



ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДЛЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

RN-ГЕОСИМ

ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Геологическое моделирование



1 млрд

ячеек в сетке
модели

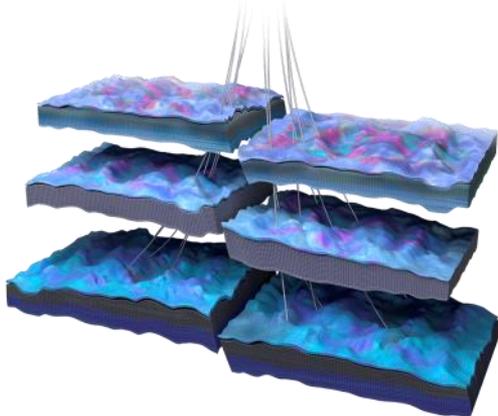


500+ км²

площадь
моделирования

ОПИСАНИЕ

Геологический симулятор RN-ГЕОСИМ — это современный программный продукт для геологического моделирования и анализа месторождений углеводородов с использованием трехмерных геологических моделей



ПРЕИМУЩЕСТВА

Программный комплекс RN-ГЕОСИМ — это интегрированная платформа для геологического моделирования, которая позволяет создавать полномасштабные геологические модели с использованием высокопроизводительных компьютерных вычислений:

- Удобный и быстрый доступ к данным
- Моделирование любых типов разломов
- Известные и неклассические алгоритмы геостатистики
- Автоматическое создание дерева рабочего процесса
- Интеграция с другими продуктами линейки программного обеспечения

ПЛАНЫ

- Моделирование сложной тектоники
- Библиотеки шаблонов моделирования нефтегазовых месторождений определенных типов
- Использование библиотек обучающих образов при моделировании ТРИЗ
- Стратиграфическая увязка данных модели
- Реализация RN-ГЕОСИМ как ИТ-системы и сервиса

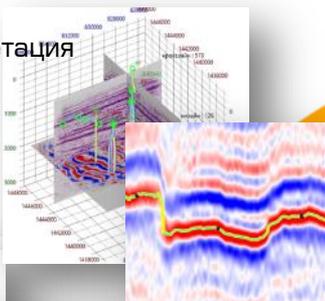
Сравнение РН-ГЕОСИМ с аналогами



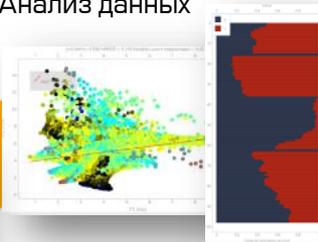
Функциональные возможности* / приоритет для Заказчика	Petrel (Schlumberger)	RMS (Roxar)	Geoplat-G (ГридПоинтДинамикс)	РН-ГЕОСИМ		
				Прототип (2018)	v1.0 (2020)	v2.0 (2023)
Нормировка и стандартизация ГИС / 6	+/-	+/-	+	-	+	+
Моделирование трещин / 6	+	+	-	-	-	+
Межскважинная корреляция разрезов (в т.ч. автоматическая) / 8	+/-	+/-	+	-	+	+
Построение (интерполяция) карт и поверхностей / 10	+	+	+	+	+	+
Построение структурного каркаса и расчетной сетки с учетом тектонических нарушений / 8	+	+	+/-	+/-	+	+
Литофациальное моделирование и моделирование непрерывных ФЕС (пространственная интерполяция) / 10	+	+	+	+/-	+	+
Насыщение модели, подсчет запасов в 2D и 3D, проводка скважины / 8	+/-	+/-	+	+/-	+/-	+
Перемасштабирование модели для гидродинамического моделирования / 7	+	+	+	-	+	+
Многопользовательская работа / 8	+/-	+/-	+/-	-	-	+
Анализ рисков и неопределенностей, преобразования данных / 7	+	+	+	-	+	+
Управление потоком задач («workflow») / 8	+/-	+	+/-	-	+	+
Кластерные вычисления	-	-	-	-	-	+
Подготовка отчетной документации / 7	+/-	+/-	+	-	+/-	+
Визуализация 1D/2D/3D / 9	+	+	+/-	+/-	+	+
Подключение к корпоративным БД / 8	-	-	-	-	+	+
Библиотеки знаний / 8	+/-	+/-	-	-	-	+
Внешнее API / 7	+	+	+	-	-	+
Отсутствие санкционных ограничений / 10	-	-	+	+	+	+

РН-ГЕОСИМ: основные этапы создания модели

Кинематическая
сейсмическая интерпретация



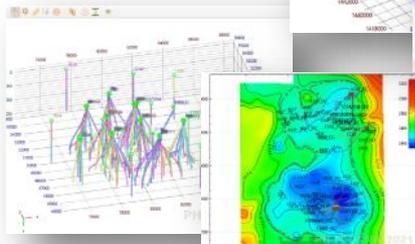
Анализ данных



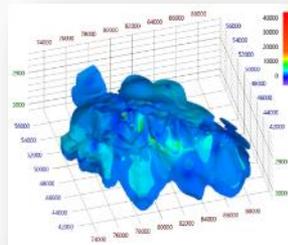
Корреляция



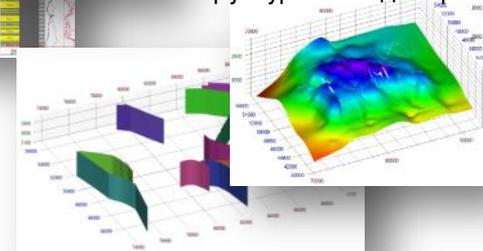
Импорт/экспорт данных



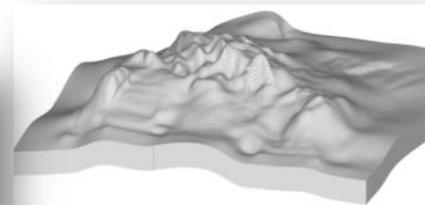
Насыщение и
оценка запасов



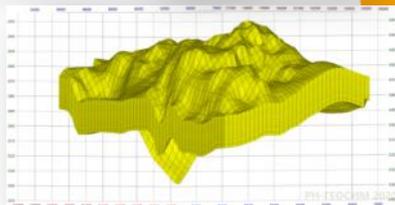
Структурное моделирование



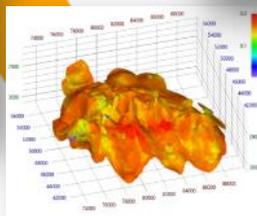
Создание геометрии 3D сетки



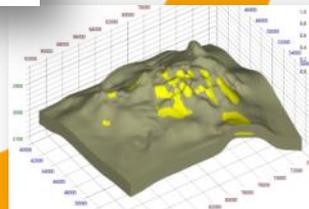
Гидродинамическая сетка и
апскейлинг



Петрофизическое
моделирование



Литолого-фаціальное
моделирование



РН-ГЕОСИМ – готовность к построению моделей



РН-ГЕОСИМ 2.0 – текущий проект развития



2018–2020

ГЕОСИМ 1.0 – набор инструментов геолога-модельера для 3D-геологического моделирования

- Импорт и экспорт данных
- Корреляция разрезов скважин
- Построение стратиграфической модели
- Построение поверхностей и карт
- Построение тектонической и структурной модели
- Построение 3D-расчетной сетки
- Петрофизическое и фациальное моделирование
- насыщение модели и подсчет запасов
- Калькуляторы и преобразования



2021–2023

ГЕОСИМ 2.0 – система для коллективного геологического моделирования

Научно-методическое сопровождение построения геологических моделей

- Выделение ключевых особенностей моделирования коллектора в зависимости от регионов и типов осадконакопления
- Выделение типовых алгоритмов (шаблонов) моделирования коллектора и построения 3D-модели в зависимости от регионов и типов осадконакопления
- Создание библиотеки шаблонов моделирования для типовых месторождений-регионов деятельности Компании
- Создание библиотеки объектов фациальной обстановки для каждого нефтеносного региона Компании
- 2D-моделирование и подсчет запасов
- Подготовка отчетной документации

Новые алгоритмы

- Моделирования фаций и петрофизических свойств (современные методы)
- Объектное моделирование

Расширение функциональности

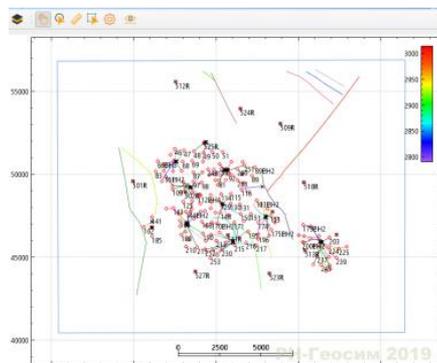
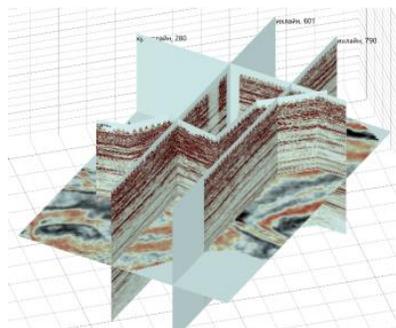
- Улучшение интерфейса пользователя
- Импорт моделей RMS и Petrel, экспорт в RESCUE
- Локальное обновление моделей
- Планирование траекторий скважин
- Изменение системы координат ГМ

Прототип многопользовательской работы и модели удаленного хранения/вычисления

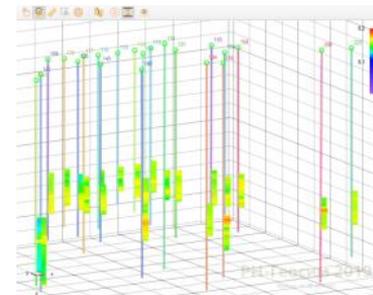
- Хранение геологических моделей на вычислительных узлах Компании
- Интеграция с другими информационными системами
- Объединение моделей и разрешение конфликтов
- Ведение истории версий модели и возможность переключения между ними

Импорт данных

- Универсальные загрузчики файлов траекторий, ГИС/РИГИС, маркеров
- Специализированные загрузчики различных форматов
- Импорт данных из РН-КИН, Rescue(BIN)
- Импорт данных CPP

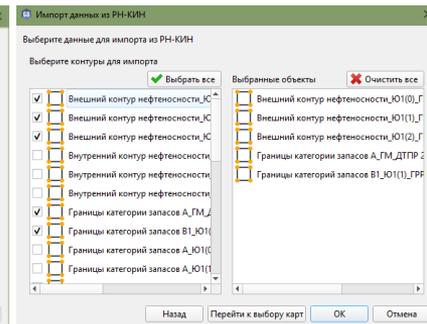
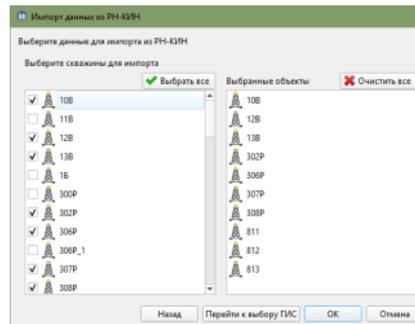
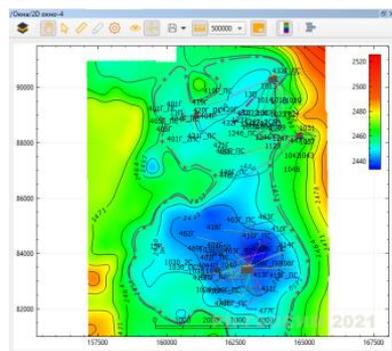
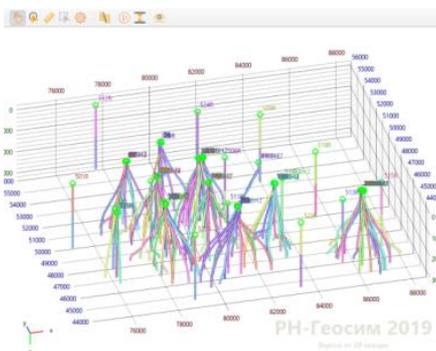


- Устья скважин
- Скважинные данные: траектории, данные ГИС/РИГИС
- Отбивки пластов
- Сетки/кубы
- Контуры/полигоны
- Полигоны разломов
- Кубы сейсмических атрибутов
- Карты/поверхности



Модуль импорта данных из РН-КИН позволяет импортировать следующие данные:

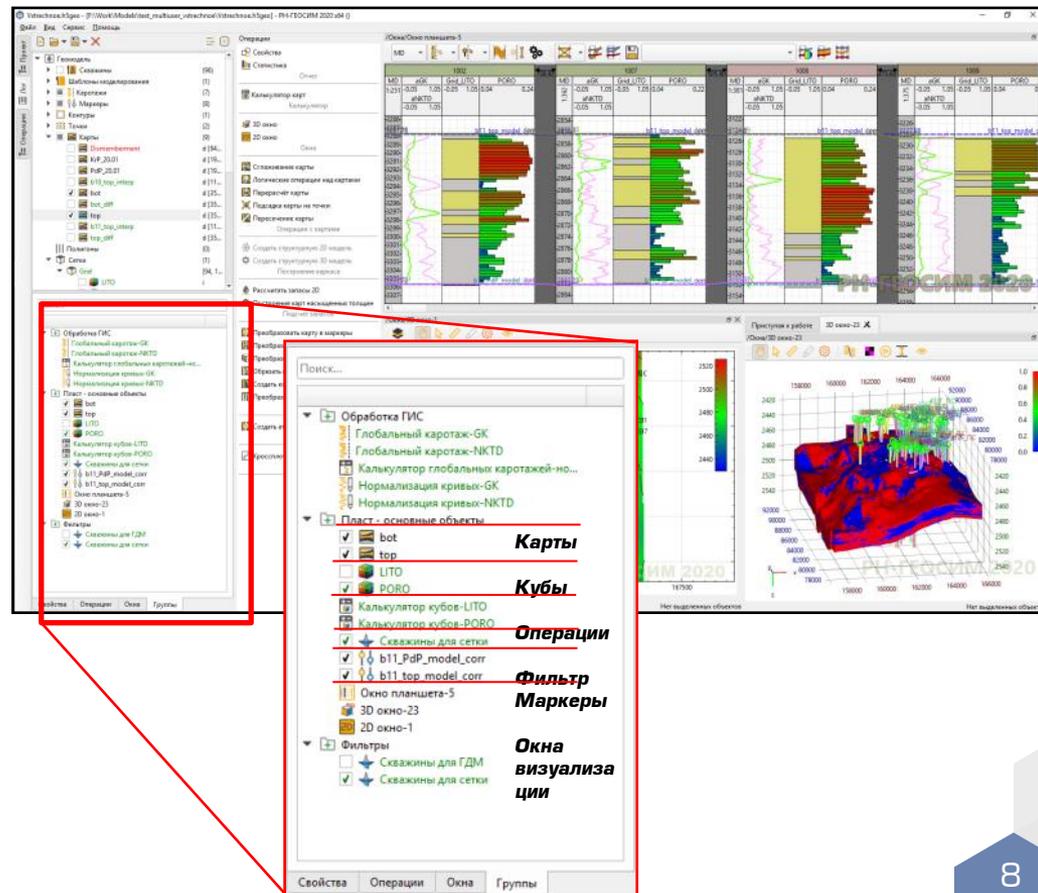
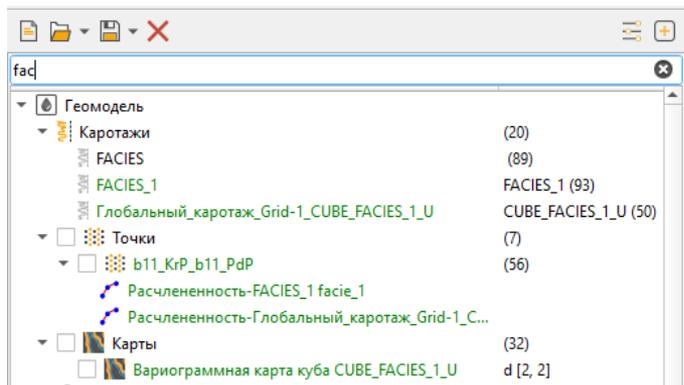
- устья и траектории скважин
- ГИС и РИГИС
- маркеры
- контуры
- карты
- определенных объектов разработки



Группировка объектов

Основные возможности:

- Полная синхронизация с деревом проекта
- Поддержка контекстного меню и обновления области «Операции»
- Поддержка отображения объектов в окнах визуализации
- Возможность добавлять один и тот же объект в разные группы
- Возможность добавления разнотипных объектов в одну группу, в том числе окон и операций – пример в группе «Пласт – основные объекты»
- Поддерживается фильтрация объектов по имени («Поиск...») – можно легко найти нужные объекты в дереве и, например, отобразить их в 3D окне.



