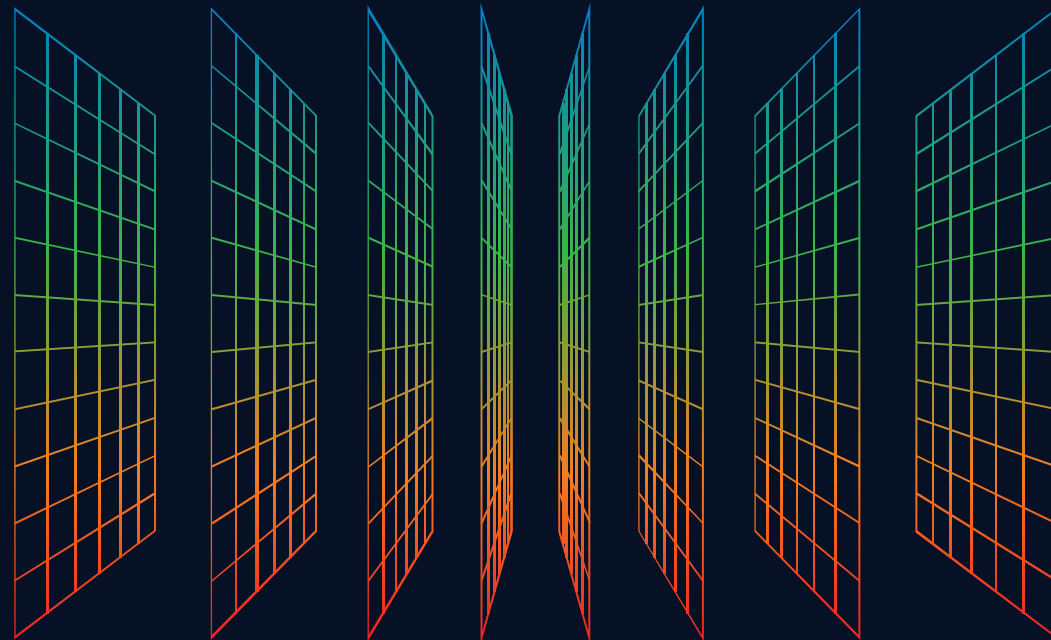
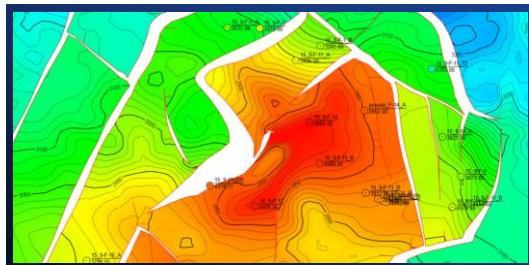


