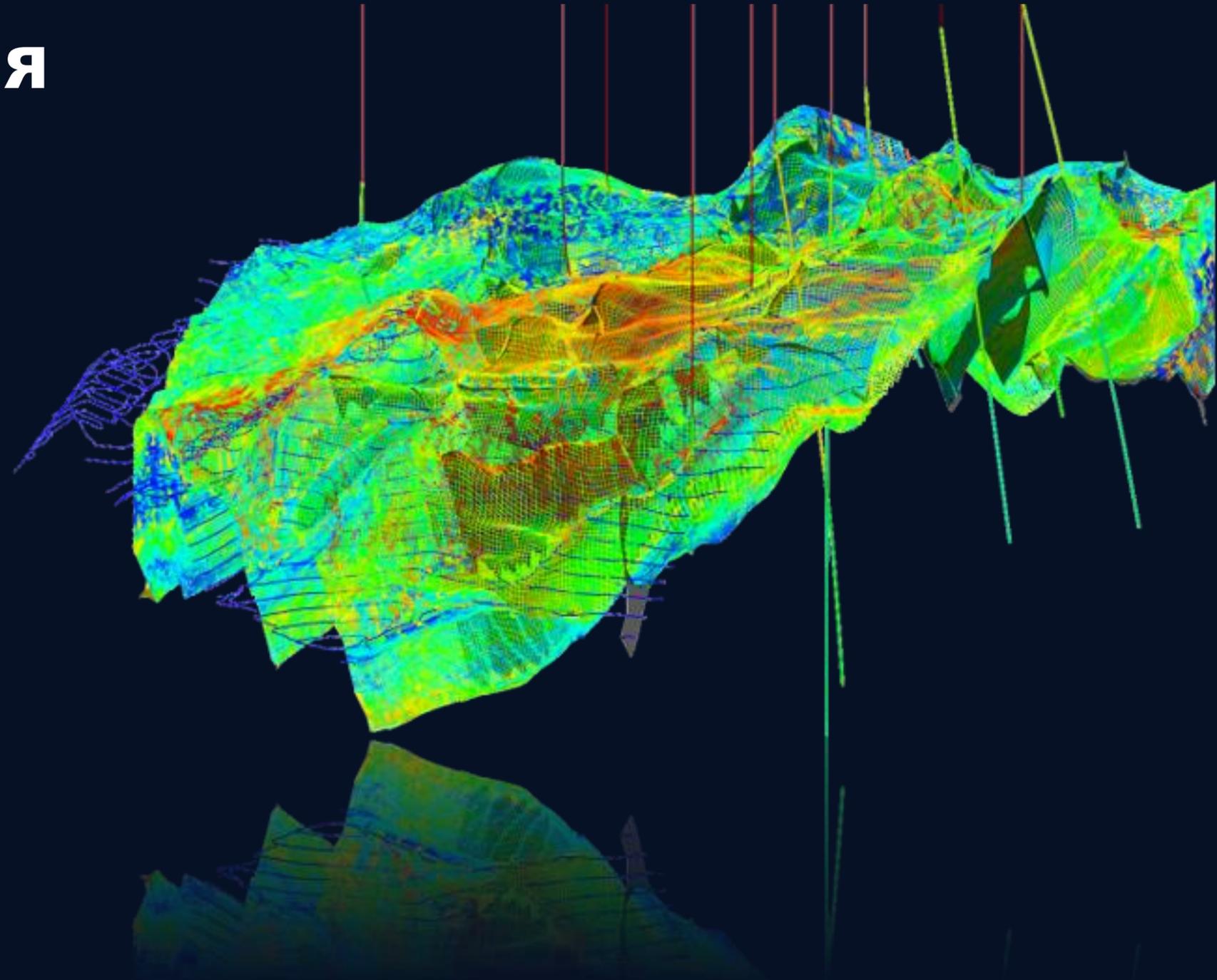


Специфика моделирования месторождений твердых полезных ископаемых в Дизайнере Геологии ПО ТНавигатор

Антон Дегтерёв, ведущий геолог

21.09.2023



ТНАВИГАТОР

Полное решение для инженера-разработчика и геолога

Импорт данных | Корреляция скважин | Структурная модель | Модель ФЕС | Подсчет запасов | Интерпретация сеймики | Геонавигация

Поверхностные сети сбора

Анализ неопределенности

ТНАВИГАТОР

- Геология: Создание статической модели
- Сеймика: Сейсмич. данные
- Геостиринг: Поддержка бурения
- Дизайнер Скважин: Создание модели скважины
- Дизайнер Сетей: Моделирование поверхностных сетей
- Лицензии: Состояние и установка
- Модель: Создание гидродинамической модели
- PVT Дизайнер: Создание PVT модели
- Дизайнер ОФП: Расчеты ОФП
- МатБаланс: Анализ материального баланса
- Очередь задач: Управление очередью задач
- Документация: Техническое описание
- Расчёт: Расчёт моделей черной нефти, композиционных, термических
- Результаты: Просмотр результатов
- Адаптация: Автоматизированная адаптация, Анализ неопределенностей
- Трещина: Моделирование трещин ГРП
- Доступ к кластеру: Доступ к кластерной системе
- Эксперт: Помощь и вопросы

Автоматизированная Адаптация

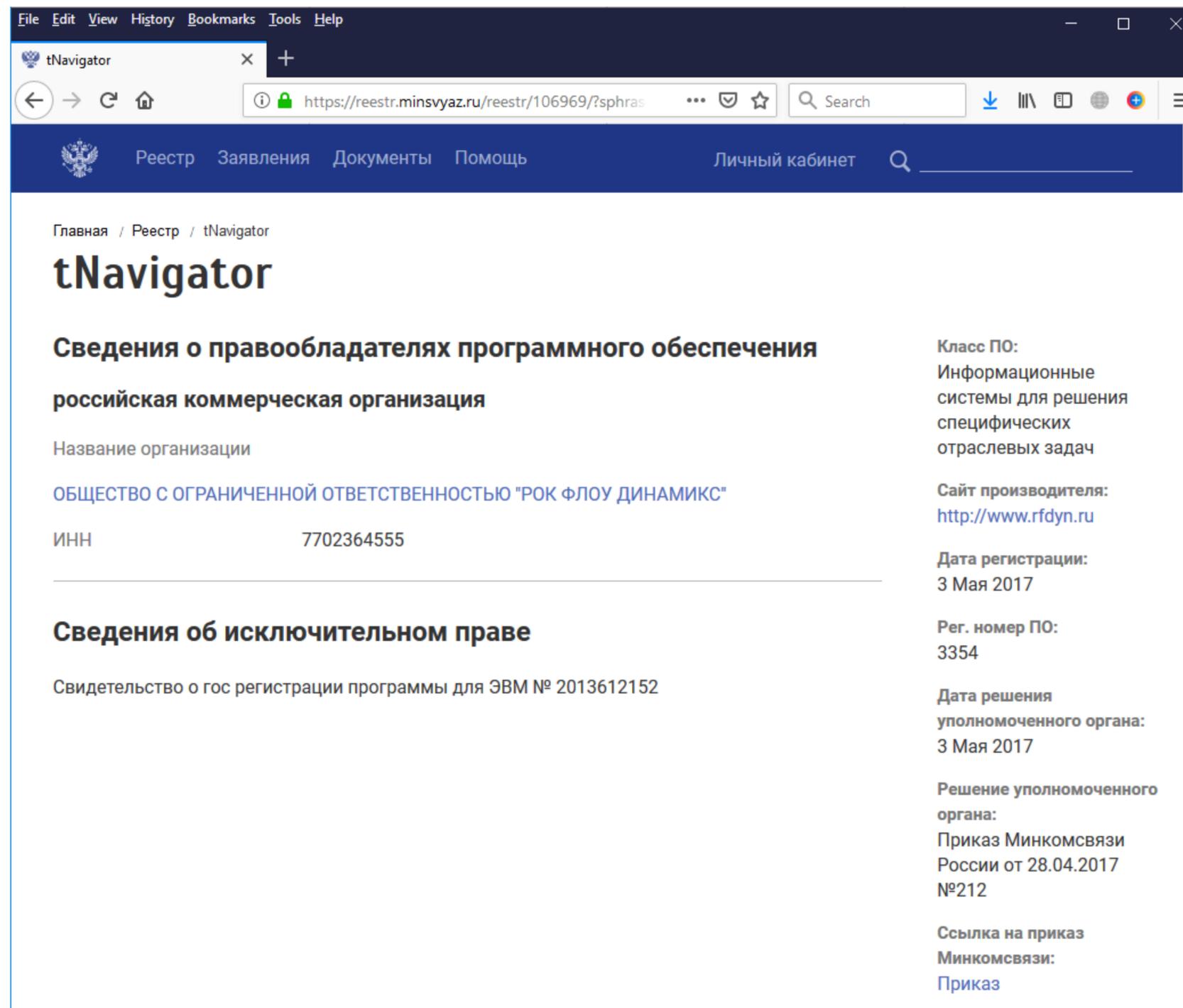
Гидродинамические Расчеты

Модель флюида

Модель скважины

Состоит в реестре отечественного ПО Минкомсвязи

Полностью российский программный продукт



The screenshot shows a web browser window displaying the registration details for tNavigator in the Russian software register. The browser address bar shows the URL: <https://reestr.minsvyaz.ru/reestr/106969/?sphras>. The page header includes navigation links: Реестр, Заявления, Документы, Помощь, and Личный кабинет. The main content area is titled "tNavigator" and provides the following information:

- Сведения о правообладателях программного обеспечения:** российская коммерческая организация
- Название организации:** ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "РОК ФЛОУ ДИНАМИКС"
- ИНН:** 7702364555
- Сведения об исключительном праве:** Свидетельство о гос регистрации программы для ЭВМ № 2013612152
- Класс ПО:** Информационные системы для решения специфических отраслевых задач
- Сайт производителя:** <http://www.rfdyn.ru>
- Дата регистрации:** 3 Мая 2017
- Рег. номер ПО:** 3354
- Дата решения уполномоченного органа:** 3 Мая 2017
- Решение уполномоченного органа:** Приказ Минкомсвязи России от 28.04.2017 №212
- Ссылка на приказ Минкомсвязи:** [Приказ](#)

Полная поддержка русского языка

Русский интерфейс, подробные русскоязычные справочные материалы

тНавигатор [v22.3-2948-ga0ce851ae1e6]

Проект Дизайнеры Моделирование Настройки Лицензия Помощь

Параллельность: Все ядра = 12 Использовать GPU

ТНАВИГАТОР

- Дизайнер Геологии**
Создание статической модели
- Расчёт**
Расчёт моделей черной нефти, композиционных, термических
- Дизайнер Моделей**
Создание гидродинамической модели
- Результаты расчёта**
Просмотр результатов
- PVT Дизайнер**
Создание PVT модели
- Адаптация & Оптимизация**
Автоматизированная адаптация, Анализ неопределенностей, оптимизация
- Дизайнер Скважин**
Создание модели скважины
- Очередь задач**
Управление очередью задач
- Дизайнер Сетей**
Моделирование поверхностных сетей
- Доступ к кластеру**
Доступ к кластеру
- Лицензии**
Состояние и установка

Документация Список Экспорт Изменения



ТNavigator® 21.1

Дизайнер Геологии, Моделей

Руководство пользователя

RFD
Rock Flow Dynamics
Май 2021

Информация о правах собственности

Информация о товарном знаке

Ограничение ответственности

Параметры Выходных

Область ответственности

Фильтрация данных с помощью волновой функции

25. Растровые карты

25.1. Импорт растровой карты

25.2. Ресантация растровых карт

25.3. Масштабирование растровых карт

25.4. Масштабирование растровых карт

25.5. Масштабирование растровых карт

25.6. Масштабирование растровых карт

25.7. Масштабирование растровых карт

25.8. Масштабирование растровых карт

25.9. Масштабирование растровых карт

25.10. Масштабирование растровых карт

25.11. Масштабирование растровых карт

25.12. Масштабирование растровых карт

25.13. Масштабирование растровых карт

25.14. Масштабирование растровых карт

25.15. Масштабирование растровых карт

25.16. Масштабирование растровых карт

25.17. Масштабирование растровых карт

25.18. Масштабирование растровых карт

Полная поддержка русского языка

Русский интерфейс, подробные русскоязычные справочные материалы

Расчёты

- Интерполяция
- Создать
 - Свойство по Blocked Wells
 - Свойство по таблице зон
 - Индексы разломных блоков
 - Свойство по сейсмич. съемке 3D
 - Свойство по 2D-Карте
 - Свойство по сечению
 - Свойство по атрибуту набора точек
 - Пересечение многоугольников на с...
 - Свойство по контактам
 - Вычислить фильтр по скважинам
 - Вычислить фильтр по многоугольн...
 - Редактировать свойство внутри мно...
 - Свойство по DFN
 - Присвоить между горизонтами
 - Рассчитать изобары
- Компоненты связности
- Преобразования
 - Фильтровать по количеству блоков
 - Фильтрация по значениям соседних...
 - Фильтрация скользящим средним**
 - Сглаживание
- Расчёт объёмов и запасов
 - Расчёт объёмов и запасов
 - Вычислить геометрический объём

Фильтрация скользящим средним

Тип фильтра: Медиана

Сетка: main_grid

Исходное свойство: zone_id

Зоны: zone_id

Сохранять значения в блоках скважин

Случ. число: 1

Настройки радиуса

I: 1 J: 1 K: 1

Свойство: Phit_0

Очистить Добавить в Workflow Применить Закр. ?



36.6.2. Дискретный фильтр

36.6.3. Фильтрация скользящим средним

36.6.2. Дискретный фильтр

36.6.3. Фильтрация скользящим средним

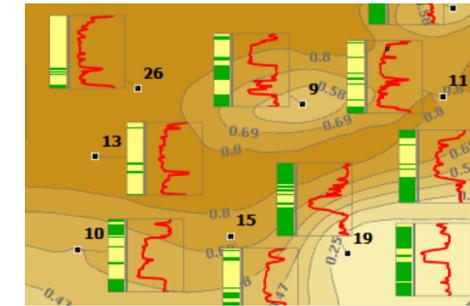
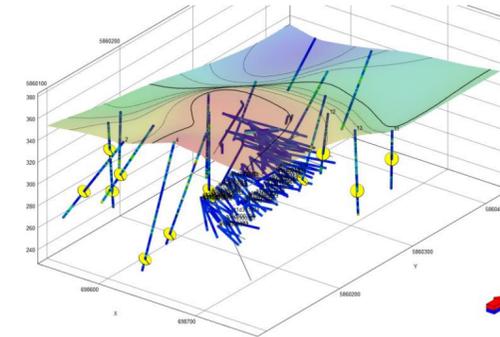
36.6.3. Фильтрация скользящим средним

36.6.3. Фильтрация скользящим средним

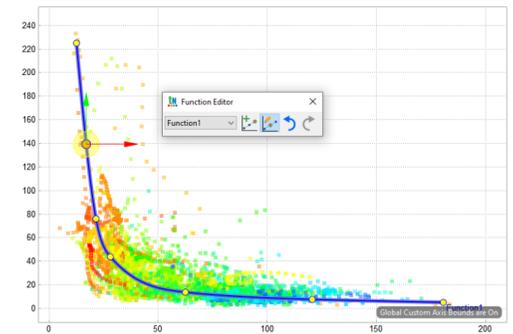
Полный цикл работ по моделированию месторождений твёрдых ПИ

Построение ресурсных и статических геомеханических моделей

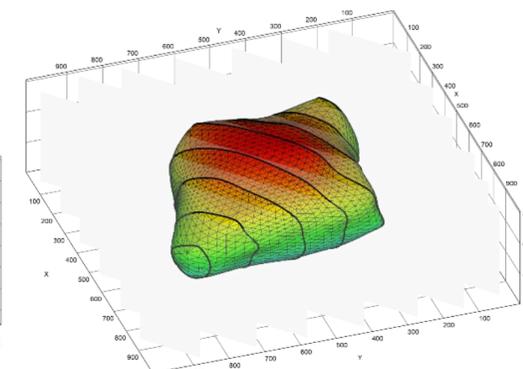
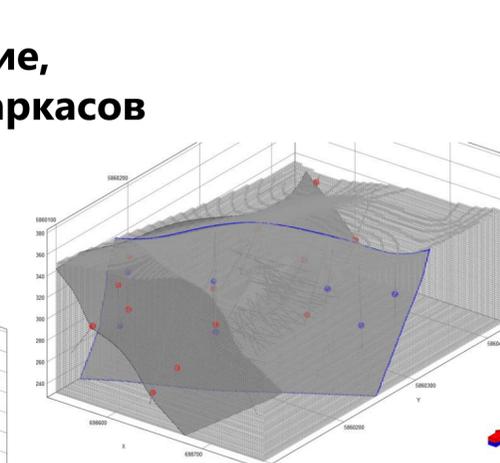
Импорт и анализ исходных данных



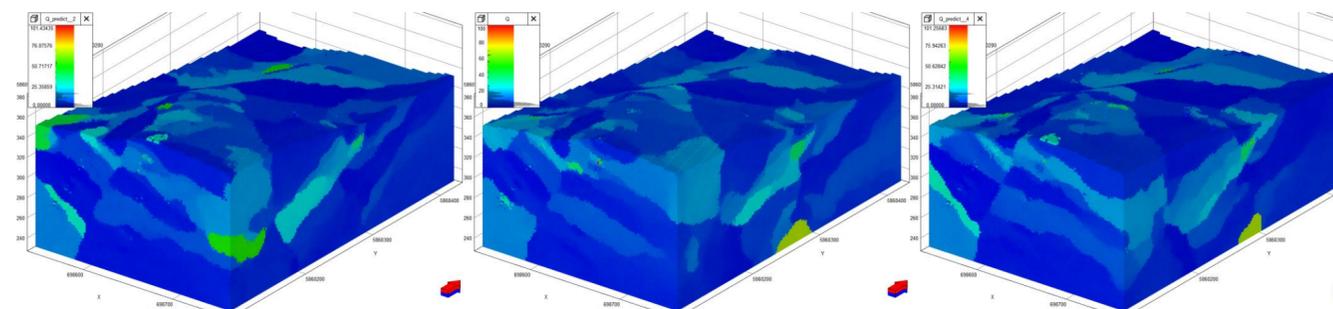
Выявление статистических и пространственных закономерностей распространения свойств



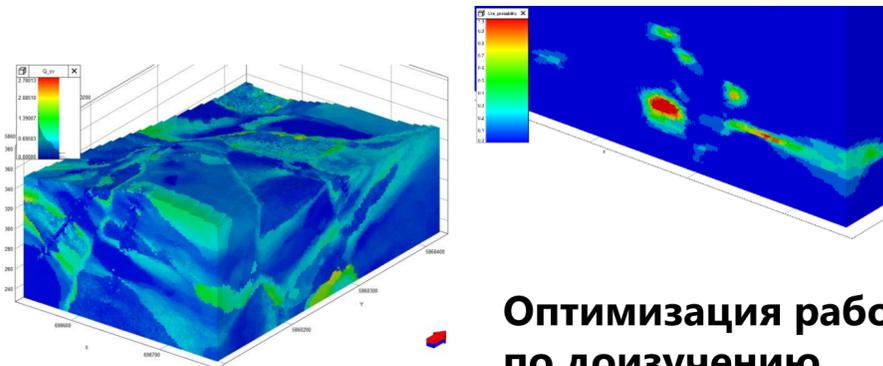
Структурное моделирование, построение каркасов рудных тел



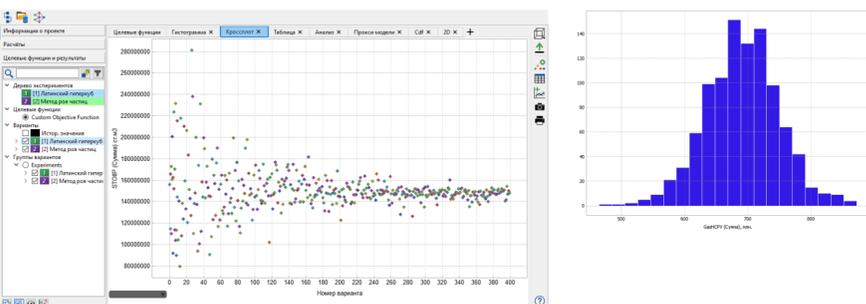
Геостатистический анализ, интерполяция свойств



Оптимизация работ по доизучению объекта



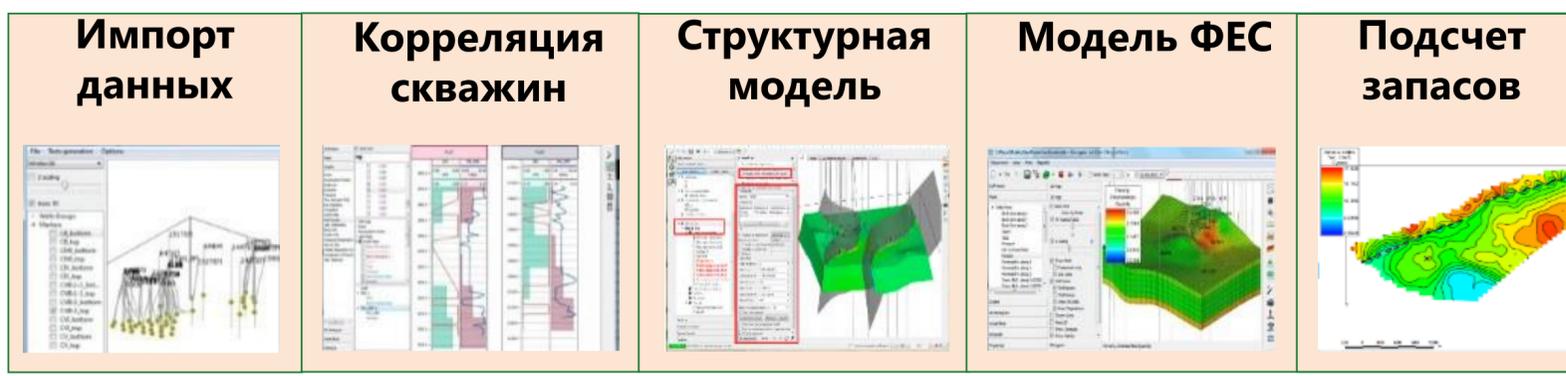
Подсчет запасов, анализ неопределенности, включение косвенной информации



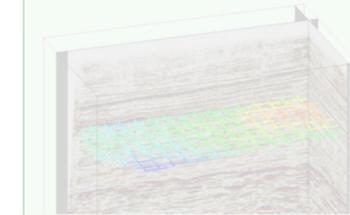
ТНАВИГАТОР

Полное решение для Инженера-разработчика и Геолога

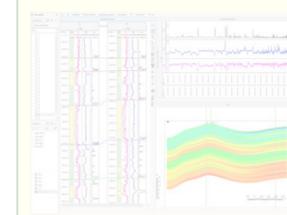
Импорт данных | Корреляция скважин | Структурная модель | Модель ФЕС | Подсчет запасов



Интерпретация сеймики



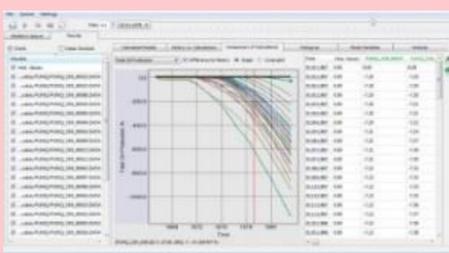
Геонавигация



Поверхностные сети сбора



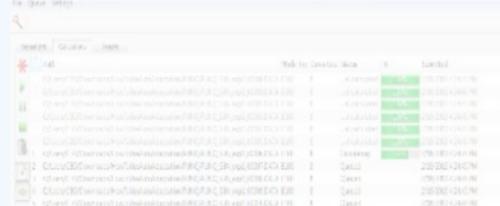
Анализ неопределенности



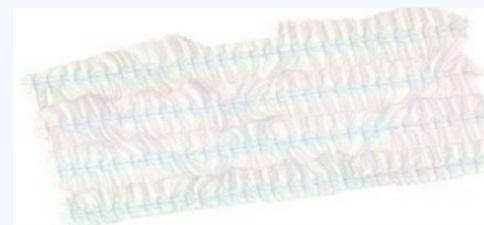
ТНАВИГАТОР

Геология Создание статической модели	Модель Создание гидродинамической модели	Расчёт Расчёт моделей черной нефти, композиционных, термических
Сеймика Сейсмич. данные	PVT Дизайнер Создание PVT модели	Результаты Просмотр результатов
Геостиринг Поддержка бурения	Дизайнер ОФП Расчеты ОФП	Адаптация Автоматизированная адаптация, Анализ неопределенностей
Дизайнер Скважин Создание модели скважины	МатБаланс Анализ материального баланса	Трещина Моделирование трещин ГРП
Дизайнер Сетей Моделирование поверхностных сетей	Очередь задач Управление очередью задач	Доступ к кластеру Доступ к кластерной системе
Лицензии Состояние и установка	Документация Техническое описание	Эксперт Помощь и вопросы

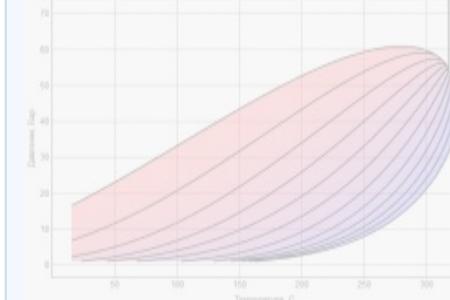
Автоматизированная Адаптация



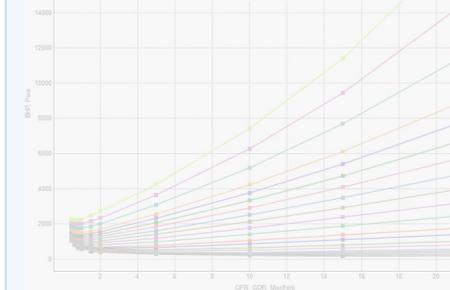
Гидродинамические Расчеты



Модель флюида



Модель скважины



Главные преимущества пакета

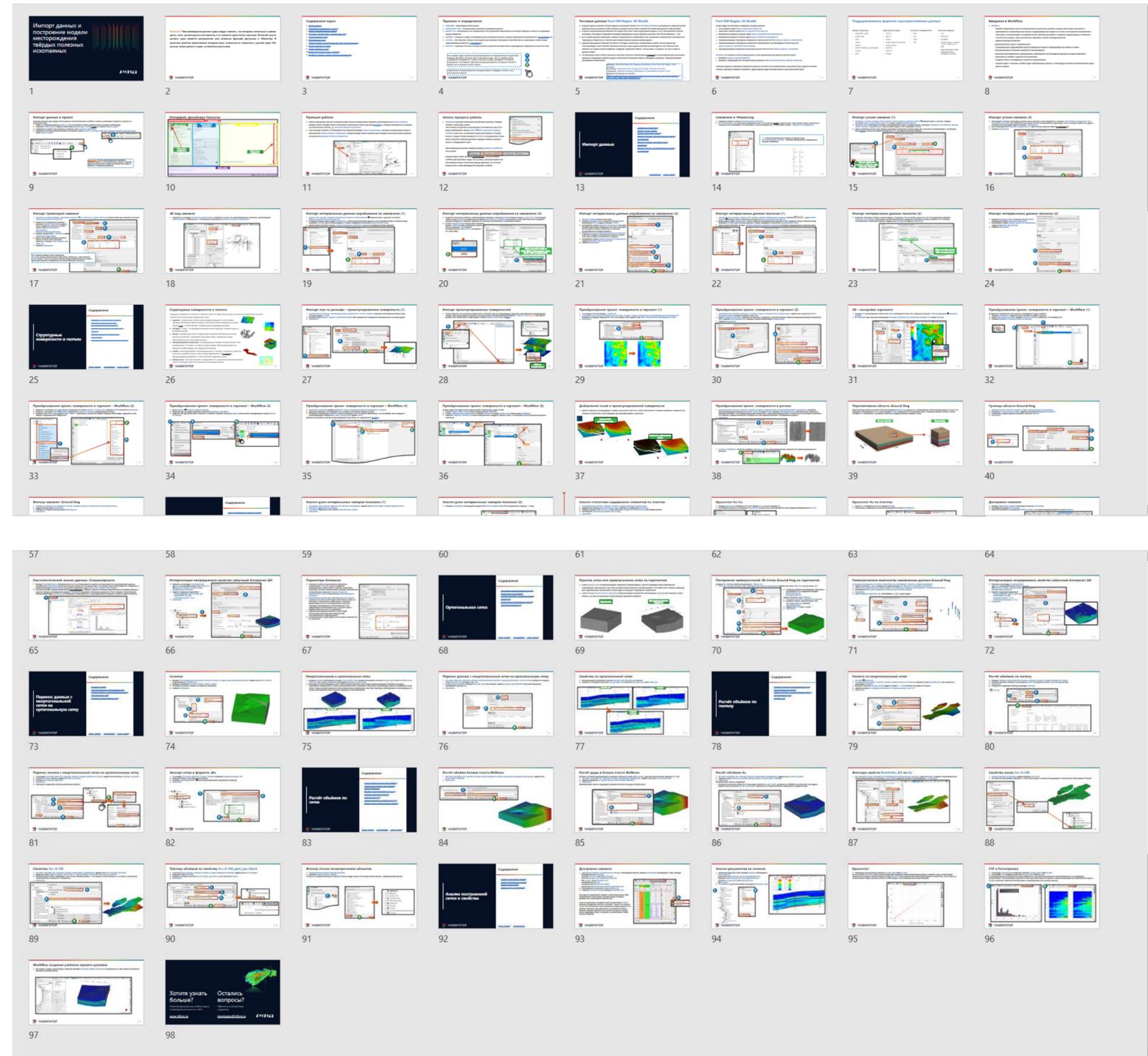
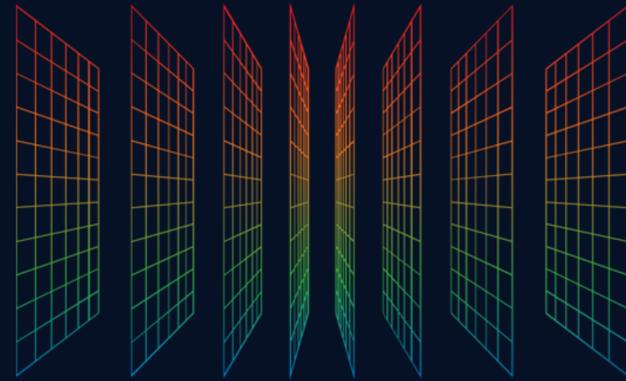
- Полная автоматизация процесса моделирования. Выделение рудных тел без необходимости каркасного моделирования (Amazonas). Интерполяция данных с логарифмическим многомодальным распределением и ошибками в данных без необходимости их предварительной обработки (Amazonas)
- Автоматизация перестроения модели. Концепция моделирования на основе Workflow (в горнорудном моделировании эта идея только появляется, мы тут лидеры)
- Многовариантное геологическое моделирование и анализ неопределённостей, оптимизация многовариантной модели (пока в горнорудной отрасли не применяется, мы тут лидеры). Возможность моделирования геологических неопределённостей, погрешностей замеров (через анализ неопределённостей)
- Встроенные средства проверки стационарности, позволяющие понять, применима ли в данном случае геостатистика (в других пакетах такие инструменты отсутствуют)
- Возможность моделирования в условиях нестационарности (Amazonas). Возможность автоматического выявления закономерностей в исходных данных без необходимости выполнения геологом математического анализа данных
- Построение блочных моделей сверхвысокой детальности (десятки миллионов блоков на типовом ноутбуке, сотни миллионов блоков – на рабочей станции, миллиарды блоков – на кластере)
- Поддержка работы с сотнями тысяч скважин. Поддержка объектов со сложной тектоникой. Использование всех вычислительных ядер рабочей станции, интерполяция на GPU
- Встроенные инструменты работы с сейсмическими данными
- Интуитивный, простой для освоения интерфейс программы

Главные преимущества пакета



Учебный курс по моделированию месторождений твёрдых полезных ископаемых

Импорт данных и построение модели месторождения твёрдых полезных ископаемых



Поддержка всех наиболее используемых форматов импорта-экспорта

Линии, полигоны:

- Shapefile (.shp)
- DXF
- Surfer .bln
- TKS
- Roxar ASCII
- CPS-3
- ASCII таблица с разбором
- Zmap+

Горизонты и карты:

- CPS-3
- GXF-3
- Roxar ASCII
- Earth Vision Grid ASCII
- Surfer ASCII
- Surfer 6
- Surfer 7
- Zmap+

Геотела и поверхности:

- DXF
- PLY
- TSurf (GOCAD)
- Datamine
- IFC

Блочные модели:

- Datamine
- RESCUE
- ResQML
- Corner point / corners + Roff (Roxar) / GRID_ECL / GM
- Гидродинамические модели разных форматов (.DATA)

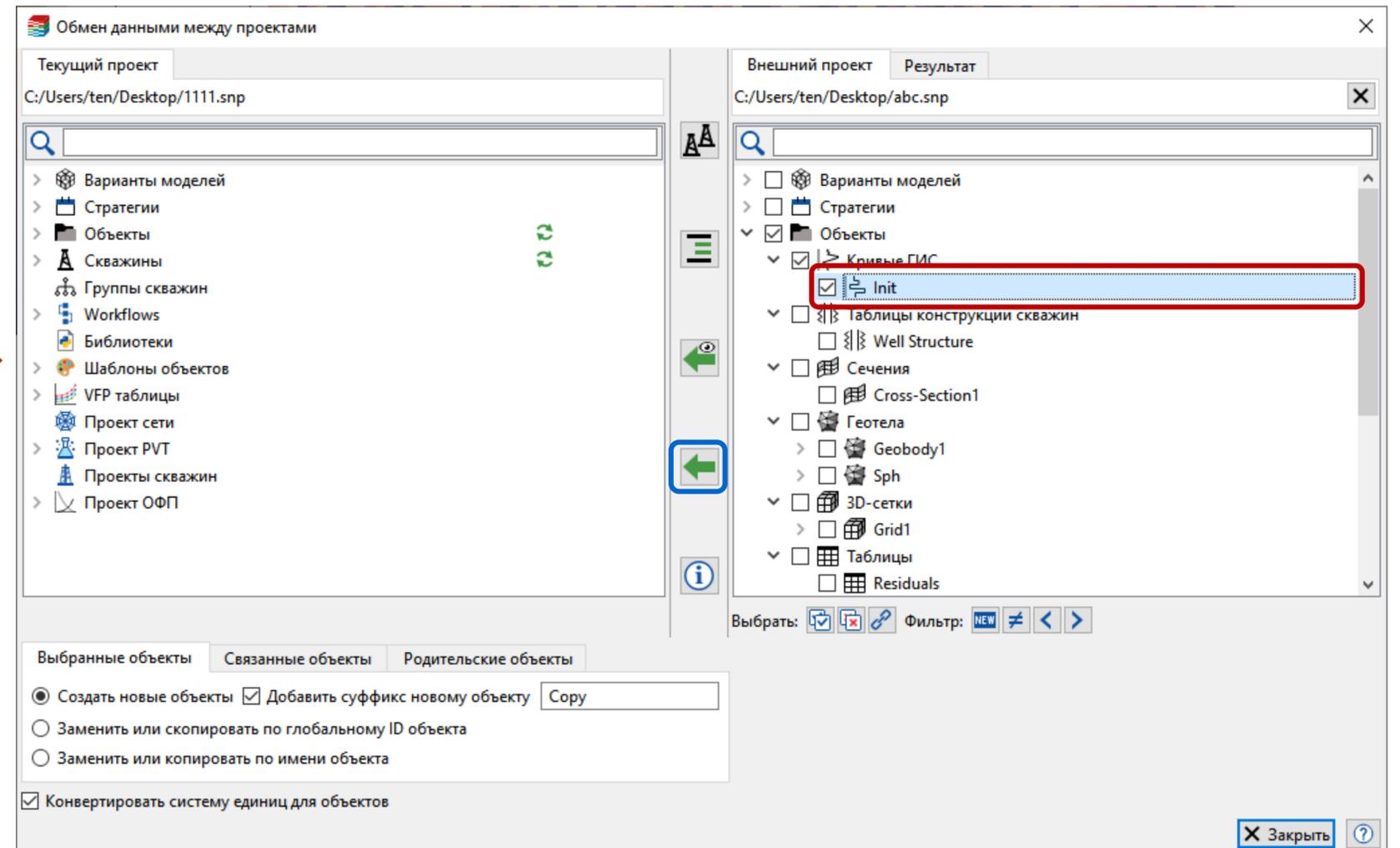
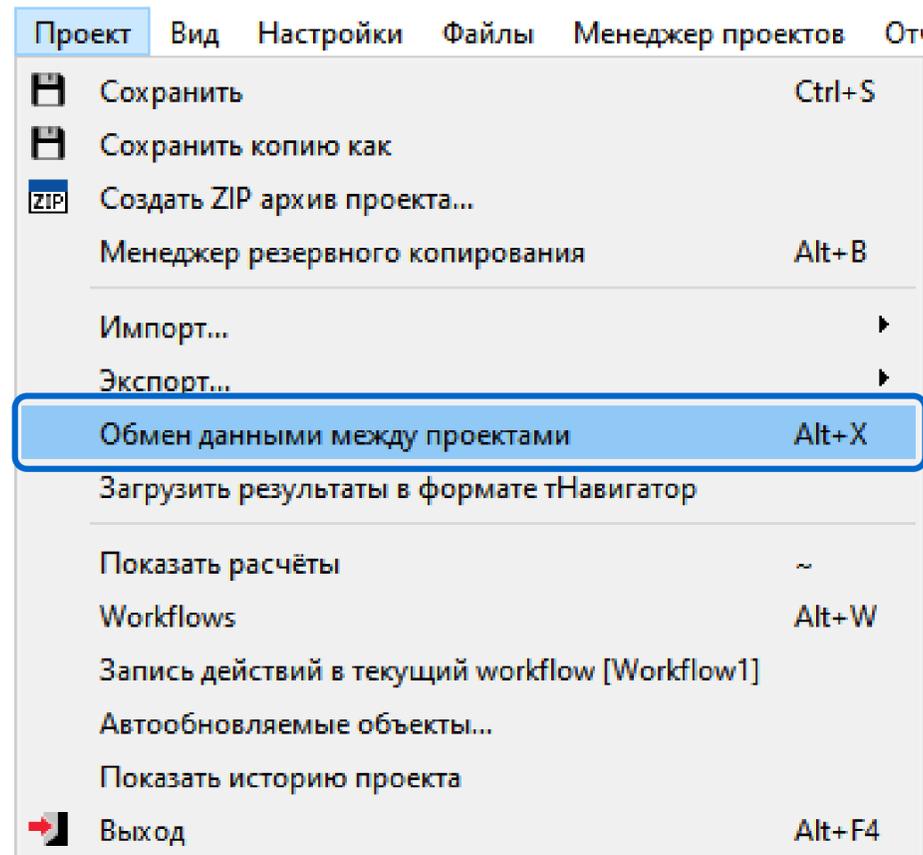
+ Прямой импорт-экспорт скважинных данных из баз данных