Модуль верификации данных

Окно верификации данных

Данные

Свойство	Значение
Маркер 1	b11_KrP
Маркер 2	b11_PdP
Фильтр скважины 1	ННС
Каротаж 1	DEPTH_AUTO_MD
Каротаж 2	FACIES
Каротаж 3	Кро
Каротаж 4	PORO
Стратиграфическая модель 1	Стратиграфическая ...
Карта 1	HORIZONE_KrP
Карта 2	HORIZONE_PdP

Тесты

- ✓ Все тесты
 - ✓ Для маркеров
 - ✓ Наличие маркеров на скважинах
 - ✓ Отсутствие маркеров проходящих вне траекторий скважин
 - ✓ Отсутствие маркеров проходящих вне каротажей
 - ✓ Для каротажей
 - ✓ Наличие данных каротажа на скважинах
 - ✓ Отсутствие пустых значений на каротаже
 - ✓ Отсутствие данных каротажа лежащих вне траектории скважин
 - ✓ Монотонность прироста MD каротажей
 - ✓ Для скважин
 - ✓ Наличие траектории на скважинах
 - ✓ Возрастание MD последовательностей траекторий
 - ✓ Отсутствие нулевых альтитуд на скважинах
 - ✓ Монотонность прироста MD траекторий
 - ✓ Для поверхностей
 - ✓ Отсутствие пересечений между поверхностями
 - ✓ Порядок следования поверхностей в стратиграфической модели

Основной отчет

№	Название теста	Статус	Важный
1	Наличие маркеров на скважинах	Ошибка	Нет
2	Отсутствие маркеров проходящих вне траекторий скважин	Ошибка	Нет
3	Отсутствие маркеров проходящих вне каротажей	Ошибка	Нет
4	Наличие данных каротажа на скважинах	Ошибка	Нет
5	Отсутствие пустых значений на каротаже	Ошибка	Нет
6	Отсутствие данных каротажа лежащих вне траектории скважин	OK	Нет
7	Монотонность прироста MD каротажей	OK	Да
8	Наличие траектории на скважинах	Ошибка	Да
9	Возрастание MD последовательностей траекторий	OK	Да

Закреть

Наличие маркеров на скважинах

Скважина	b11_PdP	b11_KrP	
1	1050	Присутствует	Присутствует
2	1024	Присутствует	Присутствует
3	1009	Присутствует	Присутствует
4	15P	Присутствует	Присутствует
5	1246_ПС	Отсутствует	Присутствует

Наличие данных каротажа на скважинах

Скважина	PORO	Кро	DEPTH_AUTO_MD	FACIES
19	402Г_ПС	Присутствует	Присутствует	Присутствует
20	447Г_ПС	Присутствует	Присутствует	Присутствует
21	437Г_ПС	Присутствует	Присутствует	Присутствует
22	1247_2СЛ	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
23	412Г_ПС	Присутствует	Присутствует	Присутствует
24	415Г_ПС	Присутствует	Присутствует	Присутствует
25	1048	Отсутствует	Присутствует	Присутствует
26	1030_2С	Отсутствует	Присутствует	Отсутствует

Наличие траектории на скважинах

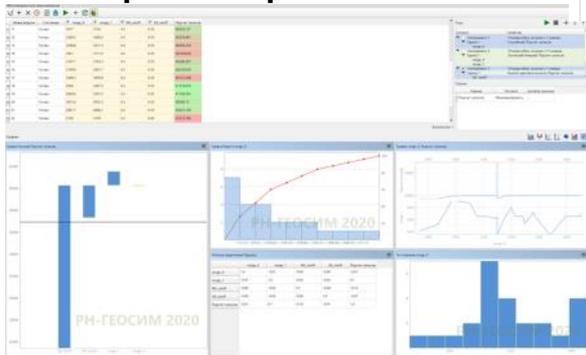
Скважина	Статус	
27	405Г_ПС	Присутствует
28	1002	Присутствует
29	401Г_2С	Отсутствует
30	406Г_ПС	Присутствует
31	421Г_ПС	Присутствует
32	3P	Отсутствует
33	419Г_ПС	Присутствует

Инструменты workflow

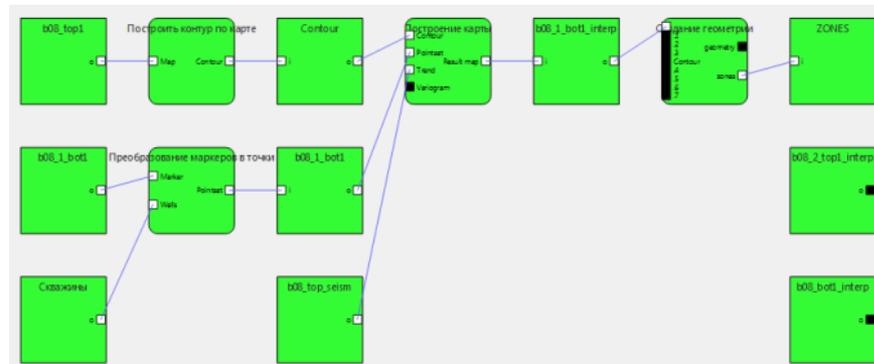
Workflow обеспечивает:

- Воспроизводимость результатов
- Снижение человеческого фактора
- Оперативное междисциплинарное взаимодействие
- Внесение новых данных в модель в автоматическом автономном режиме
- Прозрачность процесса моделирования
- Предсказуемость с точки зрения сроков и результатов

Модуль управления результатами многовариантных расчетов



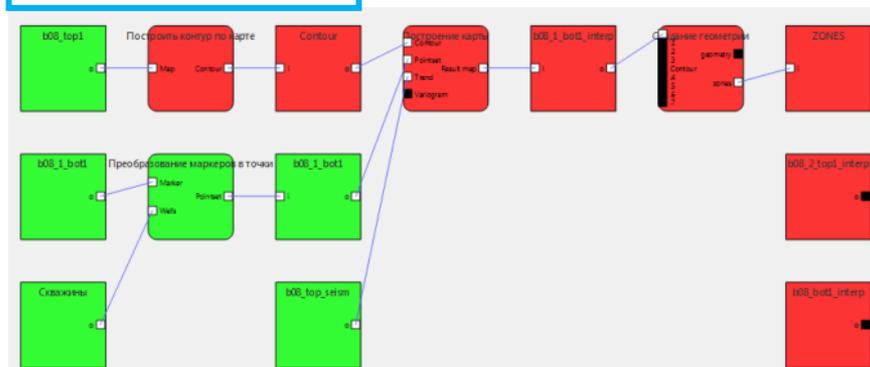
- Операции (38)
- Преобразование маркеров в точки
 - Преобразование маркеров в точки-1
 - Преобразование маркеров в точки-3
 - Преобразование маркеров в точки-4
 - Калькулятор точек - карта толщин H_1
 - Построение карты толщин H_1
 - Калькулятор карт u01_2_KrP
 - Калькулятор точек - карта толщин H_2
 - Построение карты толщин H_2
 - Калькулятор карт u01_3-4_KrP
 - Калькулятор точек - карта толщин H_3
 - Построение карты толщин H_3
 - Калькулятор карт u01_3-4_PdP
 - Построение карты- u01_1_KrP
 - Точки карты тренда песчаности
 - Построение карты
 - Создать структурную модель
 - Создание геометрии из структурной мод...
 - Глобальный каротаж Res
 - Глобальный каротаж Poro
 - Глобальный каротаж Soil
 - Масштабирование каротажа Poro
 - Масштабирование каротажа Res
 - Масштабирование каротажа Soil
 - Преобразование карты тренда в куб
 - Регрессионный анализ куба Trend
 - Индикаторное моделирование Litho
 - Моделирование свойств Poro
 - Моделирование свойств Soil
 - Создание кубов геометрии VOLUME
 - Калькулятор кубов Запасы



Внесли изменения в операцию «построение контура по карте»



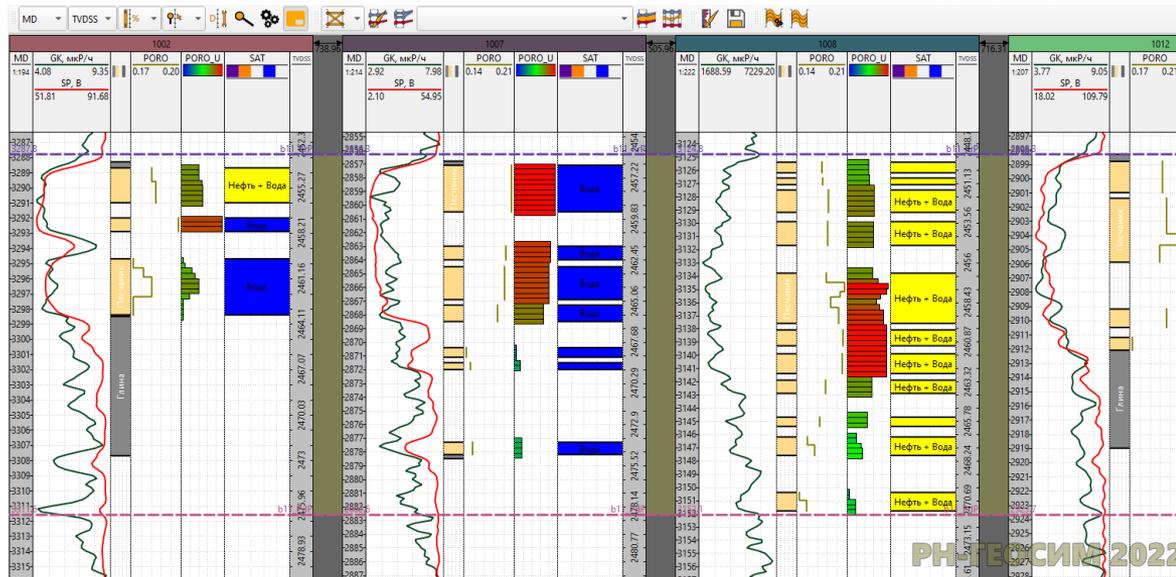
В одно нажатие можно актуализировать построенную модель



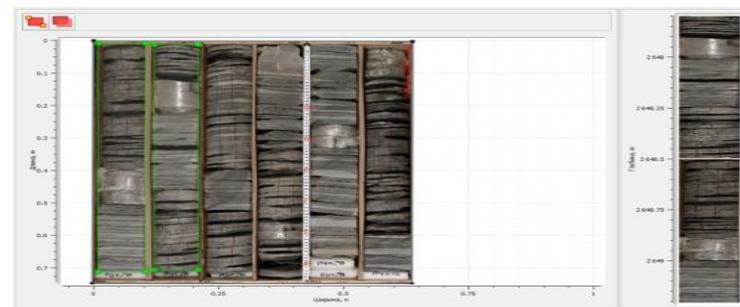
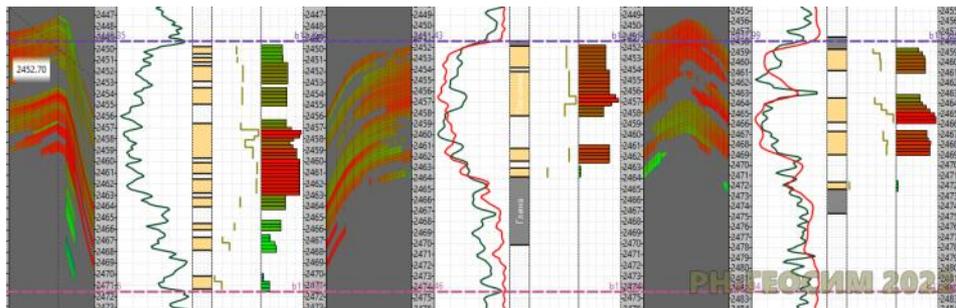
Работа в окне корреляции

Возможности:

- Настройка общего вида планшета
- Редактирование маркеров, кривых ГИС/РИГИС
- Шкалы MD/TVD/TVDSS
- Отображение межскважинного пространства в домене TVDSS
- Отображение кубов и карт
- Заливка между маркерами
- Отображение керновых данных и перфораций
- Сохранение в векторный формат
- Корректировка ГИС/РИГИС



PH-ТЕСИС 2022

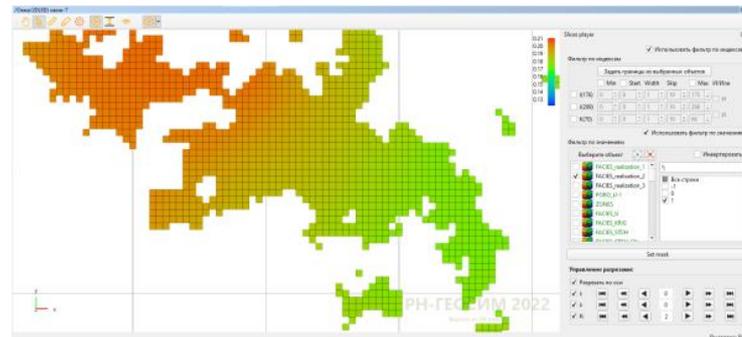
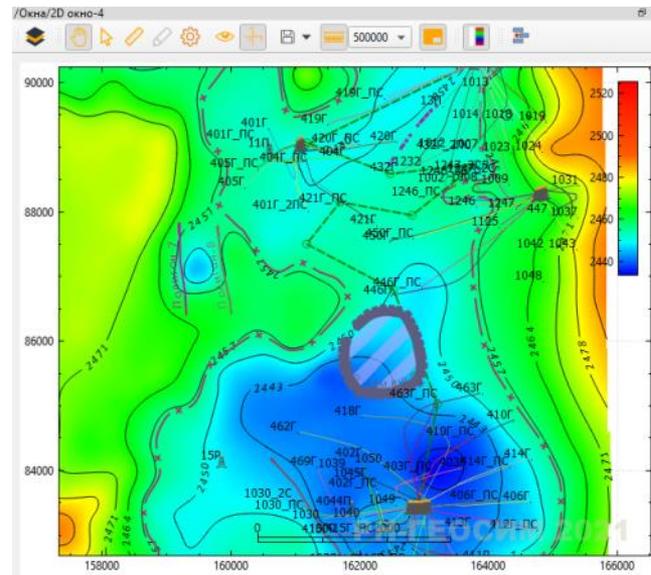


Интерактивная 2D-визуализация

- Отображение следующих объектов на плоскости:
 - скважины
 - контуры разломов
 - карты / поверхности
 - маркеры / точки / контуры / линии
 - кубы

