2024

PetroDESC

цифровые экспертные системы

Руководство к использованию

PetroGM

Оглавление

1 Введение 2

1.1 Назначение программного комплекса 2

1.2 Требования к компьютеру 2

1.2.1 Аппаратные средства 2
1.2.2 Программное обеспечение 2

2 Создание нового проекта 3

3 Пользовательский интерфейс 5

4 Импорт данных 22

5 3D Геологическая модель 27

5.1 Интерпретация сейсмических данных 28

5.2 Глубинное преобразование 30

5.3 Визуализация каротажа и корреляция скважин 33

5.4 Работа с поверхностями 38

5.5 Построение 3-D грида 38

5.5.1 Создание модели разломов и процессы построения грида 40
5.5.2 Полигон моделирования 42
5.5.3 Создание 3D грида 44

6 Создание 3D свойств 46

6.1 Работа с вариограммами 50

7 Подсчет запасов 53

8 3D калькулятор 55

9 Нагружение 56

10 Расчет устойчивости ствола скважины (РУСС) 57

1 Введение

PetroDESC® - программный комплекс для проведения комплексного геологического, петрофизического и геомеханического моделирования, разработанный программистами и инженерами независимой российской компании PetroGM®.

Данное руководство описывает технические требования к аппаратным средствам и программному обеспечению пользователя, а также порядок работы в программном комплексе PetroDESC®.

1.1 Назначение программного комплекса

Программный комплекс предназначен для проведения комплексного петрофизического, геологического и геомеханического моделирования: загрузки и визуализации скважинных и объемных данных – геологических структур, сейсмических кубов, интерпретации сейсмических данных, создания геологических структур с учетом тектоники, распространения геомеханических свойств и расчета давлений по объему, задания граничных условий и расчета напряженно-деформированного состояния среды. На основе построенных 3D-моделей ПО позволяет выгружать одномерные модели вдоль траектории любой сложности.

1.2 Требования к компьютеру

1.2.1 Аппаратные средства

Рекомендуемые системные требования:

- Процессор: Intel Core i7-4790 / AMD Ryzen 3 3200G
- Видеокарта: NVIDIA® GeForce® GTX 1060 6 ГБ / AMD Radeon RX 590
- Оперативная память (ОЗУ): 32 ГБ
- Место на диске: 2 ГБ SSD

Минимальные системные требования:

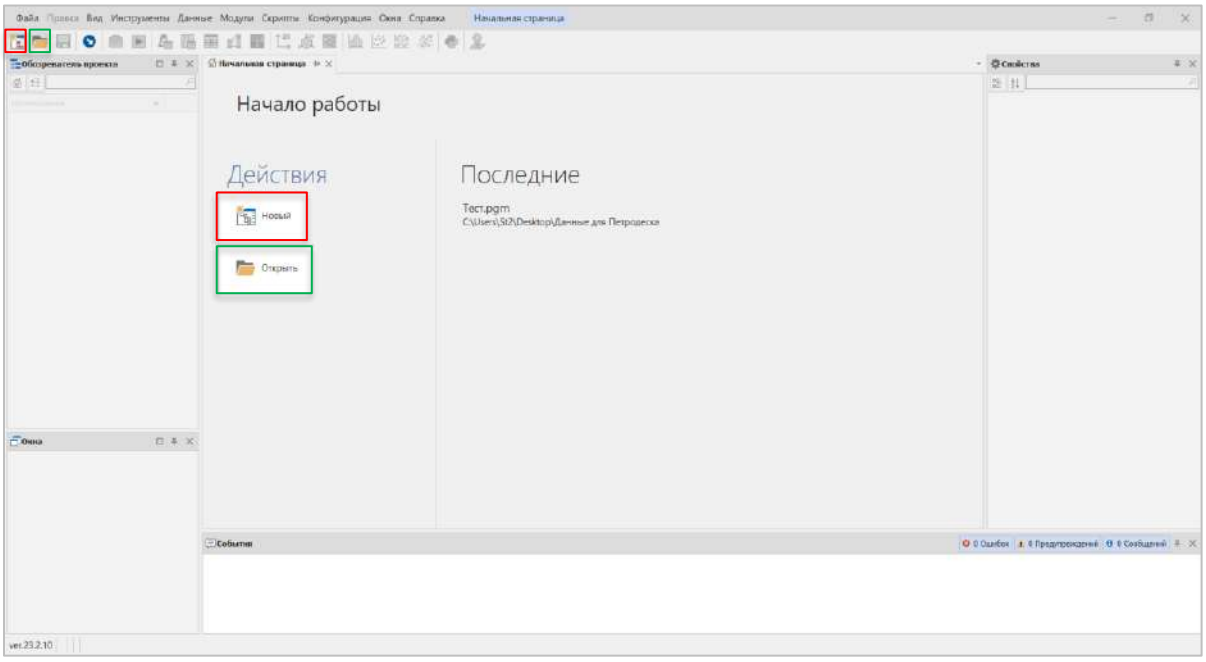
- Процессор: Intel Core i5-3570K / AMD FX-8310
- Видеокарта: NVIDIA® GeForce® GTX 780 3 ГБ / AMD Radeon RX 470 / (любая с поддержкой DirectX 11 и разрешением не ниже 1920x1080)
- Оперативная память (ОЗУ): 8 ГБ
- Место на диске: 1 ГБ SSD

1.2.2 Программное обеспечение

- Операционная система: Windows 10, Astra Linux
- Microsoft .NET Framework 4.8, VC_redist.x64; msmpi

2 Создание нового проекта

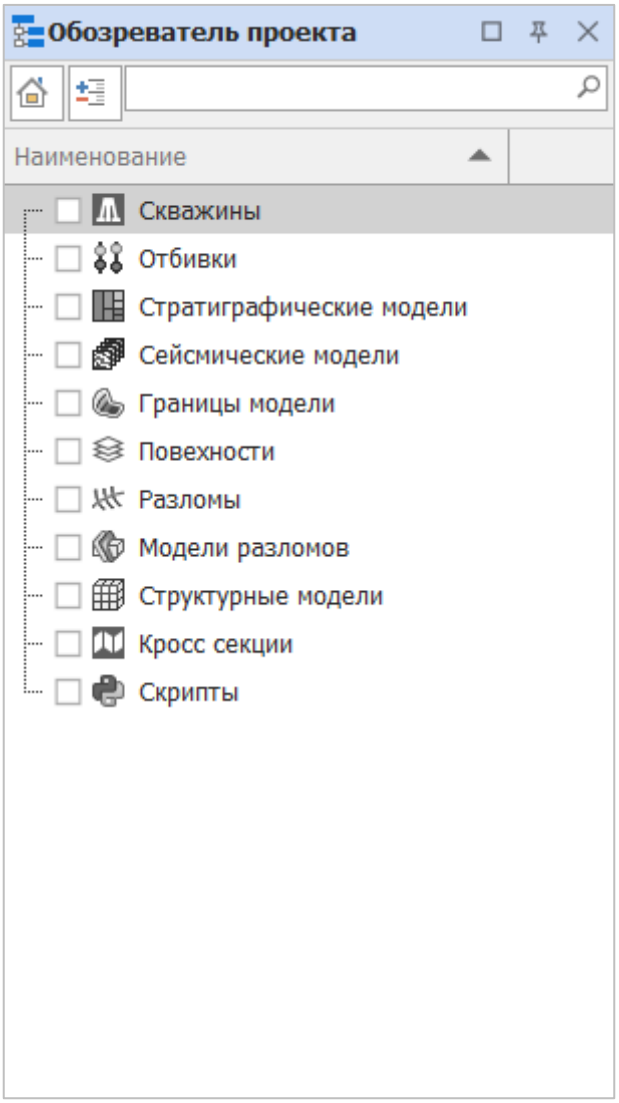
Для создания нового проекта нажмите значок «Новый проект»  в основном меню (верхняя горизонтальная панель) или в поле «Действия» окна программы. Чтобы открыть ранее созданный проект нажмите соответствующий значок «Открыть»  в основном меню или в левом поле «Действия» окна программы.



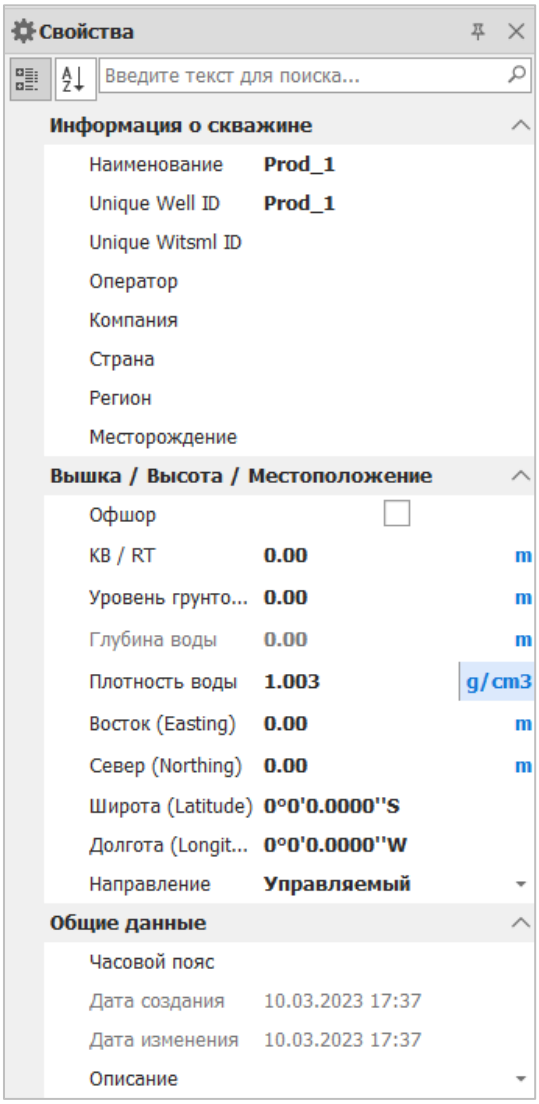
Начальная страница.
Красным выделены кнопки для создания нового проекта, зеленым – для открытия существующего.

При создании нового проекта автоматически будет инициализирована базовая архитектура проекта: -скважины, -отбивки, -стратиграфические модели, -сейсмические модели, - границы модели, -поверхности, -разломы, -модели разломов, -структурные модели, - кросс-секции, -скрипты. Элементы архитектуры иерархичны и отражают процесс моделирования. По щелчку левой клавиши мыши при выборе отдельного элемента архитектуры, в правой части экрана (по умолчанию) отображаются свойства этого элемента, которые необходимо описать.

Так, для каждого элемента возможно заполнить доступные поля кастомизации. В последствии внесенные значения могут быть изменены.



Базовая архитектура проекта



Окно свойств элементов архитектуры

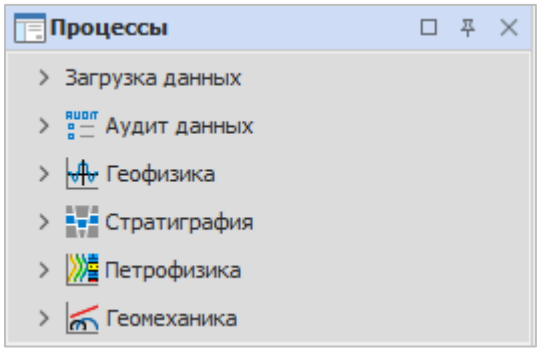
3 Пользовательский интерфейс

Интерфейс программы интуитивно понятен, а логика работы в PetroDESC® отражает логику процесса геологического моделирования. Для успешной работы пользователю необходимо понимание базовых принципов моделирования.

Процесс геологического моделирования в программе PetroDESC® включает следующие этапы:

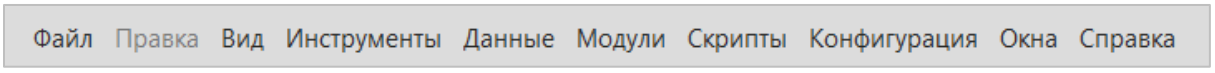
- Загрузка и обработка скважинных данных
- Загрузка и визуализация сейсмики
- Интерпретация сейсмики
- Визуализация каротажа и корреляция скважин
- Построение 2D поверхности
- Построение 3D грида
    - Моделирование разломов, Pillar Gridding
    - Создание горизонтов
    - Создание зон и разбиение на слои
- Перемасштабирование каротажных данных
- Фациальное моделирование
- Подсчет запасов

В верхней части главного окна программы расположена панель рабочего процесса Проекта, которая активируется сразу после создания Проекта.



Панель рабочего процесса

В верхней части PetroDESC® находится меню. Оно является основным рабочим элементом интерфейса программы и содержит все команды, необходимые для выполнения наиболее распространенных задач. Лента состоит из вкладок, каждая из которых содержит несколько групп команд:

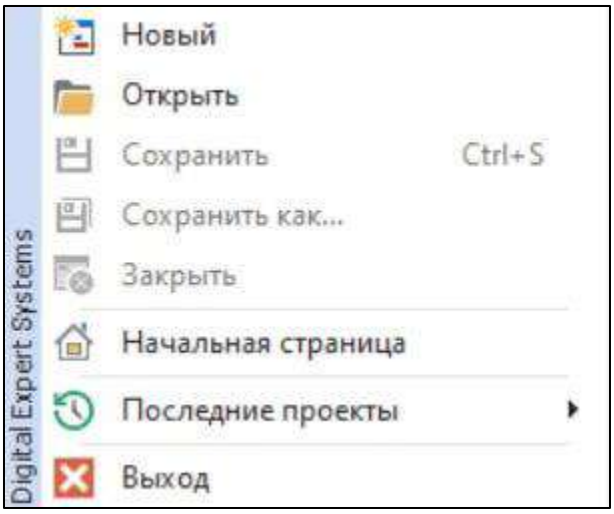


Меню

Файл

В этой вкладке пользователь может производить основные операции с проектом, такие как - создание нового проекта или открытие уже имеющегося, а также его сохранение и закрытие путем нажатия на соответствующие кнопки. Также возможно использовать горячие клавиши, для быстрой работы над проектом.

Также во вкладке файл возможно открыть начальную страницу, которая содержит информацию о недавних открытых проектах и кнопки «Новый» и «Открыть». При нажатии на «Последние проекты» раскроется панель с недавними проектами.

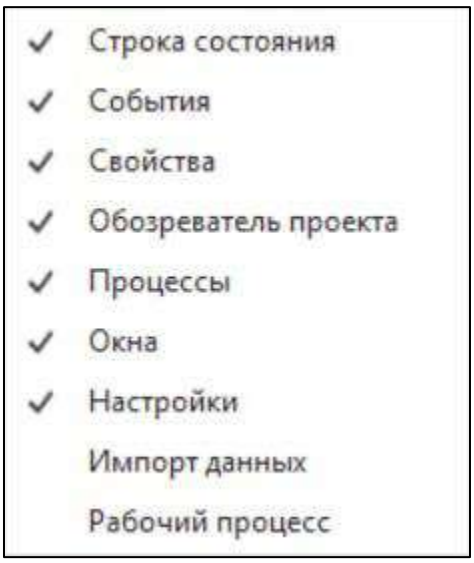


Вкладка «Файл»

Вид

Во вкладке вид возможно выбрать необходимые окна, которые будут составлять ваше рабочее пространство в PetroDESC®. По умолчанию для выбора в этой вкладке доступны: «*Строка состояния*», «*События*», «*Свойства*», «*Обозреватель проекта*», «*Рабочий процесс*», «*Окна*», «*Импорт данных*». Эта функция позволяет оптимизировать процесс моделирования в PetroDESC®, а также дает возможность удобно подстроить интерфейс программы для нужд модельера.

.



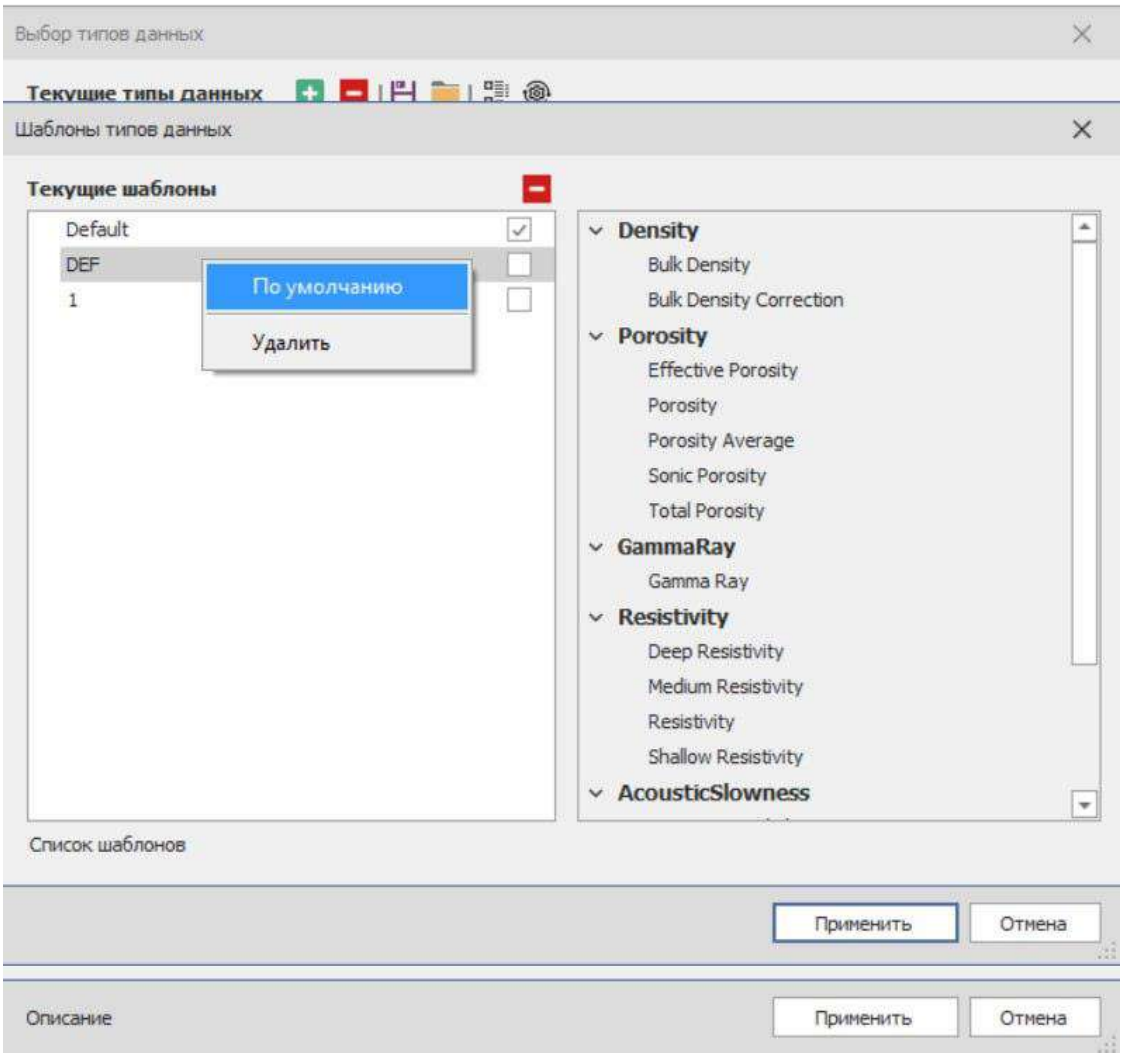
Вкладка «Вид

Процесс аудита данных

В этой вкладке находятся инструменты для обработки и анализа данных.