Добавление дополнительных форматов импорта/экспорта (если есть документация формата и примеры файлов) при необходимости может быть выполнено в краткие сроки

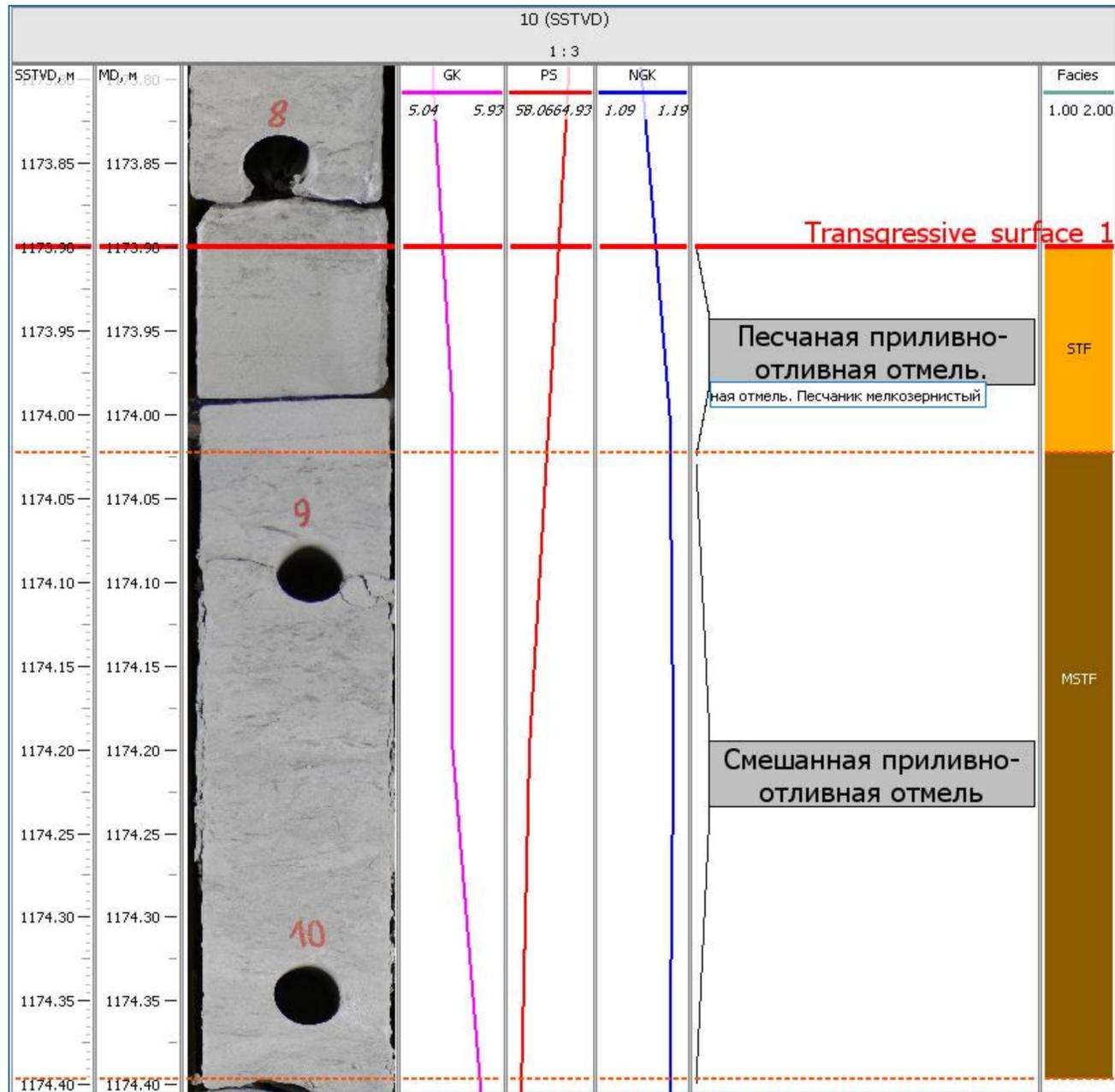
Прямой перенос данных между проектами

При работе с более крупными проектами наиболее трудоёмкие этапы работ по геологическому моделированию могут быть распараллелены за счёт распределения подзадач между отдельными сотрудниками

Для обеспечения этой возможности имеется специальный инструмент переноса данных между проектами, позволяющий переносить любые объекты из проекта в проект



Загрузка фотографий и описаний керна



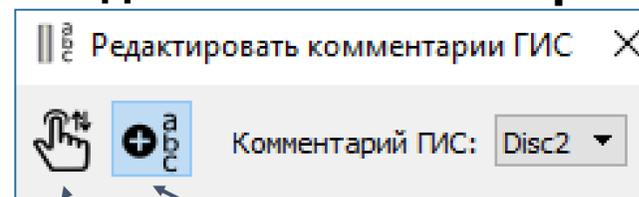
Поточная шаблонная загрузка фотографий керна

skip	skip	Скважина	skip	TopMD	BottomMD
Core	day	10	1	1172	1173
Core	day	10	1	1173.99	1174.99
Core	day	10	1	1173	1173.99
Core	day	10	1	1174.99	1176

Загрузка/выгрузка описания керна в виде коммент лог

Скважина	TopMD	BottomMD	Комментарий
10	1173.9	1174.025	Песчаная прилив...
10	1174.03	1174.4	Смешанная прили...

Интерактивное редактирование / создание описания керна



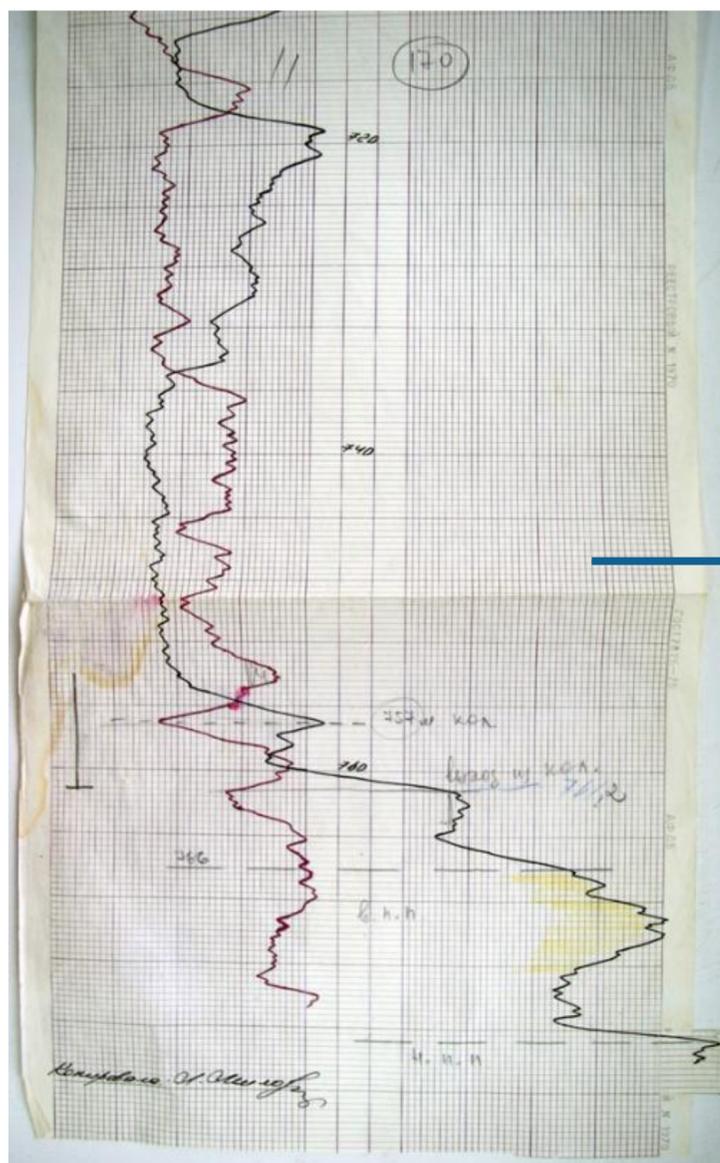
Создание комментария,
Редактирование текста

Изменение границ комментария

Использование сканов каротажных диаграмм

Возможность пакетной загрузки

Не снижают производительность отображения диаграммы скважин

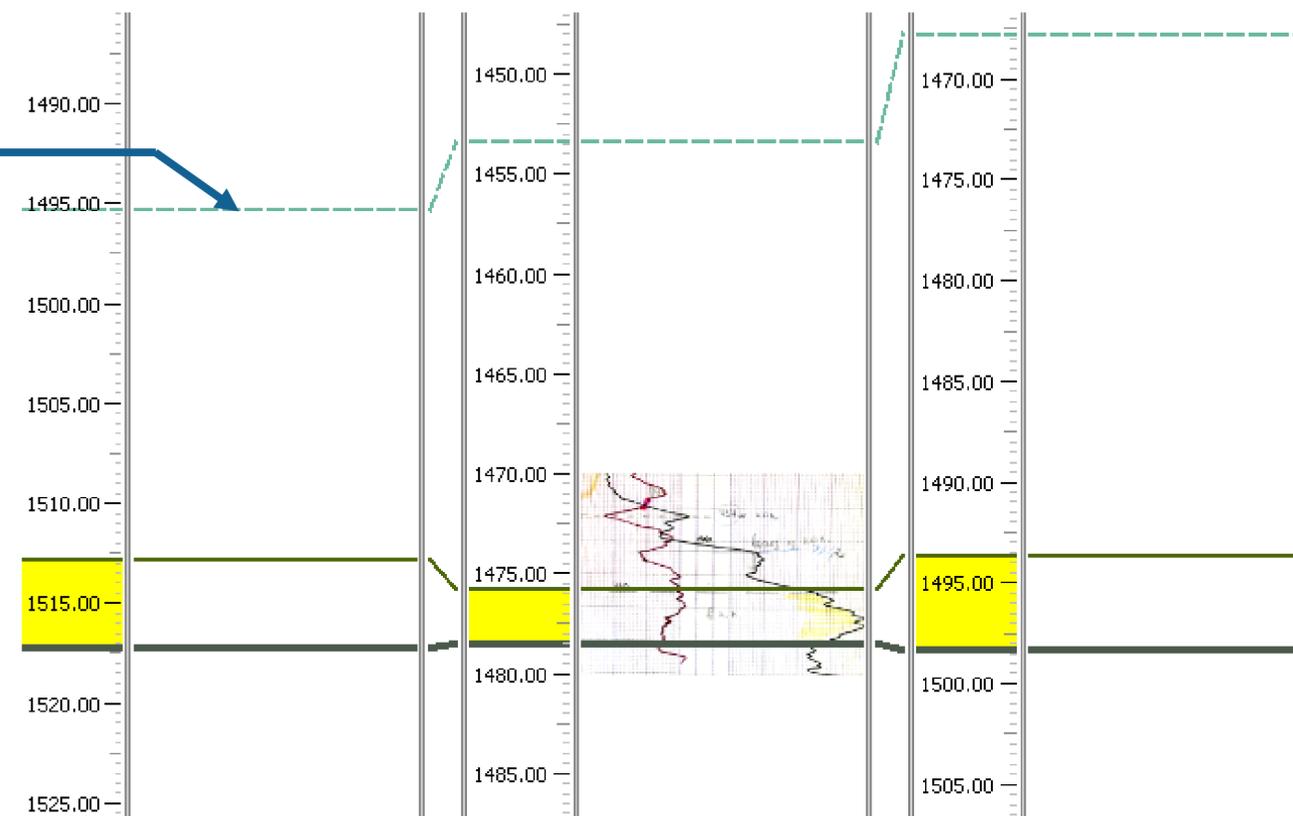
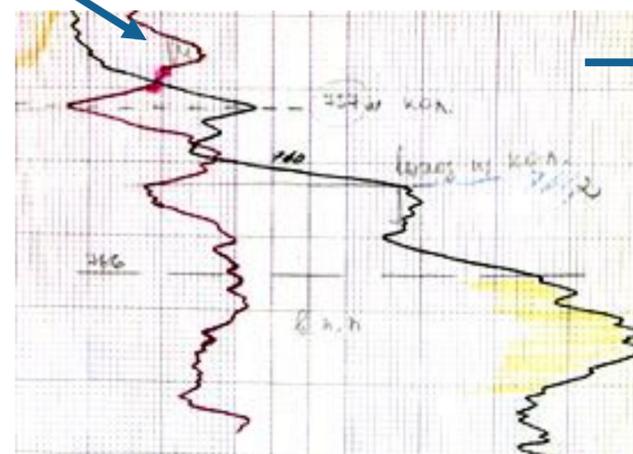


Предварительно: удаление фона, выравнивание по сетке

Предварительно: обрезка, присвоение имени по шаблону

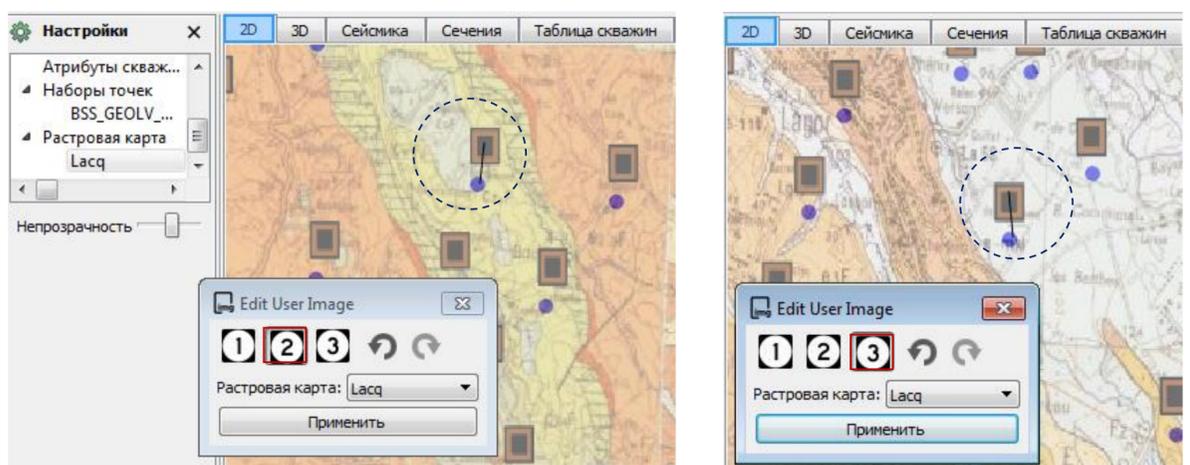
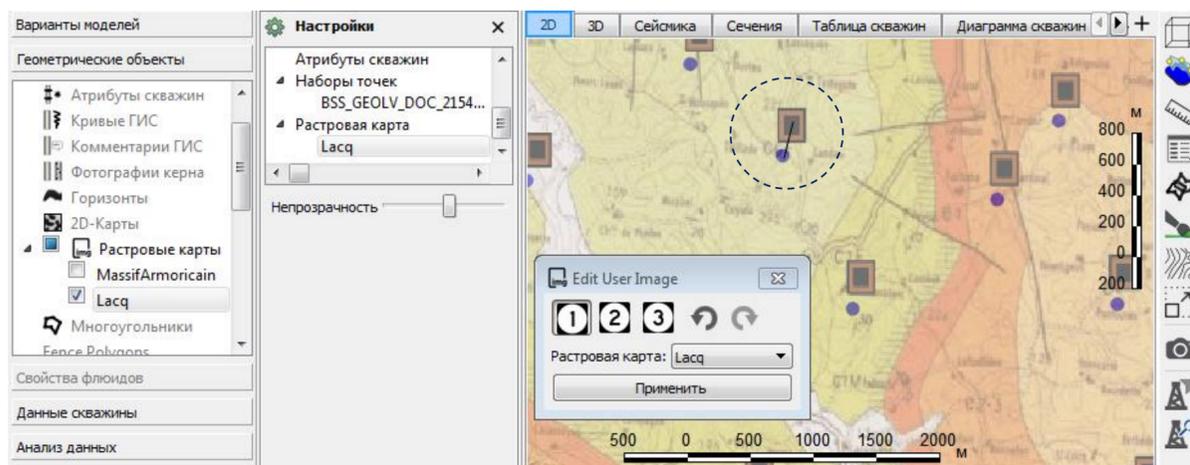
Загрузка - аналогично фотографиям керна

	skip	Скважина	КровляMD	ПодошваMD	skip line
1	Scan	18	1470	1480	.png

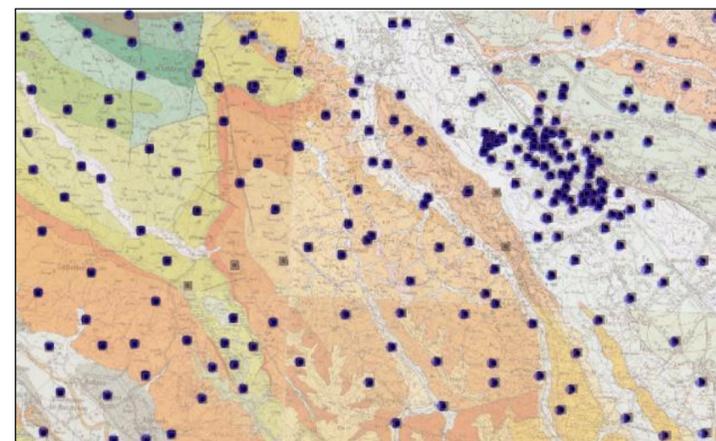


Импорт растровых изображений

Загрузка в проект и интерактивная доувязка, импорт геопривязанных растров



Исходное растровое изображение, загруженное с привязкой по границам проекта и его доувязка по устьям скважин



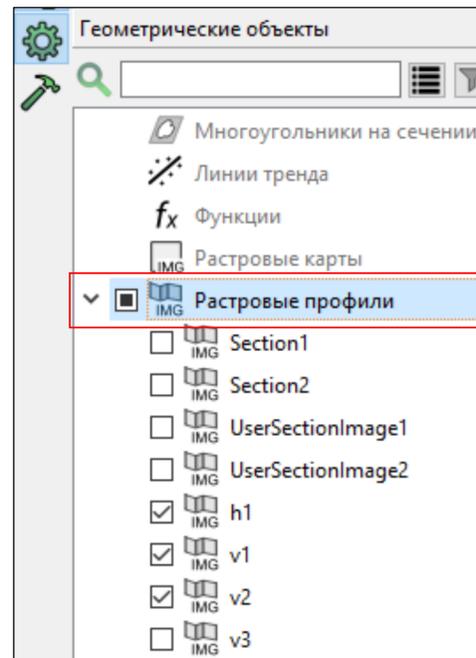
Доувязанное растровое изображение



Импортированные геопривязанные растры

Растровые профили

- Возможность загрузки сейсмических и геологических профилей в форматах JPG, PNG, TIFF
- Импорт, привязка по сечению, в том числе с учётом поворотных точек
- Оцифровка геологических тел с профилей и их воспроизведение в модели



Импорт растрового профиля

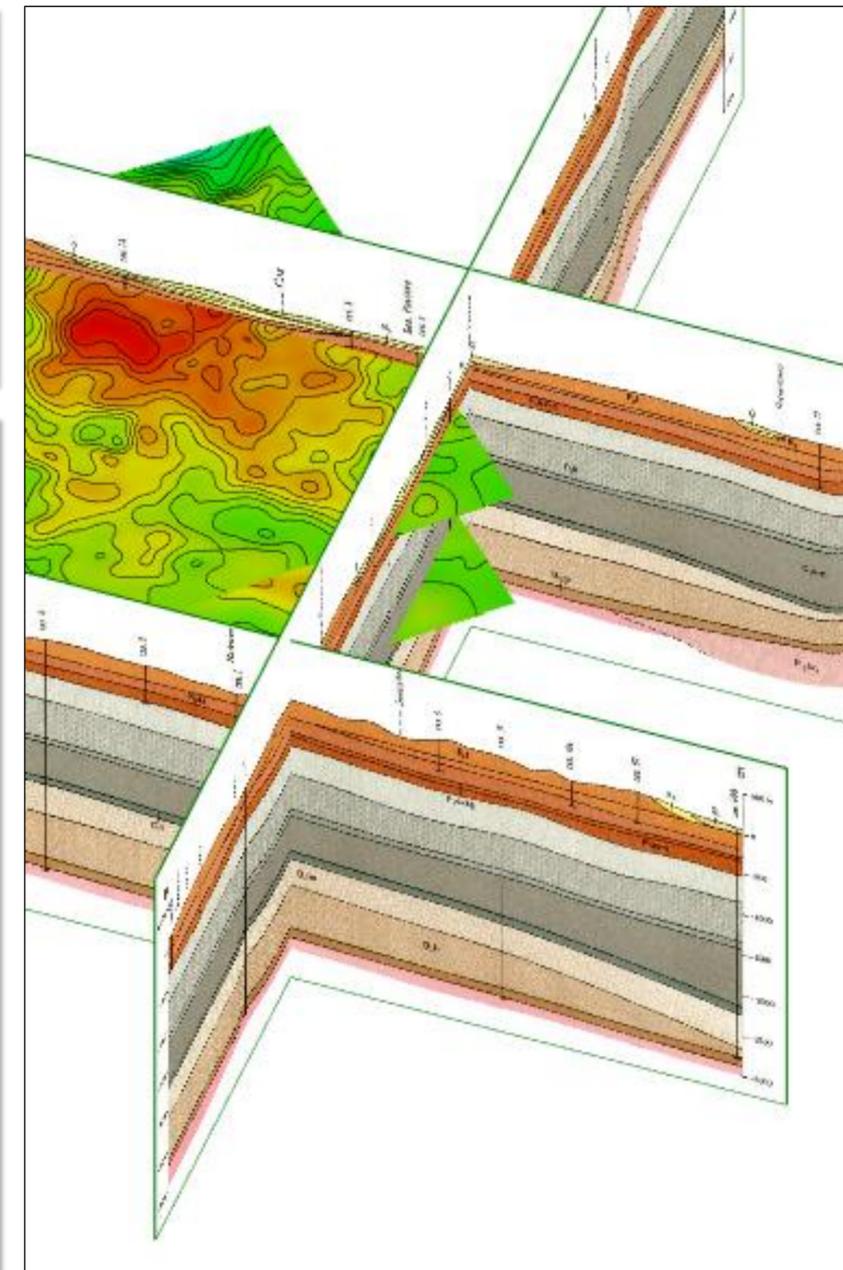
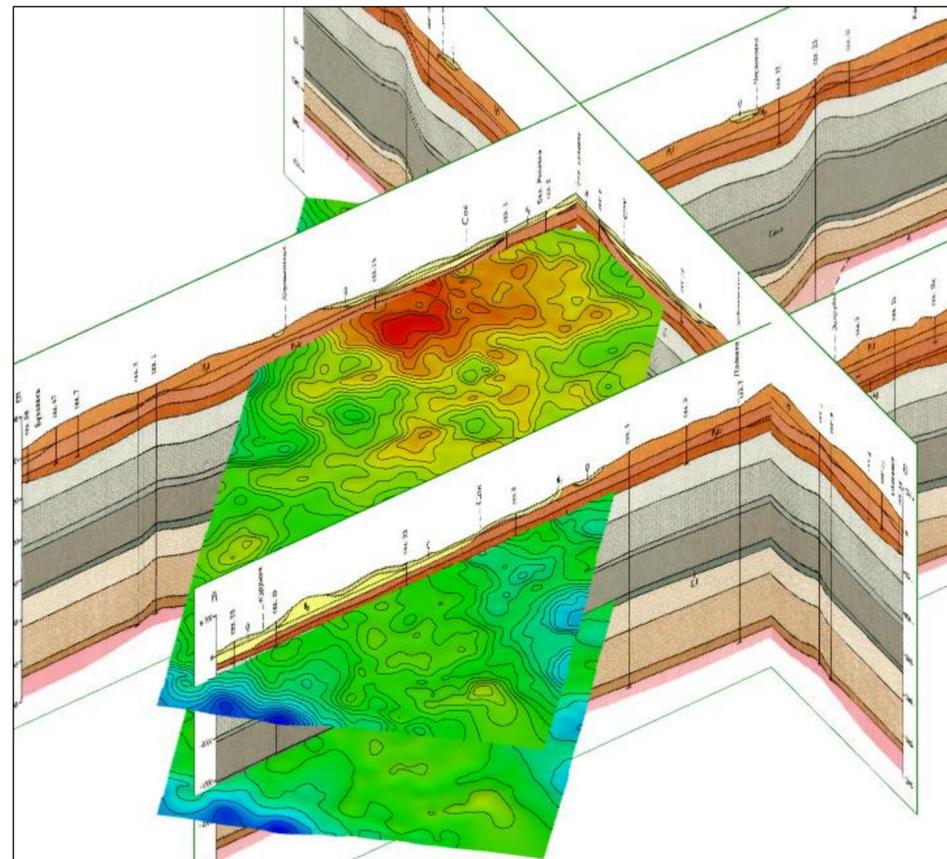
Имя растрового профиля: v1

Имя файла: E:/RP/1_Растровые профили/РазрезАБ.PNG

Кровля, м: 0

Глубина подошвы, м: 3000

	X, м	Y, м
1	490000	7900000
2	490000	7850000



Задание и преобразование систем координат

Возможность задать систему координат проекта из каталога систем координат EPSG или заданием пользовательской системы координат в формате proj4. В окне выбора систем координат доступен поиск и фильтр по точке. Возможность преобразования систем координат загружаемых данных из произвольных систем координат в систему координат проекта

Настройка системы координат:

- Настройки
- Файлы
- Менеджер проектов
- Менеджер единиц...
- Настройки системы координат...**
- Настройки Сейсмики...
- Шаблоны...
- Настро...

Настройка системы координат:

- Система координат
- Тип: Код EPSG
- Система координат: Не определено
- Уровень приведения сейсмики: Не определено
- OK, Отмена, Применить

Выбор системы координат (Этап 1):

- Выберите систему координат
- Фильтр по строке: 2656
- Фильтр по точке
- С учётом регистра, Только целые слова, Столбец
- Код EPSG: 2656
- Название системы координат: Pulkovo 1995 / 3-degree Gauss-Kruger zone 22
- Описание: Russian Federation - ...
- Код EPSG: 2656
- Тип: projected
- OK, Отмена

Выбор системы координат (Этап 2):

- Выберите систему координат
- Фильтр по строке
- Фильтр по точке
- Введите координаты точки, которая принадлежит желаемой области. Координаты точки должны быть в десятичных градусах (СК WGS84).
- Долгота: 37,61, Широта: 55,75
- Применить фильтр, Сбросить фильтр
- Название системы координат
- Описание
- Код EPSG
- WGS 84 / Equal Earth ... World. 8857
- NAD27 / US National Atl... United States (USA) - ... 9311
- Pulkovo 1995 / Gauss-... Russian Federation - ... 20007**
- Pulkovo 1995 / Gauss-... Russian Federation - ... 20067
- ED50 / UTM zone 37N Europe - between 36°E a... 23037
- Pulkovo 1942 / Gauss-... Georgia - onshore west o... 28407
- Pulkovo 1942 / Gauss-... Georgia - onshore west o... 28467
- WGS 72 / UTM zone 37N Between 36°E and 42°E, ... 32237
- WGS 72BE / UTM zone 37N Between 36°E and 42°E, ... 32437
- Подробная информация
- General Information
- Name: Pulkovo 1995 / Gauss-Kruger zone 7
- EPSG Code: 20007
- Type: projected
- Remarks
- OK, Отмена

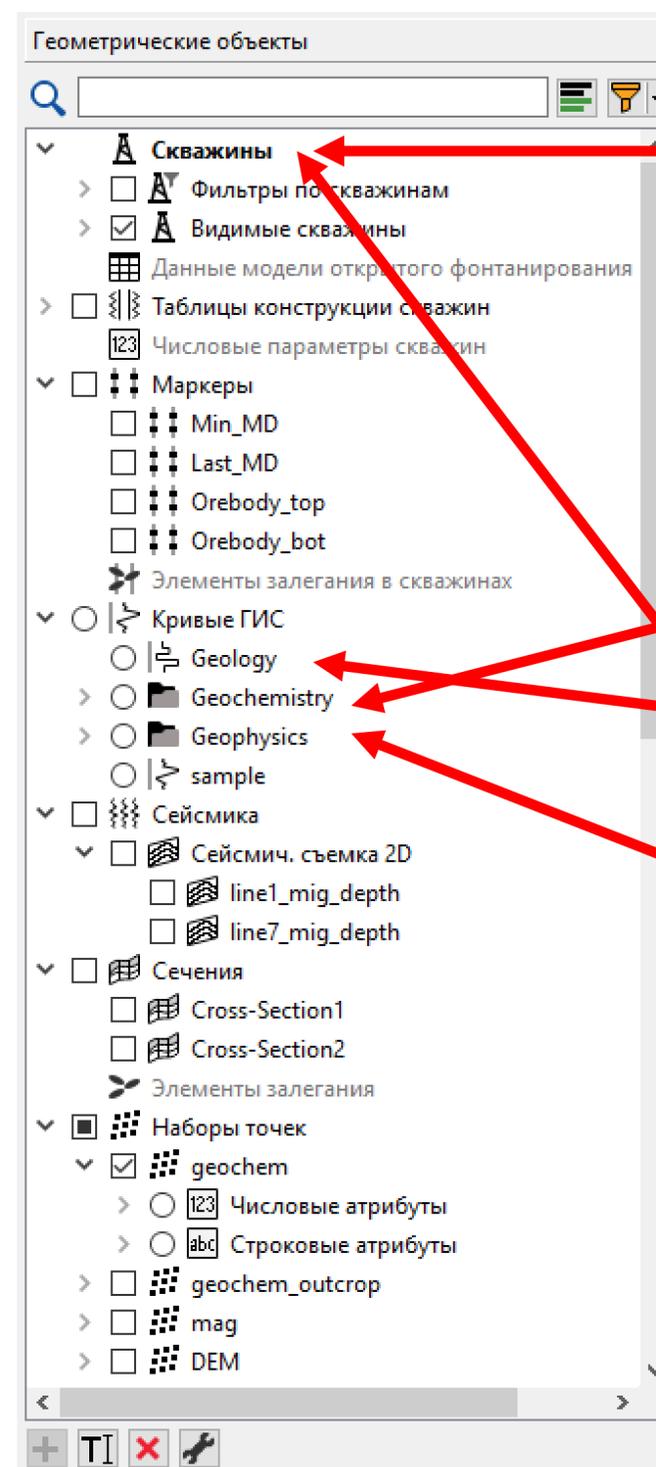
Представление содержимого проекта в виде объектов

База данных проекта → объекты проекта

Создание базы данных проекта → импорт данных в проект

Контроль качества данных в базе → проверка корректности объектов при импорте, контроль качества загруженных объектов

Добавление нового поля в базу данных проекта → создание нового объекта (с помощью расчёта или через калькулятор)



collars.csv



geochem.csv



geology.csv



geophysics.csv



survey.csv

Интерфейс программы

Проект Вид Настройки Файлы Менеджер проектов Отчёты Помощь

Рассчитать до шага: 0 0

Объекты Настройки

Варианты моделей

Геометрические объекты

Скважины

- Фильтры по скважинам
- Видимые скважины
- Данные модели открытого фонтанирования
- Таблицы конструкции скважин
- Числовые параметры скважин

Маркеры

- Min_MD
- Last_MD
- Orebody_top
- Orebody_bot

Элементы залегаия в скважинах

Кривые ГИС

- Geology
- Geochemistry
- Geophysics
- sample

Сейсмика

- Сейсмич. съемка 2D
- line1_mig_depth
- line7_mig_depth

Сечения

- Cross-Section1
- Cross-Section2

Элементы залегаия

Наборы точек

- geochem
 - Числовые атрибуты
 - Строковые атрибуты
- geochem_outscrop
- mag
- DEM

Свойства флюидов

Данные скважины

Анализ данных

Графики

Основные настройки

- Сетки
- Скважины
- Дизайнер Сетей
- Триангулированные поверхности/Компоне...
- Горизонты
- Наборы точек
- Синхронизация
- Оси

Основные настройки

- Пропорции по XY
- Масштаб по Z: 0.8977
- Компас
 - Цвет компаса сверху: [красный]
 - Цвет компаса снизу: [синий]
 - Автомасштабирование: Выключить
- Синхронизировать камеру
- Показать глобальный курсор
- Показать оси глобального курсора
- Цвет фона: [белый]
- Разрешить многосеточность
- Разрешить множественные кривые ГИС
- Цвет выделения объекта: [фиолетовый]
- Ширина выделения объекта: 2

Область

- Время/Глубина: Глубина
- Исп. конвертер: Кривая отнош. врел
- Кривая ГИС отношения: [график]
- Тип отношения время/г.: TWT

Wells x Ore... x Well... x Init x Cu... x Res... x Sec... x 2D x 2D 2 x 3D 4 x His... x Cro... x

6072000 6072500 6073000 6073500 6074000 6074500 6075000 6075500 6076000 313500 314000 314500 315000 315500

14000 314500 315000 315500 316000 6071000 6071500 6072000 6072500 6073000 6073500 6074000 6074500 6075000 6075500 6076000

Масштаб по Z: 0.8977

100%

126 75 0 0

Интерфейс программы

Проект Вид Настройки Файлы Менеджер проектов Отчёты Помощь

Рассчитать до шага: 0 0

Объекты

Варианты моделей

Геометрические объекты

- Flin_Flon_geology
 - Горизонты
 - DEM
 - bot
 - Геотела
 - Faults
 - Компоненты
 - faults_1
 - Атрибуты компоненты
 - Строковые атрибуты компоненты
 - BlindMissiThrust1
 - TopVolcanicImbricate
 - 5_Orebody
 - Триангулированные поверхности
 - Topography
 - 3D-сетки
 - main_grid
 - Свойства
 - zone_id
 - Cu_init
 - Zn_init
 - Cu
 - Cu1
 - Cu2
 - Cu3
 - Cu4
 - Cu5
 - BlockedWells
 - Геомеханика горных пород
 - Начальные блоки
 - Cu_init
 - Cu_init_direct

Настройки

Основные настройки

- Скважины
- Горизонты
- Кривые ГИС
 - Geology
 - MgO
 - Синхронизация
 - Растровый профиль
 - Слои