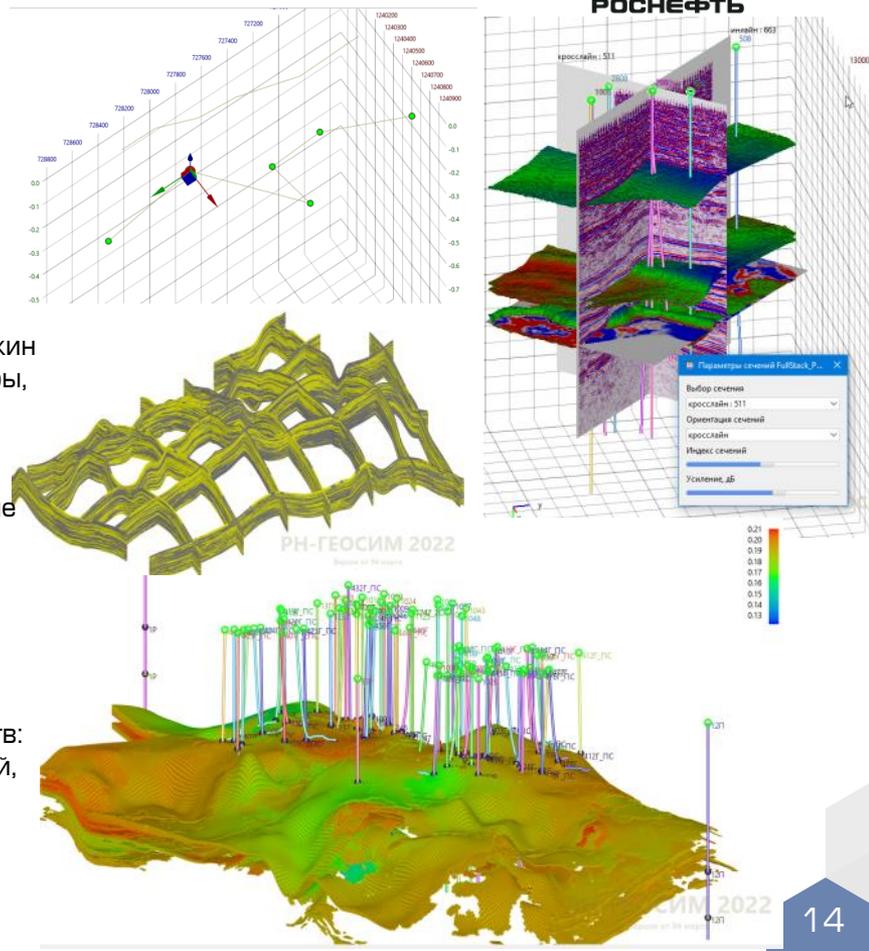
со следующими возможностями:

- включение либо исключение 2D-отображения любой совокупности геометрических объектов (контуров, карт, маркеров, свойств и др.)
 - задание параметров области отображения и параметров масштабирования
 - измерение расстояний
 - фокусировка, “прицеливание”, увеличение, восстановление исходных параметров отображения
 - отображение и настройки отображения изолиний
 - настройку отображения цветовой легенды и других свойств: подписей легенды, осей, масштабной шкалы
-
- Выгрузка в векторный формат
 - Отображение символов скважин, по заданному маркеру либо устью/забору
 - Отображение подписей изолиний
 - Создание, редактирование и удаление точек/линий/полигонов
 - Редактирование изолинии



Интерактивная 3D-визуализация

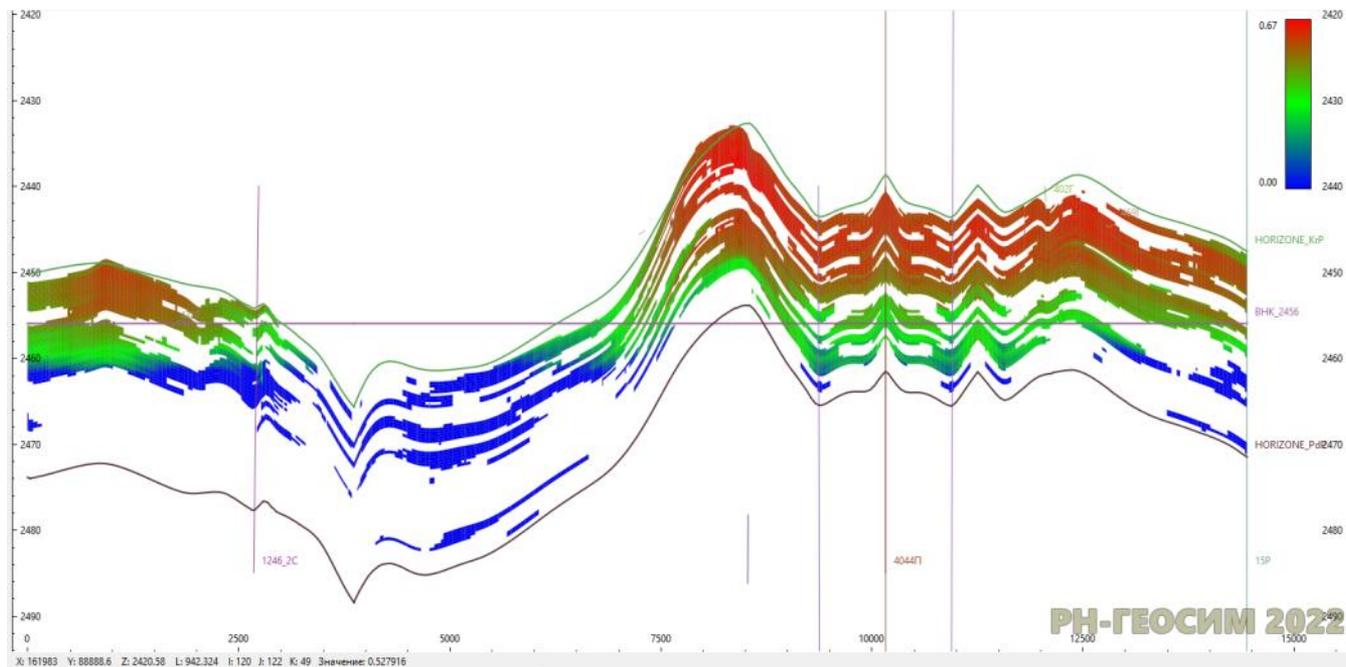
- Отображение следующих объектов в пространстве:
 - скважины
 - разломы
 - карты / поверхности
 - маркеры / точки / контуры / линии
 - расчетные сетки
 - кубы данных
 - кубы сейсмических атрибутов
- со следующими возможностями:
 - включение либо исключение 3D-отображения любой совокупности геометрических объектов: траектории скважин и данные ГИС, кубы, поверхности и карты, границы, контуры, разломы, расчетная сетка
 - задание параметров области отображения и параметров масштабирования
 - фокусировка, “прицеливание”, увеличение, восстановление исходных параметров отображения
 - измерение расстояний
 - просмотр любой проекции (слоя) модели по осям I/J/K, анимированный просмотр в режиме скользящего среза с поддержкой опций последовательного и произвольного переключения между слоями модели
 - настройку отображения цветовой легенды и других свойств: осей, источника света, режимом отображения точек, линий, ребер, заливки
- Произвольные комбинации сечений кубов
- Корректировка свойств куба, карт и поверхностей
- Создание и редактирование точек/линий/полигонов



Окно разрезов

Возможности:

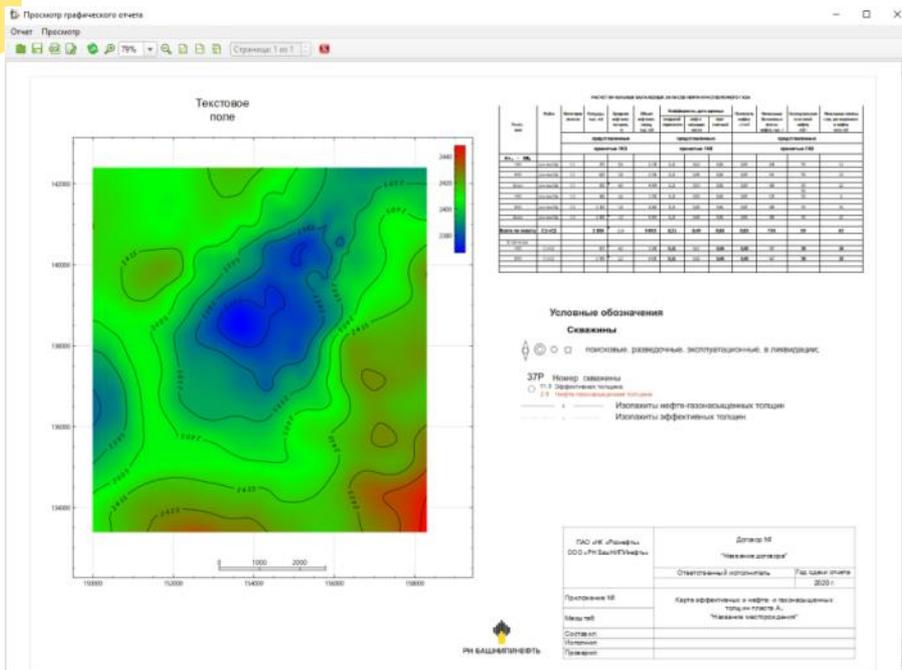
- Настройка общего вида планшета
- Построение разреза по произвольному геологическому кубу
- Отображение скважин, поверхностей, подписей скважин и разрезов кубов
- Обрезка данных по глубине
- Сохранение в векторный формат



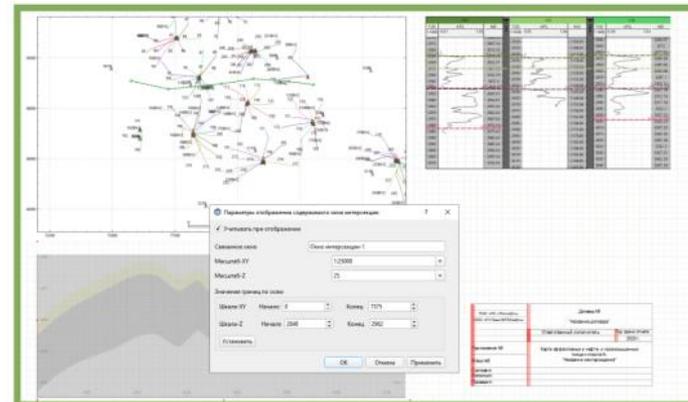
Подготовка графических материалов к печати

Модуль позволяет скомпоновать на листе формата А0-А4 векторные и графические изображения, необходимые для подготовки документов к печати.

 3D окно  2D окно  Окно корреляции  Окно интерсекции  Окно графического отчета



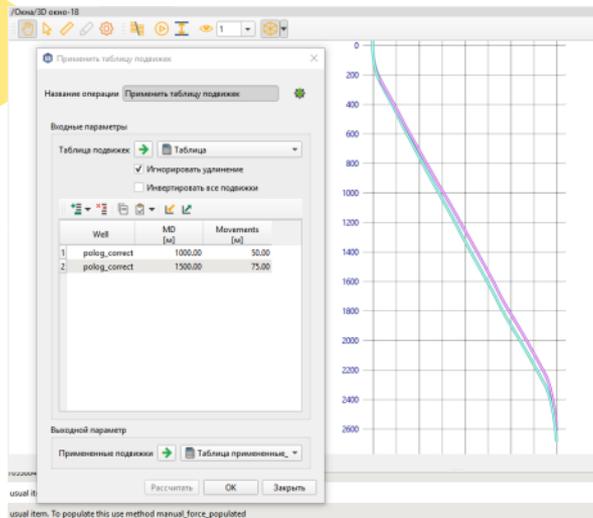
- Позволяет редактировать штамп
- Позволяет размещать текстовые элементы
- Позволяет встраивать растровые изображения из графических файлов, векторные изображения из файлов emf или буфера обмена, а также изображения окон РН-ГЕОСИМ (2D, 3D окна, окна интерсекции и окна корреляции)
- Позволяет разместить и редактировать таблицы, созданные в MS EXCEL



Работа с траекториями скважин

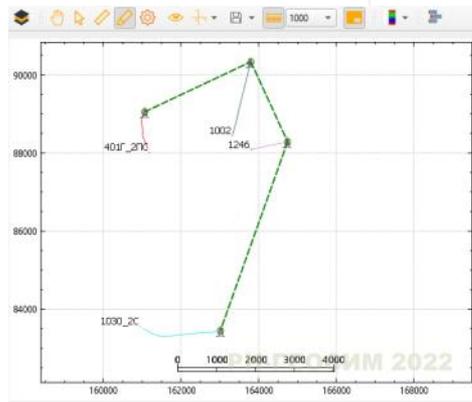
Возможность ввода поправок в траектории

- Позволяет сдвигать траекторию скважины, при этом сглаживая кривую



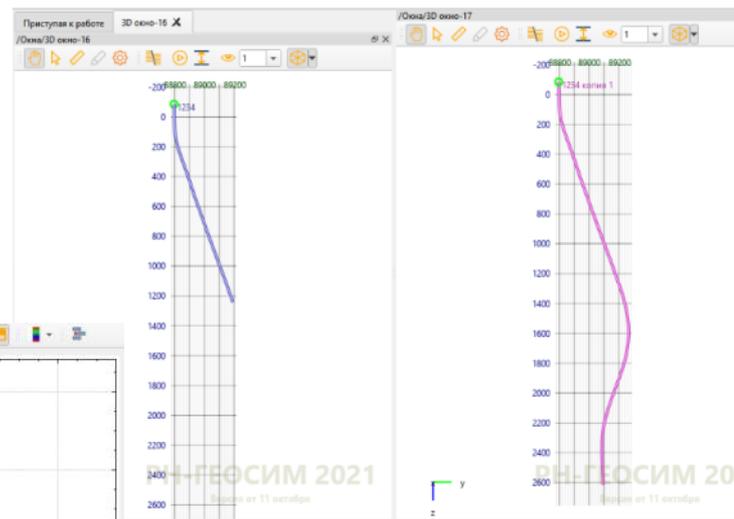
Создание фильтра скважин

- По контуру, маркеру, наличию кривых ГИС/РИГИС, по профилю
- Возможно выполнять операции с фильтрами (объединение, разность, пересечение)



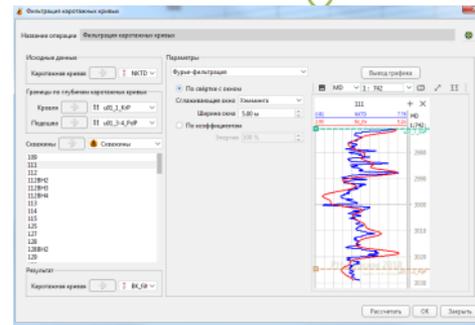
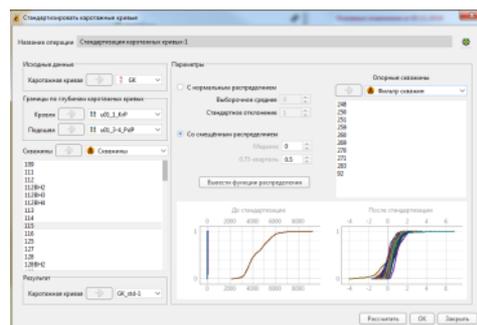
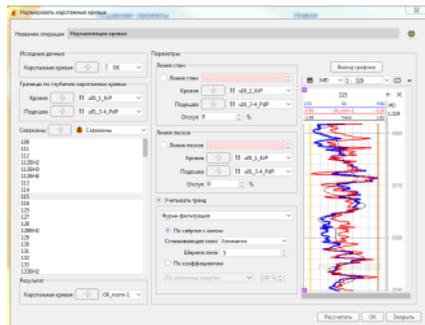
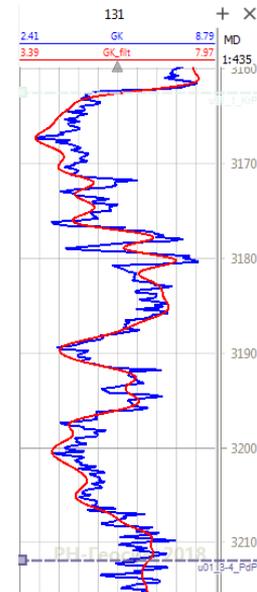
Функционал восстановления неизвестной инклинометрии скважин

- Реализовано по работе «Методические рекомендации по заполнению пустых значений азимута в замерах инклинометрии при построении моделей, Бантюков О., Марьин И., ООО «ТННЦ»