Общий обзор модулей ТНавигатор

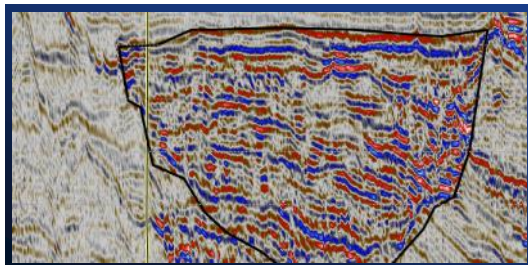


ИРМ

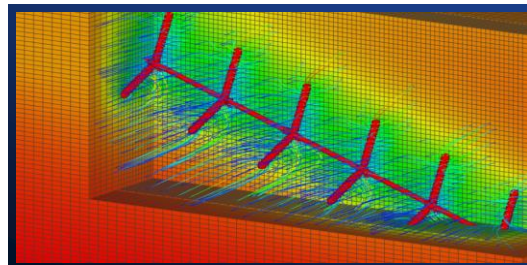
Геологическое моделирование



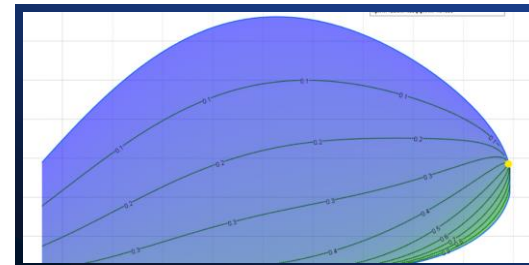
Интерпретация сейсмики



Гидродинамическое моделирование



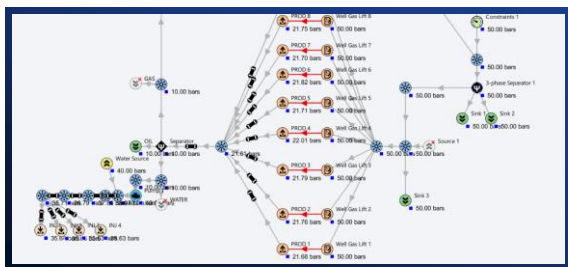
Моделирование PVT



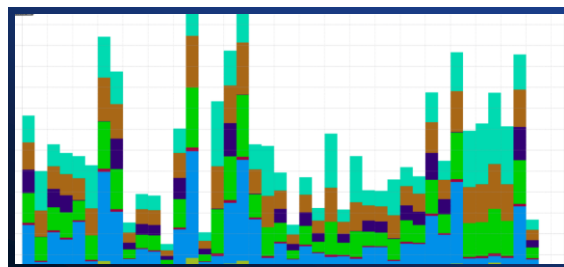
ТНАВИГАТОР

Полный цикл в одном приложении:

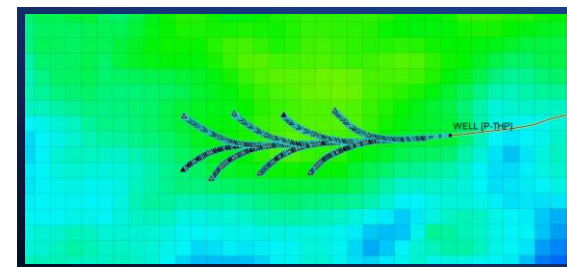
от интерпретации сейсмики до поверхностной сети сбора



Поверхностные сети



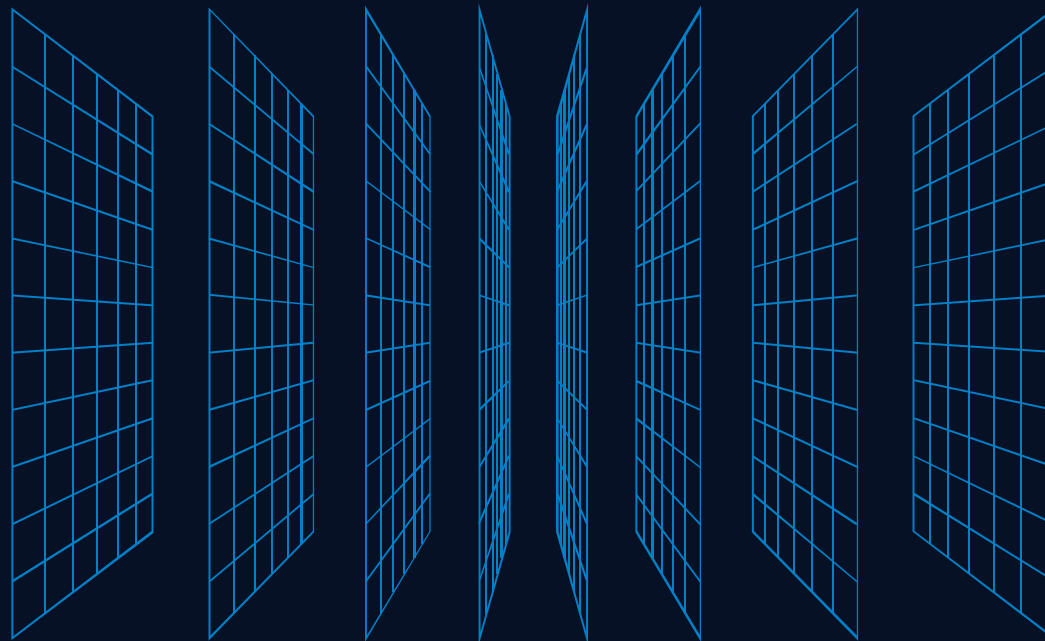
Оценка неопределённостей



Моделирование скважин



ТНАВИГАТОР



Модули тНавигатор



ТНавигатор — это интегрированное решение для инженеров и геологов



Единый **графический интерфейс** для мониторинга расчёта модели и постпроцессинга анализа результатов

Функциональность (включена в одну лицензию):

Открытие любого количества data-файлов моделей:

- расчет и визуализация данных инициализации;
- визуализация добычи/закачки;
- визуализация бурения скважин;
- редактирование положения скважин и исторических данных.



