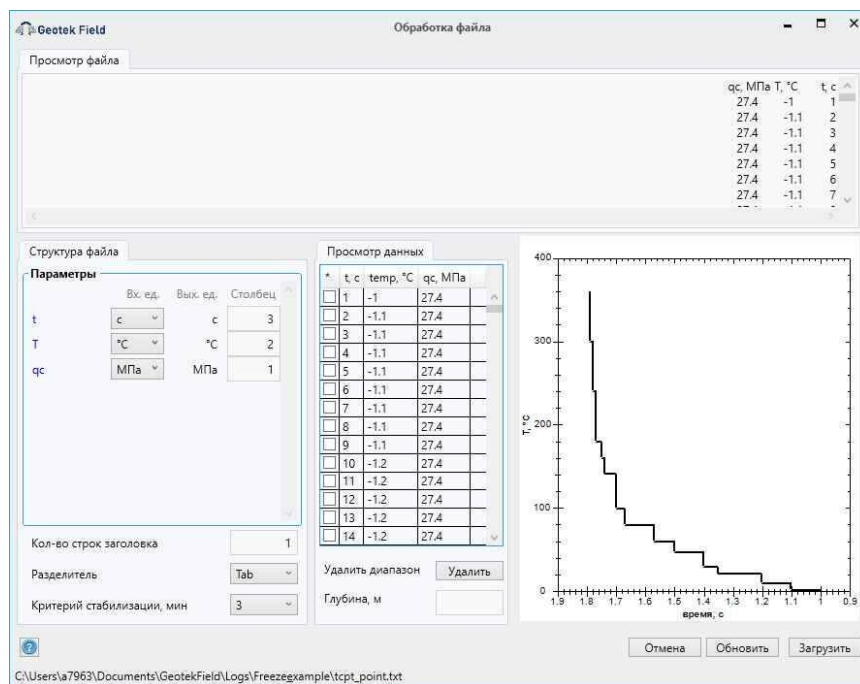


Рис. 14.80. Ввод данных

Заполнить стабилизацию температуры, выбрав «Добавить» в поле «Температурная стабилизация»

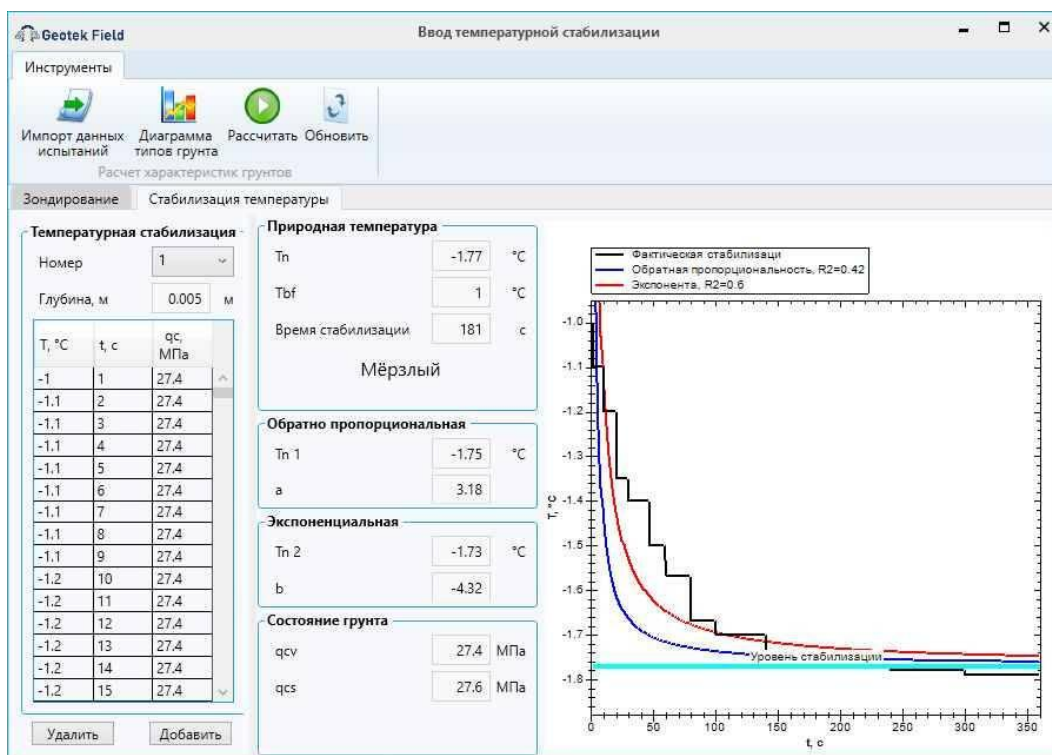


Рис. 14.81. Температурная стабилизация

В итоге будет получен ситуационный план с подложкой, отметками высоты и выработками (Рис. 14.82)

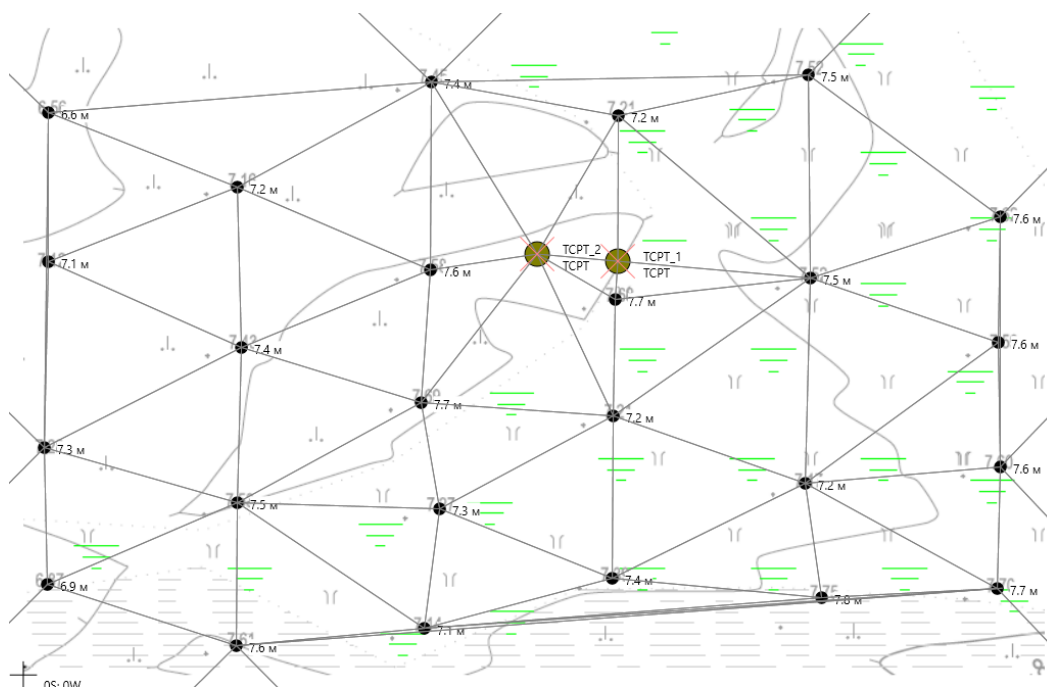


Рис. 14.82. План

Для того чтобы заполнить сводную таблицу, нужно во вкладке «Ситуационный план» выбрать кнопку «Сводная таблица» (Рис. 14.83)

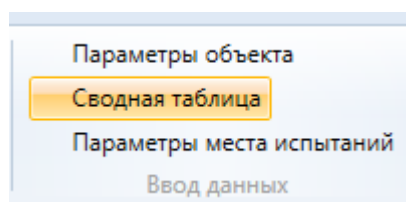


Рис. 14.83. Сводная таблица

Задать настройки отображаемых столбцов, нажав на кнопку «Настройки» и в открывшемся окне отмечая флажки выбрать необходимые для отображения параметры (Рис. 14.84)

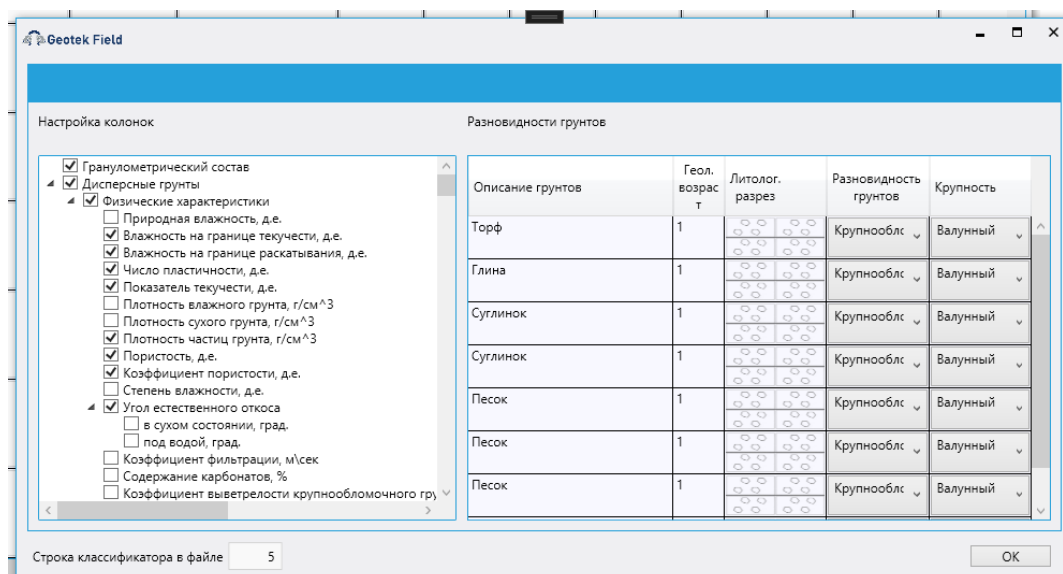


Рис. 14.84 Сводная таблица. Отображение столбцов

Заполнить сводную таблицу, добавив ряды с помощью кнопки «Добавить элемент» и вводя данные в колонки, после чего необходимо нажать «Сохранить» (Рис. 14.85).

Инструменты

Импортировать данные (CSV)

Добавить элемент

Удалить элемент

Настройки

Выгрузить в CSV

№	Число	Показатель	Плотность	Плотность	Плотность	Пористость	Коэффициент	Степень	Температура	Плотность	Суммарная	Суммарная	Влажность	Влажность	Влажность	Влажность	Коэффициент	Льдистость	Относительная	Степень	Температура	Угол	Угловое
ин	испытания	и, д.е.	влажности, д.е.	сухого грунта, г/см3	сырого грунта, г/см3	д.е.	пористости, д.е.	влажности, д.е.	в грунте, °C	мерзлого грунта, г/см3	льдистого мерзлого грунта, д.е.	льдистого мерзлого грунта, д.е.	мерзлого грунта, расположенного между ледяными включениями, д.е.	мерзлого грунта за счет незамерзшей воды, д.е.	мерзлого грунта за счет порового льда, д.е.	мерзлого грунта, расположенного между ледяными включениями, д.е.	и пористости мерзлого грунта, д.е.	за счет вытеснения льдом, д.е.	как доля от общей массы образца, д.е.	заполнения пор льдом и незамерзшей водой, д.е.	в начале замерзания, °C	внутреннего трения, °	сцепления, МПа
	20	21	22	23	24	25	26	27	30	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166
					1.72	0.9	8.59			0.85	0.43	3.74	2.82	1.6		1.72		0.47			-8.13		
					1.72	0.9	8.59			0.85	0.43	3.74	2.82	1.6		1.72		0.47			-8.13		
					1.72	0.9	8.59			0.85	0.43	3.74	2.82	1.6		1.72		0.47			-8.13		
149	0.2	0.33			2.73	0.53	1.12			1.75	0.24	0.36	0.32	0.19		0.34		0.06			-0.25		
149	0.2	0.33			2.73	0.53	1.12			1.75	0.24	0.36	0.32	0.19		0.34		0.06			-0.25		
149	0.2	0.33			2.73	0.53	1.12			1.75	0.24	0.36	0.32	0.19		0.34		0.06			-0.25		
134	0.12	0.81			2.69	0.49	0.99			1.8	0.31	0.31	0.24	0.11		0.37		0.11			-0.2		
134	0.12	0.81			2.69	0.49	0.99			1.8	0.31	0.31	0.24	0.11		0.37		0.11			-0.2		
134	0.12	0.81			2.69	0.49	0.99			1.8	0.31	0.31	0.24	0.11		0.37		0.11			-0.2		
131	0.12	1.62			2.69	0.53	1.12			1.75	0.41	0.38	0.21	0.09		0.18		0.23			-0.2		
131	0.12	1.62			2.69	0.53	1.12			1.75	0.41	0.38	0.21	0.09		0.18		0.23			-0.2		
131	0.12	1.62			2.69	0.53	1.12			1.75	0.41	0.38	0.21	0.09		0.18		0.23			-0.2		
					2.65	0.4	0.67			1.92	0.37	0.21	0.21	0		0		0			-0.1		
					2.65	0.4	0.67			1.92	0.37	0.21	0.21	0		0		0			-0.1		
					2.65	0.4	0.67			1.92	0.37	0.21	0.21	0		0		0			-0.1		
					2.65	0.47	0.89			1.81	0.44	0.28	0.28	0		0		0			-0.1		
					2.65	0.47	0.89			1.81	0.44	0.28	0.28	0		0		0			-0.1		
					2.65	0.47	0.89			1.81	0.44	0.28	0.28	0		0		0			-0.1		
					2.69	0.39	0.64			1.95	0.36	0.2	0.2	0		0		0			-0.15		
					2.69	0.39	0.64			1.95	0.36	0.2	0.2	0		0		0			-0.15		
					2.69	0.39	0.64			1.95	0.36	0.2	0.2	0		0		0			-0.15		

Сохранить

Рис. 14.85. Сводная таблица

15. ВВОД ДАННЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

Процедура ввода данных инженерно-геологических изысканий выполняется в следующей последовательности:

1. Подготавливаются файлы сводной таблицы и литологических колонок в формате Excel.
2. Производится ввод данных сводной таблицы
3. Производится ввод данных литологических колонок по скважинам

15.1. Описание формата входных файлов

Сводная таблица

При формировании файла сводной таблицы следует выполнить следующие требования:

1. В таблице обязательно должны присутствовать следующие колонки: «Номер по порядку», «Геологический индекс», «Номер ИГЭ», «Наименование грунта по ГОСТ 25100-2020», «Характеристика»
2. Каждой колонке должен быть присвоен номер в соответствии с классификатором
3. Не допускается объединение ячеек для нормативных значений, значений для расчётов по несущей способности и значений для расчетов по деформациям. Если таких значений нет, соответствующую ячейку следует оставить пустой.

№ п/п	Геологический индекс	Номер Слоя / ИГЭ	Классификация по ГОСТ 25100	Характеристика	Влажность, д.е.			Число пластичности	Показатель текучести	Плотность, г/см ³		Коэффициент пористости	Рекомендуемые значения		
					естественная	на границе текучести	на границе раската			грунта природная	частиц грунта		Сцепление, МПа	Угол внутреннего трения, град.	Модуль деформации, МПа
					W	W _L	W _p			ρ _{нп1}	ρ _с		С _{нп1}	φ _{нп1}	E
1	2	4	3	16	17	18	19	20	21	22	24	26	79	78	109
				XН											
				XЛ											
				XП											

Рис. 15.1. Пример файла сводной таблицы

Литологическая колонка

При формировании файла литологической колонки следует в соответствующем порядке привести заголовки колонок как на примере ниже.

№ ИГЭ	Геологический индекс	Гл. подошвы, м	Абсолютная отметка, м	Мощность слоя, м	Классификация по ГОСТ 25100-2020
2a	tIV	1.6	116.9	1.6	Насыпные грунты: супеси твердые серовато-коричневые пески
3a	aQII	11.3	107.2	9.7	Пески мелкие средней плотности коричневые влажные с прослоями супеси, суглинка
6	aQII	12.9	105.6	1.6	Суглинки легкие песчаные тугопластичные коричневые с прослоями супеси, песка
10a	aQII	20	98.5	7.1	Пески мелкие плотные коричневые насыщенные водой с прослоями супеси

Рис. 15.2. Пример файла литологической колонки

15.2 Ввод сводной таблицы физико-механических свойств грунтов

Для ввода сводной таблицы следует перейти на вкладке «Ситуационный план» основного окна программы, выбрать функцию «Сводная таблица»

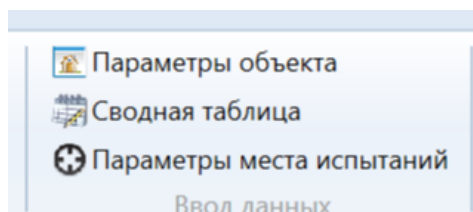


Рис. 15.3. Выбор функции «Сводная таблица»

При нажатии на кнопку «Сводная таблица» откроется следующее окно:

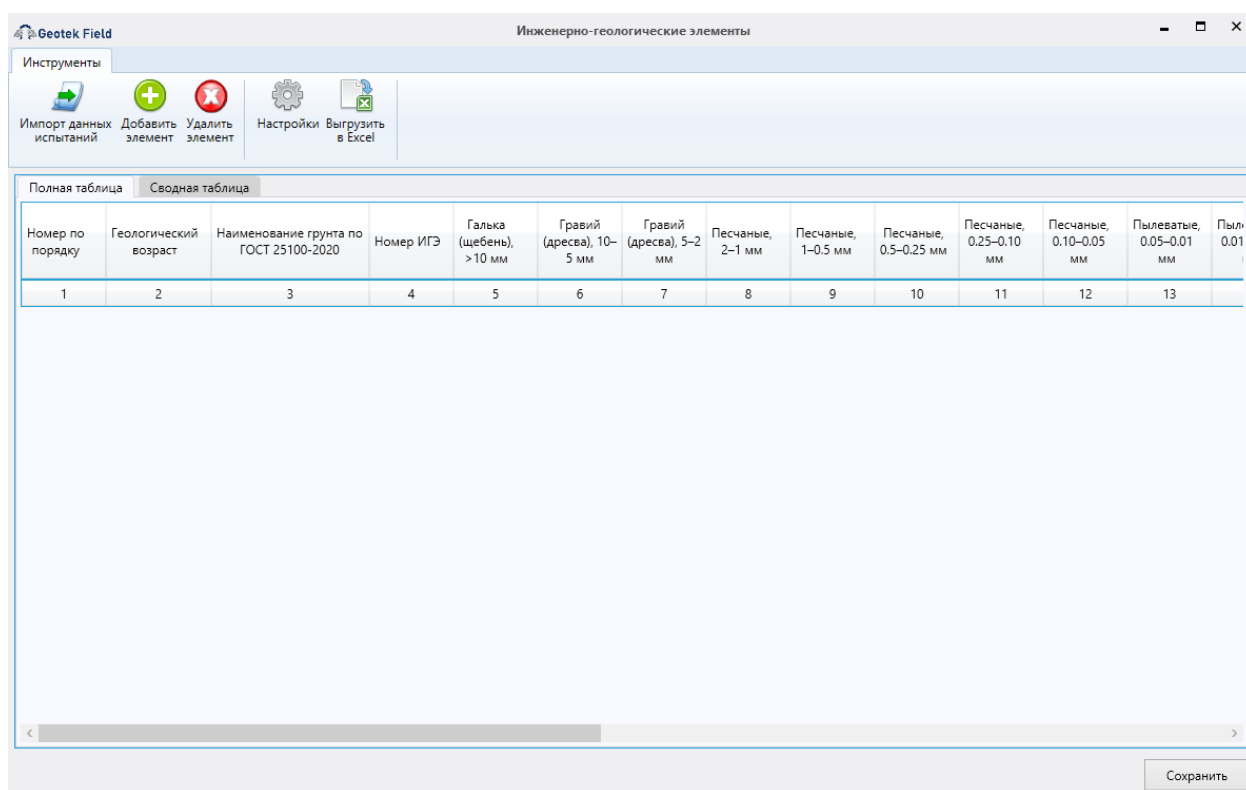


Рис. 15.4. Меню «Сводная таблица»

В появившемся окне следует нажать кнопку «Импорт данных испытаний» и в появившемся окне выбрать подготовленный заранее файл сводной таблицы.

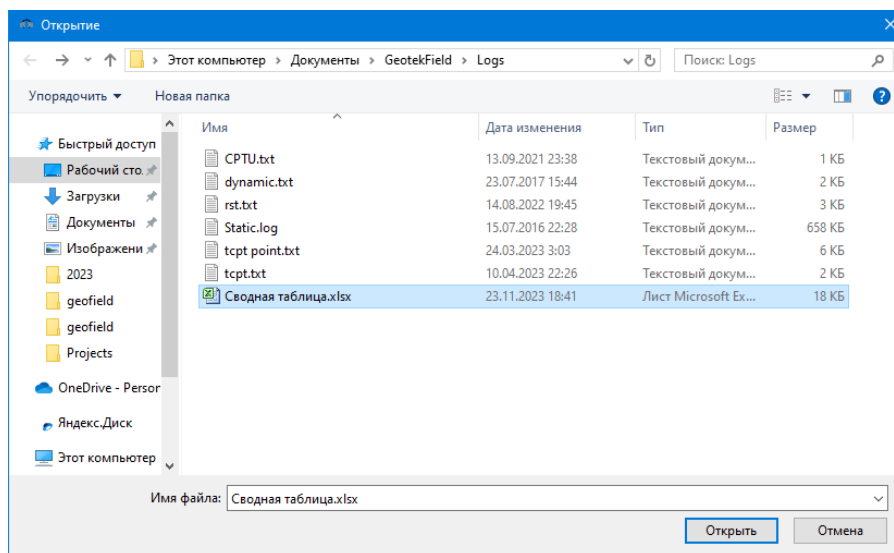


Рис. 15.5. Выбор файла

После выбора файла программа считает инженерно-геологические элементы, на основании физических характеристик автоматически определит разновидность грунтов (ГОСТ 25100) и предложит настроить таблицу.

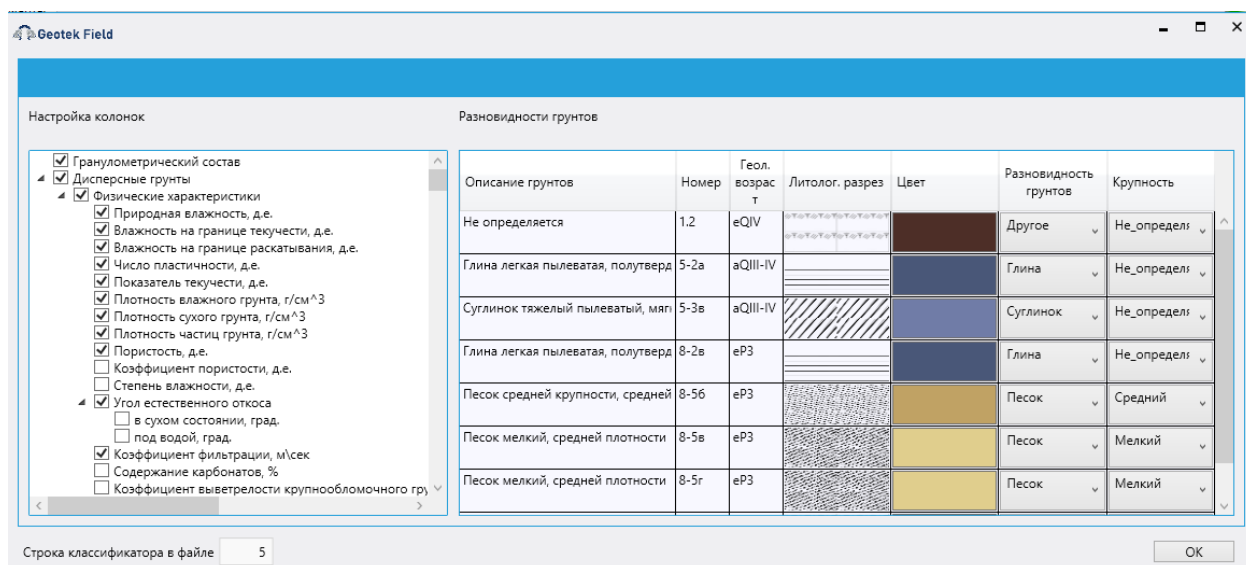


Рис. 15.6. Настройка ИГЭ

В левой части окна древовидной структурой описаны все возможные характеристики, галочкой следует отметить те, которые следует отобразить.

В правой части представлен список загруженных элементов, здесь при необходимости следует, выбрав из списка подходящую строку, назначить разновидность грунтов и крупность для песчаных грунтов. Для глинистых грунтов следует выбрать пункт «Не определяется».

Для назначения штриховки и цвета разновидности грунта, следует нажать на штриховку нужного элемента, откроется следующее окно:

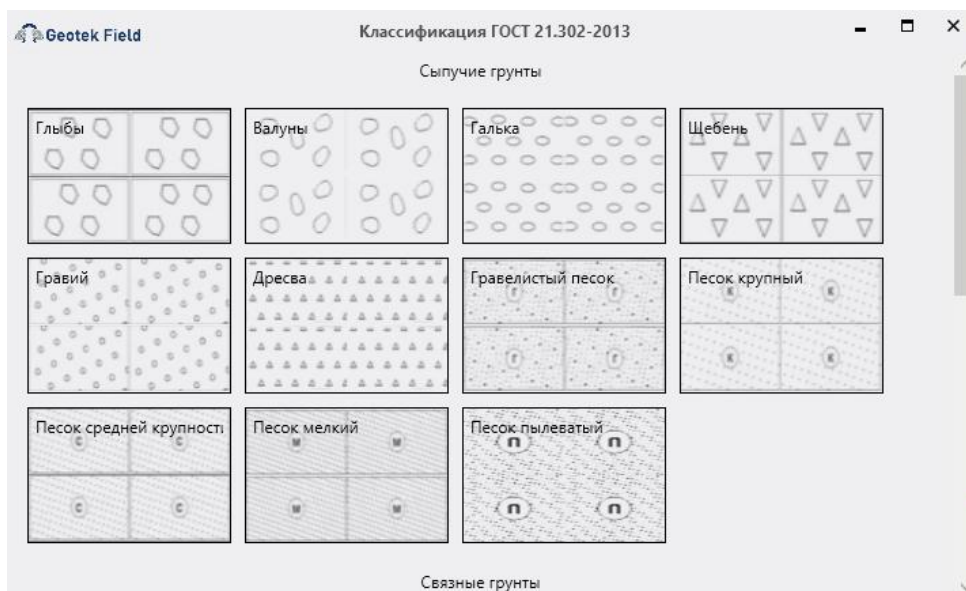


Рис. 15.7. Настройка штриховок для ИГЭ

Для выбора штриховки достаточно нажать на неё мышью.

Для изменения цвета следует нажать на соответствующую ячейку, откроется следующее окно:

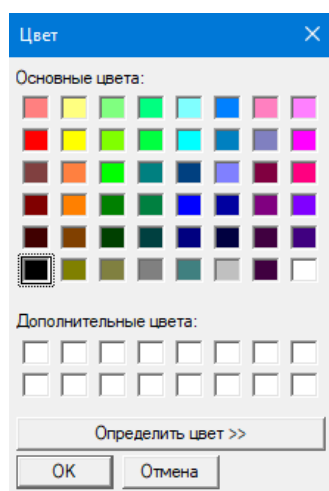


Рис. 15.8. Настройка цвета

Будут предложены базовые цвета. Для выбора цвета следует подходящий, и нажать кнопку «**ОК**».

Если базовых цветов недостаточно, следует нажать кнопку «**Определить цвет >>**», окно расширится и цвет можно задать вручную, нажав на любую точку палитры или ввести соответствующие значения в системе RGB.

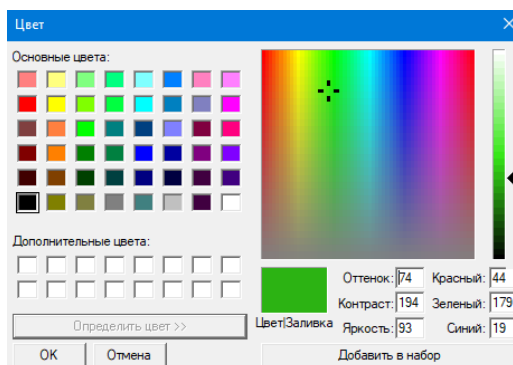


Рис. 15.9. Расширенная настройка цвета

После нажатия на кнопку «**OK**», цвет применится, программа возвращается в окно настроек ИГЭ.

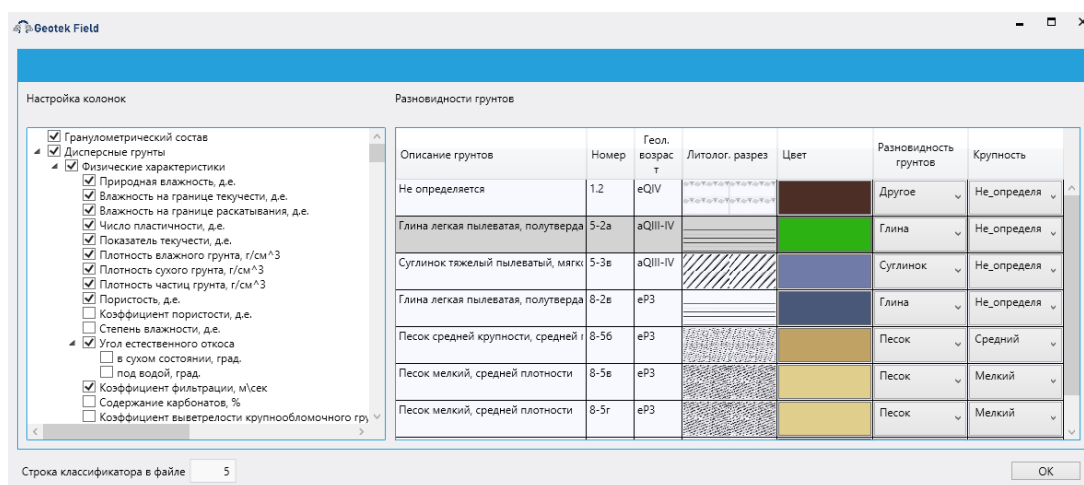


Рис. 15.10. Настройка ИГЭ

При нажатии кнопки «**OK**» настройки сохраняются, программа возвращается в окно сводной таблицы.

В окне присутствуют 2 вкладки «**Полная таблица**» и «**Сводная таблица**».

Полная таблица содержит **все** загруженные характеристики по разным типам испытаний.

Сводная таблица содержит **осреднённые** значения для повторяющихся характеристик.

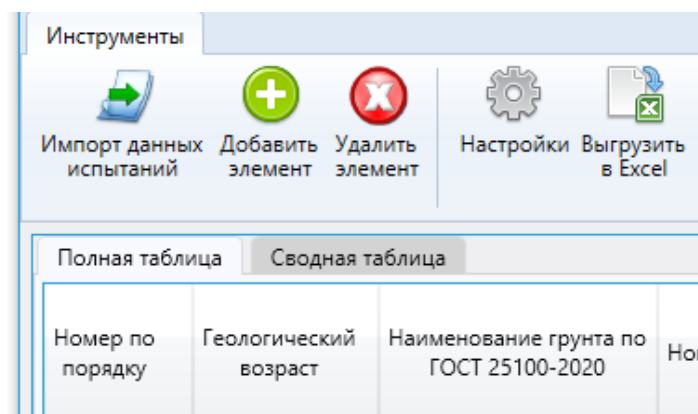


Рис. 15.11. Вкладки переключения между полной и сводной таблицами

Номер по порядку	Геологический возраст	Наименование грунта по ГОСТ 25100-2020	Номер ИГЭ	Галька (щебень), >10 мм	Гравий (дресва), 10–5 мм	Гравий (дресва), 5–2 мм	Песчаные, 2–1 мм	Песчаные, 1–0.5 мм	Песчаные, 0.5–0.25 мм	Песчаные, 0.25–0.10 мм	Песчаные, 0.10–0.05 мм	Пылеватые, 0.05–0.01 мм	П
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	eQIV	Почвенно-растительный	1.2										
2	aQIII-IV	Глина бурого цвета, лег	5-2a					0.4	2.7	12.2	16	21.7	
3	aQIII-IV	Суглинок желтовато-бур	5-3в	0.7	0.4	0.4	0.1	0.5	2.7	9.7	17.8	28.3	
4	eP3	Аргиллит известковый	8-2в	10.9	4.7	4	0.7	0.8	1.8	6.2	11.5	20.1	
5	eP3	Песчаник среднезернис	8-5б	0.4	0.04	0.5	0.6	1.4	52.1	26	18.3	0.4	

Рис. 15.12. Сводная таблица

Далее следует нажать кнопку «[Сохранить](#)».

Так же предусмотрен ручной ввод данных. С помощью кнопок «[Добавить элемент](#)» и «[Удалить элемент](#)». Все столбцы ячейки таблицы за исключением столбца «[Характеристика](#)» являются редактируемыми. Определить столбцы можно с помощью галочек в окне «[Настройки](#)» (см. рис. 15.6).

15.3 Ввод литологической колонки

Чтобы перейти к вводу литологической колонки, необходимо создать выработку на ситуационном плане, как описано в п. 3.9 настоящего руководства.

В окне «[Ввод мест испытания](#)» необходимо в строке «[Тип испытания](#)» необходимо выбрать пункт «[Буровая скважина](#)».

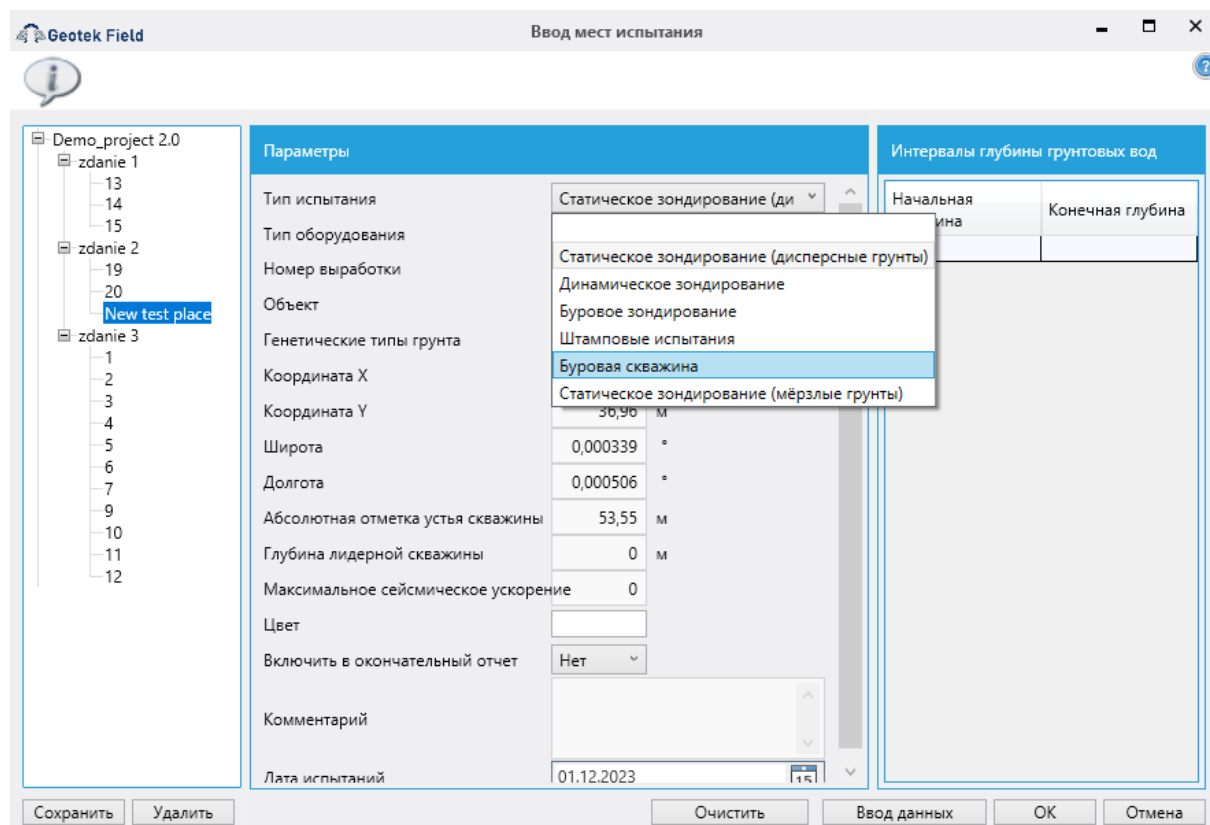


Рис. 15.13. Ввод мест испытания

После этого можно перейти к вводу данных.

В открывшемся окне следует нажать кнопку «**Импорт данных испытаний**» и выбрать заранее сформированный файл с литологической колонкой.