«Покрытие по глубине» - инструмент, который дает важную информацию о наличии данных в том или ином интервале.

Открыв окно во вкладке «Аудит данных», находящейся во вкладке «Процессы» в левом нижнем угле программы, необходимо нажать на кнопку работы с шаблонами в левом верхнем углу экрана. В открывшемся окне возможно добавить тип данных для отображения, удалить тип, сохранить шаблон или выбрать предустановленный шаблон компании PetroGM. Для того, чтобы изменить предустановленный шаблон по умолчанию, необходимо открыть в окне настройки шаблона папку шаблонов и нажав ПКМ на нужный выбрать по умолчанию.

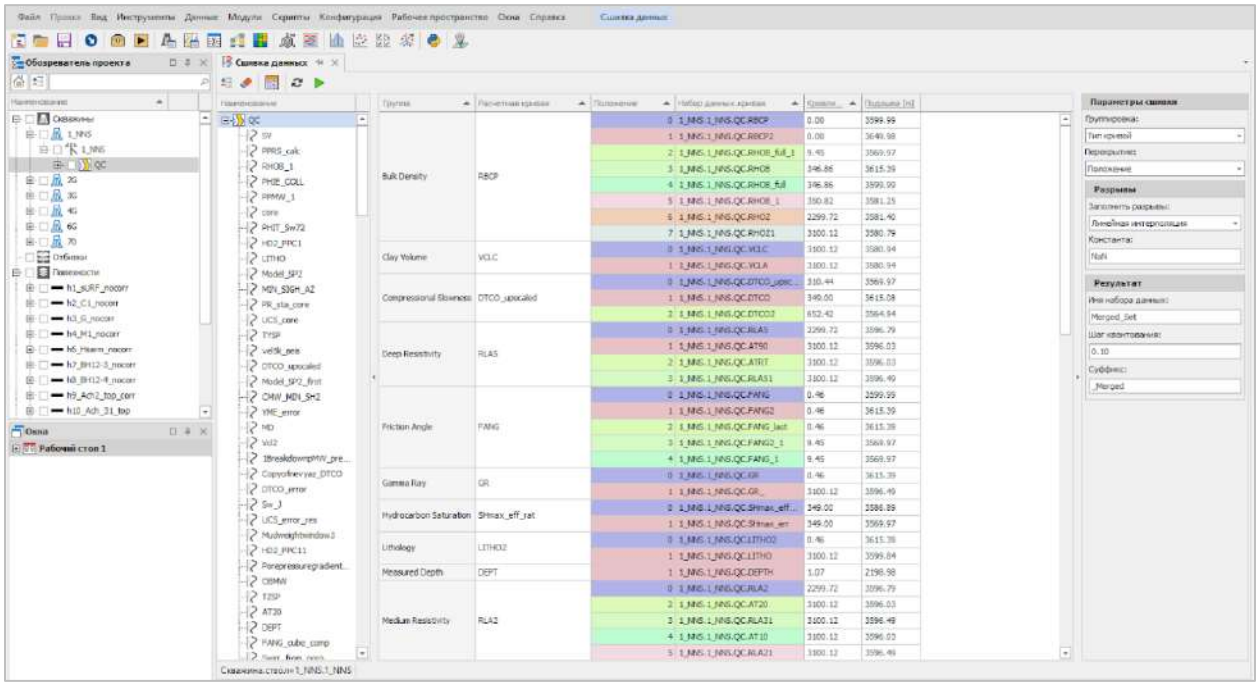


Предустановка шаблона для окна «Покрытие по глубине»

После настройки шаблона нажимаем применить и выбираем нужные скважины в обозревателе проекта, после чего они появятся на планшете.

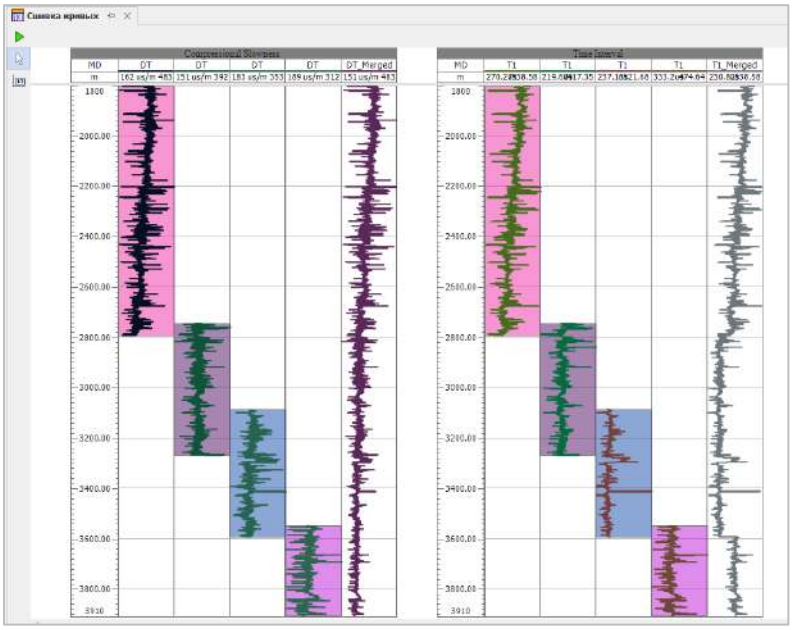
С помощью инструмента «Сшивка данных» возможно сшить все каротажные данные.

После запуска инструмента «Сшивка данных» пользователь имеет возможность переместить (операция Drag@Drop) нужные каротажи из папки скважины и дальнейшем выбором необходимых кривых. Нажмите на кнопку «Обновить» для загрузки данных в рабочее окно инструмента.



Инструмент «Сшивка данных»

В правом открывшемся окне инструмента «Сшивка данных» необходимо указать параметры сшивки. В правом окне «Параметры сшивки» укажите тип группировки и перекрытия, а также способ, которым будут заполняться проблемные участки между каротажными данными во вкладке «Разрывы», «Результат» выберите *Имя*, *Шаг квантования* и *Суффикс* конечной кривой.



Планшет сшивки данных

Здесь и далее в программе, при нажатии кнопки  инициализируется выполнение подготовленного действия. Новая кривая, рассчитанная в результате выполнения операции «Сшивка данных», будет добавлена в папку исходными каротажными данными, где она может быть использована в дальнейшей работе.

Для визуализации кривых нажмите на кнопку «Отобразить планшет» 

На планшете возможно увидеть автоматически определенные интервалы для сшивки кривых, а так же нажав на нужный интервал, который выделен цветом, возможно изменить его границы вручную перетащив отметку в нужное вам направление на треке. Для того, чтобы изменить отметки интервала в таблице вернитесь на вкладку с настройками параметров сшивки и введите их в таблице.

Инструмент «Выборка данных” позволяет заполнить все недостающие промежутки в каротажных данных.

Для этого по аналогии с инструментом «Сшивка данных” выберете нужный набор данных или кривую и перетащите в окно «Наименование”. Удостоверьтесь в наличии данных в появившейся таблице и выберете «Режим интерполяции” и «Максимальное расстояние” для этой интерполяции. Нажмите «Выполнить”, у вас создаться новый набор данных «Merged_Set” где будут находиться получившиеся каротажи. Также инструмент позволяет переназначить принадлежность каротажа для набора данных.

Для этого в столбце «Набор данных» необходимо в выпадающем списке выбрать желаемый набор данных, в котором будет храниться кривая.

Данные

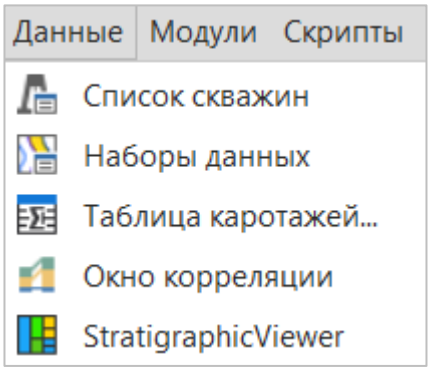
Вкладка содержит в себе команды для работы с данными: «Список скважин», «Наборы данных», «Таблица каротажей», «Окно корреляции», «Окно стратиграфии», эти же вкладки вы можете найти в процессе аудита данных.

Поиск данных во всех этих типовых вкладках возможен с помощью использования стандартных функций Windows

* — подстановочный знак, который заменяет один или несколько символов в поисковом выражении на любые возможные. Предположим, что вы вводите кот*. Windows 10 найдёт файлы, содержащие слова коты, который, котёл и так далее.

? — позволяет искать только один пропущенный символ. Например, по запросу к?т система найдёт и кот, и кит.

— используется для поиска любого числа. Например, 5#3 найдёт файлы, содержащие числа 513, 573 и так далее.

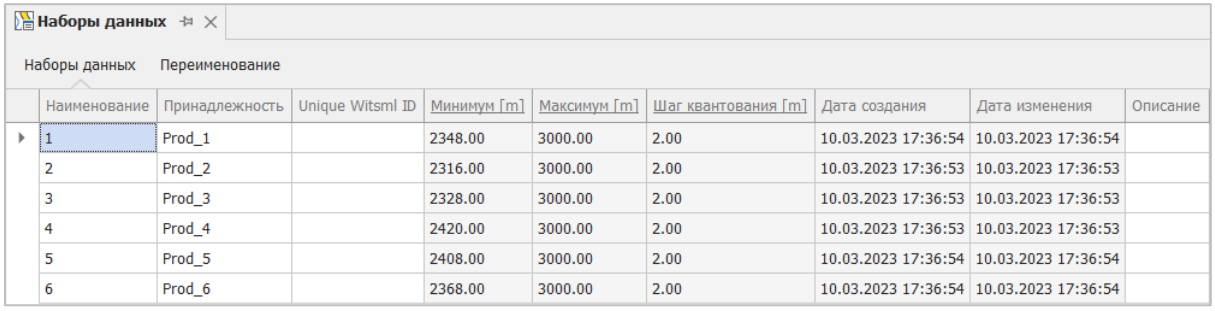


Вкладка «Данные»

Список скважин  позволяет просматривать и редактировать всю имеющуюся информацию по загруженным в проект скважинам. Возможно добавление\изменение информации как единичной, так и нескольких скважин сразу, путем вставки информации с помощью сочетания клавиш Ctrl+V.

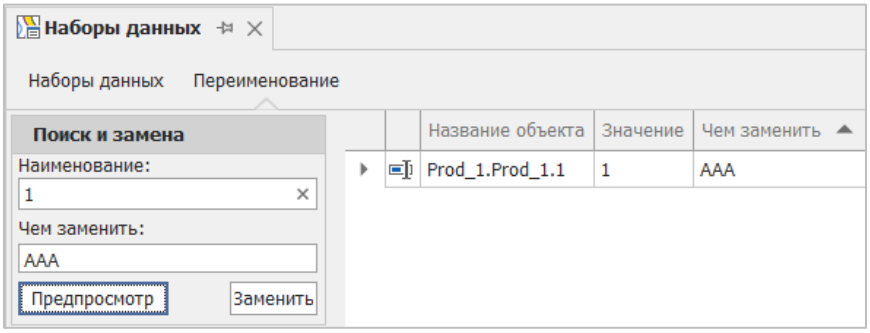
Важный момент связанный с этой вкладкой заключается в том, что изменив в этой вкладке информацию об устье скважины, программа автоматически произведет перерасчет инклинометрии с учетом новых координат.

Наборы данных - инструмент для работы с группами данных. С помощью него возможно удаление ненужных данных из проекта, а во вкладке *Переименование* возможен поиск и замена необходимых вам наборов данных, причем переименовывать можно одновременно неограниченное количество объектов, если они подходят под критерии переименования.



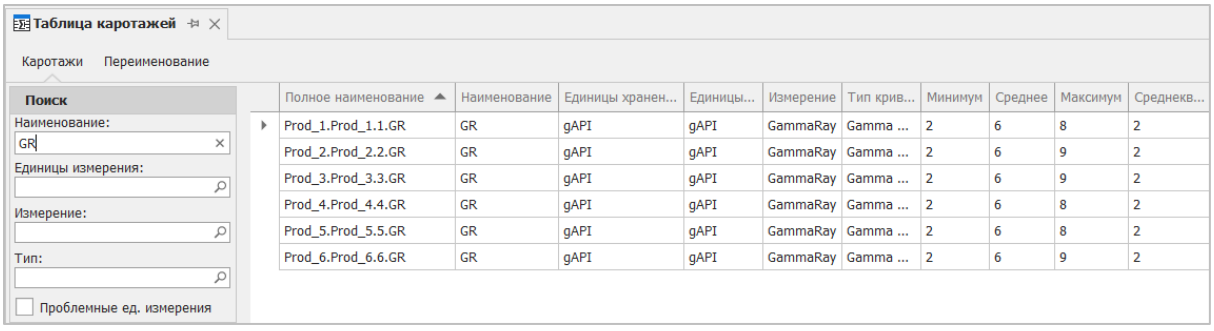
	Наименование	Принадлежность	Unique Witsml ID	Минимум [m]	Максимум [m]	Шаг квантования [m]	Дата создания	Дата изменения	Описание
▸	1	Prod_1		2348.00	3000.00	2.00	10.03.2023 17:36:54	10.03.2023 17:36:54	
	2	Prod_2		2316.00	3000.00	2.00	10.03.2023 17:36:53	10.03.2023 17:36:53	
	3	Prod_3		2328.00	3000.00	2.00	10.03.2023 17:36:53	10.03.2023 17:36:53	
	4	Prod_4		2420.00	3000.00	2.00	10.03.2023 17:36:53	10.03.2023 17:36:53	
	5	Prod_5		2408.00	3000.00	2.00	10.03.2023 17:36:54	10.03.2023 17:36:54	
	6	Prod_6		2368.00	3000.00	2.00	10.03.2023 17:36:54	10.03.2023 17:36:54	

Вкладка «Наборы данных»



Переименование набора данных

Таблица каротажей - ситуация здесь аналогична, что и в наборе данных, только изменения теперь производятся с каротажными кривыми. Здесь отображается вся имеющаяся информация о каротажных кривых начиная от названия и заканчивая пределами и единицами измерения. В этом окне также имеется вкладка переименования, с помощью которой вы можете переименовывать единичные каротажи или сразу группы.



	Полное наименование	Наименование	Единицы хранен...	Единицы...	Измерение	Тип крив...	Минимум	Среднее	Максимум	Среднекв...
▸	Prod_1.Prod_1.1.GR	GR	gAPI	gAPI	GammaRay	Gamma ...	2	6	8	2
	Prod_2.Prod_2.2.GR	GR	gAPI	gAPI	GammaRay	Gamma ...	2	6	9	2
	Prod_3.Prod_3.3.GR	GR	gAPI	gAPI	GammaRay	Gamma ...	2	6	9	2
	Prod_4.Prod_4.4.GR	GR	gAPI	gAPI	GammaRay	Gamma ...	2	6	8	2
	Prod_5.Prod_5.5.GR	GR	gAPI	gAPI	GammaRay	Gamma ...	2	6	8	2
	Prod_6.Prod_6.6.GR	GR	gAPI	gAPI	GammaRay	Gamma ...	2	6	9	2

Таблица каротажей

Также нажав на галочку «Проблемные единицы измерения», вы сразу можете увидеть в каких местах есть проблемы с единицами измерения и исправить их для дальнейшей удобной работы в ПО PetroDESC®.

Для того чтобы изменить один из параметров кривой, необходимо выделить нужные кривые или единичную кривую и нажать ПКМ. В открывшемся окне выбрать, что необходимо изменить и в выпадающем списке выбрать нужное наименование/единицу измерения.

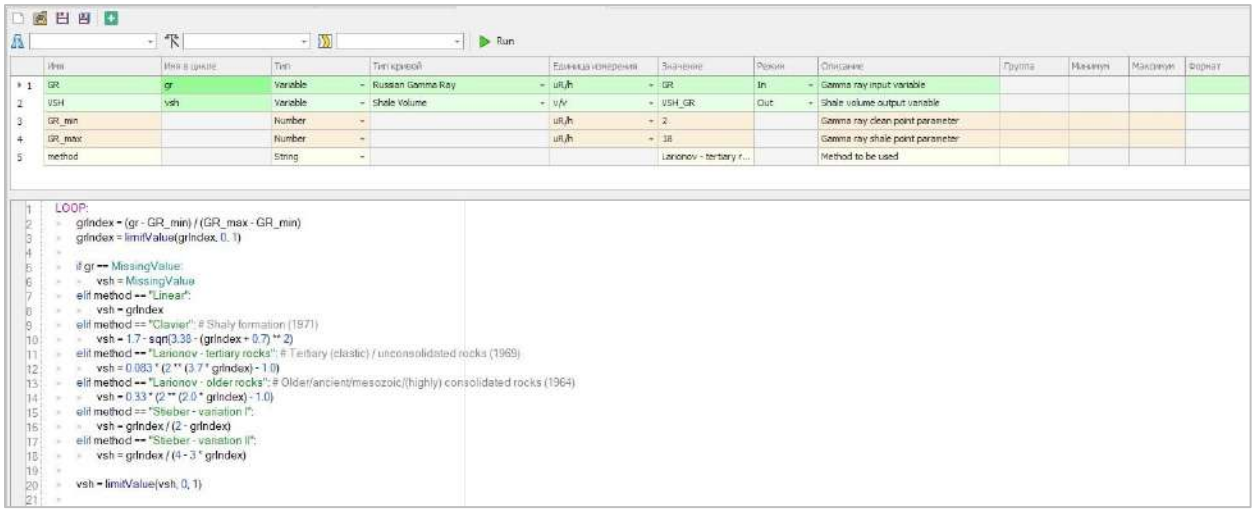
Окно корреляции

Анализ данных для нескольких скважин проводится с помощью инструмента «Окно корреляции».  Инструмент позволяет коррелировать пласты, геологические объекты и стратиграфические единицы.

Для работы с инструментом, после формирования списка скважин в окне обозревателя проекта необходимо выбрать нужные скважины и поставить галочку нажав левую клавишу мыши. В результате выполнения этой операции в основном окне модуля Межскважинная корреляция появятся пустые треки для выбранных скважин, куда с помощью переноса кривых Drag&Drop помещаются кривые из нужного набора данных, расположенного в окне обозревателя проекта. Здесь же возможно отобразить аналогичным способом отбивки и пластопересечения. Для более простой много скважинной работы предусмотрены шаблоны, с помощью настройки которых возможно отобразить нужные вам кривые сразу на всех треках.