Работа с каротажными кривыми

- Калькулятор ГИС
- Сшивка кривых ГИС
- Алгоритмы двойной разностной нормировки с учетом тренда ГИС
- Алгоритмы статистической стандартизации ГИС
- Алгоритмы стандартизации ГИС с учетом неполноты исходной информации (недобуры, непрописанные ГИС)
- Алгоритмы фильтрации и выделения шумов по данным ГИС
- Алгоритм литологической классификации данных ГИС с использованием аппарата нейронных сетей
- Модуль восстановления отсутствующих данных в траекториях скважин
- Модуль автоматической корреляции скважин

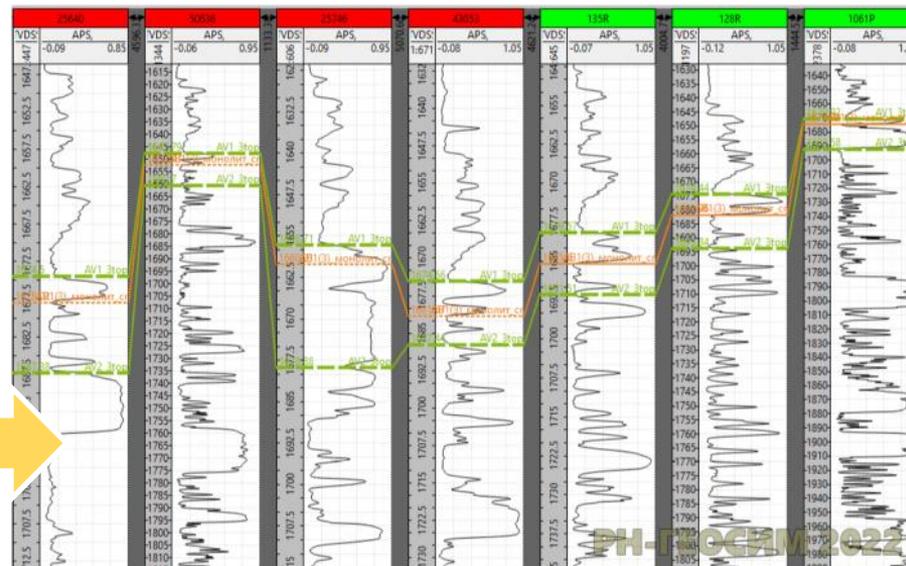
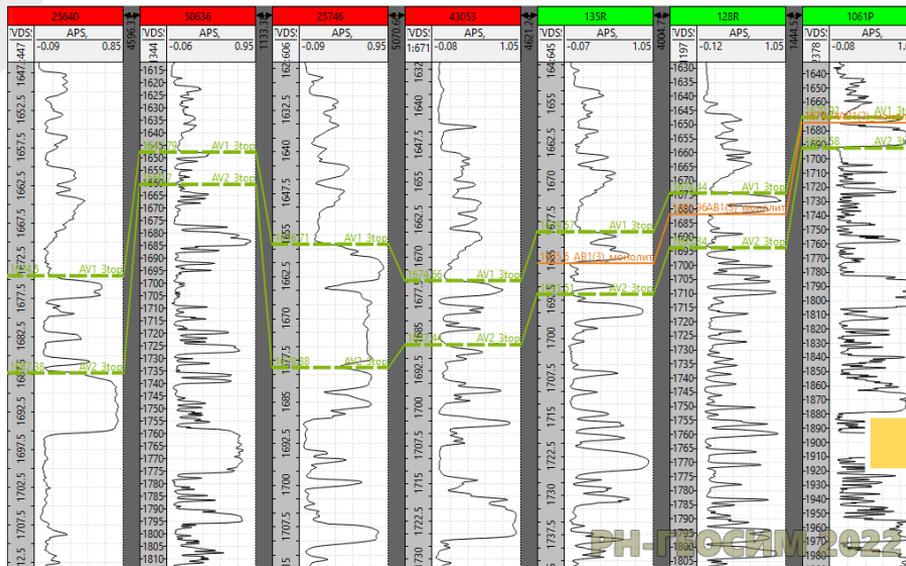


Модуль автокорреляции скважин

Методы:

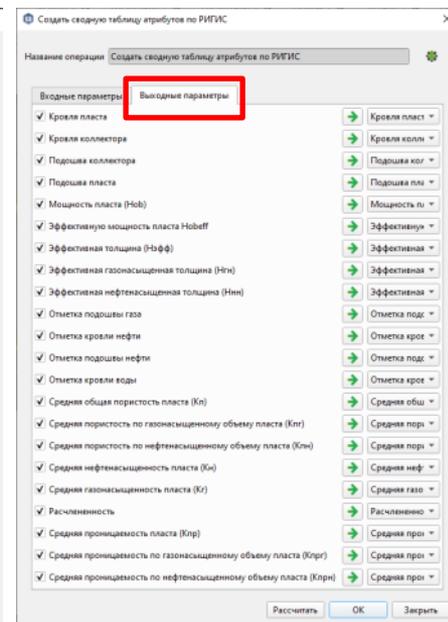
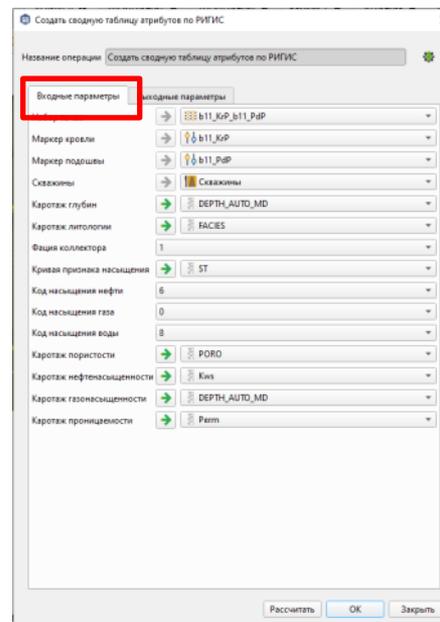
- Dynamic Time Warping (DTW)
- Корреляция скважин по вейвлет разложению
- Вероятностная оценка автокорреляции скважин

Работа с несколькими каротажными кривыми
Проставление нескольких маркеров



Создание таблицы средних параметров РИГИС

- Автоматизированное создание регламентных таблиц по сопоставлению параметров РИГИС и 3D модели для отчетной документации по созданию ПДГТМ;
- Данный инструмент является неотъемлемой частью процедуры оценки качества 3D геологической модели;
- Повышает качество создаваемых моделей и снижает количество рутинных операций, выполняемых пользователем.



Имя скважины	Значность-Глобал каротаж-Grid-1_CUBE-FACIES_U_facies_1	Среднее значение-Кродед	Кровля пласта	Кровля коллектора	Подшоша коллектора	Подшоша пласта	Мощность пласта (Hob)	Эффективную мощность пласта Hoeff	Эффективная толщина (H+ff)	Эффективная газонасыщенная толщина (Hn)	Эффективная нефтенасыщенная толщина (Hnn)	Отметка подошвы газа	Отметка кровли нефти	Отметка подошвы нефти	Отметка кровли воды	Средняя общая пористость пласта (Kn)	Средняя пористость по газонасыщенному объему пласта (Kng)	Средняя пористость по нефтенасыщенному объему пласта (Knn)	Средняя газонасыщенность пласта (Kc)	Средняя нефтенасыщенность пласта (Kc)	Расчлененность	Средняя проницаемость пласта (Kпр)	Средняя проницаемость по газонасыщенному объему пласта (Kпрг)	Средняя проницаемость по нефтенасыщенному объему пласта (Kпрн)	
1	13T	0.211	2542.900	2543.900	2558.800	2564.200	21.300	14.900	11.000	0.600	11.000	2559.200	2543.900	2558.800		0.211	0.221	0.211			1.000	163.974	178.936	146.163	
2	476F_ПС	3.000	0.203	3098.900	3099.800	3115.800	3126.400	27.500	16.000	10.865	6.643	0.000	3124.300		3104.200	0.203	0.194	0.521	0.521	0.521	1.000	60.646	69.479	69.479	
3	476E_ПС	4.000	0.187	2923.900	2924.800	2943.600	2951.400	27.500	18.800	12.224	5.045	3.935	2949.400	2938.600	2943.600		0.187	0.192	0.170	0.408	1.000	35.216	69.656	37.741	
4	1029	4.000		3074.500	3075.100	3096.400	3097.800	23.300	21.300	15.555	1.826	0.000	3097.000		3084.700						1.000				
5	415E_ПС	7.000	0.201	2796.100	2797.300	2821.400	2825.100	29.000	24.100	12.835	1.739	2.419	2823.000	2818.200	2821.400	0.201	0.192	0.195	0.430	0.430	1.000	14.463	52.135	18.833	
6	412F_ПС	4.000	0.197	3263.130	3264.330	3280.030	3288.030	24.900	15.700	6.209	4.789	0.939	3285.930	3278.730	3280.030	0.197	0.193	0.195	0.489	0.489	1.000	64.211	89.156	49.647	
7	1030	6.000		3094.040	3095.040	3116.440	24.000	21.400	16.668	1.589	0.000	3117.740		3108.840							1.000				
8	1049	9.000	0.196	2749.500	2750.700	2771.900	2773.100	24.200	21.200	12.424	2.412	5.282	2773.600	2763.000	2771.900	0.196	0.171	0.188	0.430	0.430	1.000	50.449	64.918	50.191	
9	1032_ПС	6.000	0.179	3250.400	3251.200	3268.200	3290.300	39.900	37.000	19.854	0.000	5.318	3271.000	3268.200		0.179	0.173	0.599	0.599	0.599	1.000	32.010	32.943	32.943	
10	4044F	4.000	0.183	2527.100	2529.100	2543.000	2550.100	23.000	15.900	13.095	6.000	4.000	2550.100	2541.000	2545.000	0.183	0.193	0.168	0.423	0.423	1.000	39.619	72.155	44.063	

Создание атрибутов свойств

1. Расчет атрибутов толщин пластов по маркерам и опорным горизонтам:

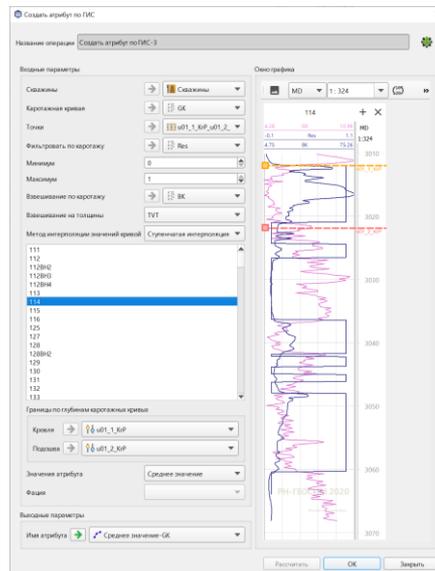
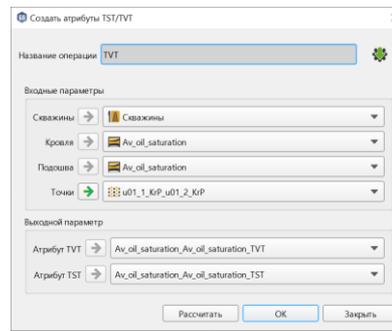
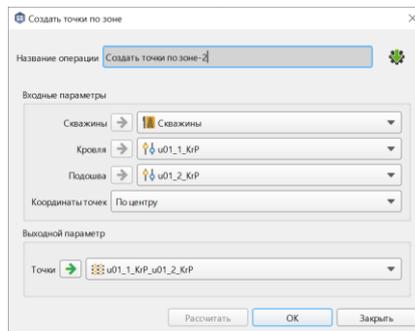
- Толщина (MT)
- Толщина (TVT)
- Толщина (TST)

2. Расчет атрибутов свойств пластов по данным ГИС и картам:

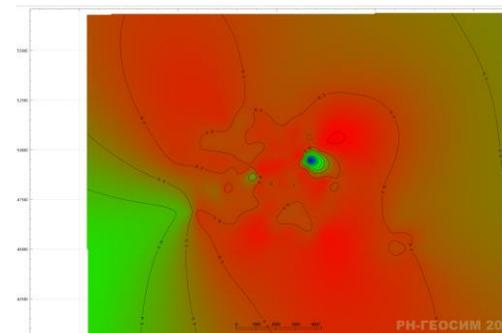
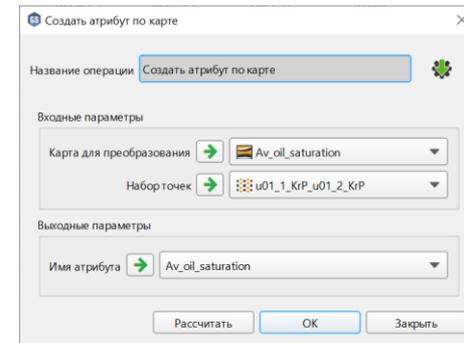
- Песчанистость
- Водонасыщенность

3. Табличный просмотр и редактирование атрибутов

	wellname	x	y	z	Песчанистость	Средняя пористость	Толщина (MT)	Толщина (TST)	Толщина (TVT)
1	110	77840.30	48926.11	2882.50	0.100	0.159	57.800	31.786	31.786
2	111	78537.53	48911.70	2894.89	0.100	0.159	53.800	26.416	26.416
3	112	79010.24	48788.95	2887.15	0.100	0.161	52.600	25.360	25.360
4	112BH4	78898.36	48709.68	2885.85	0.097	0.143	53.800	26.355	26.879
5	114	80312.37	48798.90	2884.96	0.100	0.162	52.000	27.538	27.546
6	115	80906.66	48828.45	2883.53	0.100	0.161	52.000	25.202	25.202
7	116	81550.41	49078.62	2901.96	0.100	0.155	51.360	23.857	25.302

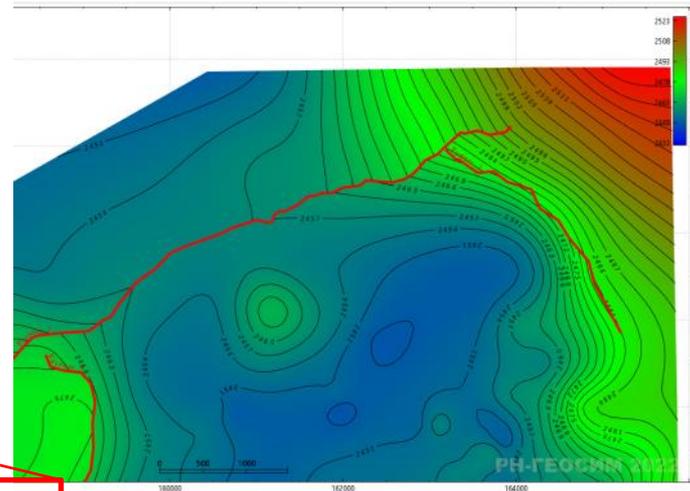
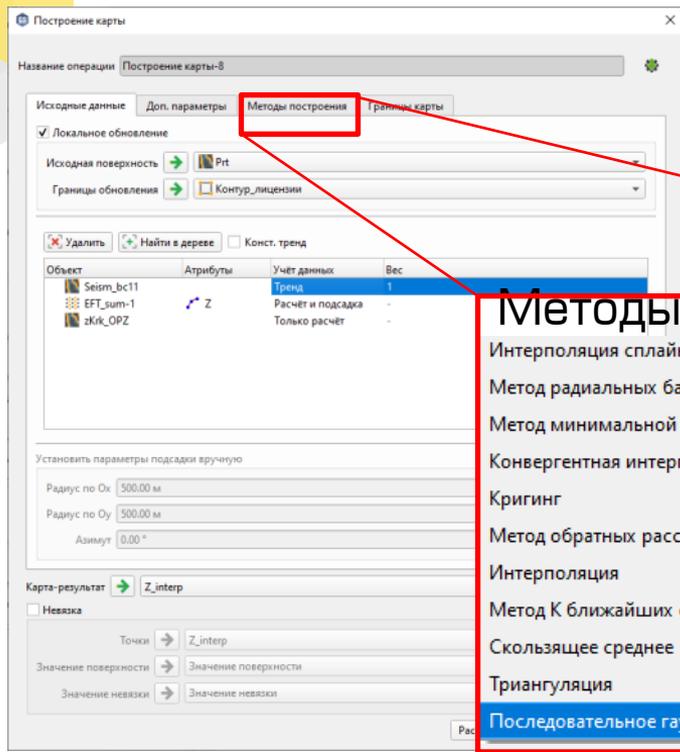


Расчет атрибутов производится между произвольными маркерами и РН-ГЕОСИМ умеет считать средневзвешенные величины и расчлененность



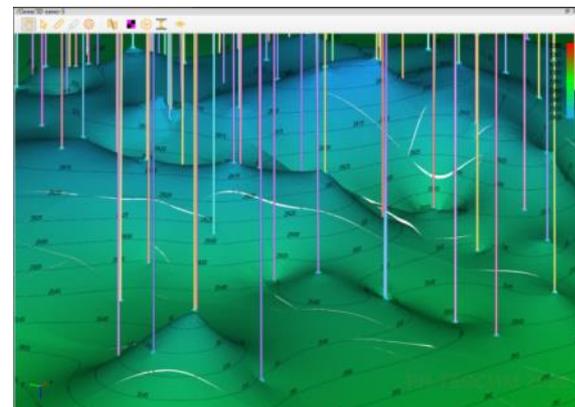
Построение карт

- Построение карты по маркерам, точкам, атрибутам точек, трендам
- Расширение границ итоговой карты
- Возможность локального обновления карты по границе области
- Все известные методы интерполяции
- Учёт разломов
- Расчет невязки



Методы 2D интерполяции

- Интерполяция сплайнами
- Метод радиальных базисных функций
- Метод минимальной кривизны
- Конвергентная интерполяция
- Кригинг
- Метод обратных расстояний
- Интерполяция
- Метод К ближайших соседей
- Скользящее среднее
- Триангуляция
- Последовательное гауссово стохастическое моделирование



Калькуляторы (кубов, карт, точек, атрибутов, маркеров, каротажей)

Калькулятор кубов

Название операции: Калькулятор кубов-1

Объекты модели:

- Контейнер: Grid
- A
- AA
- B
- CUBE_Permeability_U
- CUBE_Permeability_U-1
- CUBE_Poro_U
- CUBE_Res_U
- EQLNUM
- FIPNUM
- Litho
- Litho-smoth
- OIP
- Permeability
- Permeability2
- Poro
- SOIL

Основные | Статистика | Тригонометр. | Функции | Спец.