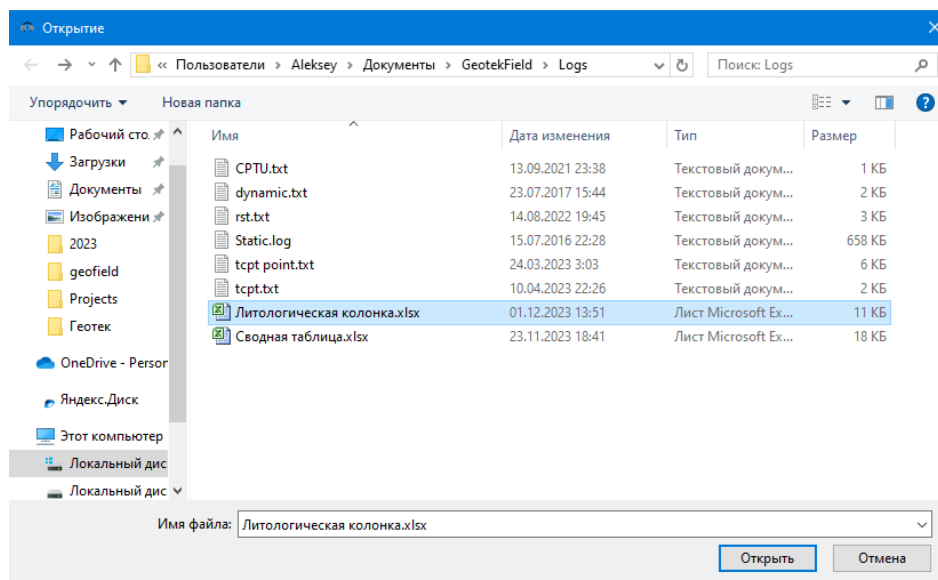


Рис. 15.14. Выбор файла

После выбора файла произойдёт загрузка данных и окно примет следующий вид:

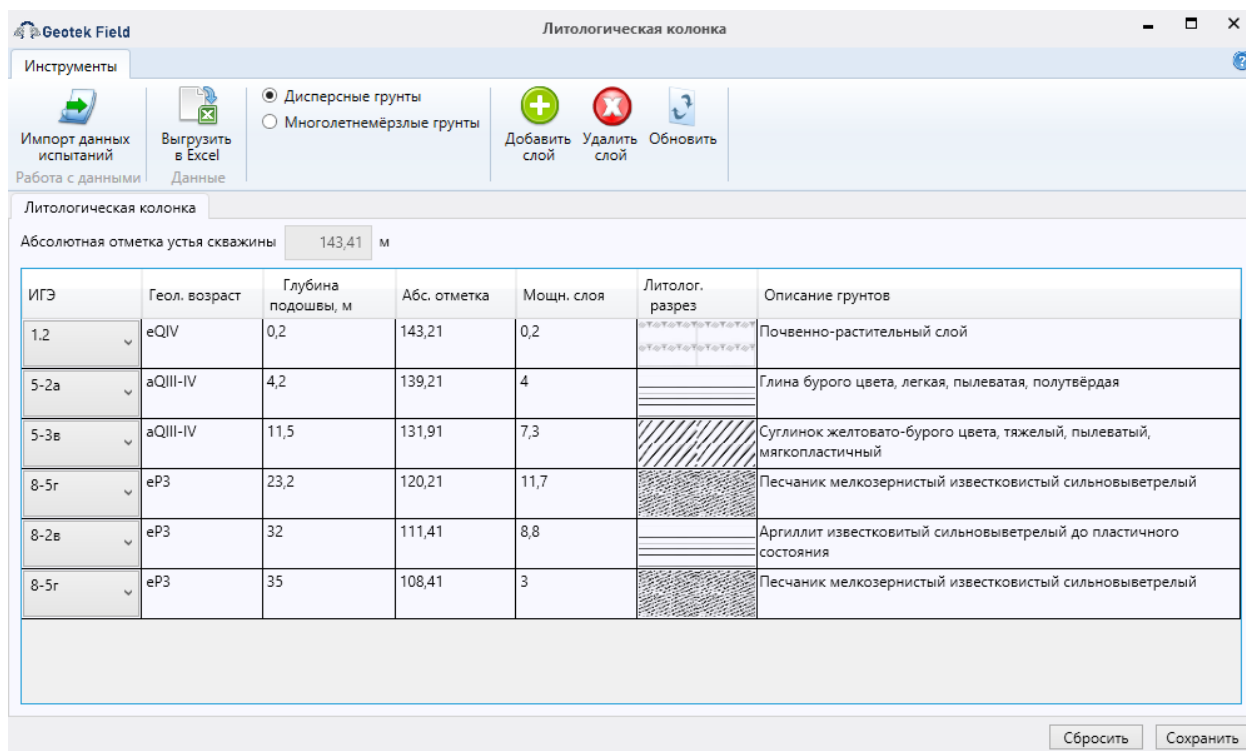


Рис. 15.15. Литологическая колонка

Слои согласуются со сводной таблицей, отобразятся соответствующие штриховки на литологическом разрезе. Высота строк примет масштаб в соответствии с мощностью слоёв.

Так же предусмотрена возможность ручного ввода литологической колонки с помощью кнопок «Добавить слой» и «Удалить слой». При нажатии на кнопку добавить слой появится пустая строка, где следует выбрать № ИГЭ и ввести глубину подошвы слоя.

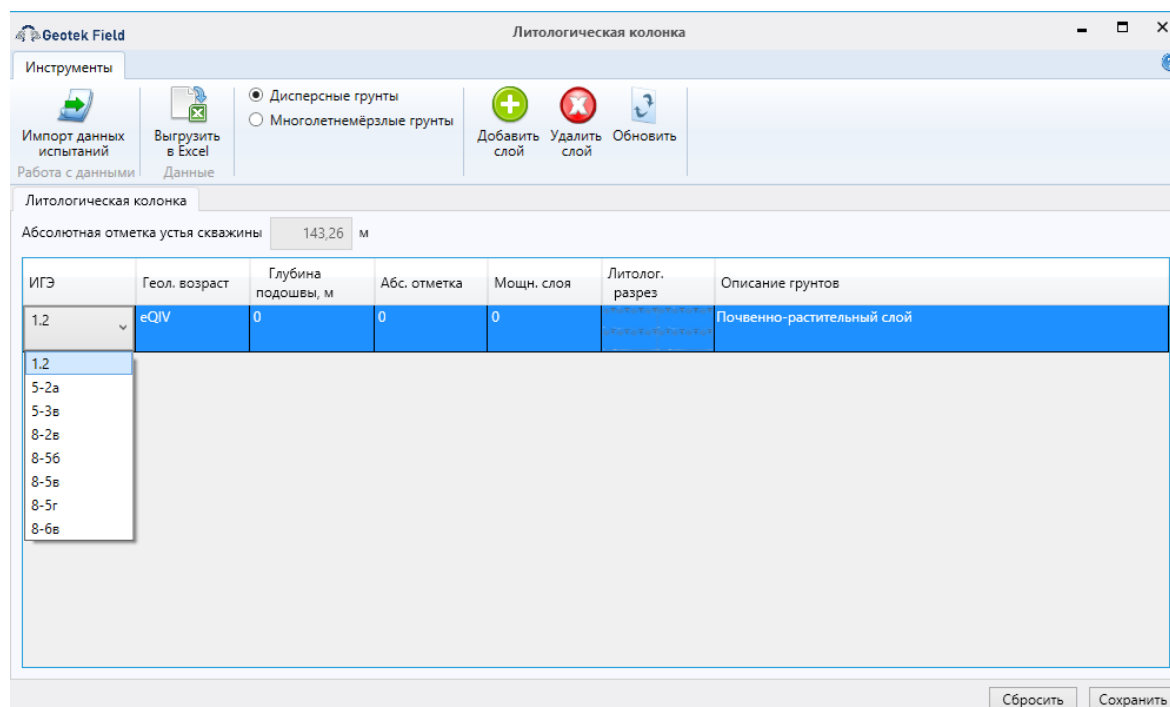


Рис. 15.16. Ручной ввод

После ввода глубины автоматически вычисляется «Мощность слоя» и «Абсолютная отметка подошвы слоя», строка примет соответствующий масштаб по высоте. После выбора ИГЭ автоматически изменится содержание ячеек «Геологический возраст», «Литологический разрез», «Описание грунтов» в соответствии с введенной ранее сводной таблицей.

После внесения всех изменений следует нажать кнопку «Сохранить».

15.4 Ввод литологической колонки статического зондирования

Чтобы перейти к вводу литологической колонки, необходимо создать выработку на ситуационном плане, как описано в п. 3.9 настоящего руководства.

В окне «Ввод мест испытания» необходимо в строке «Тип испытания» необходимо выбрать пункт «Статическое зондирование». Произвести импорт данных испытаний согласно п. 5.2.

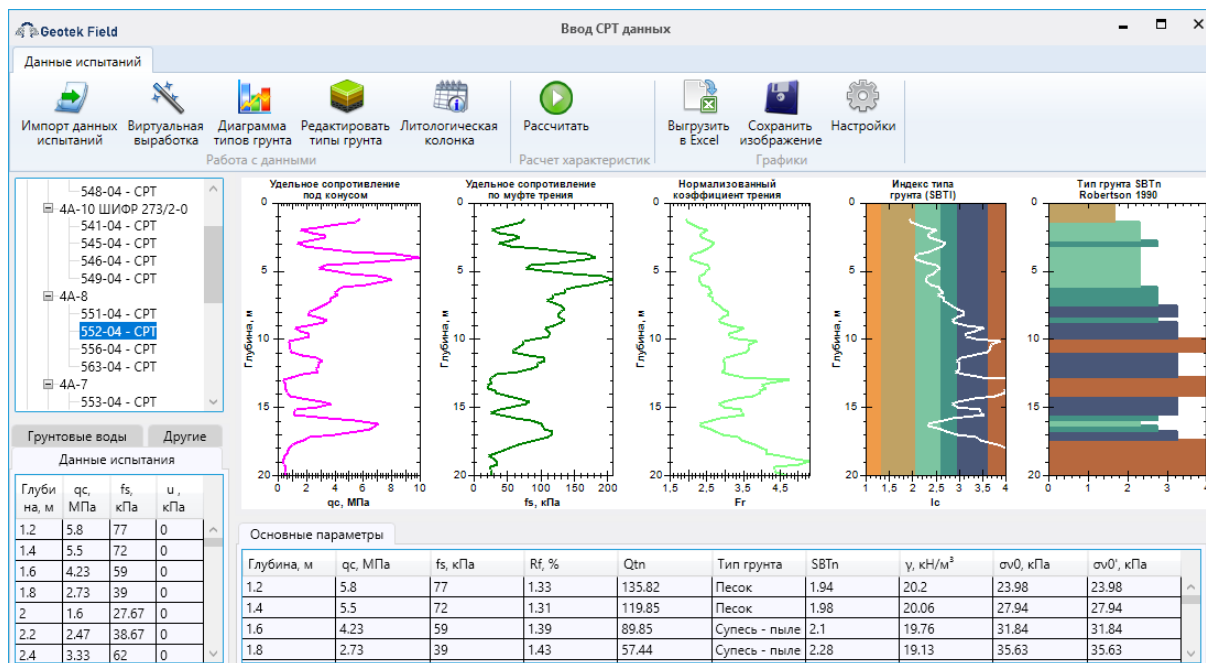


Рис. 15.17. Ввод данных

Далее в окне ввод данных следует нажать кнопку «Литологическая колонка», откроется следующее окно:

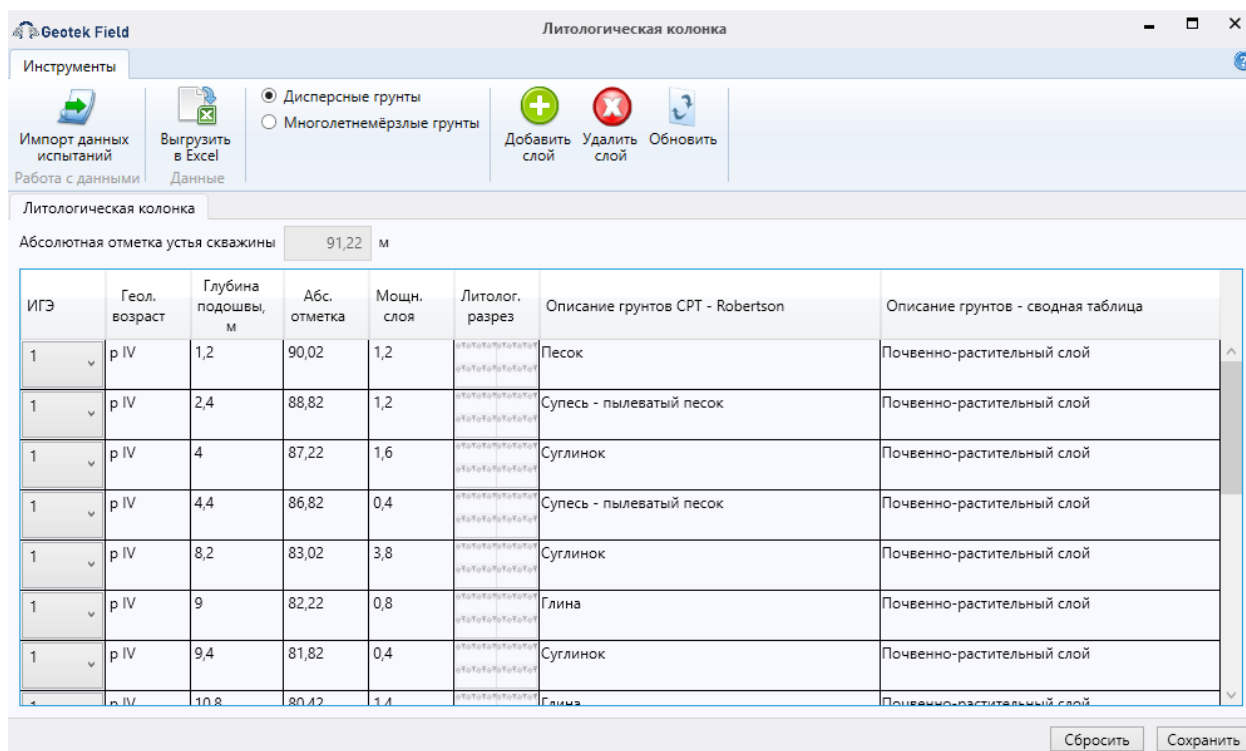


Рис. 15.18. Литологическая колонка

По умолчанию количество предложенных слоёв будет соответствовать количеству слоёв определённых по П.К. Робертсону. С помощью кнопок «Добавить слой» и «Удалить слой» следует изменить содержание таблицы на усмотрение пользователя.

В первой колонке для каждого слоя следует указать какому ИГЭ из сводной таблицы он принадлежит.

Абсолютная отметка устья скважины 91,22 м					
ИГЭ	Геол. возраст	Глубина подошвы, м	Абс. отметка	Мощн. слоя	Литолог. разрез
1	p IV	1,2	90,02	1,2	
1	p IV	2,4	88,82	1,2	
2a	p IV	4	87,22	1,6	
3a	p IV	4,4	86,82	0,4	
6	p IV	8,2	83,02	3,8	
9	p IV				
10a	p IV				
10	p IV				
13	p IV				

Рис. 15.19. Литологическая колонка

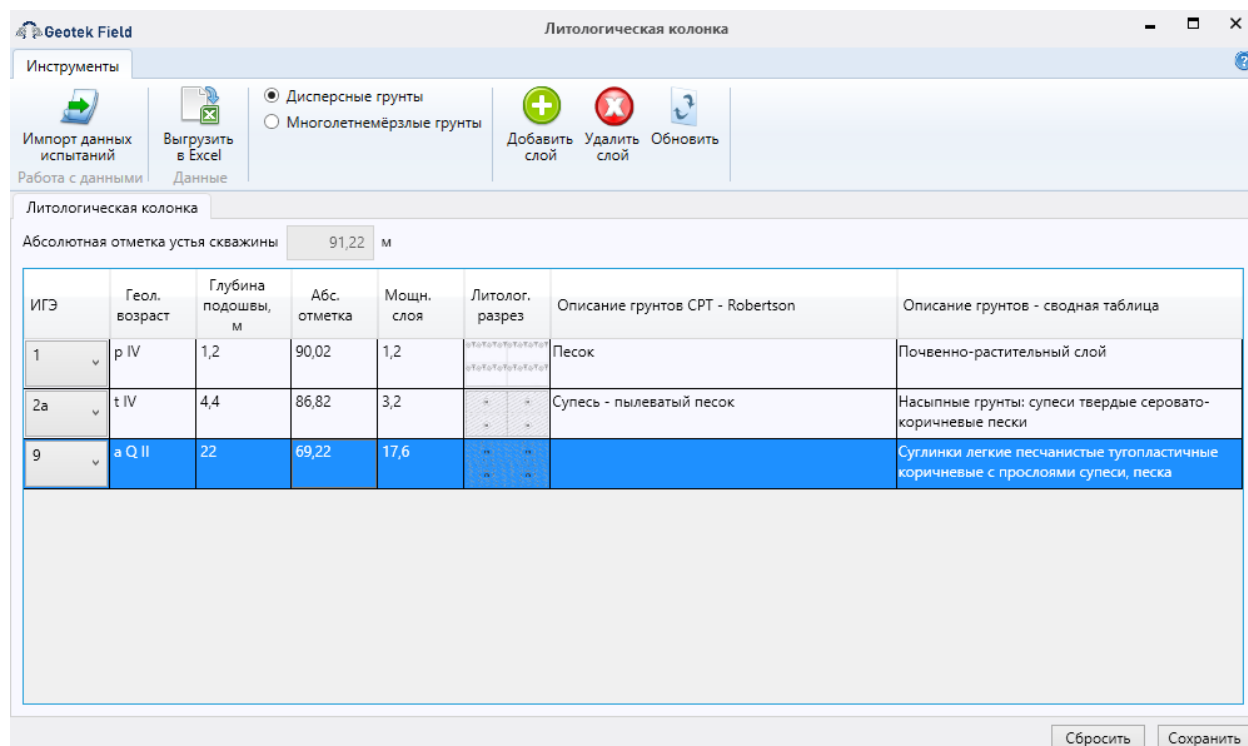


Рис. 15.20. Отредактированная литологическая колонка

После завершения редактирования следует нажать кнопку «[Сохранить](#)».

16. ГЕНЕРАЦИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПОЛЕЙ

16.1. Запуск модуля

Для того, чтобы открыть модуль генерации случайных полей, необходимо выполнить следующие действия:

1. Запустить Geotek Field.
2. Открыть проект, для которого нужно сгенерировать случайное поле.
3. Перейти на вкладку «Статистика» на ленте инструментов.
4. Выбрать инструмент «Генерация случайного поля».

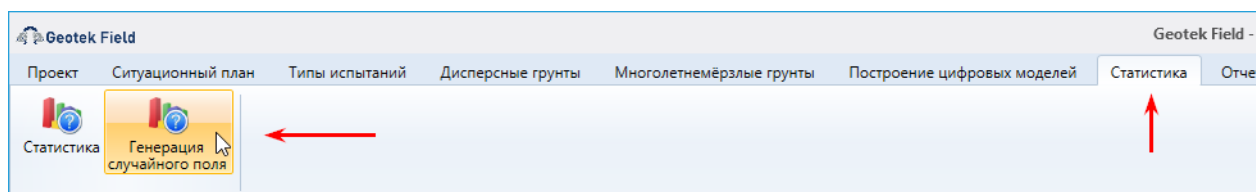


Рис. 16.1. Выбор функции «Генерация случайного поля»

16.2. Общее описание интерфейса модуля

Интерфейс модуля представляет собой нижеприведенную оконную форму.

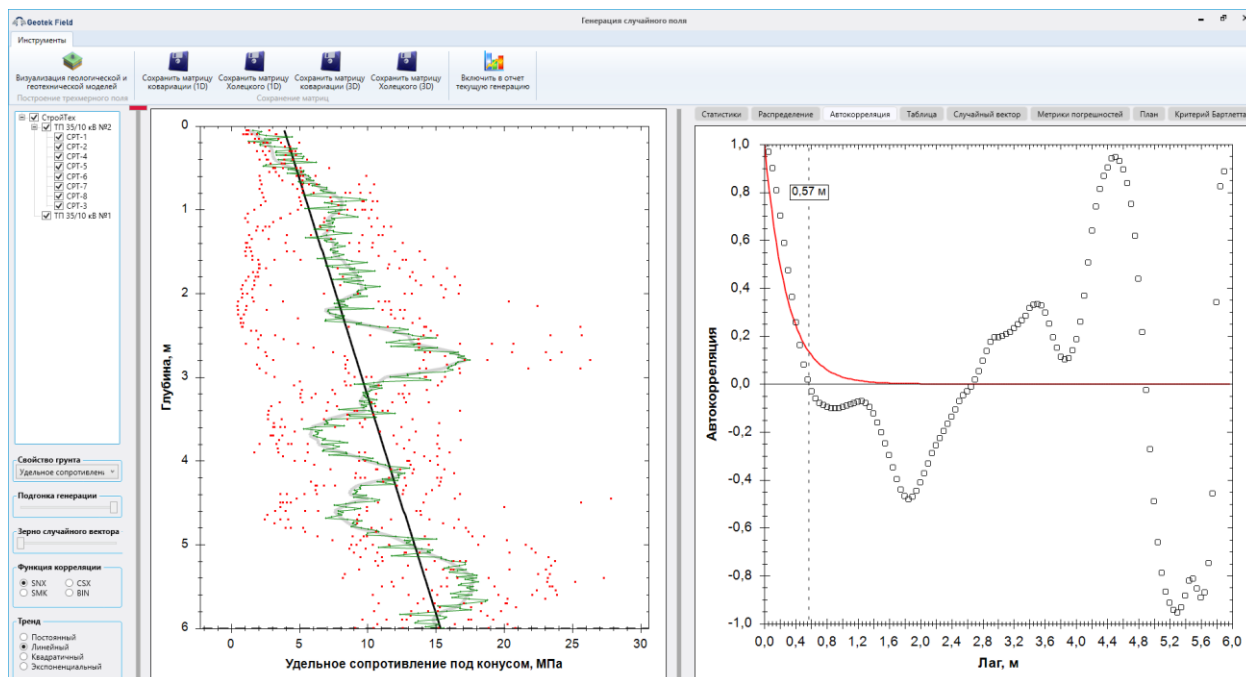


Рис. 16.2. Интерфейс модуля

Окно включает в себя две области:

1. Панель инструментов

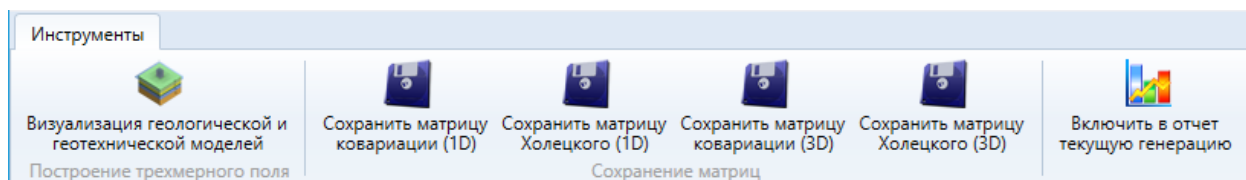


Рис. 16.3. Панель инструментов модуля «Генерация случайного поля»

2. Область моделирования

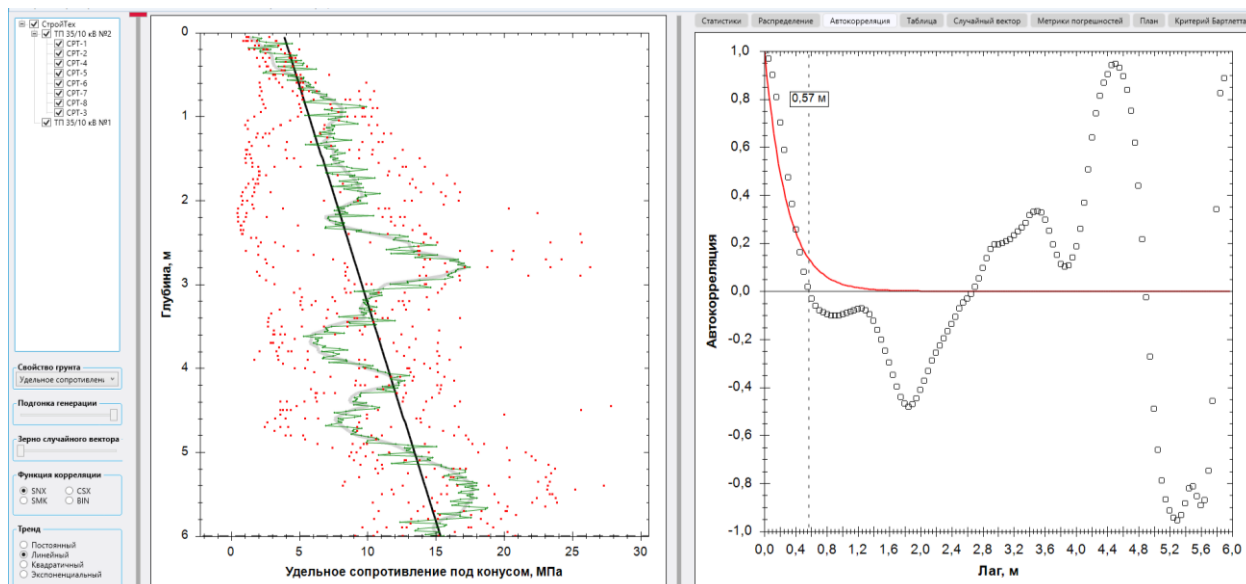


Рис. 16.4. Область моделирования

В свою очередь, область моделирования можно визуальнo разделить еще на три области:

1. Левая область или, далее, «Область ввода данных».

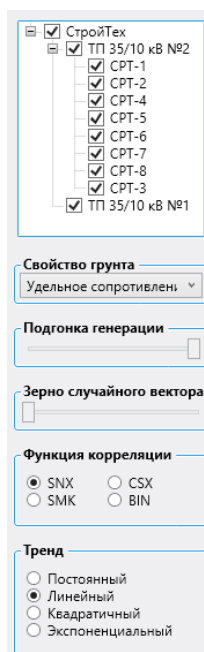


Рис. 16.5. Область ввода данных

2. Средняя область или, далее, «Область нахождения тренда».

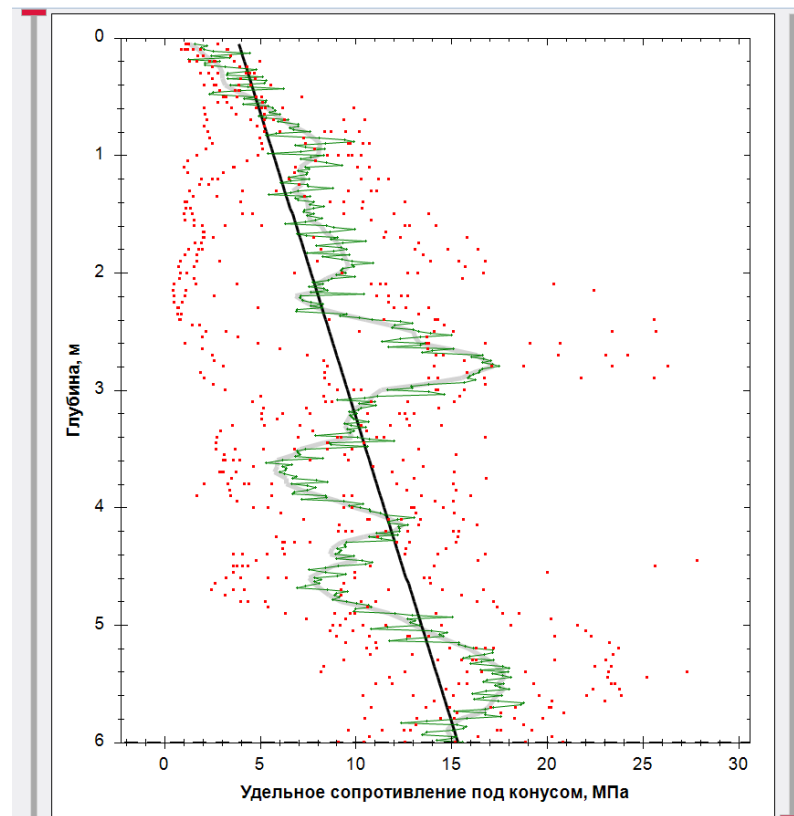


Рис. 16.6. Детрендинг данных

3. Правая область, или, далее, «Область анализа данных».

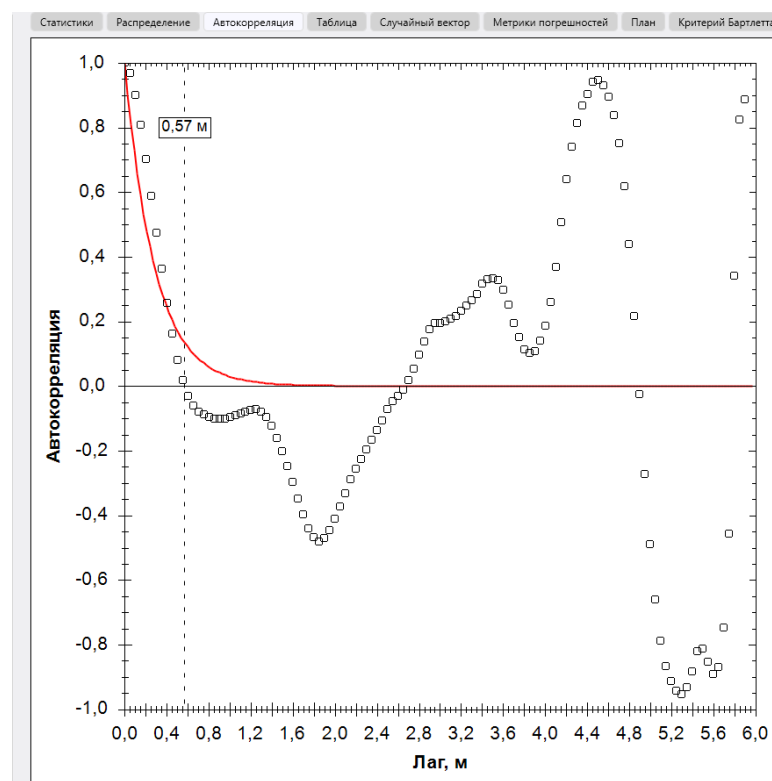


Рис. 16.7. Автокорреляционная функция

Область ввода содержит разнообразные элементы интерфейса, предназначенные для ввода данных. Каждый из параметров на этой области изменяется исключительно пользователем, в явном виде, независимо от других параметров.

Вторая область на экранной форме выполняет функцию определения тренда и остатков вводимых данных. Однако она также включает и компонент ввода, а именно – ползунки для оценки влияния толщины слоя грунта на основные статистики.

Область анализа данных содержит компонент со страницами, каждая из которых содержит какую-то определенную выводимую информацию. Пользователь не может влиять на данные через эти элементы – т.е. с помощью этих элементов пользователь может только наблюдать за состоянием данных. Необходимые элементы вывода изменяются автоматически, когда пользователь взаимодействует с любым компонентом ввода данных. Окно модуля всегда отражает актуальное состояние данных. Если после взаимодействия с элементом ввода, какой-то из компонентов вывода не изменяется – это значит, что конкретно данный ввод не повлиял на изменение данных. В явном виде запрашивать обновление выводимых данных не требуется (и нельзя) – данные всегда обновляются самостоятельно и отображаются в актуальном виде.

16.3. Область ввода

16.3.1. Дерево выработок

Дерево выработок в иерархическом виде отображает выработки, которые можно задействовать в генерации поля.

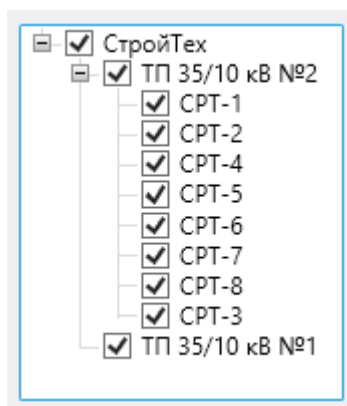


Рис. 16.8. Дерево выработок

Выработки, отмеченные галочкой, будут участвовать в генерации поля.

16.3.2. Выпадающий список со свойствами грунта

Список свойств грунта используется для выбора свойства, поле которого должно быть построено.

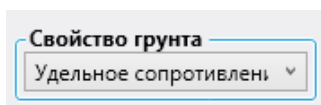


Рис. 16.9. Выбор свойств грунта или параметров зондирования

Нажатие на этот элемент разворачивает список, после чего можно выбрать необходимую характеристику грунта или параметр зондирования.

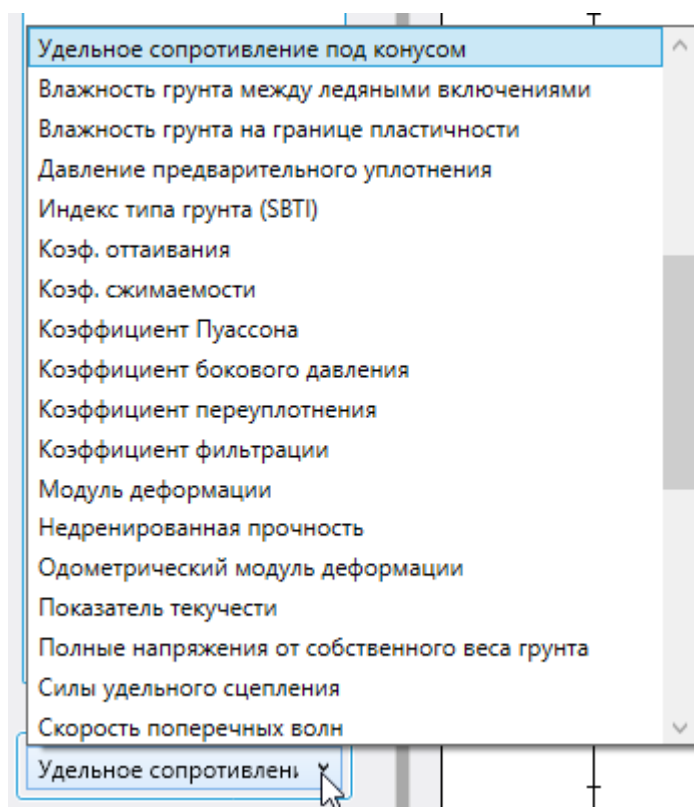


Рис. 16.10. Перечень характеристик грунта и параметров зондирования

16.3.3. Ползунок выбора коэффициента подгонки

Указанный ползунок используется для выбора коэффициента подгонки, который изменяется от нуля (левое положение ползунка) до единицы (правое положение ползунка) на множестве действительных чисел (промежуточное положение ползунка соответствует некоторому промежуточному значению; чем левее – тем ближе к нулю; чем правее – тем ближе к единице).

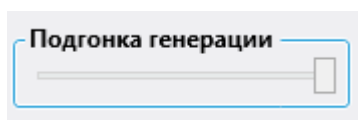


Рис. 16.11. Функция подгонки данных измерений

Алгоритм подгонки модифицирует сгенерированное значение в точках пространства, где были произведены измерения параметров зондирования. Таким образом достигается приближение сгенерированных значений к измеренным.

Необходимо найти идеальное значение, которое нужно поместить в случайный вектор, чтобы при генерации поля получилось ровно то же значение, что и полученное с зонда. Затем выбирается некоторое промежуточное значение между чисто случайным сгенерированным значением и идеальным на основе коэффициента подгонки (путем линейной интерполяции). 0 означает, что подгонка не производится, 1 означает, что сгенерированное значение не учитывается, значения между 0 и 1 означают некоторый компромисс.

Таким образом, значение случайного вектора определяется следующим образом:

$$v_i = \begin{cases} g_i, & \text{если } \nexists w_i \\ g_i + \left(\frac{w_i - \sum_{j=1}^{i-1} L_{i-1,j} \times v_j}{L_{i,i}} - g_i \right) \times k, & \text{иначе} \end{cases} \quad (16.1)$$

где i – номер конечного элемента, g – случайно сгенерированное значение, w – остаток по данным с зонда, L – треугольная матрица, полученная в результате разложения Холецкого, v – случайный вектор, k – коэффициент подгонки.

Подгонка сокращает погрешность генерации (вплоть до потенциального минимума при значении коэффициента подгонки, равном единице), однако она может сказаться на нормальности распределения значений (необязательно отрицательно) и отклонить статистики генерируемой выборки (например, среднеквадратичное отклонение) от полученных с прибора, поэтому выбирать коэффициент подгонки следует аккуратно, наблюдая за поведением генерации (т.е. единица не обязательно в целом является оптимальным вариантом).

Также эмпирическим путем установлено, что при больших значениях коэффициента подгонки, генерация может расходиться, если выбрана функция автокорреляции SMK.

16.3.4. Ползунок для выбора зерна случайного вектора

Указанный ползунок используется для указания зерна генерации случайного вектора. Каждое из положений ползунка соответствует некоторому значению зерна. Одно и то же положение ползунка всегда соответствует одному и тому же зерну.