Скрипты

Программа PetroDESC® дает пользователю возможность проведения дополнительных расчетов с использованием языка программирования Python и их последующего использования в процессе моделирования. Данная возможность реализована в инструменте «Редактор Пайтон». Для запуска инструмента необходимо выбрать соответствующую вкладку в основном меню проекта или выбрав вкладку скрипты в ленте, после чего открывается нужное окно:



Редактор Пайтон

В окне «Редактор Пайтон» есть пять основных областей:

1) Панель инструментов, на которой вы можете создать новый скрипт (а), загрузить ранее созданный скрипт (б), сохранить/сохранить как текущий скрипт (в), добавить параметр скрипта (г)
2) Редактор параметров скрипта
3) Область ввода кода
4) Окно вывода сообщений

Существует четыре важных правила формата и синтаксиса:

- Отступ определяет блок команд, присоединенных к одной функции.
- Двоеточие ":" используется в конце первой строки блока команд, например:

LOOP :

if … :

else … :

и так далее.

- Ключевое слово LOOP обрабатывает весь ввод и вывод для пользователя. После слова LOOP автоматически выполняются следующие операции:
  - Создание цикла 'for' для первой переменной.
  - Содержимое переменной преобразуется в имя в цикле на каждой итерации цикла.

    - В конце процесса все выходные кривые сохраняются.
- Если параметр определен как переменная, должны быть определены три имени:
    - **Имя:** Относится к переменной
    - **Имя в цикле**: Относится к значению переменной с одним конкретным ссылочным шагом.
    - **Значение:** Относится к имени переменной в базе данных.

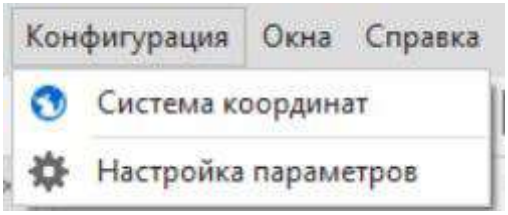
Для старта рассчета скрипта необходимо выбрать типовой набор данных, из которого будет браться входная информация (справа, вкладка «Настройки»), а также выделить нужные скважины в обозревателе проекта, пометив их галочкой и нажав на «Запустить» или же сочетание клавиш Ctrl+F5 запустить расчет.

Скрипт поддерживает основные библиотеки Python, которые можно импортировать в самом скрипте. При желании во вкладке «Вывод» расположенной внизу возможно вывести часть расчета скрипта или полный результат, прописав в самом скрипте вывод нужного результата.

Новый каротаж будет находиться в том же наборе данных, который выставлен во вкладке «Настройки».

Конфигурация

В данной вкладке возможно изменить систему координат, единицы измерения для текущего проекта.



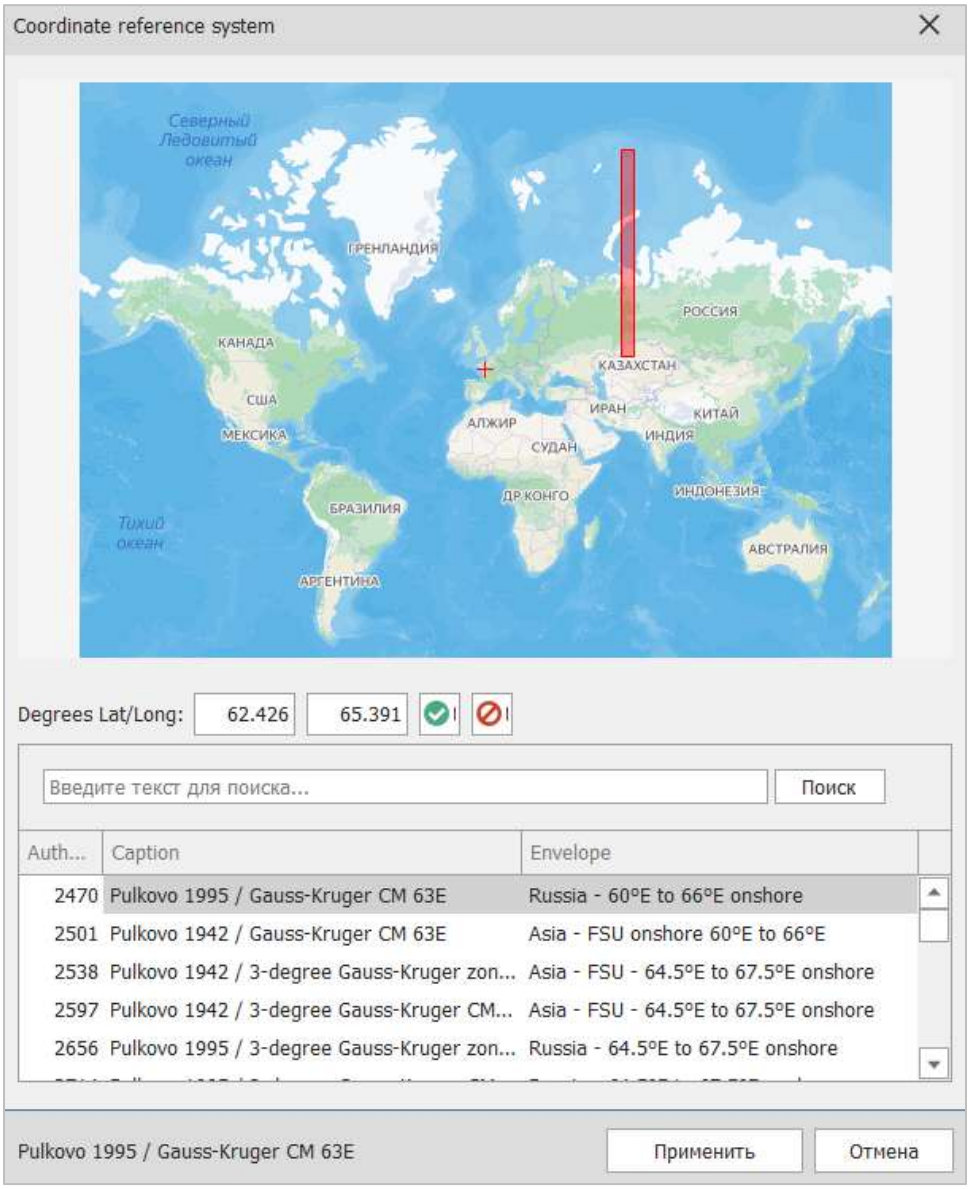
Вкладка «Конфигурация»

Для изменения системы координат после нажатия ЛКМ на вкладку «Конфигурация», в выпадающем окне выберете соответствующий пункт - «Система координат». В открывшемся окне «Coordinate reference system» вы можете найти и применить необходимую систему координат двумя способами.

1 способ: выполните двойное нажатие ЛКМ по нужной области на карте и в сформировавшемся списке систем координат для этой области выберете необходимую вам, после чего нажмите «Применить».

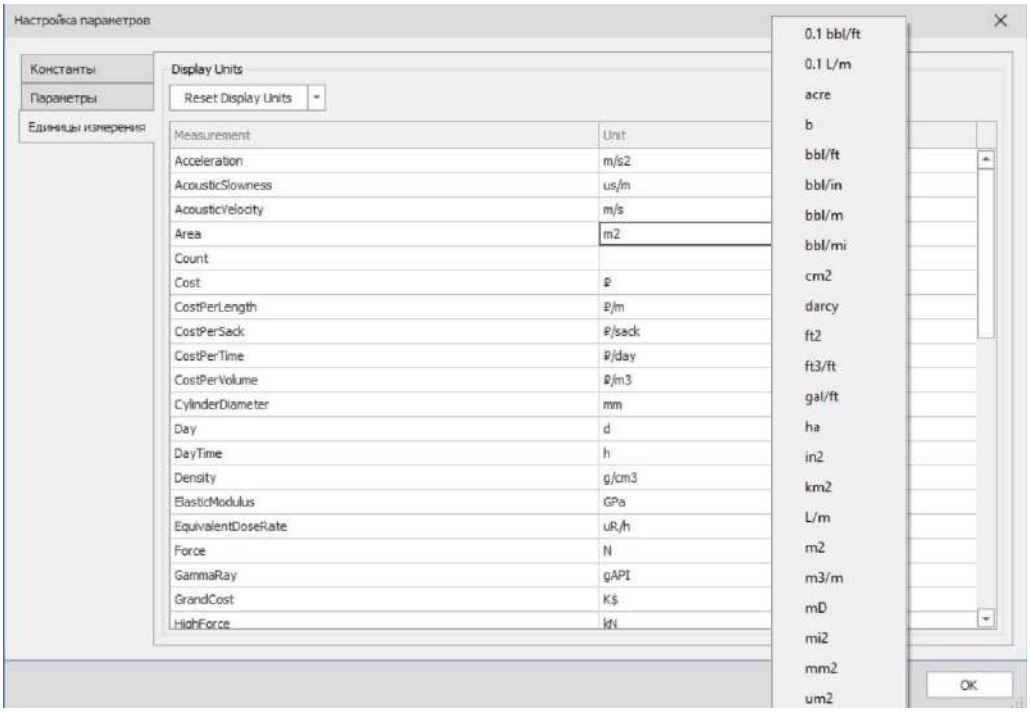
2 способ: воспользуйтесь строкой поиска, после чего также выберете нужную систему координат и нажмите «Применить».

Важной особенностью ПО является возможность изменения системы координат на любом этапе выполнения проекта.



Изменение системы координат

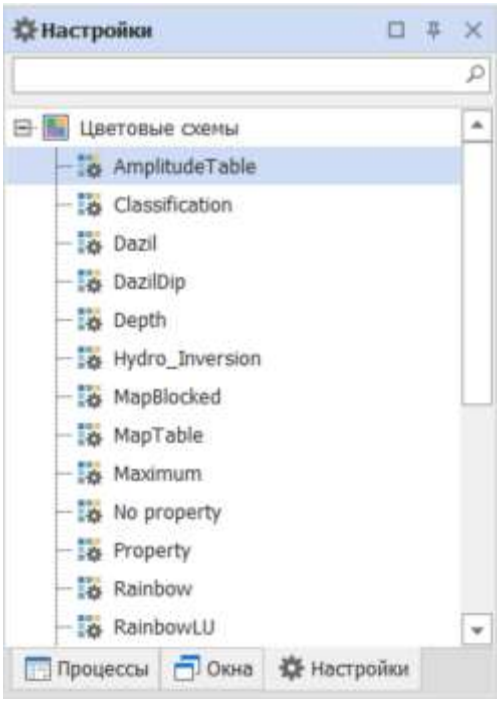
Для изменения единиц измерения после нажатия ЛКМ на вкладку «Конфигурация» в выпадающем окне выберете соответствующий пункт - «Настройка параметров». В открывшемся окне «Настройка параметров» вы можете увидеть предустановленные для вашего проекта константы, изменить параметры проекта, а также выбрать одну из следующих систем единиц измерения: метрическую, английскую, полевую, каноническую или российскую во вкладке «Единицы измерения». Также возможно настроить отдельно нужное вам измерение, для этого нажмите ПКМ на нужный объект и выберете из выпадающего списка нужное значение. Для принятия выбранных единиц измерения нажмите «ОК».



Предустановка единиц измерения в проекте

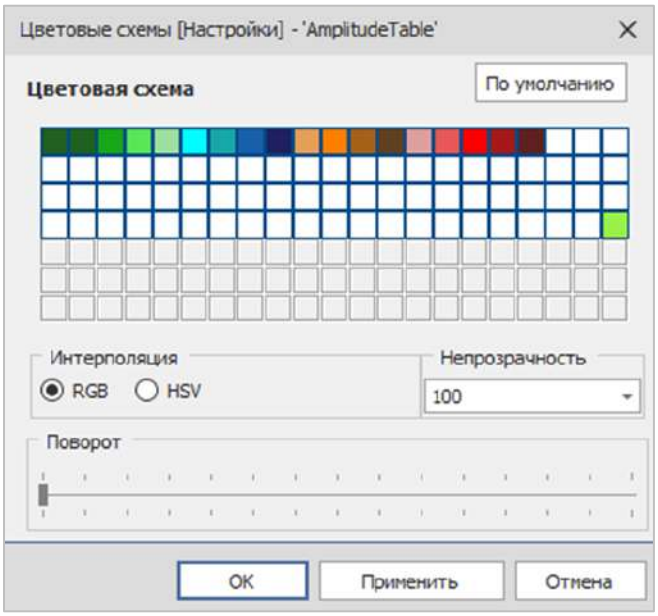
Изменение цветовой схемы

Для редактирования цветовых схем необходимо перейти в «Настройки» в левом нижнем углу экрана, после чего выбрать «цветовые схемы».



Изменение цветовой схемы

В открывшемся окне вы можете выбрать нужную цветовую схему нажав на нее ЛКМ дважды. В открывшемся окне можете добавлять новые цвета нажав на ячейку ЛКМ дважды. Нажав ПКМ на ячейку, вы можете удалить ненужный цвет.



Изменение цветовой схемы

Для интерполяции между цветами необходимо с зажатой ЛКМ выделить все нужные ячейки для интерполяции, выбрать метод RGB или HSV и нажав ПКМ выбрать интерполировать, после чего произойдет расчет.

Рабочий стол

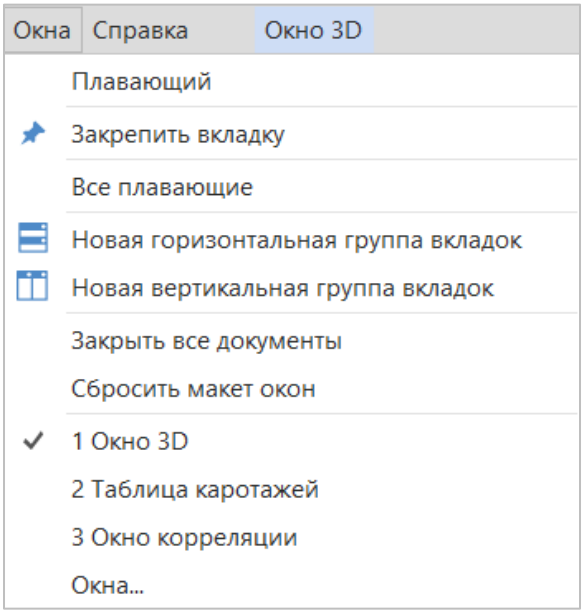
Удобный инструмент, позволяющий пользователю настроить рабочее пространство под свои задачи.

Для этого откройте нужные окна и зажав ЛКМ заголовок окна перенесите его в нужную вам область. После выполнения всех манипуляций с окнами в проекте нажмите ЛКМ на вкладку «Окна», находится она в левом нижнем углу экрана или добавить ее можно с помощью вкладки вид. после чего в открывшемся окне задайте имя рабочего стола .Теперь на вкладке «Окна» вы можете выбрать сохраненную конфигурацию рабочего стола в любое удобное время.

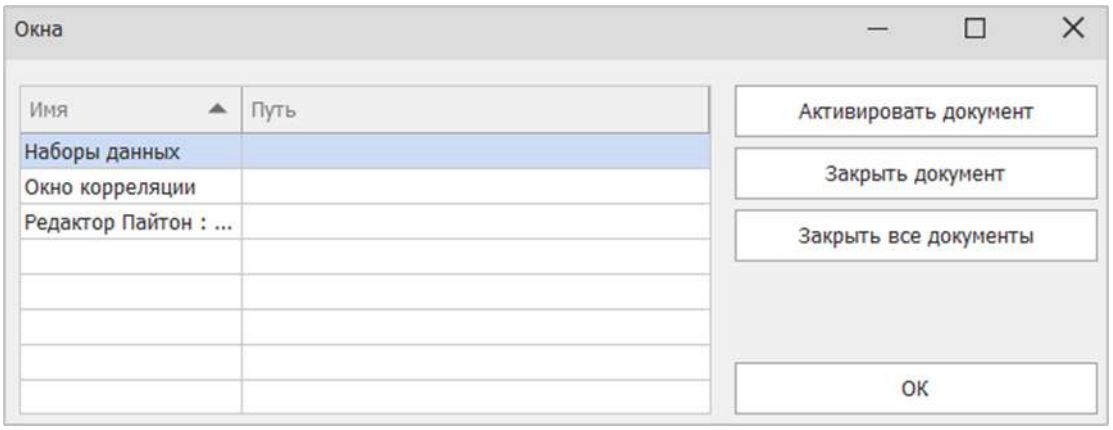
Для создания еще одного рабочего стола нажмите ПКМ на уже имеющийся рабочий стол. Также нажав ПКМ возможно активировать нужный рабочий стол.

Окна

Данная вкладка отвечает за работу с окнами. Нажав ЛКМ на вкладку в выпадающем меню, в нижней части можно просмотреть текущие открытые окна проекта, а галочка напротив окна означает, что данное окно активно в настоящий момент времени и выбранные операции будут применены именно для этого окна.



Вкладка «Окна»



Вкладка «Окна»

Пункт «Плавающий» позволяет отображать выбранное окно в плавающем режиме. Также это возможно сделать зажав ЛКМ нужное окно и начав переносить его в сторону.

Для того, чтобы закрепить вкладку, нужно выбрать соответствующий пункт в выпадающем меню. Разбить вкладки на группы можно выбрав соответствующие пункты в выпадающем меню. Это позволяет настроить отображение вкладок наиболее удобным образом.

Выбрав пункт «Сбросить макет окон», вы вернетесь к стандартному отображению всех окон в программе. Перейти к меню работы с окнами можно также нажав ПКМ на нужное окно.

Справка

На данной вкладке, выбрав пункт «О программе» вы можете просмотреть актуальную информацию о текущей версии ПО.

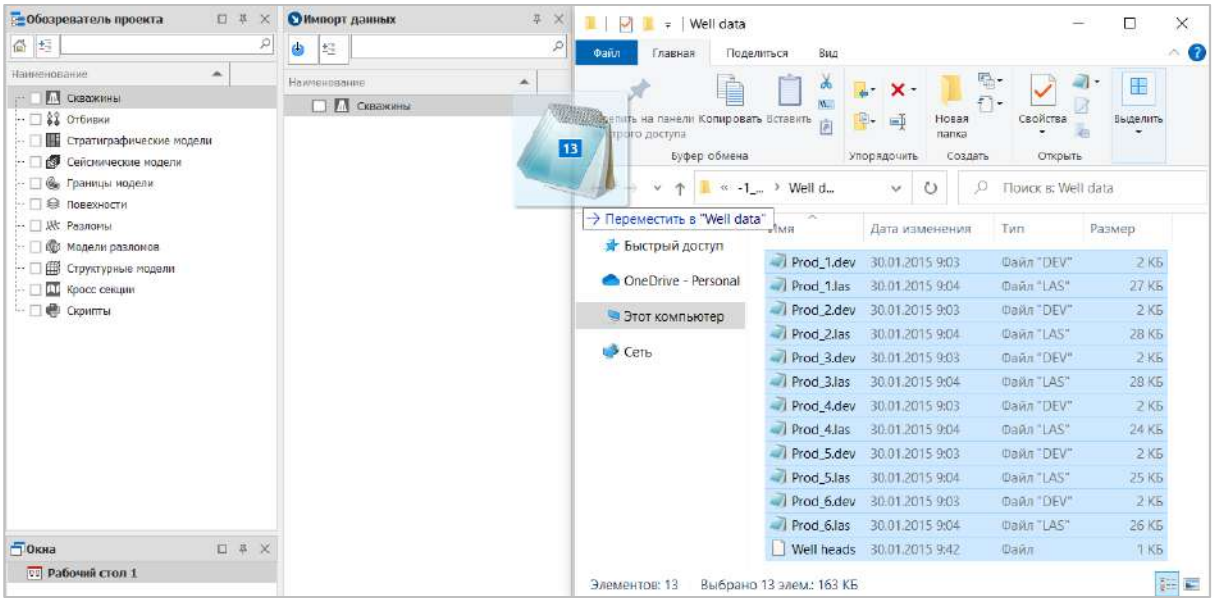
4 Импорт данных

Программный комплекс PetroDESC® автоматически распознает единицы измерения (метрическая или английская система) и семейства из входных данных в любом из распознанных форматов (*.txt, *.csv, , *.LAS). В базу программы загружено более 50 000 типов кривых.