Расчет

Расчет моделей черной нефти, композиционных, термических

Открытие любого числа рассчитанных результатов:

- визуализация рассчитанных свойств 2D/3D;
- визуализация линий тока;
- визуализация графиков добычи/закачки/ и т.д.



Результаты расчета

Просмотр результатов

Интеграция с очередью задач

- LSF, PBS Pro, SGE, Torque, Slurm, OpenLava.



Очередь задач

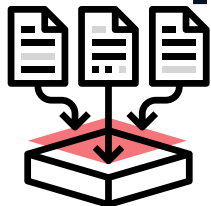
Управление очередью задач



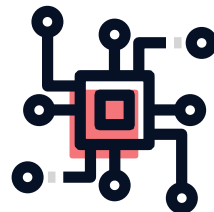
Доступ к кластеру

Доступ к кластеру

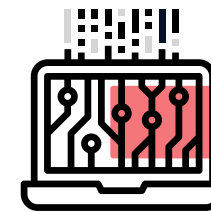
Расчет: **черная нефть** — моделирование фильтрации в пласте трёхфазной системы вода, нефть, газ



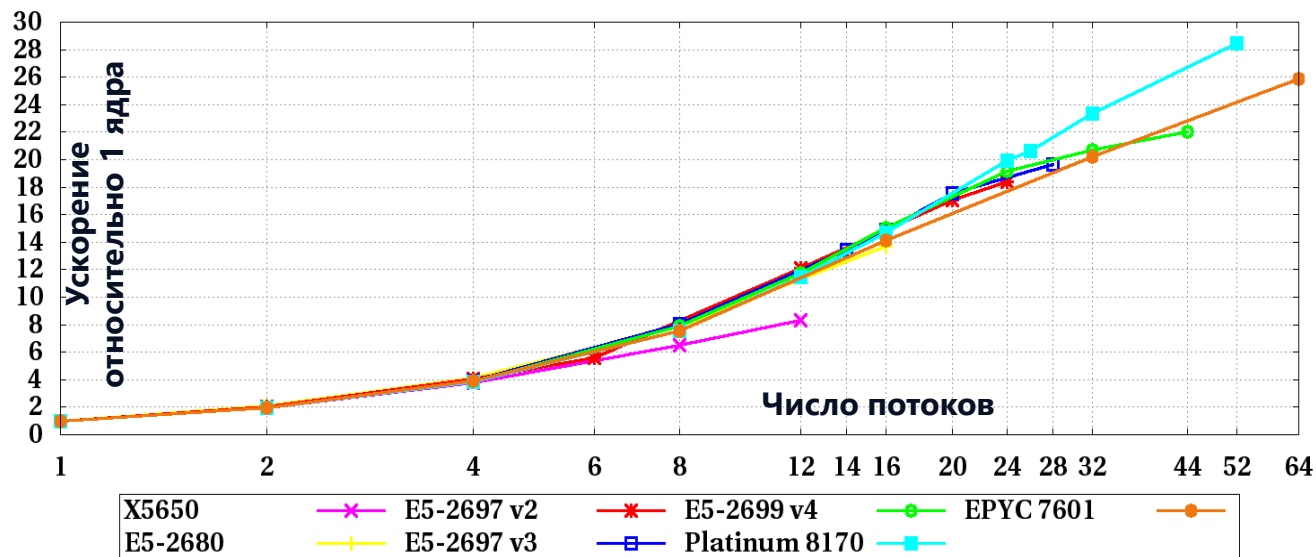
Стандартные форматы входных данных E1, IM, MO, NE, IN форматы



Расчет CPU+GPU



Интерактивный расчет с графическим интерфейсом, или консольная версия на рабочей станции или на кластере (автоматическое распараллеливание на все ядра и узлы кластера)