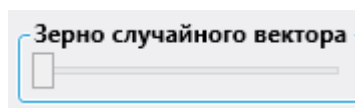


Рис. 16.12. Генерация псевдослучайных чисел

Зерно генерации – число, однозначно определяющее последовательность псевдо-случайно сгенерированных чисел. Само по себе значение числа не представляет ценности непосредственно для исследования, важно в первую очередь иметь возможность изменить его (чтобы изменить генерируемый вектор): изменение положения ползунка изменяет зерно. Возможность сохранения числа позволяет гарантированно воспроизвести случайный вектор (или продолжить его – вплоть до бесконечности) при повторном запуске того же самого алгоритма генерации случайных чисел (вне зависимости от того, когда и на каком компьютере этот алгоритм будет запущен).

16.3.5. Панель выбора функции автокорреляции

Указанная панель позволяет выбрать, какой класс функции автокорреляции следует использовать при генерации поля.

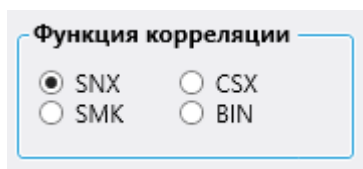


Рис. 16.13. Выбор вида автокорреляционной функции

Доступны следующие классы автокорреляционных функций:

2. SNX - одноэкспоненциальная (Single-Exponential – SNX);
3. CSX - косинусно-экспоненциальная (Cosine Exponential – CSX);
4. SMK - марковская второго порядка (Second-Order Markov – SMK);
5. BIN - бинарный шум (Binary noise – BIN).

16.3.6. Панель выбора функции тренда

С помощью указанной панели можно выбрать класс находимой функции тренда в облаке данных.

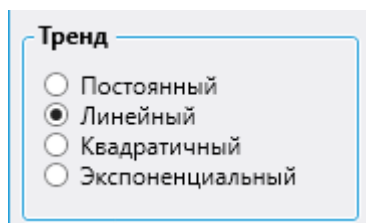


Рис. 16.14. Выбор функции тренда

Доступны следующие классы функций: постоянный, линейный, квадратичный и экспоненциальный.

16.4. Область нахождения тренда

16.4.1. Основной график

Данная функция позволяет определить тренд данных по глубине грунта. Этот график, как и другие ниже можно масштабировать, выбирать необходимую глубину для анализа и копировать изображение.

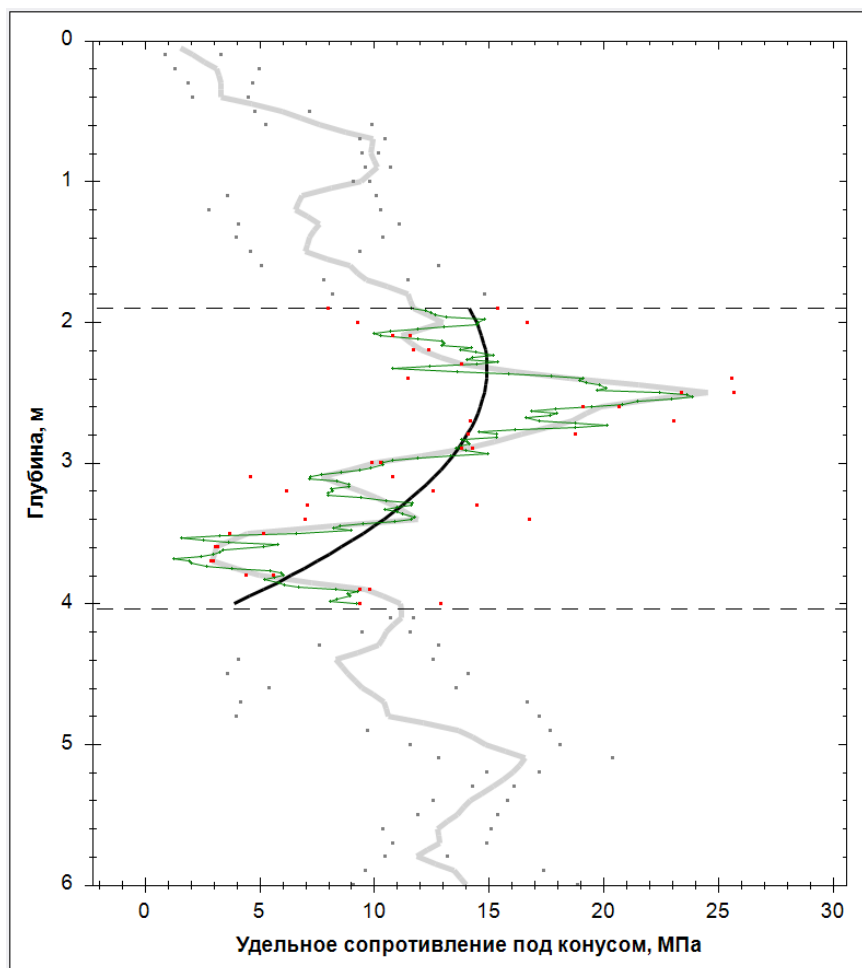


Рис. 16.15. Детрендинг данных

Таблица 16.1. Отображение данных на графике

Графическое отображение	Содержание
Красные точки	Облако исходных значений выбранного свойства грунта, принятое в рассмотрение (т.е. та часть, которая попадает в указанную глубину)
Серые точки	Облако исходных значений выбранного свойства грунта, исключенное из рассмотрения (т.е. та часть, которая не попадает в указанную глубину)
Серая кривая	Кривая, усредняющая облако значений
Горизонтальные пунктирные линии	Границы исследуемой глубины
Черная кривая	Тренд данных внутри исследуемой глубины
Зеленая кривая	Сгенерированное одномерное случайное поле

16.4.2. Ползунки выбора границ исследуемой глубины

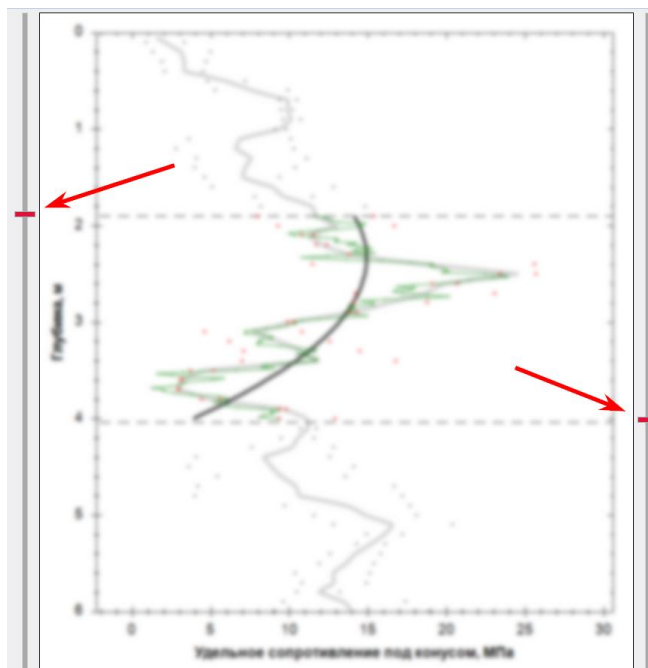


Рис. 16.16. Выбор границ глубины для анализа данных

По бокам от основного графика расположены ползунки. С помощью данных ползунков указываются границы исследуемой глубины. Левый ползунок может быть использован, чтобы указать, как нижнюю, так и верхнюю границу; то же касается и правого ползунка; т.е. не важно, какой из ползунков используется для указаний нижней границы, а какой – для верхней.

Положение каждого ползунка визуально соответствует глубине на графике.

16.5. Область анализа данных

Область анализа данных включает в себя несколько страниц. Можно переключиться на любую, чтобы ознакомиться с актуальным состоянием конкретного блока данных.

16.5.1. Статистики

Данная вкладка содержит информацию об основных статистиках.

Статистики Распределение Автокорреляция Таблица Случайный вектор Метрики погрешностей План Критерий Бартлетта			
Функция тренда: $-4,00 \times z^2 + 18,73 \times z - 6,98$			
Характеристика	Значение	Размерность	
Среднее значение	11,82	МПа	
Среднекв. отклонение	6,05	МПа	
К-ф вариации	51,15	%	
R ² тренда	0,32		
θx	6,00	м	
θy	6,00	м	
θz	0,25	м	

Рис. 16.17. Вкладка «Статистики»

Сверху отображается математическое уравнение квадратичного тренда.

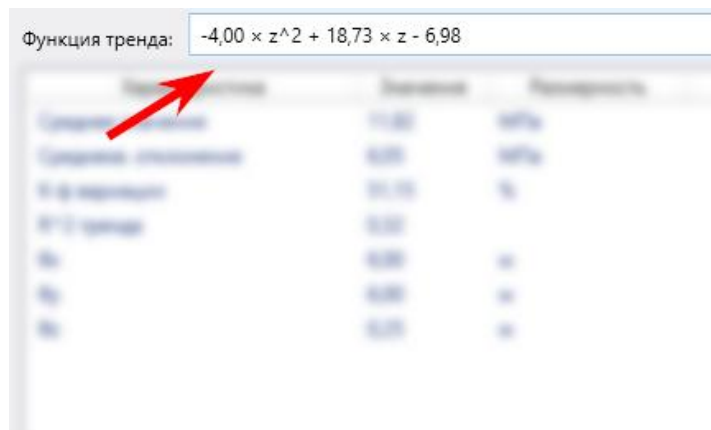


Рис. 16.18. Функция тренда

Снизу расположена таблица основных статистик.

Характеристика	Значение	Размерность
Среднее значение	11,82	МПа
Среднекв. отклонение	6,05	МПа
К-ф вариации	51,15	%
R^2 тренда	0,32	
θx	6,00	м
θy	6,00	м
θz	0,25	м

Рис. 16.19. Характеристики статистики

Таблица 16.2. Описание статистик

Наименование	Содержание
Среднее значение	Математическое ожидание
Среднекв. отклонение	Среднеквадратичное отклонение
К-ф вариации	Коэффициент вариации
R^2 тренда	Коэффициент детерминации для функции тренда в пределах исследуемой глубины
θx	Масштаб флуктуации вдоль оси X
θy	Масштаб флуктуации вдоль оси Y
θz	Масштаб флуктуации вдоль оси Z

Примечание 1. Размерность среднего значения и среднеквадратичного отклонения соответствует размерности исследуемой характеристики грунта или параметра зондирования.

16.5.2. Распределение

Данная вкладка помогает оценить закон распределения измеренных данных; определить, насколько распределение соответствует нормальному закону распределения.

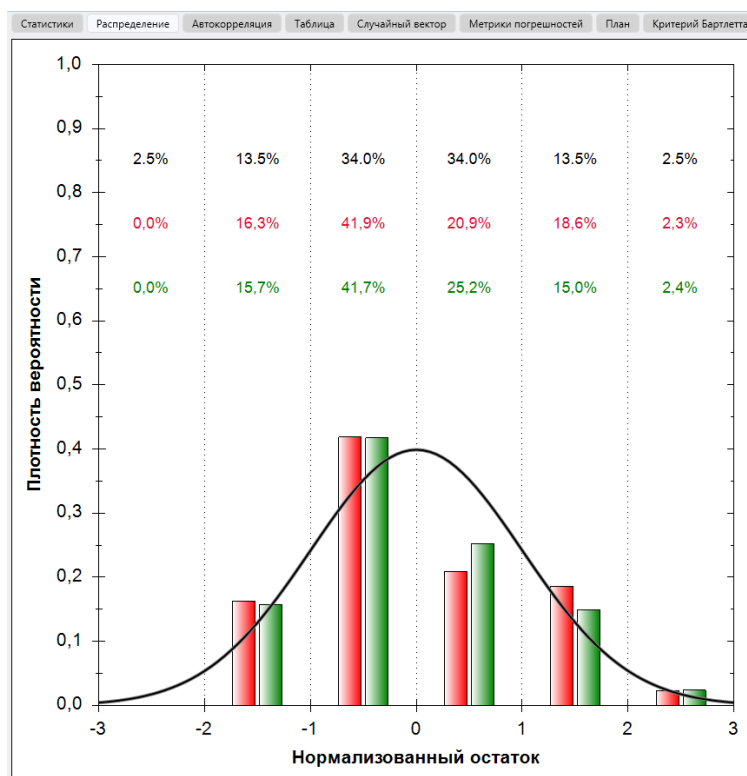


Рис. 16.20. Гауссова функция плотности вероятности

Таблица 16.3. Описание графических элементов на рис. 16.16

Графическое отображение	Содержание
Черный цвет	Интеграл плотности стандартного нормального распределения на соответствующем промежутке числовой прямой (см. примечания после таблицы).
Красный цвет	Процент значений нормализованных остатков исходной выборки, которые попадают в указанный промежуток числовой прямой (см. примечания после таблицы).
Зеленый цвет	Процент значений нормализованных остатков одномерного поля, которые попадают в указанный промежуток числовой прямой (см. примечания после таблицы).
Черная кривая	График плотности стандартного нормального распределения.
Красные столбцы	Доля значений нормализованных остатков исходной выборки, которые попадают на указанный промежуток числовой прямой (см. примечания после таблицы).
Зеленые столбцы	Доля значений нормализованных остатков одномерного поля, которые попадают в указанный промежуток числовой прямой (см. примечания после таблицы).

Примечание 1. Проценты определяются для следующих промежутков числовой прямой (слева направо): $-\infty - -2$; $-2 - -1$; $-1 - 0$; $0 - 1$; $1 - 2$; $2 - \infty$.

Примечание 2. Столбец относится к промежутку, внутри которого он нарисован: левая граница – ближайшее целое число слева, правая – справа.

Примечание 3. В случае, если при определении процента/доли значение нормализованного остатка точь-в-точь совпадает с границей между промежутками, то такое значение относится к тому промежутку, который расположен правее.

Также стоит отметить, что кривая плотности вероятности и столбцы строятся на промежутке от -6 до 6.

16.5.3. Автокорреляция

Данная вкладка отображает информацию об автокорреляции рассматриваемой характеристики или параметра зондирования в вертикальном направлении.

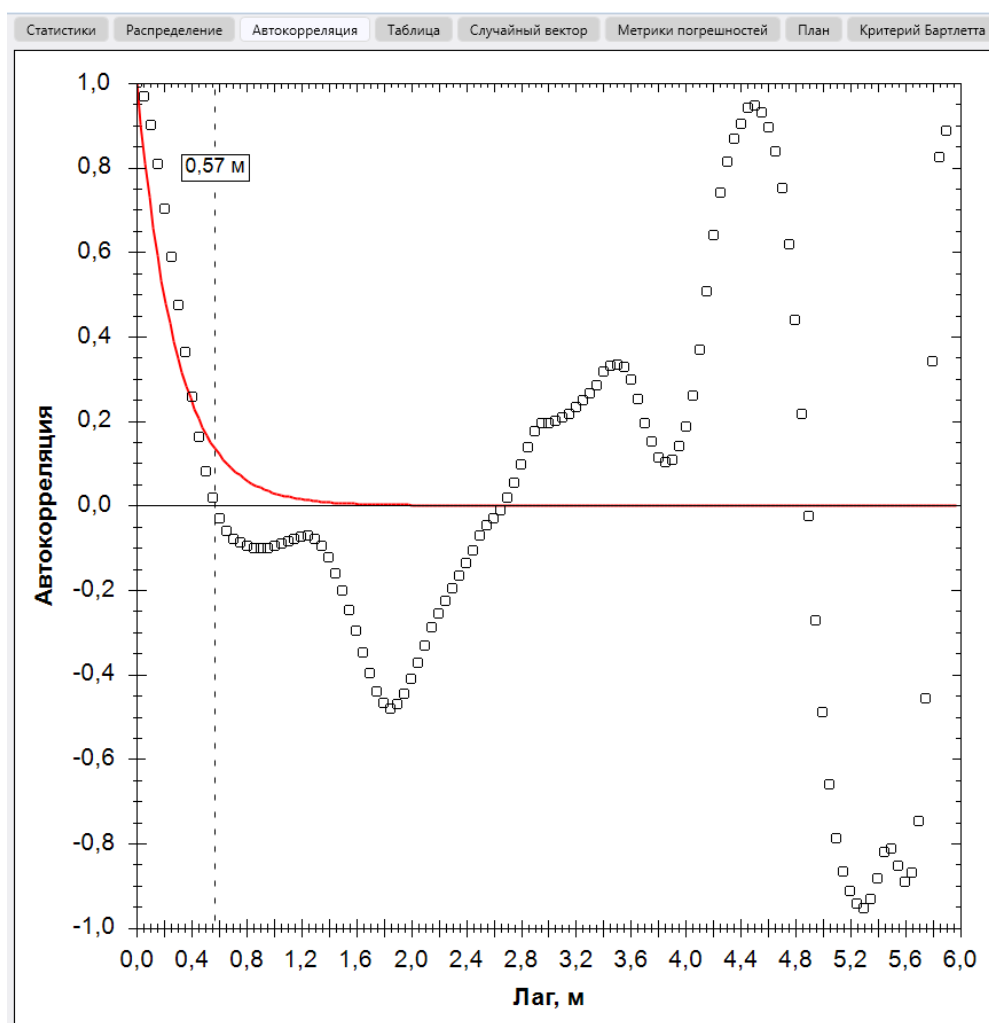


Рис. 16.21. Определение масштаба флуктуации или длины корреляции

Таблиц 16.4. Описание графических элементов на рис. 16.17

Графическое отображение	Содержание
Черные квадратики	Эмпирическая последовательность автокорреляции остатков по глубине грунта
Красная кривая	Функция автокорреляции выбранного типа (см., рис. 16.12)
Вертикальная пунктирная линия	Значение масштаба флуктуации по глубине грунта

График отражает зависимость между лагом и коэффициентом корреляции (между последовательностями значений остатков, разнесенными на расстояние лага).

16.5.4. Таблица

На данной вкладке показаны «Глубина», на которой выполнялись измерения рассматриваемого параметра. Столбец «Измерено» содержит значения, полученные эмпирическим путем. Если выбрано несколько выработок, то приводится среднее значение. Столбец «Сгенерировано» содержит случайные значения для одномерного поля.

Статистики	Распределение	Автокорреляция	Таблица	Случайный вектор	Метрики погрешностей	План	Критерий Бартлетта
				Глубина, м	Измерено, МПа	Сгенерировано, МПа	
				0,05	1,3025	1,5926	
				0,0667	-	2,247	
				0,0833	-	1,9566	
				0,1	1,7838	2,0738	
				0,1167	-	2,5735	
				0,1333	-	4,4563	
				0,15	2,1525	2,4426	
				0,1667	-	3,3972	
				0,1833	-	1,2649	
				0,2	2,6225	2,9126	
				0,2167	-	2,139	
				0,2333	-	2,1446	
				0,25	2,91	3,2001	
				0,2667	-	4,8069	
				0,2833	-	4,3327	
				0,3	3,0288	3,3188	
				0,3167	-	3,2592	
				0,3333	-	5,1561	
				0,35	3,0388	3,3288	
				0,3667	-	5,3407	
				0,3833	-	5,2521	
				0,4	3,1925	3,4826	
				0,4167	-	4,3894	
				0,4333	-	6,2507	
				0,45	3,6875	3,9776	
				0,4667	-	2,5797	
				0,4833	-	2,387	
				0,5	4,475	4,7651	
				0,5167	-	4,201	
				0,5333	-	5,319	
				0,55	4,9713	5,2613	
				0,5667	-	4,1577	
				0,5833	-	5,4244	
				0,6	5,3888	5,6788	
				0,6167	-	5,7968	
				0,6333	-	5,4988	
				0,65	5,76	6,0501	
				0,6667	-	4,9268	
				0,6833	-	5,3077	
				0,7	6,1963	6,4863	
				0,7167	-	5,9448	
				0,7333	-	6,9952	
				0,75	6,6925	6,9826	
				0,7667	-	6,5907	
				0,7833	-	6,735	
				0,8	7,34	7,6301	
				0,8167	-	5,8565	
				0,8333	-	5,3449	
				0,85	7,7888	8,0788	
				0,8667	-	9,4286	
				0,8833	-	9,9153	
				0,9	8,1363	8,4263	
				0,9167	-	6,855	
				0,9333	-	7,3709	
				0,95	8,0925	8,3826	
				0,9667	-	7,1283	
				0,9833	-	5,4223	
				1	8,0238	8,3138	
				1,0167	-	7,6684	
				1,0333	-	7,1518	

Рис. 16.22. Таблица измеренных и генерируемых значений

16.5.5. Случайный вектор

Данная вкладка позволяет оценить закон распределения вектора случайной величины.

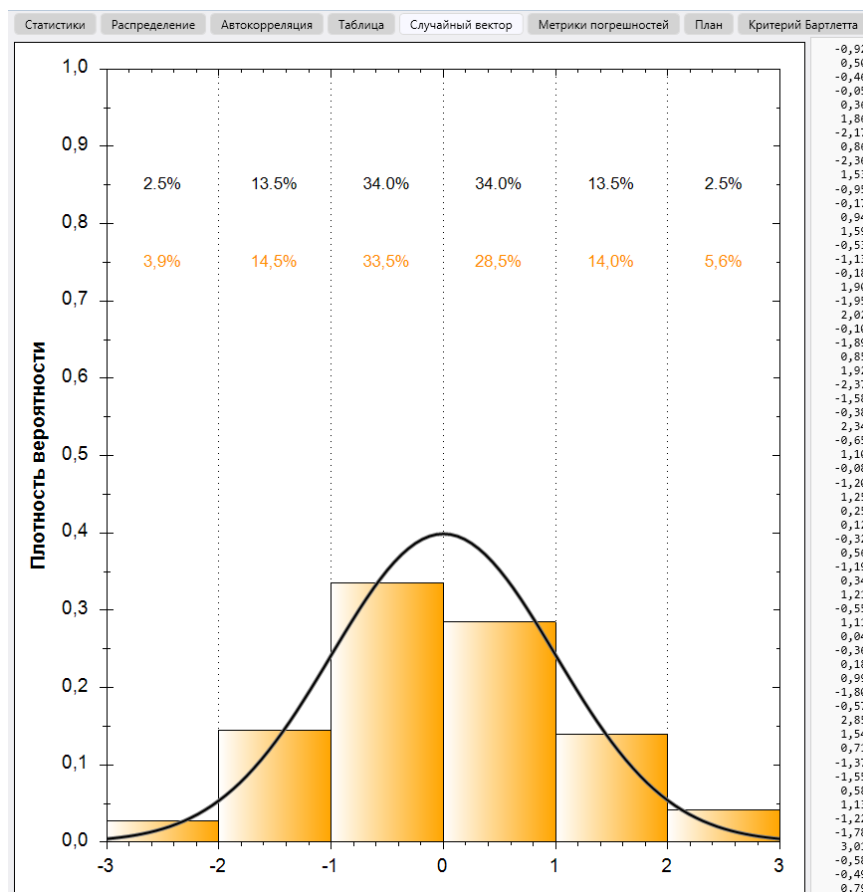


Рис. 16.23. Гауссова функция плотности вероятности остатков

Таблица 16.5. Описание графических элементов на рис. 16.18

Графическое отображение	Содержание
Черный цвет	Интеграл плотности стандартного нормального распределения на соответствующем промежутке числовой прямой (см. примечания после таблицы).
Желтый цвет	Процент значений из случайного вектора, которые попадают в указанный промежуток числовой прямой (см. примечания после таблицы).
Черная кривая	График плотности стандартного нормального распределения
Желтые столбцы	Доля значений из случайного вектора, которые попадают на указанный промежуток числовой прямой (см. примечания после таблицы).

Примечание 1. Проценты определяются для следующих промежутков числовой прямой (слева направо): $-\infty - -2$; $-2 - -1$; $-1 - 0$; $0 - 1$; $1 - 2$; $2 - \infty$.

Примечание 2. Столбец относится к промежутку, внутри которого он нарисован: левая граница – ближайшее целое число слева, правая – справа.

Примечание 3. В случае, если при определении процента/доли значение нормализованного остатка точь-в-точь совпадает с границей между промежутками, то такое значение относится к тому промежутку, который расположен правее.

Примечание 4. График функции плотности вероятности и столбцы строятся на промежутке от -6 до 6.

На рис. 16.19 с правой стороны от графика выводятся значения вектора случайной величины.

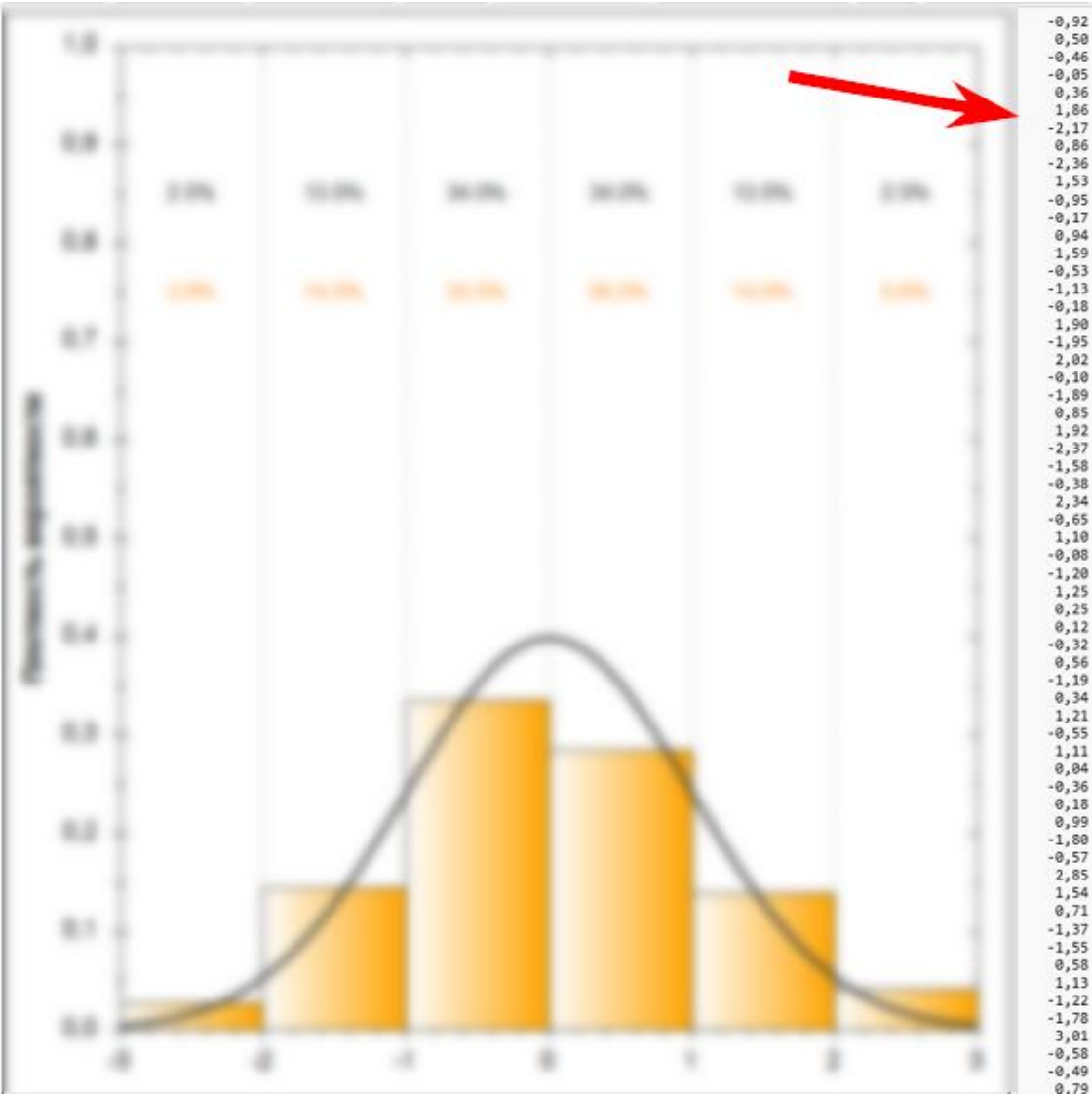


Рис. 16.24. Значения вектора случайной величины

16.5.6. Метрики погрешностей

На данной странице в табличном виде выводятся метрики погрешностей – между облаком изначальных значений и одномерным полем (в глубину).

Статистики Распределение Автокорреляция Таблица Случайный вектор Метрики погрешностей План Критерий Бартлетта		
Метрика	Значение	
MAE	3,97	
MAPE	1,08	
MASE	2,54	
MSE	24,20	
PMAD	0,41	
RMSE	4,92	
SMAPE	0,12	

Рис. 16.25. Метрики погрешностей

16.5.7. План

На этой странице отображается план расположения выработок статического зондирования.

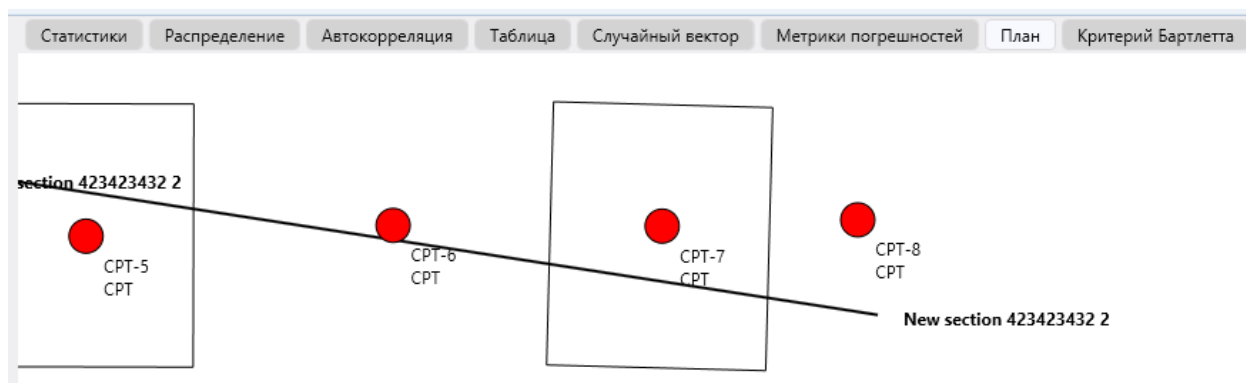


Рис. 16.26. Пример плана фундаментов и СРТ выработок

16.5.8. Критерий Бартлетта

На этой странице приводятся графики критерия Бартлетта.

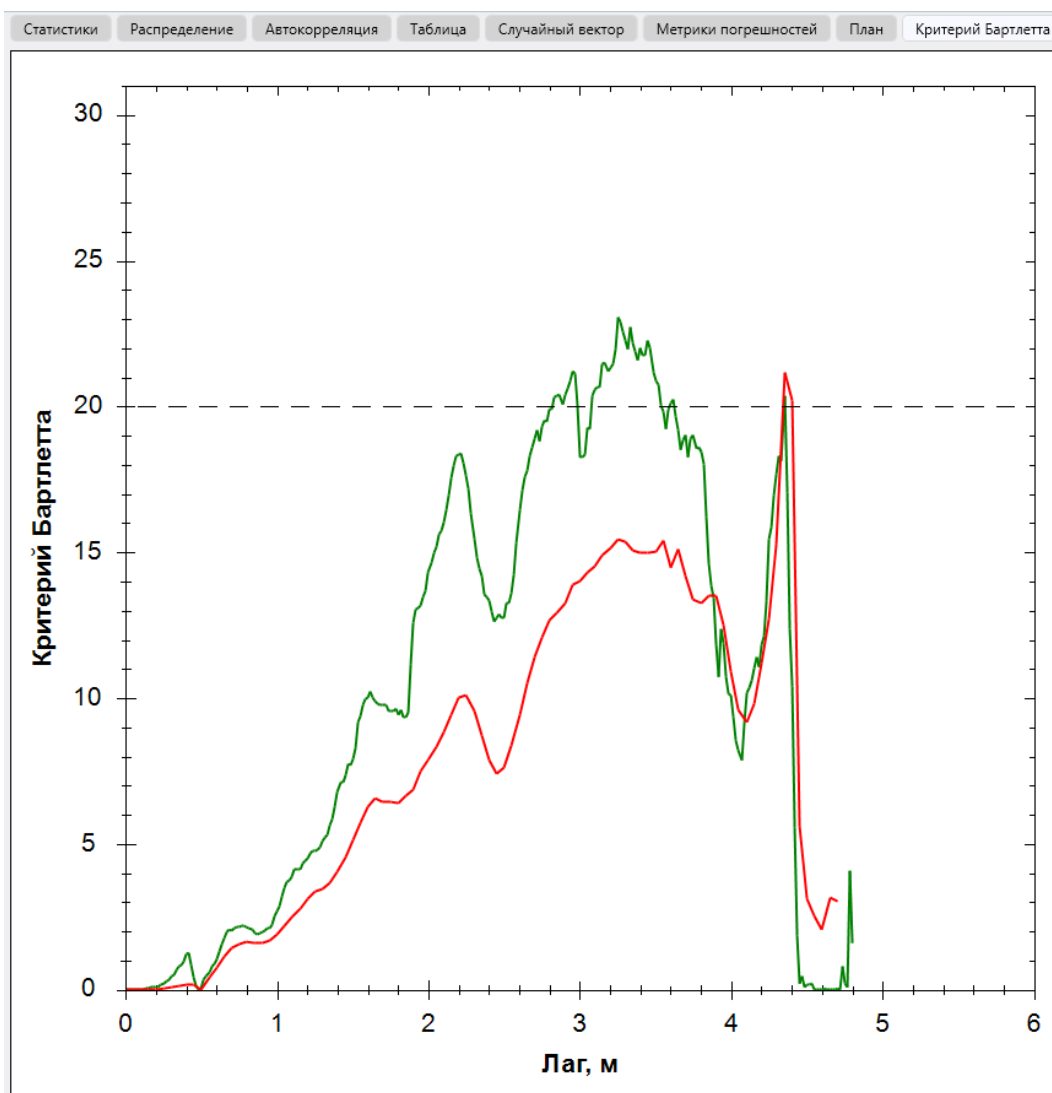


Рис. 16.27. Критерий Бартлетта

Таблица 16.6. Описание графических элементов на рис. 16.18

Графическое отображение	Содержание
Красная кривая	Критерий Бартлетта относительно остатков средней линии изначальных данных – в зависимости от лага
Зеленая кривая	Критерий Бартлетта относительно остатков одномерного поля (в глубину) – в зависимости от лага
Пунктирная горизонтальная линия	Пороговое значение критерия Бартлетта

16.6. Панель инструментов

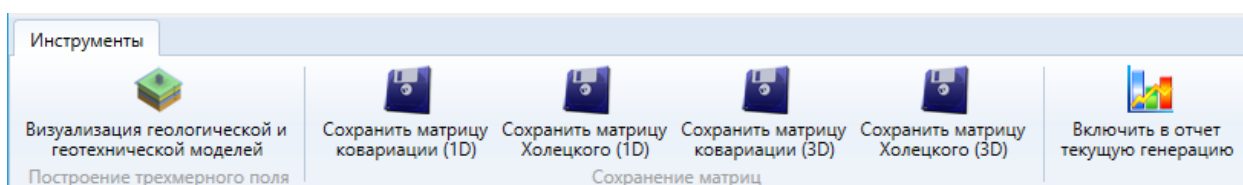


Рис. 16.28. Панель инструментов

16.6.1. Визуализация геологической и геотехнической моделей

После выбора данного инструмента, открывается элемент построения трехмерных моделей.