Загрузку данных можно произвести 2 способами:

Первый способ подходит для скважинных данных:

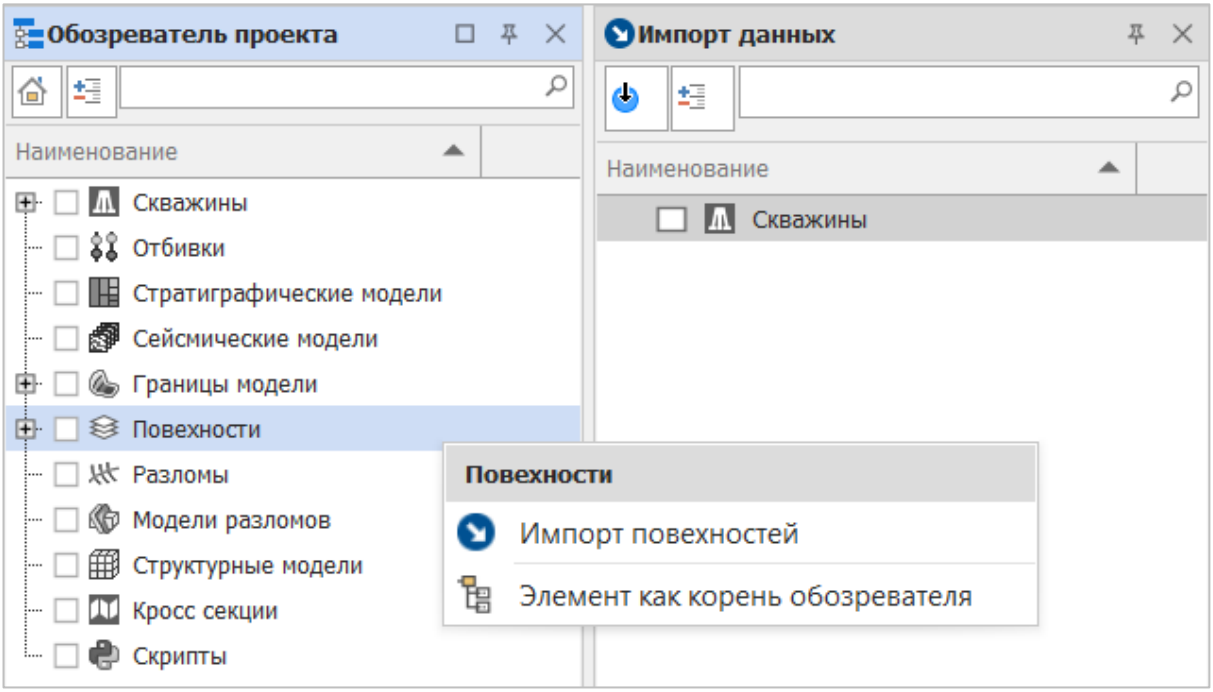
Нажмите на кнопку «Импорт данных» в верхней части ПО. Затем с помощью Drag&Drop необходимо перетащить скважинные данные в пустое поле открывшегося окна. Выберете интересующие вас данные и нажатием ПКМ выберете «Загрузить данные в проект».



Импорт скважинных данных

Второй способ возможно реализовать для всех типов данных:

Нажатием ПКМ на любой пункт в корне проекта выберете «Импорт данных». Выберете нужные данные, и они автоматически загрузятся в проект.



Импорт данных

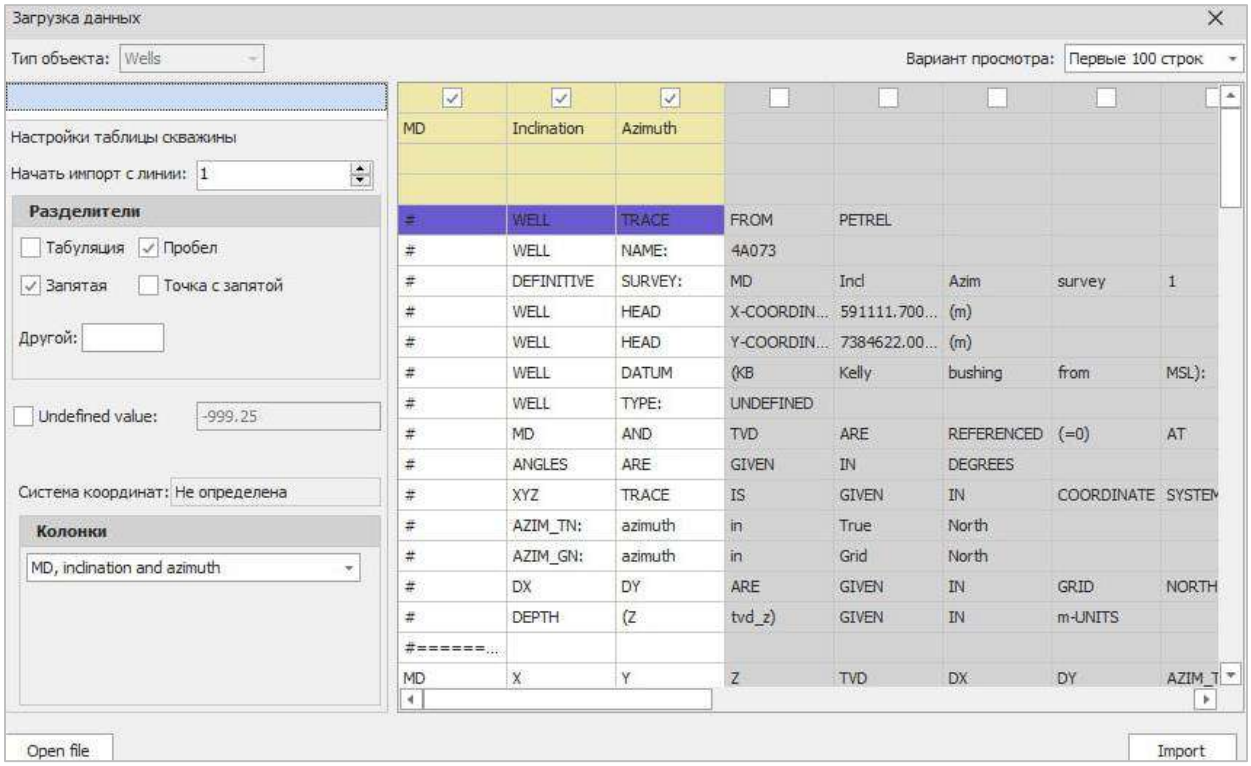
При загрузке сейсмических кубов после выбора данных в проводнике откроется окно, в котором нужно будет выбрать характеристики куба. После чего необходимо нажать на кнопку импорта и данные загрузятся в проект.

Также реализован универсальный загрузчик файлов, который позволяет читать все файлы типа ASCII. Для его открытия необходимо выбрать Custom format при импорте данных.

В открывшемся окне необходимо выставить тип объекта. Выставить нужные типы колонок с помощью уже предустановленного шаблона или нажав ПКМ на колонку и выставив свое значение. Первая строка — это тип данных вторая и третья помогают задать единицы измерения.

Также в правой части окна нужно выставить разделитель, если программа не смогла определить его автоматически и установить линию, с которой начнется импорт.

После всех манипуляций нажать «ОК» и данные импортируются в проект.



Пользовательский загрузчик данных

Кроссплот

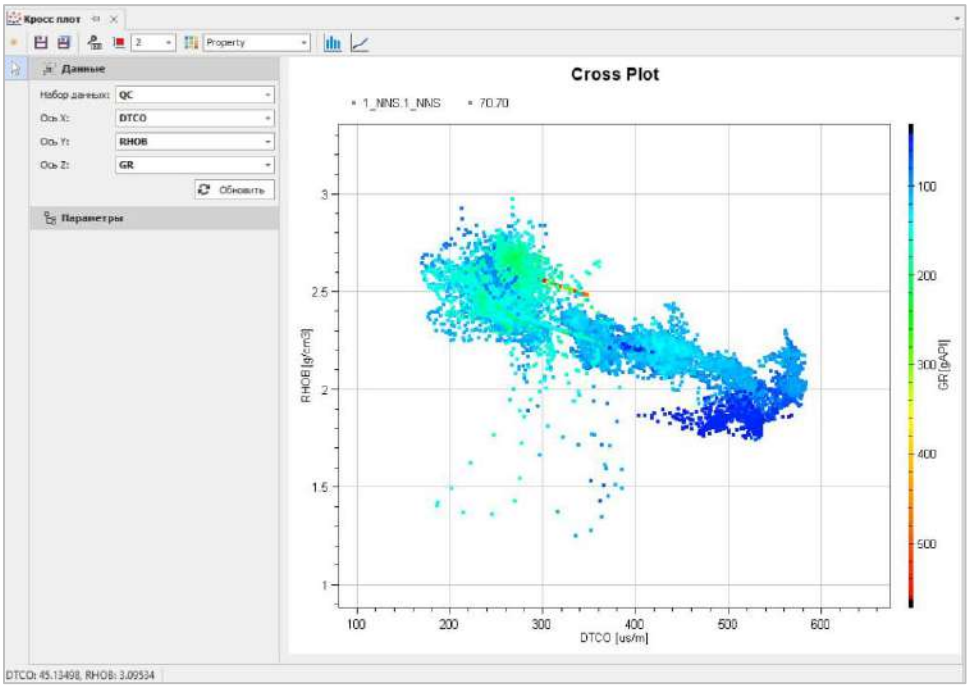
Для активации инструмента кросс плот необходимо нажать ЛКМ в верхней панели на соответствующую иконку.

В открывшемся окне необходимо выбрать набор данных, из которого будут браться нужные кривые и выставить ось X,Y и если необходимо Z.

Ось Z будет отображаться в виде цвета на уже имеющихся точках. После выставления осей и выделения нужной скважины в обозревателе проекта нажимаем на обновить.

В верхней панели инструмента возможно изменять размер точек, их заливку, а также сохранить кросс плот или создать новый.

Во вкладке объекты возможно построить аппроксимирующую функцию к точкам, информация о которой выведется в нижней части кросс плота. Нажав на иконку Питона можно сразу перенести формулу в скрипт питона и рассчитать нужные значения.

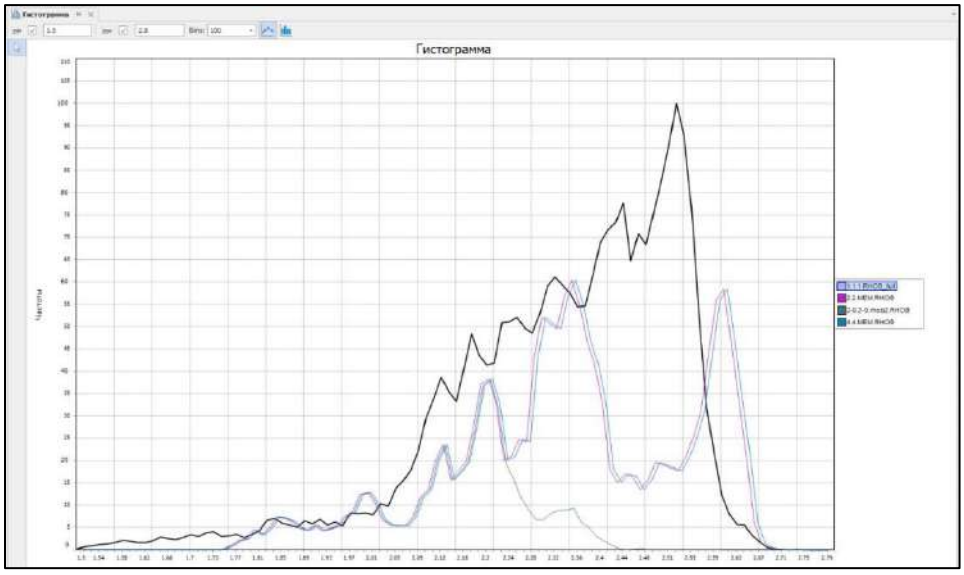


Кросс-плот

Гистограмма

Для активации инструмента необходимо нажать ЛКМ в верхней панели на соответствующую иконку.

Для того чтобы визуализировать данные необходимо поставить галочку напротив них в обозревателе проекта.



Многоскважинная гистограмма

В верхней части окна возможно установить пределы и количество Bin, а также поменять способ визуализации данных на полигон частот или непосредственно гистограмму.

5 3D Геологическая модель

3D Геологическая модель – это объёмная имитация месторождения, позволяющая исследовать и прогнозировать процессы, протекающие при разработке в объёме резервуара, непрерывно уточняющиеся на основе новых данных на протяжении всего периода эксплуатации месторождения.

Основной целью построения геологической модели месторождения является создание основы для дальнейшего моделирования движения флюидов в этом месторождений, а также подсчет геологических запасов.

PetroDESC – это основанный на системе Windows программный пакет для 3D визуализации, 3D отображения карт и 3D пластового моделирования. Его интерфейс основан по стандартам Microsoft Windows и включает в себя кнопки, диалоги и системы помощи. Это делает его простым для понимания большинством специалистов по наукам о Земле и гарантирует его эффективное использование.

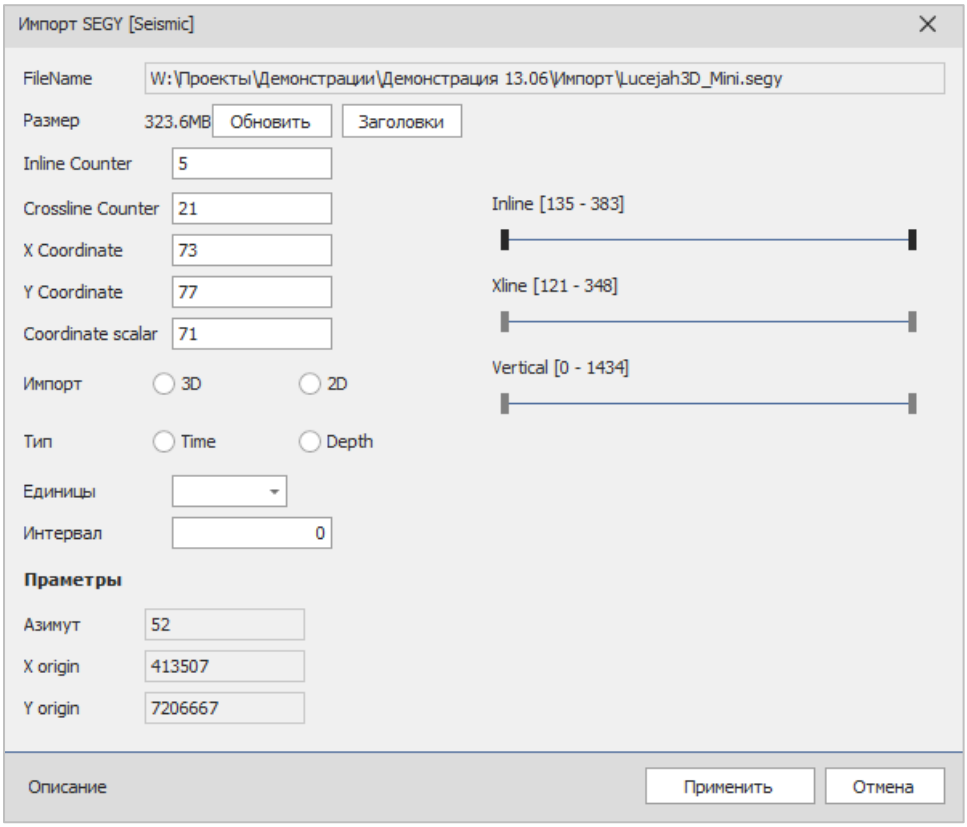
Процесс 3D моделирования в PetroDESC® активируется нажатием левой клавиши мыши на модуль 3D в окне обозревателя проекта и подразумевает последовательное выполнение действий, обеспечиваемых следующими инструментами:

- Интерпретация сейсмических данных
- Визуализация каротажа и корреляция скважин
- Построение и редактирование 2-D поверхностей
- Построение 3-D грида
- Перемасштабирование каротажных данных
- Фациальное моделирование
- Подсчет запасов

5.1 Интерпретация сейсмических данных

Программа позволяет уже на входе при загрузке сейсмических данных обрезать ее по нужным продольным/поперечным профилям.

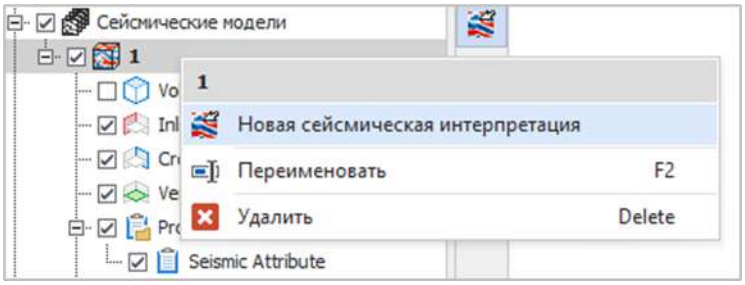
Для этого в окне импорта сейсмики выберете нужные значения с помощью специальных слайдеров и нажмите «Применить». При этом убедитесь, что в окне правильно указана информация о координатах сейсмики, а также выбран «Тип».



Окно импорта сейсмики

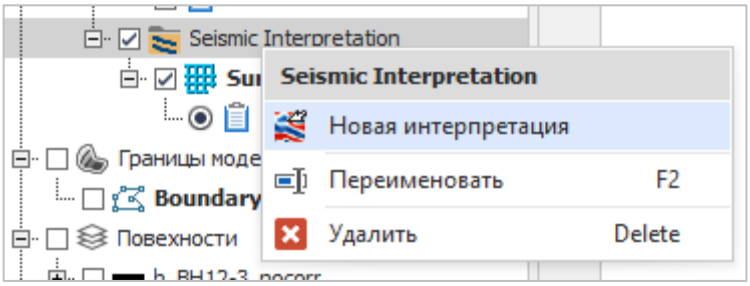
Для создания новой интерпретации необходимо:

1. Визуализировать сейсмику в 3D окне.
2. Создать папку с сейсмическими интерпретациями в нужном кубе сейсмики с помощью нажатия ПКМ на сейсмику и выбора «Новая сейсмическая интерпретация».



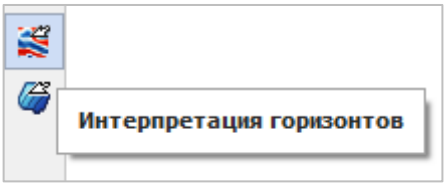
Создание папки с сейсмическими интерпретациями

3. Создать интерпретацию нажав ПКМ на папку «Seismic Interpretation» и кнопку «Новая интерпретация».