Константы | Числа | Массивы

Решения | Использование массивов

```

AA=ZONES
AA=IF ( ZONES==2, U, AA)
CC=IF (K>20, 1, IF (K>40, 2, 3) )
Permeability2=EXP (Poro) /235.4-1.1029
  
```

Результаты:

- CC
- AA
- Permeability2

Градусы | Радианы

Калькулятор: 7 8 9 + < 4 5 6 - > 1 2 3 * <= 0 . U / >= () = != == & | √ ^ IF

Рассчитать OK Закрыть

Калькулятор карт

Название операции: Калькулятор карт-4

Объекты модели:

- Опорный элемент: u01_2_KP
- AA
- Av_oil_saturation
- Av_perm
- Av_perm_smooth
- Av_poro
- Av_poro_smooth
- EF_thickness
- EF_thickness_smooth
- OIL_sat_thickness
- OIL_volume
- OIL_volume-1
- OIL_volume_smooth
- SEALING曹

Основные | Статистика | Тригонометр. | Функции

Константы | Числа | Массивы

Решения | Использование массивов

```

Thick=u01_2_KP - u01_3-4_PDP_intexp
Thick2=IF (Thick>10, 10, Thick)
  
```

Градусы | Радианы | Удалить пустые границы

Калькулятор: 7 8 9 + < Результаты: Thick Thick2 4 5 6 - > 1 2 3 * <= 0 . U / >= () = != == & | √ ^ IF

Рассчитать OK Закрыть

Калькулятор атрибутов

Название операции: Калькулятор атрибутов

Объекты модели:

- Контейнер: u01_1_KP, u01_2_KP
- Elog
- X
- Толщина (MT)
- γ
- Плотность
- Толщина (TST)
- Толщина (TVT)

Основные | Статистика | Тригонометр. | Функции

Константы

Решения

```

X = Толщина (TST) / Толщина (TVT)
Elog=IF (X>1, 1, 0)
  
```

Градусы | Радианы

Калькулятор: 7 8 9 + < Результаты: X Elog 4 5 6 - > 1 2 3 * <= 0 . U / >= () = != == & | √ ^ IF

Рассчитать OK Закрыть

Статистика и кроссплоты

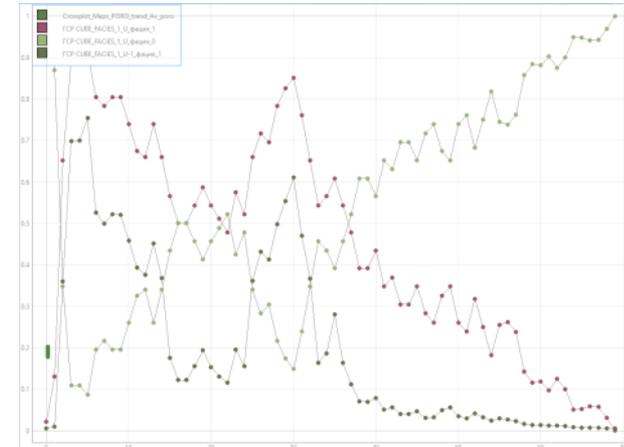
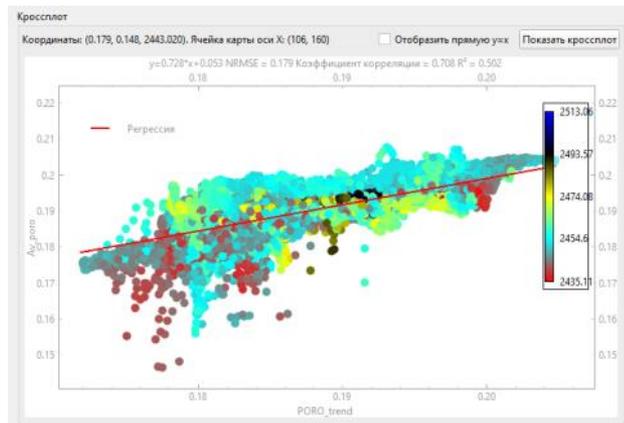
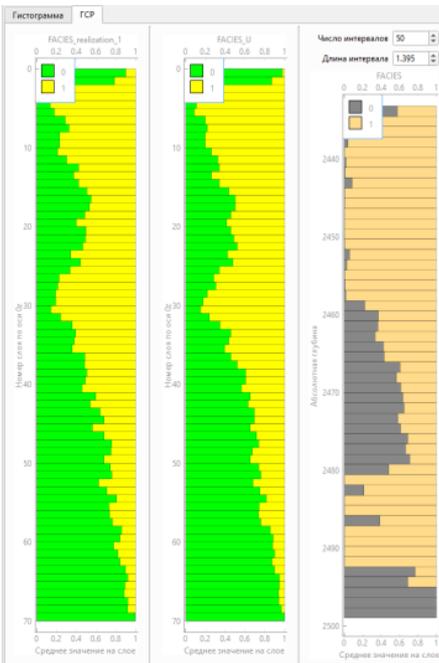
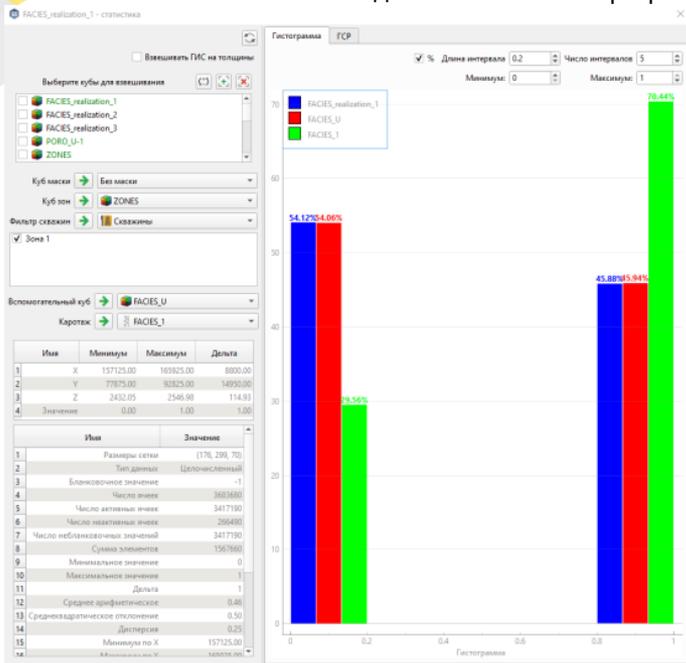


Особенности статистики по кубам:

- Взвешивание на толщины
- Взвешивание на любой 3D параметр
- Отображение статистики по зонам/фильтрам скважин/маске

Особенности кроссплотов:

- Настройка общего вида графика
- Возможность сохранения регрессионной функции в окне кроссплота
- Отображение нескольких функций на одном графике
- Возможность выделения точек на графике



Создание тектонического каркаса

- Построение вертикальных разломов по полигонам
- Построение наклонных разломов по полигонам и точкам
- Радиус поиска контактов разломов
- Автоматическое определение отношений разломов
- Задание примыканий, пересечений, коллинеарных разломов

Создать тектонический 2D каркас

Название операции: Создать тектонический 2D каркас-2

Область интересов

Установить параметры

Min X: 595494.05 м, Min Y: 824491.76 м, Min Z: 1570.29 м
 Max X: 612606.13 м, Max Y: 849008.49 м, Max Z: 1714.02 м

Длина ребра треугольника: 100 м

Контур: 3dbn_MOD

Разломы

Активность	Название	Разлом	Номер линии	Радиус поиска контакта [м]
<input checked="" type="checkbox"/>	Talax_Fault_in_3D_BND-1	Talax_Fault_in_3D_BN...	1	50.00
<input checked="" type="checkbox"/>	Talax_Fault_in_3D_BND-2	Talax_Fault_in_3D_BN...	2	50.00
<input checked="" type="checkbox"/>	Talax_Fault_in_3D_BND-3	Talax_Fault_in_3D_BN...	3	50.00
<input checked="" type="checkbox"/>	Talax_Fault_in_3D_BND-4	Talax_Fault_in_3D_BN...	4	50.00

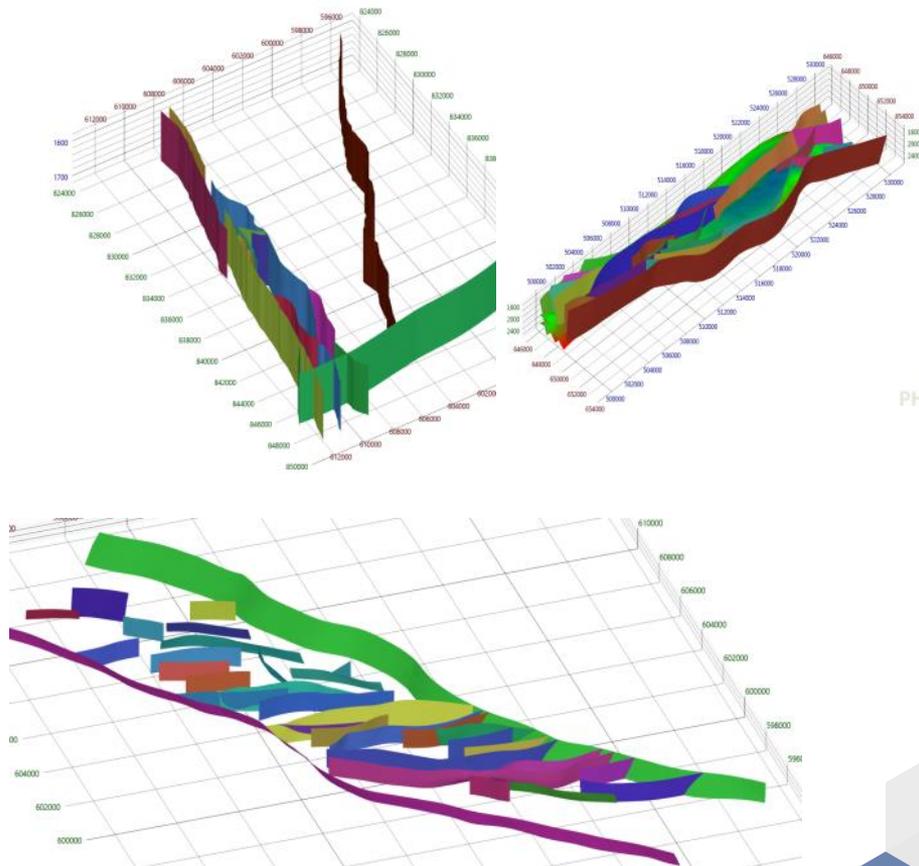
Отношения разломов

Активность	Тип контакта	Разлом	Направление разлома	Ограничивающий разлом	Сторона ограничивающего разлома
<input checked="" type="checkbox"/>	Примыкание	Talax_Fault_in_3D_...	Западное	Talax_Fault_in_3D_BND-14	Восточная
<input checked="" type="checkbox"/>	Примыкание	Talax_Fault_in_3D_...	Южное	Talax_Fault_in_3D_BND-14	Западная
<input type="checkbox"/>	Примыкание	Talax_Fault_in_3D_...	Южное	Talax_Fault_in_3D_BND-11	Восточная
<input checked="" type="checkbox"/>	Пересечение	Talax_Fault_in_3D_...	Выберите	Talax_Fault_in_3D_BND-8	Выберите
<input checked="" type="checkbox"/>	Пересечение	Talax_Fault_in_3D_...	Выберите	Talax_Fault_in_3D_BND-14	Выберите

Количество потоков: 8

Результат: Тектонический 2D каркас

Рассчитать OK Закрыть



Создание структурной модели

- Построение структурной модели по стратиграфической модели
 - Построение поверхностей по маркерам, точкам, атрибутам, структурным картам
 - Учет толщин
 - Задание данных как soft data и hard data
 - Построение поверхностей с учетом трендов
 - Моделирование толщин с учетом трендов
- Возможность построения структурной модели с ограниченным набором разломов
 - Задание синхронизации и десинхронизации амплитуд разломов на поверхностях
 - Задание амплитуд разломов
 - Задание буферных зон для разломов

Создать структурную 2D модель

Название операции: Создать структурную 2D модель-3

Стратиграфическая модель: Стратиграфическая модель-1

Тектонический каркас: Тектонический 2D каркас

Поверхности | Разломы | Условия на амплитуды разломов

Выбранные горизонты/зоны

Неопределенная зона

- Кровля ТЛ
- Глина в кровле
- Кровля колл ТЛ
- Тл
- Подошва колл ТЛ
- Глина в подошве
- Подошва ТЛ
- Неопределенная зона

Поверхность Кровля ТЛ

Удалить Найти в дереве Konst. тренд

Объект	Атрибуты	Тип данных	Вес	Учет буферной зоны
Кровля ТЛ		soft data	1	<input checked="" type="checkbox"/>
Талыхский_К...		hard data	-	<input type="checkbox"/>

Параметры структурной модели

Радиус буферной зоны: 25 м

Количество потоков: 1

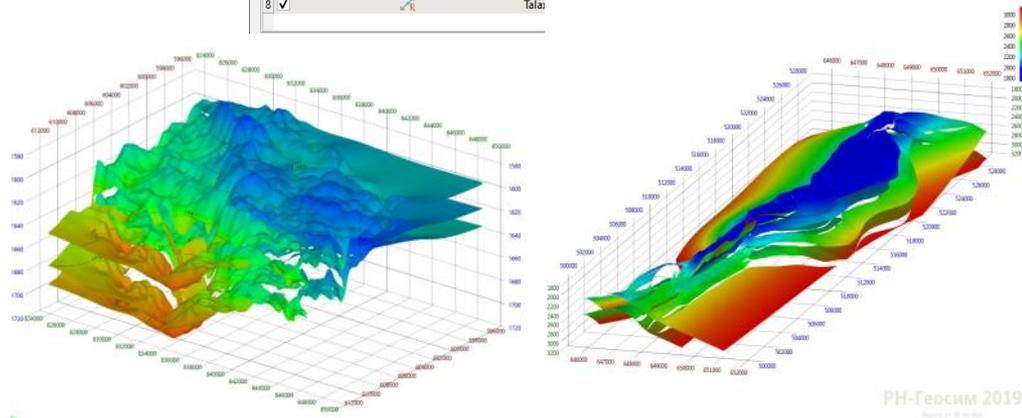
Результат: Структурная 2D модель

Рассчитать OK Закрыть

Цвет	Объект	Тип
	Кровля ТЛ	Изохронная
	Глина в кровле	Согласное залегание
	Кровля колл ТЛ	Изохронная
	Тл	Согласное залегание
	Подошва колл ТЛ	Изохронная
	Глина в подошве	Согласное залегание
	Подошва ТЛ	Изохронная