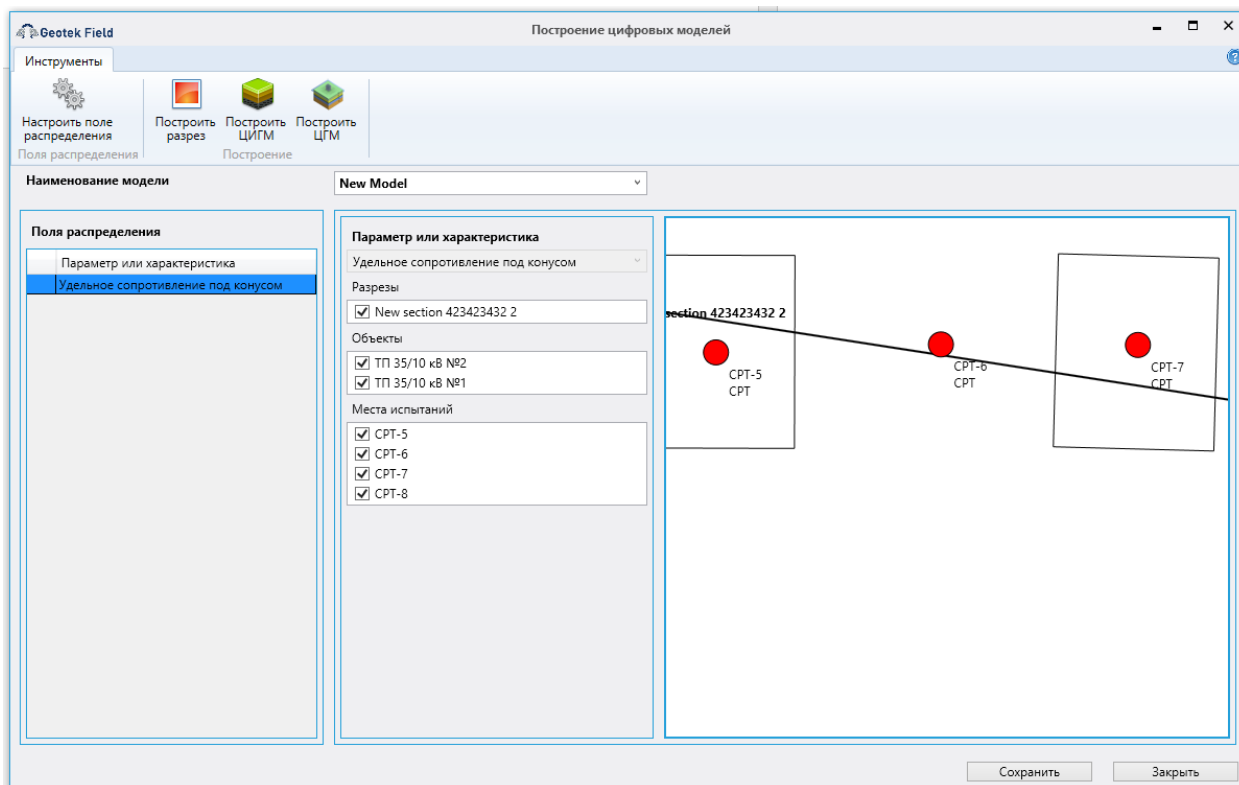


Рис. 16.29. Построение цифровых моделей

Если данный инструмент вызывается из модуля случайных полей, то модели строятся на основе генерируемого случайного трехмерного поля – в соответствии с параметрами генерации, которые были указаны на момент открытия инструмента.

В остальном, данный инструмент следует использовать согласно тем же правилам, что и в рамках детерминированного подхода.

16.6.2. Сохранение матриц

Данная группа инструментов позволяет сохранить матрицу ковариации и матрицу Холецкого в текстовый файл.

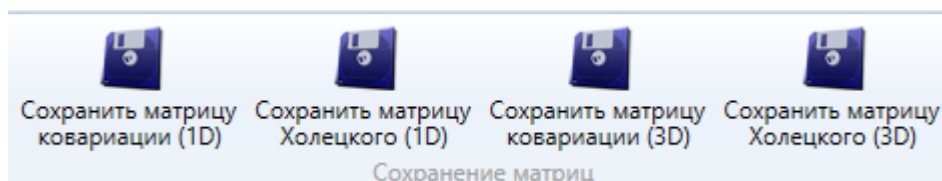


Рис. 16.30. Работа с матрицами

При выборе любого из представленных инструментов, открывается файловый диалог, с помощью которого следует указать место сохранения файла.

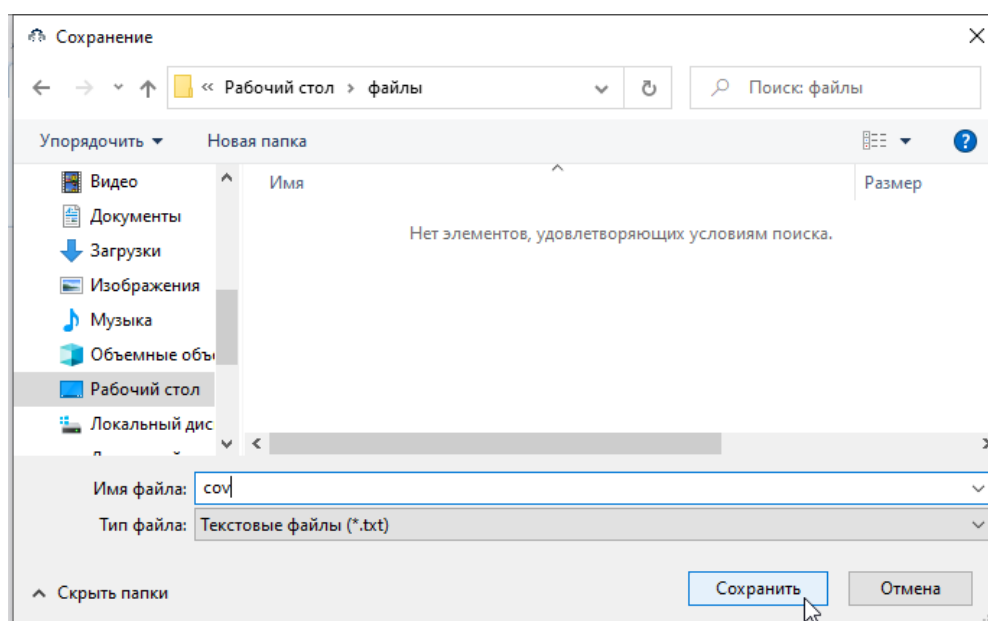


Рис. 16.31. Запись матрицы в файл

Матрицы одномерной генерации берутся в самом актуальном состоянии (согласно той генерации, которая отражается в области моделирования на момент выбора инструмента).

Матрицы трехмерной генерации берутся в состоянии, в котором они были построены на момент последнего запуска инструмента визуализации геологических и геотехнических моделей. Если трехмерная генерация еще не выполнялась, инструмент предупредит об этом и откажется от работы.

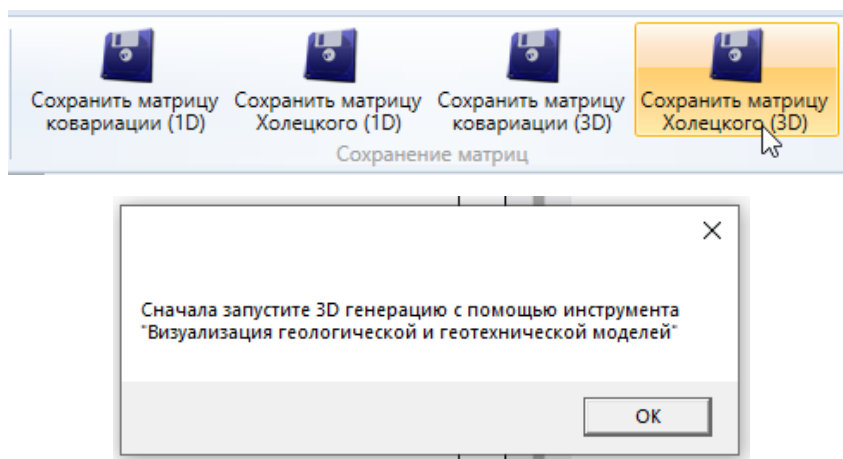


Рис. 16.32. Пример, записи в файл трехмерной матрицы Холецкого

Сохраненные файлы содержат матрицы в текстовом виде, txt.

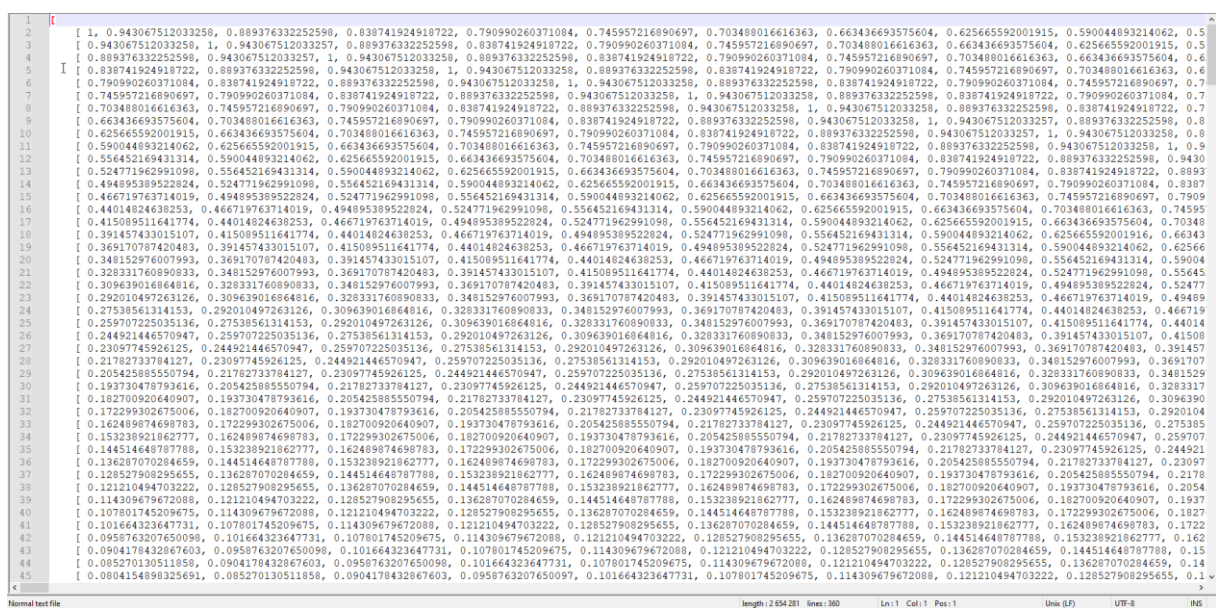


Рис. 16.33. Пример, значений в сохраненной матрице

16.6.3. Функция «Включить в отчет текущую генерацию»

Данный инструмент приведен на панели инструментов (см., рис. 16.23) и позволяет сформировать отчет о текущей генерации одномерного случайного поля (в глубину).

При нажатии на инструмент, программа укажет, что текущая генерации была включена в отчет.

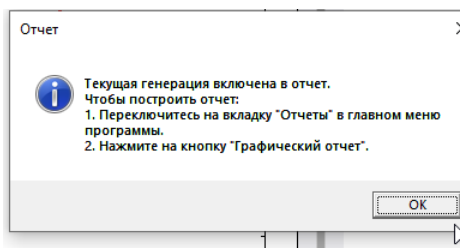


Рис. 16.34. Сообщение о включении в отчет

Если изменить параметры генерации после выбора этого инструмента, то отчет не изменится (отчет производится о той генерации, которая была актуальна на момент выбора инструмента). Если требуется обновить отчет, следует выбрать инструмент снова.

Чтобы посмотреть отчет, закройте модуль случайных полей, перейдите на вкладку «Отчеты» (на ленте инструментов сверху) и выберите инструмент «Графический отчет».

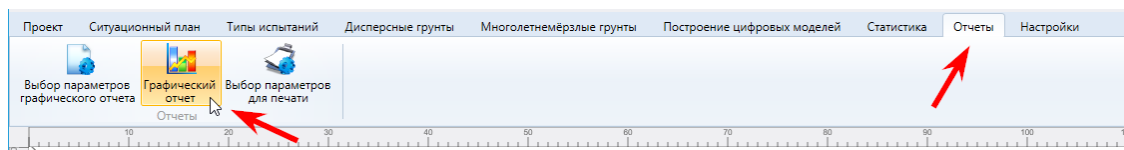


Рис. 16.35. Инструмент «Графический отчет»

Отчет о генерации поля будет сформирован – вместе с остальными отчетами.

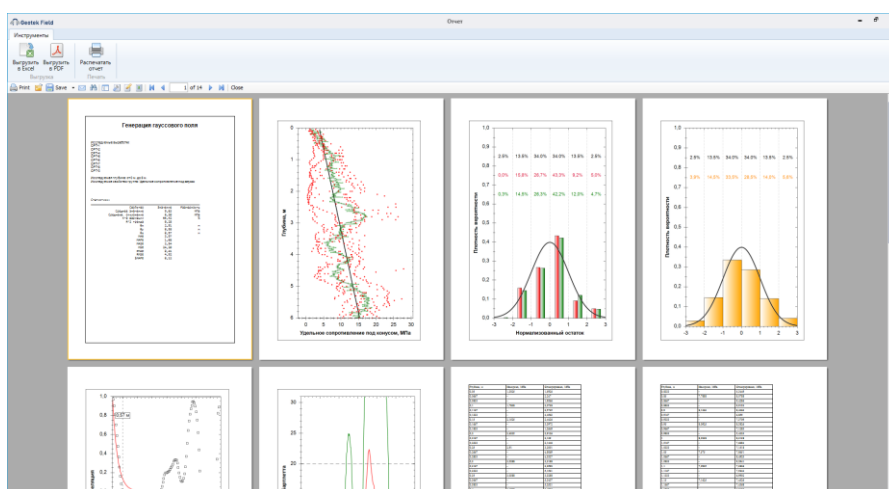


Рис. 16.36. Примеры отчета о генерации поля

В остальном, использование инструмента «Графический отчет» следует производить согласно общим правилам в рамках приложения Geotek Field.

17. РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНОВ

Для того чтобы выполнить расчет устойчивости склона предварительно необходимо создать ЦИГМ площадки изысканий.

Для доступа к модулю расчета устойчивости склонов на основной форме во вкладке «Дисперсные грунты» необходимо выбрать «Устойчивость склона» (рис. 17.1), после чего в открывшейся форме выбрать параметры.

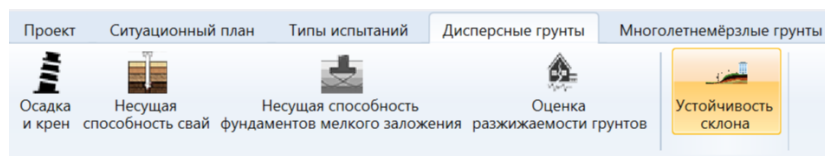


Рис. 17.1. Расчет устойчивости склона

Общие замечания.

При выбранном «**Детерминированный подход**» способе расчета устойчивости склона характеристики грунта определяются с учетом данных прямых определений на выработках и их осреднения в каждом слое грунта. Введена возможность использования нормативных или расчетных значений характеристик.

При выбранном «**Полувероятностный подход**» способе расчета устойчивости склона, характеристики грунта определяются с учетом их пространственной изменчивости, с использованием выбранной функции аппроксимации при построении ЦИГМ, но затем принимаются как среднее значение для каждого типа (слоя) грунта.

При выбранном «**Вероятностный подход**» способе расчета устойчивости склона характеристики грунта определяются с учетом их пространственной изменчивости, с использованием выбранной функции аппроксимации при построении ЦИГМ. Таким образом они являются переменными в каждом типе (слое) грунта.

При выбранном «**Метод снижения прочности**» способе расчета устойчивости склона используется детерминированный подход, но параметры прочности уменьшаются в заданных пределах.

17.1. Настройки входных параметров

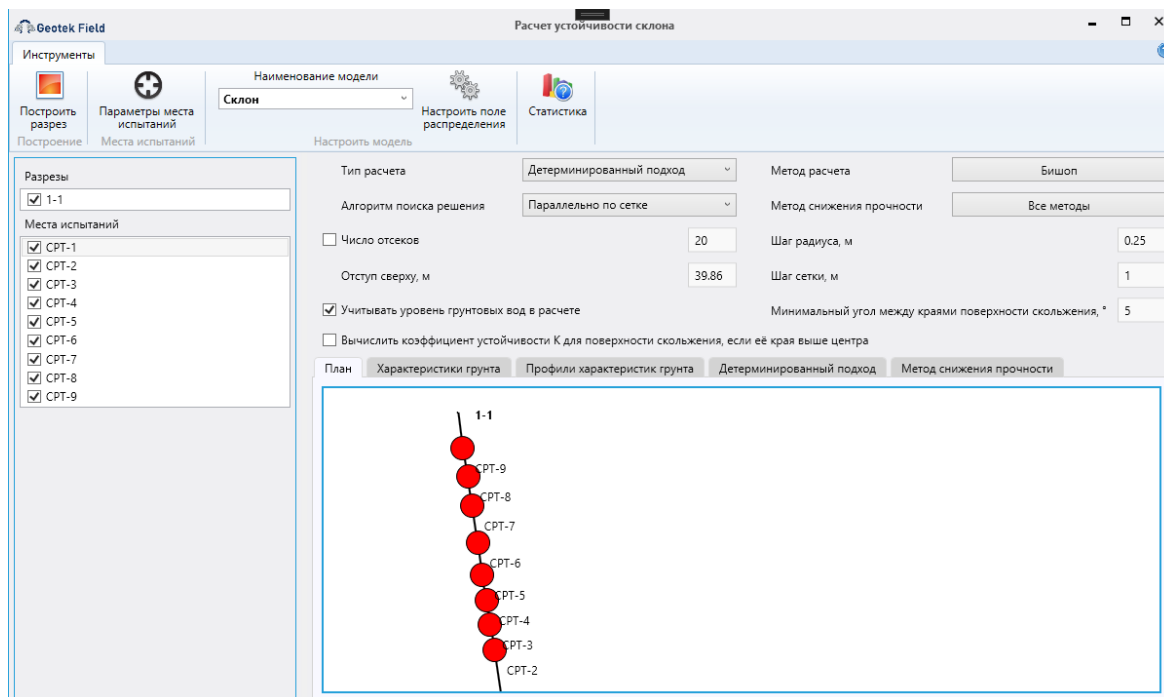


Рис. 17.2. План расположения выработок

Вкладка «**Инструменты**», расположенная в верхней части окна, содержит:

«**Построить разрез**» - формирование разреза для дальнейшего расчета, с учетом введенных параметров.

«**Параметры места испытаний**» - параметры выбранного места испытания.

«**Наименование модели**» - представляет собой выпадающий список моделей, представленных в проекте.

«**Настроить поле распределения**» - откроется форма выбора настроек для генерации поля распределения.

«**Статистика**» - откроется форма просмотра статистики, в которой предварительно будут выбраны выбранные «**Места испытаний**», а также необходимые для расчета параметры.

Левая часть экранной формы содержит:

«**Разрезы**» - список разрезов выбранной модели. Для выполнения дальнейших расчетов, необходимо выбрать один разрез. Если количество выбранных разрезов отличается от единицы, то при выборе «**Построить разрез**» появится сообщение об ошибке (рис. 17.3):

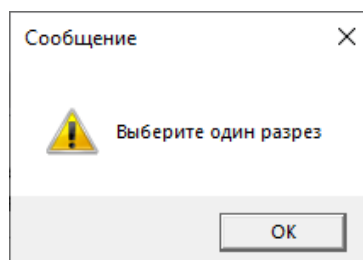


Рис. 17.3. Сообщение об ошибке

«**Места испытаний**» - список мест испытаний выбранной модели

Правая центральная часть экранной формы содержит настройки, необходимые для расчета устойчивости склона:

Выпадающее меню «**Тип расчета**» (рис. 17.4)

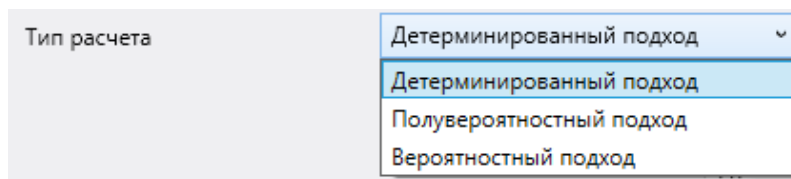


Рис. 17.4. Выбор типа расчета

Выпадающее меню «**Метод расчета**» позволяет выбрать любой из предложенных или несколько методов расчета одновременно (рис. 17.5)

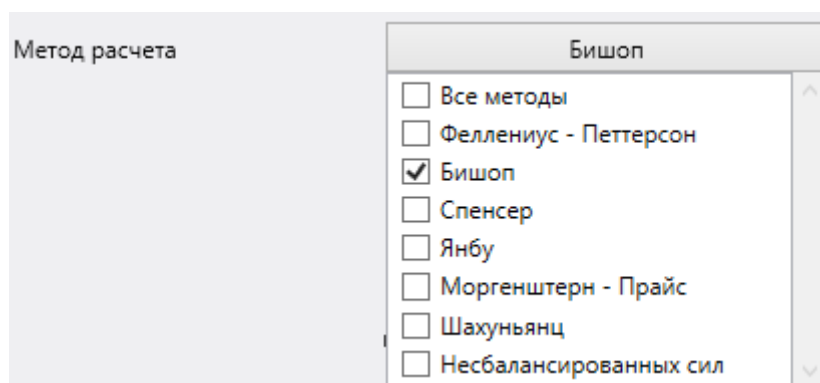


Рис. 17.5. Выбор метода расчета

Выпадающее меню «**Алгоритм поиска решения**» позволяет выбрать любой из предложенных или несколько методов расчета одновременно (рис. 17.5)

«**Параллельно по сетке**» - алгоритм будет стараться вычислять как можно больше узлов сетки одновременно, тем самым эффективно используя время и вычислительные мощности

«**Параллельно по сетке с весами**» - - алгоритм будет стараться вычислять как можно больше узлов сетки одновременно, при этом ориентируясь на некоторые значения «веса» тем самым эффективно используя время и вычислительные мощности

«**Последовательно по сетке**» - - алгоритм будет последовательно вычислять, начиная с левого верхнего угла

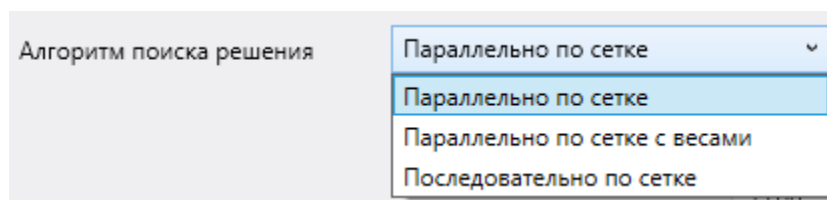


Рис. 17.5. Выбор метода расчета

Выпадающее меню «**Метод снижения прочности**» позволяет выбрать любой из предложенных или несколько методов расчета одновременно (рис. 17.5)

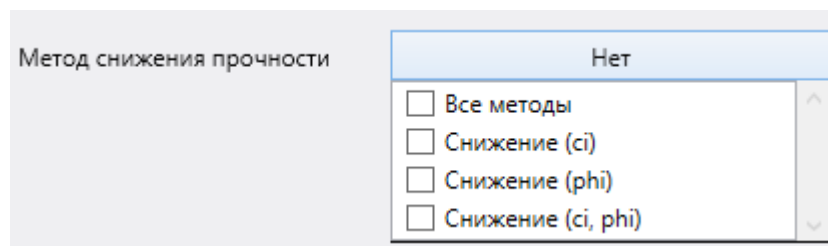


Рис. 17.5. Выбор метода расчета

Вкладка «**Входные параметры**»:

«**Число отсеков**» - включает в себя поле ввода числа отсеков и флажок, который в активном состоянии учитывает введенное значение и применяет его ко всем поверхностям скольжения, а в выключенном состоянии рассчитывает число отсеков на основе того, что ширина отсека приблизительно равна одной десятой радиуса поверхности скольжения.

«**Шаг радиуса, м**» - задать шаг, с которым изменяется длина радиуса поверхности скольжения.

«**Шаг сетки, м**» - задать шаг, с которым располагаются узлы, которые служат центрами поверхности скольжения

«**Отступ сверху, м**» - задать пространство над склоном, необходимое для формирования начальной точки радиуса поверхности скольжения. По умолчанию задается ориентировочно на большее число из максимальной глубины выработок и максимальный перепад глубин между выработками, округляя до целого

«**Минимальный угол между краями поверхности скольжения**» - задать значение угла в градусах, при условии, что угол между краями поверхности скольжения меньше заданного числа, то коэффициент устойчивости K для данной поверхности не рассчитывается

«**Учитывать уровень грунтовых вод в расчете**» - флажок, с помощью которого указывается, необходимо ли учитывать уровень грунтовых вод при расчете

«**Вычислить коэффициент устойчивости K для поверхности скольжения, если ее края выше центра**» - флажок, с помощью которого указывается, необходимо ли вычислять коэффициент устойчивости K для «глубоких» поверхностей скольжения, т.е. тех, у которых одна или обе крайние точки выше центра скользящей окружности

Правая нижняя часть экранной формы содержит:

Вкладка «**План**» - отображение разреза и его составляющих на модели (рис. 17.6)

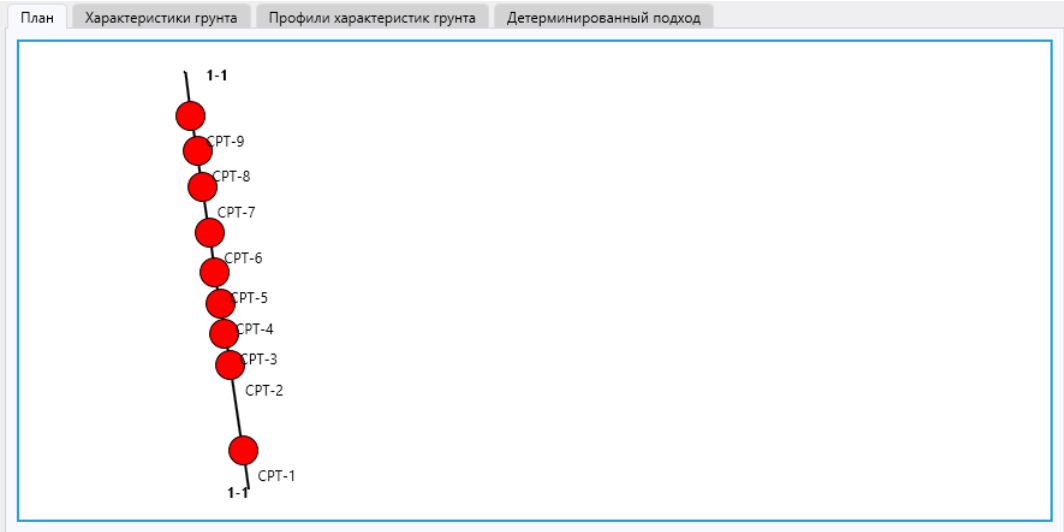


Рис. 17.6. Пример просмотра плана расположения выработок

Вкладка «Характеристики грунта» - отображает параметры выбранного в левой части экрана «Места испытаний» в таблице (рис. 17.7).

Глубина, м	Индекс типа грунта (SBTI)	Удельный вес грунта, кН/м³	Силы сцепления, кПа	Угол внутреннего трения, °
0.1	2.42	21.65	0	26.67
1	2.64	20.82	22.2	20.73
1.2	2.63	20.61	20.8	20.27
1.4	2.72	20.1	18.6	19.53
1.6	2.72	19.64	18	19.33
1.8	2.73	19.3	17.6	19.2
2	2.73	19.3	18	19.33

Рис. 17.7. Пример просмотра характеристик грунта на выработке CPT-1

Вкладка «Профили характеристик грунта» - отображает профили характеристик грунта (рис. 17.8) выбранного в левой части экрана «Места испытаний»

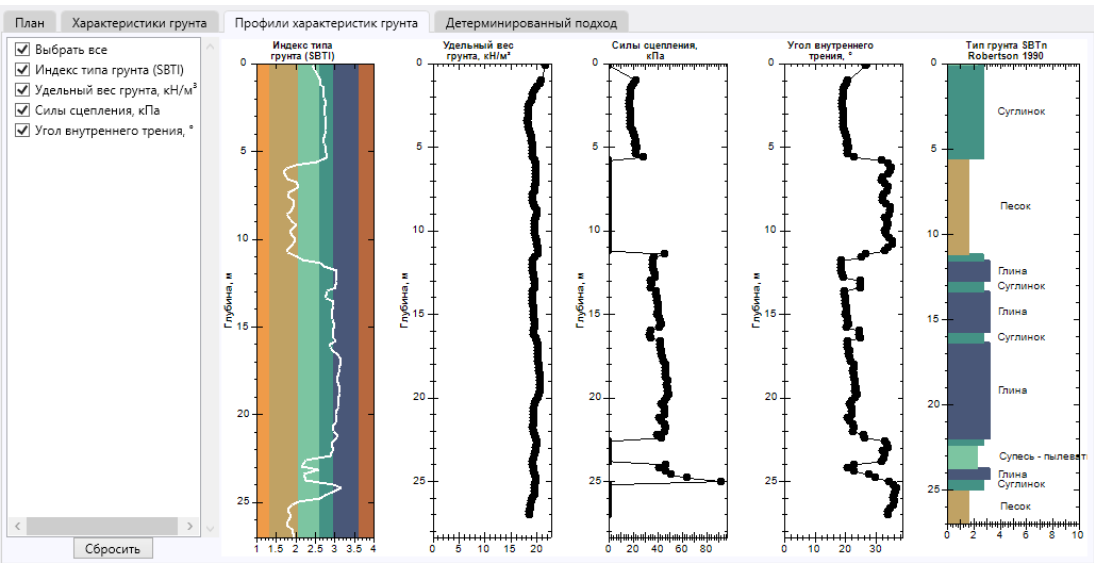


Рис. 17.8. Пример профилей характеристик грунтов на выработке CPT-1

Вкладка «Детерминированный подход» - отображает параметры выбранного в левой части экрана «Места испытаний» в таблице (рис. 17.7).

Коэффициенты надежности «Удельный вес грунта», «Сила сцепления», «Угол внутреннего трения» - представляют собой поля ввода значений, выступающих множителями для соответствующих параметров.

План Характеристики грунта Профили характеристик грунта Детерминированный подход					
Коэффициенты надежности					
Удельный вес грунта		1	Сила сцепления		1
Угол внутреннего трения		1			
Тип грунта	Параметр	μ	σ	Cov	n
Глина	Удельный вес грунта, кН/м ³	19.679	0.587	2.982	440
Глина	Силы сцепления, кПа	41.867	3.859	9.218	440
Глина	Угол внутреннего трения	20.747	1.543	7.438	440
Суглинок	Удельный вес грунта, кН/м ³	19.208	0.558	2.903	268
Суглинок	Силы сцепления, кПа	26.667	13.264	49.738	268
Суглинок	Угол внутреннего трения	21.258	3.053	14.36	268
Супесь - пылеватый песок	Удельный вес грунта, кН/м ³	19.734	0.738	3.739	65
Супесь - пылеватый песок	Силы сцепления, кПа	12.126	30.341	250.228	65
Супесь - пылеватый песок	Угол внутреннего трения	30.598	3.024	9.881	65
Песок	Удельный вес грунта, кН/м ³	19.736	0.399	2.023	282
Песок	Силы сцепления, кПа	0	0	0	282
Песок	Угол внутреннего трения	35.383	1.662	4.699	282

Рис. 17.9. Детерминированный подход

Вкладка «Метод снижения прочности» - отображает параметры выбранного в левой части экрана «Места испытаний» в таблице (рис. 17.10).

Поля ввода «Минимальная граница 'Удельное сцепление'», «Минимальная граница 'Угол внутреннего трения'» -необходимы для указания минимального значения, по достижении которого программа прекратит вычисления

«Шаг снижения прочности» - шаг увеличения делителя (знаменателя) коэффициента снижения прочности.

«Макс. Число шагов» - число шагов программы, при превышении которого программа прекратит вычисления.

«Проектное значение коэффициента устойчивости» - значение коэффициента устойчивости, по достижении которого программа прекратит вычисления

План Характеристики грунта Профили характеристик грунта Детерминированный подход Метод снижения прочности					
Макс. число шагов		1000	Минимальная граница Удельное сцепление, с, кПа		1
Шаг снижения параметров прочности		0.1	Минимальная граница Угол внутреннего трения, phi		5
Проектное значение Коэффициента устойчивости		1			

Рис. 17.10. Метод снижения прочности

17.2. Построение модели разреза для расчета устойчивости склона

После нажатия «Построить разрез» (рис. 17.11) откроется окно «Просмотр поля распределения» (рис. 17.12).

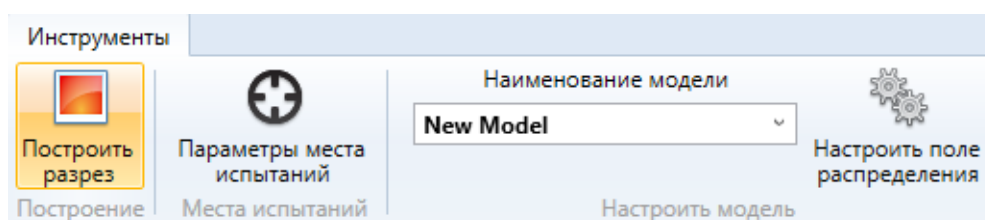


Рис. 17.11. Вкладка «Построить разрез»

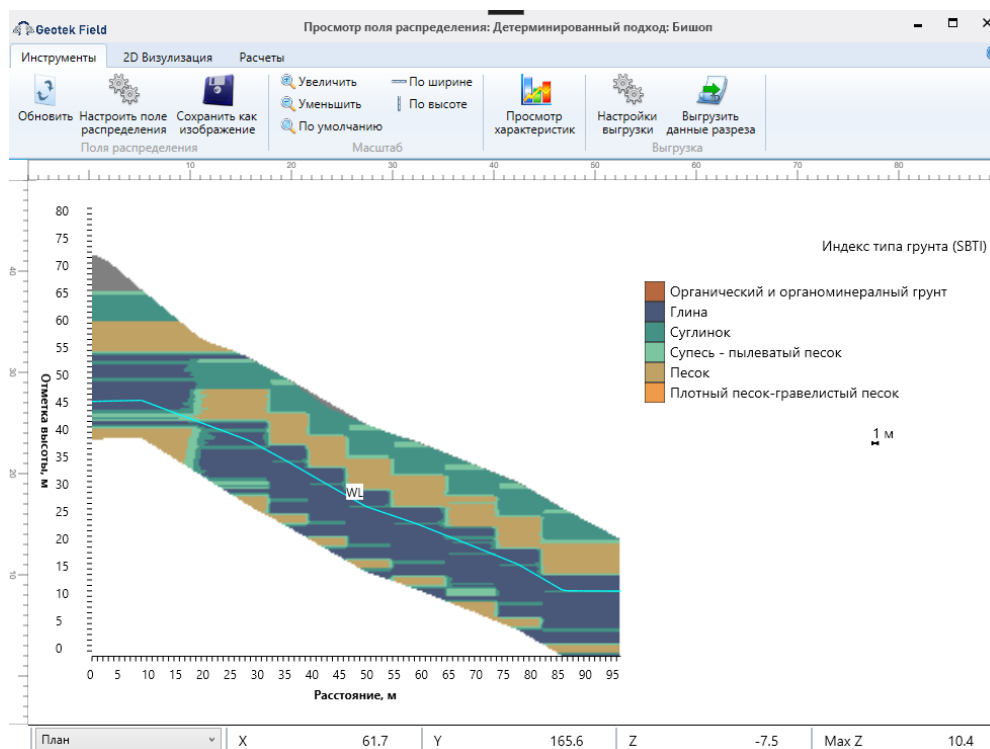


Рис. 17.12. Пример просмотра поля распределения индекса типа грунта

Поле распределения, показанное на рис. 17.12 построено по умолчанию. Для изменения следует использовать вкладку «Инструменты».

Вкладка «Инструменты», расположена в верхней части окна, и содержит (рис. 17.13):

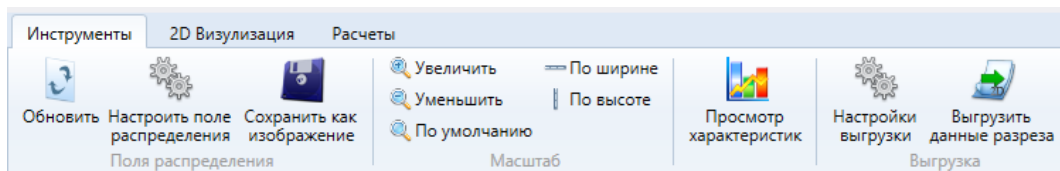


Рис. 17.13. Вкладка «Инструменты»

«Обновить» - обновить поле распределения.

«Настроить поле распределения» - открыть окно с настройками поля распределения.

«Сохранить как изображение» - сохранить поле распределения как изображение.

Вкладка «Масштаб»:

«Увеличить» - увеличить масштаб отображения поля распределения в 2 раза.

«Уменьшить» - уменьшить масштаб отображения поля распределения в 2 раза.

«По умолчанию» - сбросить любое масштабирование.

«По ширине» - масштабировать по ширине окна.

«По высоте» - масштабировать по высоте окна.

Вкладка «2D Визуализация»:

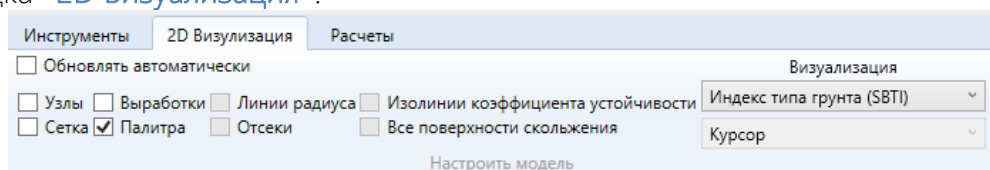


Рис. 17.14. Вкладка «2D Визуализация»

Флажок «**Обновлять автоматически**» - при отмеченном флажке, при переключении верхнего выпадающего списка в подгруппе «**Визуализация**», автоматически обновляет поле распределения выбранной характеристики.