Создание интерпретации

4. Выбрать инструмент «Интерпретация горизонтов» и нажать на нужную амплитуду на сейсмике.



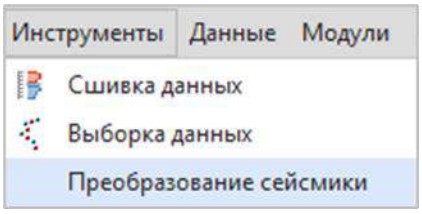
Инструмент «Интерпретация горизонтов»

5. Созданную интерпретацию можно конвертировать в поверхность с помощью одноименной кнопки при нажатии на нее ПКМ (поверхность создаться сразу в папку «Поверхности» в обозревателе проекта).
6. Созданную поверхность можно сгладить и заполнить отсутствующие значения. Этот функционал доступен при нажатии ПКМ на соответствующую поверхность.

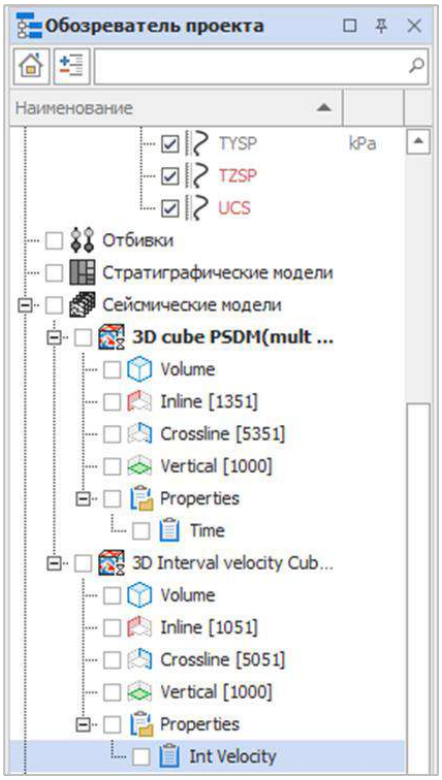
5.2 Глубинное преобразование

В PetroDESC возможен перевод сейсмического куба из времени в глубины с использованием кубов средних или интервальных скоростей, для этого:

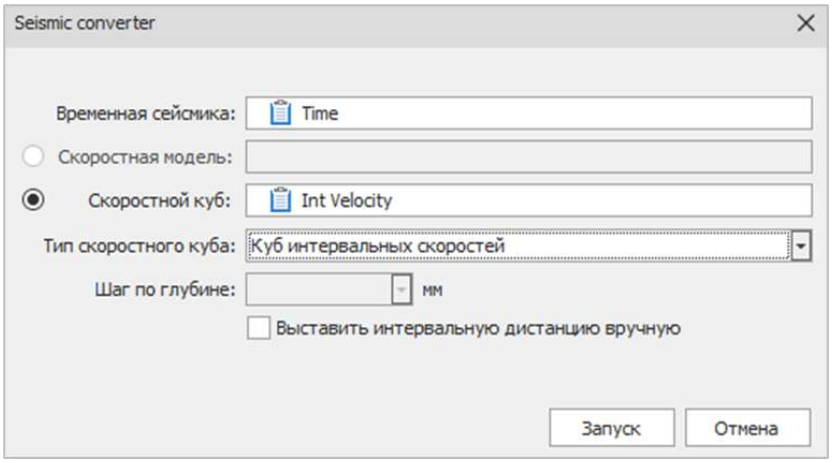
1) Нажмите на вкладку инструменты в верхней панели и выберете соответствующий инструмент «Преобразование сейсмики»



2) В открывшееся окно необходимо подгрузить соответствующие атрибуты из сейсмических данных. Для этого в папке «Сейсмические модели» разверните нужные кубы сейсмики и найдите вкладку «Properties».



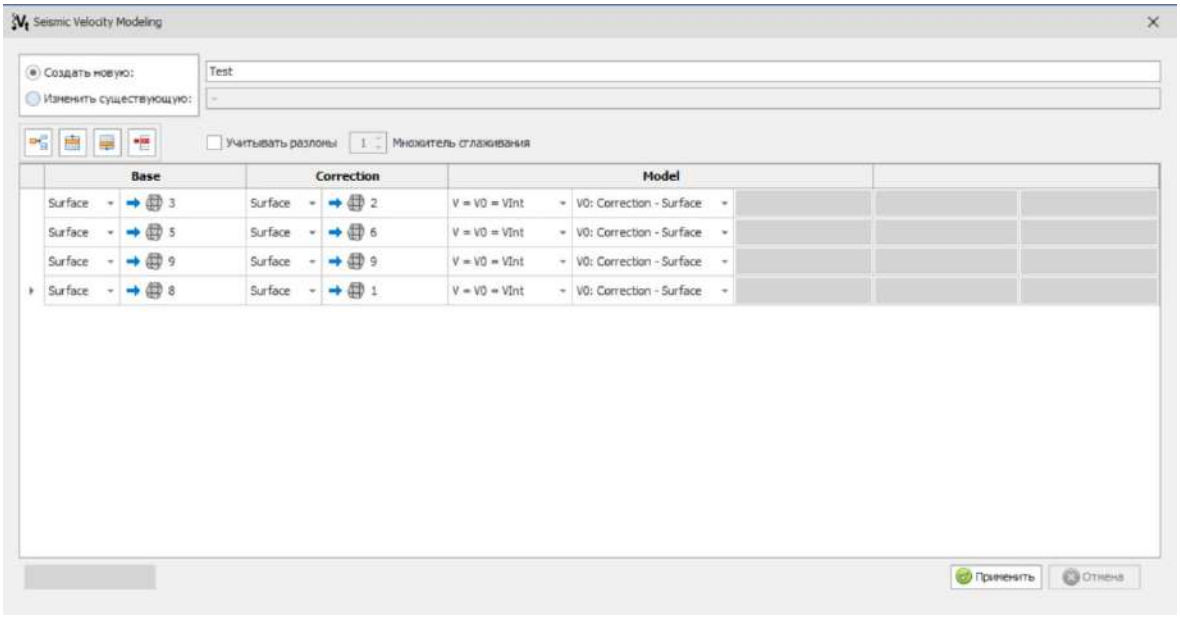
3) Выберете нужное свойство и загрузите его в окно преобразователя, выделив нужное свойство и нажав на кнопку в окне конвертера.



4) Выберете нужные параметры и нажмите «Запуск».
5) Во вкладке «Сейсмические модели» появится 3D куб в глубинном формате.

Также предусмотрена возможность использование пары поверхностей «Глубина-Время» для задание поинтервального скоростного закона и перевода временной сейсмики. Для этого:

1) Раскройте во вкладке процессы «Геофизика» и выберете «Скоростная модель»
2) В открывшемся окне задайте имя новой скоростной модели в верхней строчке окна
3) Добавьте строки с помощью «Добавить строку»
4) Подгрузите в появившееся строки нужные пары поверхностей, выделив нужный объект в обозревателе проекта и нажав синюю стрелочку в окне «Скоростная модель»
5) Выставив нужные параметры нажмите применить и произойдет создание скоростной модели.



Создание скоростной модели

5.3 Визуализация каротажа и корреляция скважин

PetroDESC это универсальный инструмент, позволяющий отображать одновременно множество каротажей, снимки керна, сейсмические данные, свойства 3D модели, в рамках единой 2D канвы.

Настраиваемые шаблоны для отображения скважинных данных позволяют унифицировать и оптимизировать работу в области корреляции на уровне департамента или компании и сохранить время инженеров.

Функциональные возможности модуля:

- Отображение и интерпретация скважинных данных на разрезе
- Визуализация снимков керна, точечных данных, микроимиджей и их интерпретации, сейсмокаротажа, синтетических сейсмограмм
- Создание отбивок и их интерактивная редакция как на разрезе по скважинам, так и в 3D окне
- Автоматическое создание отбивок по каротажным данным
- Интерактивная интерпретация дискретных каротажей
- Интерактивная редакция каротажных данных
- Создание разрезов и шаблонов по скважинам и их передача в другие проекты
- Сопоставление скважинных данных и смоделированных свойств



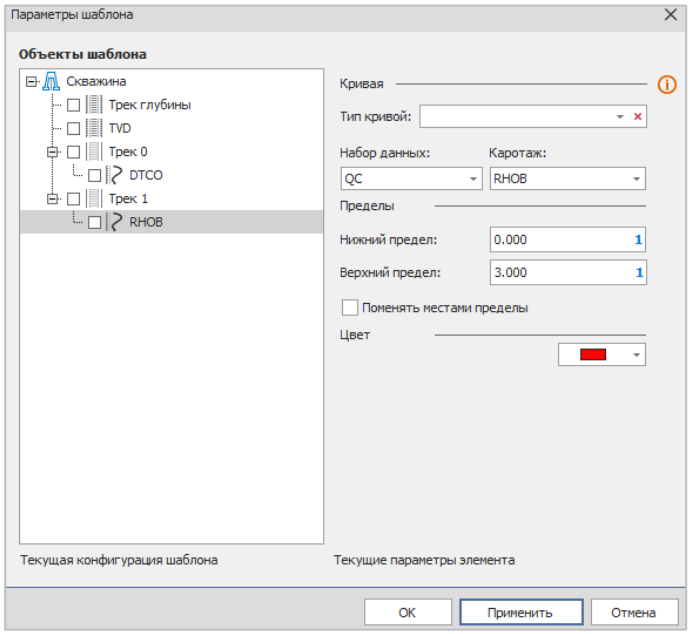
Модуль визуализации и корреляции скважинных данных

В этом разделе вы научитесь отображать скважинные данные в окне визуализации каротажей. На основе скважин возможно создание/редактирование отбивок по ним, чтобы прокоррелировать разрез. Также будут рассмотрены шаблоны каротажных кривых, опции

прокручивания и масштабирования, цветовая заливка каротажей, шаблоны для скважин, калькулятор для каротажей и интерактивная интерпретация фаций.

Создание нового окна корреляции, используя предустановленный шаблон

Вы можете использовать шаблоны по умолчанию, импортировать шаблоны из других проектов или создать свой шаблон. Все эти шаблоны можно выбрать в выпадающем меню выбора шаблона. Ко всем скважинам, добавленным в новое окно корреляции будет применен шаблон по умолчанию. Перейдите в меню сверху проекта и выберите создать новое окно визуализации скважинных данных. Выберите нужный вам шаблон из выпадающего меню в диалоговом окне. Нажмите ОК. Так же возможно создать новый шаблон путем нажатия в окне параметры шаблонов создание нового шаблона импортировать его извне нажатием кнопки импорта шаблона, а также экспортировать получившейся шаблон из проекта.



Окно параметров шаблона

Прокручивание и масштабирование

Вы можете прокручивать и/или масштабировать визуализированные кривые по одной или одновременно все. При прокручивании и масштабировании используйте серую и белую полосы прокрутки на левой стороне каждой панели. Белая часть прокрутки пропорциональна объему отображения скважины (чем больше белая часть по сравнению с

серой частью прокрутки, тем большая часть скважины отображена). Если вся область прокрутки белого цвета, значит скважина отображена целиком.

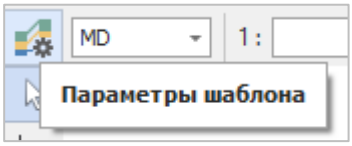
Прокручивание одной скважины: расположите курсор над белой областью полосы прокрутки. Нажмите левую кнопку мыши, для прокрутки вверх и вниз.

Масштабирование одной скважины: расположите курсор над границей между белой и серой областями полосы прокрутки. Появится двойная стрелка. Нажмите левую кнопку мыши над границей белого с серым и передвигайте курсор для увеличения/уменьшения масштаба. Для синхронизации обеих операций нажмите кнопку синхронизировать визуализацию отдельных окон и выберете интересующие окна.

Создание отбивок и работа с шаблонами

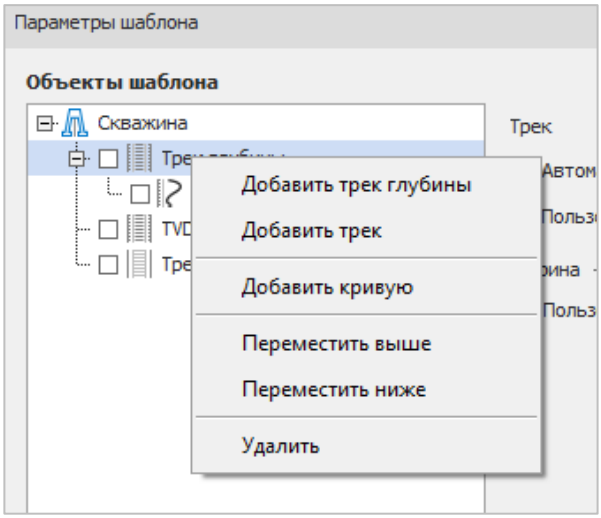
Отбивки в проект можно загрузить извне или же создать вручную. Созданные или импортированные отбивки можно отобразить в «Окно корреляции». В этом окне можно отображать нужные нам скважины с помощью выбора их в Обозревателе проекта, а каротажи с помощью перетаскивания Drag&Drop. Для более удобной работы предусмотрена работа с шаблонами, для создания нового шаблона нужно:

1. Открыть «Окно корреляции»
2. В открывшемся окне выбрать «Параметры шаблона» в левом верхнем углу окна



3. В окне «Параметры шаблона» с помощью ПКМ добавить нужный трек или кривую

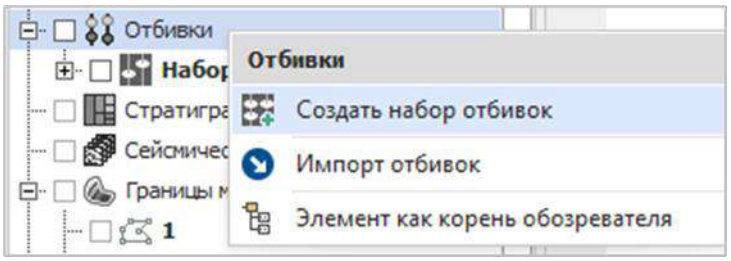
4. Выбрать с помощью ЛКМ нужный трек или кривую и выставить необходимые настройки



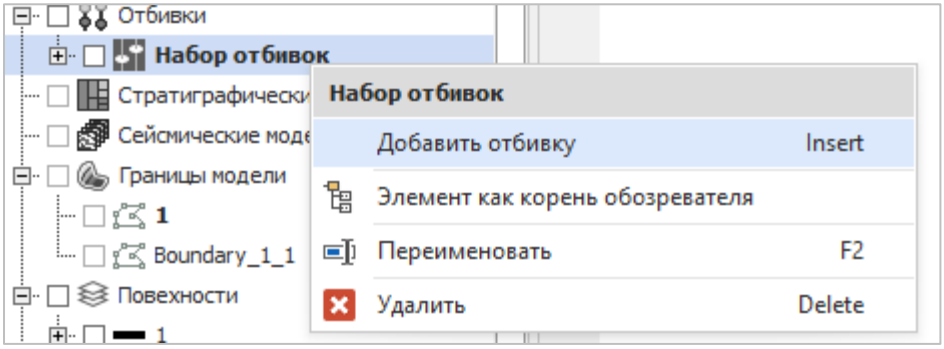
5. Также возможно добавить заливку на интересующие вас кривые также нажав ПКМ на нужный трек.
6. После всех установок нажать «Применить» и отобразить нужные скважины с помощью выбора их в обозревателе проекта.

Следующим этапом является создание отбивок, для этого:

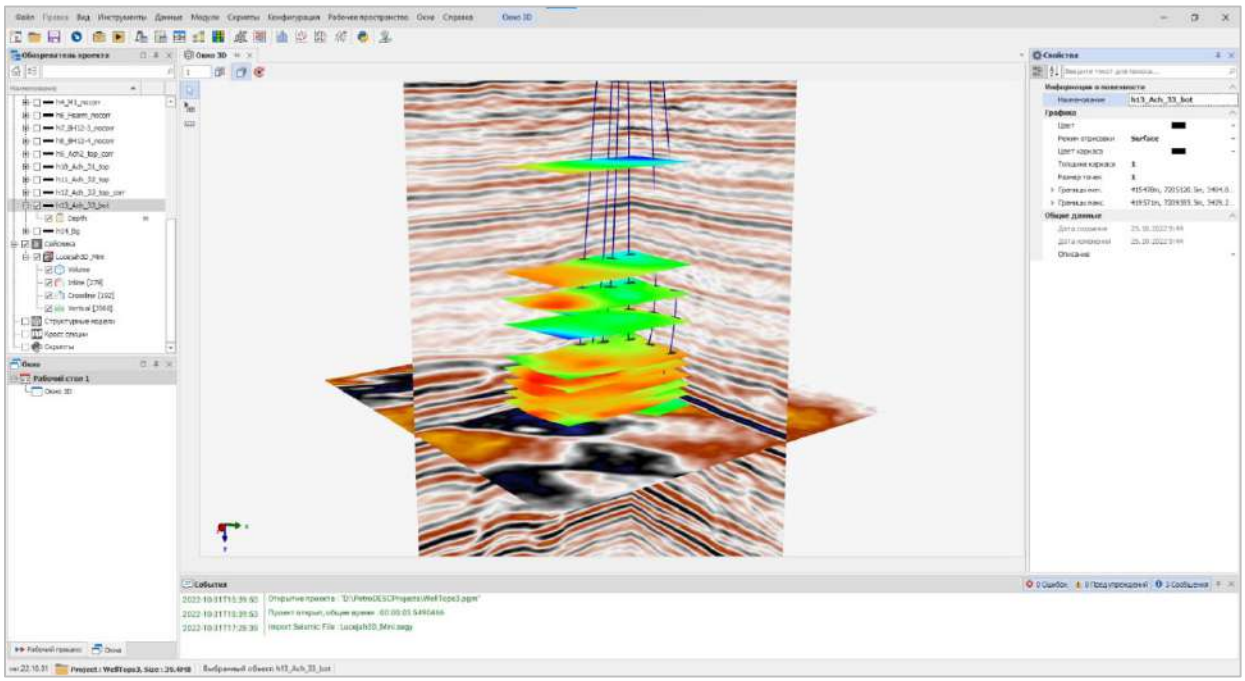
1. В обозревателе проекта по вкладке «Отбивки» нажмите ПКМ и создайте новый набор отбивок



2. ПКМ по создавшемуся набору и выберете создать новую отбивку



3. Выберете отбивку в обозревателе проекта и нажмите на инструмент «Отбивки» в окне корреляции
4. Выставите отбивки на нужном уровне, также перемещать вдоль трека их можно с помощью ЛКМ



Отбивки в окне визуализации сейсмики

Также возможен просмотр и редактирование отбивок в табличном виде. Для этого нажмите ПКМ на нужный набор отбивок и выберете редактировать.

Вам откроется таблица, в которой возможно редактирование отбивок.