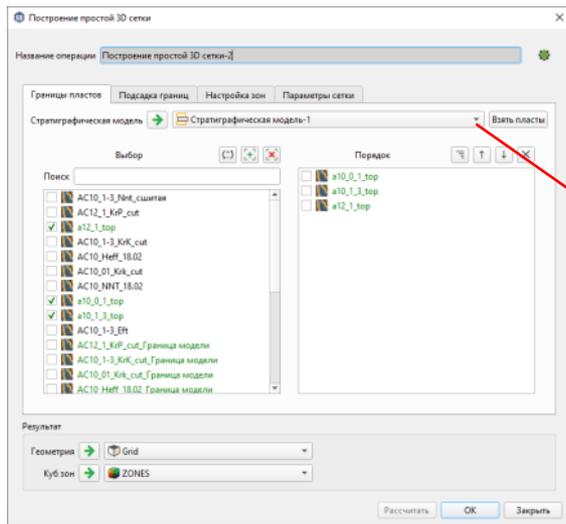
Поверхности | Разломы | Условия на амплитуды разломов

Активность	Операция	Разломы	Поверхности	Значение [м]	Направление
1 <input checked="" type="checkbox"/>		Все	Все		
2 <input checked="" type="checkbox"/>		Talax_Fault_in_3D_BN...	Кровля ТЛ	10.00	Северное
3 <input checked="" type="checkbox"/>		Talax_Fault_in_3D_BN...	Кровля колл ТЛ	15.00	Восточное
4 <input checked="" type="checkbox"/>		Talax_Fault_in_3D_BN...	Подошва колл ТЛ	18.00	Южное
5 <input checked="" type="checkbox"/>		Talax_Fault_in_3D_BN...	Кровля ТЛ	50.00	Обе стороны
6 <input checked="" type="checkbox"/>		Talax_Fault_in_3D_BN...	Кровля колл ТЛ	50.00	Обе стороны
7 <input checked="" type="checkbox"/>		Talax_Fault_in_3D_BN...	Подошва колл ТЛ	75.00	Обе стороны
8 <input checked="" type="checkbox"/>		Talax...			



Построение простой и структурной 3D сетки

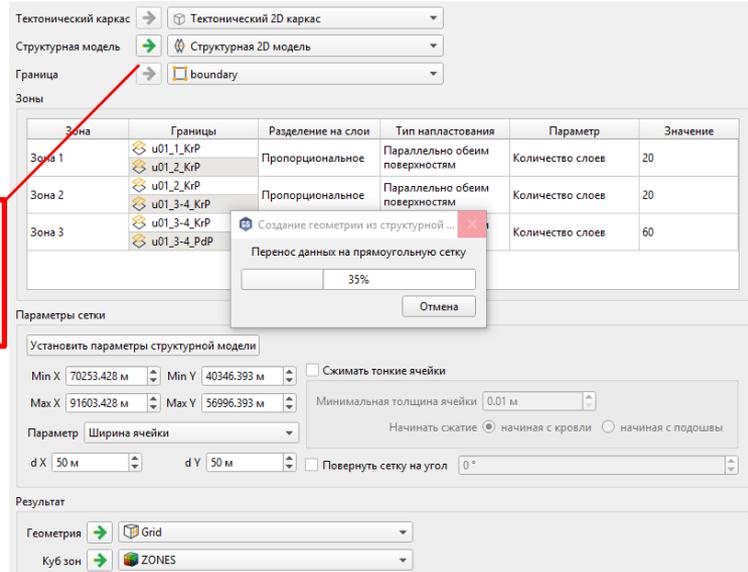
Построение простой сетки:



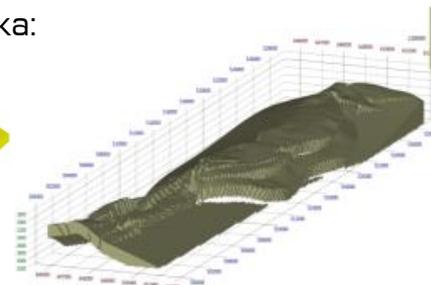
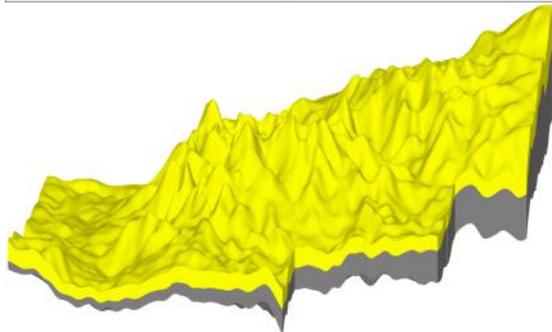
Стратиграфическая модель:

Цвет	Объект	Тип
	a10_0_1_top	Изохронная
	ас_0_1	Согласное залегание
	a10_1_3_top	Изохронная
	ас_1_3	Согласное залегание
	a12_1_top	Изохронная

Построение сетки из структурной модели:

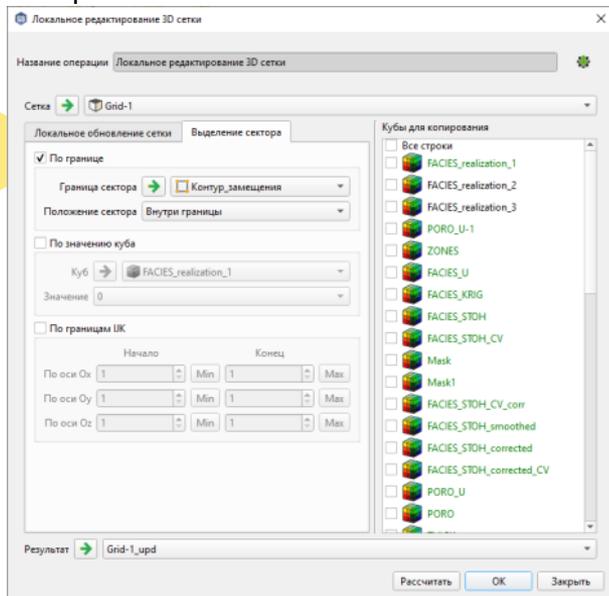


Структурная 3D сетка:



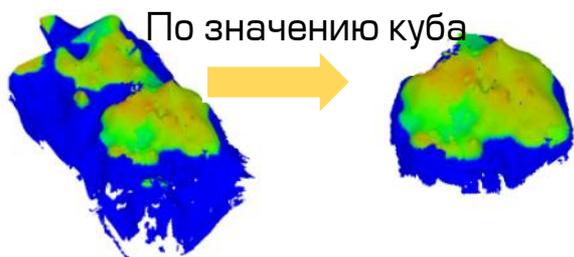
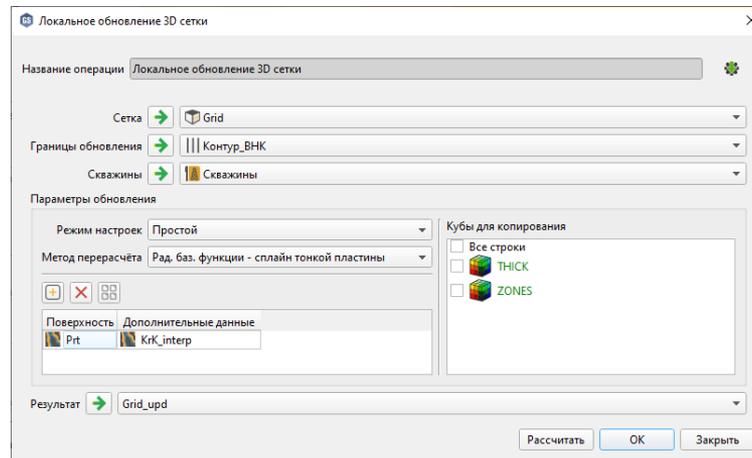
Локальное обновление и вырезание 3D сетки

Вырезание сетки:



- По границе контура или полигона
- По значению куба
- По Границам I/J/K

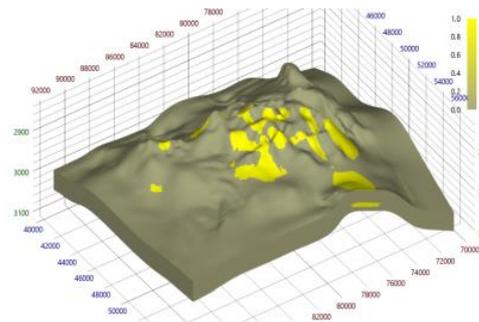
Локальное обновление сетки:



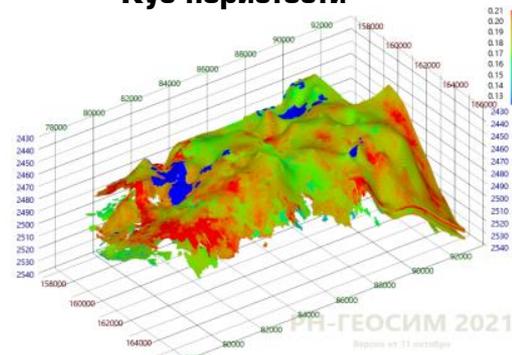
Моделирование свойств (фациальное и петрофизическое)



Куб литологии

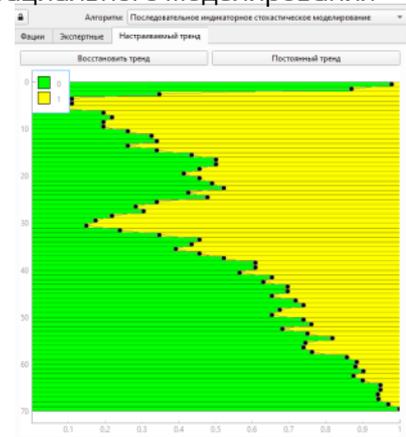


Куб пористости

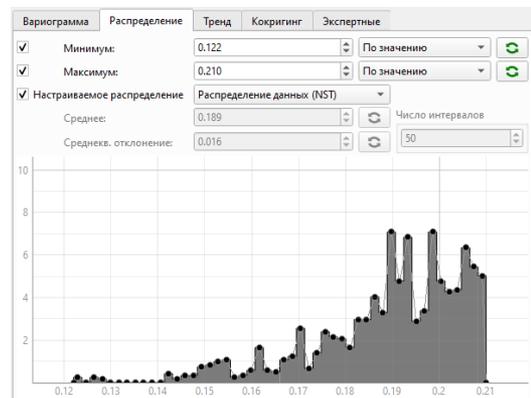


- Алгоритмы пространственной интерполяции:
 - кригинг:
 - простой кригинг
 - обычный кригинг
 - кокригинг
 - индикаторный кригинг
 - последовательное гауссово стохастическое моделирование
 - усеченное гауссово стохастическое моделирование
 - последовательное индикаторное моделирование
 - truncated gaussian simulation
 - алгоритмы с использованием спектрального моделирования случайных полей
 - с возможностями задания фильтров, трендов и фаций, параметризации границ и статистических параметров моделируемых величин.
- Локальное обновление кубов(по радиусу ячеек, внутри полигона, куба региона)
- Сглаживание кубов
- Объектное моделирование и многоточечная статистика (прототип, в стадии реализации)

Настраиваемый ГСР для фацеального моделирования

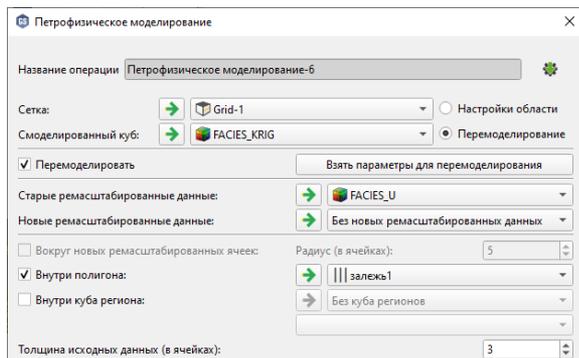


Интерактивный подбор распределения для петрофизического моделирования



Локальное обновление кубов и сглаживание

Локальное обновление кубов

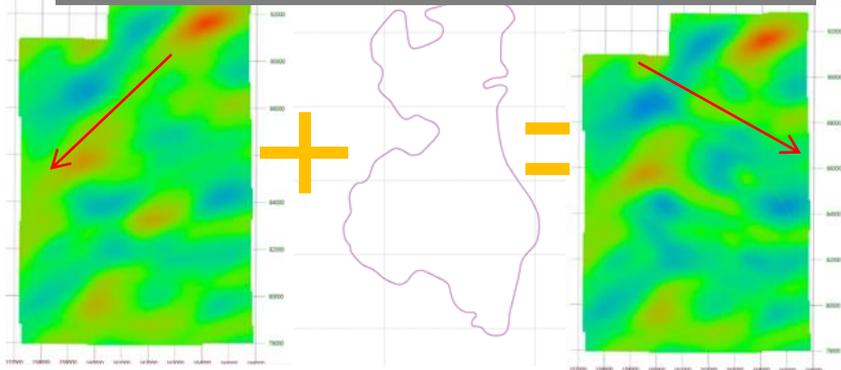


- Для дискретных и непрерывных кубов;
- С сохранением исходных данных.

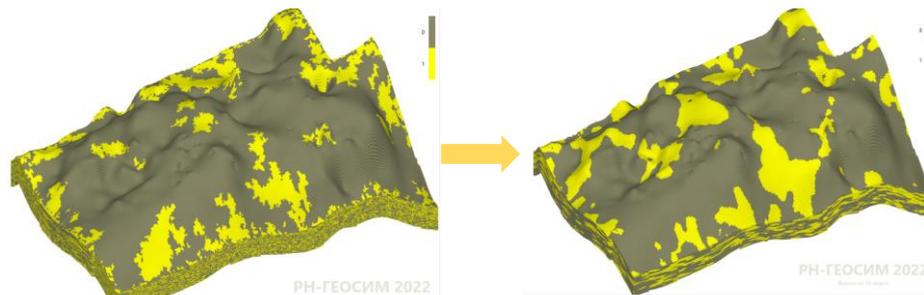
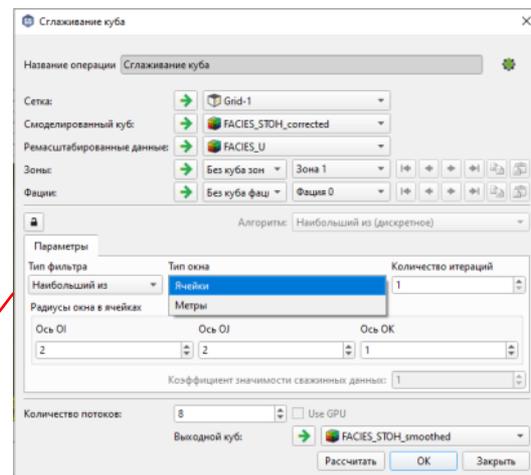
- Внутри полигона/куба региона;
- На новых апскейлах.

- Радиус сглаживания в ячейках/метрах;
- Несколькими итерациями.