Показывать лог

Режим рисования: Столбик

Толщина линий [мм]: 0.3

Толщина области [мм]: 3

Отступ [мм]: 1

Расположение: Справа

Настройки значений

Настройки шрифта

Шрифт... Segoe UI, 9

Цвет

- Цвет палитры
- Локальный цвет
- Цвет объекта

Показывать фон

Число десятич. знаков: 2

Вкл. фильтр по скважинам

Палитра

- Редактировать палитру
- Редактировать цвета одновременно
- Логарифмическая палитра
- Обратная палитра
- Глубина по возрастанию
- Дискретный режим

Степень: 50

Wells x Ore... x Well... x Init x Cu... x Res... x Sec... x 2D x 2D 2 x 3D 4 x His... x Cro... x

L, м

DEM

Z, м

MgO

24.77000

18.58500

12.40000

6.21500

0.03000

FFM007

4Q66W3

4Q64W4

4Q64W3

4Q64W2

4Q64W1

4Q71W13

4Q71W7

4Q71W6

4Q69W9

4Q69W5

4Q69W3

4Q69W2

4Q69W1

Масштаб по Z: 0.7443

100%

126 75 0 0

Интерфейс программы

Проект Вид Настройки Файлы Менеджер проектов Отчёты Помощь

Рассчитать до шага: 0 0

Объекты Настройки

Варианты моделей

Геометрические объекты

Flin_Flon_geology

Горизонты

DEM

bot

Геотела

Faults

Компоненты

faults_1

Атрибуты компоненты

Строковые атрибуты компоненты

BlindMissiThrust1

TopVolcanicImbricate

5_Orebody

Триангулированные поверхности

Топорgraphy

3D-сетки

main_grid

Свойства

zone_id

Cu_init

Zn_init

Cu

Cu1

Cu2

Cu3

Cu4

Cu5

BlockedWells

Геомеханика горных пород

Начальные блоки

Cu_init

Cu_init_direct

Основные настройки

Сетки

Скважины

Дизайнер Сетей

Секторные диаграммы

Наборы точек

Растровая карта

Синхронизация

Оси

Слои

Сохранить пропорции

Повернуть 1:1

Автомасштабирование Выключить

Компас

Иконка компаса

Показывать масштаб

Зафиксировать масштаб

Масштаб: 1

Синхронизировать камеру

Показать глобальный курсор

Показать оси глобального курсора

Цвет фона:

Цвет выделения объекта:

Ширина выделения объекта: 2

Разрешить многосеточность

Wells x Ore... x Well... x Init x Cu... x Res... x Sec... x 2D x 2D 2 x 3D 4 x His... x Cro... x

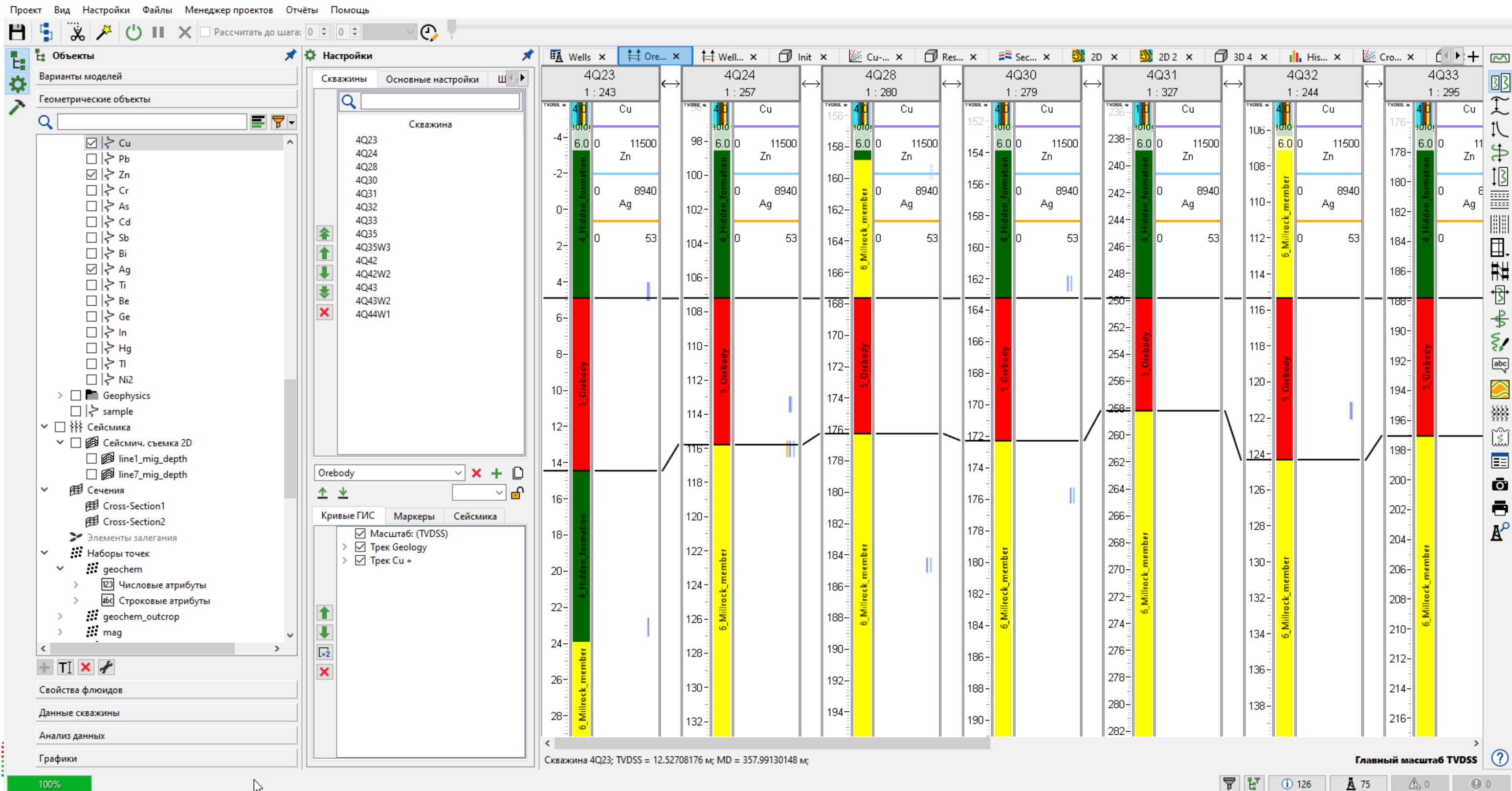
100%

tNavigator - Mining.pptx - PowerPoint

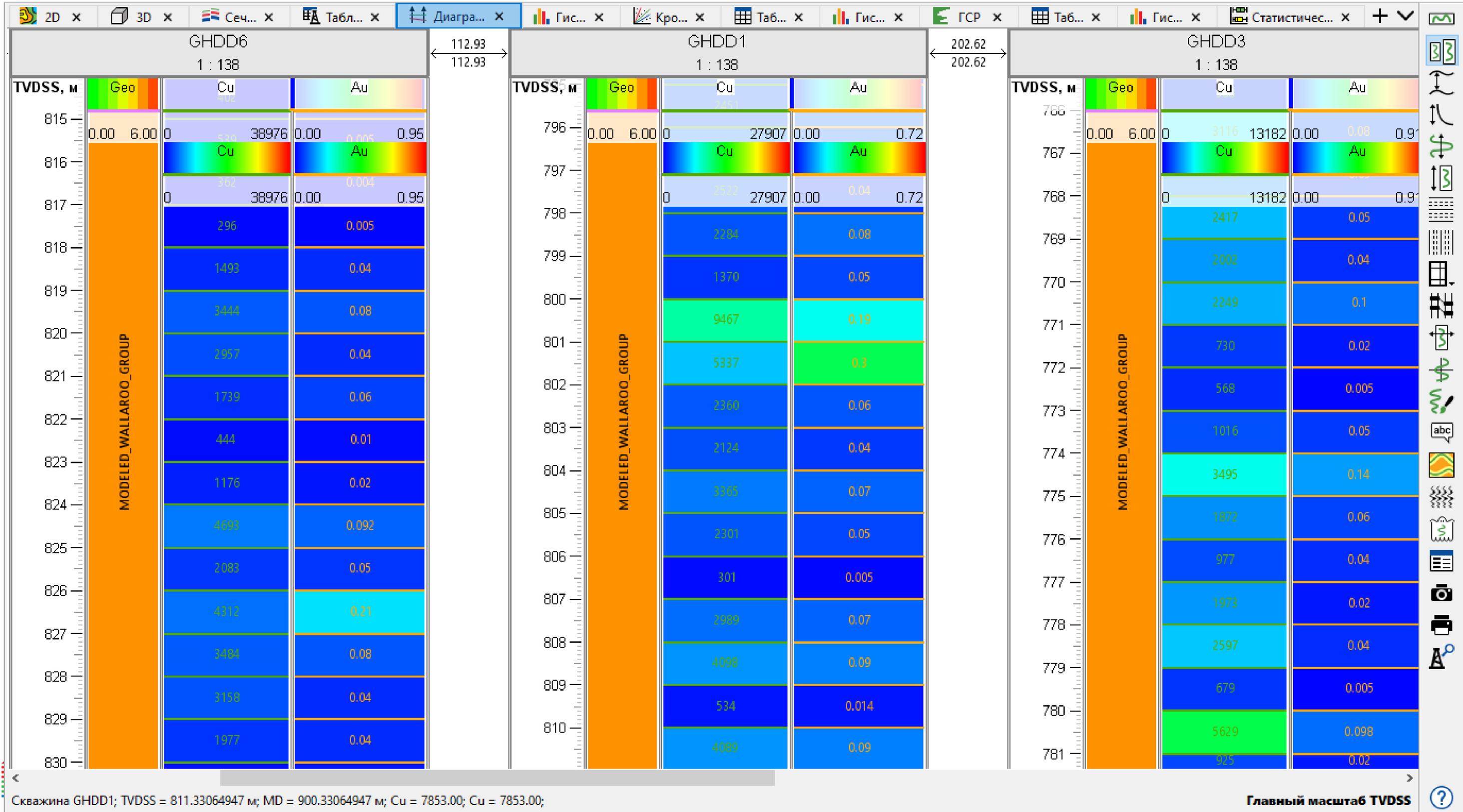
126 75 0 0

Заблокировать вид

Интерфейс программы



Интерфейс программы

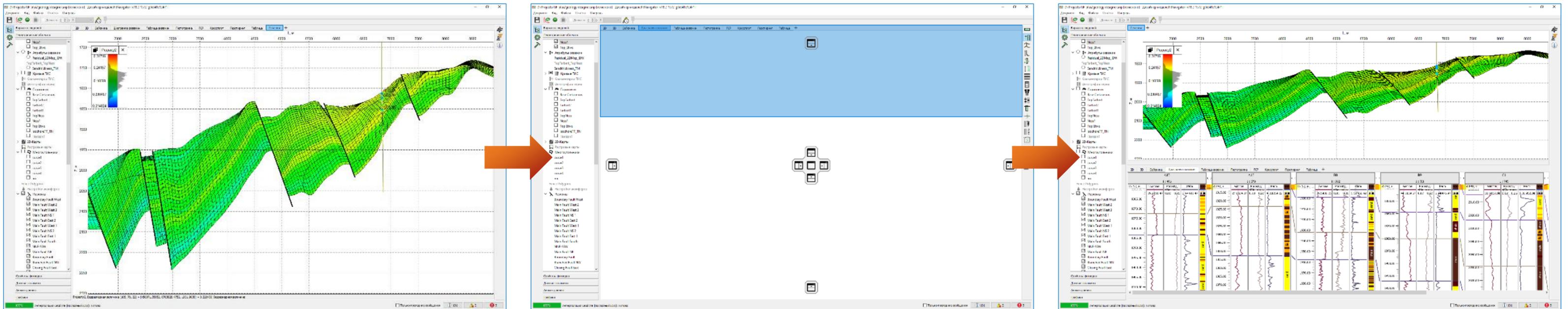


Интерфейс программы

Возможность переконфигурации пользовательского окружения «на лету» исходя из решаемой задачи

Унификация интерфейсных элементов во всех модулях tНавигатор

Удобные интерфейсные решения для работы с тысячами однотипных объектов в проекте: теги объектов, фильтрация и переконфигурация дерева объектов по тегам и по типам объектов



Интерфейс программы

The image displays the user interface of a geological modeling software. The main window shows a 3D visualization of a geological model with a grid and various data points. A dialog box titled "Расчёты" (Calculations) is open, showing the "Интерполяция Amazonas" (Amazonas Interpolation) settings. The dialog box is divided into several sections: "Входные данные" (Input data), "Исп. данные настройки в интерполяции" (Interpolation settings), and "Дополнительные параметры" (Additional parameters). The "Входные данные" section includes fields for "Сетка" (Grid) set to "main_grid", "Свойство" (Property) set to "Cu_init", and "Начальные блоки" (Initial blocks) set to "Cu_init". The "Исп. данные настройки в интерполяции" section has tabs for "Amazonas" and "Распределение" (Distribution), with "Amazonas" selected. It includes fields for "Большая полуось, м" (Major axis, m) set to 5, "Вертикальная полуось, м" (Vertical axis, m) set to 5, "Угол падения (градусы)" (Dip angle (degrees)) set to 0, and "Случайное число" (Random number) set to 0. The "Дополнительные параметры" section is currently collapsed. The background shows a 3D grid with a color-coded surface and several wells labeled "FFM007" and "FM008W01". The status bar at the bottom indicates the current point coordinates: "Набор точек 'geochem'; Точка = [315019.60000, 6074290.00000, -342.00000], м" and the scale: "Масштаб по Z: 0.8977".

Проект Вид Настройки Файлы Менеджер проектов Отчёты Помощь

Расчитать до шага: 0

Объекты

Варианты моделей

Геометрические объекты

TopVolcanicImbricate

5_Orebody

Триангулированные поверхности

Topography

3D-сетки

main_grid

Свойства

zone_id

Cu_init

Zn_init

Cu

Cu1

Cu2

Cu3

Cu4

Cu5

BlockedWells

Геомеханика горных пород

Начальные блоки

Cu_init

Cu_init_direct

Расчёты

Интерполяция Amazonas

Входные данные

Сетка: main_grid

Свойство: Cu_init

Начальные блоки: Cu_init

Blocked Wells:

Интерполировать в LGR

Тип среды: UK

Фильтр

Очистить все значения

Глобальное случ. число: 0

Зоны, Регионы

Зоны: zone_id

Регионы: zone_id

Исп. данные настройки в интерполяции

Amazonas

Распределение

Параметры Amazonas

Большая полуось, м: Значение 5

Карта

Анизотропия по латерали

Вертикальная полуось, м: Значение 5

Макс. детализация

Угол падения (градусы): 0

Случайное число: 0

Апостериорное смещение: Значение 0.0001

Карта

Дополнительные параметры

Очистить

Добавить в Workflow

Применить

Закрыть

Ширина выделения объекта: 2

Набор точек 'geochem'; Точка = [315019.60000, 6074290.00000, -342.00000], м

Масштаб по Z: 0.8977

100%

126

75

0

0

Интерфейс программы

Проект Вид Настройки Файлы Менеджер проектов Отчёты Помощь

Расчитать до шага: 0

Объекты

Варианты моделей

Геометрические объекты

Элементы залегания

- Наборы точек
 - geochem
 - Числовые атрибуты
 - Строковые атрибуты
 - geochem_outcrop
 - mag
 - DEM
- Растровые карты
 - 063K12_13
 - Flin_Flon_geology
- Горизонты
 - DEM
 - bot
- Геотела
 - Faults
 - Компоненты
 - faults_1
 - Атрибуты компоненты
 - Строковые атрибуты компоненты
 - BlindMissiThrust1

Свойства флюидов

Данные скважины

Анализ данных

Графики

Расчёты

Импорт

В формате DXF

Геотело: Faults

Имя файла: ALYST/Geoscience_ANALYST_demo_project_and_sample_data/data/DXF/faults.dxf

Выберите систему координат

CRS проекта: Не определено

CRS файла: Не определено

Обратить по координате Z

Импорт

- Создать геотело
 - Конвертировать триангулированную поверхность по многоугольникам на сечении
 - По многоугольникам
 - По набору точек
 - По свойству
 - По пересечению триангулированных поверхностей
 - Примитивной формы
 - Создать буферные зоны по геотелу
- Преобразования
 - Переместить геотело
 - Повернуть геотело
 - Сгладить геотело
 - Упростить геотело
 - Переразбивка геотела
 - Добавить точки геотелу и сгладить
 - Добавить компоненту к геотелу
 - Фильтровать компоненты геотела
 - Заполнить отверстия в геотеле
 - Инструмент починки геотела
 - Логические операции с геотелами
 - Разбить геотело с помощью триангулированной поверхности
- Экспорт

Очистить

Добавить в Workflow

Применить

Закрыть

Масштаб по Z: 0.8977

100%

126

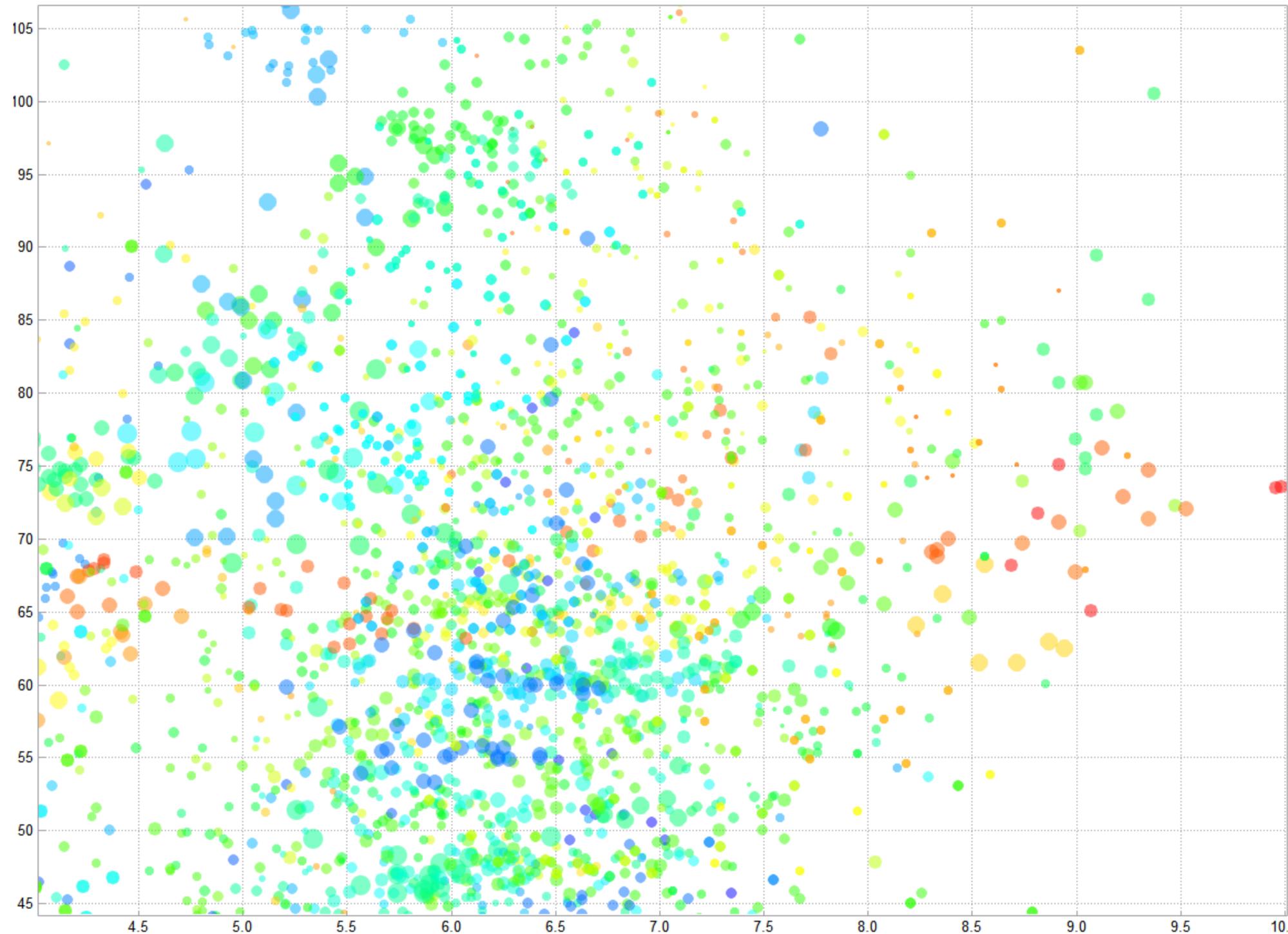
75

0

0

Визуальные инструменты анализа

Анализ атрибутивных данных на кроссплоте

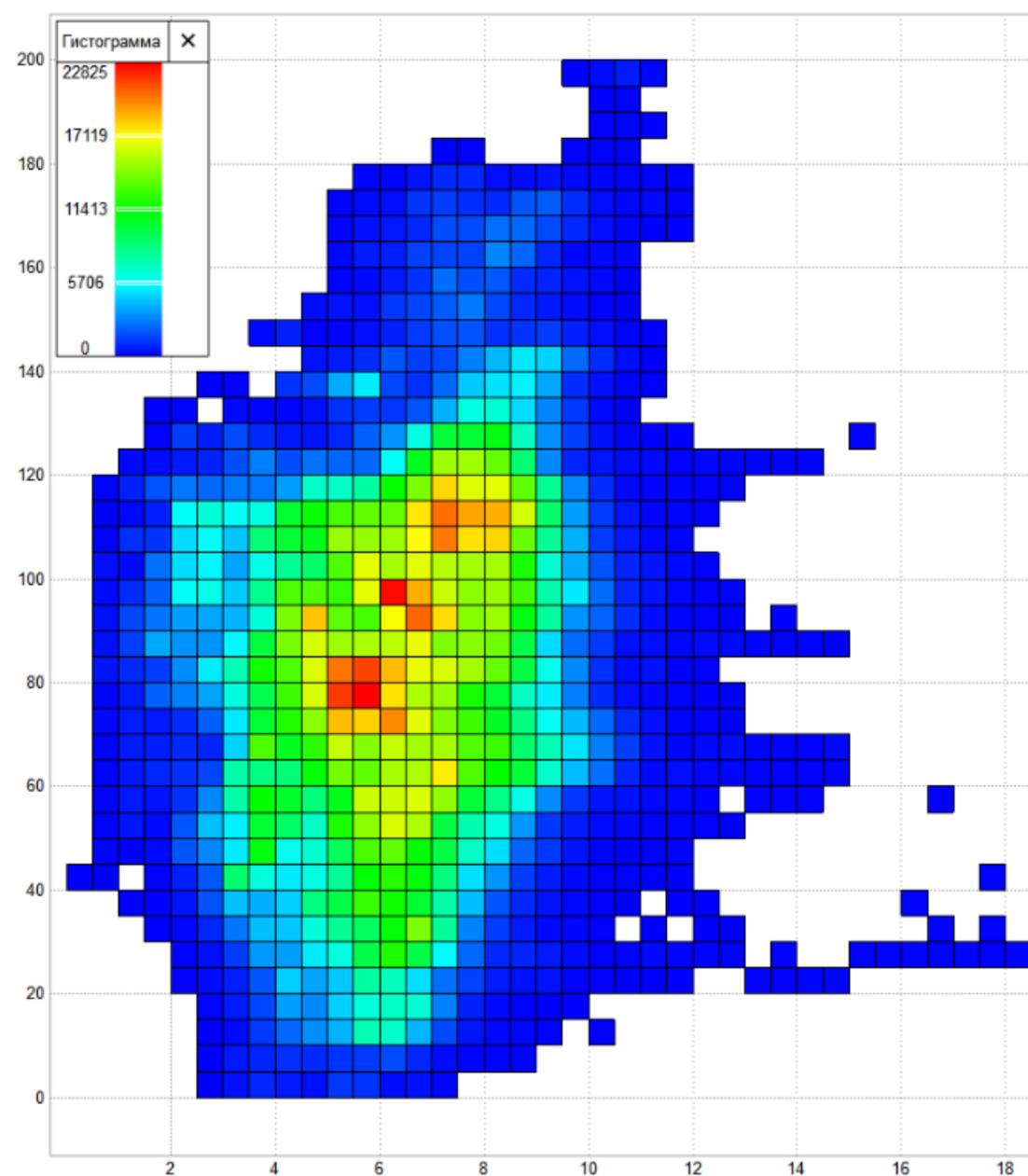
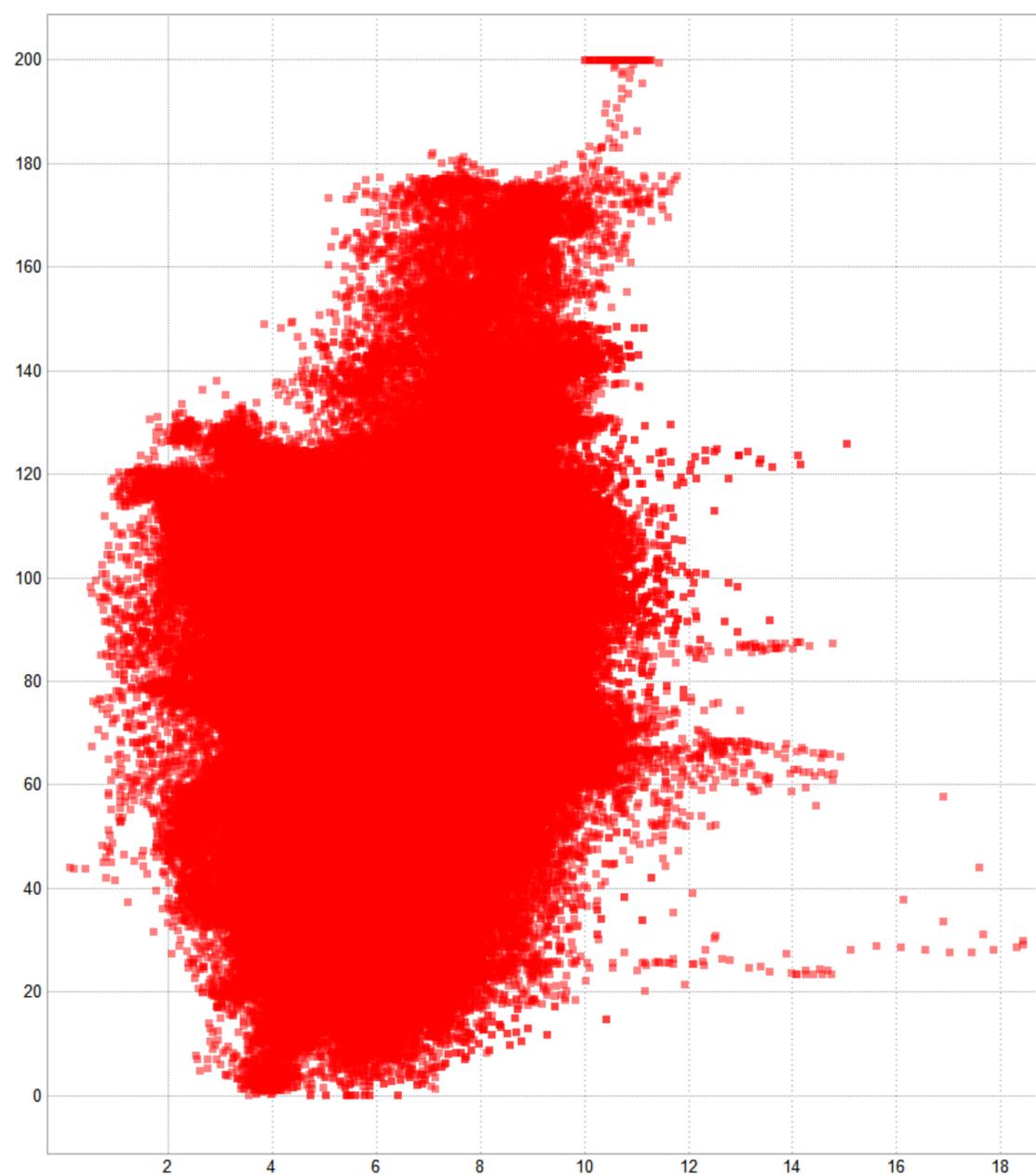


Возможность назначения атрибутов объектов, отвечающих за отображение соответствующих точек на кроссплоте:

- положение значка по оси X
- положение значка по оси Y
- цвет значка
- размер значка
- форма значка
- прозрачность значка

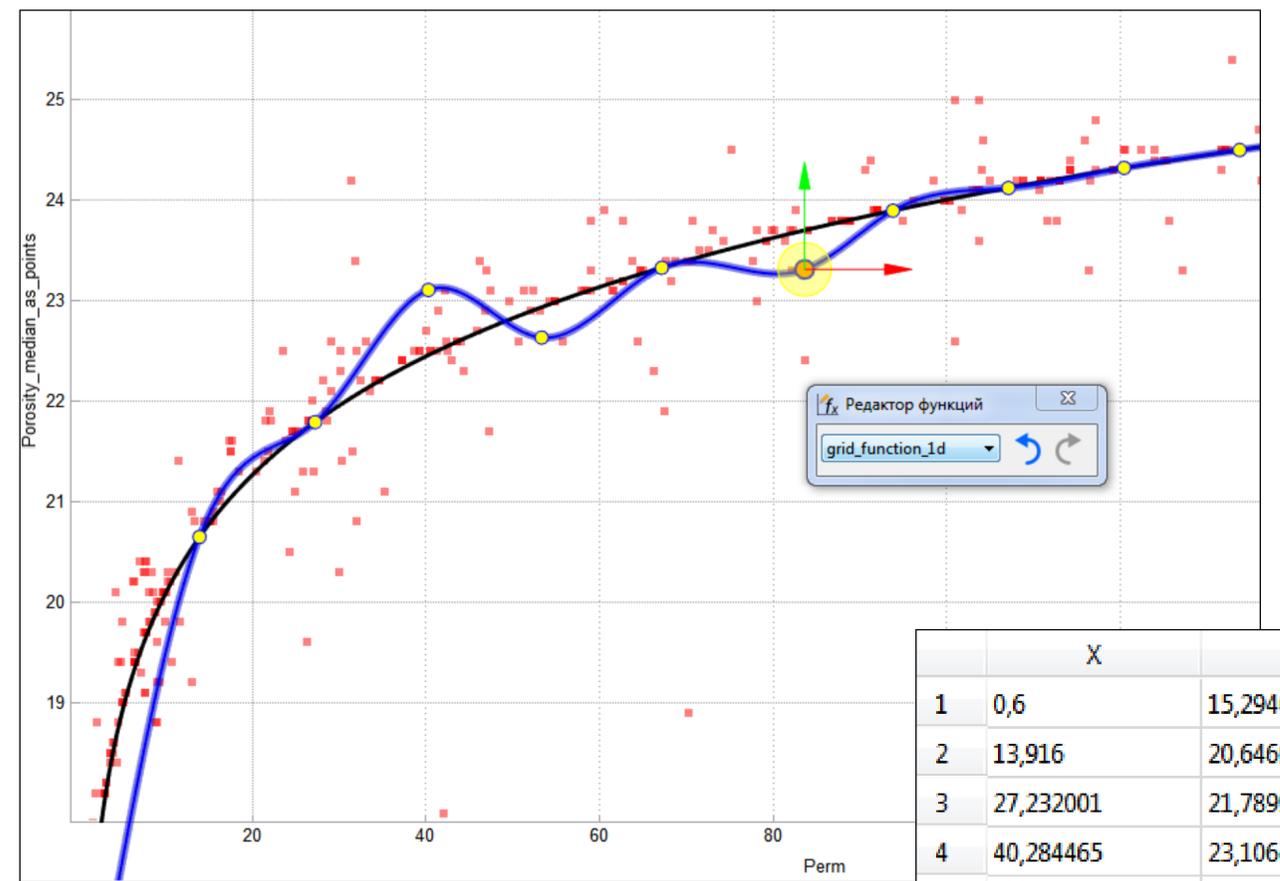
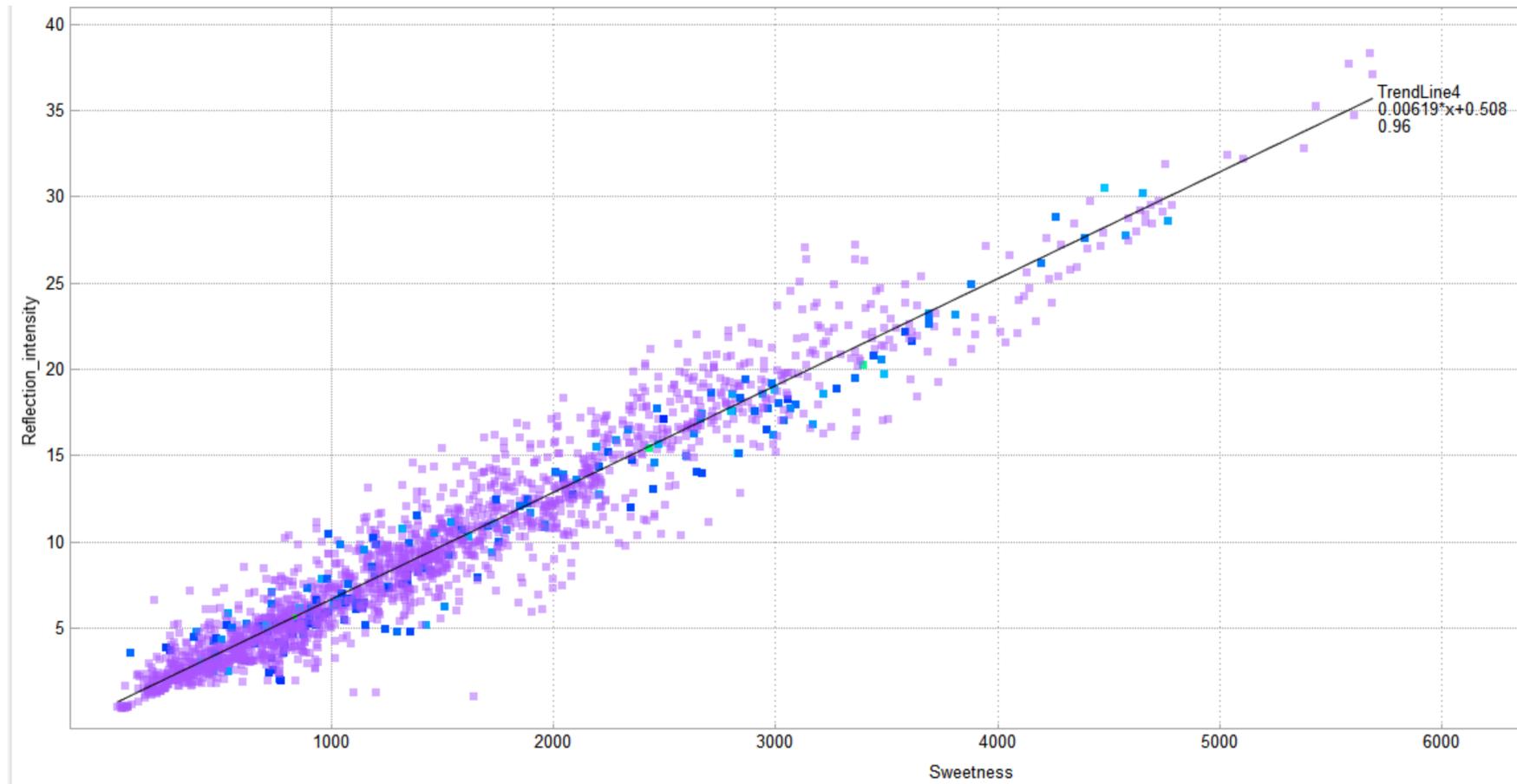
Визуальные инструменты анализа