Флажок «**Палитра**» - цветовая окраска рассматриваемого поля распределения выбранной характеристики грунта.

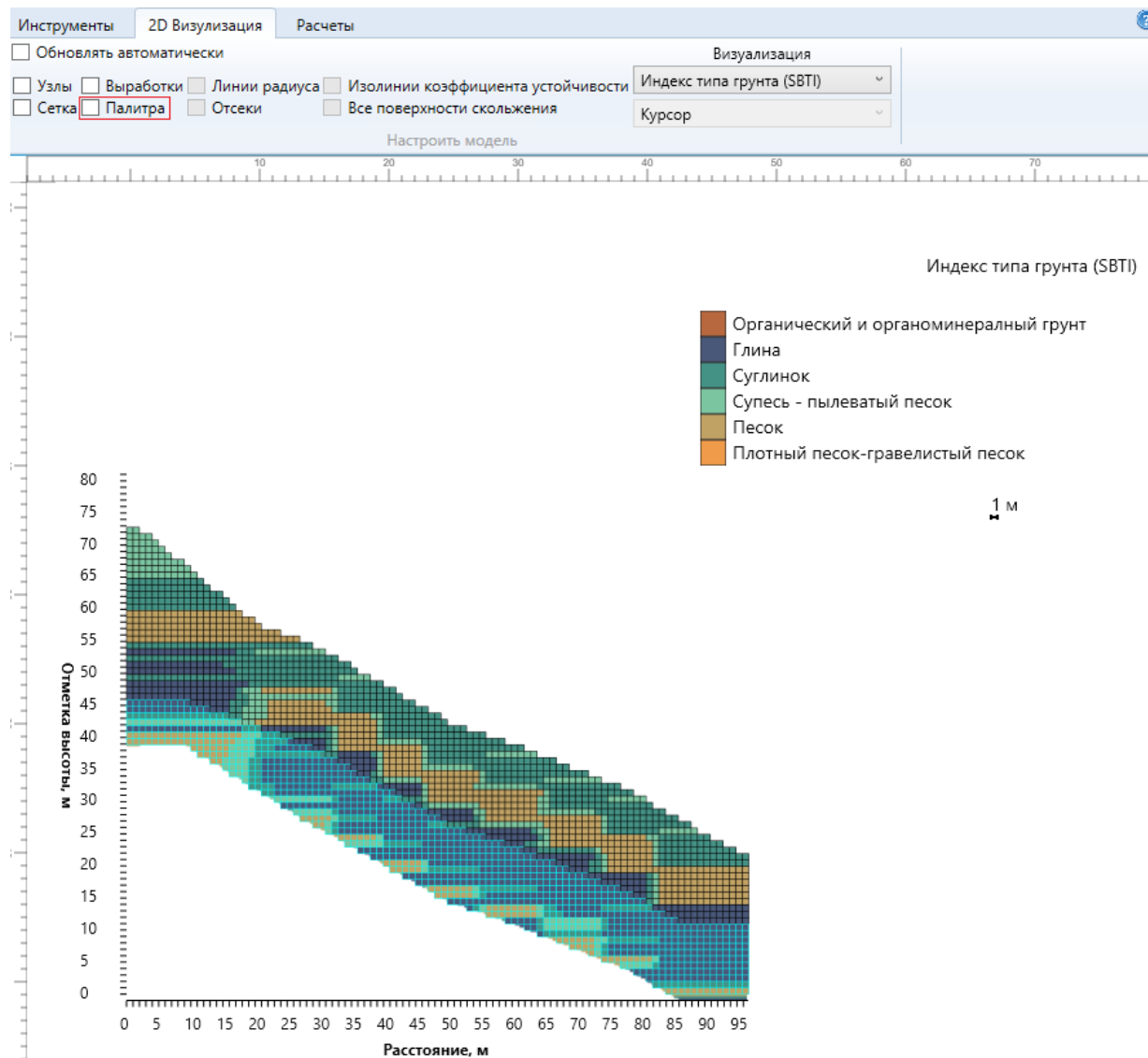


Рис. 17.15. Визуализация квадратных элементов

Флажок «**Сетка**» - отображение сетки (рис. 17.16).

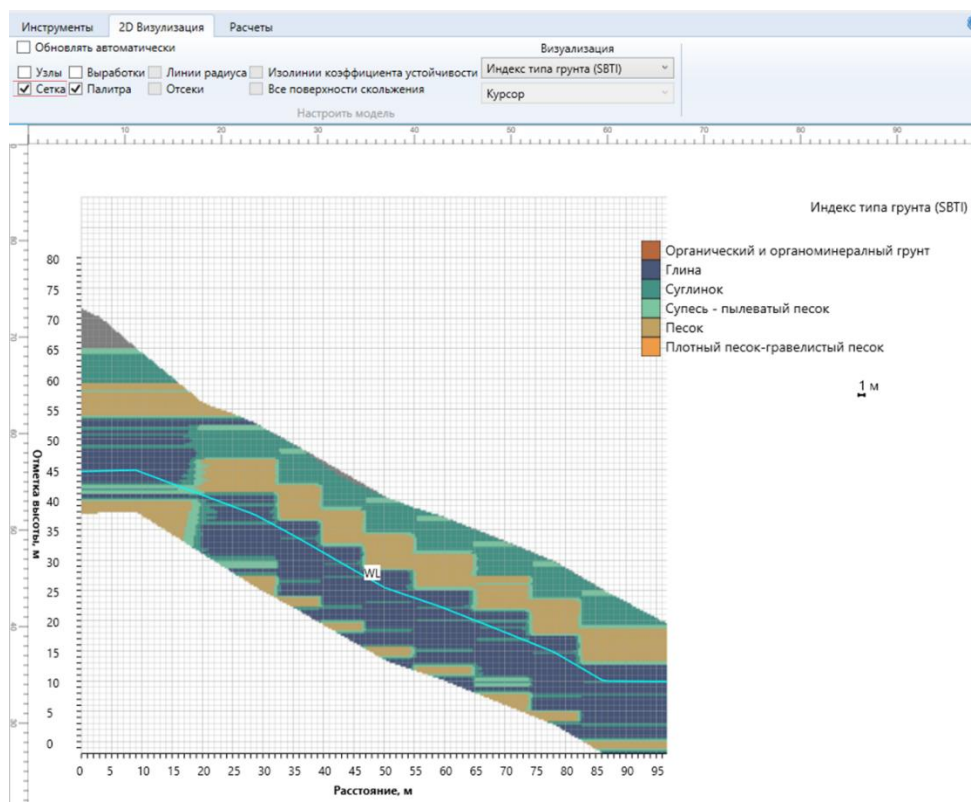


Рис. 17.16. Визуализация сетки

Флажок «Узлы» - отображение узлов сетки. Отображает узлы рассматриваемых решений, подсвечивая их красным. Включает список для ориентации по узлам (рис. 17.17).

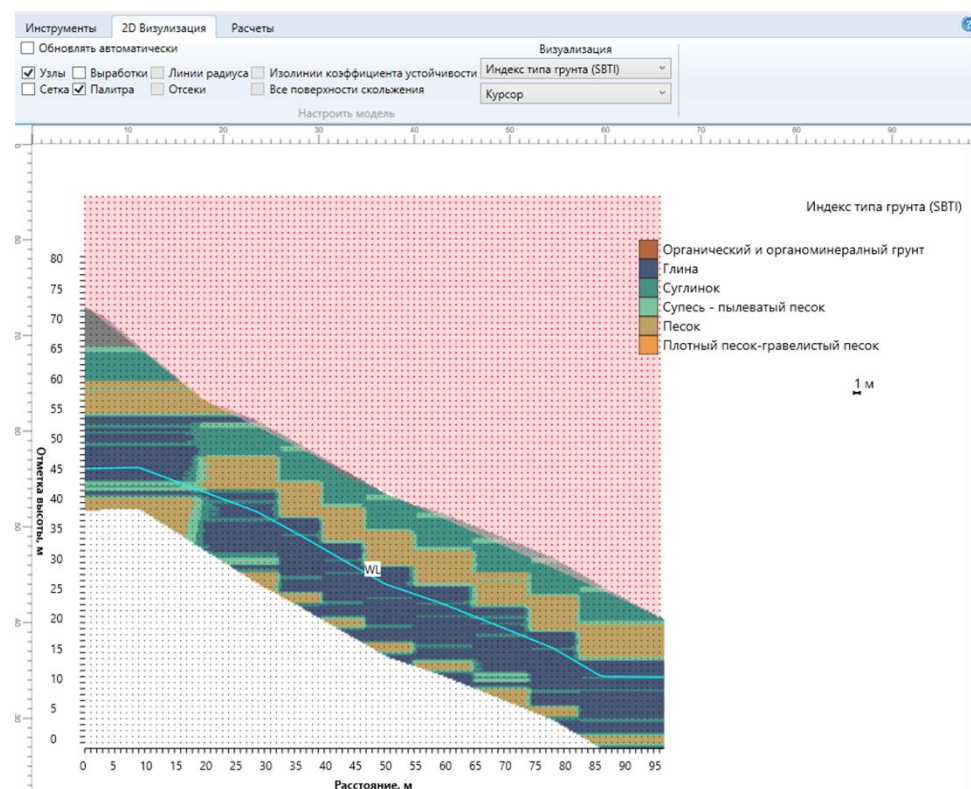


Рис. 17.17. Визуализация узлов сетки

Флажок «**Отсеки**» - Визуализация отсеков склона. Включается после успешного расчета (рис. 17.18). Данный флажок появится после выполнения расчета.

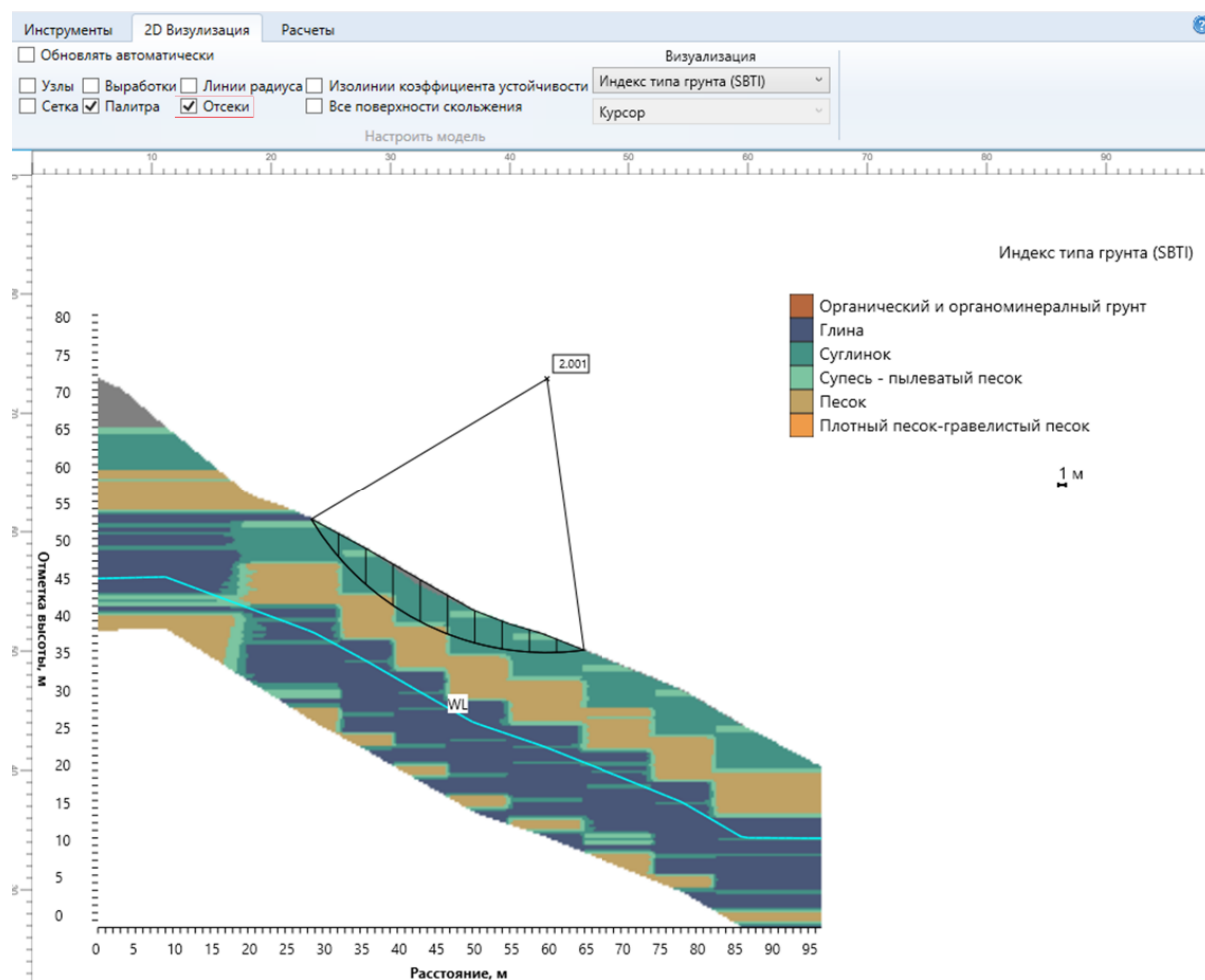


Рис. 17.18. Визуализация отсеков

Флажок «**Изолинии коэффициента устойчивости**» - отображение изолиний коэффициентов устойчивости. Включается после успешного расчета, если решений больше одного и в «**Настройка решения**» включен параметр «**Отображать все поверхности скольжения**» (рис. 17.19). Данный флажок появится после выполнения расчета.

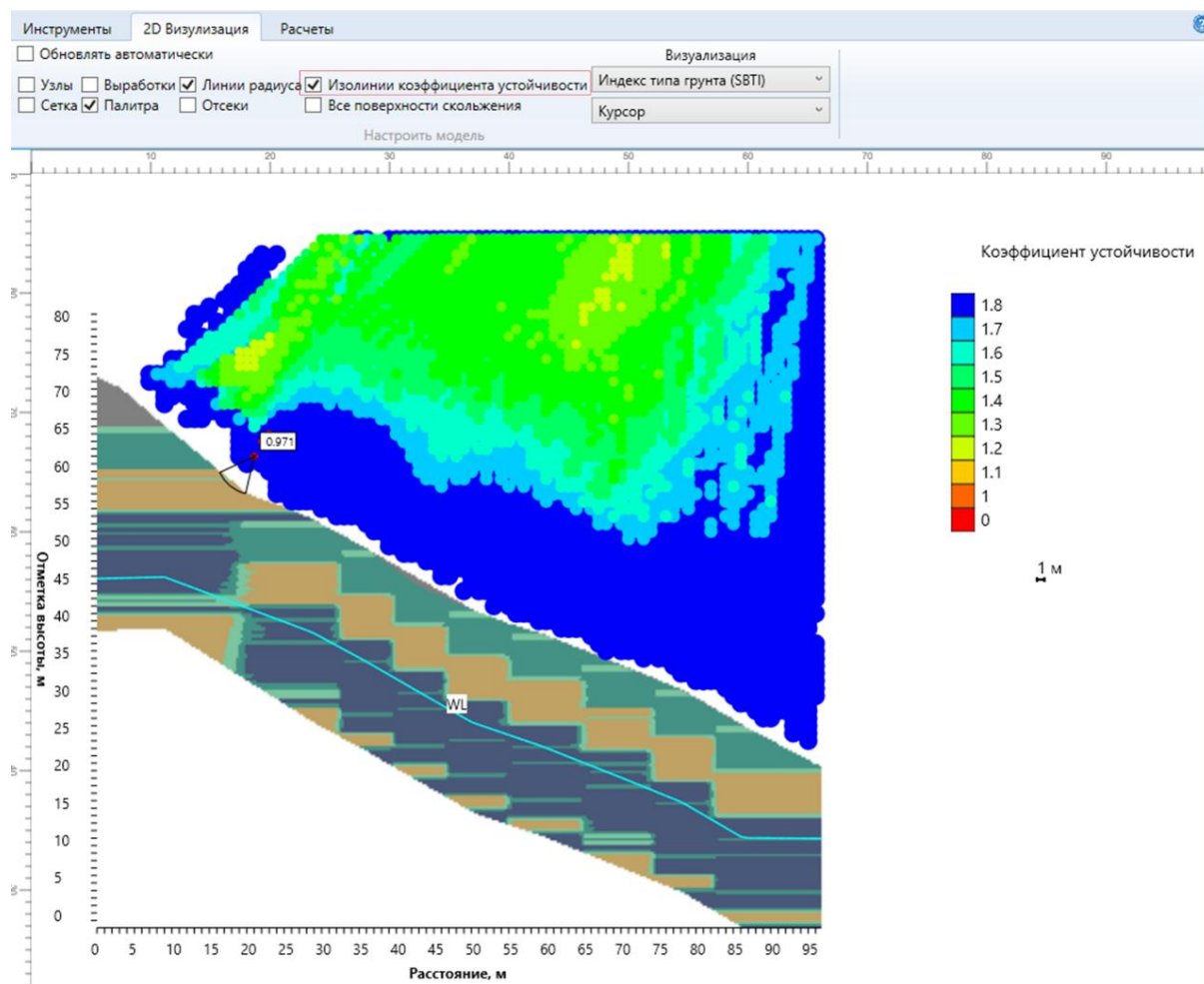


Рис. 17.19. Визуализация изолиний коэффициента устойчивости

Флажок «Все поверхности скольжения» - Отображение всех поверхностей скольжения разным цветом. Включается после успешного расчета, если решений больше одного и в «Настройки решения» включен параметр «Отображать все поверхности скольжения» (рис. 17.20). Данный флажок появится после выполнения расчета.

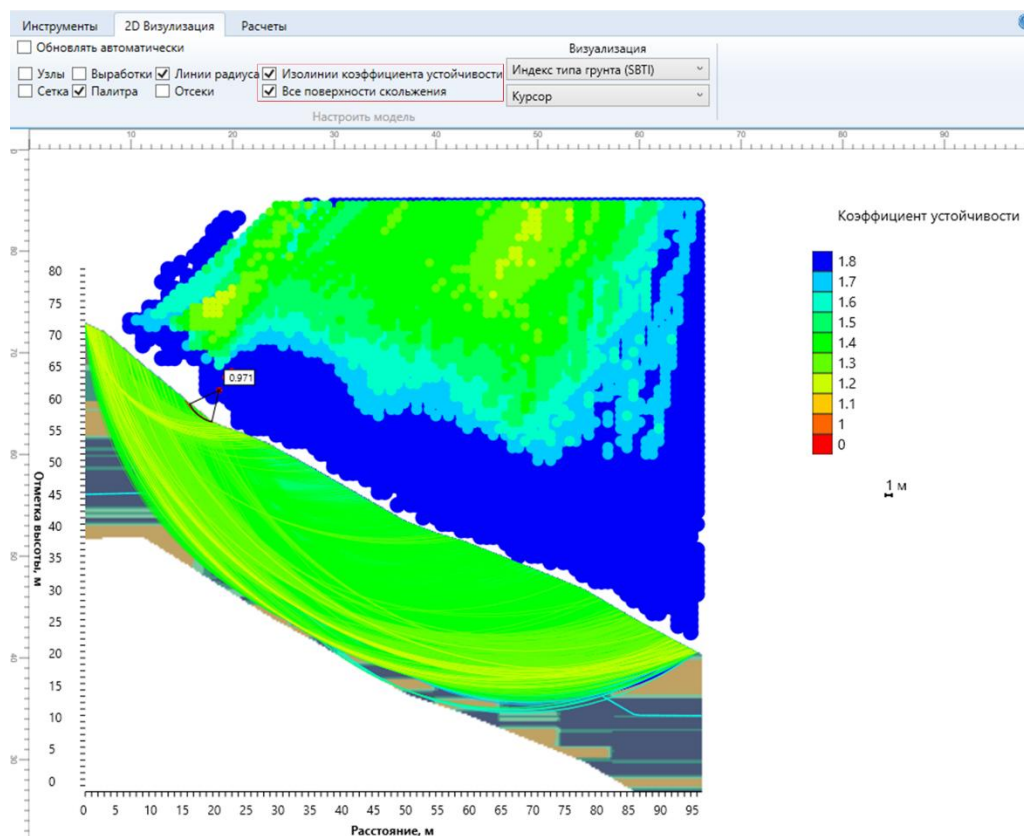


Рис. 17.20. Визуализация всех поверхностей скольжения

Выпадающие списки в подгруппе «Визуализация» (рис. 17.21):

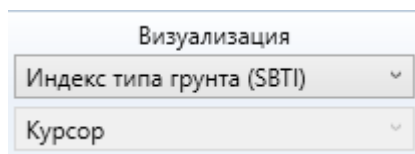


Рис. 17.21. Выпадающий список «Визуализация»

В выпадающем списке приведены характеристик грунтов, необходимые для расчета (рис. 17.22),

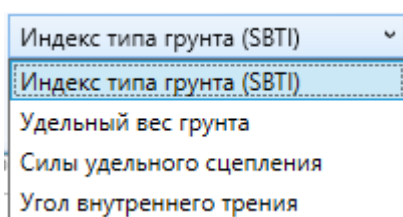


Рис. 17.22. Список характеристик грунта

Визуализация поля распределения, которых можно выбрать, путем выбора характеристики в данном списке и если активен флажок «Обновлять автоматически», то поле распределения перестроится самостоятельно, в ином случае, если флажок «Обновлять автоматически» не активен, необходимо нажать кнопку «Обновить» (рис. 17.23)

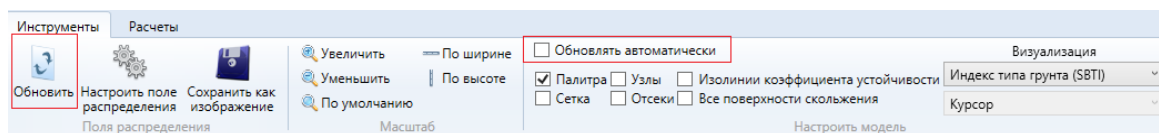


Рис. 17.23. Флажок «Обновлять автоматически»

Выпадающий список «Курсор»: становится активным при включенной галочке «Узлы» (рис. 17.24).

При выборе первого пункта «Курсор» будет отображен только курсор

При выборе второго пункта «Узлы» появляется обводка, которая перемещается к ближайшему узлу, а также на нижней панели координат будут отображаться координаты ближайшего узла.

При выборе третьего пункта «Выбор поверхности скольжения», появляется обводка, которая перемещается к ближайшему узлу, содержащему решение. При нажатии по такому узлу левой кнопкой мыши, автоматически отобразится значение коэффициента устойчивости в данном узле сетки. Данный пункт появится после выполнения расчета.

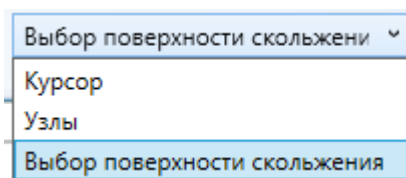


Рис. 17.24. Выпадающий список визуализации решения

В центральной части окна показан склон с полем распределения выбранной характеристики грунтов (рис. 17.25).

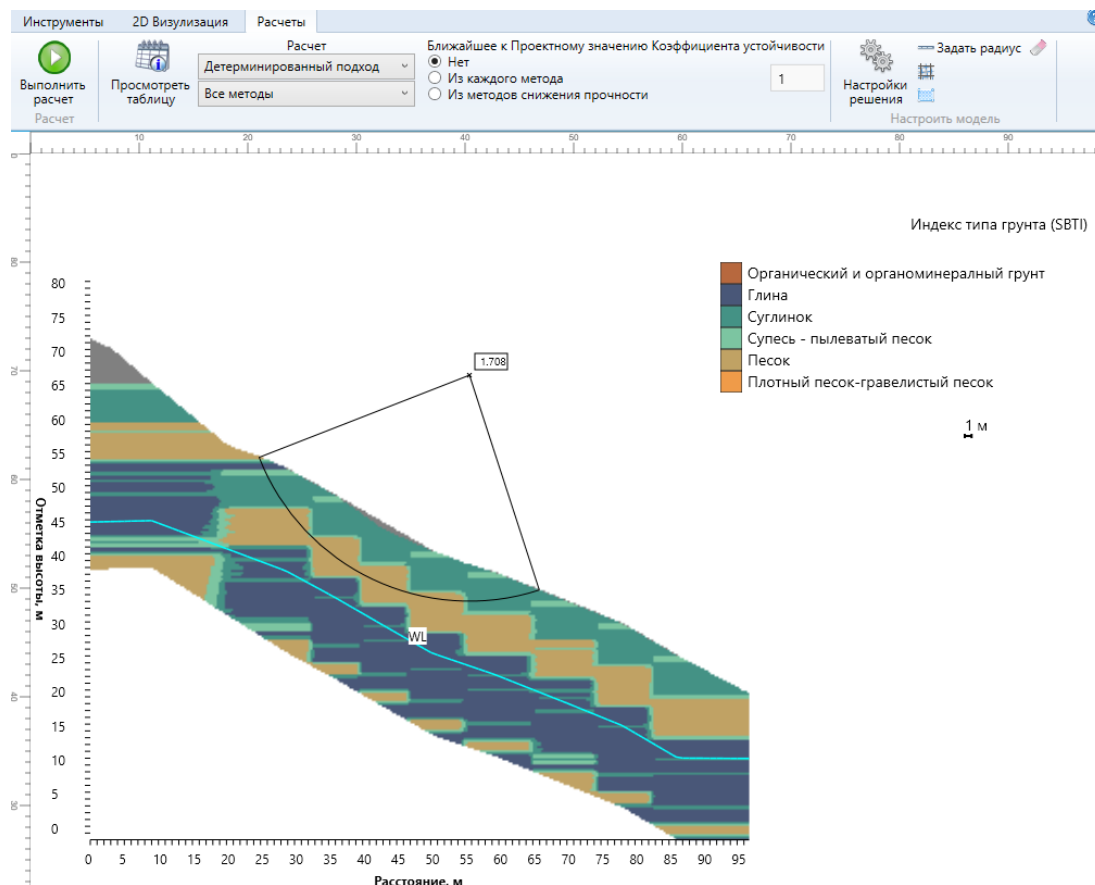


Рис. 17.25. Пример визуализации поверхности скольжения, индекса типа грунта и значения коэффициента устойчивости в выбранном узле сетки

При нажатии левой кнопкой мыши по полю распределения появятся данные в соответствующей узле сетки (рис. 17.26):

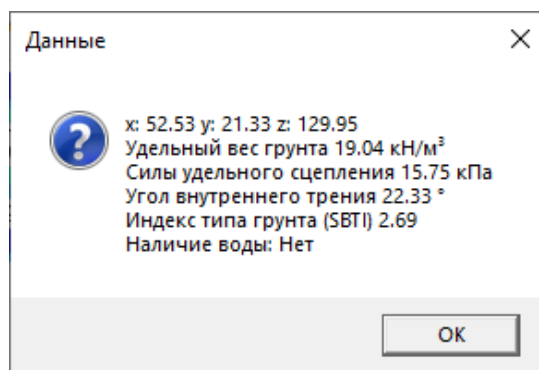


Рис. 17.26. Просмотр введенных данных в текущем узле сетки

При нажатии левой кнопкой мыши на поверхности скольжения появятся ее данные (рис. 17.27):

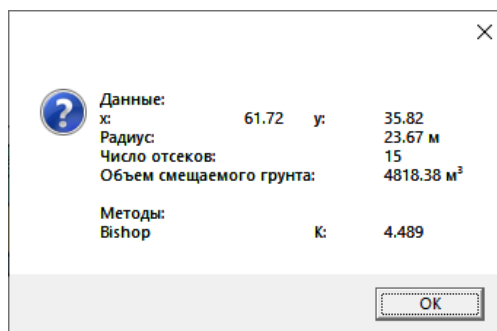


Рис. 17.27. Параметры поверхности скольжения

В нижней части окна расположена панель (рис. 17.28):

План	X	49.1	Y	21.4	Z	130.3	Max Z	136.2
Разрез	X		24.7	Y		83.8	Max Y	136.2
Холст	X		-19	Y		443	Max Y	169

Рис. 17.28. Вариации нижней панели отображения координат

Выпадающий список, влияющий на отображение координат в других полях (рис. 17.29) данной панели.

«План» - отображение координат курсора в формате координат плана

«Разрез» - отображение координат курсора в формате координат разреза

«Холст» - отображение координат курсора в формате координат холста, т.е. 2D плоскости, на которой изображен разрез

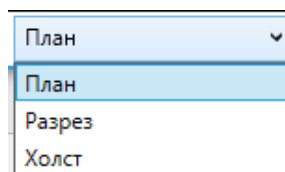


Рис. 17.29. Параметры отображения формата координат

«X», «Y», «Z» - координаты курсора X, Y, Z, в выбранном в выпадающем списке на данной панели.

«Max Z» - координата Z т.е. высота поверхности, с учетом положения курсора, в выбранном в выпадающем списке на данной панели.

Вкладка «Расчеты» в верхней части окна (рис. 17.30):

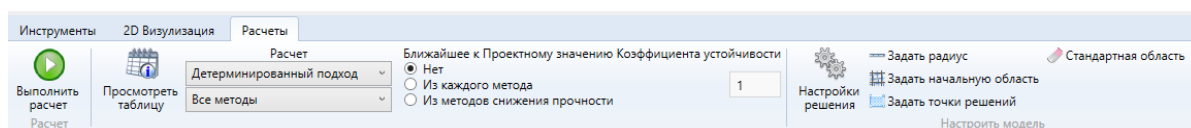


Рис. 17.30. Вкладка «Расчеты»

Данная вкладка содержит:

«Выполнить расчет» - расчет с введенными параметрами (рис. 17.33). Во время расчета будут отображаться поверхности скольжения, в реальном времени, а также будет открыта форма «Прогресс вычислений». На данной форме будут отображены:

прогресс вычислений: текущая - пройденное время; конечная - оставшееся время. Кнопка «||», позволяет прекратить вычисления.

Если ранее были выполнены расчеты, то программа сообщит о наличии вычисленных значений

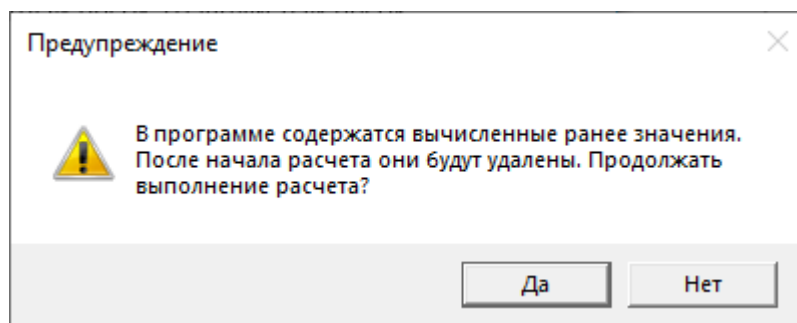


Рис. 17.31. Предупреждение о наличии вычислений

Если были выбраны несколько методов расчета и/или методов снижения прочности, то программа сообщит о предполагаемом количестве вычислений на одну итерацию расчета

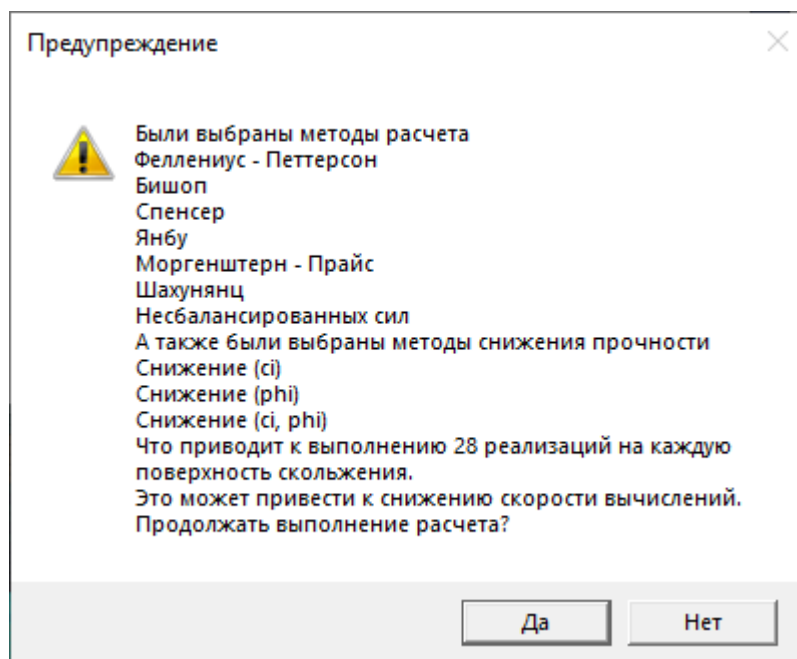


Рис. 17.32. Предупреждение о нескольких методах

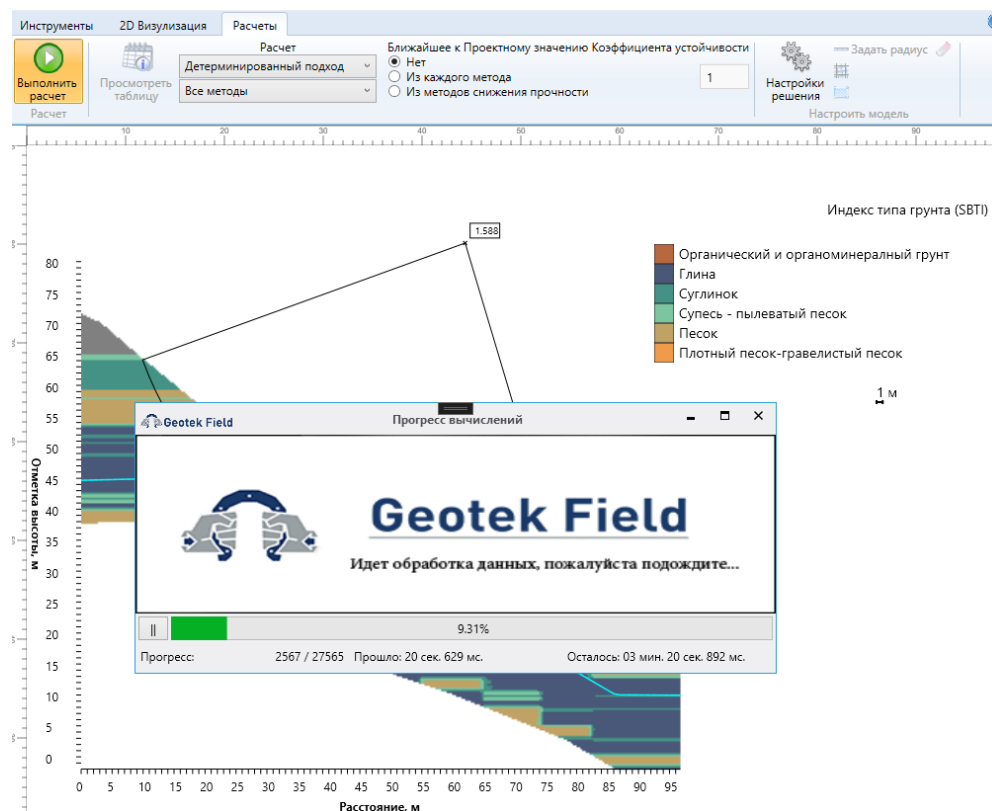


Рис. 17.33. Процесс решения задачи

«Посмотреть таблицу» – посмотреть таблицы параметров, фигурирующих в решении (см. раздел «Просмотр результатов расчета»).

Выпадающее меню «Расчет» содержит следующие наименования

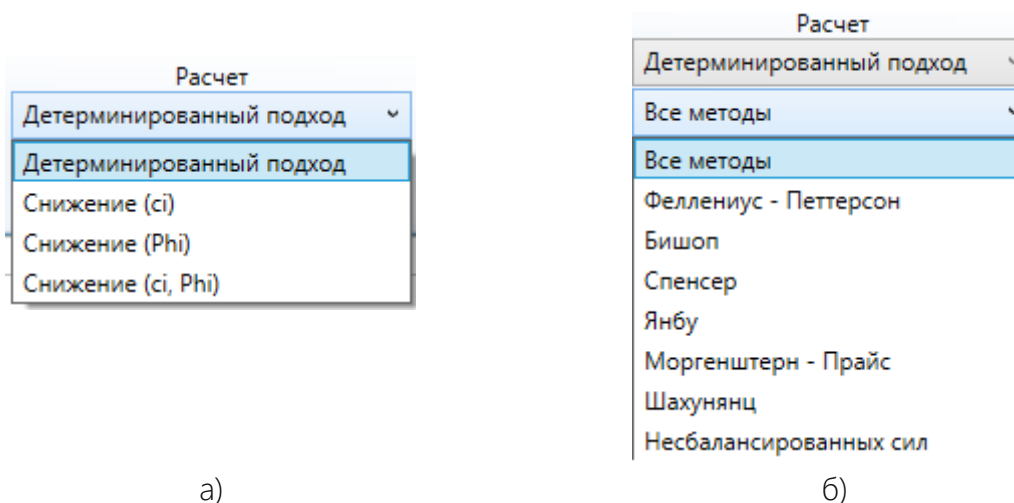
«Детерминированный» – отобразит выбранный детерминированный метод расчета;

«Снижение (*)» – отобразит расчеты, включающие в себя изменения в параметрах, указанных в скобках;

Выпадающее меню содержит следующие наименования:

«Все методы» – отобразит расчеты, выполненные всеми методами;

«Феллениус, Бишоп...» – отобразит расчеты, выполненные выбранным методом.