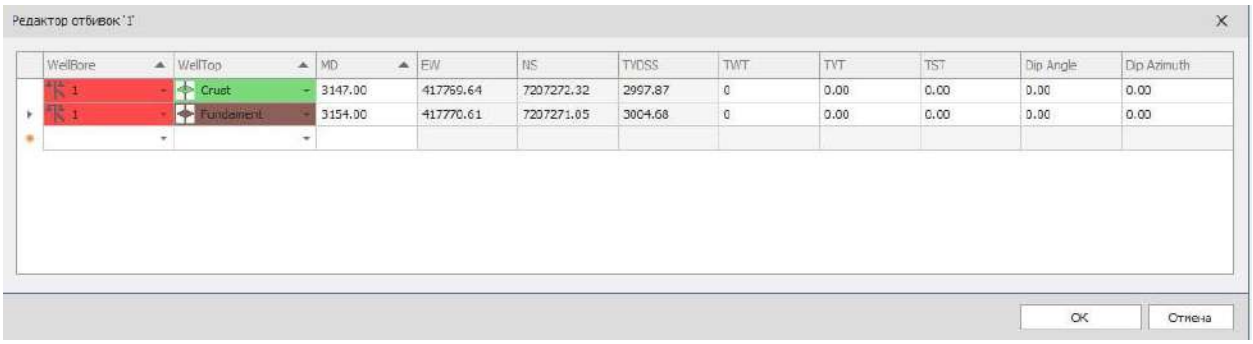


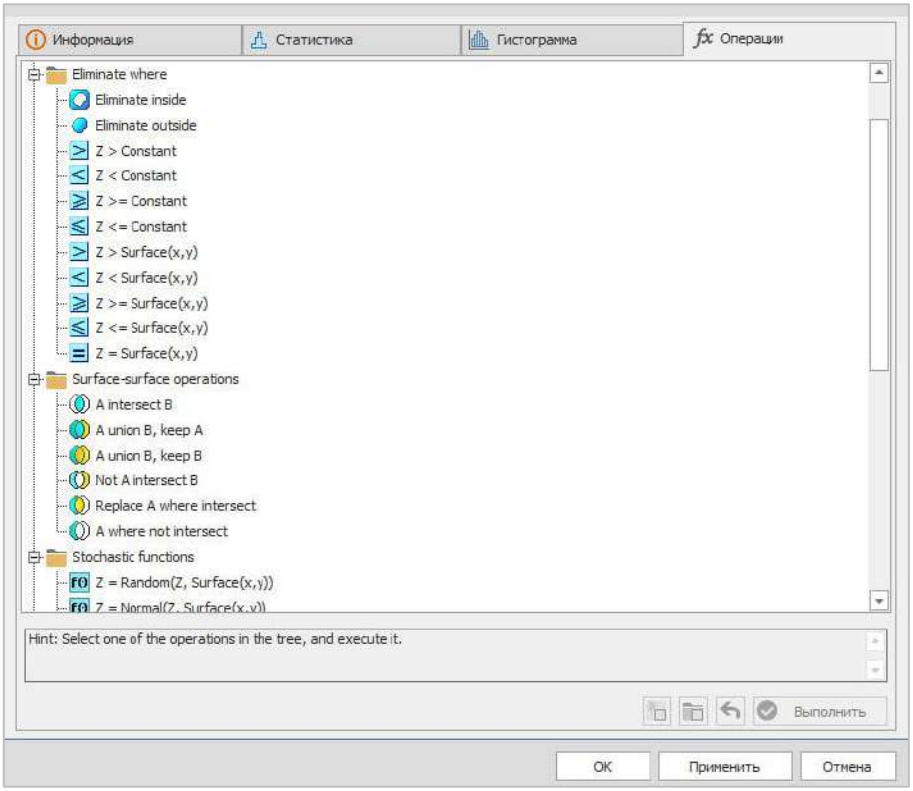
Таблица редактирования отбивок

5.4 Работа с поверхностями

В PetroDESC реализован базовый функционал для работы с поверхностями, которые находятся во вкладке «Поверхности” обозревателя проекта.

Для сглаживание нужной поверхности нажмите на нее ПКМ и выберете «Применить сглаживание”. Также если поверхность была проинтерпретировать с помощью сейсмических данных и в ней остались незаполненные участки, можно заполнить отверстия с помощью соответствующей кнопки, которая также находится в выпадающем списке, открывающимся при нажатии ПКМ на поверхность.

В свойствах поверхности, открыв вкладку «Операции” возможно произвести различные операции с поверхностями, например найти пересечение поверхностей, обрезать по границам полигона или увеличить, повернуть, переместить и т.д.



Окно «Операции» для работы с поверхностями

5.5 Построение 3D грида

В данном разделе вы изучите начальное построение 3D грида в PetroDESC. Будет рассмотрено использование интерпретации разломов и поверхностей в качестве входных

данных при построении 3D грида. Будет показано, как создавать и разломы, и как использовать их при построении 3D грида.

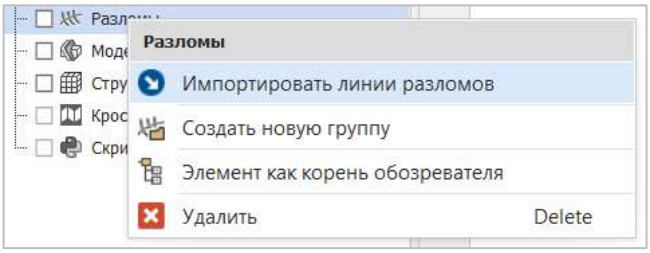
Цель построения 3D грида - создание сетки, которая будет использована как основа для создания 3D ячеек. Есть несколько способов построения 3D грида в PetroDESC. Используя процесс создания простой сетки, процесс угловой точки и процесс структурного моделирования (по отдельности или вместе), PetroDESC сгенерирует начальную модель. Процесс создания простой сетки не учитывает разломы в то время, как процессы угловой точки и структурного моделирования используют модель разломов, как основу для создания модели. Модель разломов может быть сгенерирована на основании полигонов разломов, на основании линий сейсмической интерпретации, импортированных структурных карт или стиков. Падение, азимут, длина и форма определяют плоскости разломов посредством ключевых пилларов. Ключевые пиллары создают каркас 3D модели. Ключевой пиллар — это вертикальная, линейная, листрическая или искривленная линия, состоящая из двух, трех или пяти точек соответственно, определяющая форму разлома. Разломы могут быть пересекающимися, разветвляющимися и вертикально срезанными. Пересекающиеся разломы должны быть соединены в процессе моделирования, чтобы создать сетку, которая в дальнейшем будет описывать построение пилларов в процессе Пиллар Гридинг. Модель разломов сформирована, когда все разломы заданы ключевыми пилларами и соответствующим образом соединены.

5.5.1 Создание модели разломов и процессы построения грида

Модель разломов (Pillar Gridding) - основа для построения геологической 3D модели. Именно с ее помощью сгенерированный на следующем этапе скелетон будет правильной моделью с точки зрения геологии.

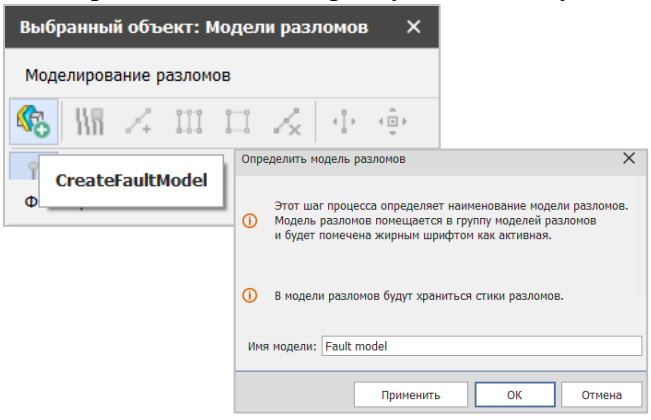
Для того чтобы создать модель разломов необходима информация о разломах в виде стиков/линий:

1. Чтобы импортировать разломы щелкните правой кнопкой мыши в обозревателе проекта по вкладке «разломы» и нажмите «импортировать линии разломов».



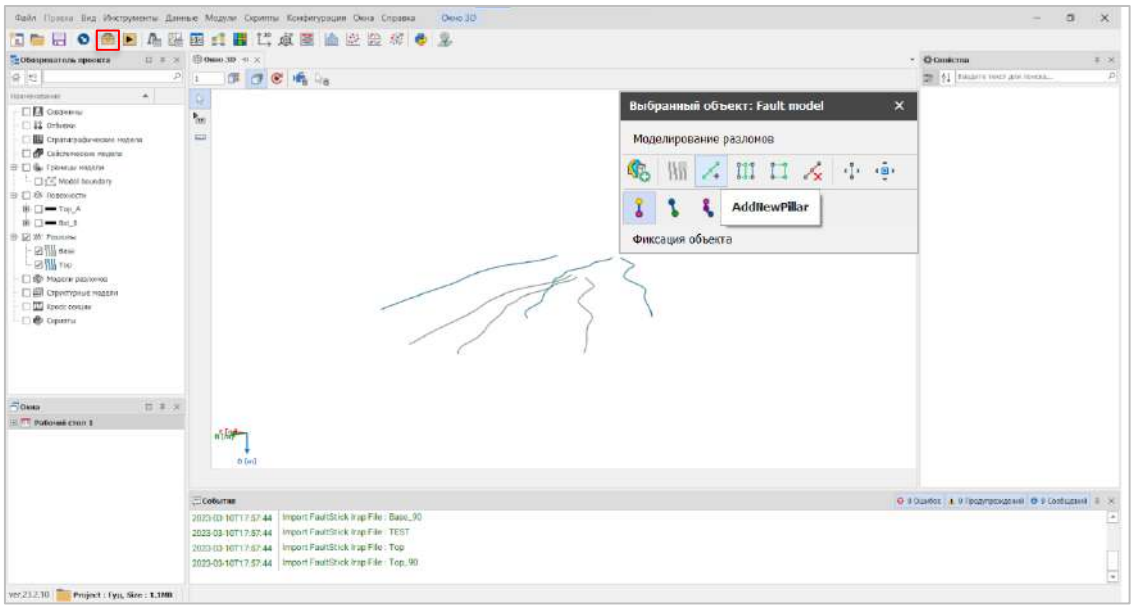
Импорт разломов

2. В открывшемся окне выберете нужный формат и загрузите нужные линии/стики разломов.
3. Для создания модели разломов необходимо выбрать в обозревателе проекта соответствующую вкладку и далее нажать на ‘Панель редактирования»  в верхнем меню программы.
4. В открывшемся окне необходимо нажать «CreateFaultModel». Во всплывающем окне «Определить модель разломов» задать имя и нажать «Применить», если необходимо создать несколько моделей, в таком случае окно не будет закрываться, но при этом будет добавлять новые в обозреватель и «ОК» если нужна только одна. В таком случае окно закроется и можно приступать к следующему шагу.

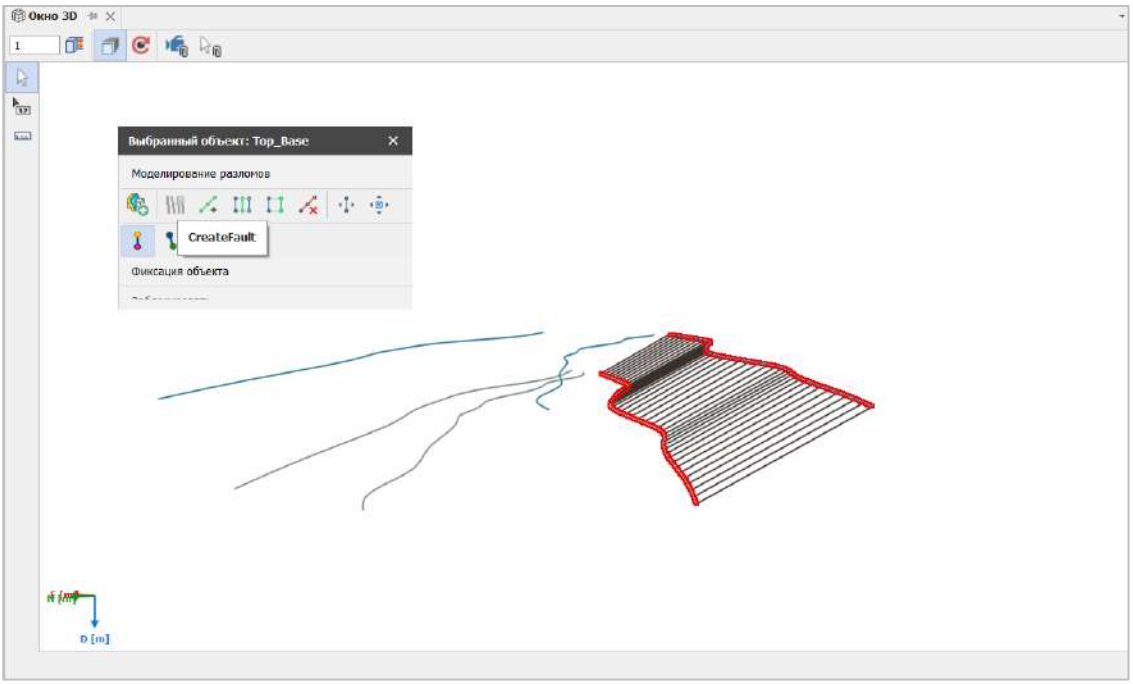


Создание модели разломов

5. Визуализируем в 3D окне нужные разломы и далее нажимаем «Панель редактирования». Выбираем «AddNewPillar» и с зажатым Ctrl выделяем границы разлома, которые будут соединены пилларами. Далее выбираем тип соединения и нажимаем «CreateFault» после чего создадутся разломы с пилларами.



Создание разломов с пилларами (а)



Создание разломов с пилларами (б)

6. В окне «Панель редактирования» также возможно добавить пиллар между 2 существующими пилларами с помощью кнопки «AddBetweenPillar», создать конец разлома с помощью «AddEndPillar», удалить ненужные с помощью кнопки

«RemovePillar», а также перемещать их с помощью кнопок «PillarMove» и «PillarNodeMove».

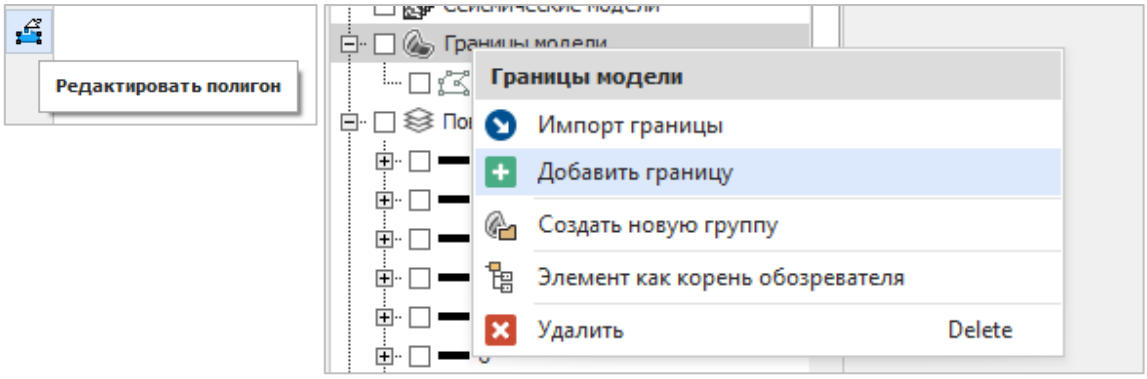


Создание разломов с пилларами (в)

5.5.2 Полигон моделирования

Следующим шагом является импорт/создание полигона моделирования или создать его вручную. Для этого необходимо:

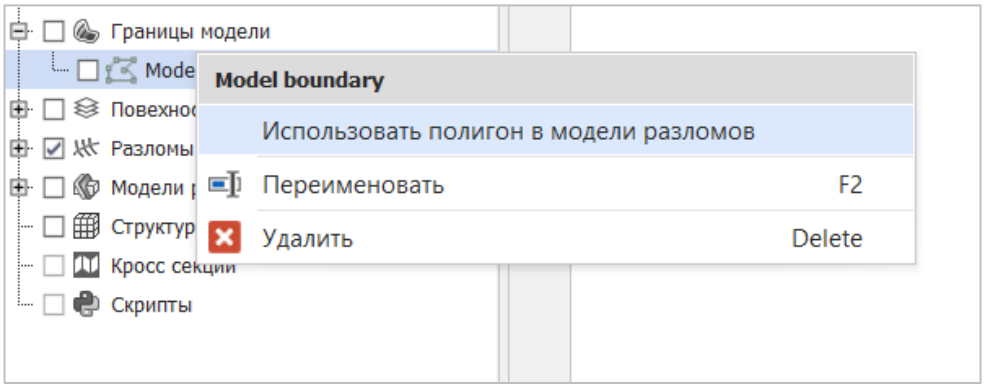
1) Нажмите ПКМ на «границы модели» в обозревателе проекта и по аналогии с разломами импортируйте их в PetroDESC.
2) Для того чтобы создать границу модели вручную необходимо открыть 2D окно, визуализировать поверхность или скважины для привязки к нужным координатам, нажать ПКМ по вкладке «Границы модели» в обозревателе проекта и нажать «Добавить границу». Выбрать инструмент «Редактировать полигон» и добавить точки в нужных местах.



Создание полигона моделирования вручную

3) Выбрать инструмент «Редактировать полигон» и добавить точки в нужных местах с зажатым Crtl. Если необходимо удалить ненужные точки, то зажимаем Alt и ЛКМ по точке. Также точки можно перемещать, просто зажав ЛКМ по точке.

4) Также можно извлечь полигон из поверхности. Для этого нажмите ПКМ по нужной поверхности и выберете «Извлечь полигон”
5) Полигон добавится в последнюю выбранную модель разломов.
6) Далее необходимо нажать ПКМ на вкладку и выбрать «Использовать полигон в модели разломов», и после этого полигон будет использован для создания структурной модели.