Возможность переключения из режима простого кроссплота в режим 2D-гистограммы



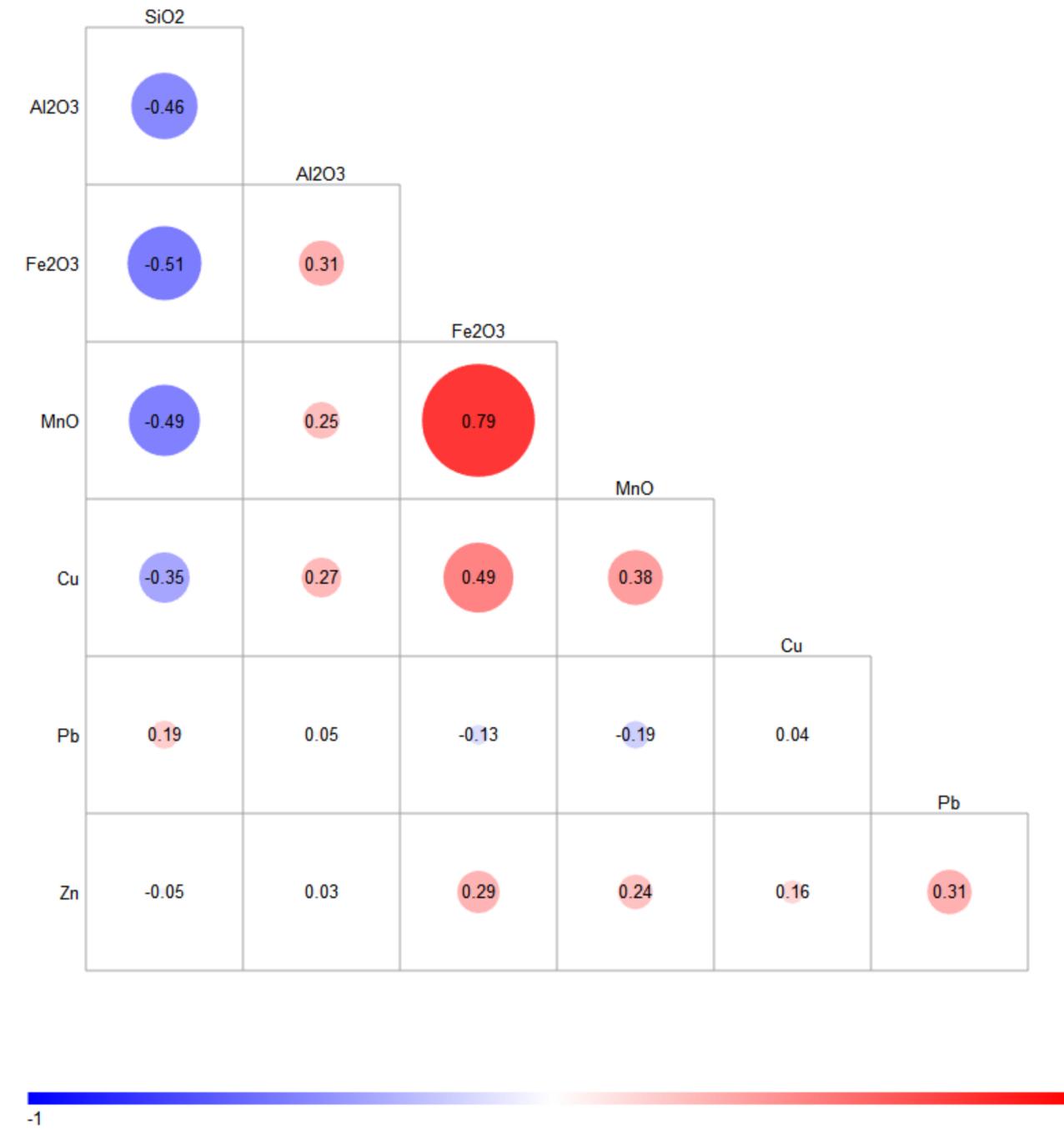
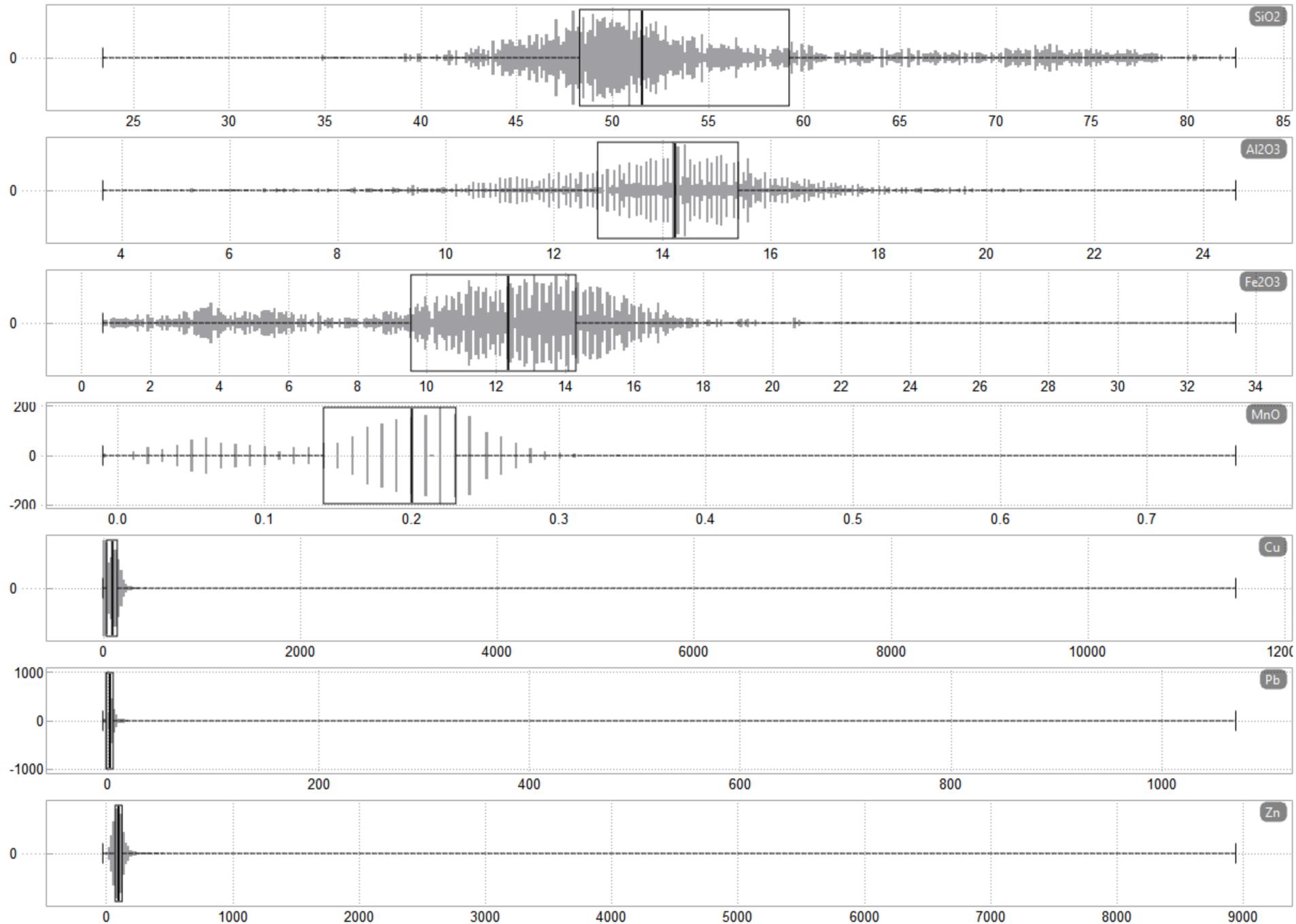
Визуальные инструменты анализа

Автоматическое построение моделей тренда, интерактивное задание пользовательских зависимостей по наборам точек



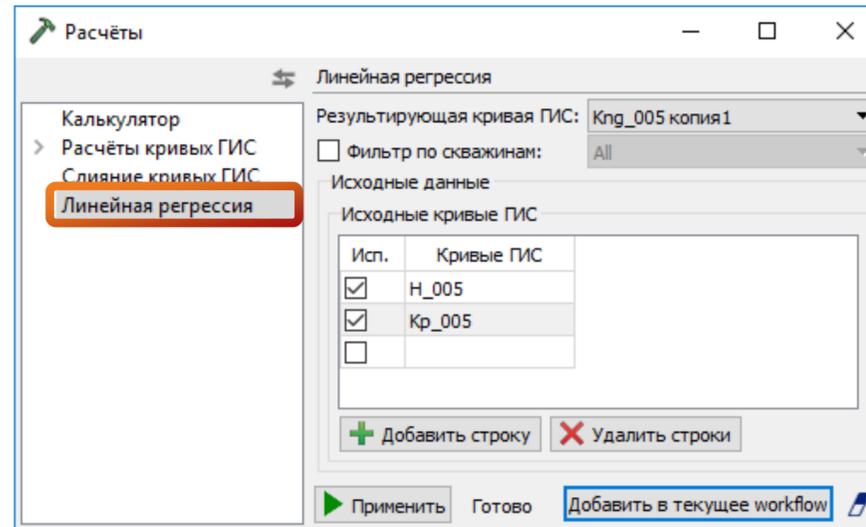
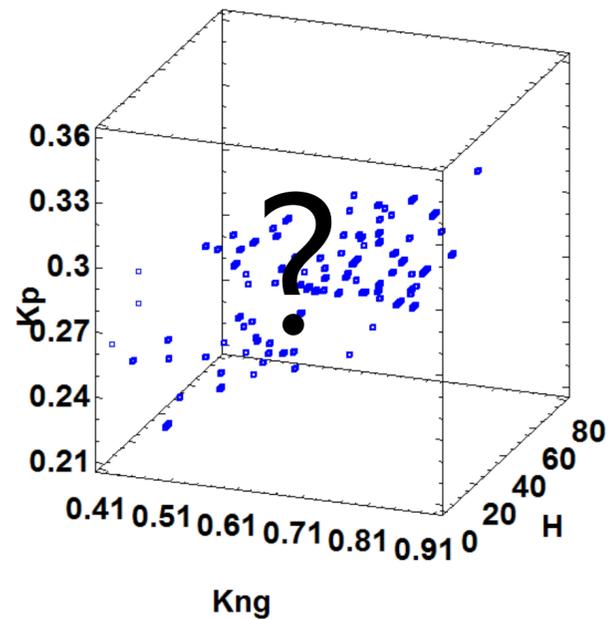
	X	Y
1	0,6	15,294072
2	13,916	20,646913
3	27,232001	21,78998
4	40,284465	23,106406
5	53,336928	22,631983
6	67,180002	23,327426
7	83,639307	23,310994
8	93,812003	23,895964
9	107,128004	24,121957
10	120,444004	24,321438
11	133,760005	24,499979
12	147,076005	24,661563

Визуальные инструменты анализа

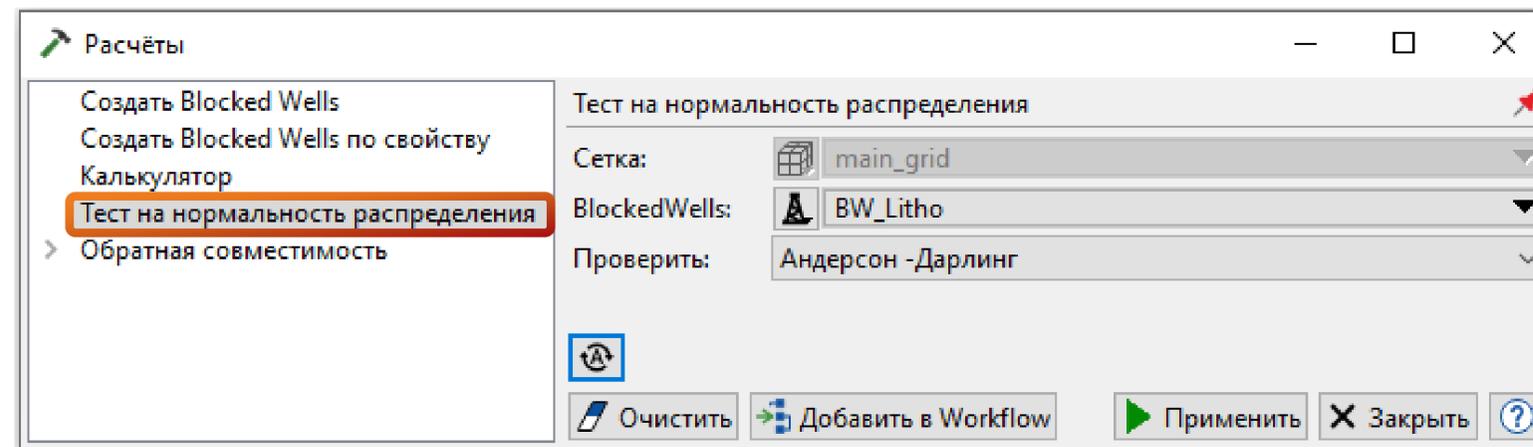


Автоматизированные средства анализа

Выявление связей между параметрами, в том числе многомерных, статистические тесты



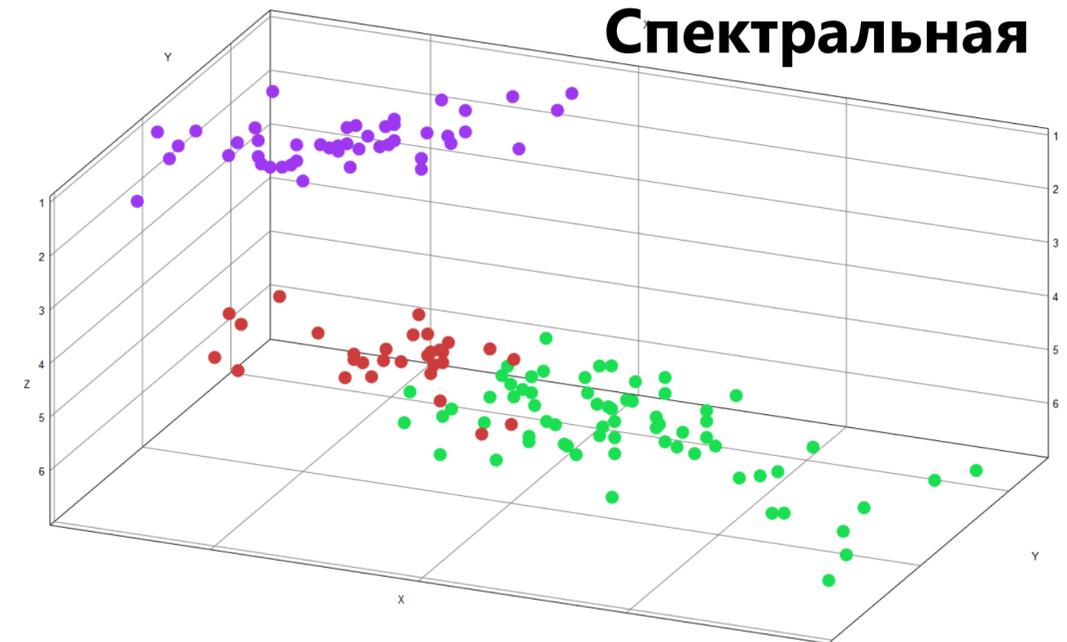
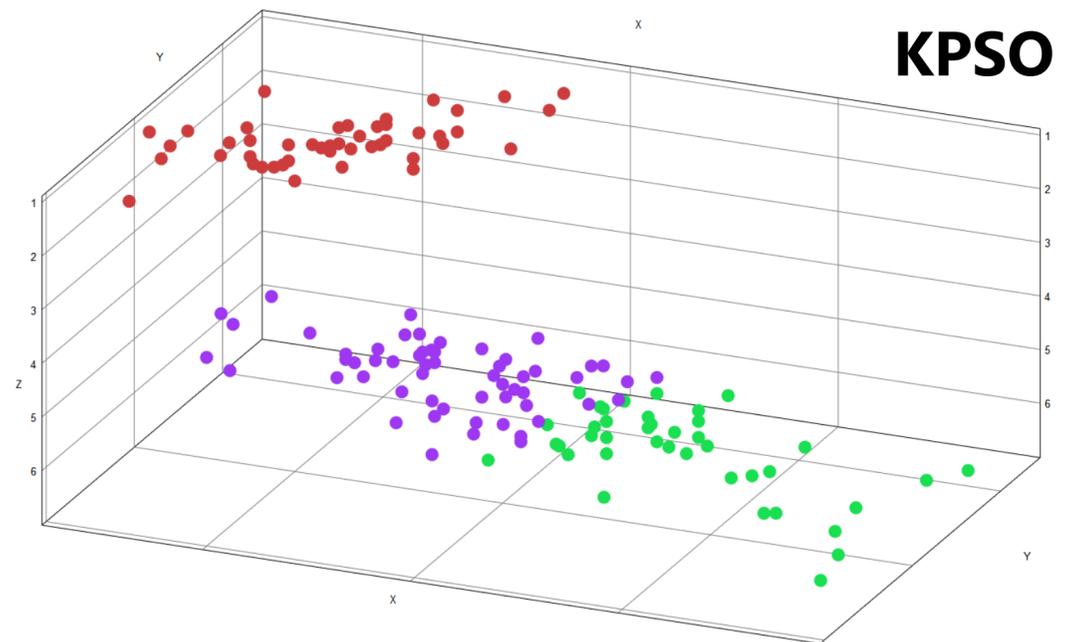
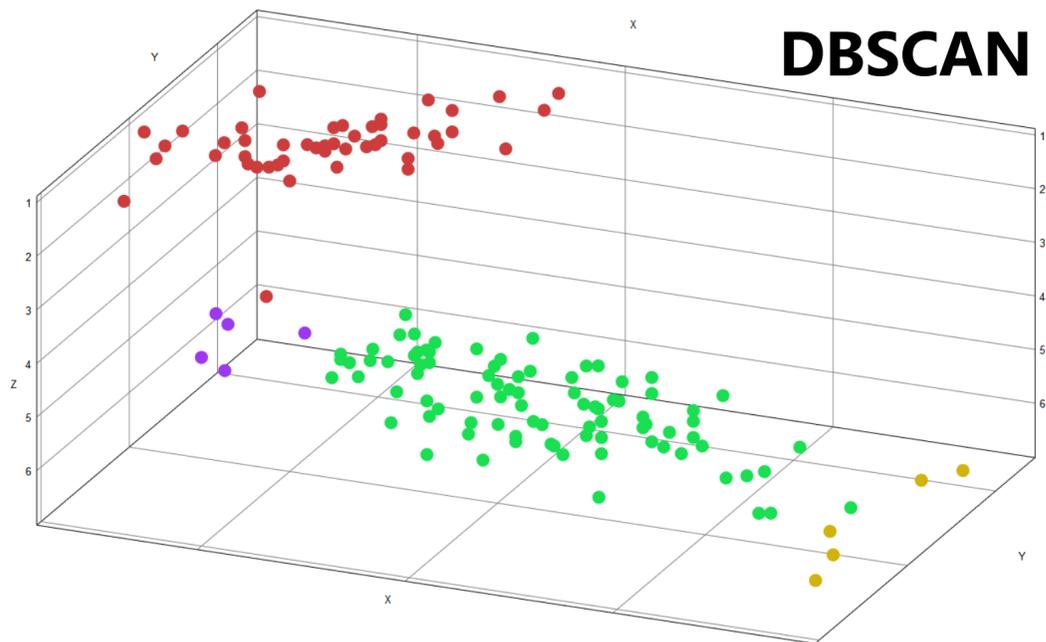
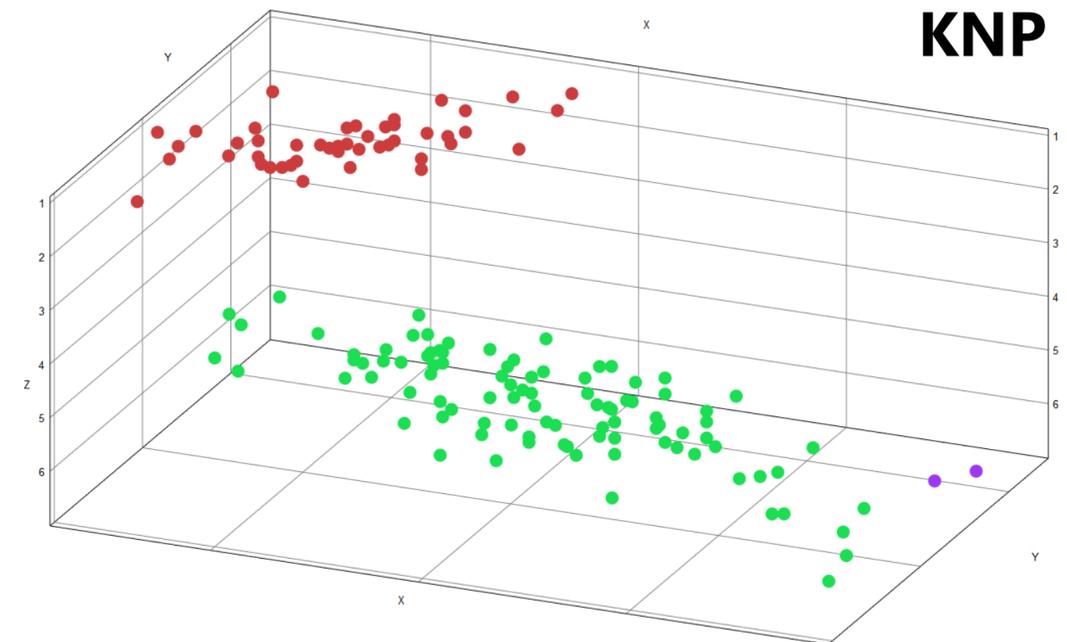
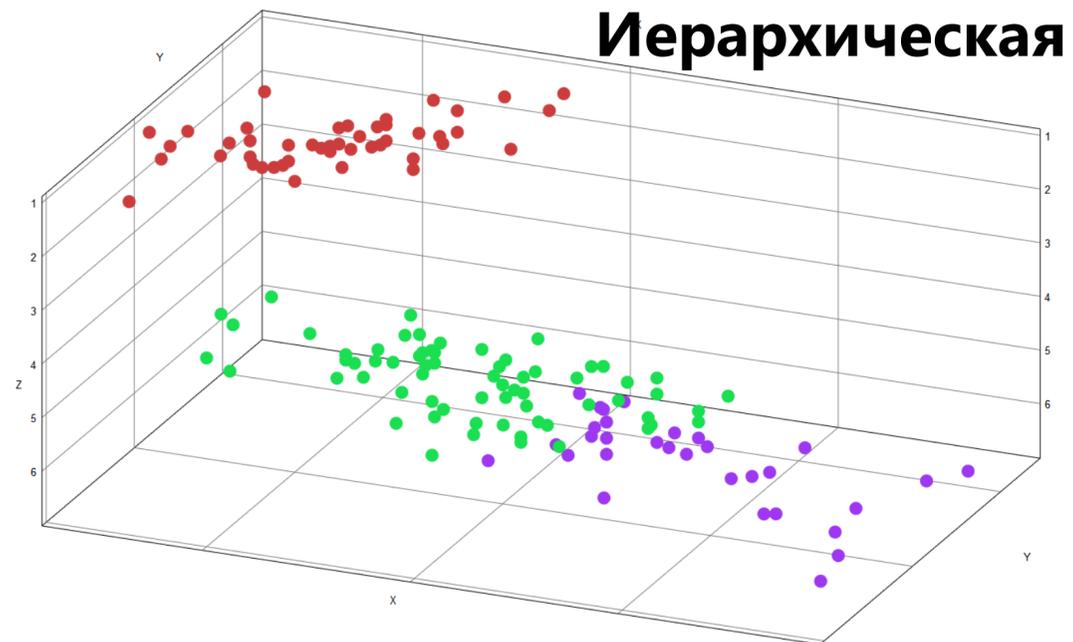
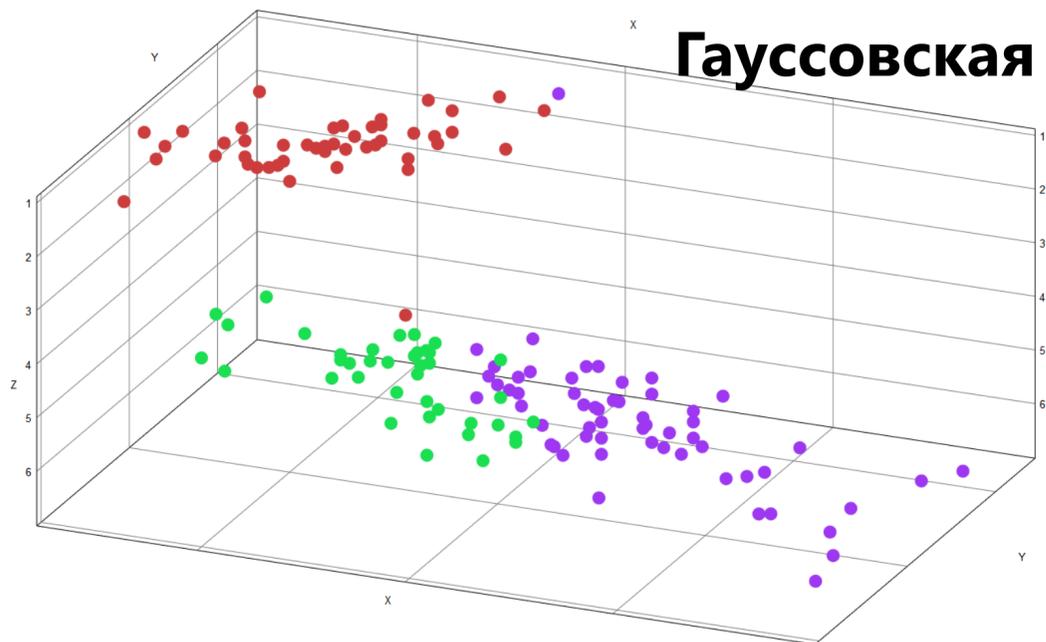
$$Kng = -0.10867 + 2.65029 * Kp + 0.00155761 * H$$



Критерий Андерсона-Дарлинга. Нормальность опровергнута с доверительной вероятностью < 50.0%
statistic = 0.209

Средства для работы с многомерными данными

Снижение размерности, различные методы кластеризации

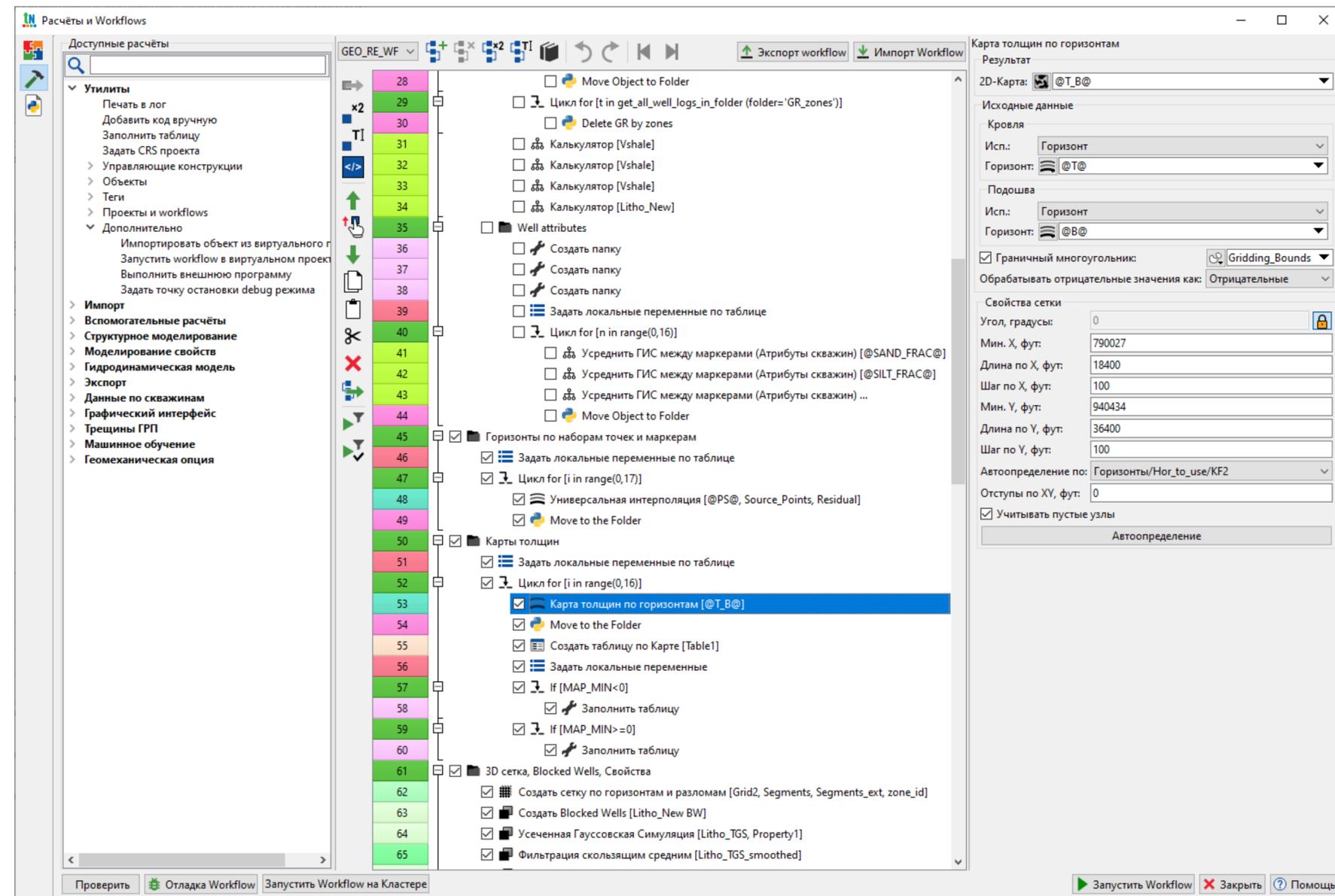


Автоматизация выполняемых задач

Workflow представляет собой последовательность различных расчётов, которая затем может выполняться автоматически, воспроизводя весь процесс моделирования или какую-то его часть

Моделирование на основе Workflow позволяет:

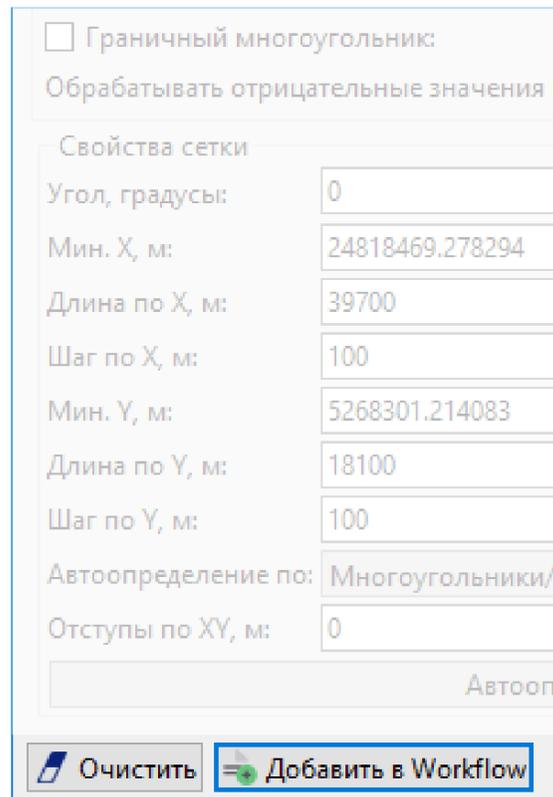
- документировать процесс моделирования
- на любом из этапов с минимальными трудозатратами вносить изменения в процесс моделирования
- автоматизировать построение однотипных месторождений
- обмениваться workflow с другими пользователями
- создавать гибкие, нестандартные алгоритмы моделирования
- на основе построенной геологической модели выполнять многовариантное моделирование, анализ неопределённости и решать оптимизационные задачи



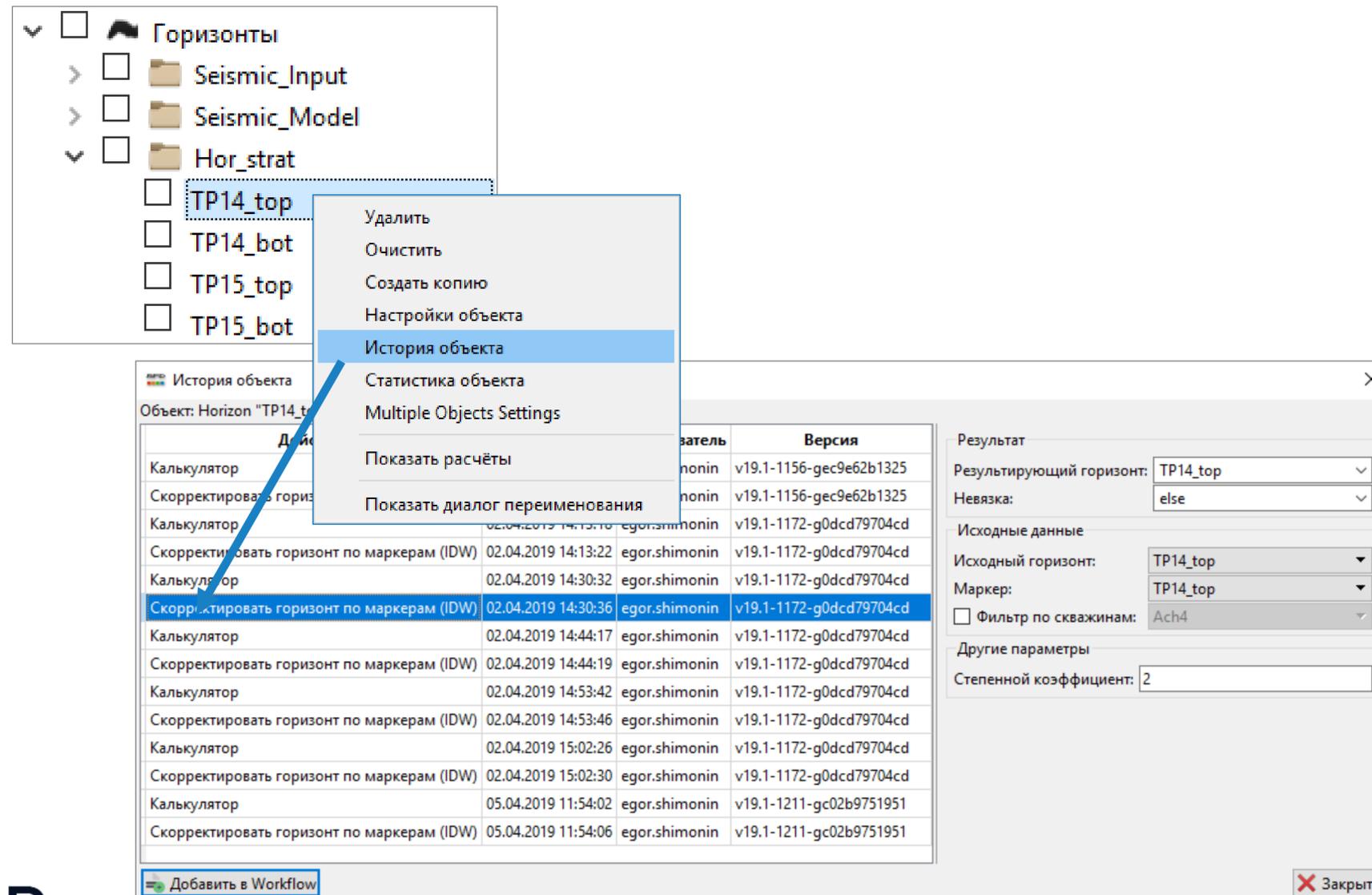
Пример Workflow геологического проекта

Различные способы создания Workflow

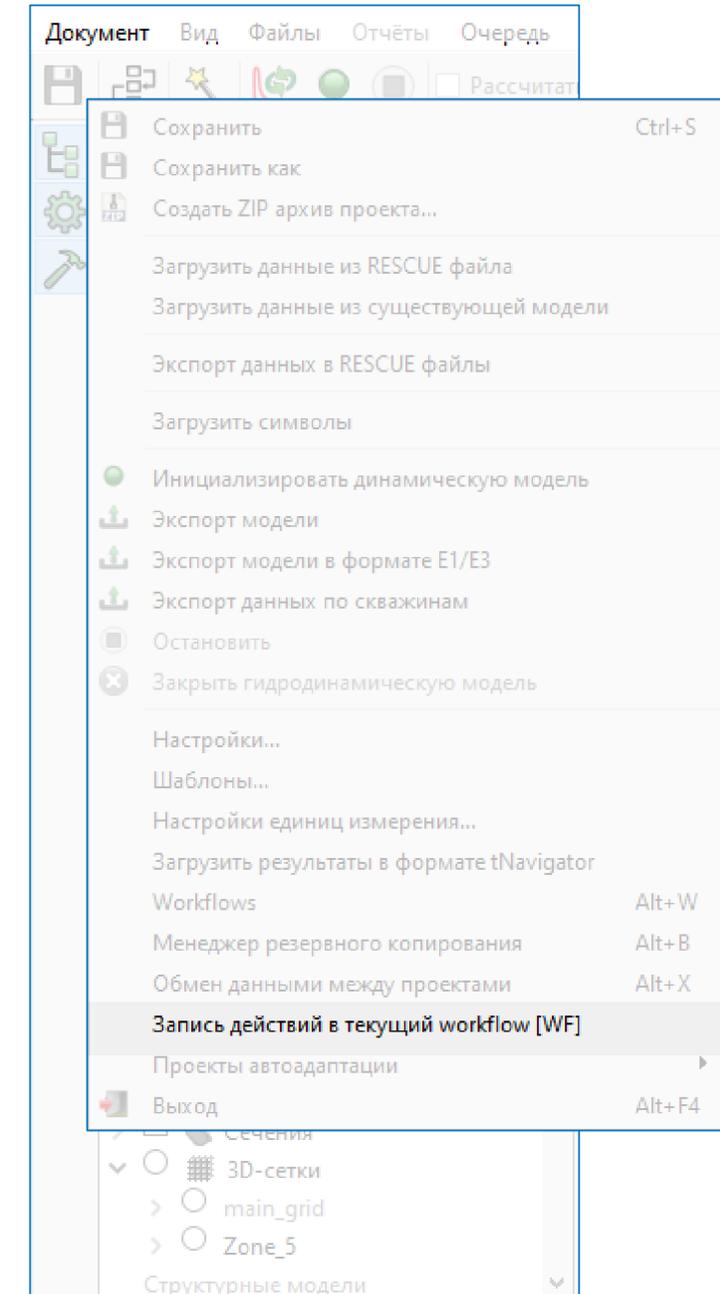
- Возможность просмотреть историю выполненных операций над объектом с визуализацией интерфейса выполненных процедур
- Возможность добавить операцию из истории в Workflow
- Возможность восстановить Workflow проекта по его истории