а)

б)

Рис. 17.34. Выпадающее меню «Расчет»

Переключатель «Ближайшее к Проектному значению Коэффициента устойчивости»:

Ближайшее к Проектному значению Коэффициента устойчивости

☒ Нет
☐ Из каждого метода
☐ Из методов снижения прочности

1

Рис. 17.35. Процесс решения задачи

«Нет» - отображает поверхности скольжения в соответствии со значениями, выбранными в выпадающих списках «Расчет».

«Из каждого метода» - из каждого метода («Бишоп», «Спенсер», и т.д.), выбранного для расчета отображается по одной поверхности скольжения и соответственно по одному коэффициенту устойчивости, ближайшему к вводимому значению «Коэффициента устойчивости»

Расчет

Импорт данных испытаний

Выгрузить в Excel

Выгрузка

Расчет

Детерминированный подход

Все методы

Ближайшее к Проектному значению Коэффициента устойчивости

☐ Нет
☒ Из каждого метода
☐ Из методов снижения прочности

1

Анализ решения

Поверхности скольжения

№ п/п	№ п/п, у	X	Y	Радиус, м	Объем смещаемого грунта, м³	Число отсеков	Коэффициент устойчивости, K	Метод расчета
1	749005	20.0	74.5	18.30	98.264	12	1.159	Феллениус - Петтерсон
2	596004	27.5	84.5	29.50	88.309	10	1.248	Бишоп
3	1437000	82.5	32.0	4.30	9.055	15	1.077	Спенсер
4	596004	27.5	84.5	29.50	88.309	10	1.356	Янбу
5	997005	55.0	59.5	22.70	121.501	13	1.113	Моргенштерн - Прайс
6	749005	20.0	74.5	18.30	98.264	12	1.137	Шахунянц
7	634004	25.0	82.0	26.00	80.781	10	1.155	Несбалансированных сил

Рис. 17.36. Таблица решений для «Из каждого метода»

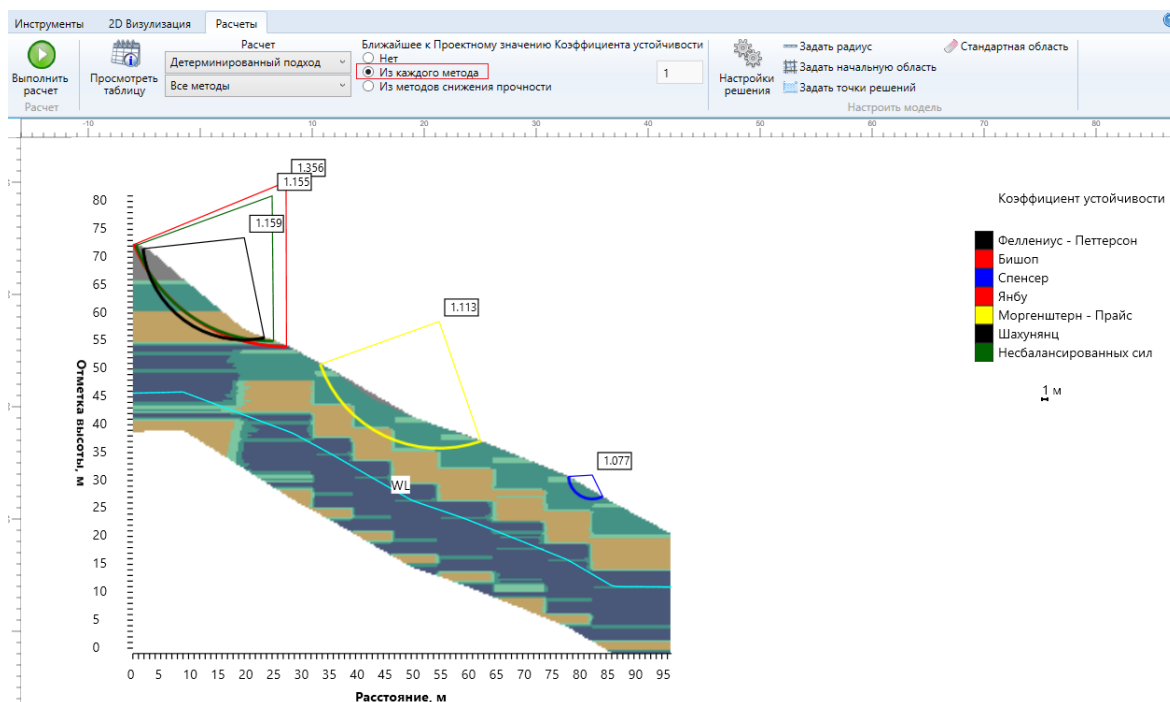


Рис. 17.37. Визуализация «Из каждого метода»

«Из методов снижения прочности» - из каждого метода («Снижение c_i », «Снижение ϕ_i », «Снижение c_i, ϕ_i »), выбранного для расчета отображается по одной поверхности скольжения и соответственно по одному коэффициенту устойчивости, ближайшему к вводимому значению «Коэффициента устойчивости»

Расчет

Импорт данных испытаний

Выгрузить в Excel

Выгрузка

Расчет

Детерминированный подход

Все методы

Ближайшее к Проектному значению Коэффициента устойчивости

☐ Нет
☐ Из каждого метода
☒ Из методов снижения прочности

1

Анализ решения

Поверхности скольжения

№ п/п	№ п/п, у	X	Y	Радиус, м	Объем смещаемого грунта, м³	Число отсеков	Коэффициент устойчивости, K	Метод расчета
1	596003	27.5	84.5	29.50	88.309	10	1.248	Детерминированный
2	1074002	52.5	54.5	14.20	28.760	11	1.000	Снижение (ci)
3	1198015	70.0	47.0	26.90	541.347	17	1.000	Снижение (Phi)
4	1199014	72.5	47.0	26.20	453.042	16	1.000	Снижение (ci, Phi)

Рис. 17.38. Таблица решений для «Из методов снижения прочности»

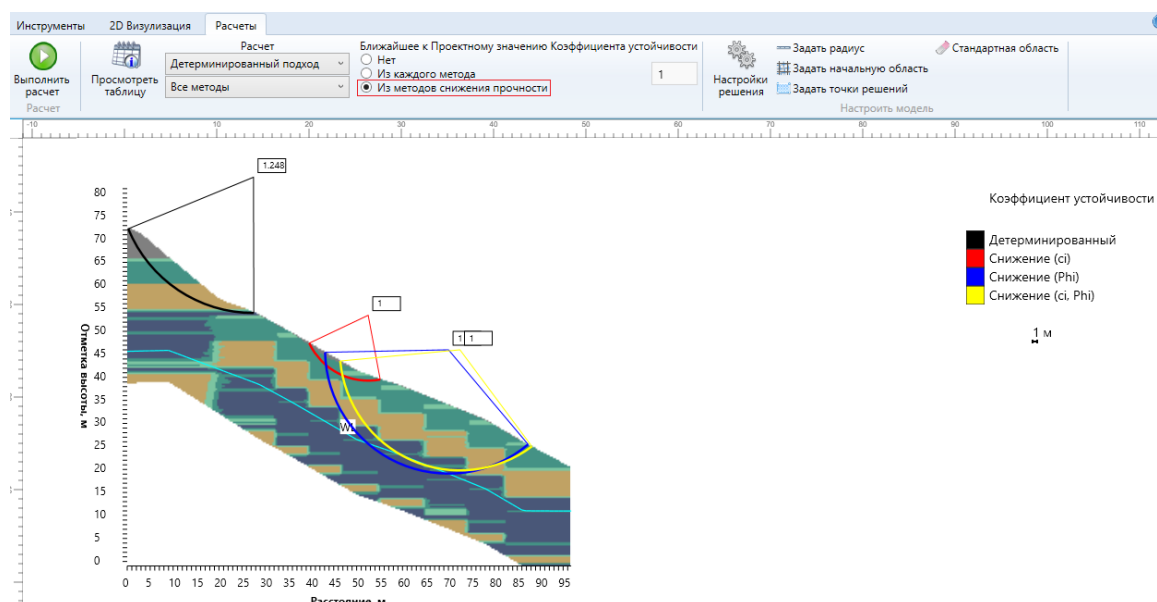


Рис. 17.39. Визуализация «Из методов снижения прочности»

Поле ввода «Коэффициента устойчивости» - необходимо для «Из каждого метода» и «Из методов снижения прочности», т.к. подбирает по одной поверхности скольжения из каждого метода, ближайшее к вводимому значению (по умолчанию 1)

Также изменится и содержание данной таблицы «Легенда», на специальные, заданные значения линий. Также изменится и отображение на разрезе.

«Настройки решения» - настройка параметров решений (см. раздел «Настройки»).

«Задать радиус» - при нажатии, данная кнопка перейдет в активное состояние, и затем следует отметить две точки на графике, обозначающие центр круга и точку на радиусе круга, при этом при выборе второй точки будет показана поверхность скольжения (рис. 17.40).

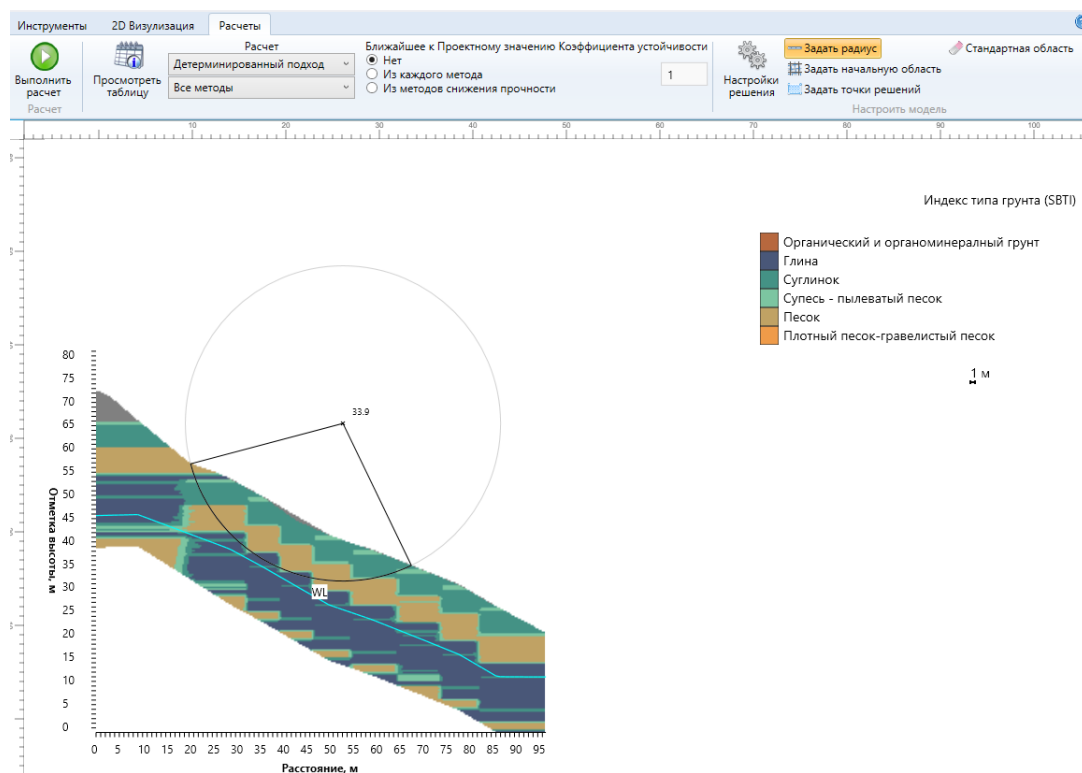


Рис. 17.40. Ввод радиуса поверхности скольжения

После подтверждения, отобразится решение (рис. 17.41)

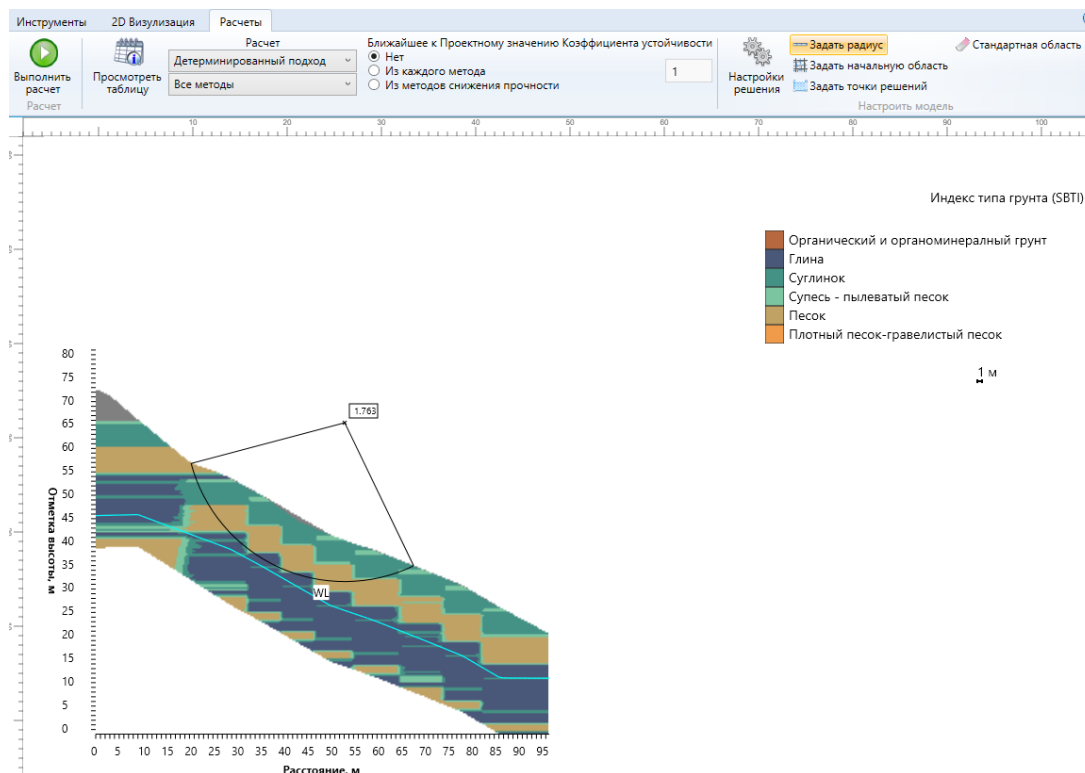


Рис. 17.41. Пример другого радиуса поверхности скольжения

Если при вводе радиуса не будет пересечения поверхности скольжения со склоном или часть поверхности скольжения пройдет через массив грунта, где нет данных изысканий, то появится сообщение об ошибке (рис 17.42).

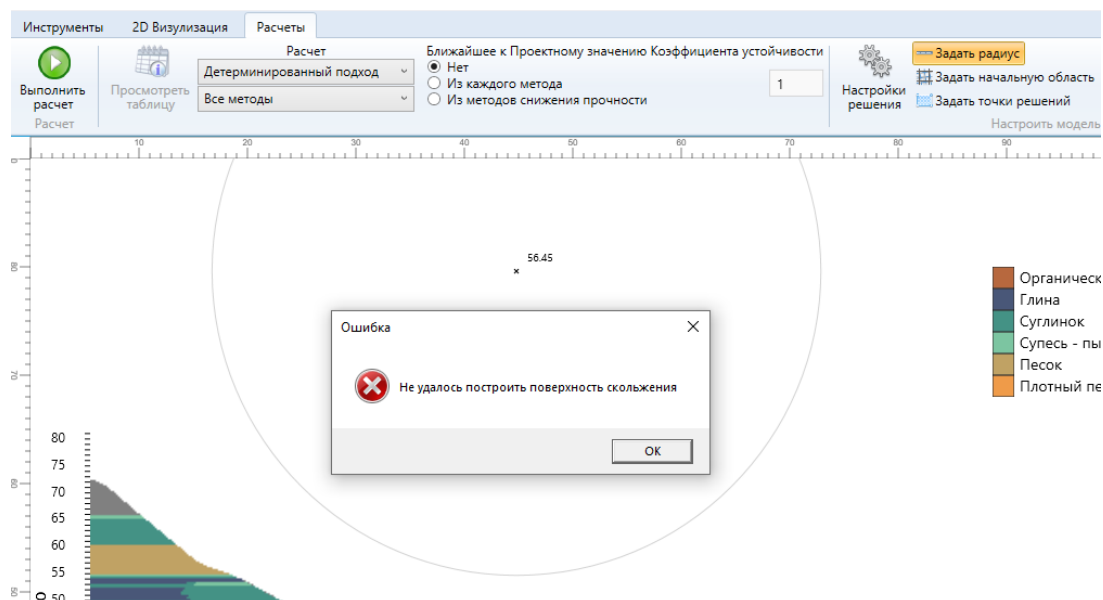


Рис. 17.42. Сообщение о положении поверхности скольжения вне тела склона

«Задать начальную область» - при нажатии, данная кнопка перейдет в активное состояние, и можно отметить две точки, позволяющие выбрать расчетную область, в пределах которой будут проходить поверхности скольжения и будут вычислены коэффициенты устойчивости (рис. 17.43). Штрихпунктирной линией обозначено текущее выделение, сплошной линией предыдущее выделение.

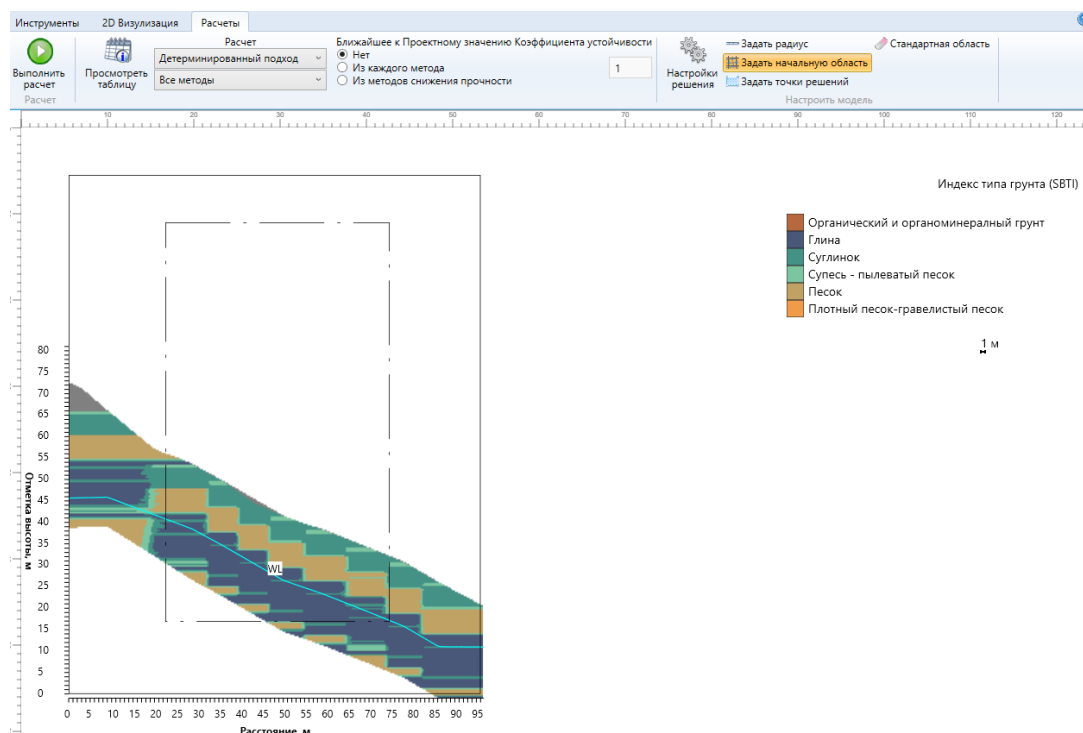


Рис. 17.43. Выбор текущей области расчета

«Задать точки решений» - при нажатии, данная кнопка перейдет в активное состояние, и можно отметить две точки, обозначающие область, содержащую начальные точки решений (рис. 17.44).

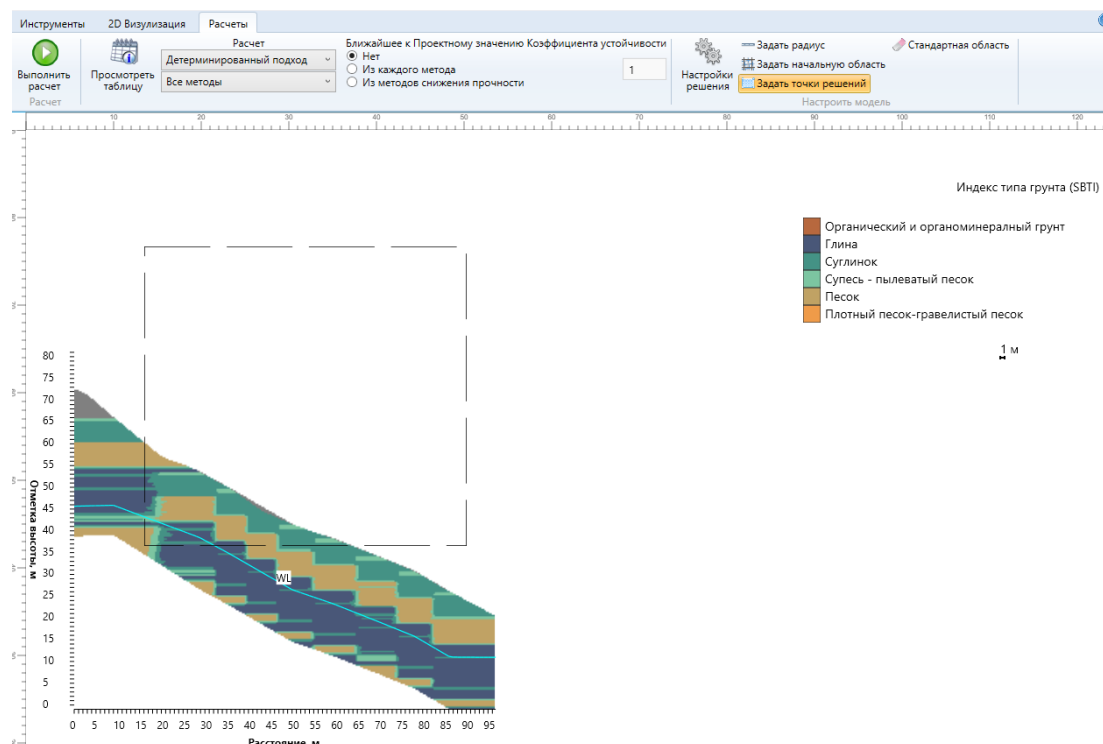


Рис. 17.44. Выбор области ввода радиуса поверхности скольжения

После успешной корректной отметки двух крайних точек отобразится область построения на полной сетке узлов (рис. 17.45).

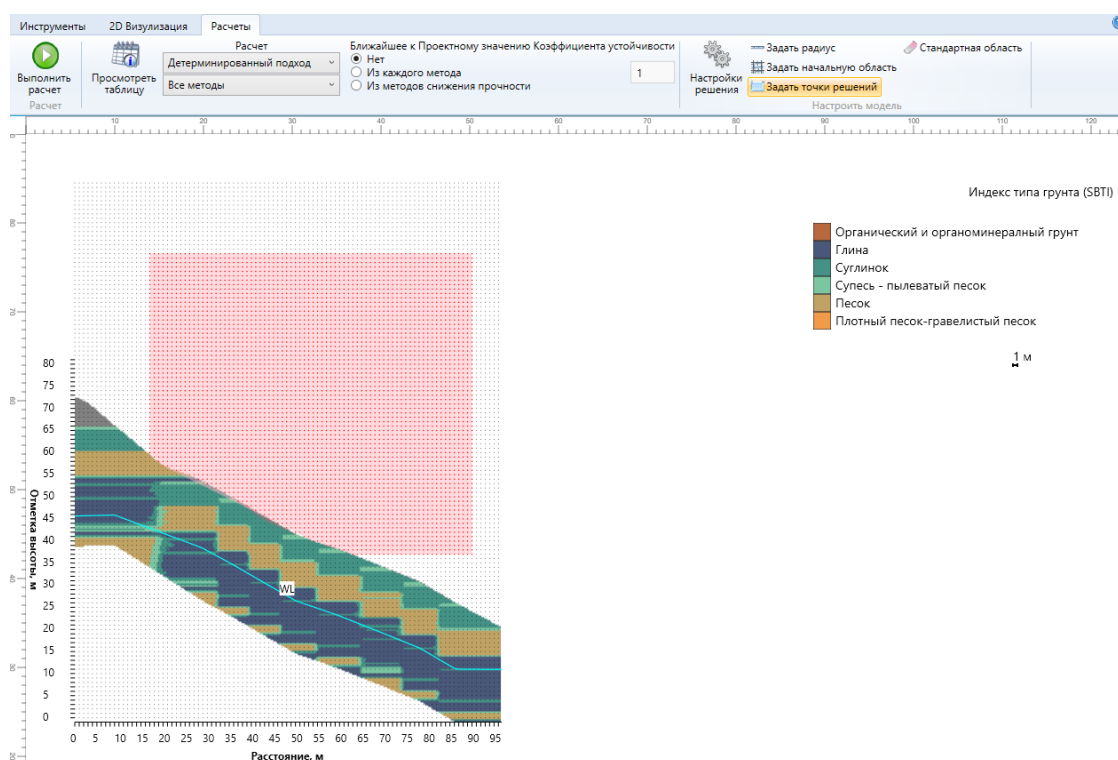


Рис. 17.45. Визуализация текущей области радиуса поверхности скольжения

При нажатии на кнопку «Стандартная область» - будут сброшены настройки, заданные с помощью «Задать начальную область» и «Задать точки решений» (рис. 17.46)

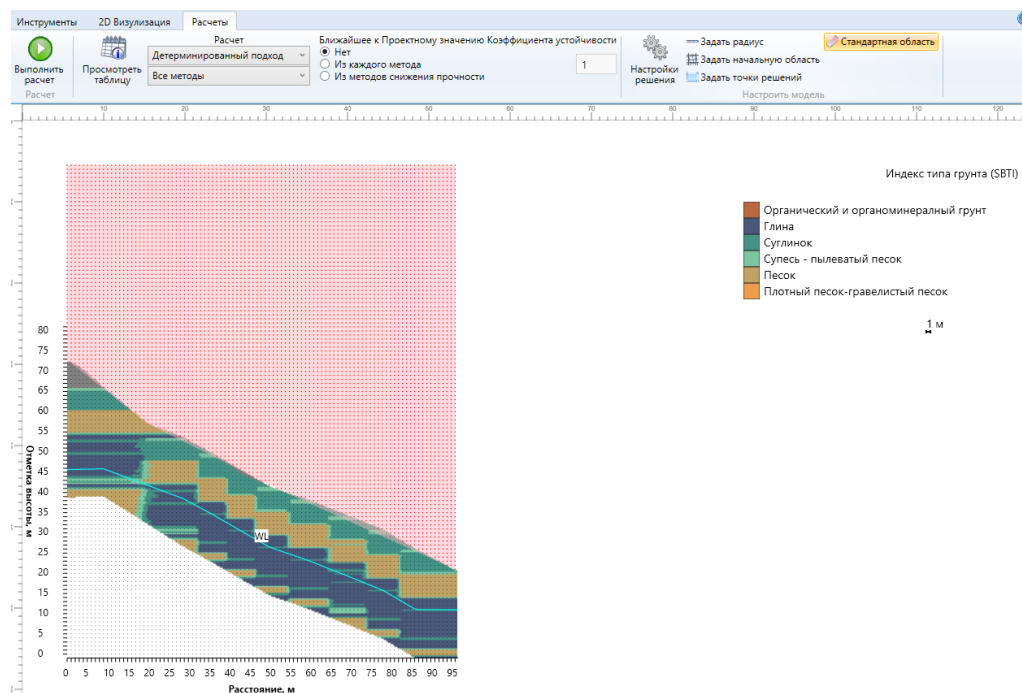


Рис. 17.46. Полная сетка, используемая для построения возможных поверхностей скольжения

17.2.1. Просмотр характеристик

Вкладка «**Просмотр характеристик**» (рис. 17.47) – позволяет выполнить визуализацию профилей характеристик грунтов, используемые при расчете устойчивости склона.

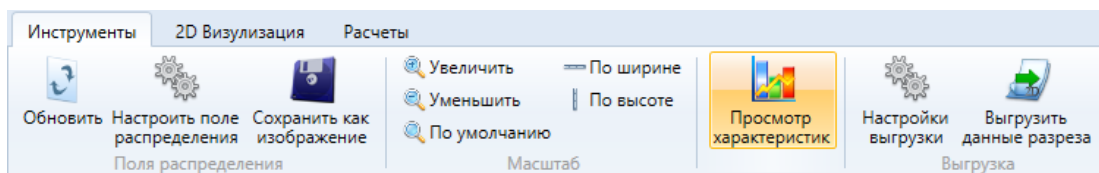


Рис. 17.47. Выбор функции «Просмотр характеристик»

При нажатии на кнопку «**Просмотр характеристик**» откроется форма «**Профили характеристик**». Данная форма поддерживает возможность демонстрации профилей на нескольких выработках (рис. 17.48), нажатием на название модели в дереве слева или одной выработки (рис. 17.49) нажатием на название выработки в дереве слева.

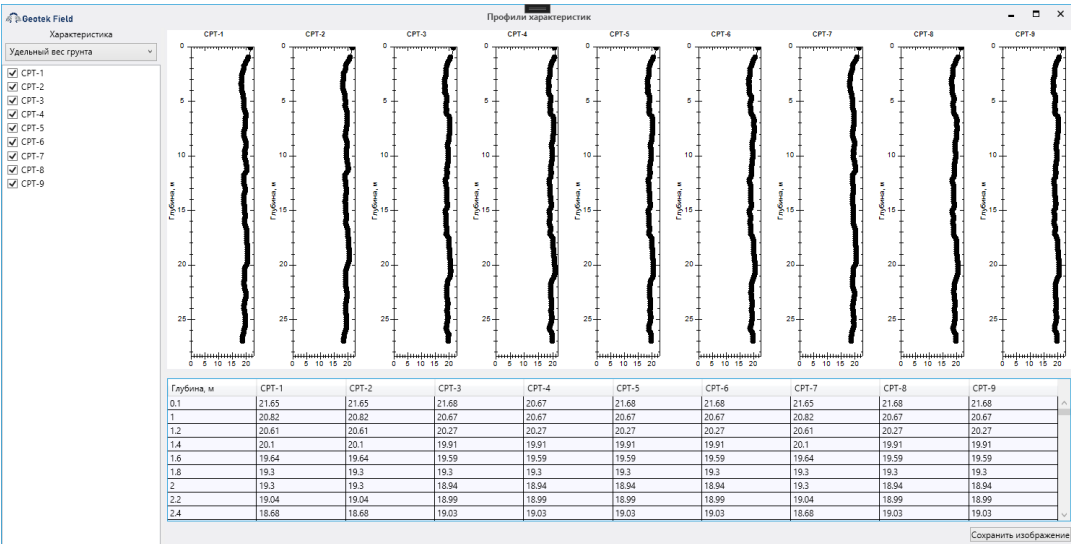


Рис. 17.48. Пример визуализации профиля удельного веса грунта на всех выработках

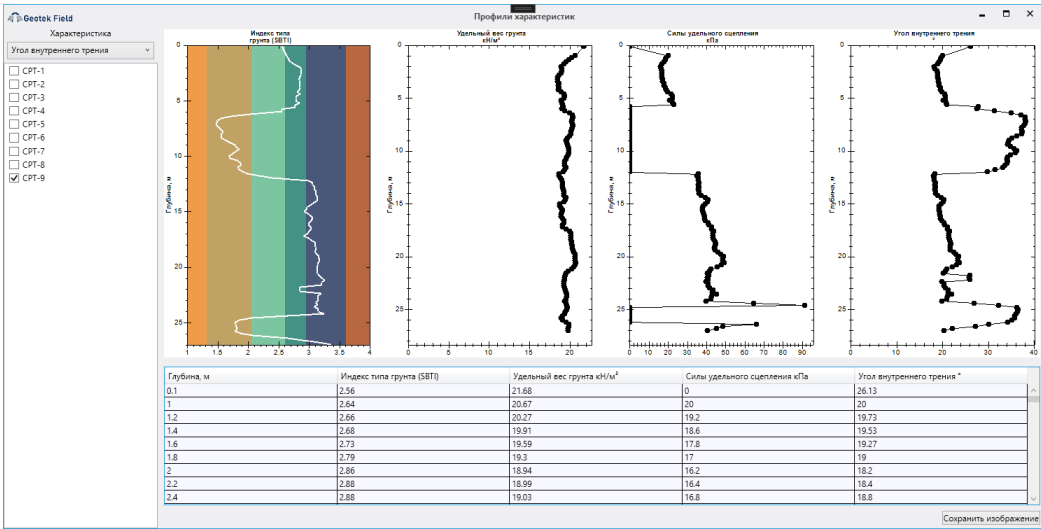


Рис. 17.49. Профили характеристик

Выпадающий список в верхнем левом углу формы содержит наименования введенных характеристик грунтов. При изменении выбора в данном списке изменятся и отображаемые данные (рис. 17.50)

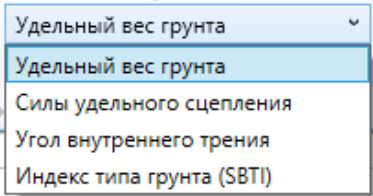


Рис. 17.50. Выбор характеристики для визуализации

17.2.2. Просмотр результатов расчета

В окне «Просмотр поля распределения», во вкладке «Расчеты», при нажатии на кнопку «Посмотреть таблицу» откроется окно «Результаты расчета» (рис.17.47) с указанием выбранного подхода и метода расчета.

№ п/п	№ п/п, у	X	Y	Радиус, м	Объем смещаемого грунта, м³	Число отсеков	Коэффициент устойчивости, K	Метод расчета
1	191010	87.5	112.0	89.00	670.285	10	1.527	Бишоп
2	191009	87.5	112.0	88.00	580.658	9	1.471	Бишоп
3	191008	87.5	112.0	87.00	495.480	9	1.456	Бишоп
4	191007	87.5	112.0	86.00	416.533	8	1.549	Бишоп
5	191006	87.5	112.0	85.00	344.535	8	1.604	Бишоп
6	191005	87.5	112.0	84.00	274.794	8	1.724	Бишоп
7	191004	87.5	112.0	83.00	209.680	7	1.971	Бишоп
8	191003	87.5	112.0	82.00	149.501	7	2.159	Бишоп
9	191002	87.5	112.0	81.00	92.968	6	2.757	Бишоп
10	191001	87.5	112.0	80.00	47.717	5	4.229	Бишоп
11	191000	87.5	112.0	79.00	12.623	4	8.139	Бишоп
12	190012	85.0	112.0	90.10	892.966	10	1.352	Бишоп
13	190011	85.0	112.0	89.10	786.738	10	1.390	Бишоп

Рис. 17.51. Результаты расчета

Во вкладке «Выгрузка», расположенной в верхней части окна:

«Импорт данных испытаний» - импортировать ранее рассчитанные и сохраненные данные в модуль для работы с ними;

«Выгрузить в Excel» - создаст файл Excel с данными из таблицы на рис. 17.47.

Выпадающее меню «Расчет» содержит следующие наименования (рис. 17.48):

«Детерминированный» - отобразит выбранный детерминированный метод расчета;

«Снижение (*)» - отобразит расчеты, включающие в себя изменения в параметрах, указанных в скобках;

«Все методы» - отобразит расчеты, выполненные всеми методами;

«Феллениус, Бишоп...» - отобразит расчеты, выполненные выбранным методом.

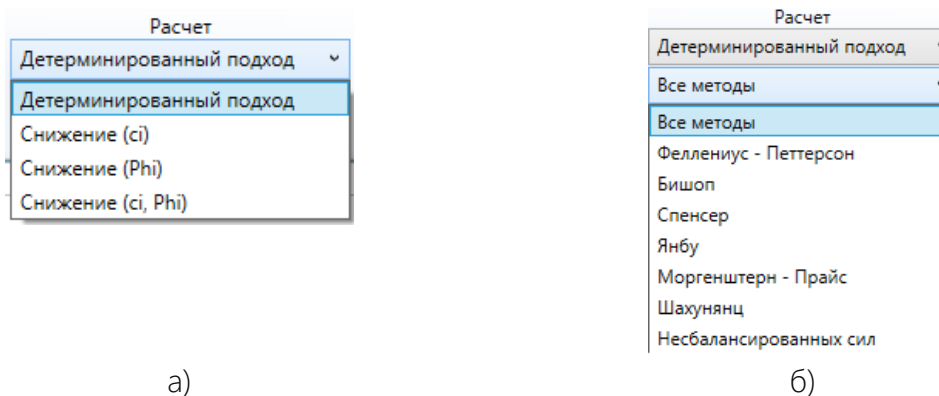


Рис. 17.52. Выпадающее меню «Расчет»

«**Статистика**» - открыть окно «**Статистика**», для показа статистики коэффициентов устойчивости в таблице «**Поверхности скольжения**» (см., раздел «**Статистика**»).