Локальное обновление куба внутри полигона с поворотом анизотропии на 60 градусов против часовой стрелки:

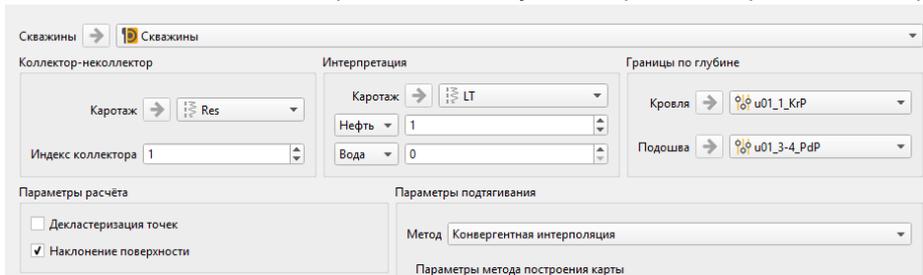


Сглаживание кубов



Построение карты ВНК геометрическое моделирование

Собственный автоматизированный модуль построения карты ВНК по кривым ГИС/РИГИС:



Скважины → Скважины

Коллектор-неколлектор

Картаж → Res

Интерпретация

Картаж → LT

Нефть → 1

Вода → 0

Границы по глубине

Кровля → u01_1_KrP

Подшва → u01_3-4_PdP

Параметры расчёта

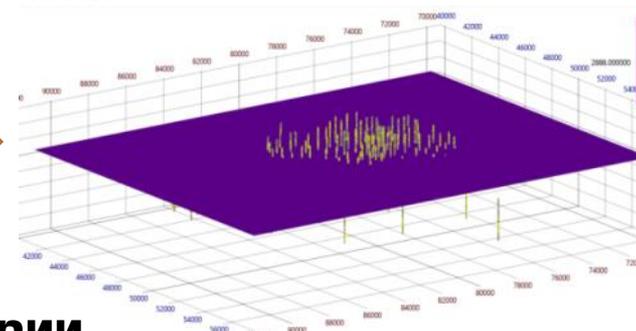
Декластеризация точек

Наклонение поверхности

Параметры подтягивания

Метод → Конвергентная интерполяция

Параметры метода построения карты

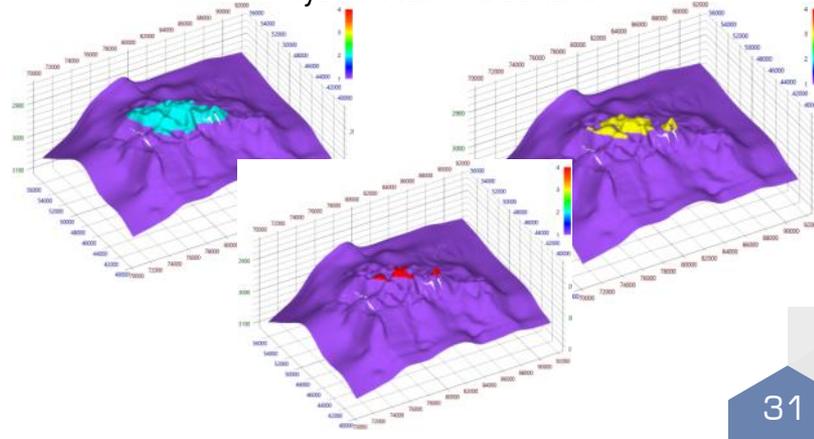
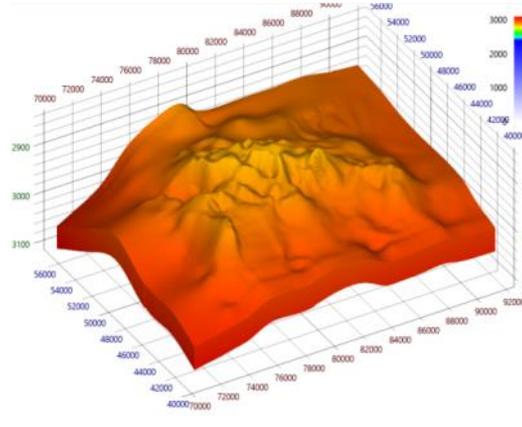
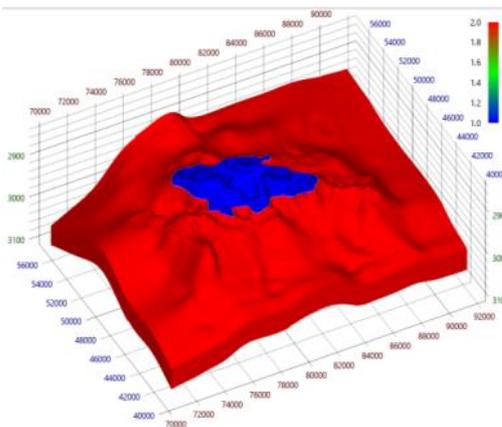


Создание кубов геометрии

Куб EQLNUM

Куб высот ячеек

Куб FIPNUM по зонам:



Насыщение модели

Модуль позволяет пользователю подобрать:

- уровень свободной воды
- функцию зависимости водонасыщенности от J-функции

Учет регионов EQLNUM – есть возможность выбрать уровень свободной воды и функцию зависимости для каждого региона.

Настройки насыщения

Название операции: Настройки насыщения

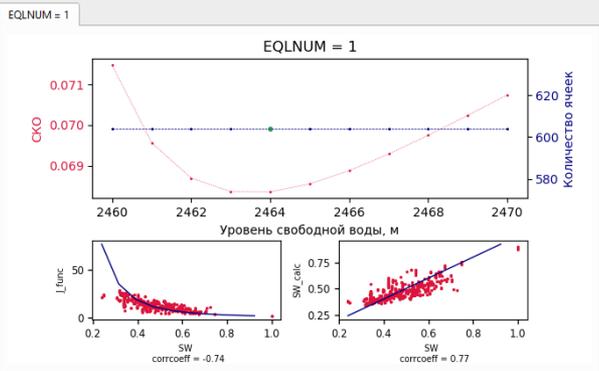
Входные данные

Сейство	Значение
Сетка	Grid-1
Куб начального насыщения	Kws_U
Куб пористости	PORO_U
Куб проницаемости	PERMX
Куб типов коллектора	Не использовать
Куб регионов EQLNUM	Не использовать
Диапазон поиска уровня свободной воды (диапазон FWL)	
Диапазон вверх, м	0
Начало диапазона поиска, м	2460
Диапазон вниз, м	10
<input type="checkbox"/> Указать функцию зависимости $Sw=f(J)$	Функция не выбрана
Указать коэффициенты функции зависимости $Sw=A^J \cdot B$	
Коэффициент A (куб)	Использовать постоянное значение
Коэффициент A (постоянное значение)	0.024
Коэффициент B (куб)	Использовать постоянное значение
Коэффициент B (постоянное значение)	4.446
Переводной коэффициент для J-функции	1
Плотность нефти в пластовых условиях (кг/м³)	837
Плотность воды в пластовых условиях (кг/м³)	992
Сила натяжения (н/м)	0.02
Угол смачивания	0
Верхнее значение насыщения	1

Отрисовать графики

Графики

EQLNUM = 1



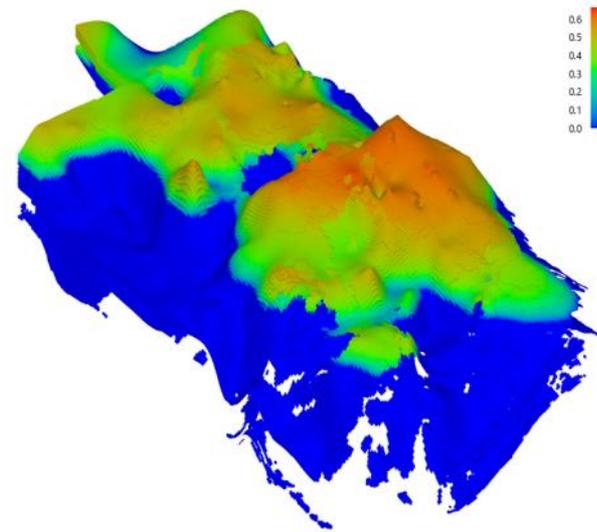
Выходные данные

Куб FWL: FWL

Функция $S=f(J)$: Function $S=f(J)$

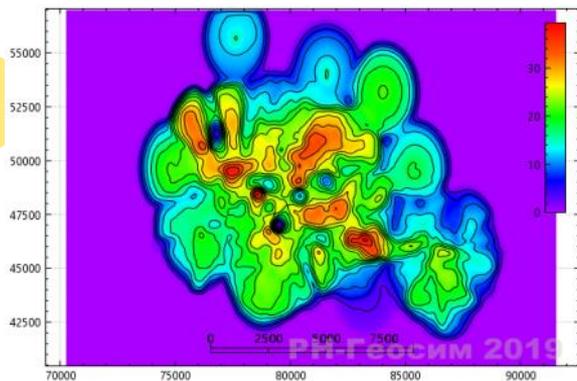
Функции для других регионов (типов коллектора) будут сохранены под соответствующим именами

Рассчитать OK Закрыть

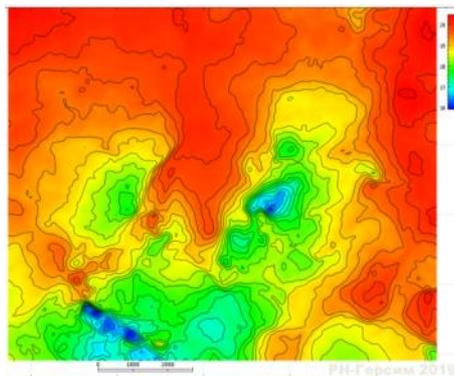


Построение аналитических карт

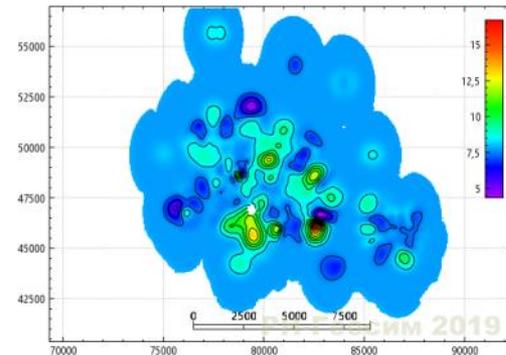
Карта эффективных толщин пласта



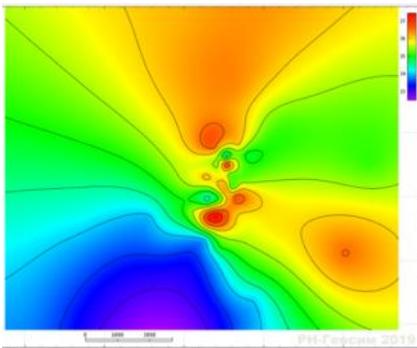
Карта средней пористости



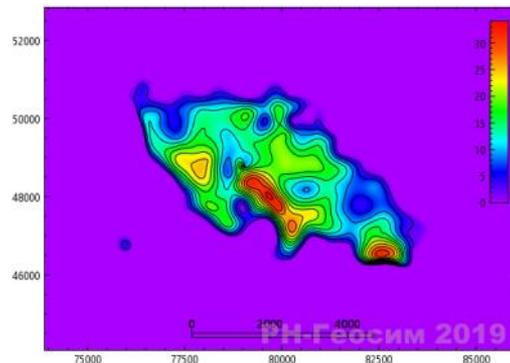
Карта средней проницаемости



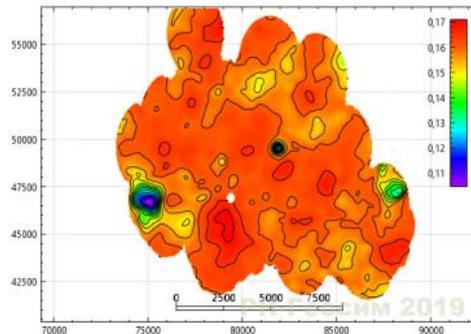
Карта средней толщины продуктивного коллектора



Карта нефтенасыщенных толщин пласта



Карта средней пористости



Подбор куба литологии под карту эффективных толщин

Модуль позволяет построить такой куб литологии, карта эффективных толщин с которого максимально соответствовала бы карте, построенной по скважинам с учетом априорной информации.

Подбор куба литологии под карту эффективных толщин

Название операции: Подбор куба литологии под карту эффективных толщин

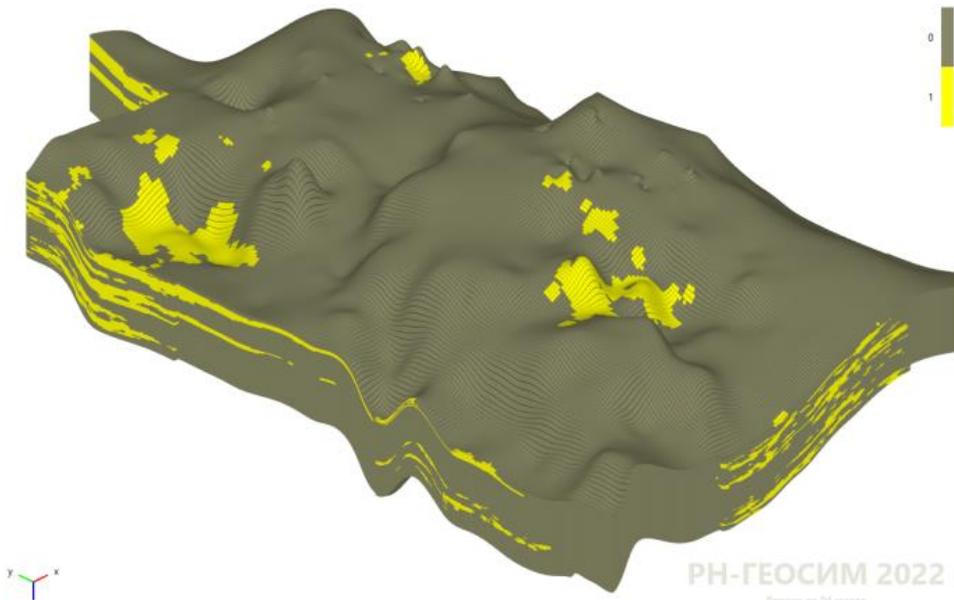
Входные параметры:

- Сетка: Grid-1
- Куб песчаности: NTG
- Куб коллектора: FACIES_realization_1

Карта	Минимальный K в кубе песчаности	Максимальный K в кубе песчаности
1 Eff_thickness-1	0	69

Выходной куб: Lito cube from NTG

Рассчитать OK Закрыть



Подсчет запасов 2D (по картам) и 3D (по кубам)

2D

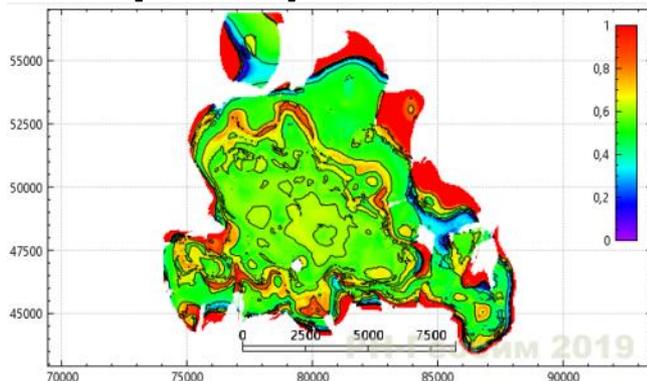
Таблица запасов

Общие результаты

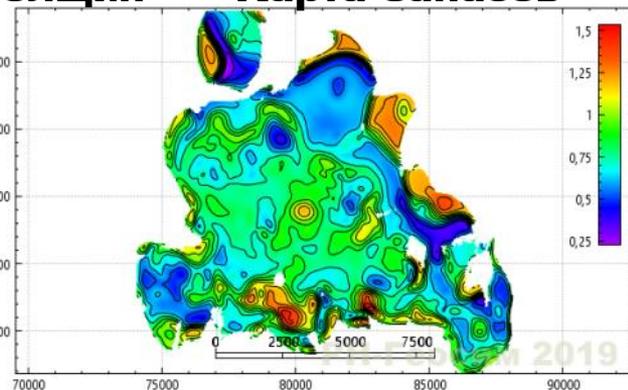
	Volume [*10 ³ , м ³]
Voil	34

[Сохранить](#)