Расчет: **черная нефть** — моделирование фильтрации в пласте трёхфазной системы вода, нефть, газ

Поддержана вся стандартная функциональность в рамках 1 лицензии:

Геометрия угловой точки, неструктурированные сетки, локальные измельчения LGR и укрупнение сетки, NNC, разломы

Двойная пористость, двойная проницаемость

Трассерные исследования, оптимизация заводнения, аквиферы, моделирование вод различной солености

Закачка полимеров, щелочей, ПАВ, полимеры BrightWater. Гистерезис

Моделирование гидроразрыва пласта

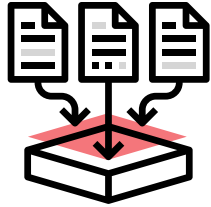
Мультисегментные скважины, групповое управление, VFP, поверхностная сеть

и другие опции...

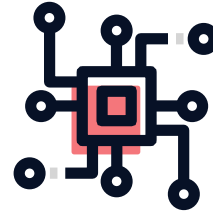
1024



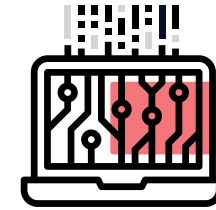
Расчет: **КОМПОЗИЦИОННАЯ МОДЕЛЬ** — моделирование фильтрации в пласте многокомпонентного состава



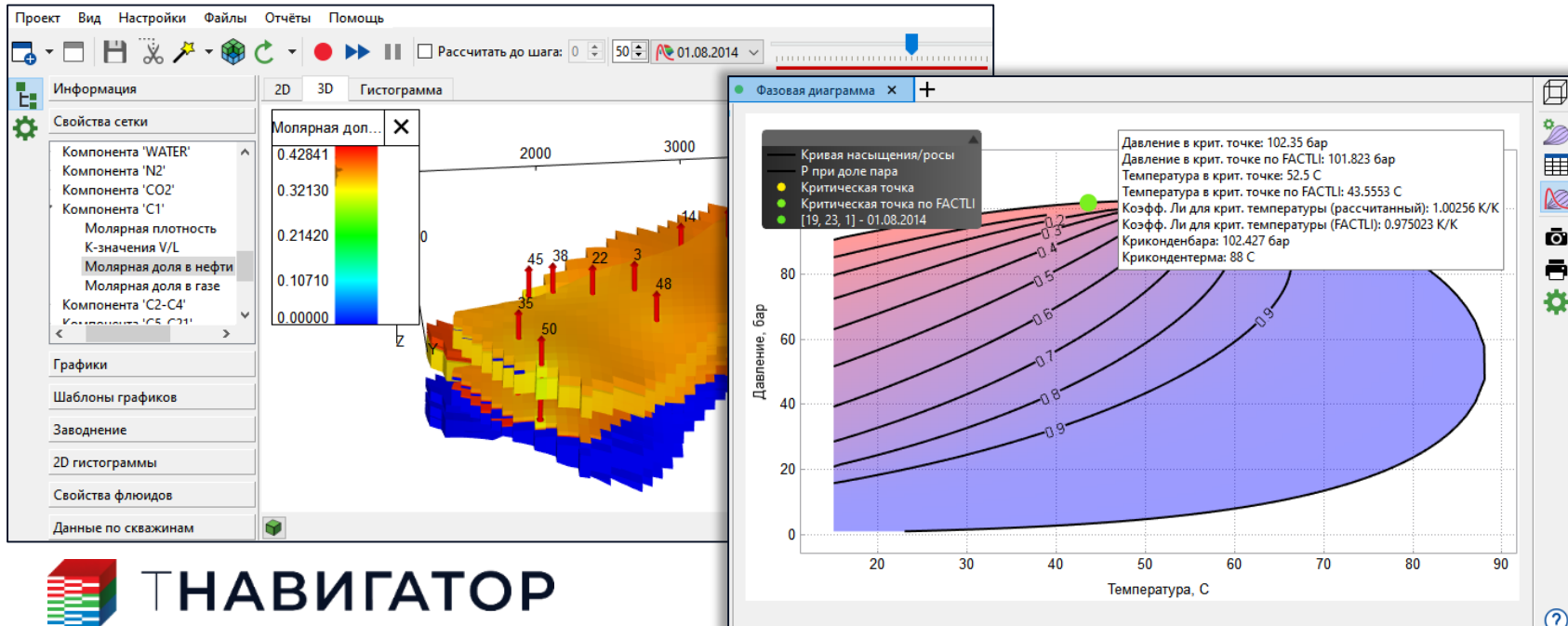
Стандартные форматы входных данных E3, GE, MO, NE, IN форматы