Вкладка «**Поверхности скольжения**», расположенная в центре окна содержит таблицу полученных поверхностей скольжения

Данная таблица содержит столбцы:

«**№ п/п**» - порядковый номер

«**X**» и «**Y**» - координаты X и Y точки, выступающей центром кругло цилиндрической поверхности скольжения

«**Радиус, м**» - радиус кругло цилиндрической поверхности скольжения

«**Объем смещаемого грунта, м³**» - объем смещаемого грунта

«**Коэффициент устойчивости, K**» - рассчитанный коэффициент устойчивости

«**Метод расчета**» - метод расчета, которым был рассчитан коэффициент устойчивости, отображаемый в столбце «**Коэффициент устойчивости, K**» данной таблицы

17.2.3. Настройки

В окне «**Просмотр поля распределения**» при нажатии на кнопку «**Настройки решения**» откроется форма «**Настройка решения**» (рис. 17.53).

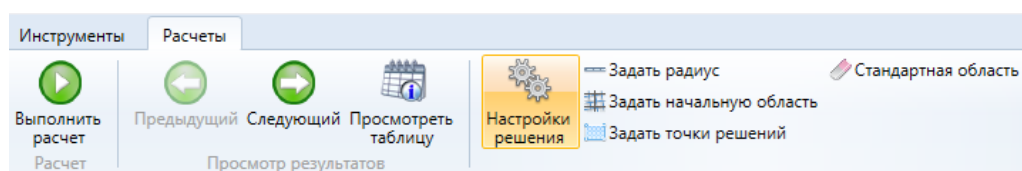


Рис. 17.53. Выбор «Настройки решения»

Во вкладке «**Настройки решения**» можно изменить или подтвердить начальные параметры расчета. (рис. 17.54).

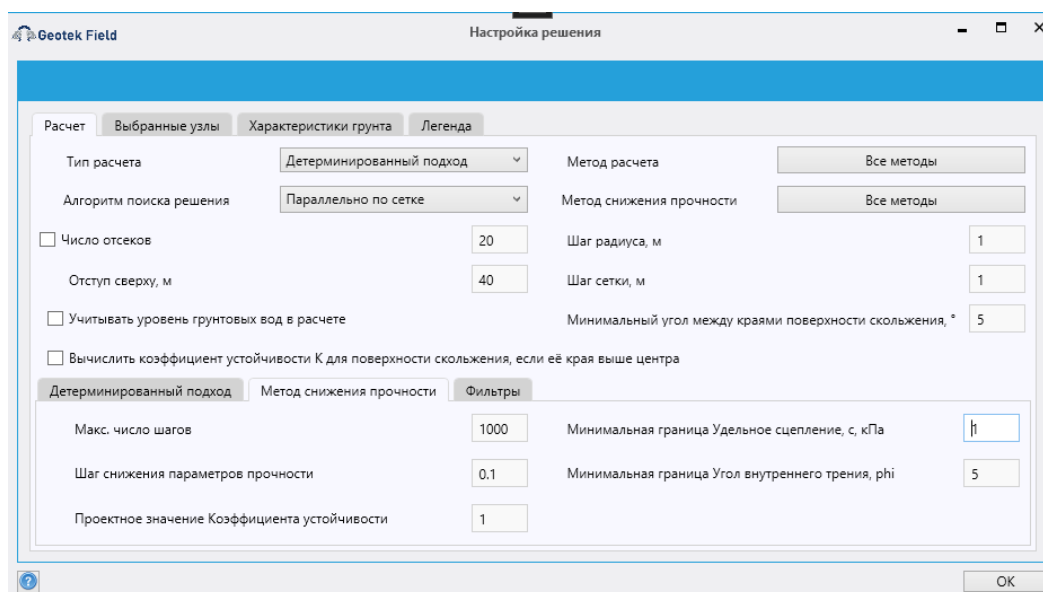


Рис. 17.54. Настройка решения

«**Число отсеков**» - включает в себя поле ввода числа отсеков и флажок, который в активном состоянии учитывает введенное значение и применяет его ко всем

поверхностям скольжения, а в выключенном состоянии рассчитывает число отсеков на основе того, что ширина отсека приблизительно равна одной десятой радиуса скользящей поверхности

«**Шаг радиуса, м**» - задать шаг, с которым изменяется длина радиуса поверхности скольжения.

«**Отступ сверху, м**» - задать пространство над склоном, необходимое для формирования начальной точки радиуса поверхности скольжения.

«**Отображать все поверхности скольжения**» - галочка, с помощью которой указывается, необходимо ли показывать все поверхности скольжения после расчета.

Вкладка «**Метод снижения прочности**» (рис 17.48):

«**Минимальная граница 'Удельное сцепление'**», «**Минимальная граница 'Угол внутреннего трения'**» - включает в себя поле ввода, для указания минимального значения, по достижении которого программа прекратит вычисления. Флажок необходим для указания того, будет ли использован данный параметр в расчете «**Метод снижения прочности**».

«**Шаг снижения прочности**» - шаг увеличения делителя (знаменателя) коэффициента снижения прочности.

«**Макс. Число шагов**» - число шагов программы, при превышении которого программа прекратит вычисления.

Вкладка «**Фильтры**» (рис. 17.55):

Границы области поиска решений			
Левая граница, м	p	Верхняя граница, м	160
Правая граница, м	96	Нижняя граница, м	-0.999

Рис. 17.55. Вкладка «Фильтры»

Вкладка «**Границы области поиска решений**» - обозначает диапазон, за пределами которого поиск решения производиться не будет.

При выборе метода расчета «**Полувероятностный**» появится таблица (рис. 17.56). При выбранном «**Полувероятностном**» способе расчета значения грунтов будут устанавливаться в соответствии со значениями данной таблицы. Характеристики грунта в этом случае определены с учетом их пространственной изменчивости, с использованием выбранной функции аппроксимации при построении ЦИГМ, но затем были приняты здесь как среднее значение для каждого типа грунта.

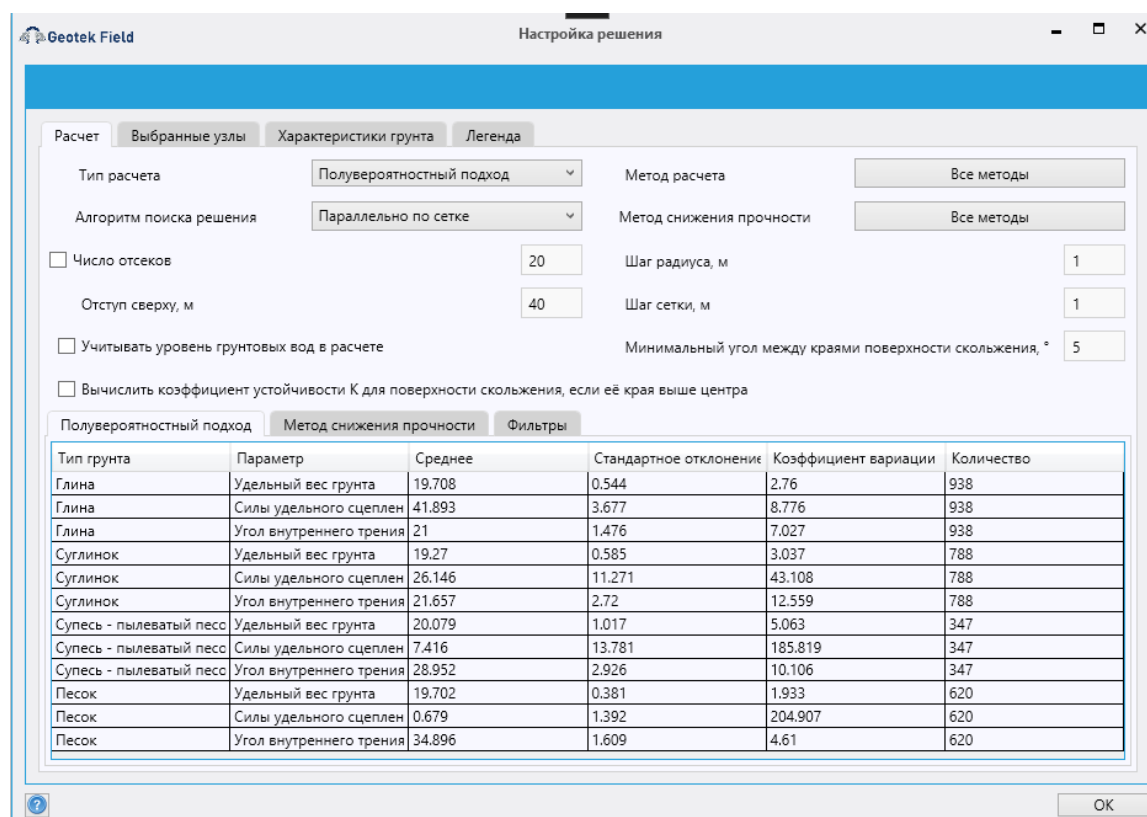


Рис. 17.56 Полувероятностный способ расчета

Данная таблица содержит столбцы:

«**Тип грунта**» - тип грунта

«**Параметр**» - параметр данного типа грунта

«**Среднее**» - среднее арифметическое параметра данного типа грунта

«**Стандартное отклонение**» - стандартное отклонение параметра данного типа грунта

Во вкладке «**Выбранные узлы**» - таблица, содержащая координаты X и Y выбранных узлов, выступающих центрами поверхностей скольжения (рис. 17.57)

Расчет	Выбранные узлы	Характеристики грунта	Легенда
X		Y	
0.00		150.53	
1.00		150.53	
2.00		150.53	
3.00		150.53	
4.00		150.53	
5.00		150.53	
6.00		150.53	
7.00		150.53	
8.00		150.53	

Рис. 17.57. Выбранные узлы

Вкладка «**Характеристики грунта**» таблица, отображающая выбранную «**Характеристику**» для выбранного «**Типа грунта**». (рис. 17.58). Данная вкладка необходима для демонстрации и сортировки данных перед обработкой модулем «**Статистика**» (см. раздел «**Статистика**»).

Расчет Выбранные узлы Характеристики грунта Легенда			
Тип грунта		Характеристика	
Глина		Удельный вес грунта	
№ п/п	X	Y	Значение
623	0.50	17.75	18.98
624	1.50	17.75	18.98
625	2.50	17.75	18.98
626	3.49	17.75	18.98
627	4.49	17.75	18.98
628	5.49	17.75	18.98
629	6.49	17.75	18.98
630	7.49	17.75	18.98
631	8.48	17.75	18.99
632	9.48	17.75	18.99
633	10.48	17.75	19.01

Рис. 17.58. Характеристики грунта

Выпадающий список «Тип грунта» (рис. 17.59)

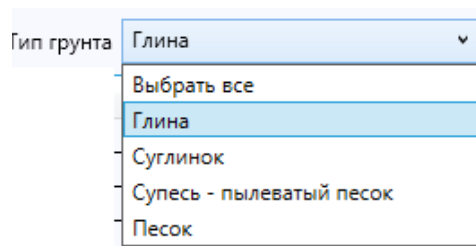


Рис. 17.59. Тип грунта

Выпадающий список «Характеристика» (рис. 17.60)

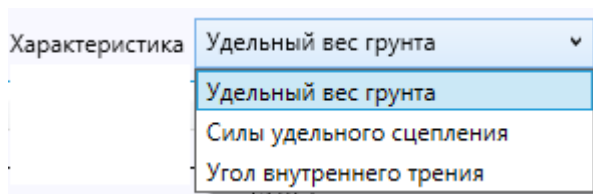


Рис. 17.60. Характеристика

Кнопка с изображением графика – открытие окна «Статистика» (см. раздел «Статистика»), используя данные, отображаемые в таблице.

Данная таблица содержит столбцы:

«№ п/п» - порядковый номер

«X» и «Y» - координаты X и Y точки, выступающей центром кругло цилиндрической поверхности скольжения

«Значение» - значение выбранной характеристики, выбранного типа грунта, заданных с помощью выпадающих списков «Характеристика» и «Тип грунта».

Вкладка «Легенда» - отображение легенды, используемой при построении изолиний коэффициентов устойчивости (рис. 17.61).

Расчет	Выбранные узлы	Характеристики грунта	Легенда	
Мин. значение	Макс. значение	Цвет	Тип линии	Толщина линии
5.32988	45.343		_____	1
4.78175	5.32988		_____	1
4.23362	4.78175		_____	1
3.6855	4.23362		_____	1
3.13738	3.6855		_____	1
2.58925	3.13738		_____	1
2.04112	2.58925		_____	1
0.7465	2.04112		_____	1

Рис. 17.61. Выбор цвета, типа и толщины линии поверхности скольжения

Данная таблица содержит столбцы:

- «Мин. значения» - минимум диапазона значений, при попадании коэффициента устойчивости в который данная поверхность скольжения закрашивается данным цветом
- «Макс. значения» - максимум диапазона значений, при попадании коэффициента устойчивости, в который данная поверхность скольжения закрашивается данным цветом
- «Цвет» - цвет, которым раскрашиваются значения данного диапазона
- «Тип линии» - вид линии, которой будет отображаться поверхность скольжения
- «Толщина линии» - толщина линии, которой будет отображаться поверхность скольжения

17.2.4. Статистика

Окно «Статистика» можно открыть из окна «Результаты расчета» (рис. 17.62), а также из окна «Настройки решения» вкладка «Слои», вкладка «Статистка» (рис. 17.63).

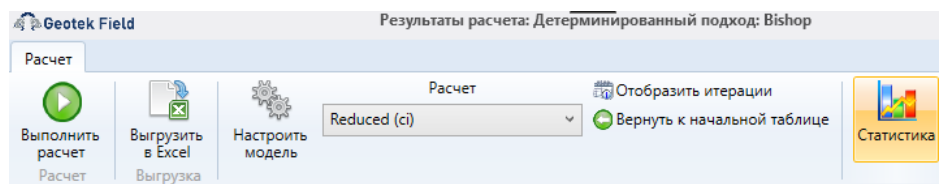


Рис. 17.62. Расположение вкладки «Статистика» в «Результаты расчета»

Расчет	Выбранные узлы	Характеристики грунта	Легенда
Тип грунта	Глина	Характеристика	Удельный вес грунта
№ п/п	X	Y	Значение
623	0.50	17.75	18.98
624	1.50	17.75	18.98
625	2.50	17.75	18.98
626	3.49	17.75	18.98
627	4.49	17.75	18.98
628	5.49	17.75	18.98
629	6.49	17.75	18.98
630	7.49	17.75	18.98
631	8.48	17.75	18.99
632	9.48	17.75	18.99
633	10.48	17.75	19.01

Рис. 17.63 – Расположение вкладки «Статистика» в «Настройки решения»

Далее данные обрабатываются и отображаются в графическом и табличном виде (см. раздел «СТАТИСТИКА»)

18. ОСНОВНЫЕ СТАТИСТИКИ

Для доступа к модулю «**Основные статистики**» на основной форме во вкладке «**Статистика**» необходимо выбрать «**Основные статистики**» (рис. 18.1), после чего в открывшейся форме выбрать параметры.

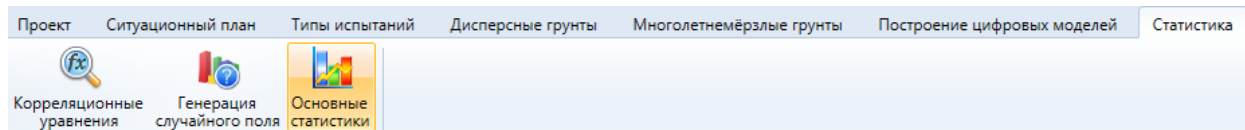


Рис. 18.1. Расположение вкладки «Основные статистики»

18.1 Общее описание интерфейса

Интерфейс модуля представляет собой нижеприведенную оконную форму.

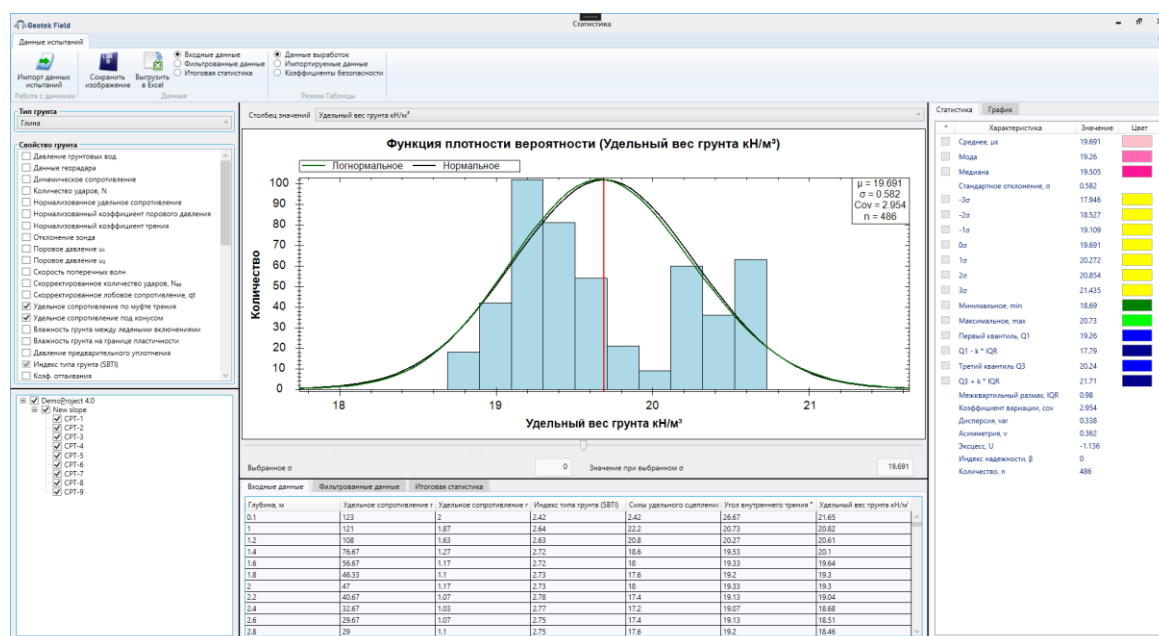


Рис. 18.2. Интерфейс модуля

Панель инструментов:

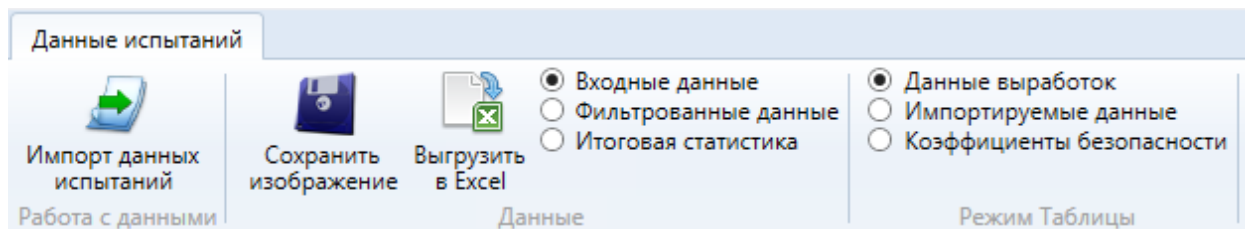


Рис. 18.3. Панель инструментов

Вкладка «**Данные испытаний**», расположенная в верхней части окна, содержит:

«**Импорт данных испытаний**» - импортировать ранее рассчитанные и сохраненные данные в модуль для работы с ними;

«**Сохранить изображение**» - сохранить график в формате изображения

«Выгрузить в Excel» - создаст файл Excel с данными из таблицы в зависимости от выбранного пункта: «Входные данные», «Фильтрованные данные», «Итоговая статистика»

«Режим таблицы» - режим, влияющий на отображение и функционирование некоторых элементов интерфейса:

«Данные выработок» - при выбранном режиме отображает выпадающий список «Тип грунта», список «Свойства грунта», а также список «Выработок», не отображает графики «Вероятность отказа», «Сходимость вероятности отказа» и «Сходимость коэффициента вариации»

«Импортируемые данные» - при выбранном режиме не отображает выпадающий список «Тип грунта», список «Свойства грунта», а также список «Выработок», не отображает графики «Вероятность отказа», «Сходимость вероятности отказа» и «Сходимость коэффициента вариации»

«Коэффициенты безопасности» - при выбранном режиме не отображает выпадающий список «Тип грунта», список «Свойства грунта», а также список «Выработок», отображает графики «Вероятность отказа», «Сходимость вероятности отказа» и «Сходимость коэффициента вариации»

Левая часть экранной формы содержит:

Выпадающий список «Тип грунта» - выступающий фильтром для выбранных «Свойств грунта» по признаку типа грунта (SBTII), отображаемых в таблице «Фильтрованные данные» (рис 18.4)

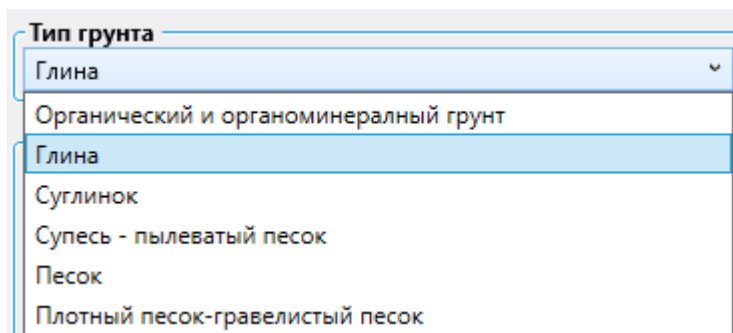


Рис. 18.4. Выпадающий список Тип грунта

Список «Свойства грунта» - содержит список свойств грунта, которые можно отметить флажком, чтобы они отобразились в таблицах «Входные данные», «Фильтрованные данные», «Итоговая статистика».

Список «Выработки» - содержит список выработок, которые можно отметить флажком, чтобы их данные отобразились в таблицах «Входные данные», «Фильтрованные данные», «Итоговая статистика».

В центральной части окна расположена зона графиков, в которой будут отображаться выбранные пользователем графики во вкладке «Графики», выпадающем меню «График».

Выпадающий список «Столбец значений» содержит наименования столбцов таблиц «Входные данные» и «Фильтрованные данные», при выборе которых отобразятся значения выбранного столбца:

Столбец значений	Удельный вес грунта кН/м³
Глубина, м	
Удельное сопротивление по муфте трения кПа	
Удельное сопротивление под конусом МПа	
Индекс типа грунта (SBTI)	
Силы удельного сцепления кПа	
Угол внутреннего трения °	
Удельный вес грунта кН/м³	

Рис. 18.5. Выбор из выпадающего списка параметра зондирования или характеристики грунта

Зона графика содержит:

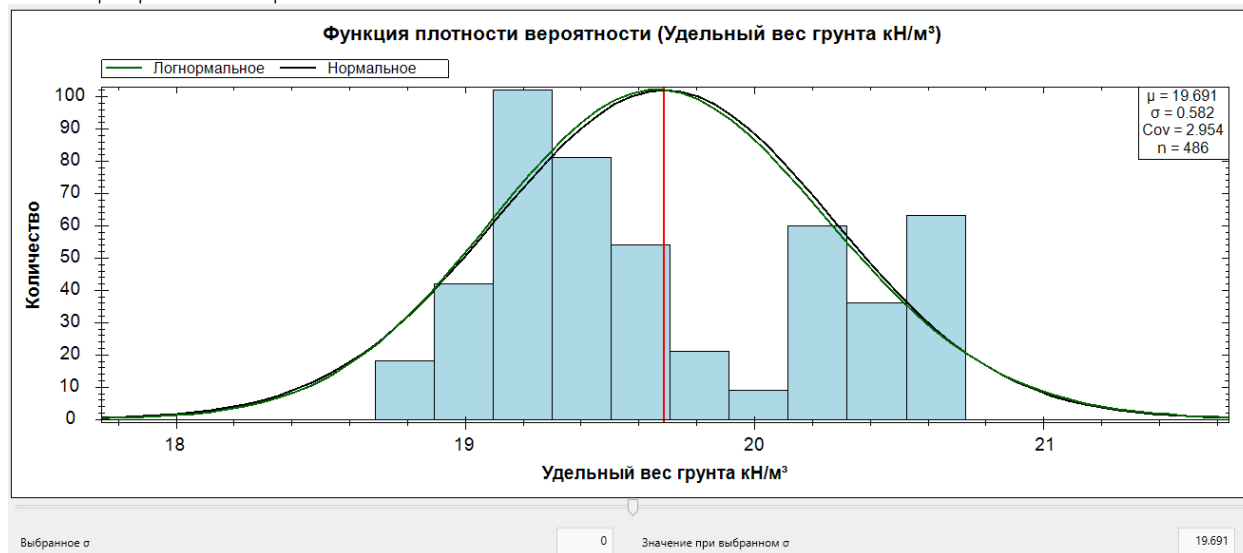


Рис. 18.6. Функция плотности вероятности удельного веса грунта

Сам график, а также ползунок, отображающий некоторые значения, например, для функции плотности вероятности по умолчанию отображается среднее арифметическое

Поле «**Выбранное σ**» - показывает среднеквадратичное значение, соответствующее положению ползунка

Поле «**Значение при выбранном σ**» - показывает значение графика при значении ползунка

Нижняя часть окна содержит вкладки:

Вкладка «**Входные данные**» содержит таблицу с характеристиками грунтов.

Входные данные		Фильтрованные данные		Итоговая статистика	
Тип грунта	Параметр	μ	σ	Cov	n
Глина	Удельное сопротивление под ко	3.401	0.772	22.695	486
Глина	Индекс типа грунта (SBTI)	3.092	0.081	2.609	486
Глина	Силы удельного сцепления кПа	42.004	3.859	9.186	486
Глина	Угол внутреннего трения °	20.802	1.543	7.417	486
Глина	Удельный вес грунта кН/м³	19.691	0.582	2.954	486
Суглинок	Удельное сопротивление под ко	2.497	2.034	81.467	306
Суглинок	Индекс типа грунта (SBTI)	2.801	0.083	2.948	306
Суглинок	Силы удельного сцепления кПа	26.829	13.099	48.825	306
Суглинок	Угол внутреннего трения °	21.329	3.05	14.3	306
Суглинок	Удельный вес грунта кН/м³	19.217	0.566	2.943	306
Супесь - пылеватый песок	Удельное сопротивление под ко	7.613	4.117	54.074	77
Супесь - пылеватый песок	Индекс типа грунта (SBTI)	2.307	0.193	8.351	77
Супесь - пылеватый песок	Силы удельного сцепления кПа	13.768	28.915	210.01	77
Супесь - пылеватый песок	Угол внутреннего трения °	30.758	3.085	10.031	77
Супесь - пылеватый песок	Удельный вес грунта кН/м³	19.76	0.72	3.644	77
Песок	Удельное сопротивление под ко	16.355	5.227	31.959	318
Песок	Индекс типа грунта (SBTI)	1.786	0.146	8.17	318
Песок	Силы удельного сцепления кПа	1.786	0.146	8.17	318
Песок	Угол внутреннего трения °	35.257	1.66	4.708	318
Песок	Удельный вес грунта кН/м³	19.72	0.4	2.028	318

Рис. 18.7. Таблица итоговой статистики

18.2. Вкладка «Статистика»

Вкладка «Статистика» (рис. 18.8)

Статистика		График	
*	Характеристика	Значение	Цвет
☐	Среднее, μ	19.691	
☐	Мода	19.26	
☐	Медиана	19.505	
	Стандартное отклонение, σ	0.582	
☐	-3 σ	17.946	
☐	-2 σ	18.527	
☐	-1 σ	19.109	
☐	0 σ	19.691	
☐	1 σ	20.272	
☐	2 σ	20.854	
☐	3 σ	21.435	
☐	Минимальное, min	18.69	
☐	Максимальное, max	20.73	
☐	Первый квантиль, Q1	19.26	
☐	Q1 - k * IQR	17.79	
☐	Третий квантиль Q3	20.24	
☐	Q3 + k * IQR	21.71	
	Межквартильный размах, IQR	0.98	
	Коэффициент вариации, cov	2.954	
	Дисперсия, var	0.338	
	Асимметрия, v	0.362	
	Экссесс, U	-1.136	
	Индекс надежности, β	0	
	Количество, n	486	

Рис. 18.8. Результаты статистического анализа

Отображает основные статистики выбранных данных. Вкладка содержит флажки перед значениями, выбор которых позволяет отобразить их графически.

Флажки отображения «Медианы», «Моды» и «Среднего» значений (рис. 18.9).

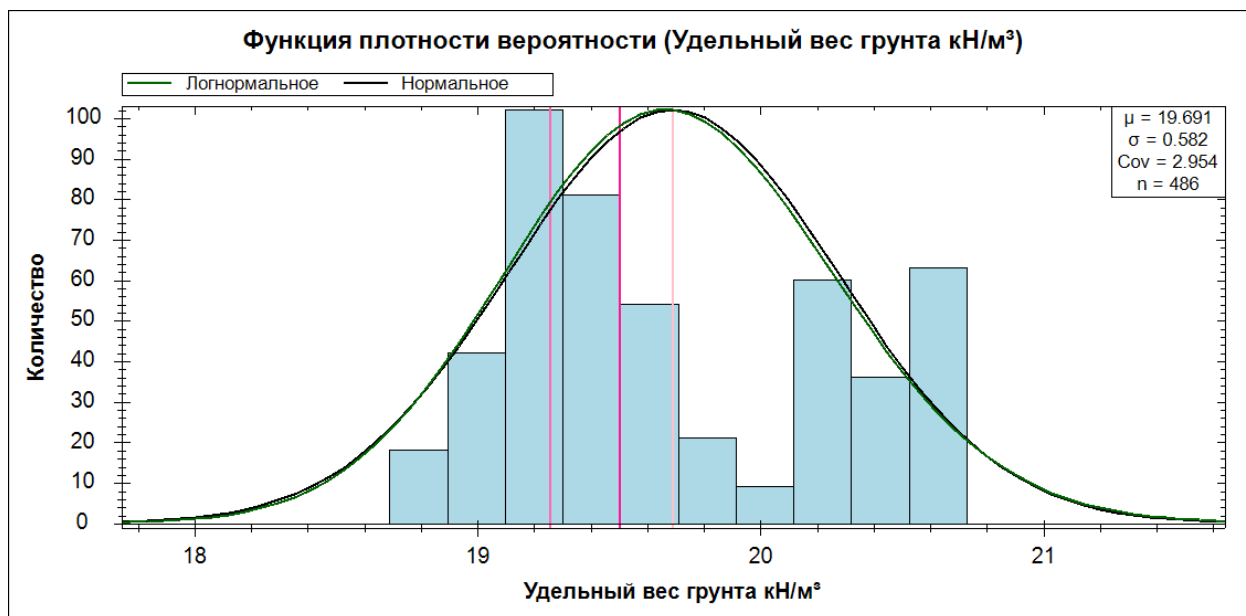


Рис. 18.9. Медиана, мода и среднее значения

Флажки отображения «Минимального» и «Максимального» значений (рис. 18.10).

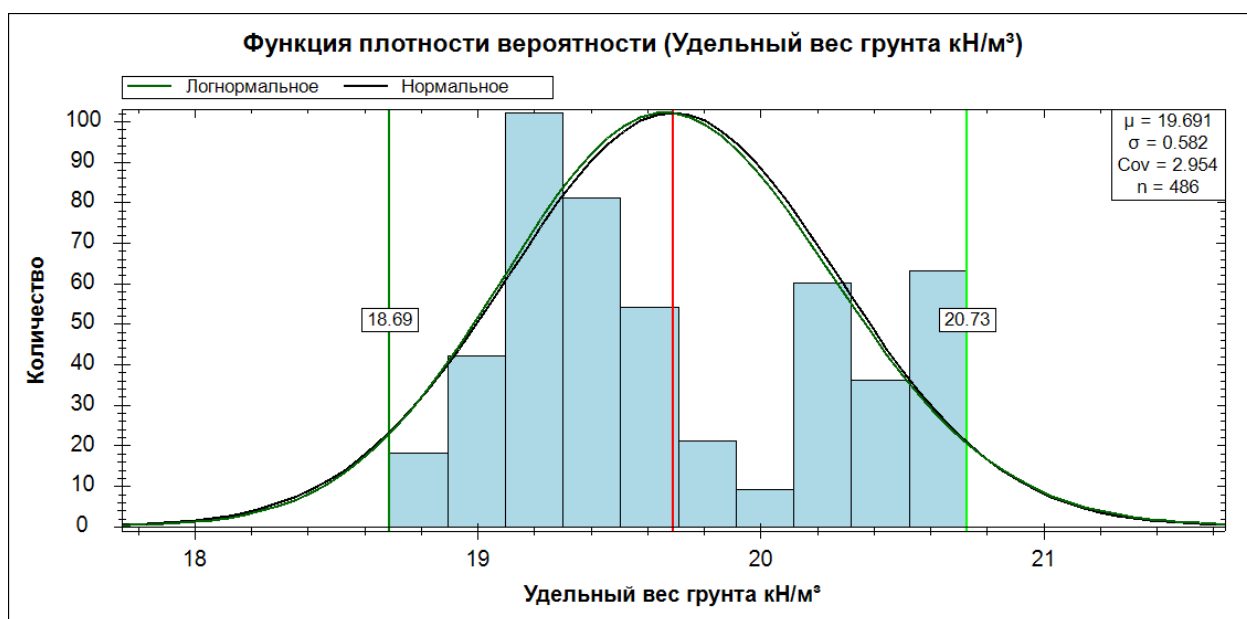


Рис. 18.10. Минимальное и максимальное

При выборе отображения параметра «Стандартное отклонение» значения будут отображены в диапазоне от -3σ до 3σ с шагом 1. (рис. 18.11)

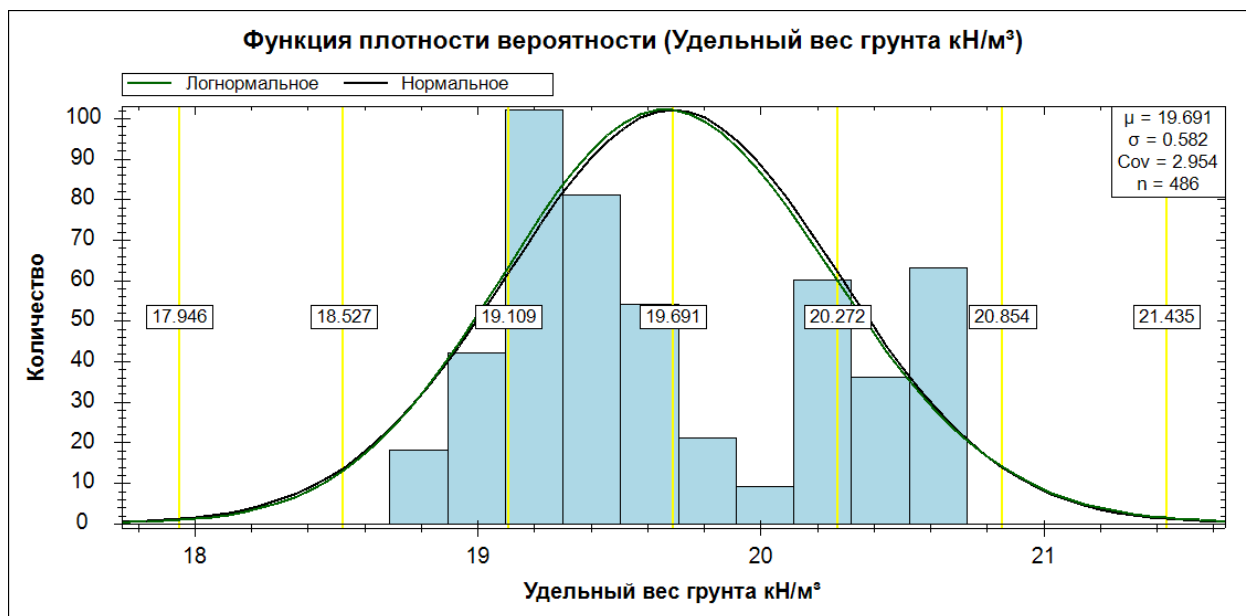


Рис. 18.11. Стандартное отклонение

При выборе квантилей, будут также отображены значения квантилей, умноженные на коэффициент «*k*», чтобы обозначить диапазон значений, после обработки «Межквартильным методом» (рис. 18.12)

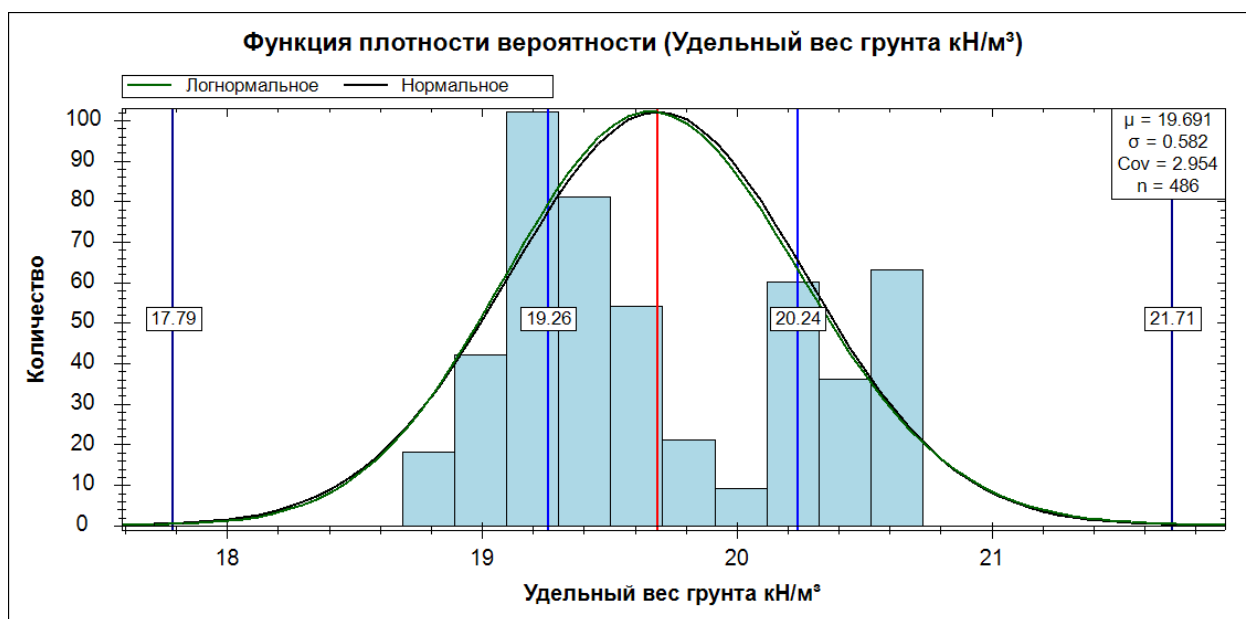


Рис. 18.12. Первая и третья квантили

18.3. Вкладка «График»

Вкладка «График» содержит следующие параметры, влияющие на отображаемый график (рис. 18.13):

Параметр	Значение
Тип графика	Плотность вероятности
Число знаков после запятой	5
Количество интервалов	14
Шаг интервала	0.004142
Выбросы	Нет
Множитель IQR, k	1.5
Процент отброшенного хвоста, %	0
Минимальная граница, Min	1.5
Максимальная граница, Max	1.5

Рис. 18.13. Выбор функции плотности распределения и ввод параметров

«Количество интервалов» - количество интервалов;

«Шаг интервала» - разница между верхней и нижней границами интервала;

«Номер столбца значений» - номер столбца из таблицы «Данные»;

«Количество, n» - количество строк в таблице «Данные»;

«k» - коэффициент, на который умножаются квантили при «Межквантильном методе»;

«Процент отброшенного хвоста, %» - показывает процент разницы в количестве значений между входным списком и обработанным «Межквантильным методом»;

Выпадающий список «Распределение» (рис. 18.14) определяет тип распределения:

Рис. 18.14. Тип функций плотности распределения

Выпадающий список «Тип графика» (рис. 18.15)

Рис. 18.15. Тип графика

График «Плотность вероятности» (рис. 18.16).