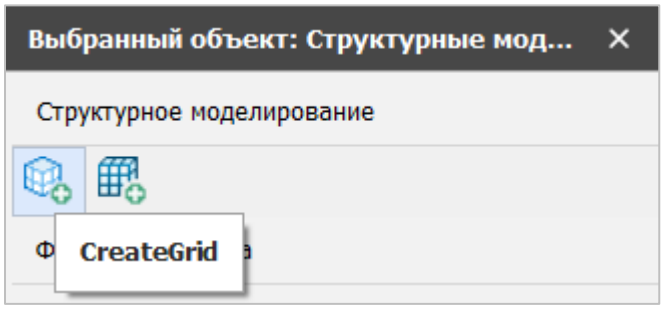


Добавление полигона моделирования

5.5.3 Создание 3D грида

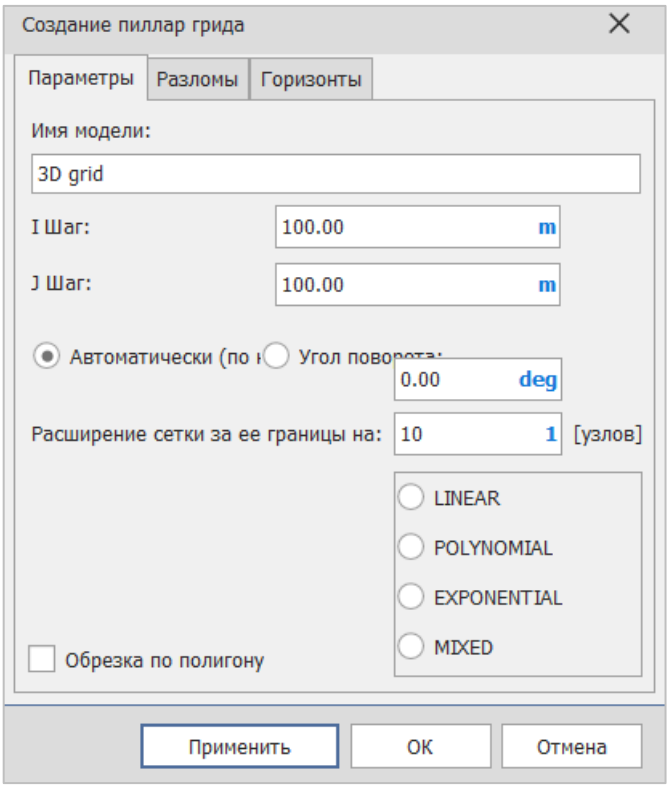
Для построения 3D грида:

1) Выберете в обозревателе проекта вкладку структурные модели и нажмите на ‘Панель редактирования». 
2) В открывшемся окне нажмите на нужный вариант построение грида: «CreateSimpleGrid» или «CreateGrid». Во втором случае модель будет учитывать модель разломов, созданную на предыдущем этапе.



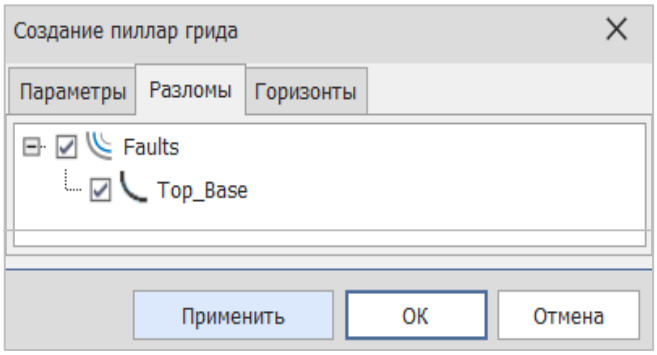
Создание пиллар-грида (а)

3) В окне «Создание пиллар грида» впишите название модели, шаг по I и J, и остальные параметры построения.



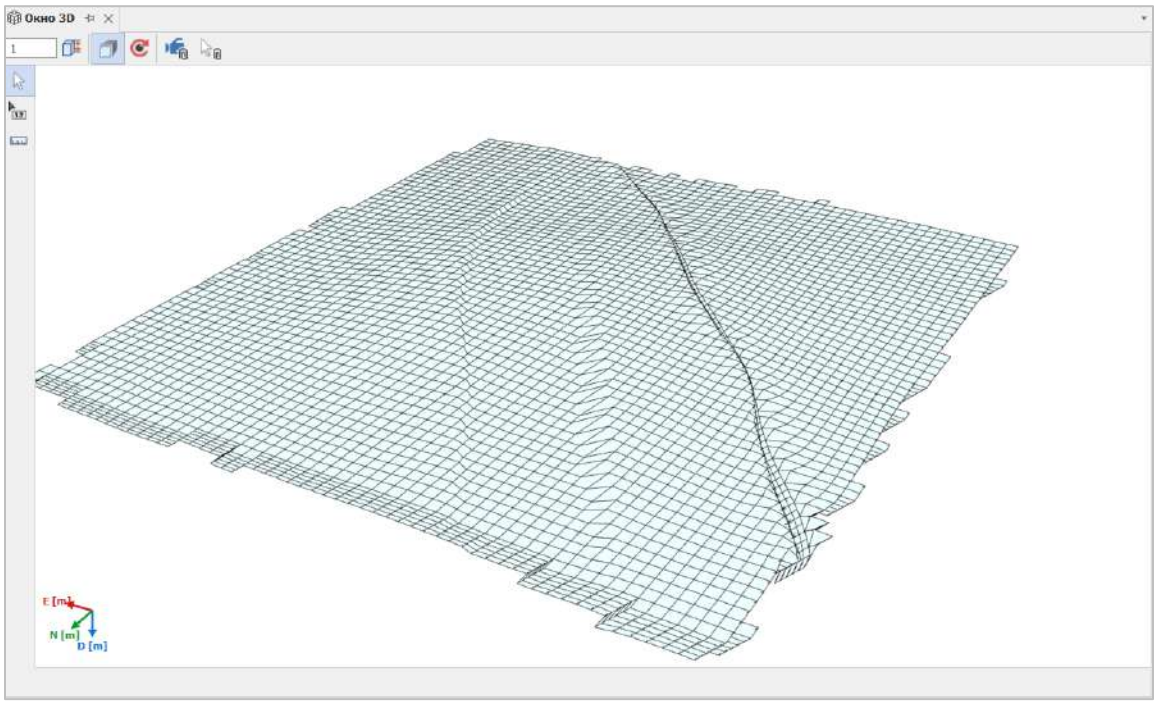
Создание пиллар грида (б)

4) Далее переходим во вкладку «Разломы» и выбираем разломы, которые будут участвовать в построении грида, и нажимаем «Применить». Построится скелетон, который будет находиться в директории созданной модели разломов.



Создание пиллар грида (в)

5) Далее нажимаем «ОК», и созданный грид появится во вкладке обозревателя проекта «Структурные модели», после чего его можно будет визуализировать.

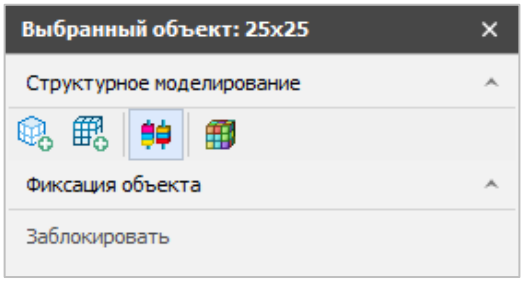


Пиллар грид

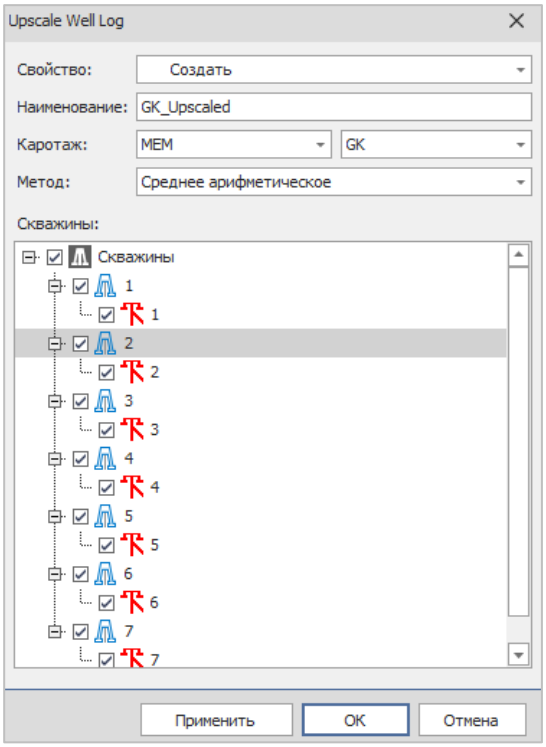
6 Создание 3D свойств

Первым этапом в распространении свойств по имеющемуся 3D гриду является Upscaling существующих каротажных данных вдоль траектории скважины. Для этого необхожимо:

1. Выбрать нужный 3D грид и нажать на кнопку «Панель редактирования» .
2. В открывшемся окне выбрать «Перенос каротажей».



3. В окне «Upscale Well Log» в первой строчке выбрать создать новое свойство или изменить уже имеющееся, написать наименование.
4. В строчке каротаж необходимо выбрать набор данных, из которого будут подтягиваться каротажи, а также сам каротаж (***важно****: для того, чтобы распространение произошло успешно, во всех скважинах должен быть набор данных с одинаковым названием и каротаж. Например: набор данных - MEM; каротаж - GK*).
5. Выбрать метод переноса каротажа и скважины в которых существует переносимый каротаж.
6. Нажать применить и ждать завершения процесса.

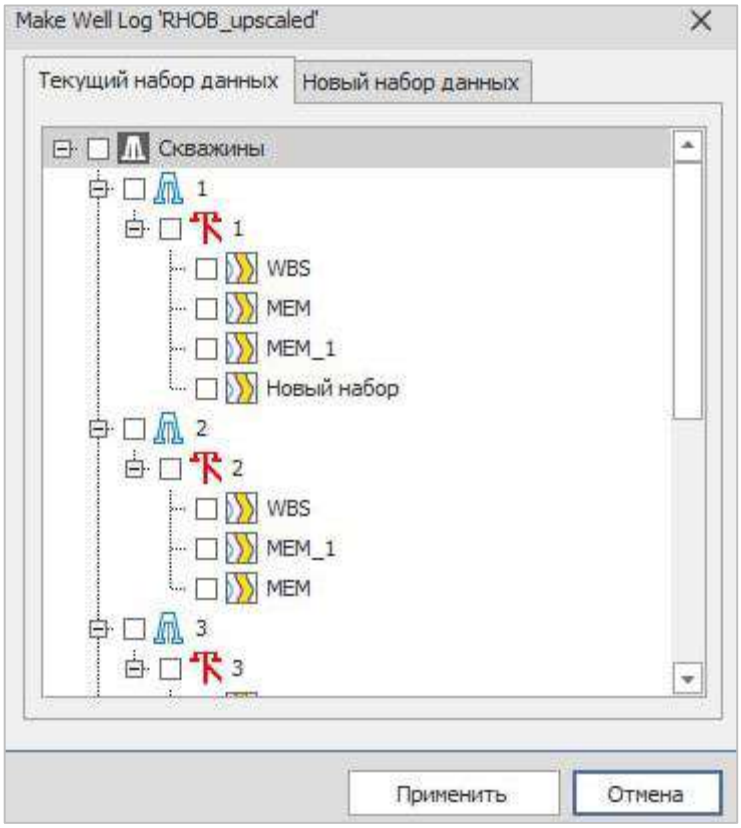


Окно «Upscale Well Log»

Также возможен перенос созданной кривой на траектории имеющихся скважин, для этого нажмите ПКМ на созданное свойство, выберете в выпадающем списке создать каротаж. Выделите набор данных, в который хотите выгрузить свойство или во второй

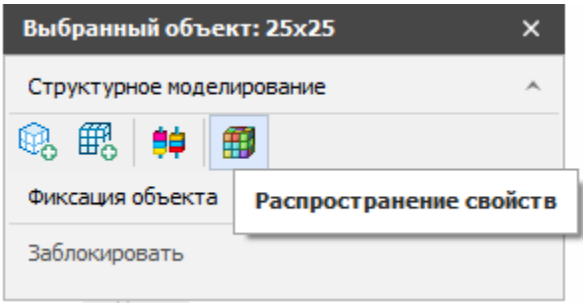
вкладке создайте новый набор данных в скважине. Этот функционал также работает для переноса 3D свойств.

Окно «Создание каротажа»



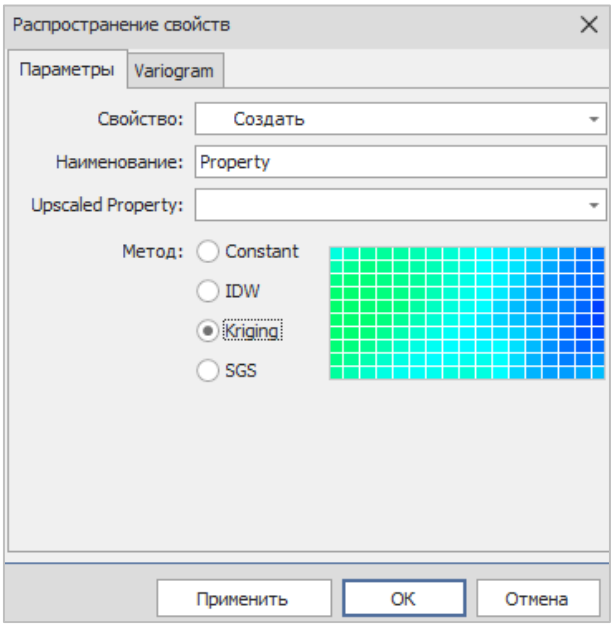
Следующим шагом в создании 3D свойств идет распространение получившихся на предыдущем этапе данных на нужный нам 3D грид для этого:

1. Выбрать нужный 3D грид и нажать на кнопку «Панель редактирования».
2. В открывшемся окне выбрать «Распространение свойств»:



3. В окне «Распространение свойств» задать Имя, и свойство, которое хотим распространить.
4. Выбрать метод и нажать применить (***важно***: *если метод предполагает дополнительные настройки такие, как например вариограмма, то в этом же окне*

появится вторая вкладка, в которой можно будет выставить дополнительные настройки распространения).

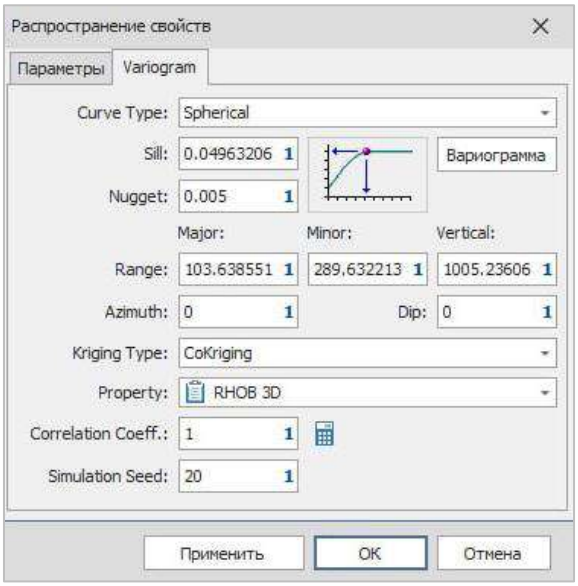


Окно «Распространение свойств»

6.1 Работа с вариограммами

Выбрав один из методов Krigging или SGS, в окне распространения свойств появится дополнительная вкладка с настройками Variogram.

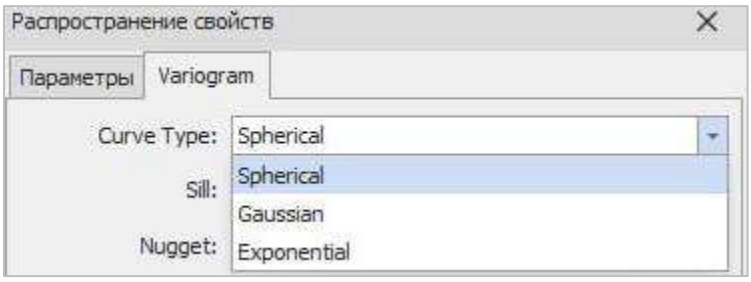
В окне вариограммы вы можете выбрать дополнительные настройки распространения, такие как тип Krigging, а также выставить нужные значения Sill, Nugget и дистанции распространения скважинный свойств и типа кривой.



Окно настройки параметров вариограммы

Инструмент Кригинг предоставляет на выбор следующие функции для моделирования вариограммы:

- Сферическая
- Экспоненциальная
- Гауссова



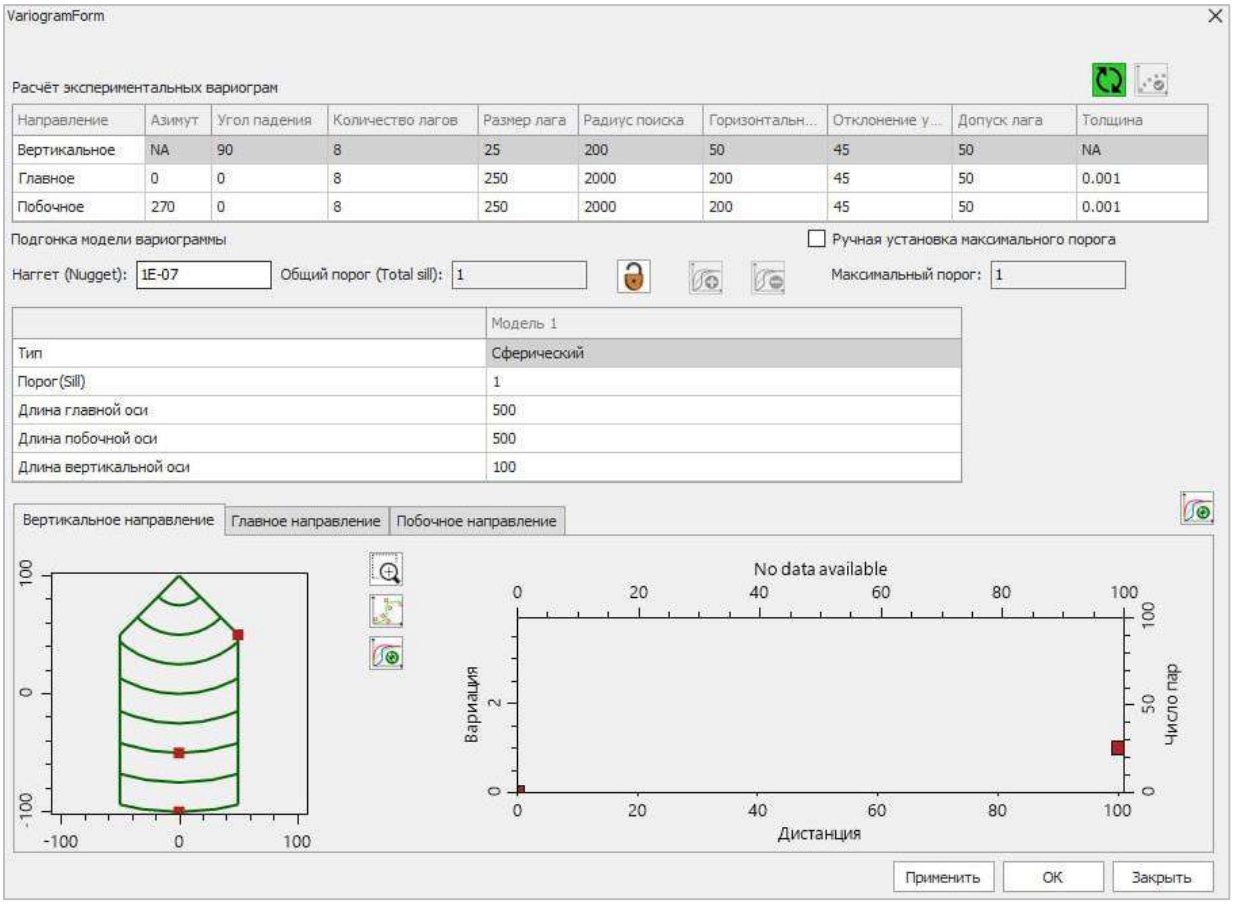
Функции инструмента Кригинг для моделирования вариограммы

В случае выбора типа CoKriging во вкладке появится строка с выпадающим списком для выбора свойства, которое будет использоваться как тренд, коэффициента корреляции с этим свойством (коэффициент корреляции возможно рассчитать автоматически, используя данную клавишу).