Добавление расчёта вручную

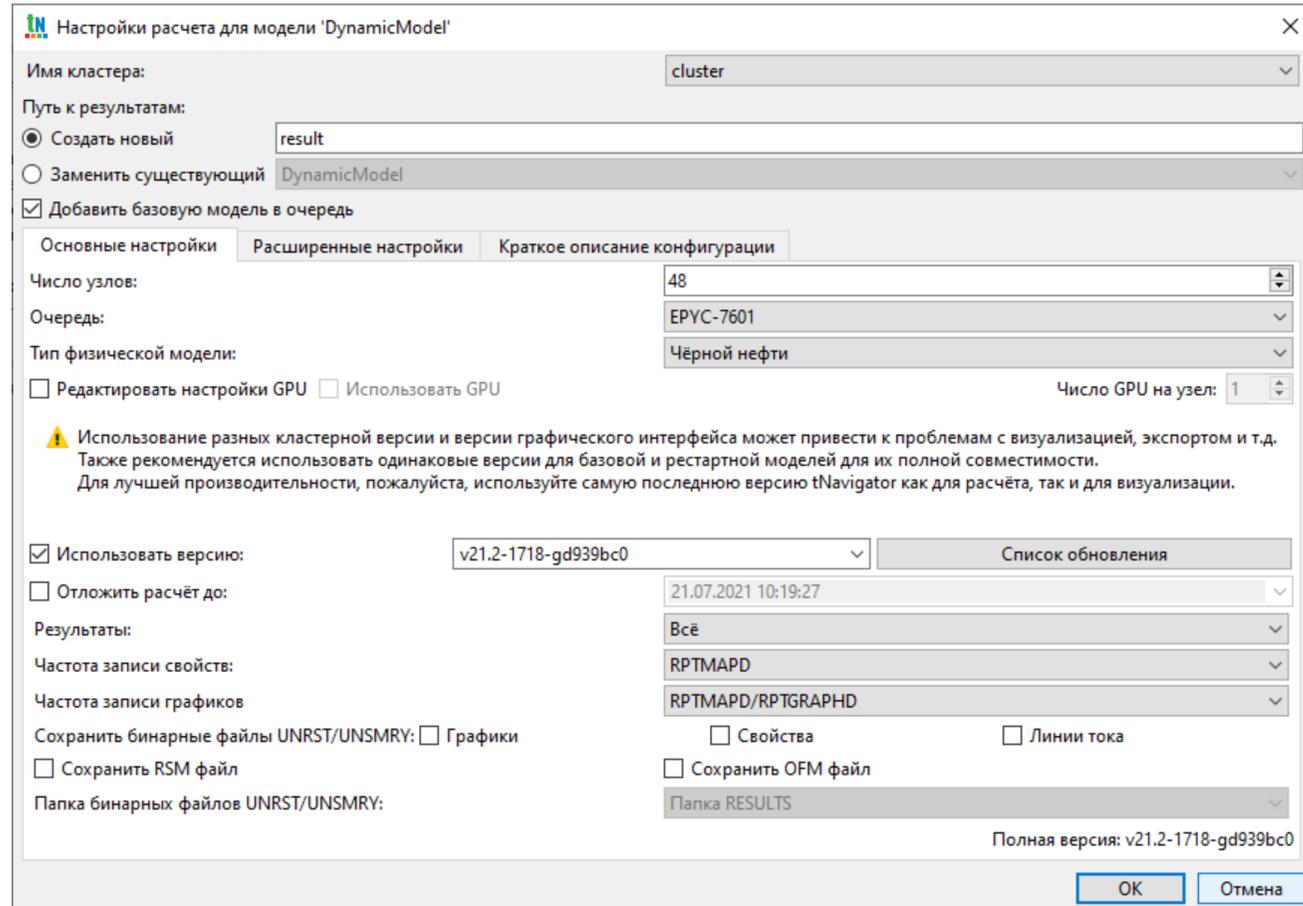


Добавление расчёта из истории

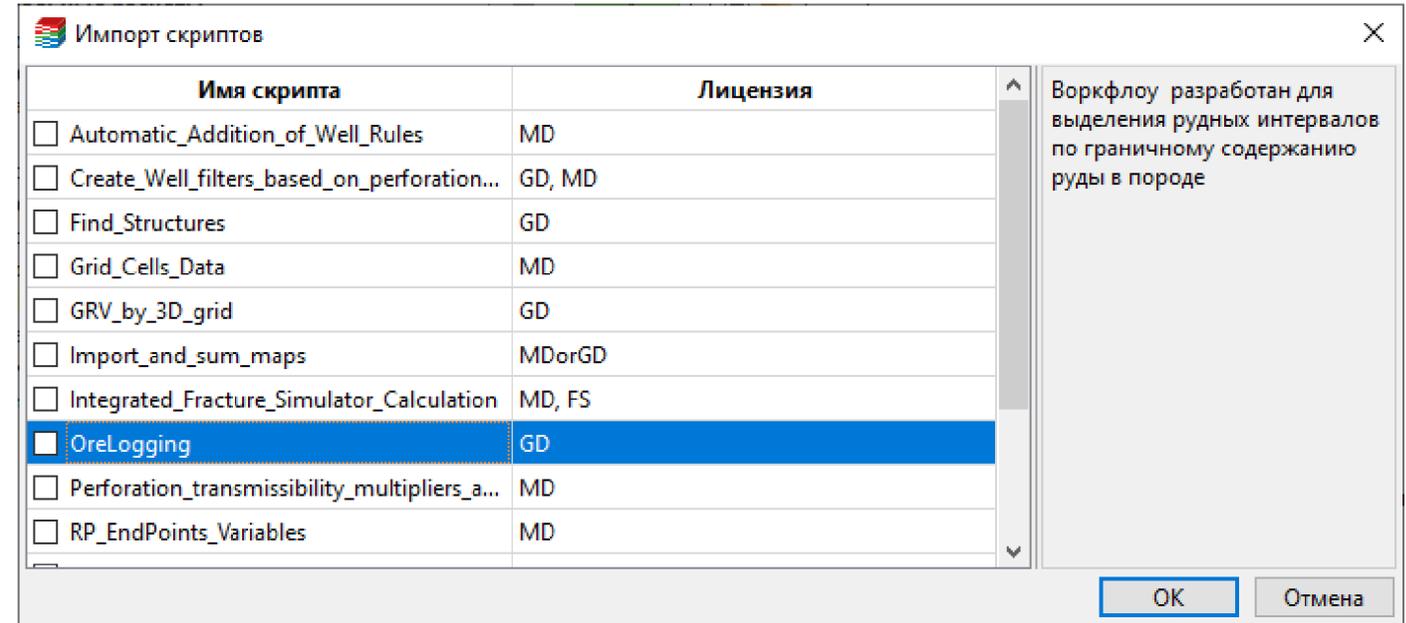


Автоматическая запись действий пользователя

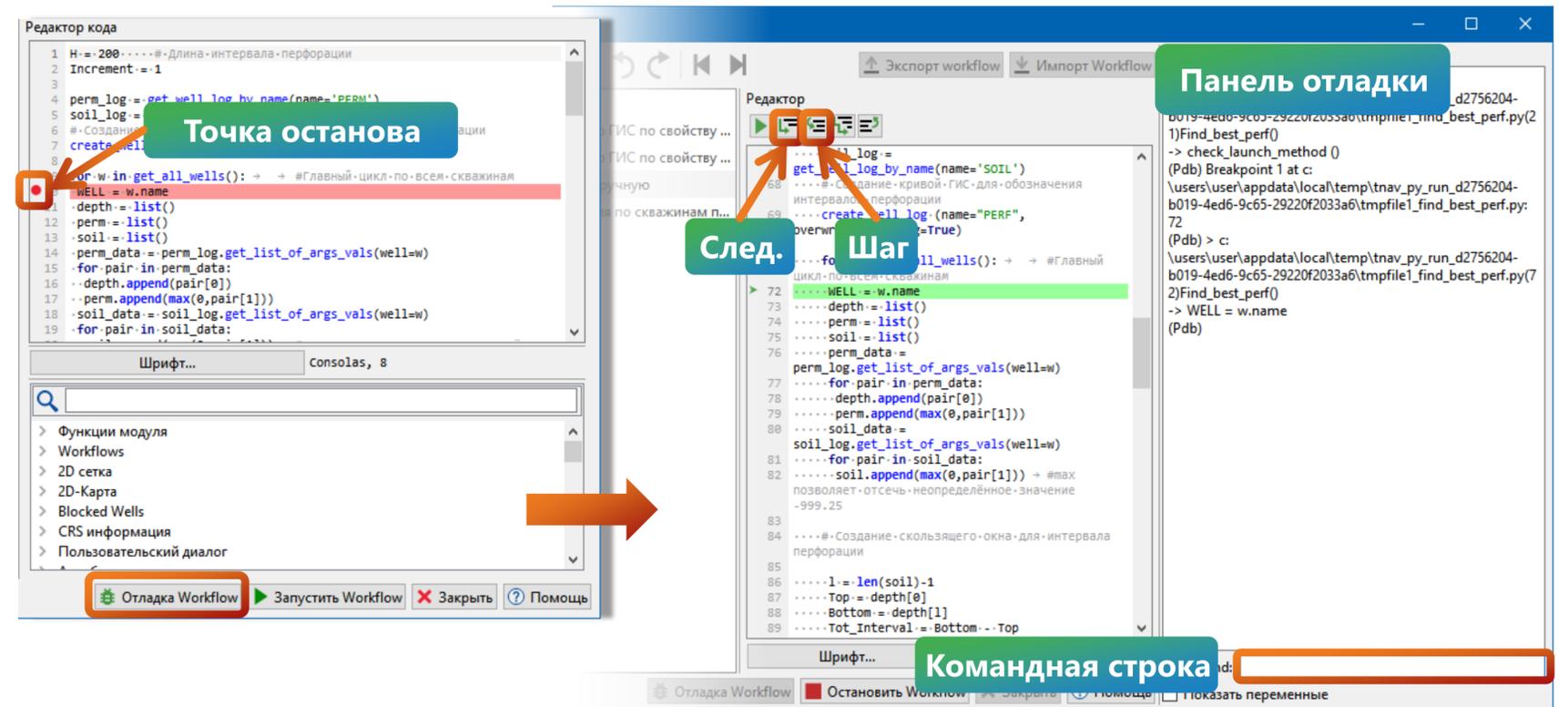
Автоматизация выполняемых задач



Мастер запуска Workflow на кластере

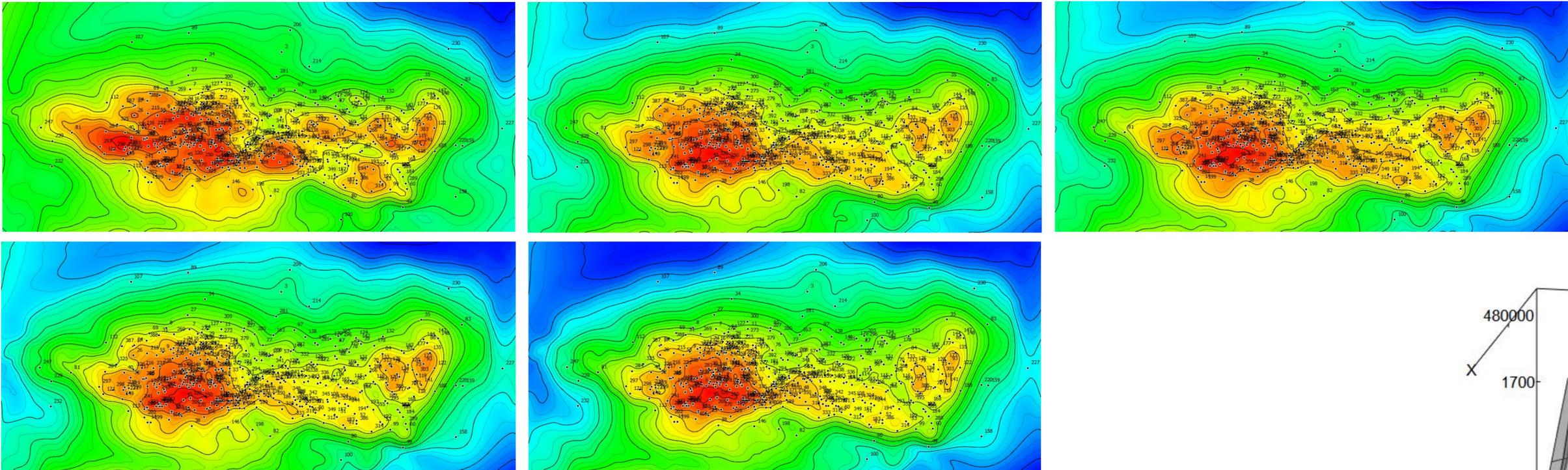


Встроенная библиотека скриптов

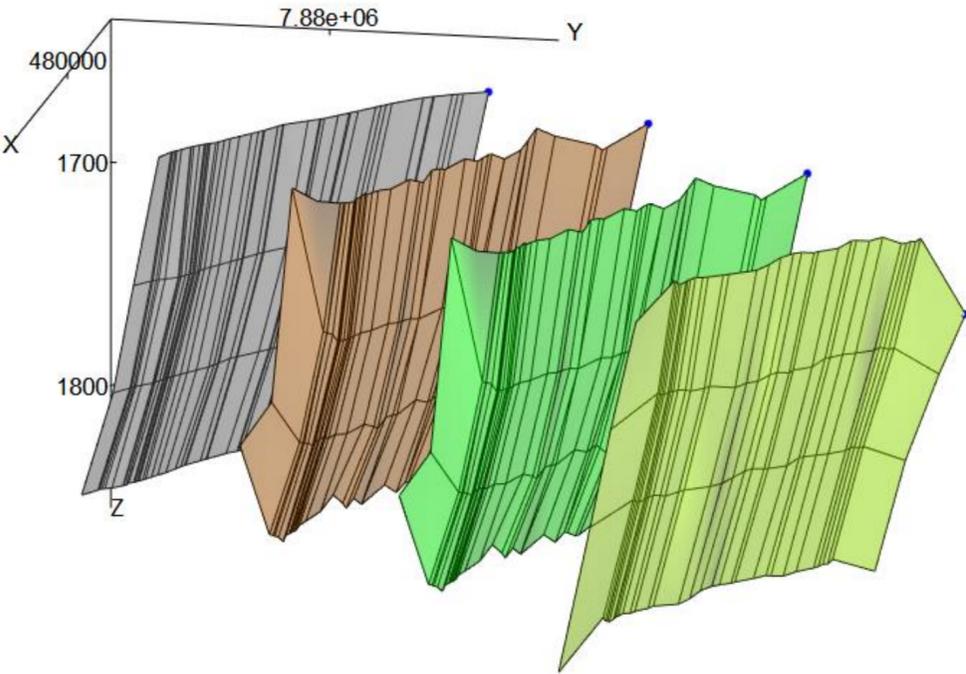


Встроенный отладчик

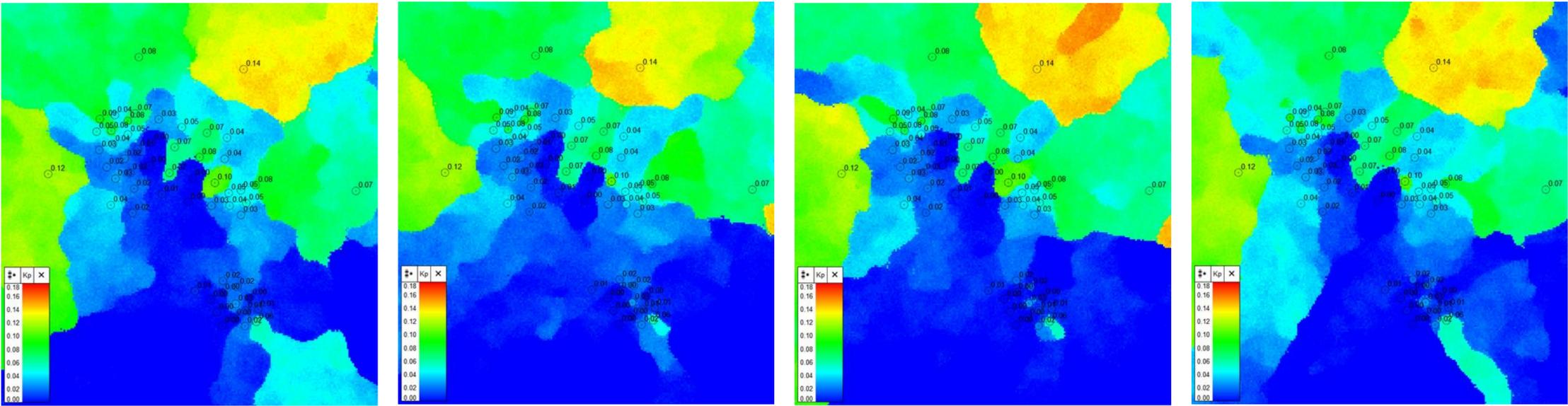
Учёт неопределённости на всех этапах моделирования



Различные версии построения геологических границ

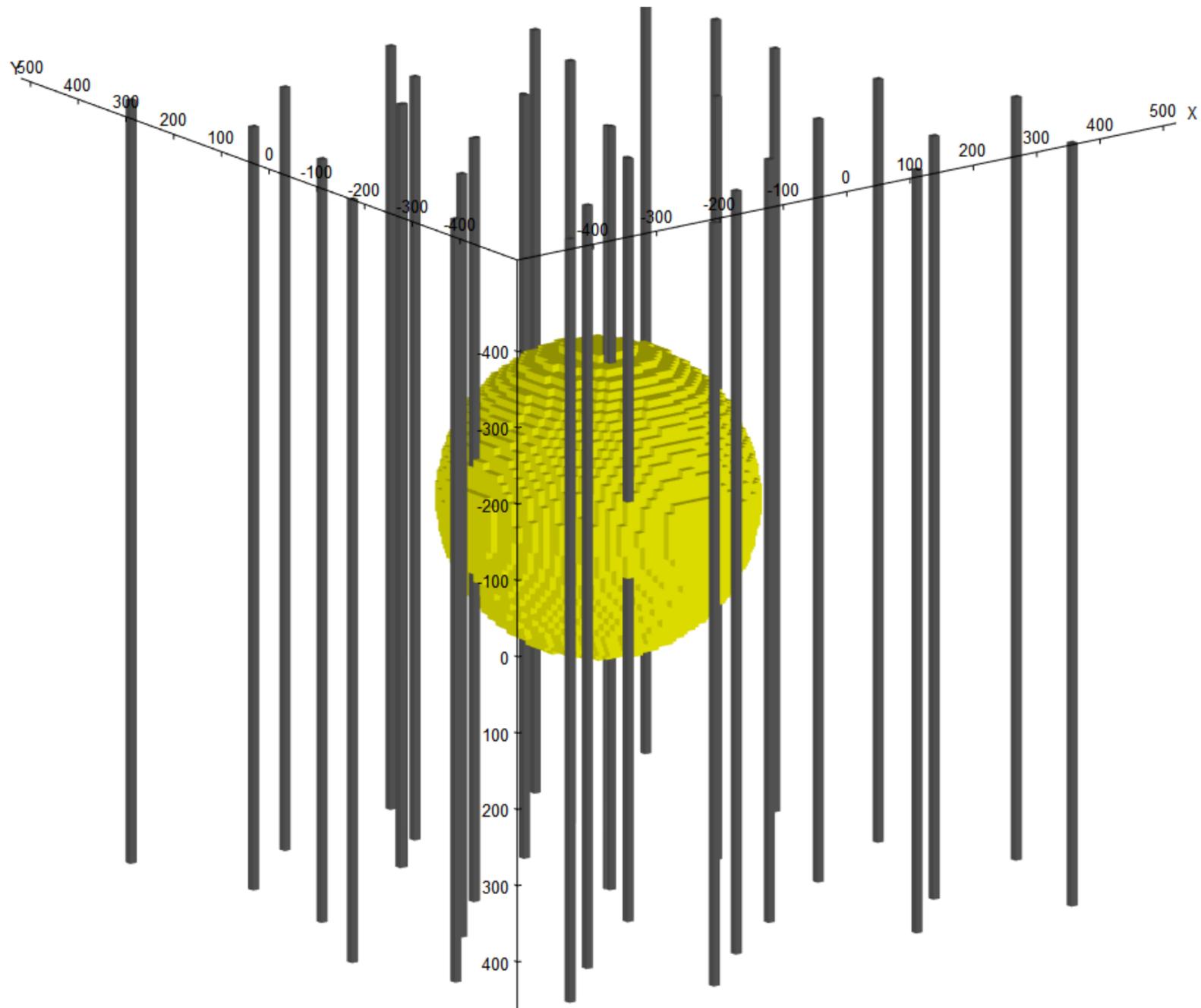


Учёт неопределённости интерпретации разломов

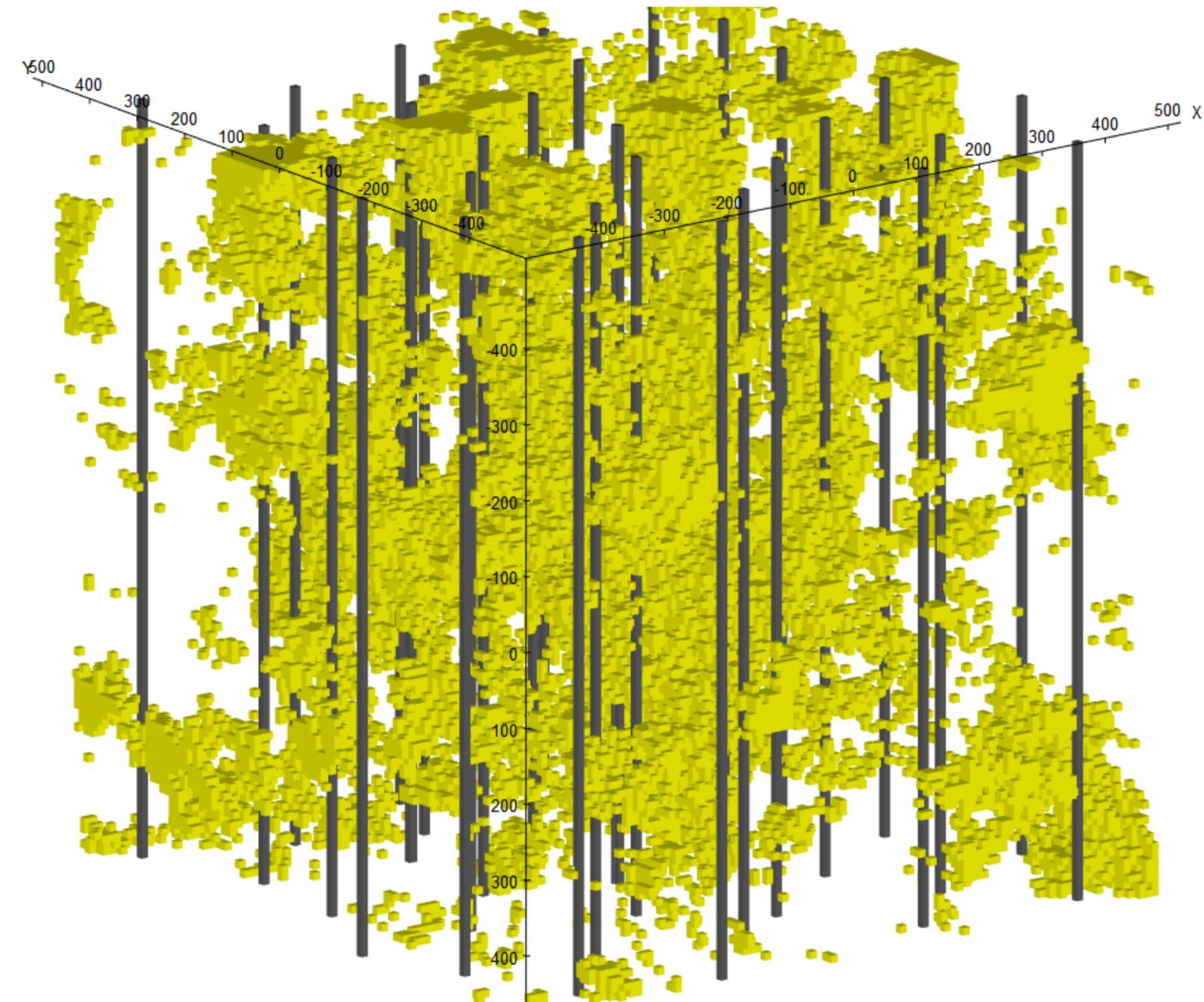


Различные версии распространения свойств пласта

Геостатистика и гипотеза стационарности

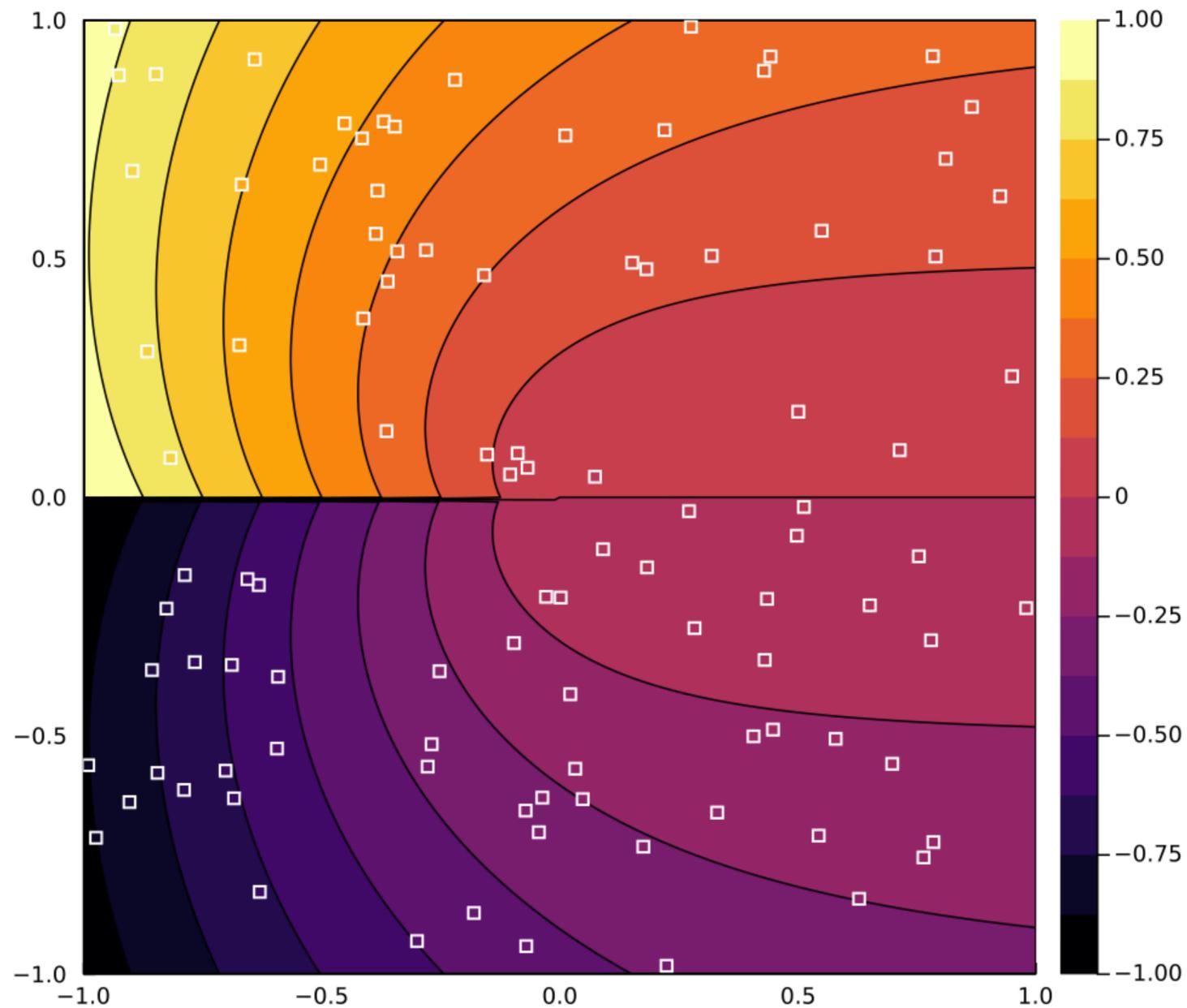


Модельное тело, вскрытое скважинами

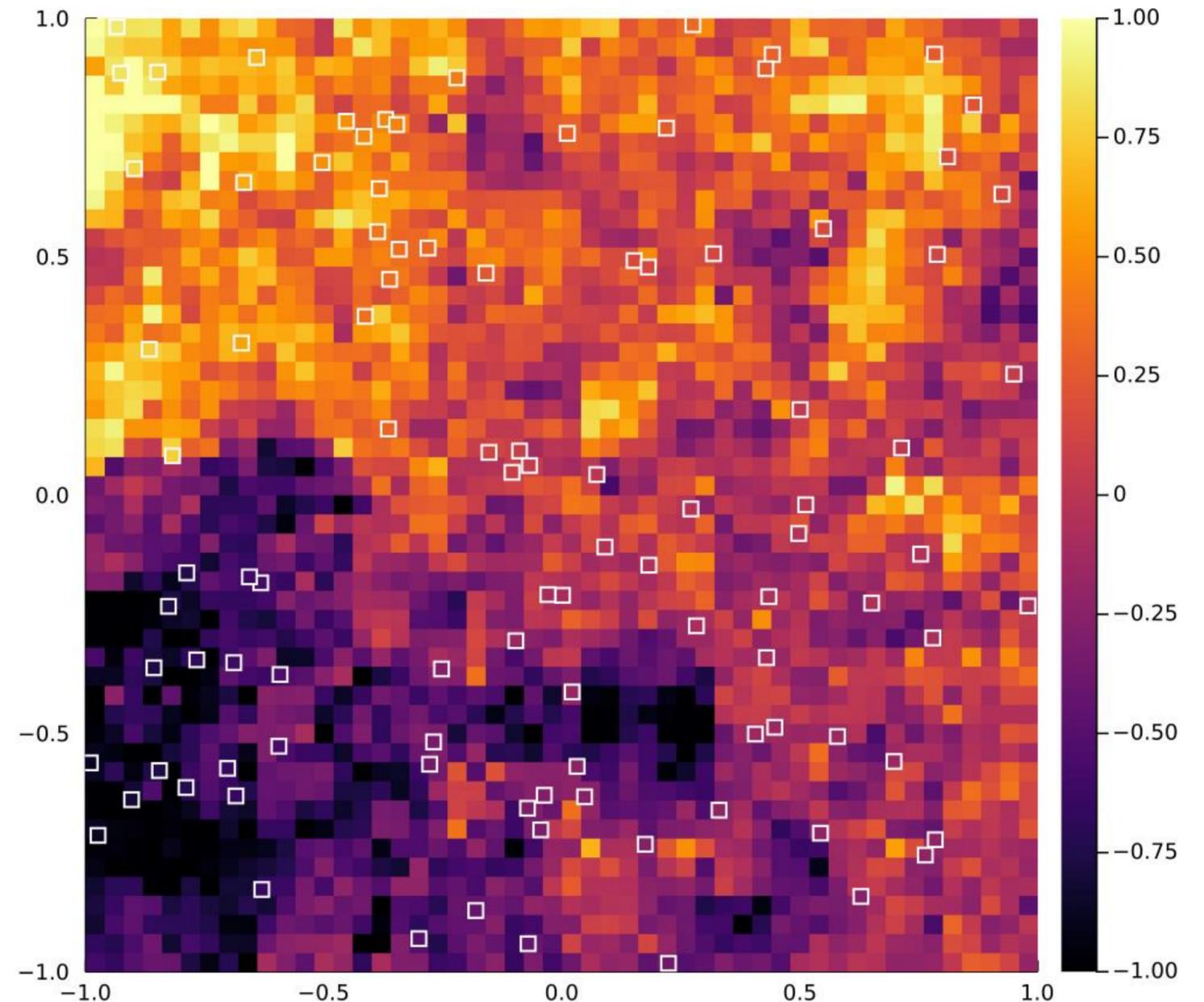


Восстановление формы тела геостатистическим методом SIS

Геостатистика и гипотеза стационарности



Модельная поверхность, вскрытая скважинами



Поверхность, восстановленная геостатистическим методом SGS

Геостатистика и гипотеза стационарности

Геостатистическое моделирование, базирующееся на математическом аппарате теории случайных функций, имеет определенные ограничения, в частности, требования стационарности и эргодичности исследуемых функций – геологических пространственных переменных. Качество моделей определяется также учетом геостатистической однородности месторождений или их частей. Проверка этих условий в применяемых информационных технологиях обычно не предусмотрена, а их несоблюдение приводит к систематическим ошибкам (занижению содержаний) в оценке запасов.

Рекомендации к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по технико-экономическому обоснованию кондиций и подсчету запасов твердых полезных ископаемых с использованием блочного моделирования на месторождениях различного морфологического типа, ред 02.02.2015 г.