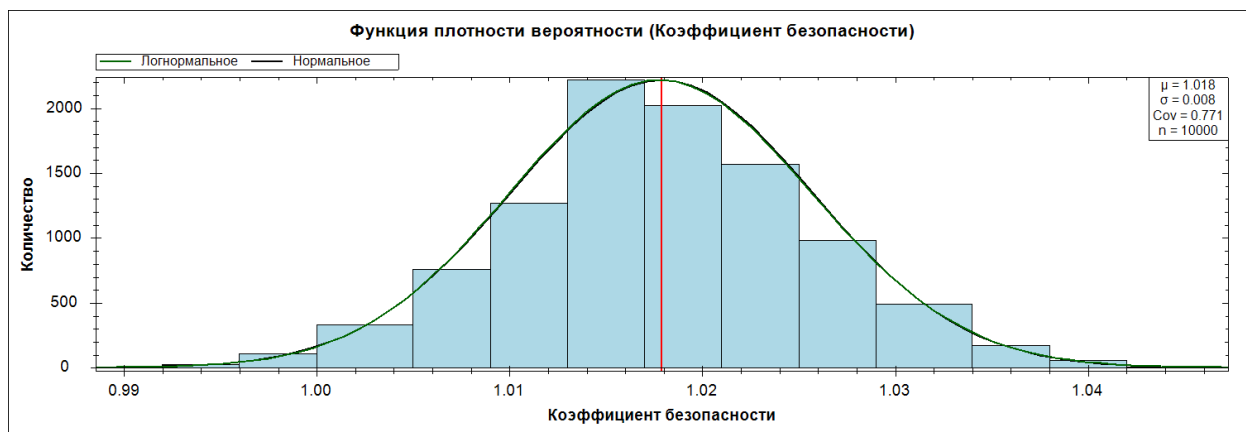


Рис. 18.16. Функция плотности вероятности

График «Кумулятивная функция» (рис. 18.17):

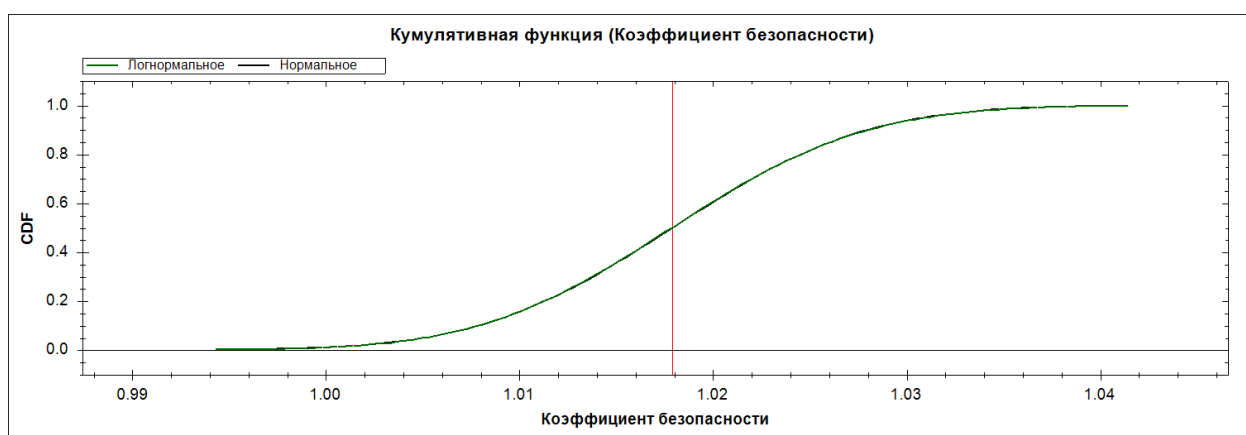


Рис. 18.17. Функция плотности вероятности

График «Вероятность отказа» (рис. 18.18) – это значение функции плотности вероятности коэффициента устойчивости менее единицы. Во вкладке «Статистика» отображается значение «Вероятность отказа», отображаемое на графике «Вероятность отказа», областью закрашенная красным цветом.

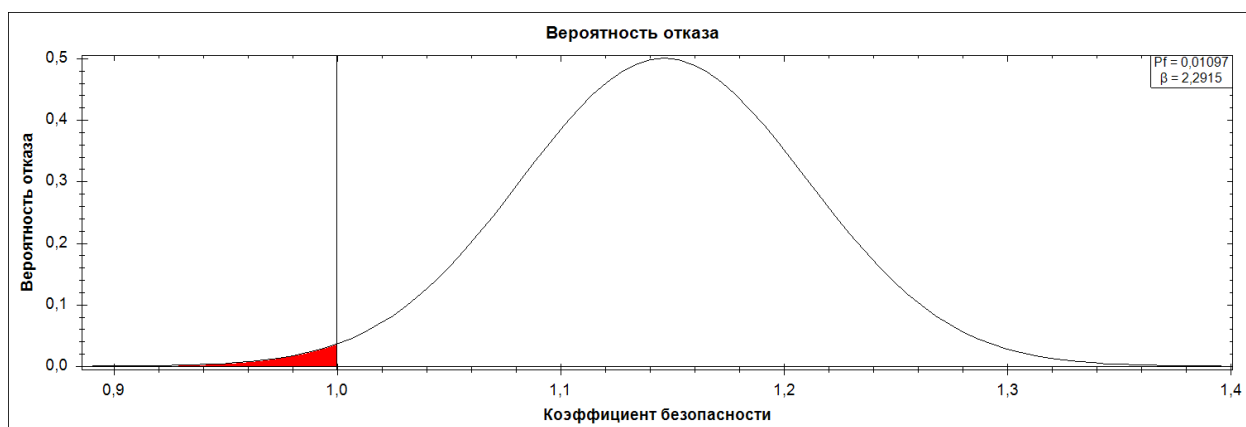


Рис. 18.18. Функция вероятности отказа

График «Сходимость результатов моделирования» (рис. 18.19) – это сходимость вероятности отказа с числом реализаций.



Рис. 18.19 Сходимость вероятности отказа

График «Коэффициент вариации» (рис. 18.20) – это сходимость коэффициента вариации вероятности отказа с числом реализаций.

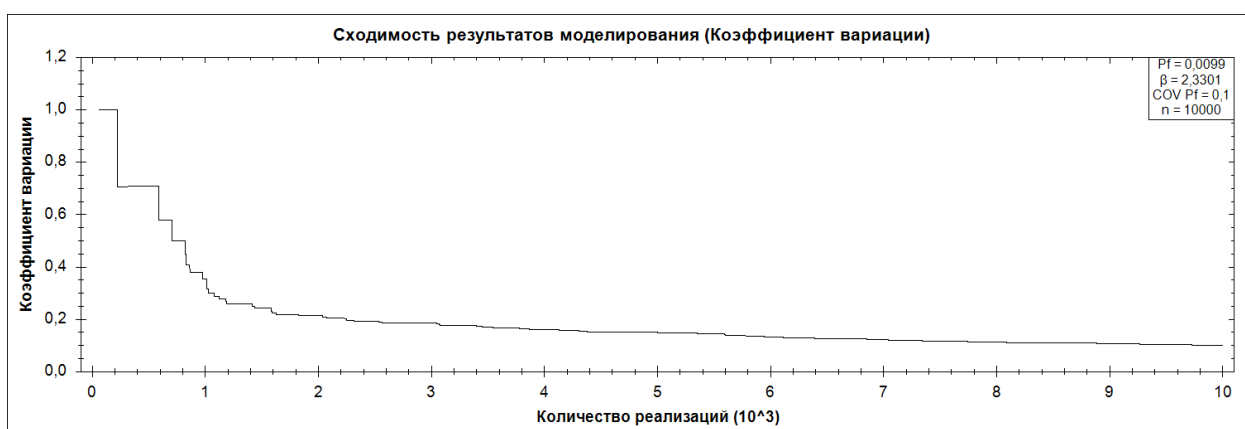


Рис. 18.20. Сходимость Коэффициента вариации

Выпадающий список «Выбросы» (рис. 18.21) используется для оценки статистической дисперсии, т.е. разброса данных:

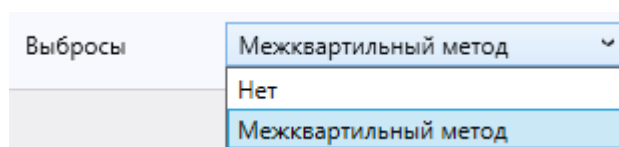


Рис. 18.21. Выбор метода оценки разброса данных

19. ВЕРОЯТНОСТНЫЙ РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТОВ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

Для того чтобы выполнить расчеты предварительно необходимо создать объект на плане и загрузить хотя бы одну выработку.

Для доступа к модулю «Вероятностный расчет» на основной форме во вкладке «Дисперсные грунты» необходимо выбрать «Несущая способность фундаментов мелкого заложения» (рис. 19.1), после чего в открывшейся форме выбрать вкладку «Вероятностный расчет».

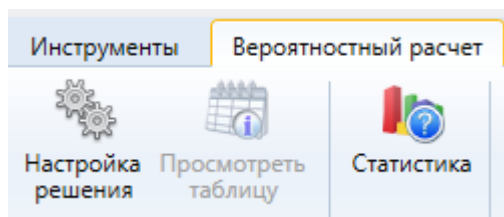


Рис. 19.1. Расположение вкладки «Вероятностный подход»

По умолчанию Тип расчета установлен как «Детерминированный», т.е. вычисления производятся без учета данных, вводимых в модуль «Вероятностный расчет»

19.1 Настройка решения

Для доступа к модулю «Настройка решения» необходимо во вкладке «Вероятностный расчет» необходимо выбрать «Настройка решения» (рис. 19.1), после чего в открывшейся форме выбрать параметры (19.2)

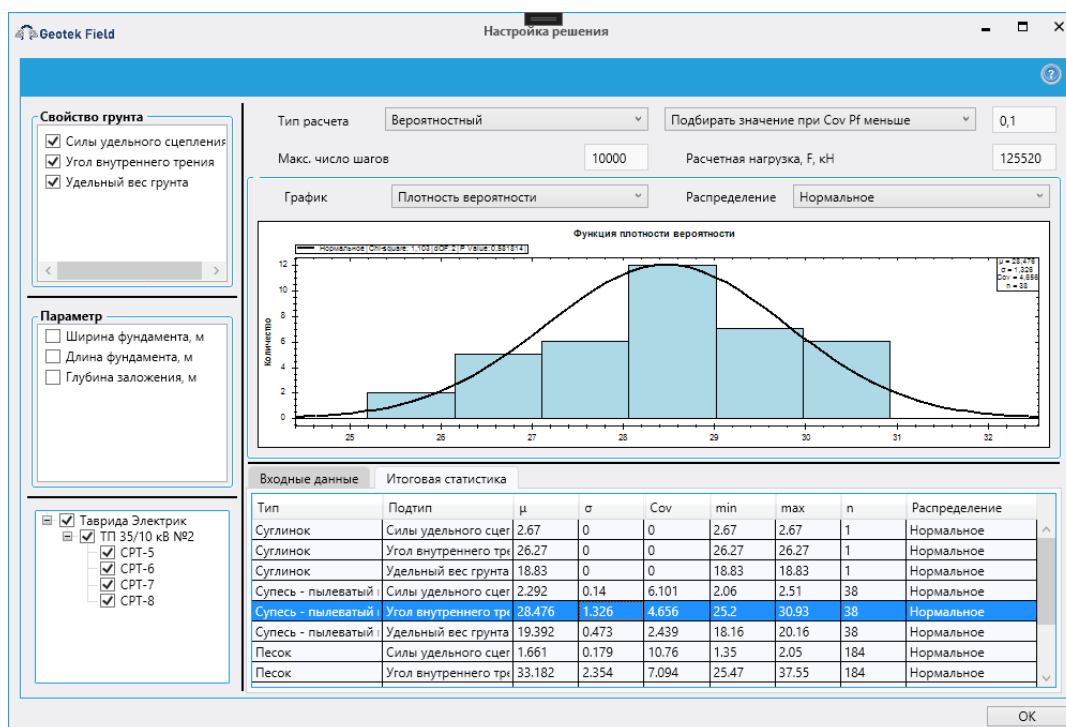


Рис. 19.2. Интерфейс модуля

Левая часть экранной формы содержит:

Список флажков «Свойство грунта» - список свойств грунта, доступных для выбора и обработки в конкретном варианте «Вероятностного расчета»

Список флажков «Параметр» - список иных параметров, доступных для выбора и обработки в конкретном варианте «Вероятностного расчета»

Список флажков «Места испытаний» - список мест испытаний, значения которых будут влиять на рассчитываемые значения

Центральная часть экранной формы содержит:

Выпадающий список «Подбор значений» позволяет выбрать любой из предложенных методов подбора значений (рис. 19.3)

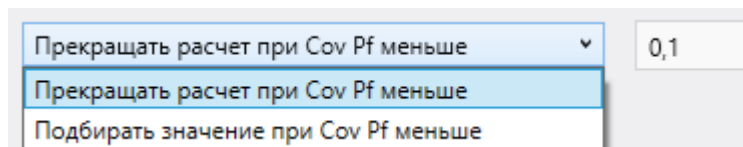


Рис. 19.3 Выпадающее меню «Подбор значений»

«Прекращать расчет при Cov Pf меньше» - условие прекращения вычислений при введенном значении «Расчетная нагрузка*», даже если число реализаций не достигло «Макс. число шагов»

«Подбирать значение при Cov Pf меньше» - после выполнения реализаций количеством, заданным в «Макс. число шагов», выполнить подбор параметра «Расчетная нагрузка*», для выполнения условия

* Наименование данной ячейки может меняться в зависимости от расчета.

Выпадающий список «График» позволяет выбрать любой из предложенных или несколько методов расчета одновременно (рис. 19.4)

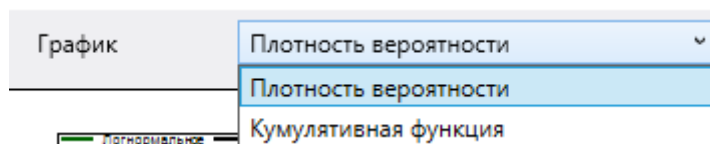


Рис. 19.4. Выпадающее меню «График»

Выпадающий список «Распределение» позволяет выбрать любой из предложенных или несколько методов расчета одновременно (рис. 17.5)

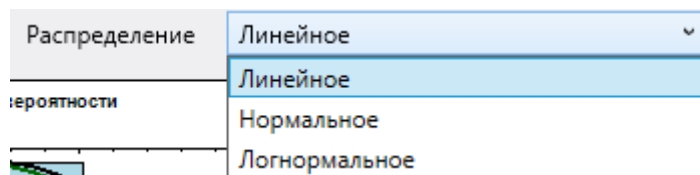


Рис. 19.5. Выпадающее меню «Распределение»

Центральная часть экранной формы содержит поле для графиков, отображаемых в зависимости от выбранных параметров выпадающих списков «График» и «Распределение»

График «Функция плотности вероятности» (рис. 19.6) – отображает график функции плотности вероятности для выбранного в таблице «Итоговая статистика» значения

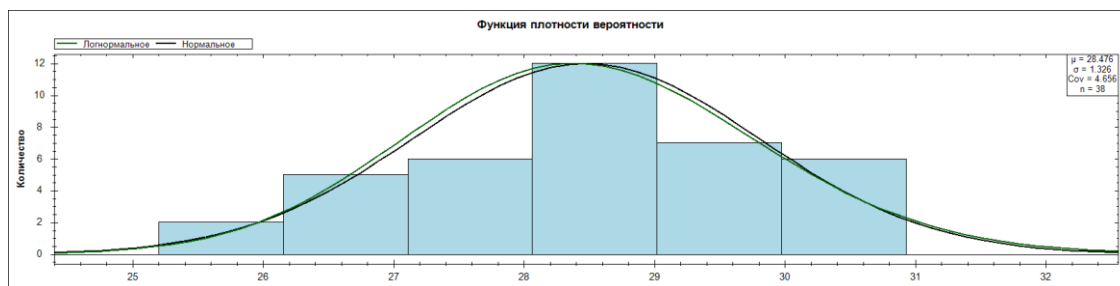


Рис. 19.6. Функция плотности вероятности

График «[Кумулятивная функция](#)» (рис. 19.7 – 19.9) – отображает график функции плотности вероятности для выбранного в таблице «[Итоговая статистика](#)» значения

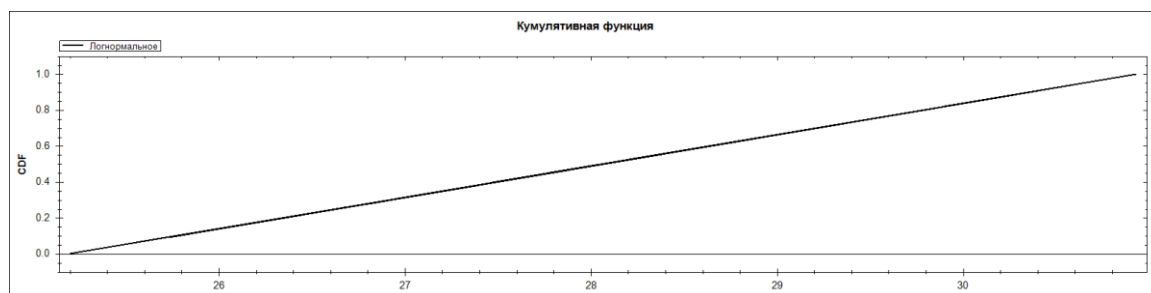


Рис. 19.7. Кумулятивная функция. Линейное распределение

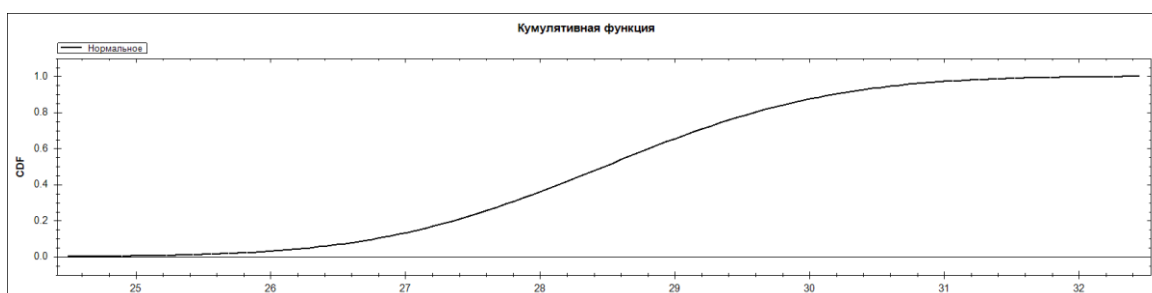


Рис. 19.8. Кумулятивная функция. Нормальное распределение

Нижняя часть экранной формы содержит:

Вкладка «[Входные данные](#)» - отображает параметры выбранных в левой части экранной формы «[Свойств грунта](#)» и «[Параметров](#)» для выбранных «[Мест испытаний](#)» в таблице (рис. 19.9).

Входные данные		Итоговая статистика		
Глубина, м	Индекс типа грунта (SBTI)	Силы удельного сцепления	Угол внутреннего трения	Удельный вес грунта кН/м³
0.1	1.79	1.79	28.3	20.5
0.2	1.52	1.52	30	19.74
0.3	1.52	1.52	29.7	19.08
0.4	1.59	1.59	29.5	18.92
0.5	1.53	1.53	31.47	19.86
0.6	1.37	1.37	32.95	19.8
0.7	1.38	1.38	33.25	19.88
0.8	1.5	1.5	32.75	20

Рис. 19.9. Входные данные

Вкладка «Итоговая статистика» - отображает обработанные статистически параметры выбранных в левой части экранной формы «Свойств грунта» и «Параметров» для выбранных «Мест испытаний» в таблице (рис. 19.10).

Входные данные		Итоговая статистика						
Тип	Подтип	μ	σ	Cov	min	max	n	Распределение
Суглинок	Силы удельного сжатия	2.67	0	0	2.67	2.67	1	Линейное
Суглинок	Угол внутреннего трения	26.27	0	0	26.27	26.27	1	Линейное
Суглинок	Удельный вес грунта	18.83	0	0	18.83	18.83	1	Линейное
Супесь - пылеватый	Силы удельного сжатия	2.292	0.14	6.101	2.06	2.51	38	Линейное
Супесь - пылеватый	Угол внутреннего трения	28.476	1.326	4.656	25.2	30.93	38	Линейное
Супесь - пылеватый	Удельный вес грунта	19.392	0.473	2.439	18.16	20.16	38	Линейное
Песок	Силы удельного сжатия	1.661	0.179	10.76	1.35	2.05	184	Линейное
Песок	Угол внутреннего трения	33.182	2.354	7.094	25.47	37.55	184	Линейное

Рис. 19.10. Кумулятивная функция. Линейное распределение

19.2. Расчет несущей способности

«Выполнить расчет» - расчет с введенными параметрами (рис. 19.11). Во время расчета будут отображаться поверхности скольжения, в реальном времени, а также будет открыта форма «Прогресс вычислений». На данной форме будут отображены: прогресс вычислений: текущая - пройденное время; конечная - оставшееся время. Кнопка «||», позволяет прекратить вычисления.

Geotek Field

Прогресс вычислений

☒ Закрыть по завершении

Времени прошло: 04 сек. 253 мс.
 Значение найдено: 125520
 Расчет с изменениями в параметрах: (сGamma) ... Завершен
 Времени прошло: 04 сек. 516 мс.
 Значение найдено: 125520
 Расчет с изменениями в параметрах: (с-phi) ... Завершен
 Времени прошло: 04 сек. 556 мс.
 Значение найдено: 125520
 Расчет с изменениями в параметрах: (с-сGamma) ... 847 / 10000

||

27,88%

Прогресс:

11273 / 40427

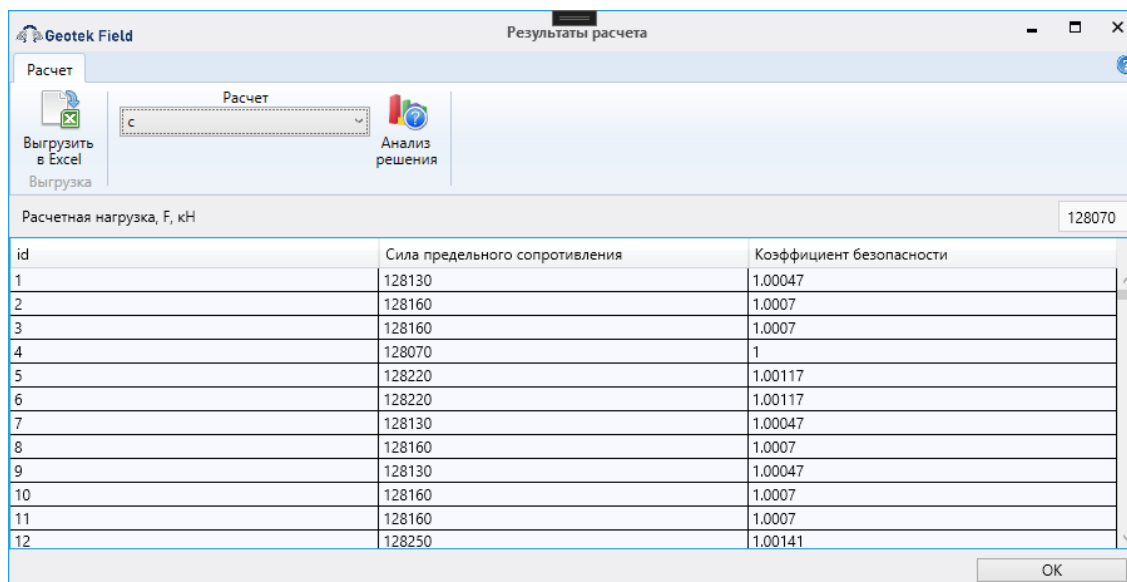
Прошло: 05 сек. 602 мс.

Осталось: 14 сек. 489 мс.

Рис. 19.11. Процесс вычислений

19.3. Просмотр результатов расчета

При нажатии на «Посмотреть таблицу» откроется экранная форма «Результаты расчета»:



id	Сила предельного сопротивления	Коэффициент безопасности
1	128130	1.00047
2	128160	1.0007
3	128160	1.0007
4	128070	1
5	128220	1.00117
6	128220	1.00117
7	128130	1.00047
8	128160	1.0007
9	128130	1.00047
10	128160	1.0007
11	128160	1.0007
12	128250	1.00141

Рис. 19.12. Результаты расчета

Вкладка «Расчет» в верхней части экранной формы содержит:

«Выгрузить в Excel» - создаст файл Excel с данными из таблицы на рис. 19.12.

Выпадающее меню «Расчет» позволяет выбрать любой из предложенных или несколько параметров расчета одновременно (рис. 19.13)

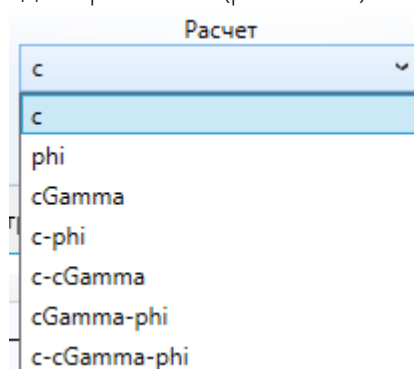


Рис. 19.13. Параметры расчета

«Анализ решения» - загрузить таблицу в модуль статистика (см. «ОСНОВНЫЕ СТАТИСТИКИ»)

«Расчетная нагрузка*» - значение расчетной нагрузки для выбранного расчета

Центральная часть экранной формы содержит таблицу, столбцы которой:

«id» - порядковый номер

«Сила предельного сопротивления*», или другое значение, являющееся итоговым для итераций «Вероятностного расчета»

«Коэффициент безопасности» - значение коэффициента, получаемое из отношения итогового значения (например, «Силы предельного сопротивления») к некому входному значению, вводимому в начале «Вероятностного расчета»

* Наименование данной ячейки может меняться в зависимости от расчета.

20. О ПРОГРАММЕ

На данной вкладке находится вся информация о текущей версии программы. Также через данный инструмент происходит регистрация продукта.

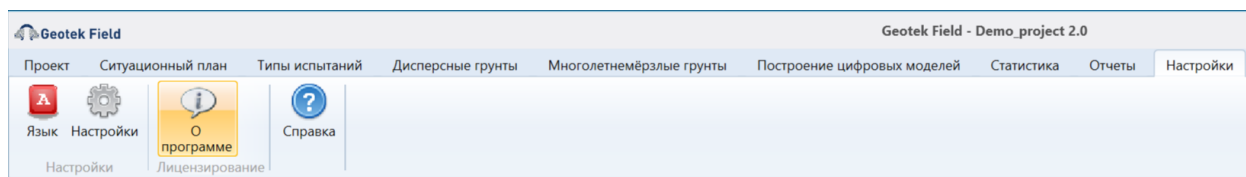


Рис. 18.1. Информация об основных функциях программы

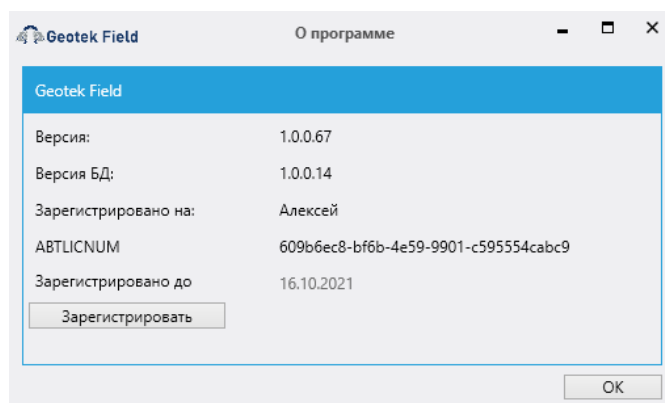


Рис. 18.2. Данные программного продукта

Раздел Справка содержит информацию о функционале программы. В окнах имеются отдельные кнопки «Справка» позволяющие вызвать окно помощи.

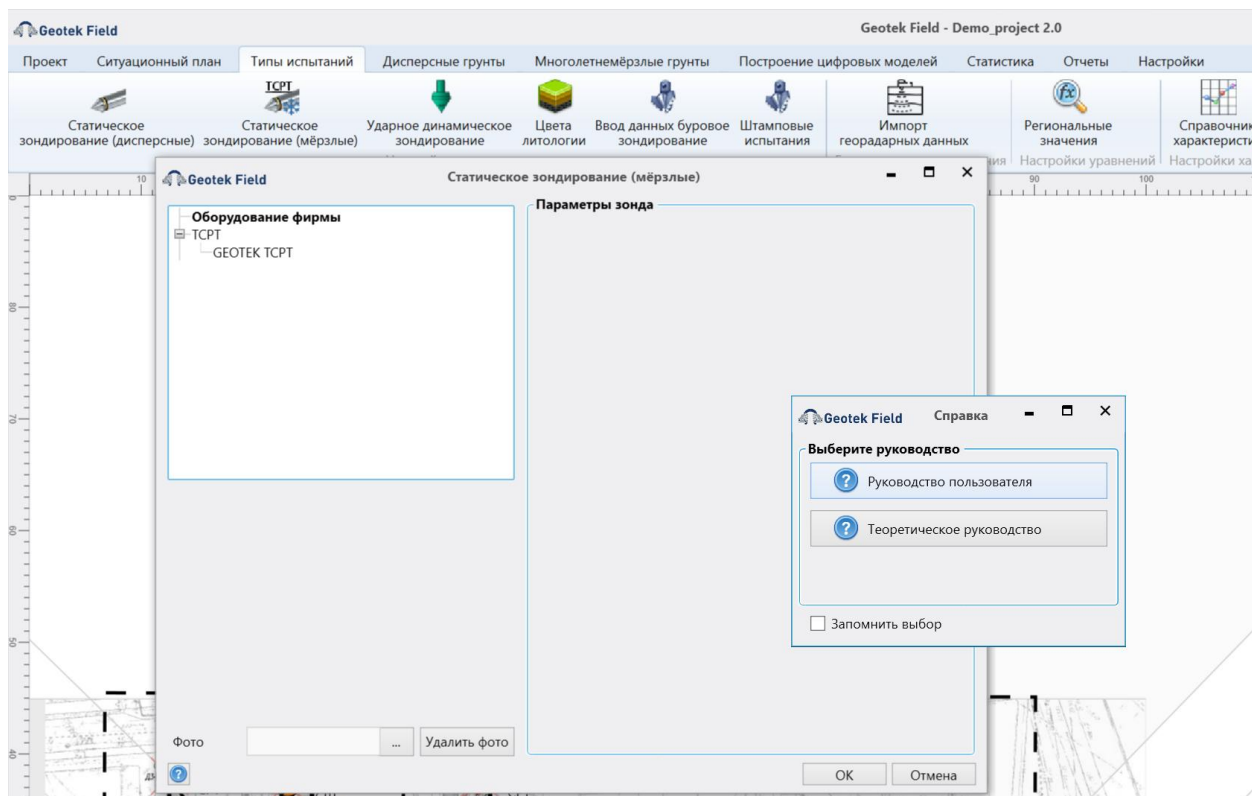


Рис. 18.3. Выпадающее меню справки

В вызванном окне будет содержаться информация об окне, с которого была вызвана справка.

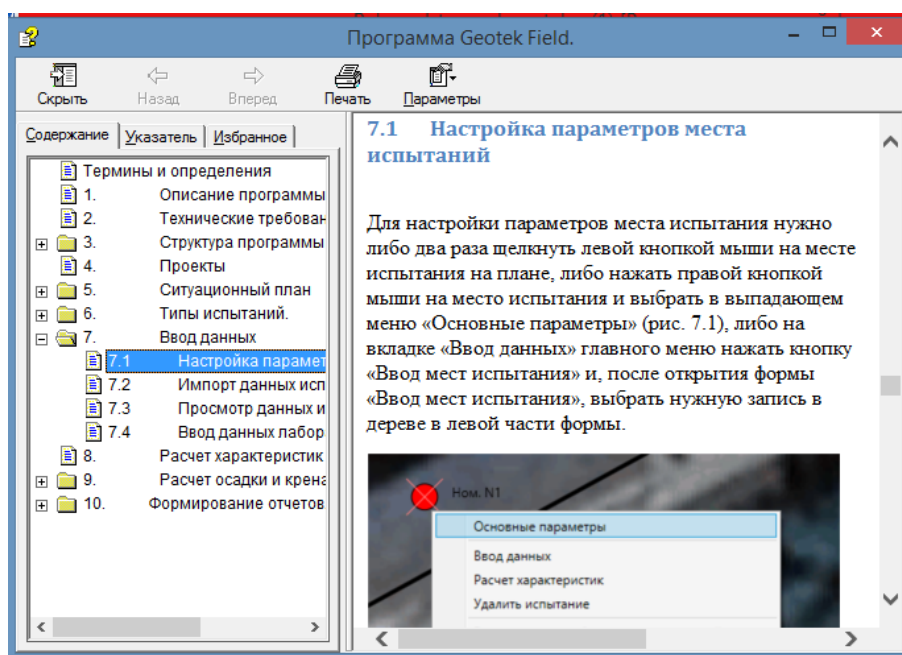


Рис. 18.4. Справка