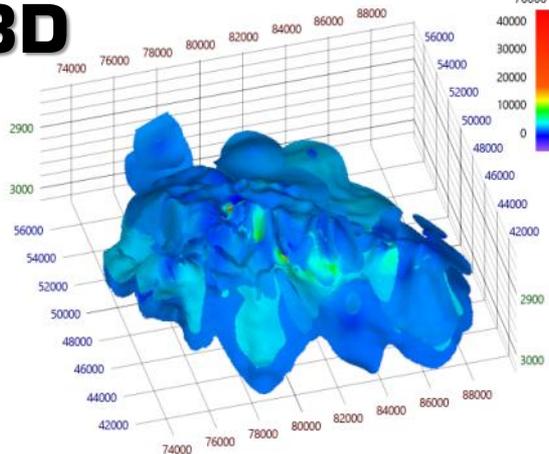
Карта нефтенасыщенных толщин



Карта запасов



3D



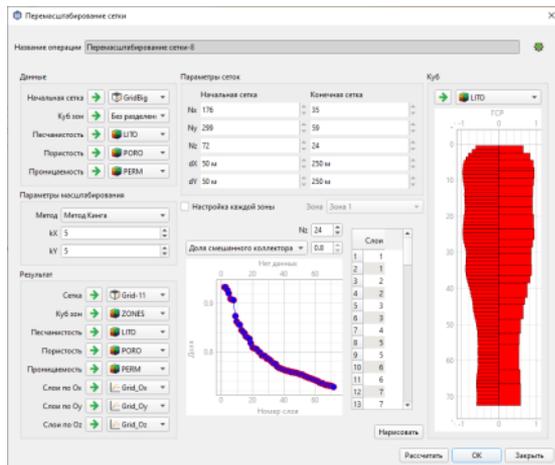
Общие результаты

	Net volume [*10 ³ , м ³]	Poro volume [*10 ³ , м ³]	HCPV oil [*10 ³ , м ³]	STOIP [*10 ³ , м ³]	STOIP (mass) [тыс. тон]
Total result	17666503	2783865	21368287	106841433	85473146
Zones					
Zone 1	3497113	550500	4219406	21097028	16877623
Zone 2	6000631	938269	7053359	35266797	28213438
Zone 3	8168760	1295096	10095521	50477607	40382086
FIPNUM					
FIPNUM = 1	17145953	2703515	20857799	104288994	83431196
FIPNUM = 2	259238	40211	288220	1441101	1152881
FIPNUM = 3	229163	34994	187273	936367	749094
FIPNUM = 4	32149	5146	34994	174970	139976
FACIES					
FACIES = 0	14895463	2341352	17820642	89103211	71282569
FACIES = 1	2771041	442513	3547644	17738220	14190577

Детальные результаты

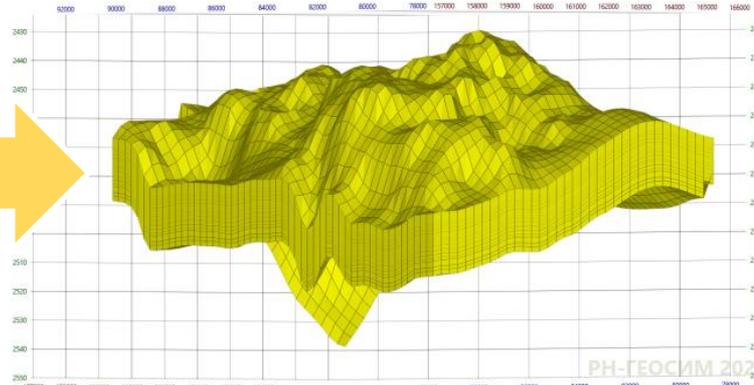
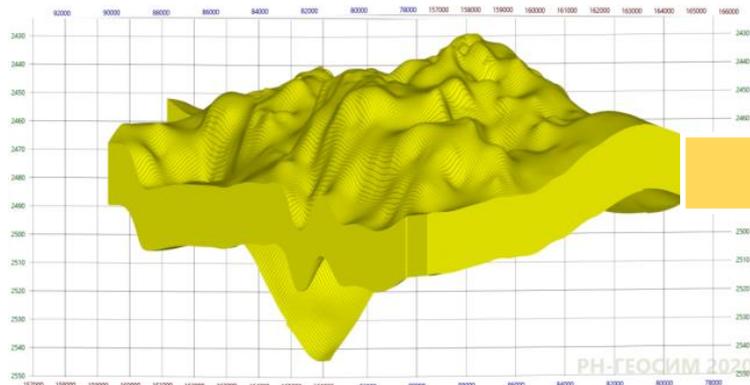
Zones	FIPNUM	Facies	Net volume [*10 ³ , м ³]	Poro volume [*10 ³ , м ³]	HCPV oil [*10 ³ , м ³]	STOIP [*10 ³ , м ³]	STOIP (mass) [тыс. тон]
Total result							
Zone 1	FIPNUM = 1	Facies = 0	3023338	476546	3664419	18322097	14657678
Zone 1	FIPNUM = 1	Facies = 1	214536	33743	266766	1333830	1067064
Zone 1	FIPNUM = 2	Facies = 0	140112	21159	138618	693088	554470
Zone 1	FIPNUM = 2	Facies = 1	119127	19052	149603	748013	598410
Zone 2	FIPNUM = 1	Facies = 0	5404963	845578	6422857	32114284	25691427
Zone 2	FIPNUM = 1	Facies = 1	366504	57698	443229	2216146	1772917
Zone 2	FIPNUM = 3	Facies = 0	170250	25927	136462	682311	545849
Zone 2	FIPNUM = 3	Facies = 1	58913	9067	50811	254056	203244
Zone 3	FIPNUM = 1	Facies = 0	6148382	970832	7452540	37262700	29810160
Zone 3	FIPNUM = 1	Facies = 1	1988230	319117	2607987	13039937	10431949
Zone 3	FIPNUM = 4	Facies = 0	8418	1310	5746	28731	22985
Zone 3	FIPNUM = 4	Facies = 1	23731	3836	29248	146239	116991

Ремасштабирование (апскейлинг) геологических моделей



Возможности:

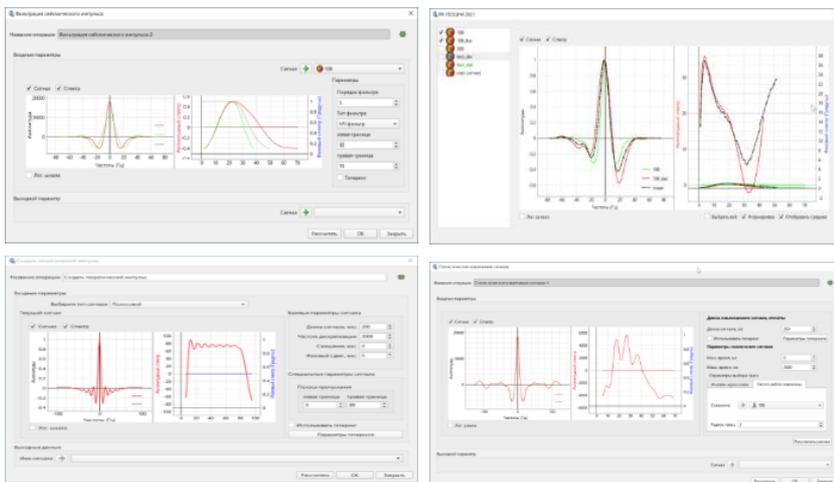
- Укрупнение сетки по площади
- Укрупнение сетки по вертикали:
 - методом Кинга
 - обобщённым методом Кинга
 - методом наименьшей внутренней вариации
- Перенос кубов свойств (песчанистость, пористость, проницаемость) в гидродинамическую сетку
- Сохранение соответствия между ячейками геологической и гидродинамической сеток



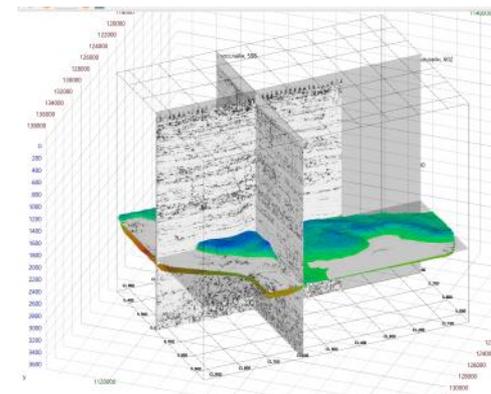
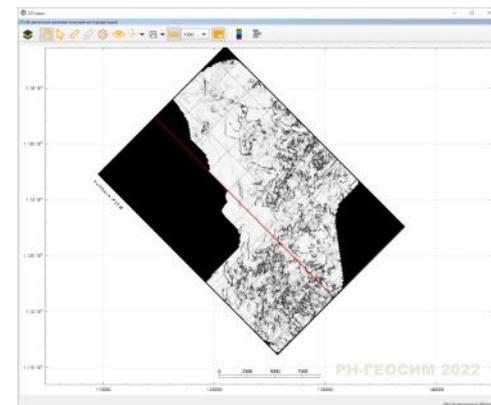
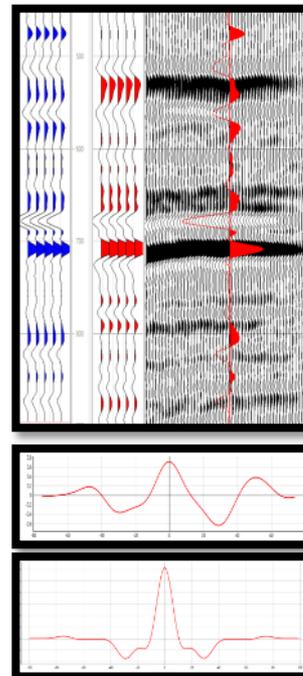
Кинематическая сейсмическая интерпретация

Совместная визуализация 3D и 2D проекции

- Импорт и экспорт данных CPP
- Визуализация 2D проекции на плоскость OXY и 3D
- Подбор импульса и скоростного закона
- Ручное и автоматическое пикирование горизонтов
- Ручная трассировка разломов
- Преобразование «время–глубина»

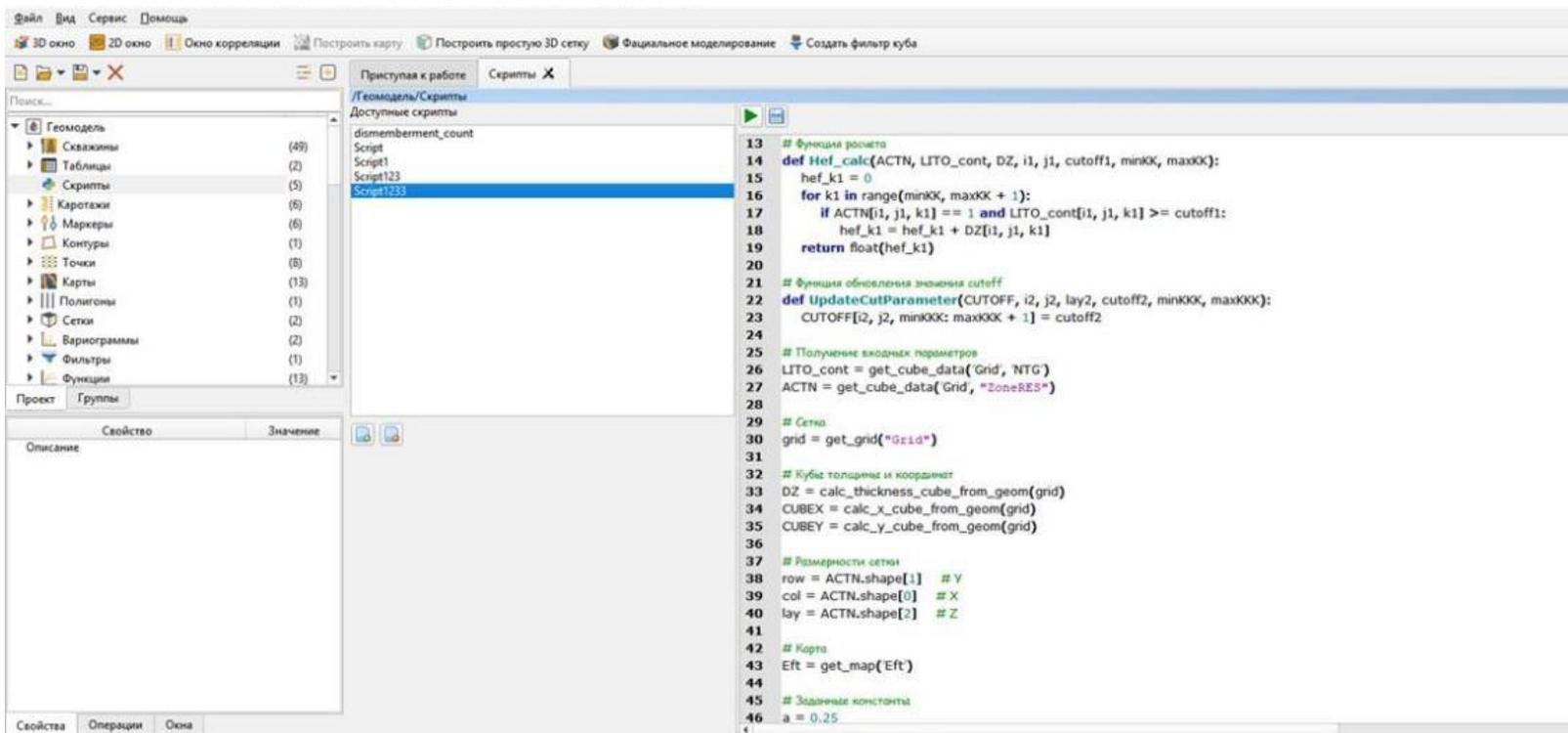


Модули работы с сейсмическими импульсами



Скрипты в РН-ГЕОСИМ

Скрипты представляют собой библиотеку доступа к данным РН-ГЕОСИМ, реализованную на языке Python, и среду, позволяющую запускать программы на языке Python, как компоненты РН-ГЕОСИМ.



```
13 # Функция расчета
14 def hef_calc(ACTN, LITO_cont, DZ, i1, j1, cutoff1, minKK, maxKK):
15     hef_k1 = 0
16     for k1 in range(minKK, maxKK + 1):
17         if ACTN[i1, j1, k1] == 1 and LITO_cont[i1, j1, k1] >= cutoff1:
18             hef_k1 = hef_k1 + DZ[i1, j1, k1]
19     return float(hef_k1)
20
21 # Функция обновления значения cutoff
22 def UpdateCutParameter(CUTOFF, i2, j2, lay2, cutoff2, minKKK, maxKKK):
23     CUTOFF[i2, j2, minKKK: maxKKK + 1] = cutoff2
24
25 # Получение входных параметров
26 LITO_cont = get_cube_data( Grid, NTG )
27 ACTN = get_cube_data( Grid, "ZoneRES" )
28
29 # Сетка
30 grid = get_grid("Gz1d")
31
32 # Кубы толщины и координат
33 DZ = calc_thickness_cube_from_geom(grid)
34 CUBEX = calc_x_cube_from_geom(grid)
35 CUBEY = calc_y_cube_from_geom(grid)
36
37 # Размеры сетки
38 row = ACTN.shape[1] # Y
39 col = ACTN.shape[0] # X
40 lay = ACTN.shape[2] # Z
41
42 # Карта
43 Eft = get_map('Eft')
44
45 # Задание константы
46 a = 0,25
```



По вопросам тестирования и приобретения

e-mail: commersoft@bnipi.rosneft.ru



<https://rn.digital/rngeosim>

Правообладатель: [ПАО «НК «Роснефть»](#)
Разработчик: ООО «РН-БашНИПинефть»
soft@bnipi.rosneft.ru