Окно, с более детальной настройкой вариограммы открывается при нажатии на кнопку с соответствующим именем.

В данном окне происходит расчет экспериментальных вариограмм, основываясь на заданных в таблице значений.

В нижней части окна находятся вкладки для расчета вариограмм в вертикальном, главном и побочном направлении.



Окно детальной настройки вариограмм

В каждой вкладке присутствует инструментарий для более удобной работы, он содержит в себе:

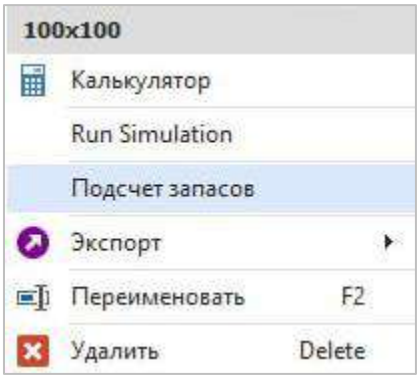
1) Изменение масштаба 
2) Фитирование – аппроксимация экспериментальной вариограммы модельной 
3) Перерасчет – обновление экспериментальных вариограмм для заданного направления 

Также в правом верхнем углу возможно выключить автоматический перерасчет вариограмм при внесении изменений 

После внесения всех правок в окно необходимо нажать «Применить» и «Ок», после чего все заданные параметры начнут отображаться в исходном окне «Распространение свойств».

7 Подсчет запасов

1) Для того, чтобы открыть окно «Подсчет запасов» необходимо нажать ПКМ на интересующую нас 3D модель и выбрать соответствующее наименование в выпадающем списке.



2) После открытия вкладки «Подсчет запасов» в верхней части нужно задать имя для нового расчета или выбрать существующий для изменения.



3) Во вкладке «Свойства» и в окне «Флюидные зоны» необходимо выбрать интервалы углеводородов и подгрузить контакты в формате поверхностей из обозревателя проекта.

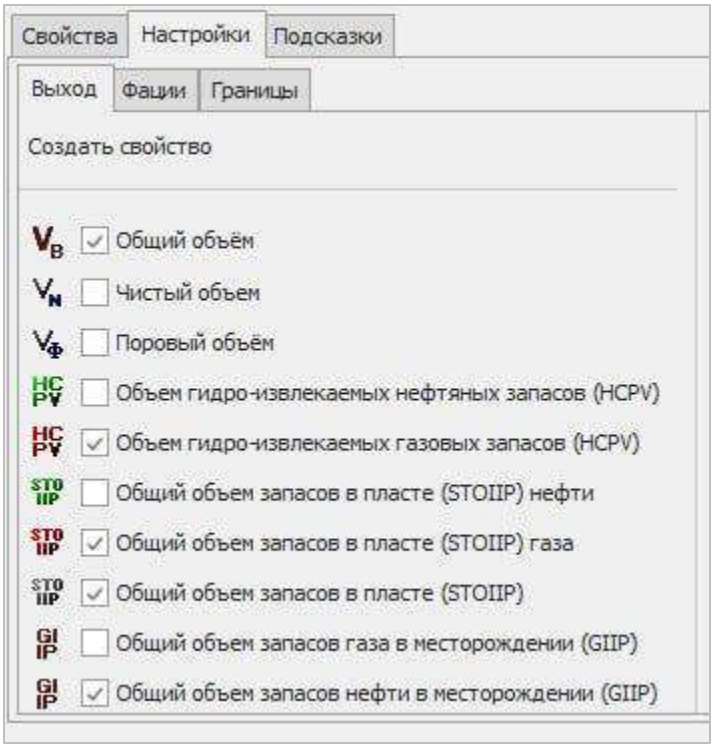


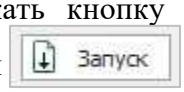
4) Во вкладках «Общее», «Нефть», «Газ» нужно задать свойства необходимые для расчета путем выбора из выпадающего списка 3D свойства, или задать его константой.

5) После этого во вкладке «Настройки» возможно выбрать расчет по нужному вам полигону и, если необходимо выбрать свойство фаций во вкладке «Фации». Также возможен подсчет запасов вдоль нужных скважин с заданным радиусом влияния. Для этого во вкладке скважины выделите нужные и задайте радиус.



6) Во вкладке «Выход» задать необходимого куба свойства.



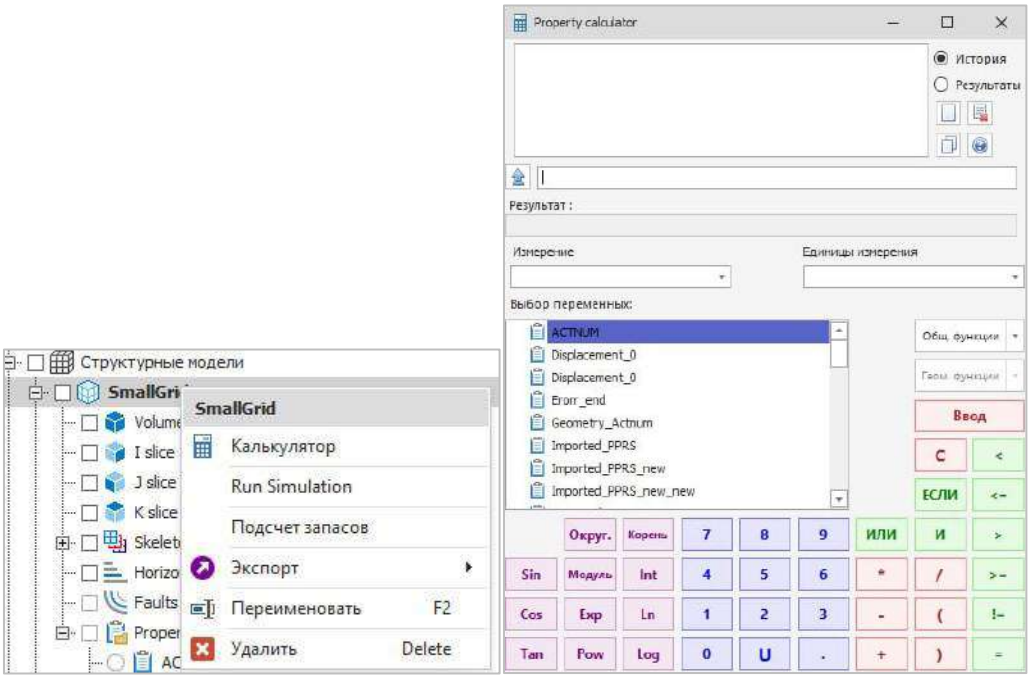
7) Нажать кнопку «Запуск», после чего на экран будет выведена таблица с результатами 

8 3D калькулятор

В PetroDESC возможен пересчет 3D свойств с помощью 3D калькулятора, для этого:

В обозревателе проекта выберете нужный 3D грид с имеющимися свойствами

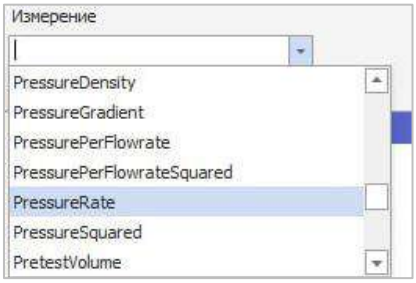
Нажмите ПКМ по гриду и выберете «Калькулятор”. В нем можно писать свои скрипты с помощью встроенных логических операторов «ЕСЛИ”, «ИЛИ”, «И” или, например, выбрать одну из множества доступных функций нажав на вкладку «Общие функции”.



3D калькулятор

Сами свойства можно переносить в калькулятор, выбрав его из списка «Выбор переменных” или же выделив нужное свойство в обозревателе проекта и нажав на стрелочку импорта

Важно: выставите правильные измерение и его единицы для комфортной и удобной дальнейшей работы. Для этого откройте одноименные списки и выберете нужные значения.

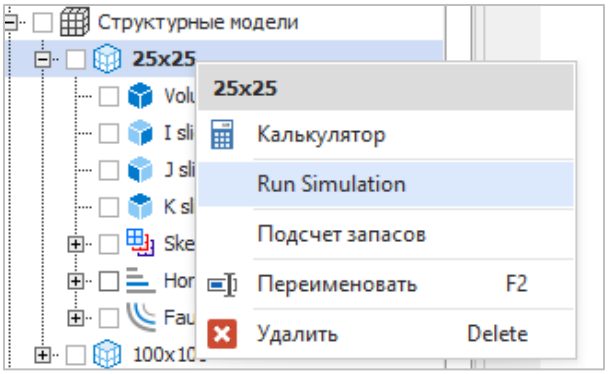


История результатов операций отображается сверху если выбрать флажок «История».

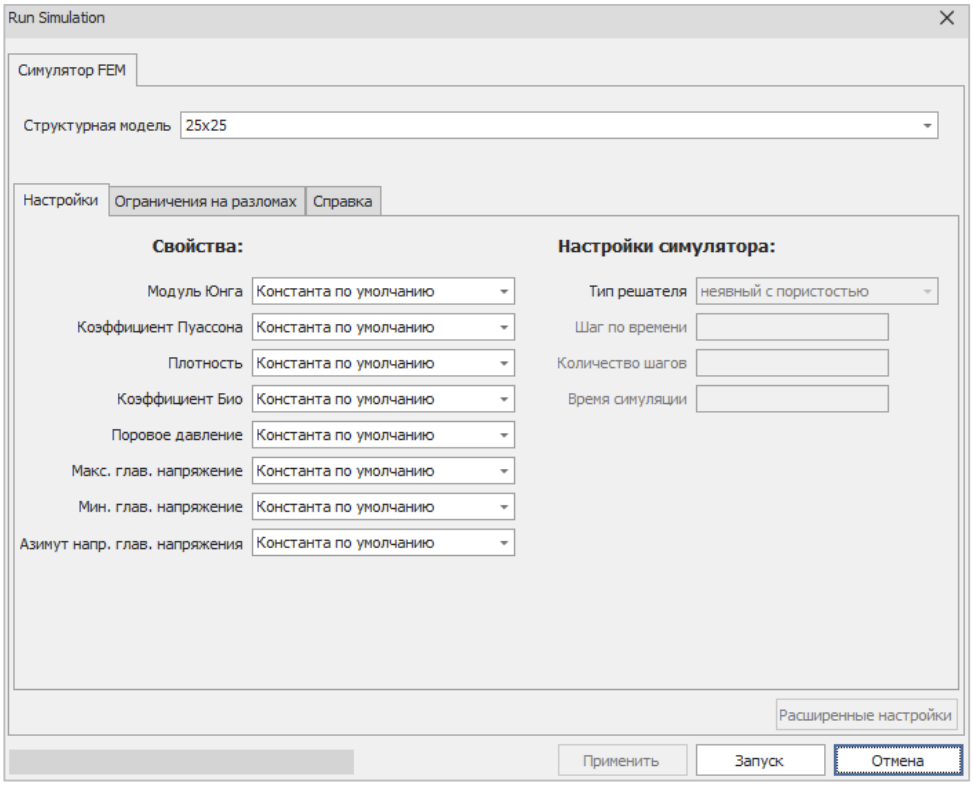
9 Нагружение

Для того чтобы запустить геомеханический симулятор нужно:

1. Нажать ПКМ по нужному 3D гриду во вкладке «Структурные модели» обозревателя проекта.
2. Выбрать «Run Simulation».



3. В открывшемся окне подгрузить все геомеханические свойства и выставить нужные параметры.
4. Нажать «Запуск» и дождаться завершения расчетов.



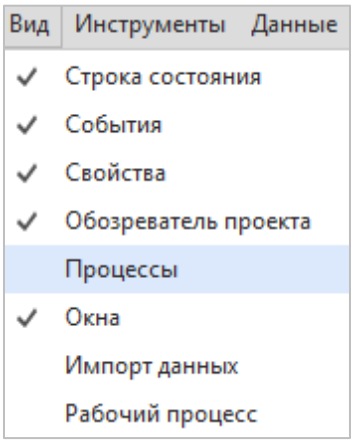
Окно геомеханического симулятора

10 Расчет устойчивости ствола скважины (РУСС)

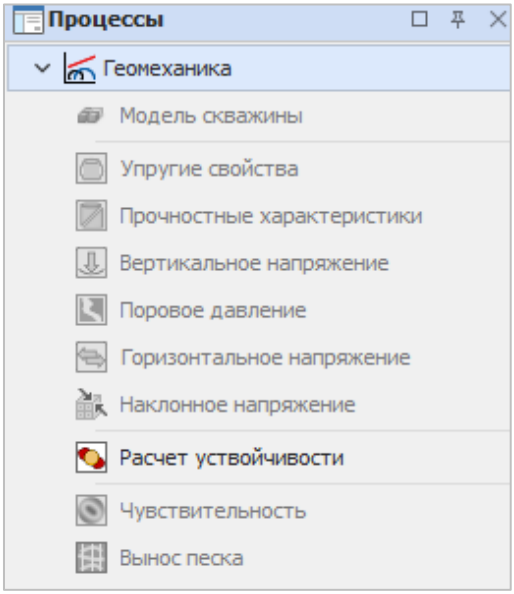
Построить РУСС в PetroDESC можно как для импортированных данных, так и для свойств перенесенных из 3Д.

Для того чтобы построить РУСС необходимо:

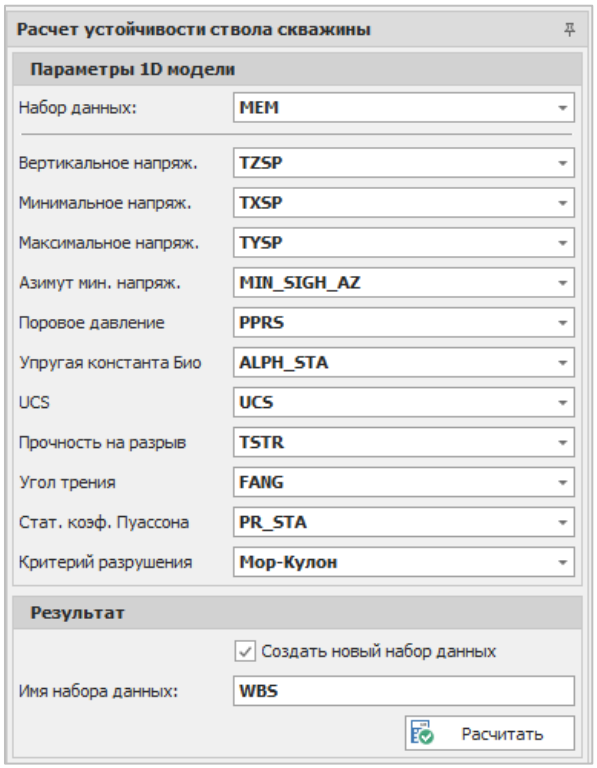
1. Открыть окно «Процессы». Для этого во вкладке «Вид» расположенной на верхней панели программы удостоверьтесь что окно выбрано активным, если же нет выберете его, нажав ЛКМ.



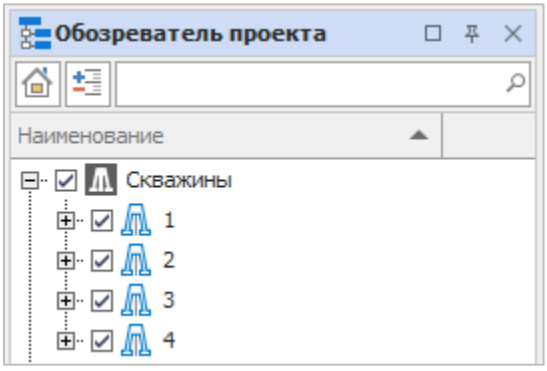
2. В окне «Процессы» выберете вкладку «Геомеханика» и нажмите на кнопку «Расчет устойчивости».



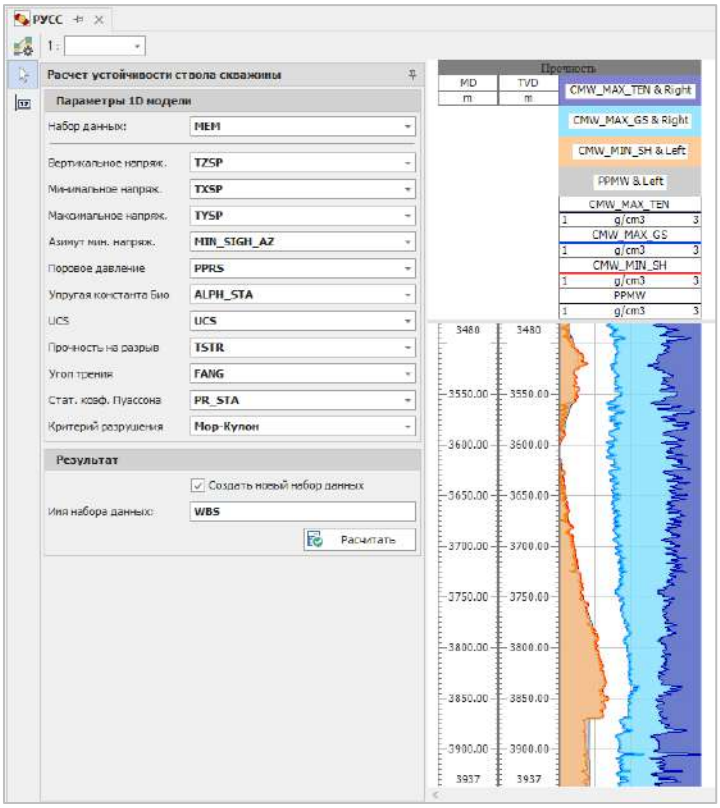
3. В открывшемся окне удостоверьтесь, что наборы данных и каротажи соответствуют вашим загруженным в проект по наименованию (иначе расчет не запустится).



4. Выберете нужные скважины для расчета нажав на них в «Обозревателе проекта».



5. Нажмите на кнопку «Рассчитать». В скважинах создаться новый набор данных с 4 градиентами. В окне расчета автоматически появится РУСС.


РУСС
Расчет устойчивости ствола скважины
Параметры 1D модели
Набор данных:
MEM
Вертикальное напряж.
TZSP
Минимальное напряж.
TXSP
Максимальное напряж.
TYSP
Азимут мин. напряж.
MIN_SIGH_AZ
Поровое давление
PPRS
Упругая константа Био
ALPH_STA
UCS
UCS
Прочность на разрыв
TSTR
Угол трения
FANG
Стат. коэф. Пуассона
PR_STA
Критерий разрушения
Мор-Кулон
Результат
Создать новый набор данных
Имя набора данных:
WBS
Расчитать
Прочность
MD
m
TVD
m
CMW_MAX_TEN & Right
CMW_MAX_GS & Right
CMW_MIN_SH & Left
PPMW & Left
CMW_MAX_TEN
CMW_MAX_GS
CMW_MIN_SH
PPMW
g/cm3
3480
3550.00
3600.00
3650.00
3700.00
3750.00
3800.00
3850.00
3900.00
3937