Геостатистика и гипотеза стационарности

Следствия из стационарности приращений:

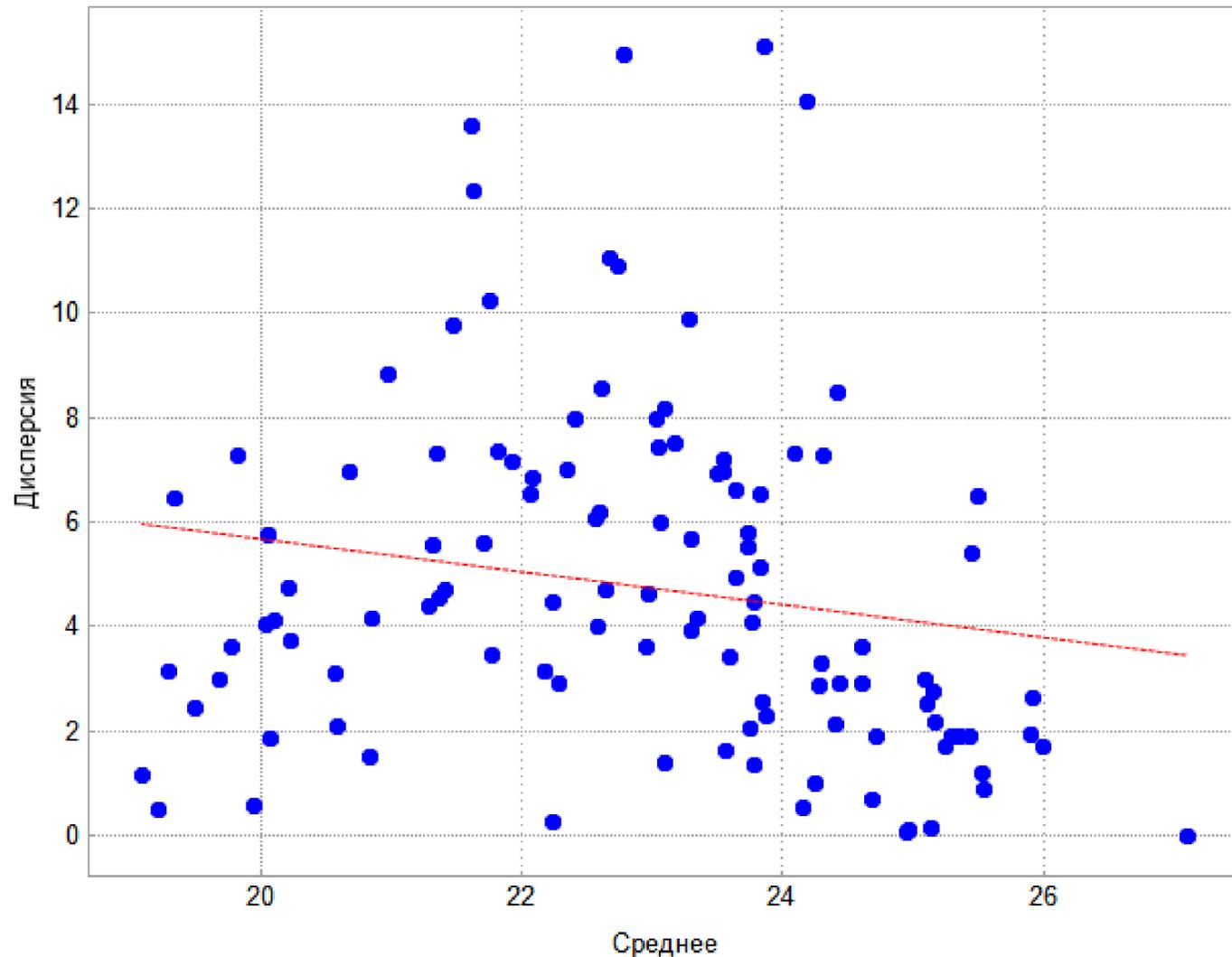
- Среднее значение стационарно
- Закон приращений (вариограмма) стационарен
- Дисперсия стационарна
- Отсутствует эффект пропорциональности между дисперсией и средними значениями параметра (данные гомоскедастичны)

Все эти требования могут быть проверены непосредственно по самим исходным данным

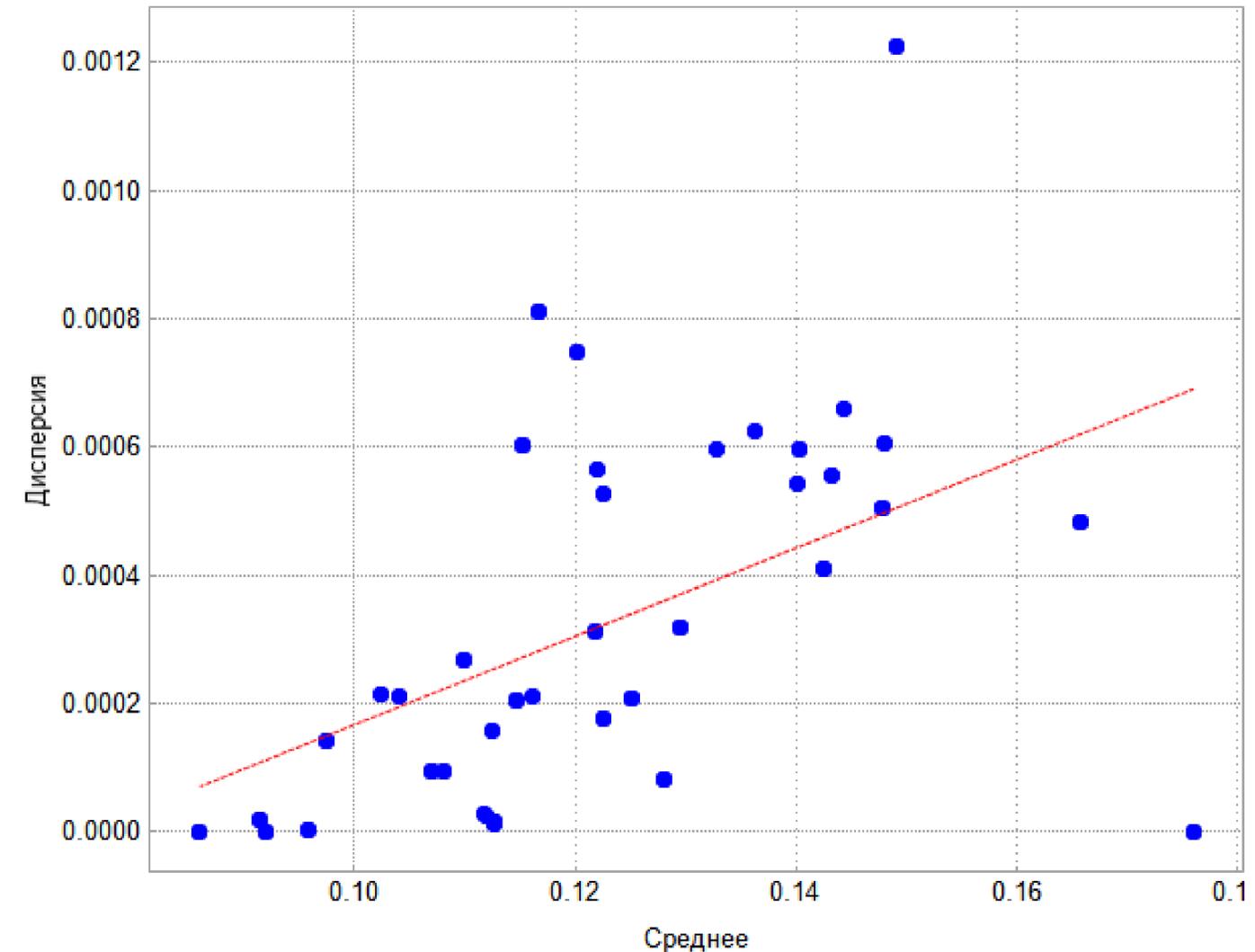
Если какое-либо из этих требований не выполняется, геостатистический аппарат неприменим, необходимо использовать другие методы



Проверка стационарности

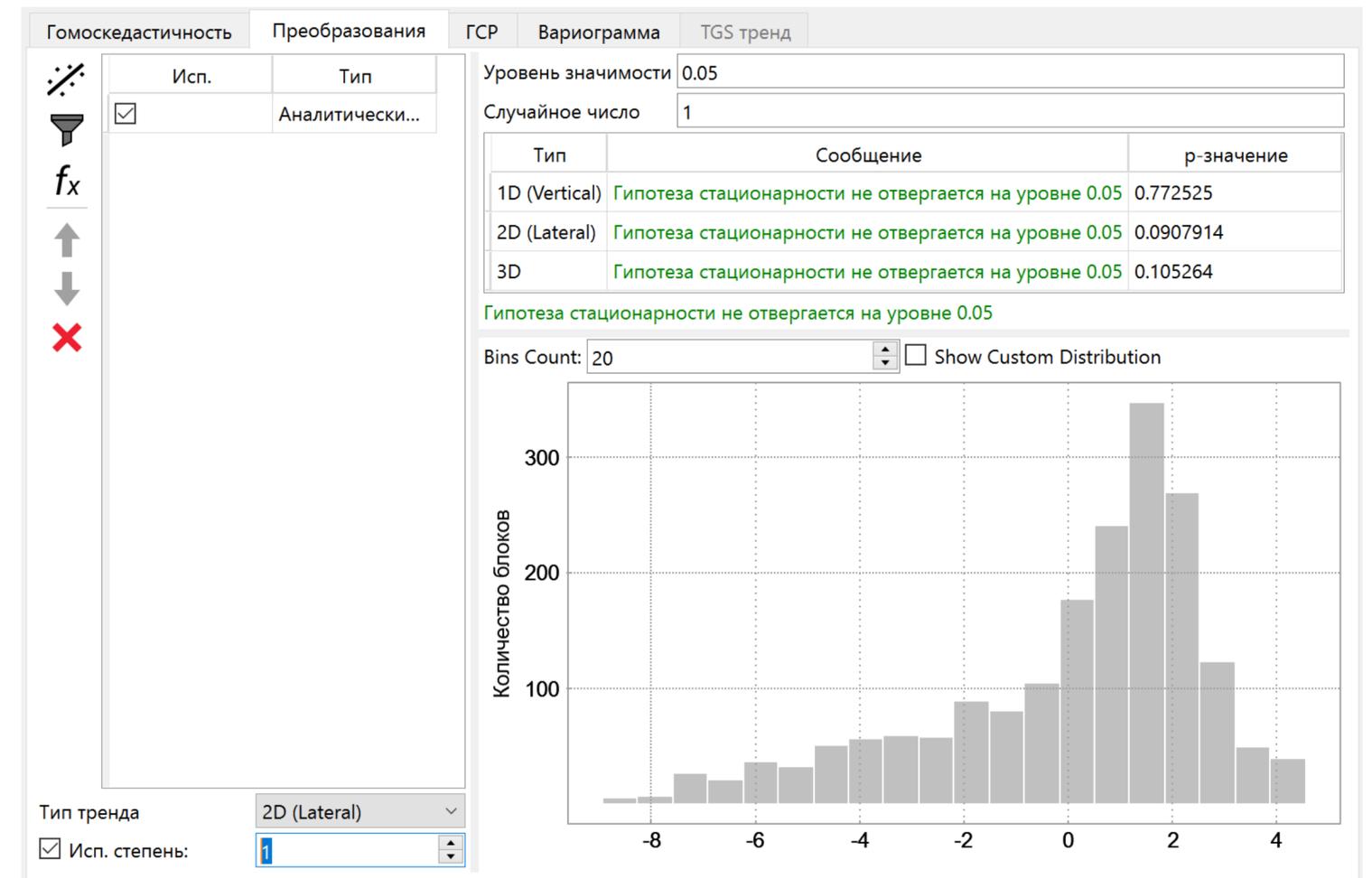
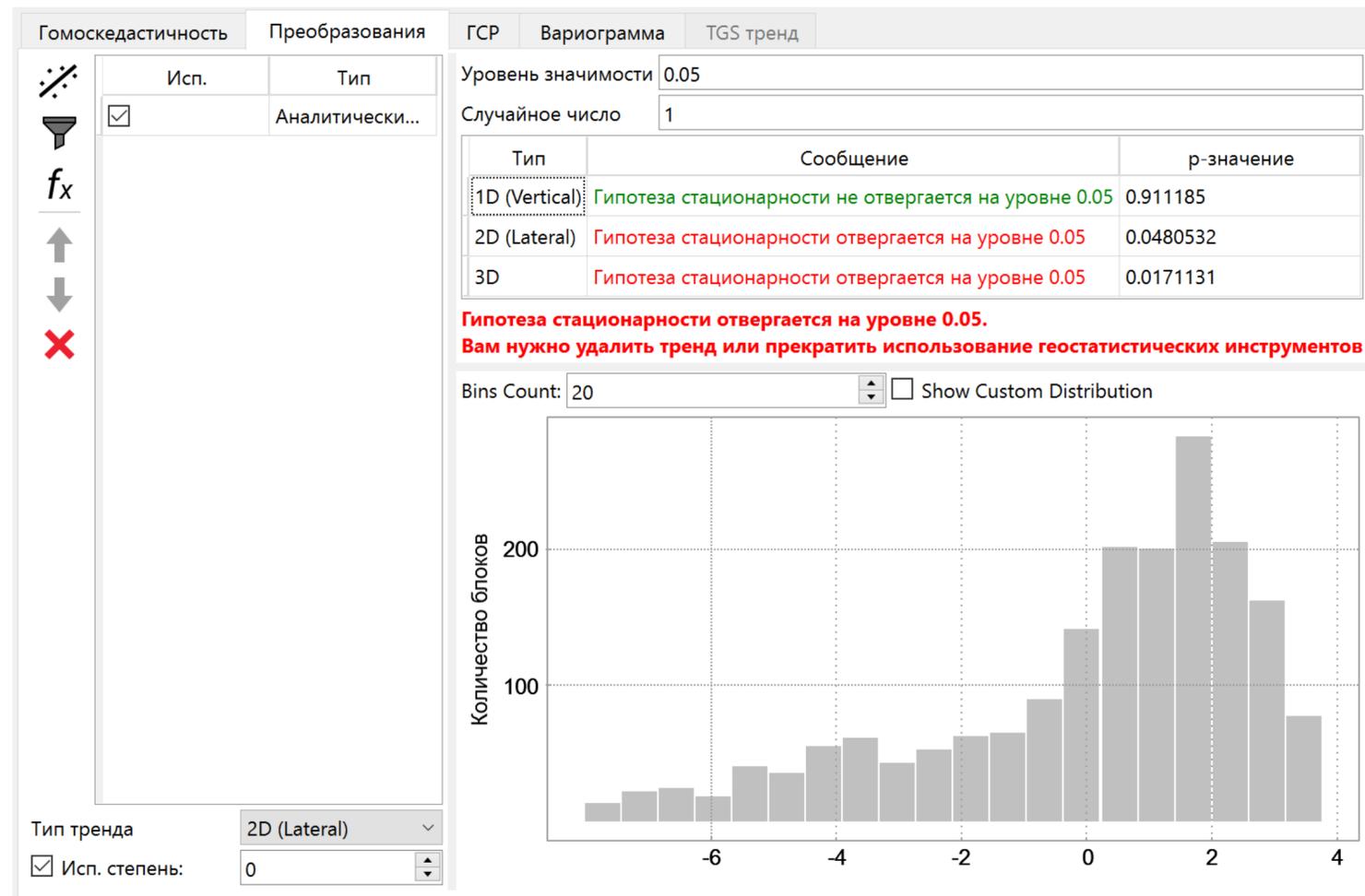


Эффект пропорциональности среднего и дисперсии отсутствует (данные гомоскедастичны). Может применяться моделирование на основе геостатистики



Выраженный эффект пропорциональности среднего и дисперсии (данные гетероскедастичны). Геостатистическое моделирование неприменимо

Проверка стационарности



Автоматическое выполнение статистического теста стационарности Vanduoradhuay и Subba Rao, 2015 по исходным данным и после вычитания тренда

Геостатистический анализ

Статистика

Зоны, Регионы

Дискретное свойство 1: zone_id

Показать все Zone_1

Дискретное свойство 2: Lito

Показать все Shale

Тип среды: ИК

Показать длину

Применить изменения ко всем зонам/регионам

Очистить все

Гомоскедастичность Преобразования ГСР Вариограмма TGS тренд Вероятность фаций

Вариограммная роза

Вариация: 0.00098 - 0.0027

Азимут: 22.5

Секторы круга: 12

Секторы радиуса: 8

Радиус: 40152.83 м

Вариограммная роза

Область поиска

Phit: 0.15 - 0.27

Скважина: 1

Угол: 90

Ширина: 19433.98 м

Длина: 25352.74 м

Интервалы: 20

Использовать ортогональные параметры

Угол: 90

Ширина: 19433.98 м

Длина: 25352.74 м

Интервалы: 20

Блоки Скважины Эллипсоид

1D Вариограммы

Тип вариограммы: Экспоненциальная

Плато (порог): 0.00099

Эффект самородка: 0

Вариация

Ранг (главн. напр.): 4988.06 м

Ранг (ортог. напр.): 4152.89 м

Ранг (верт.): 9.07 м

Минимальное кол-во точек в столбце: 25

Пересчитать

Столбцы Пары точек Отсчетов Гистограмма

Вариограммная поверхность

По латерали, м

Угол: 57.05

Ширина: 8315.27 м

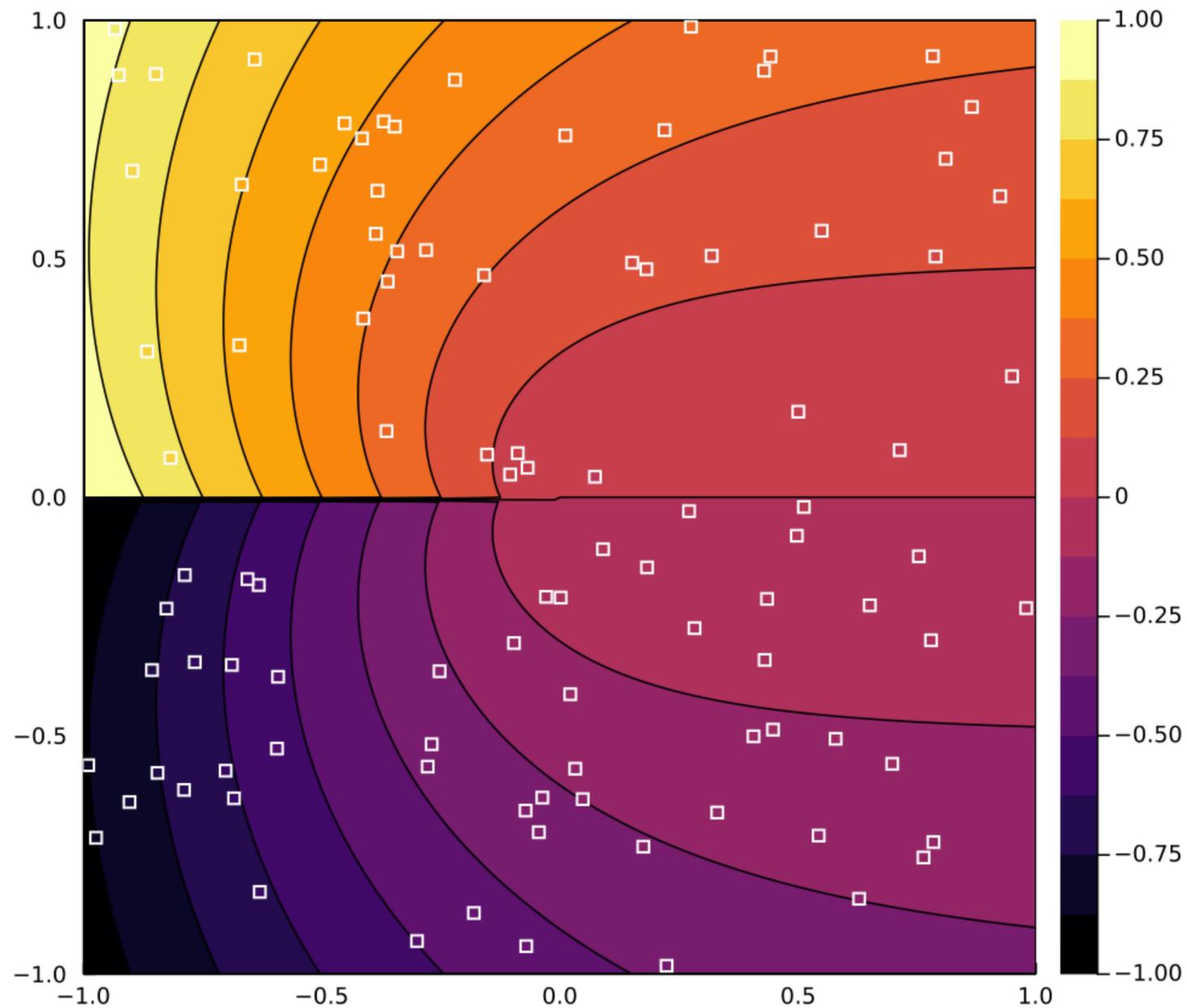
Длина: 33.87 м

Интервалы: 20

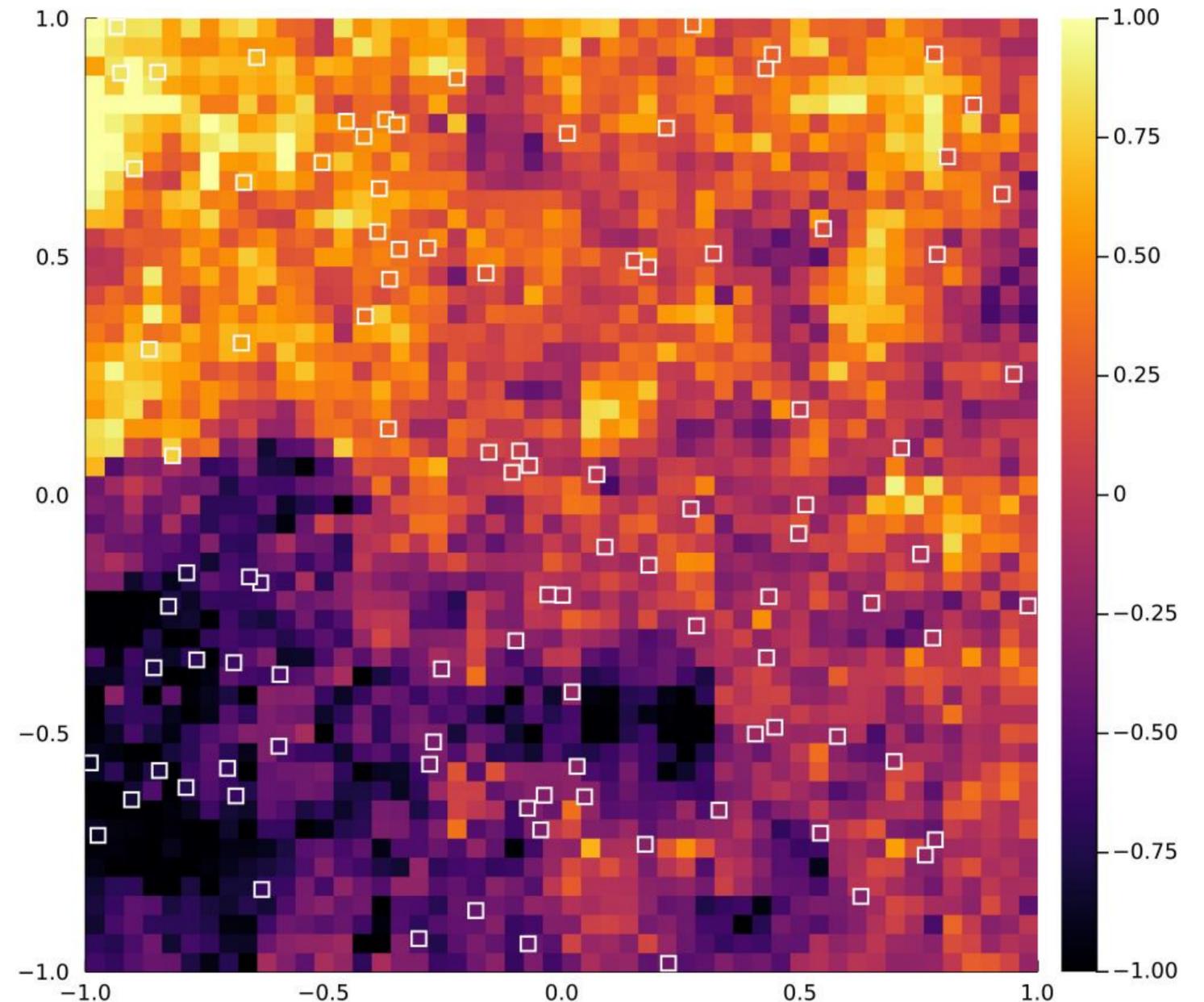
Проекция нормали



Геологическое моделирование в условиях нестационарности

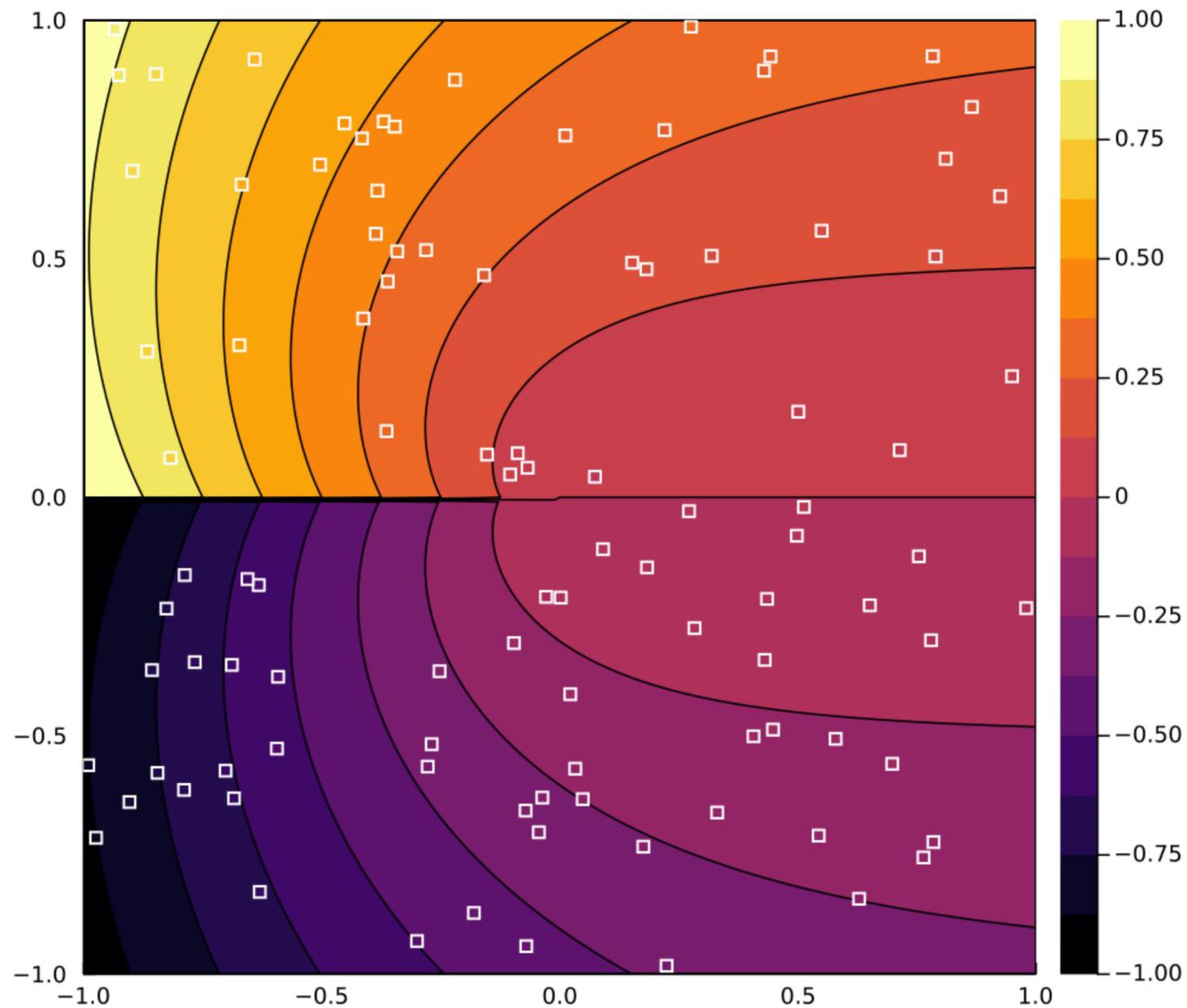


Модельная поверхность, вскрытая скважинами

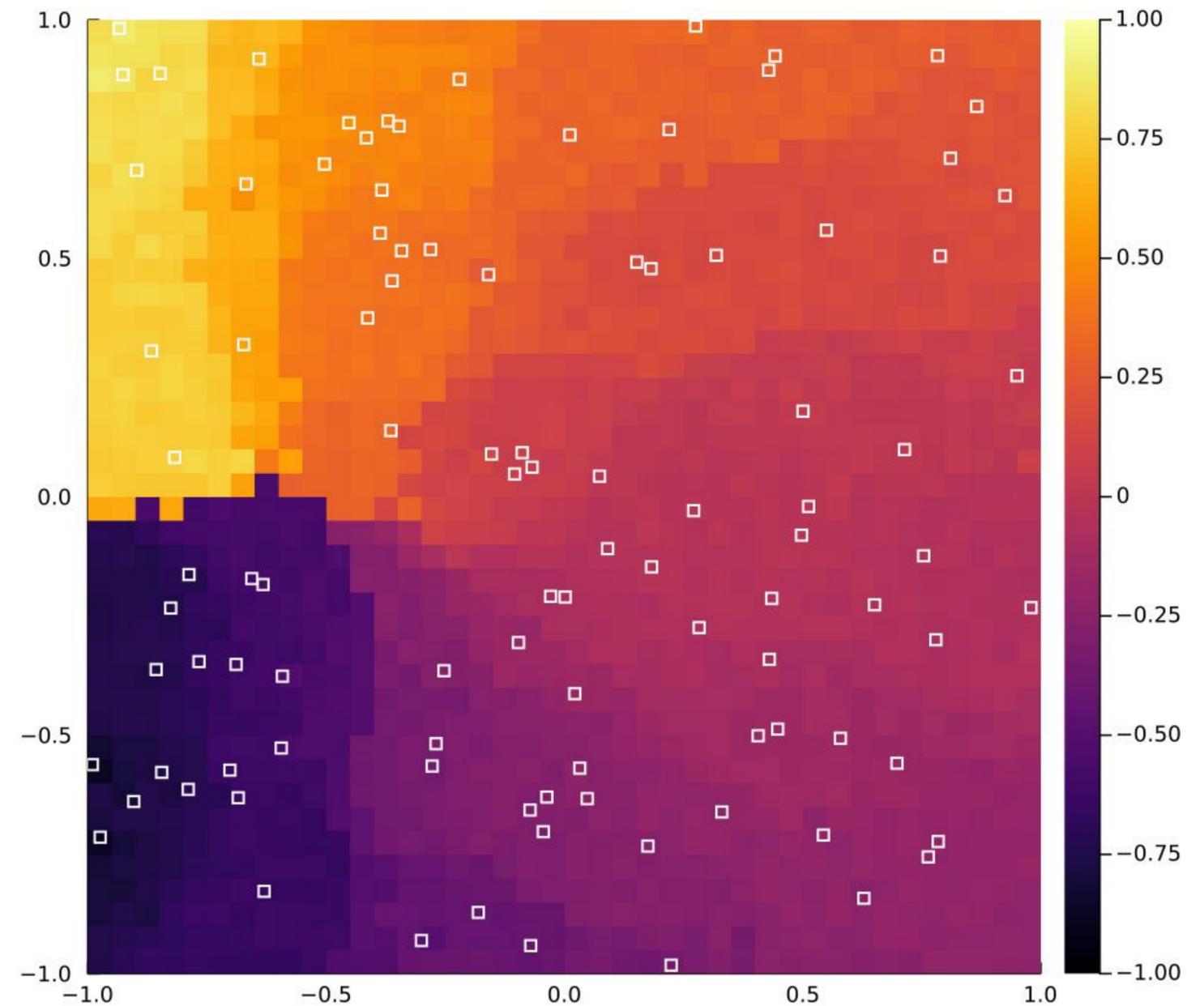


Поверхность, восстановленная геостатистическим методом SGS

Геологическое моделирование в условиях нестационарности

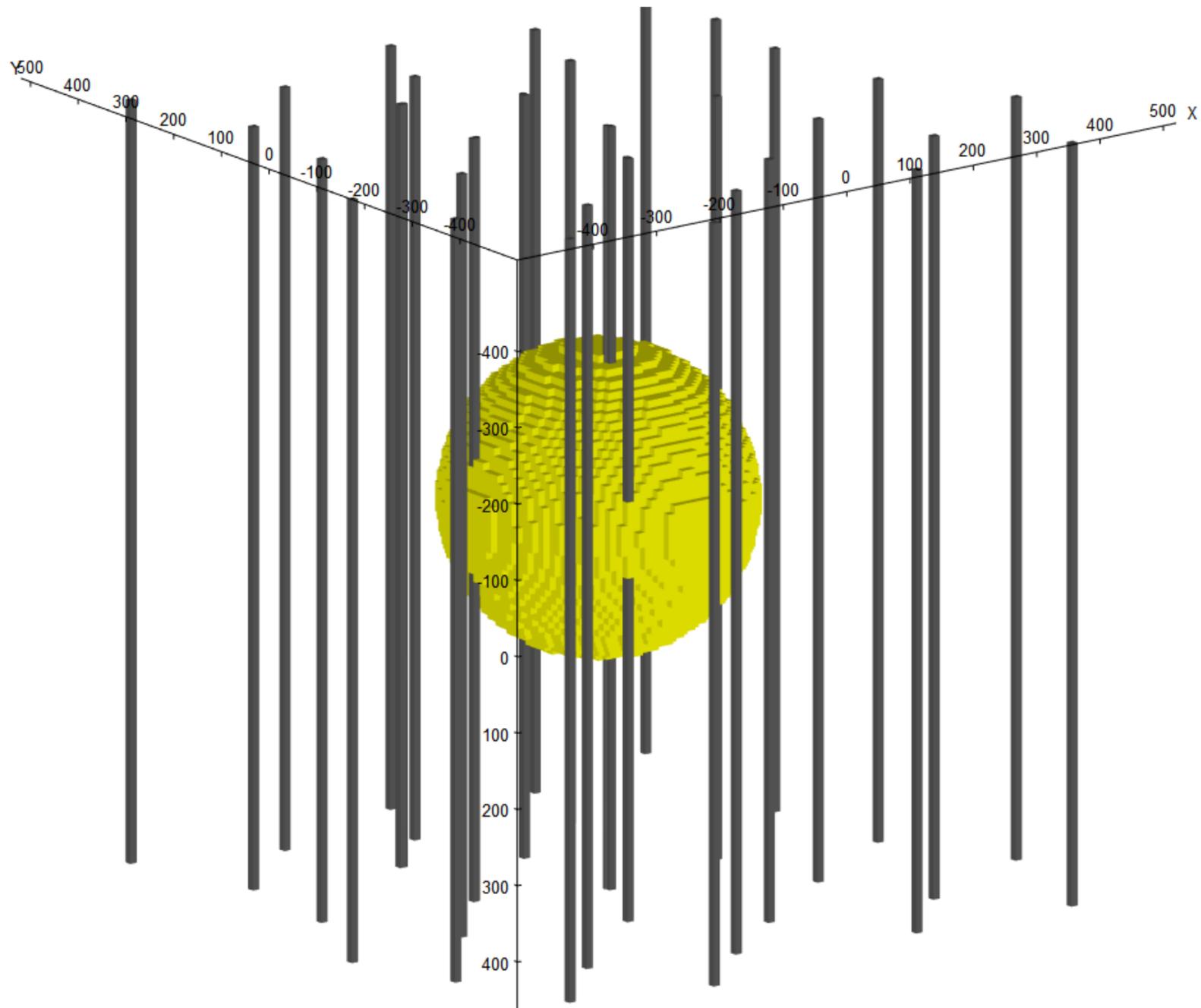


Модельная поверхность, вскрытая скважинами

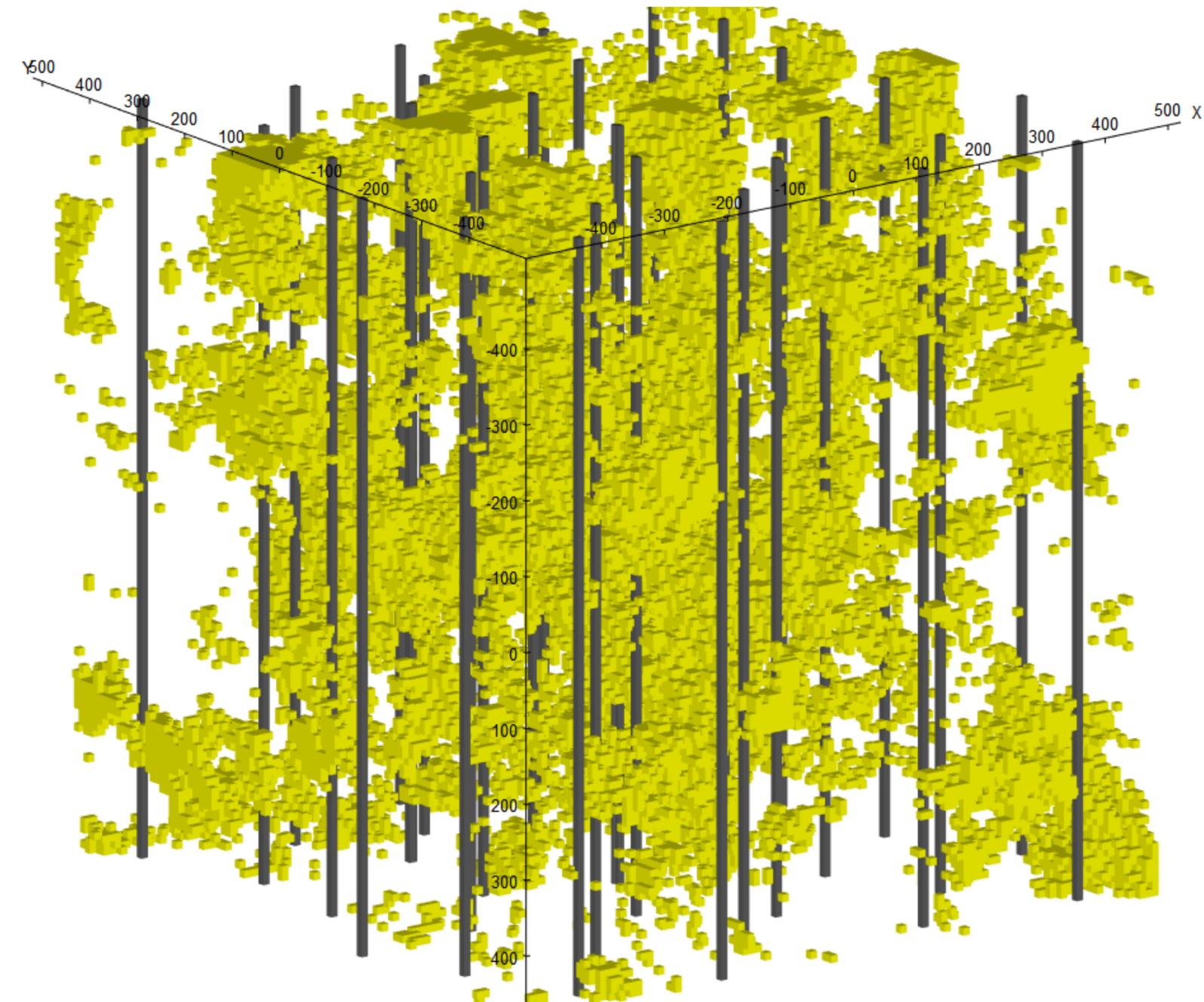


Поверхность, восстановленная методом Amazonas

Геологическое моделирование в условиях нестационарности

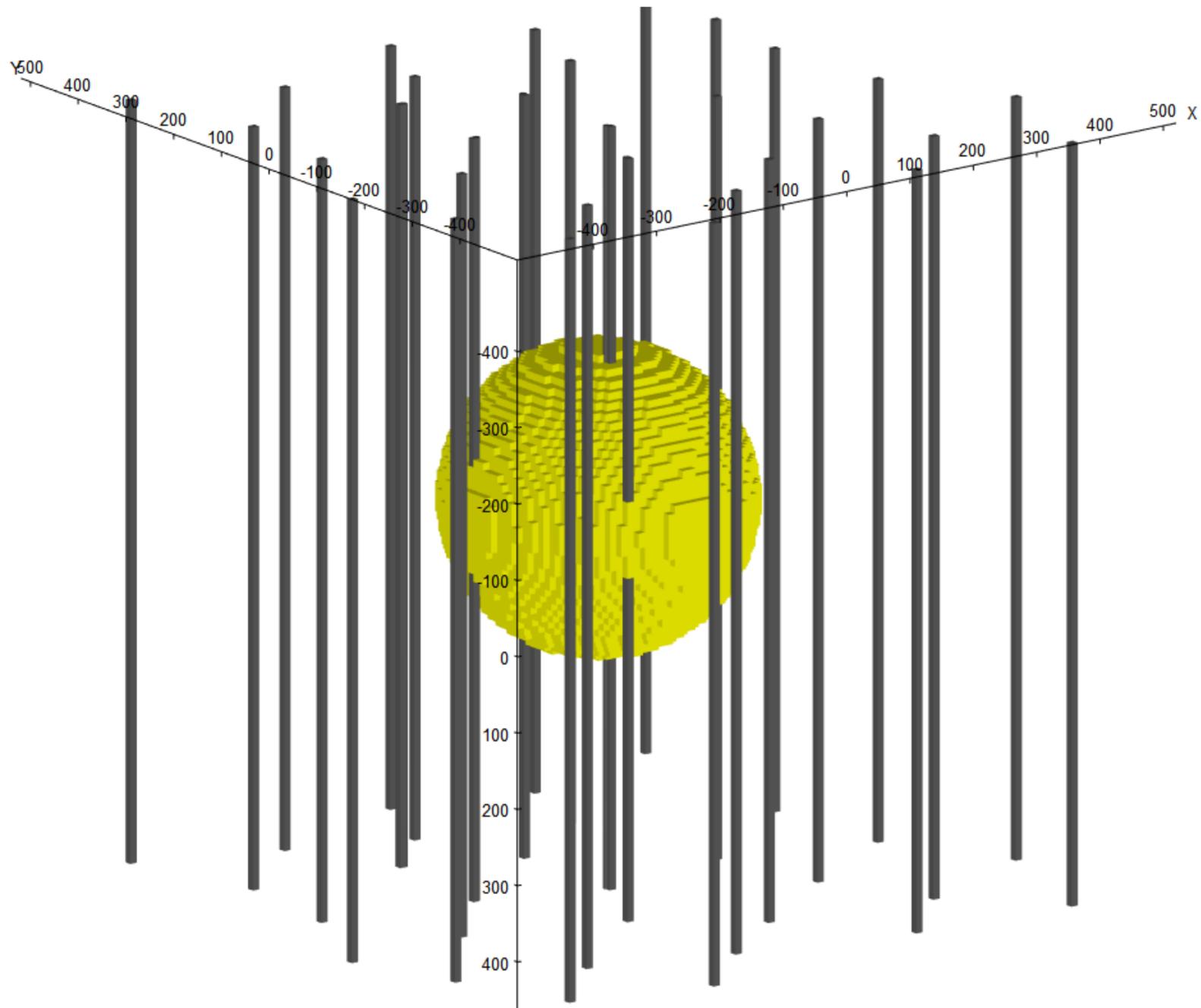


Модельное тело, вскрытое скважинами

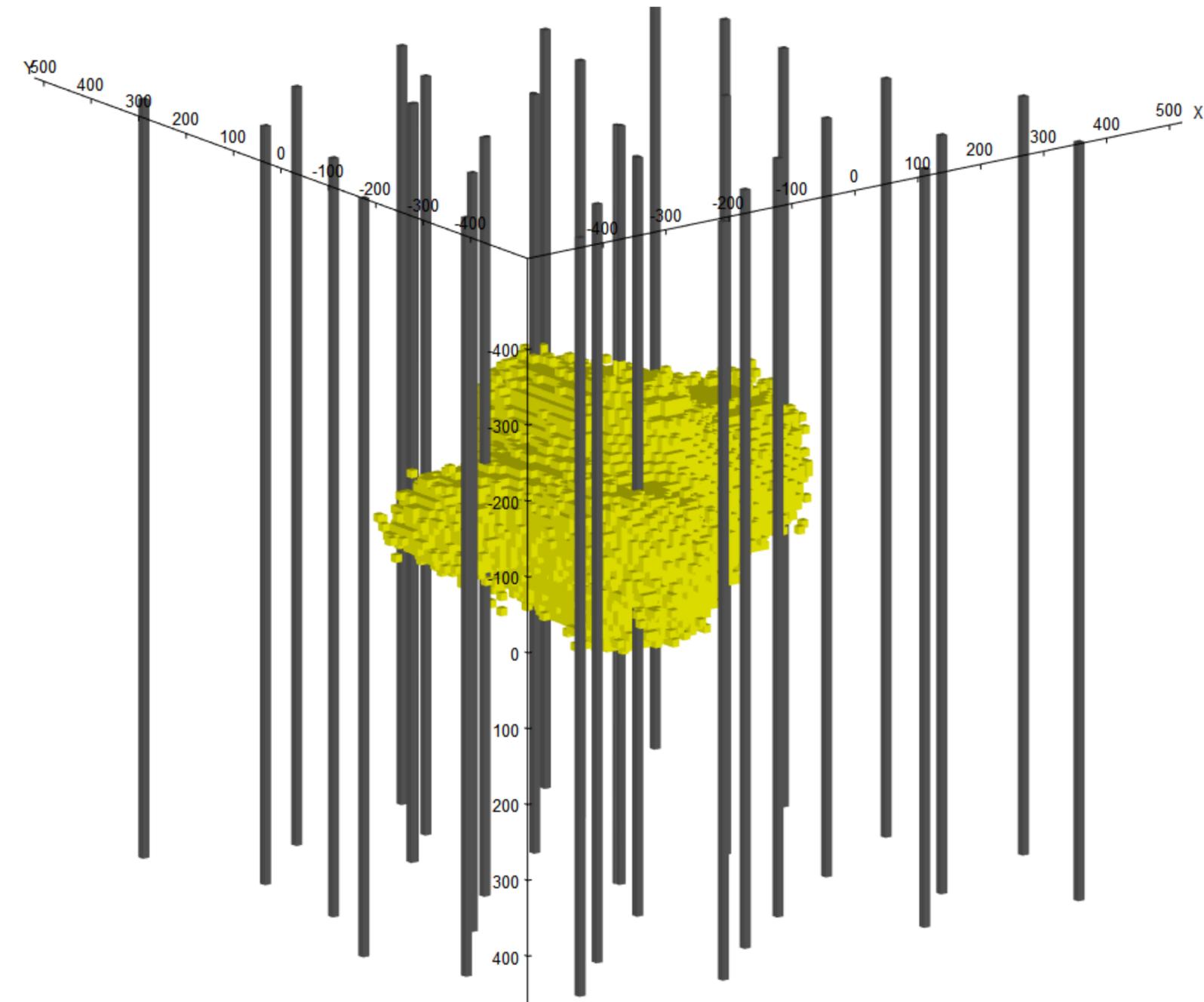


Восстановление формы тела геостатистическим методом SIS

Геологическое моделирование в условиях нестационарности

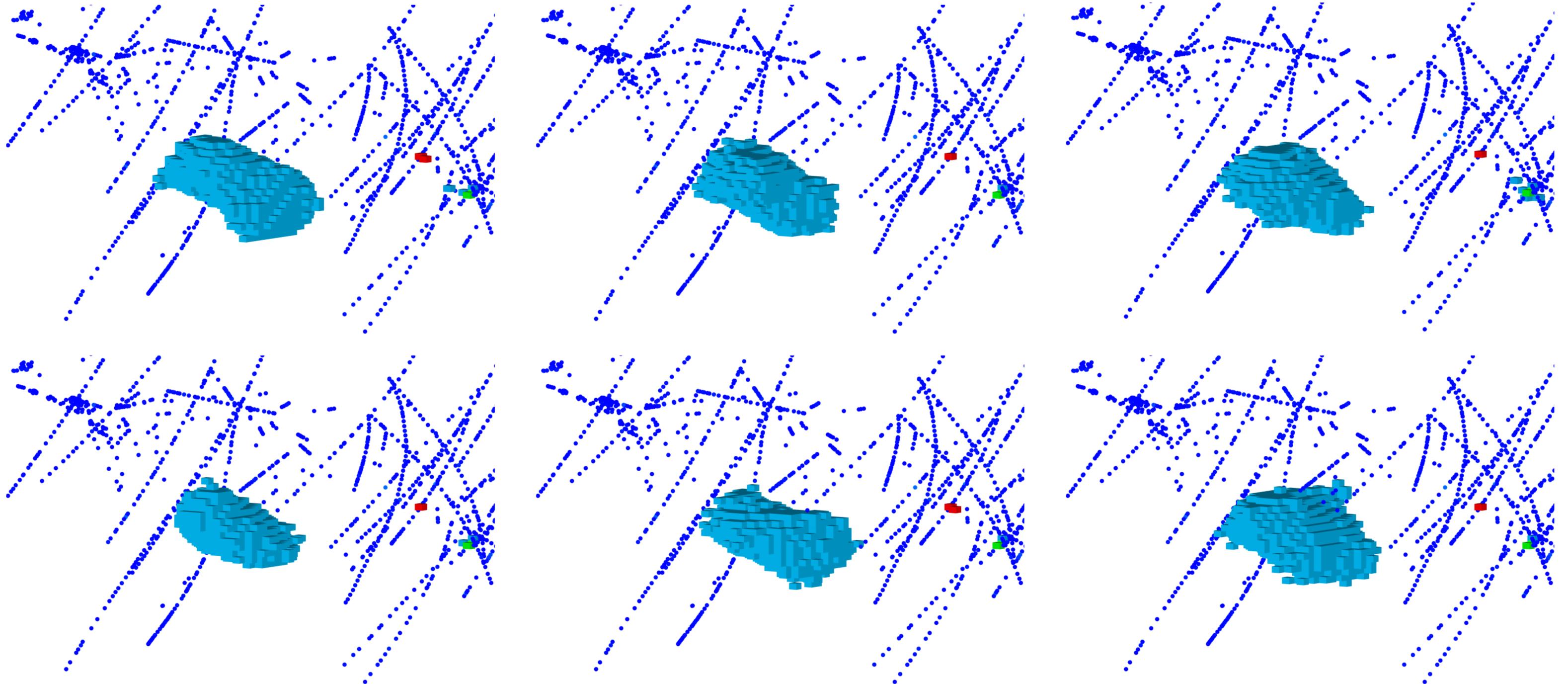


Модельное тело, вскрытое скважинами

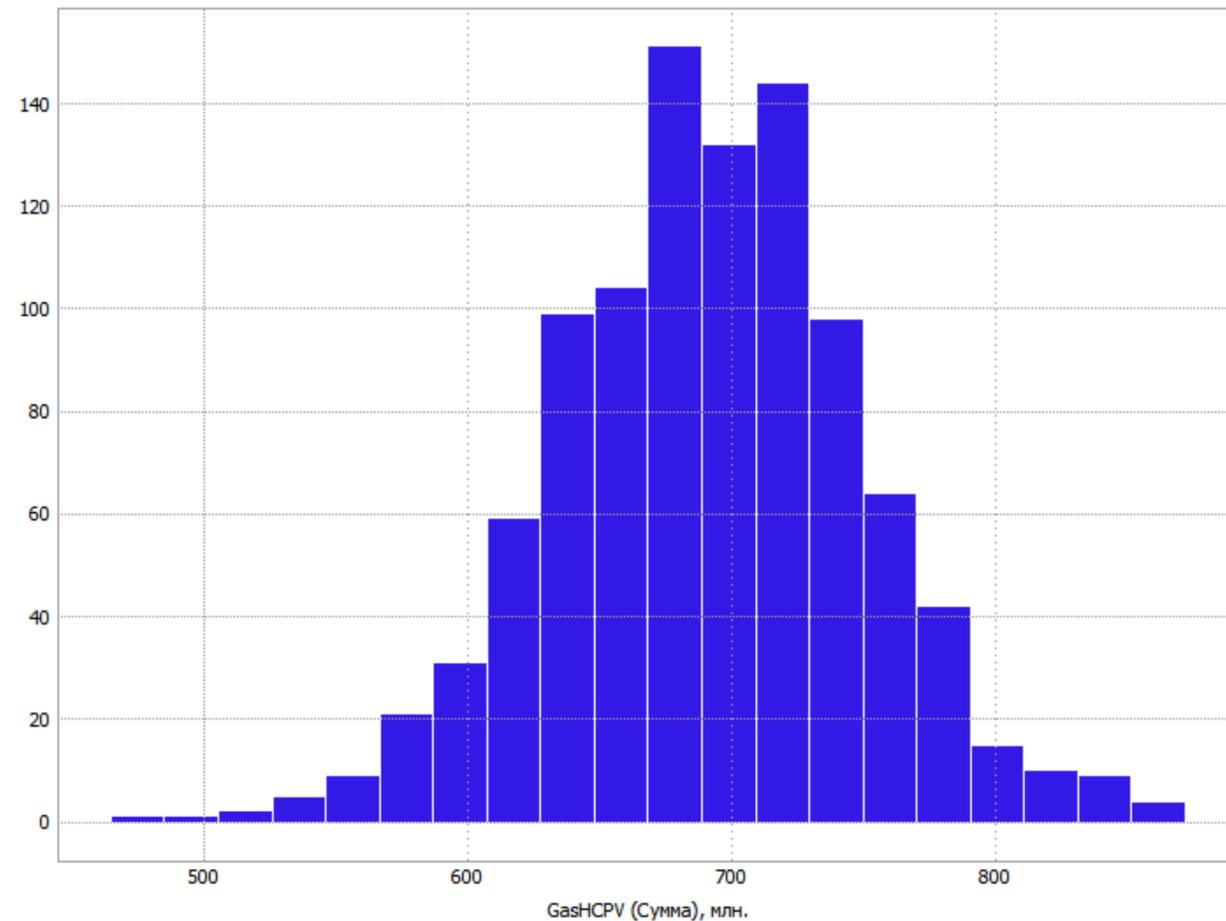


Восстановление формы тела методом Amazonas

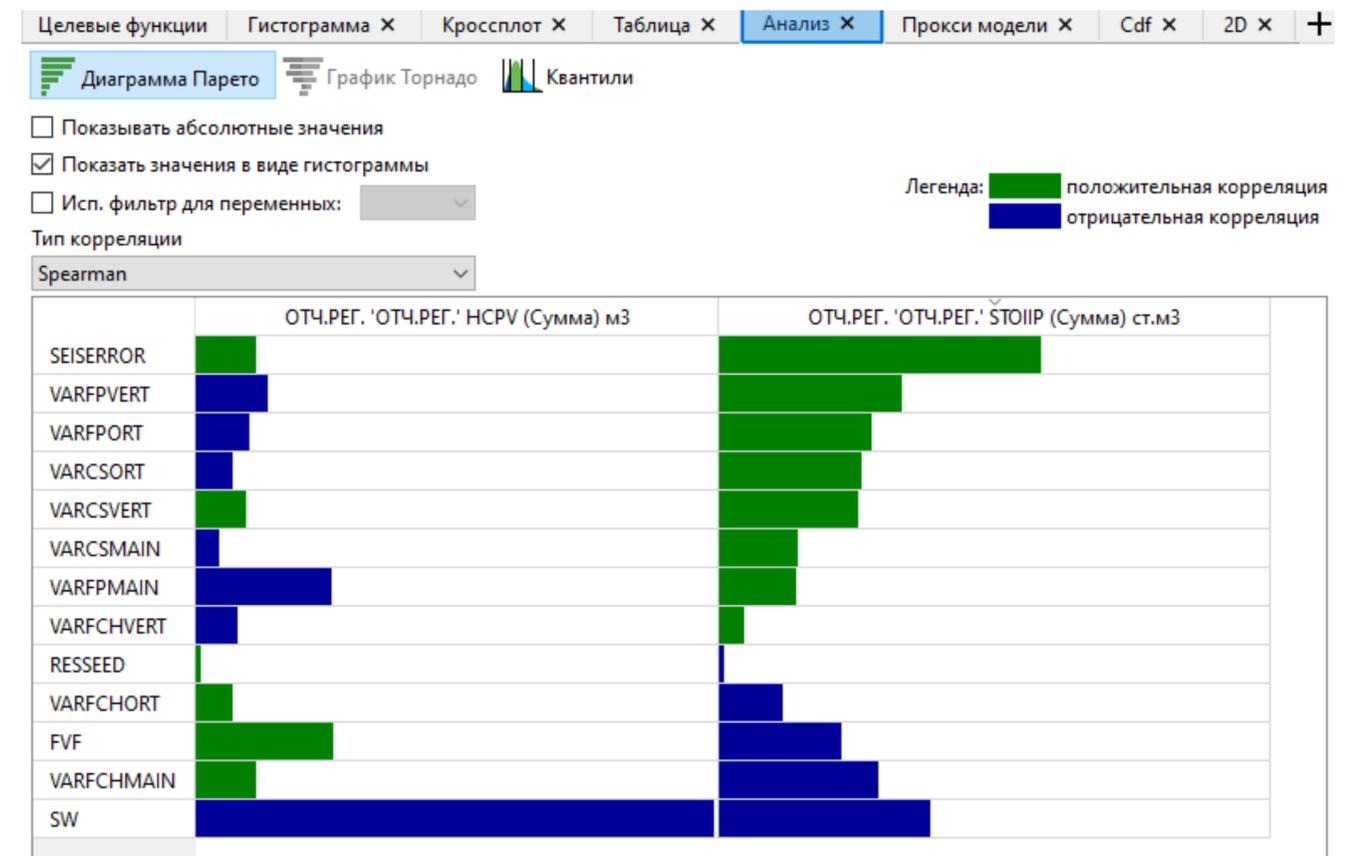
Моделирование геологических тел в многовариантной форме



Многовариантный подсчёт запасов, анализ неопределённостей

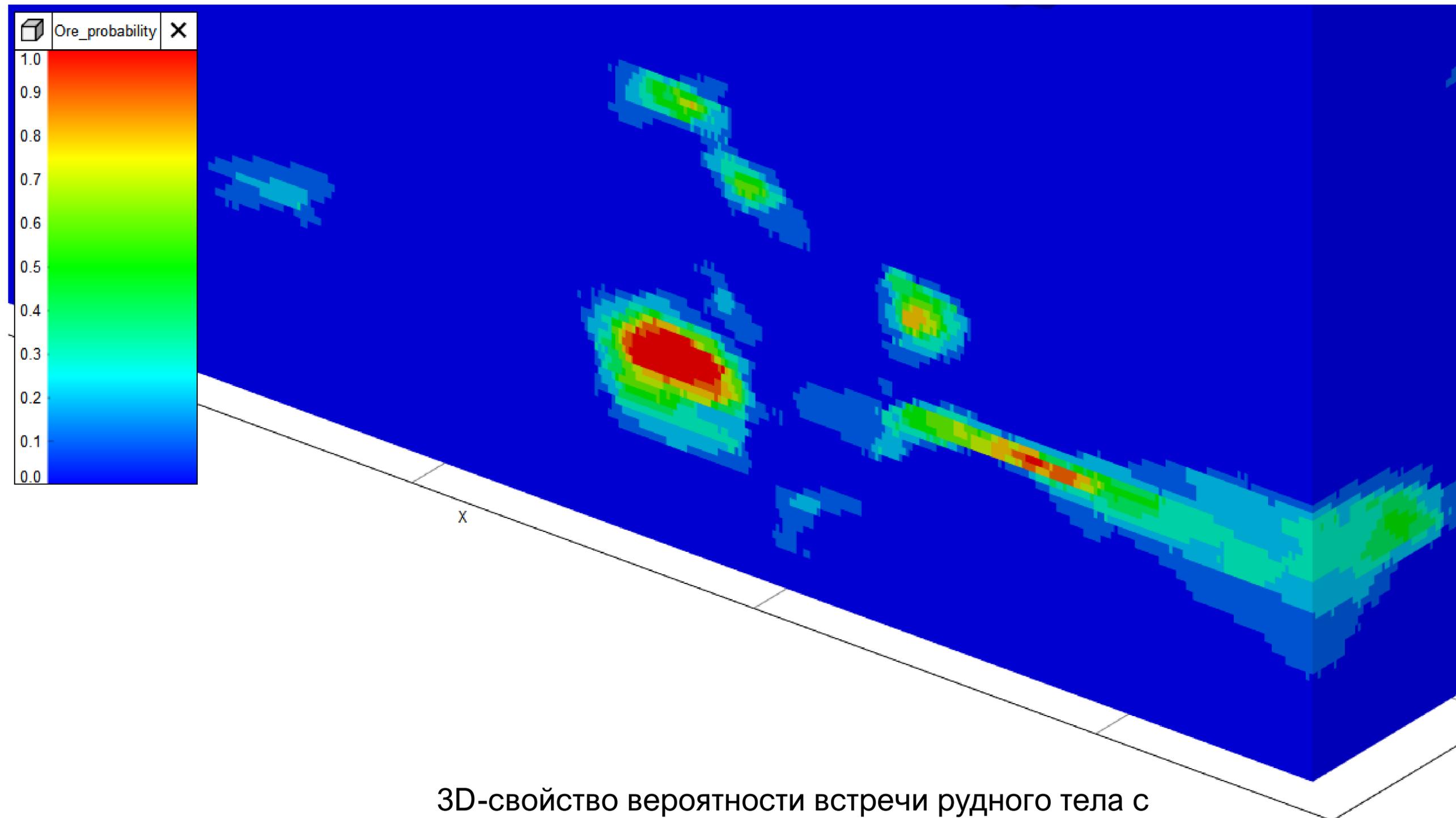


Многовариантная оценка запасов с учётом заданных параметров неопределённости



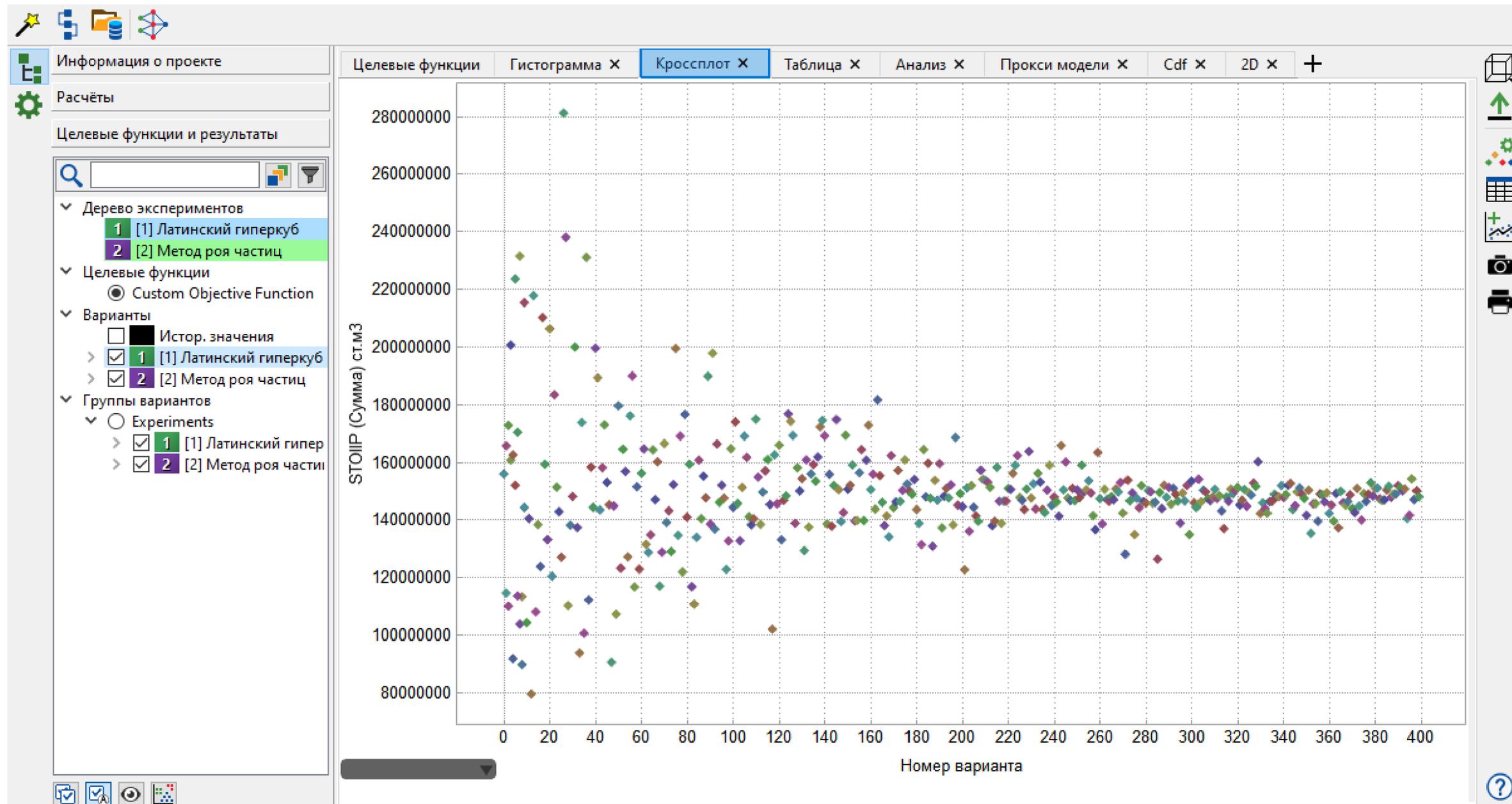
Анализ вклада отдельных факторов неопределённости

Ранжирование областей по степени уверенности прогноза



3D-свойство вероятности встречи рудного тела с заданными параметрами, полученное на основе набора реализаций распределений содержаний

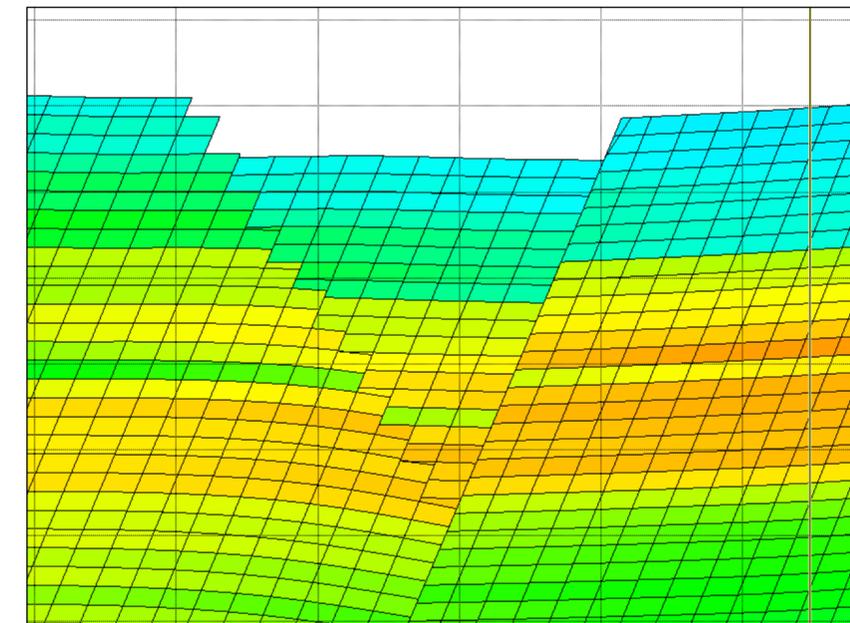
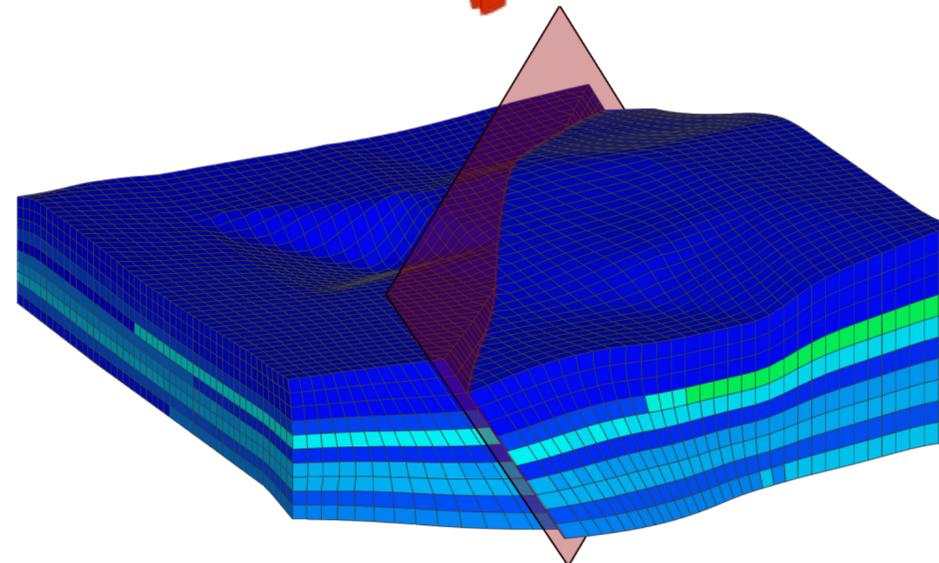
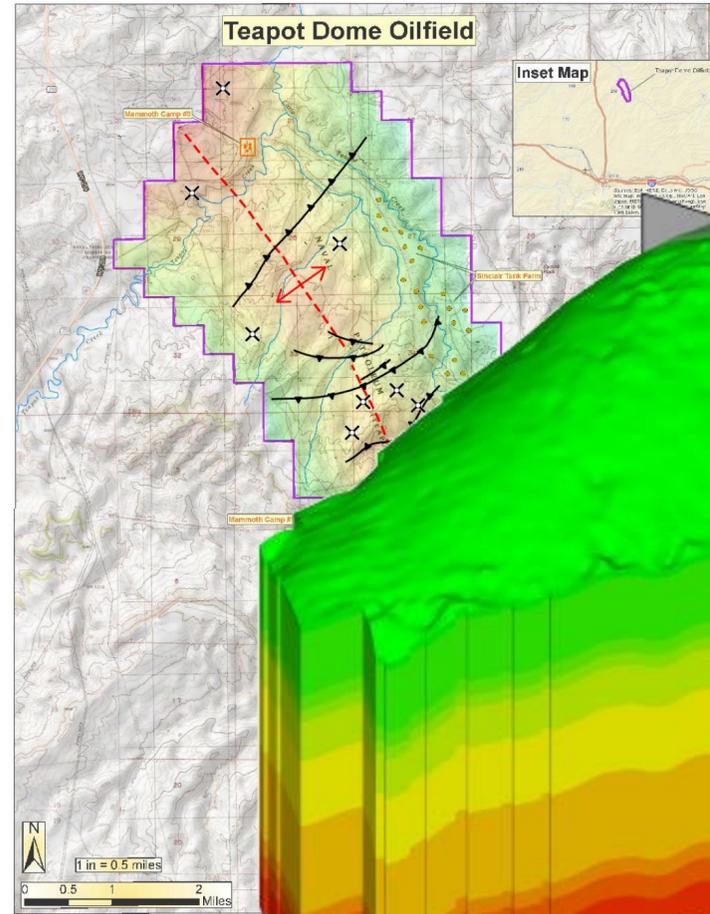
Оптимизационные алгоритмы в геологическом моделировании



Автоматический подбор оптимальных параметров построения геологической модели, минимизирующих невязку относительно внешней информации, напрямую не участвующей в построении модели

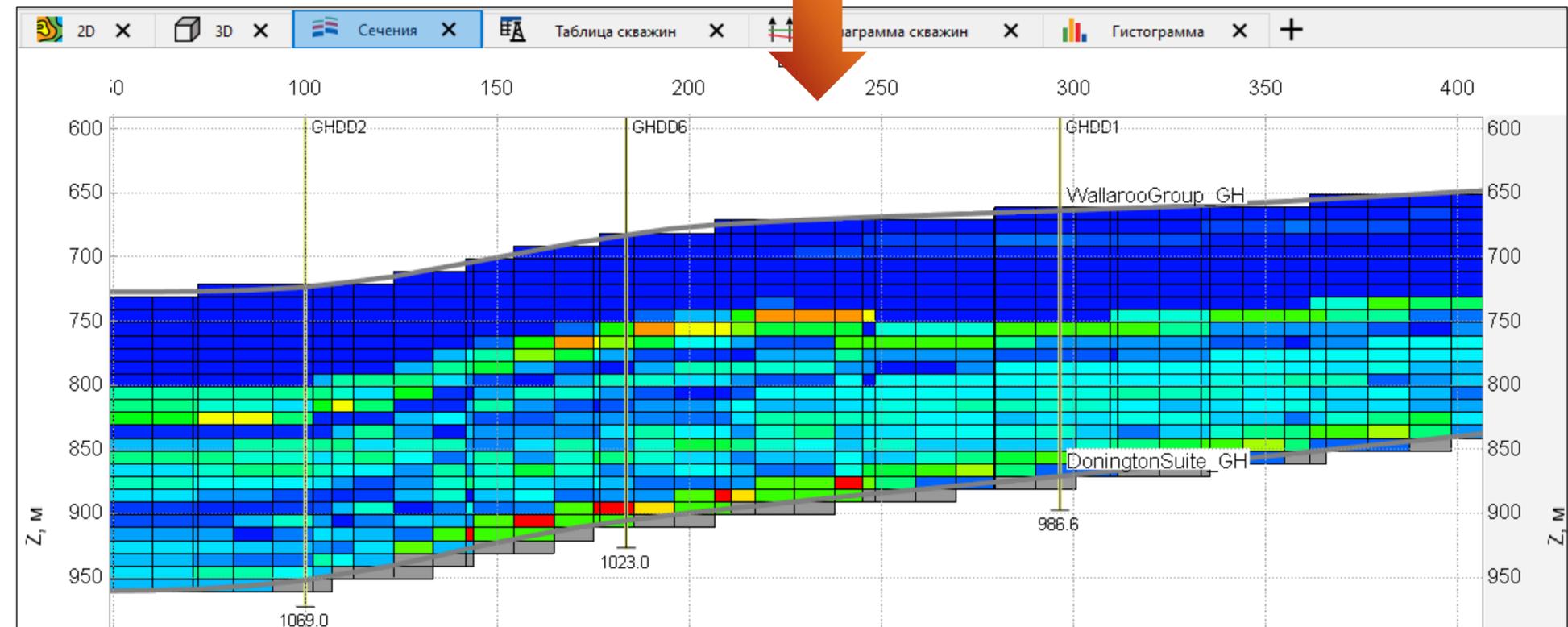
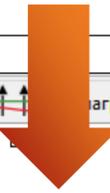
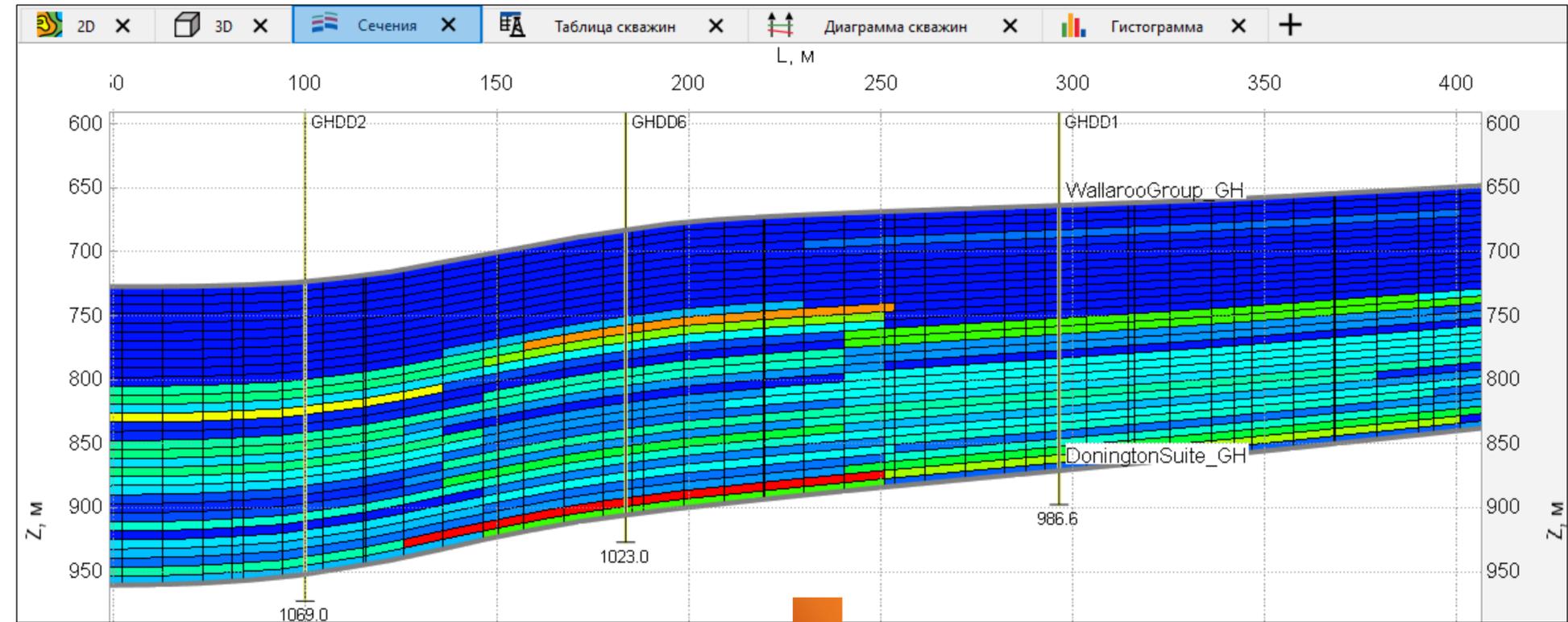
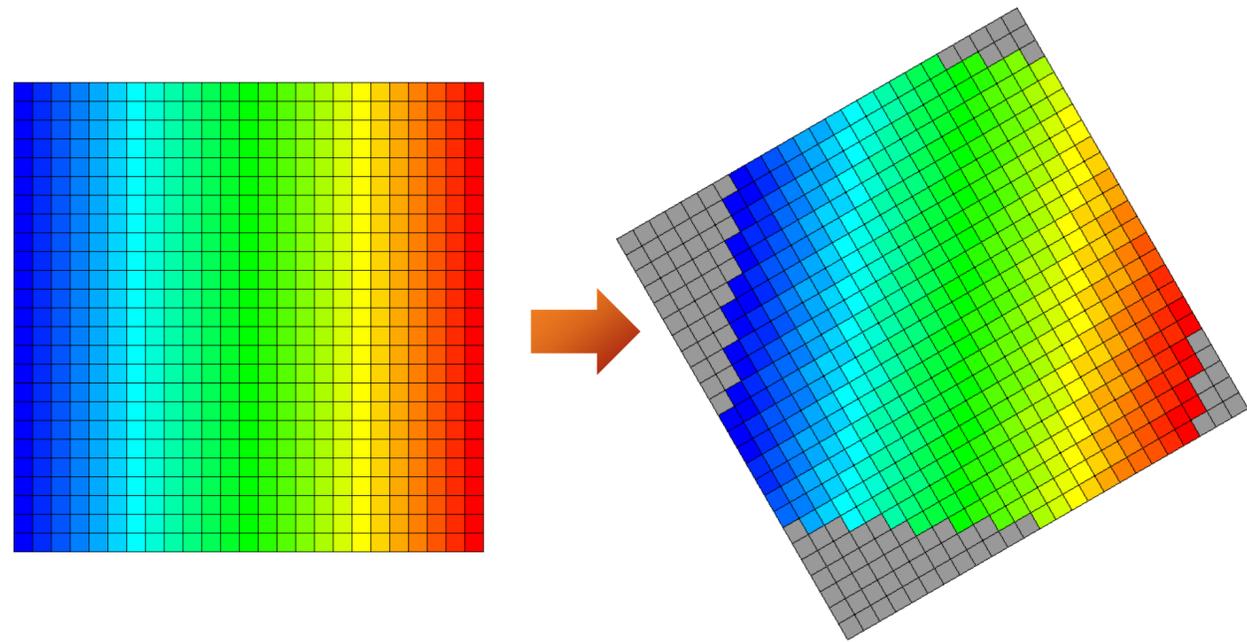
Продвинутые инструменты блочного моделирования

- Используемая в программе концепция 3D-сеток – блочных моделей со сквозной индексацией и дополнительной математической гарантией отсутствия пересечений или зазоров между соседними блоками – позволяет работать с высокодетализированными моделями даже на слабых компьютерах и напрямую запускать на полученных моделях динамические симуляции
- 3D-сетки могут быть как ортогональными, так и неортогональными, что позволяет более точно воспроизводить геологические границы и разрывные нарушения. 3D-интерполяция свойств на неортогональных «стратиграфических» сетках позволяет легко воспроизводить в модели анизотропию свойств, смещения по разломам
- Использование концепции 3D-сеток позволяет строить блочные модели высокой детальности, содержащие десятки миллионов ячеек на типовом ноутбуке, сотни миллионов ячеек на рабочей станции и миллиарды ячеек – на кластере



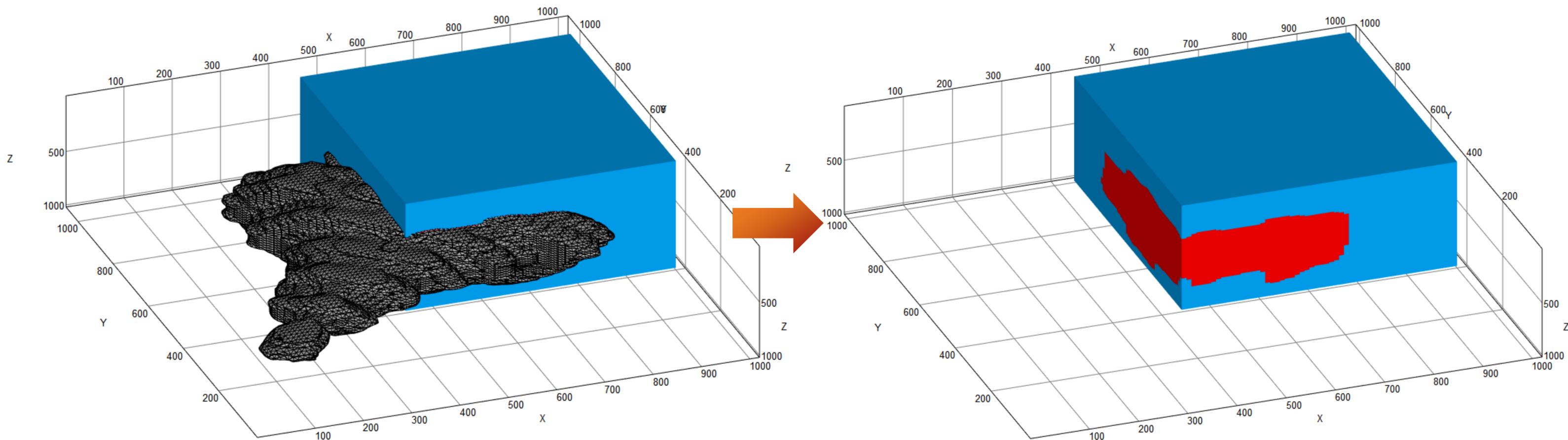
Передискретизация свойств с одной 3D-сетки на другую

3D-сетки могут иметь различный охват, шаг ячеек, угол поворота. Существует возможность переноса свойств с одной 3D-сетки на другую, в том числе – со «стратиграфических» 3D-сеток с неортогональными блоками на ортогональные



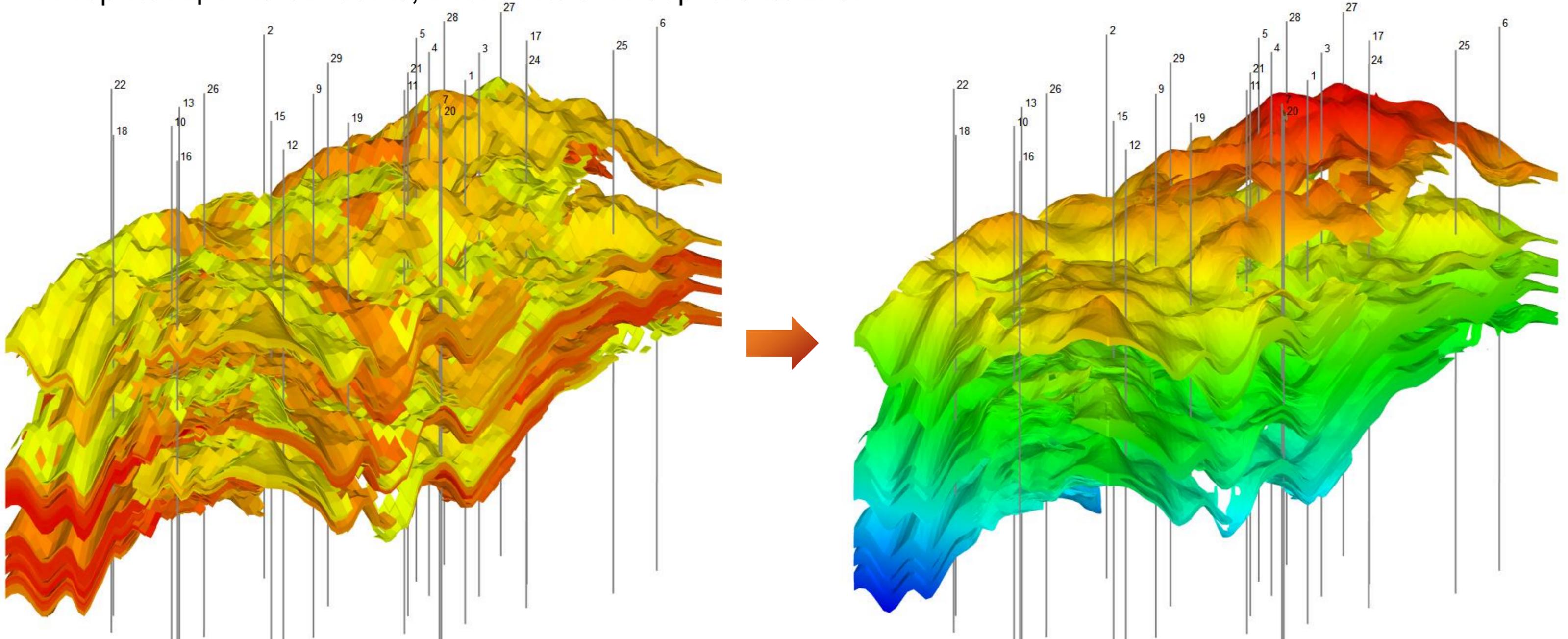
Создание свойства по геотелу

Возможность построения свойства по геотелу двумя методами: либо каждый блок свойства будет отражать долю объёма этого блока, попавшую внутрь геотела; либо каждый блок, попавший внутрь геотела, будет иметь одно значение, заданное пользователем, а каждый не попавший – другое

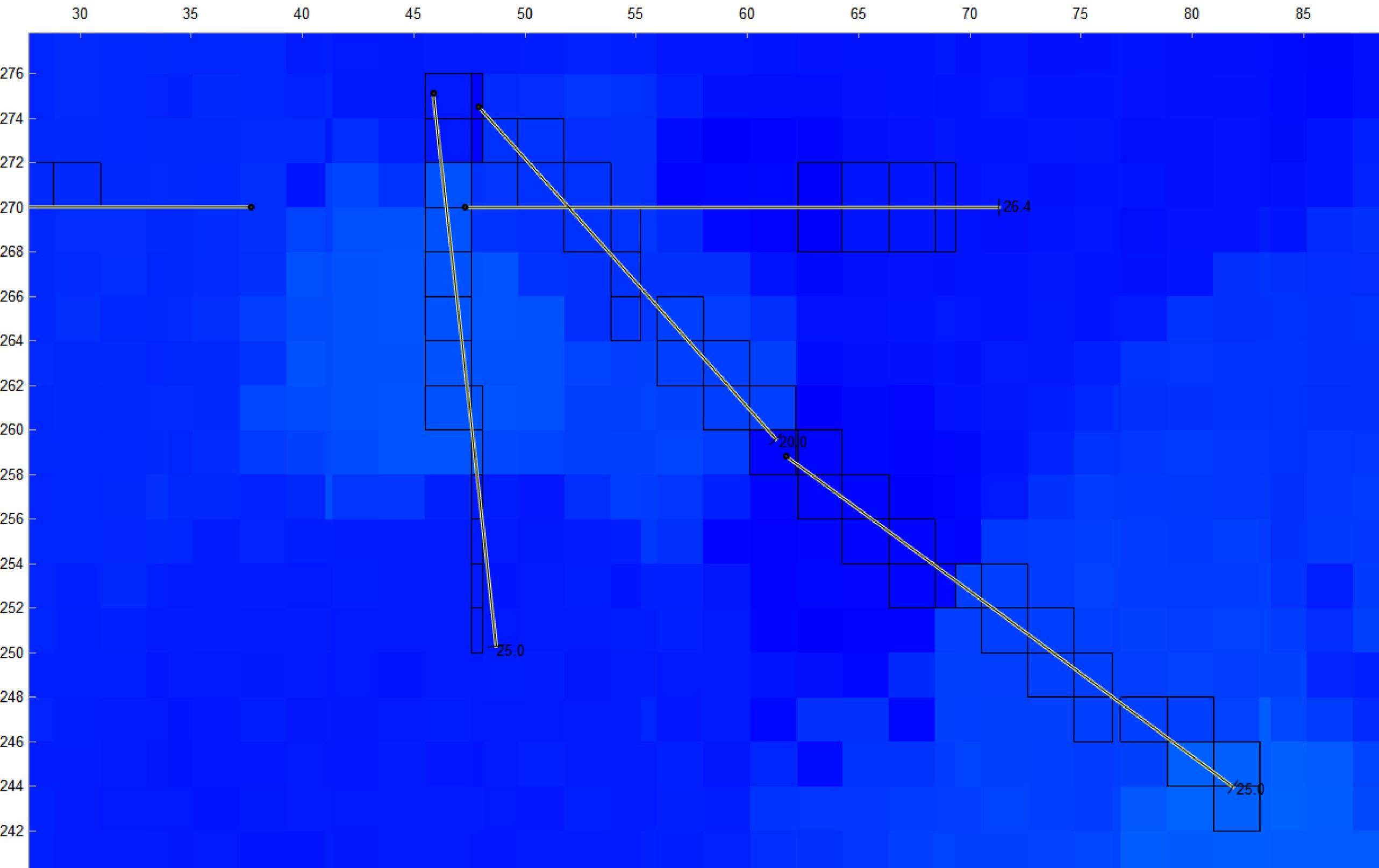


Создание геотела по граничному значению свойства

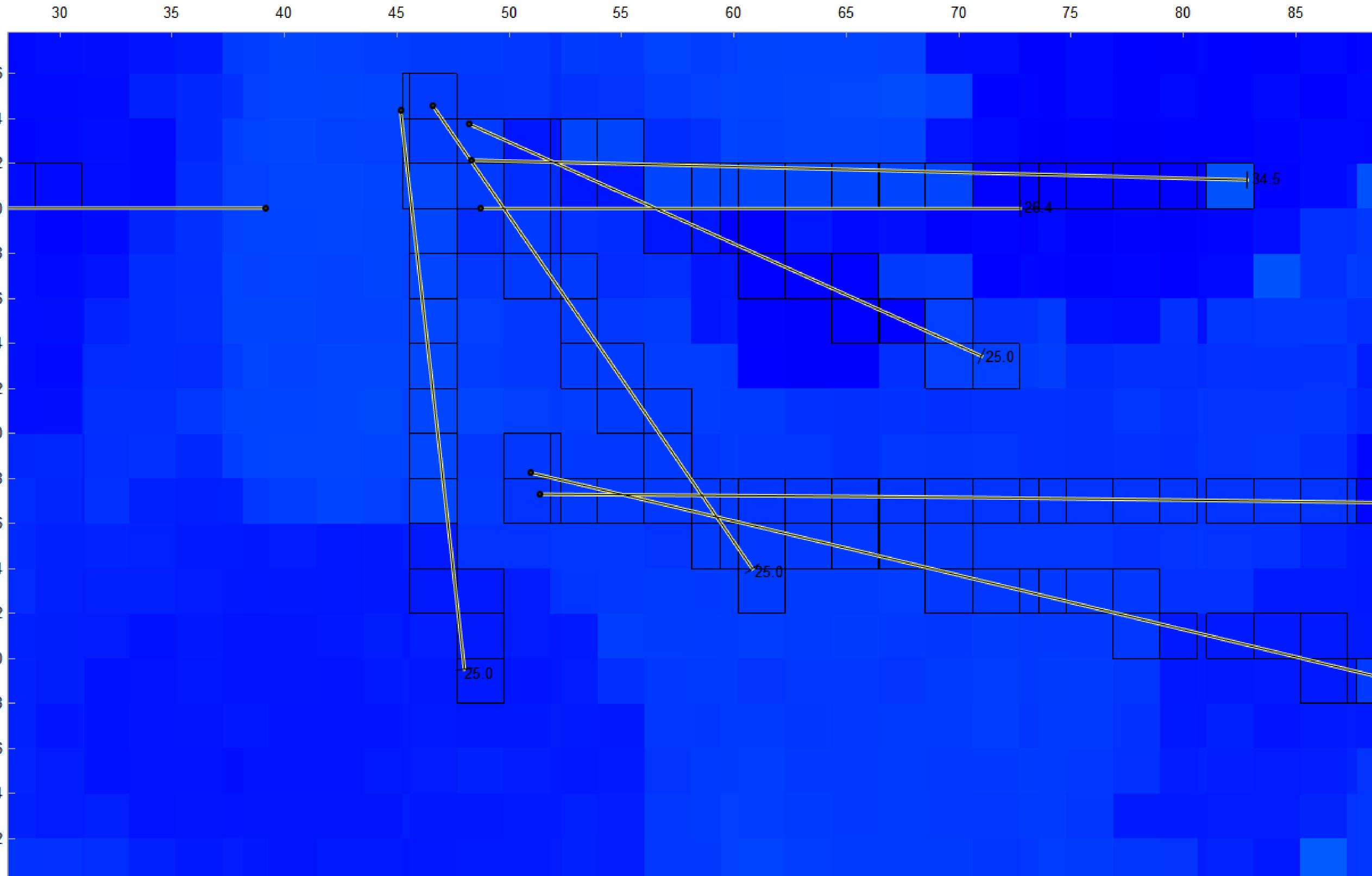
Каркасы рудных тел могут быть получены не только напрямую по контурам, но и по результатам интерполяции на 3D-сетке, в том числе и неортогональной



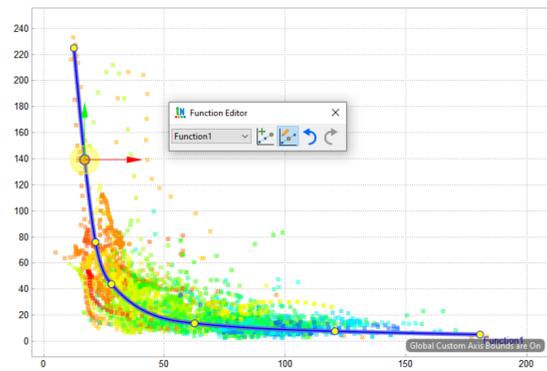
Верификация результатов интерполяции



Верификация результатов интерполяции



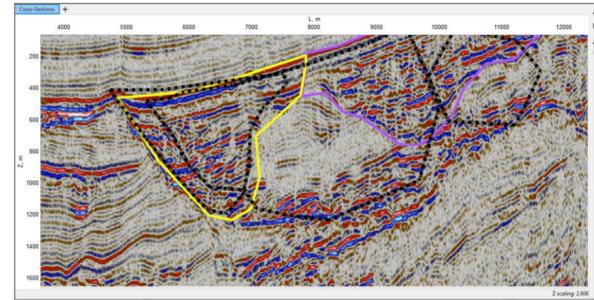
Общая последовательность моделирования: каркасное



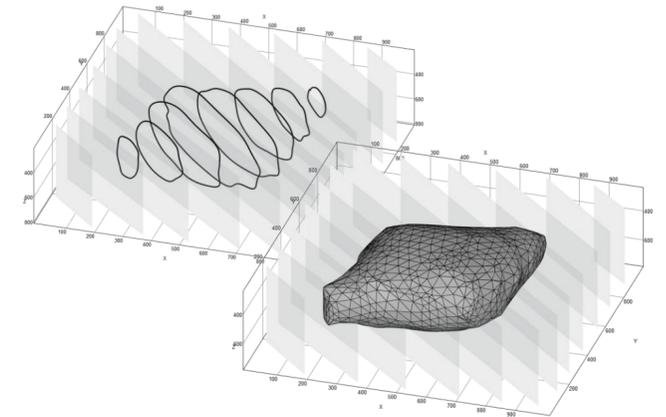
Импорт и подготовка данных, разведочный анализ, композитирование



Межскважинная корреляция, выявление геологических закономерностей

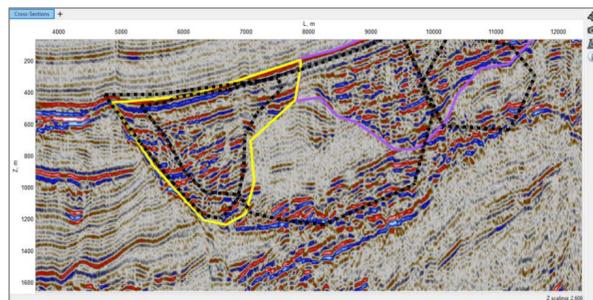


Оконтуривание геотел

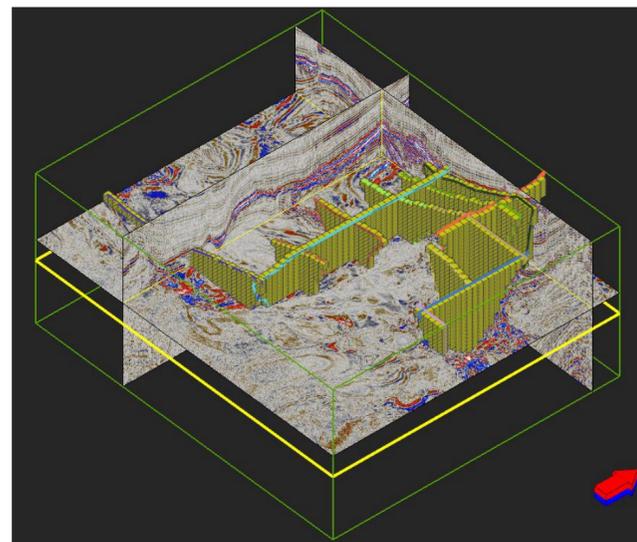


Построение каркасов геотел, подсчёт запасов по каркасам

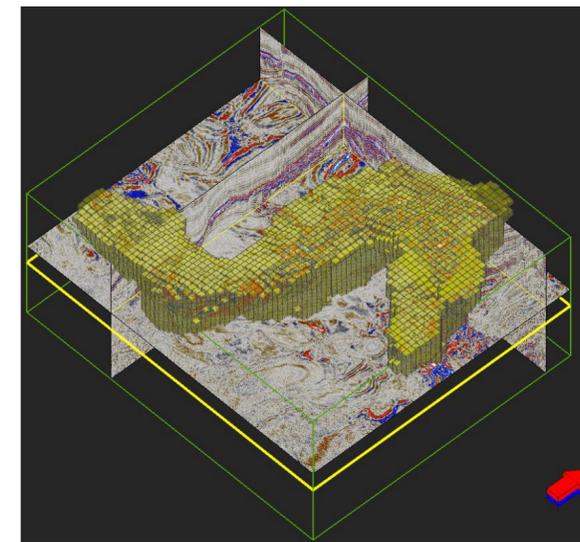
Вариант 2:



Оконтуривание геотел

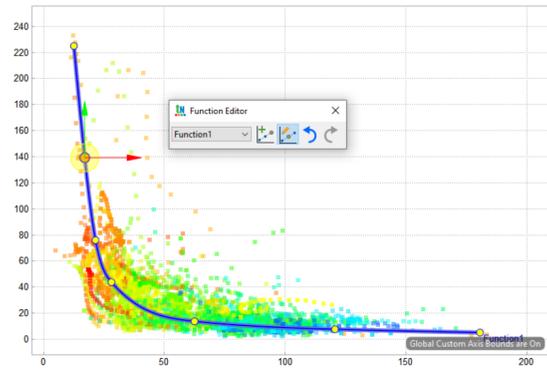


Построение ортогональной 3D-сетки, перенос индексов с контуров на 3D-сетку



Интерполяция на 3D-сетке, блочный подсчёт запасов

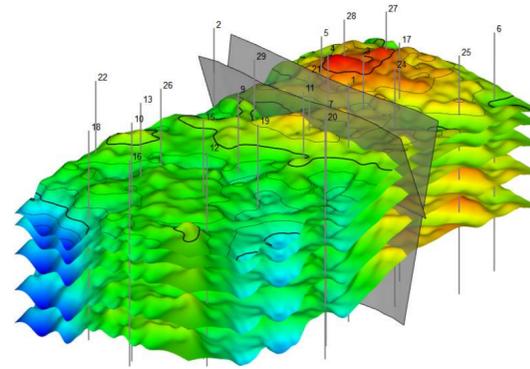
Общая последовательность моделирования: геостатистическое



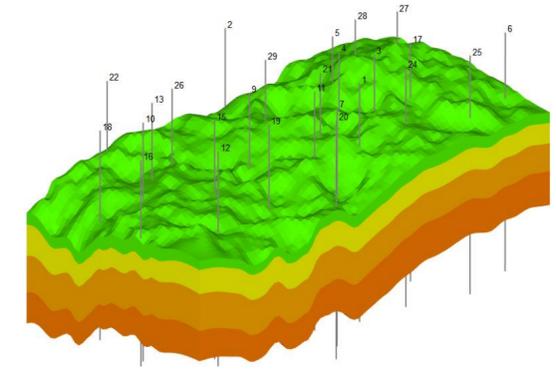
Импорт и подготовка данных, разведочный анализ, интерпретация геофизических данных



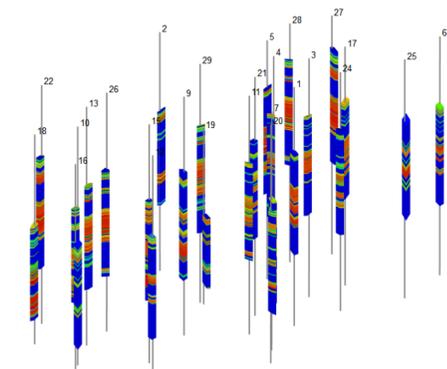
Межскважинная корреляция, выявление геологических закономерностей, доменов



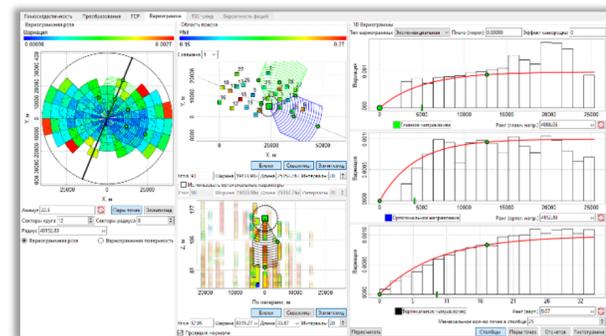
Структурное моделирование



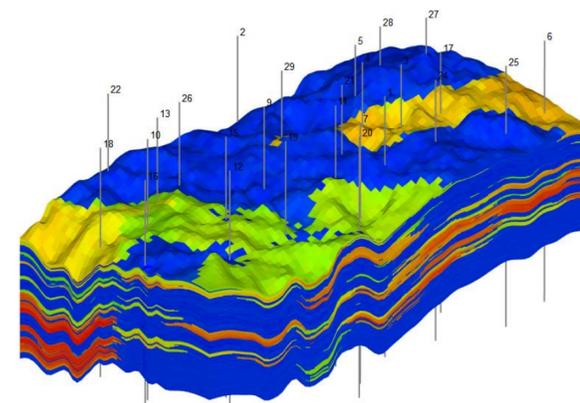
Построение 3D-сетки в пространстве залегания геологических тел ijk



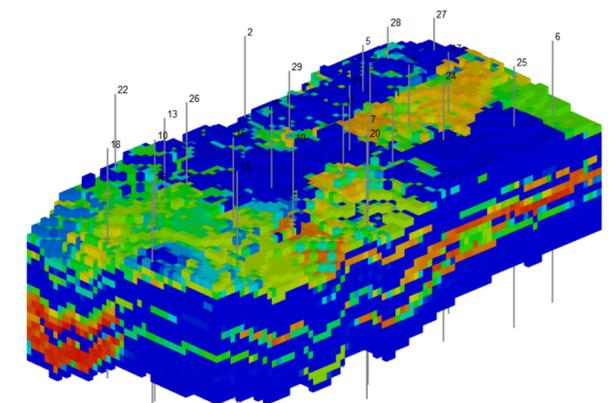
Композитирование данных на 3D-сетку



Оценка стационарности, вариограммный анализ (по доменам)

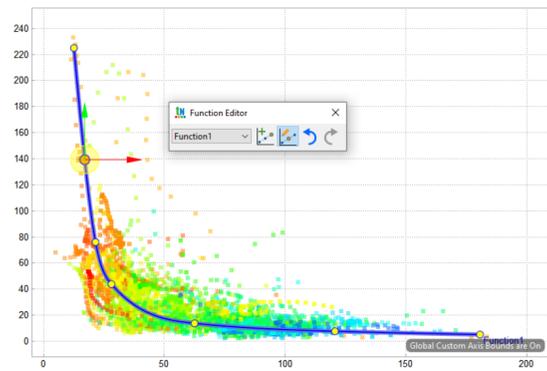


Интерполяция свойств, подсчёт запасов

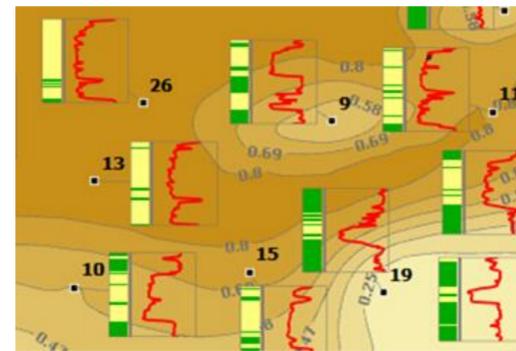


(опционально) Извлечение геотел, перенос результатов интерполяции свойств на ортогональную 3D-сетку, экспорт

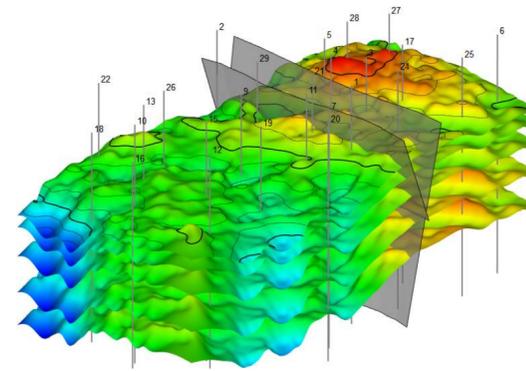
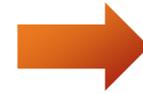
Общая последовательность моделирования: автоматизированное



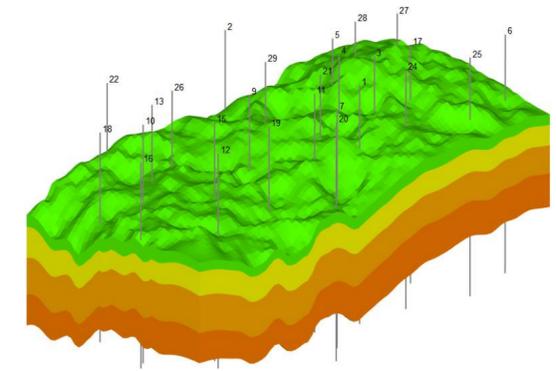
Импорт и подготовка данных, разведочный анализ, интерпретация геофизических данных



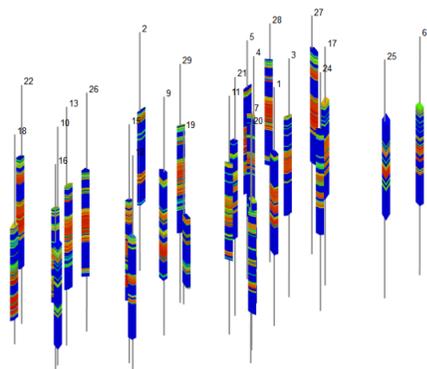
Межскважинная корреляция, выявление геологических закономерностей



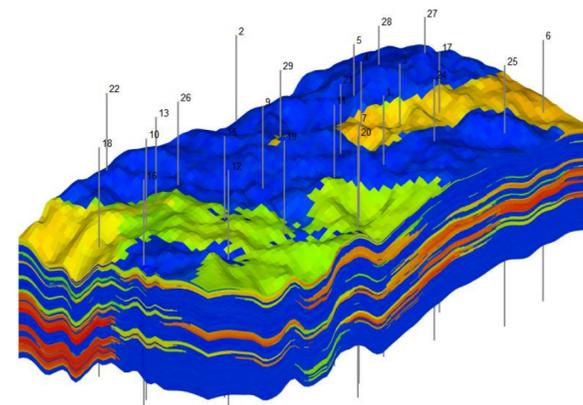
Структурное моделирование



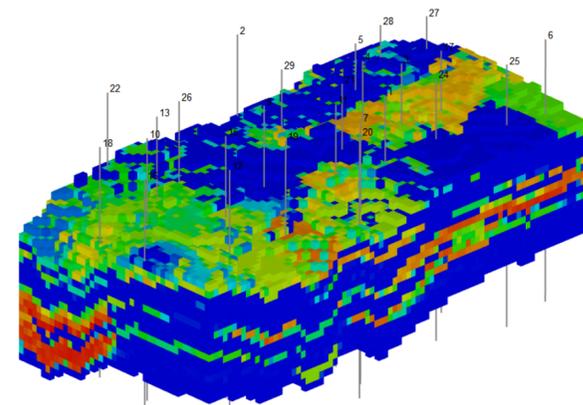
Построение 3D-сетки в пространстве залегания геологических тел ijk



Композитирование данных на 3D-сетку



Интерполяция свойств с выявлением имеющих геологических закономерностей (Amazonas), подсчёт запасов



(опционально) Извлечение геотел, перенос результатов интерполяции свойств на ортогональную 3D-сетку, экспорт

Заключение

- Единое рабочее место для выполнения полного цикла работ по построению, анализу и уточнению геологических моделей. Простой интуитивный интерфейс, лёгкость освоения для новых пользователей
- Моделирование на основе Workflow: запись и воспроизведение процесса моделирования, интерактивное редактирование параметров операций, расширение функциональности процедур с помощью Python
- Многовариантное геологическое моделирование, учёт неопределённостей на всех этапах моделирования, многовариантный подсчёт запасов, анализ неопределённости, возможность учёт погрешностей измерения
- Богатая функциональность геостатистического моделирования, встроенные инструменты анализа статистической стационарности, позволяющие понять, применима ли в данном случае геостатистика
- Многовариантное моделирование в условиях нестационарности (Amazonas). Воспроизведение исходных данных и имеющихся в них пространственных закономерностей с учётом как плавных градаций, так и резких границ моделируемого свойства. Простое интуитивное управление, реалистичный результат
- Построение блочных моделей сверхвысокой детальности, поддержка сложной тектоники, тысяч скважин
- Эффективное использование всех доступных вычислительных ресурсов (CPU, GPU, кластер). Возможность работы с детальными блочными моделями на типовом ноутбуке. Кроссплатформенность (Windows, Linux)