Расчет CPU+GPU



Интерактивный расчет с графическим интерфейсом, или консольная версия на рабочей станции или на кластере (автоматическое распараллеливание на все ядра и узлы кластера)



Расчет: **композиционная модель** — моделирование фильтрации в пласте многокомпонентного состава

Поддержана вся стандартная функциональность в рамках 1 лицензии:

Поддержаны следующие уравнения состояния:
Redlich-Kwong (RK),
Soave-Redlich-Kwong (SRK),
Peng-Robinson (PR)

Закачка CO₂.
Попеременная закачка
воды и газа

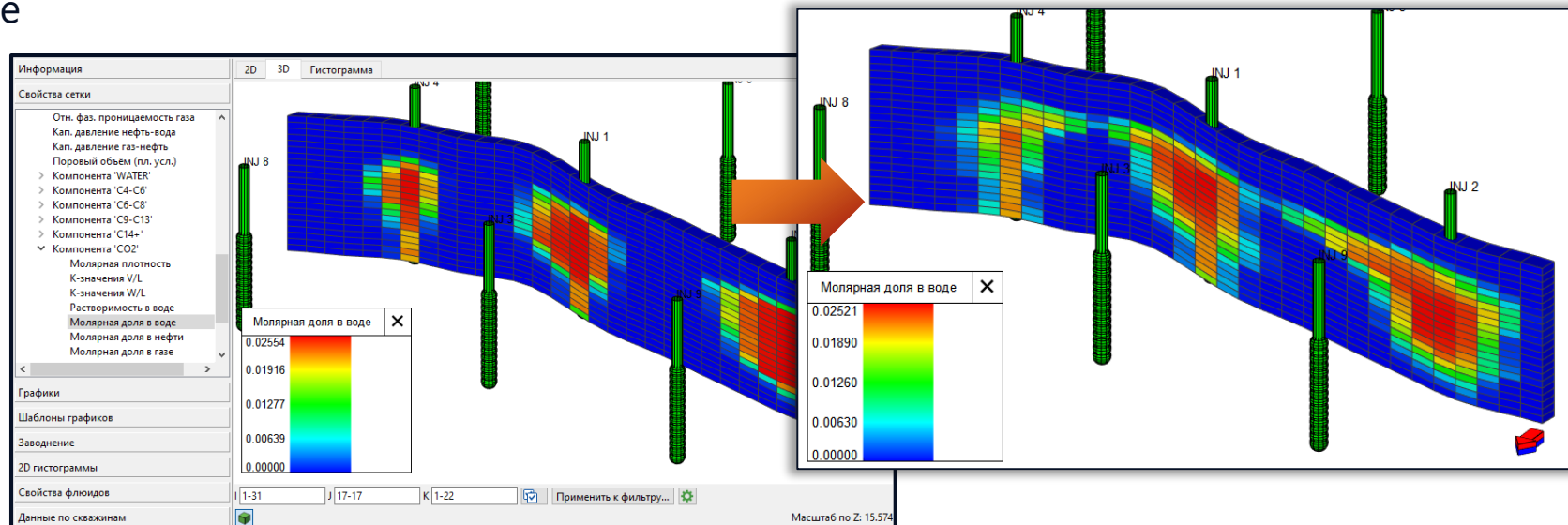
Модель метанугольного
пласта (CBM)

Молекулярная диффузия,
адсорбция, десорбция

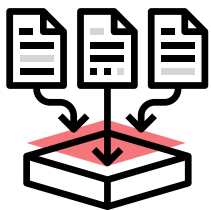
Относительные фазовые
проницаемости, зависящие
от скорости потока фаз

WAG гистерезис

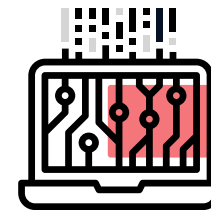
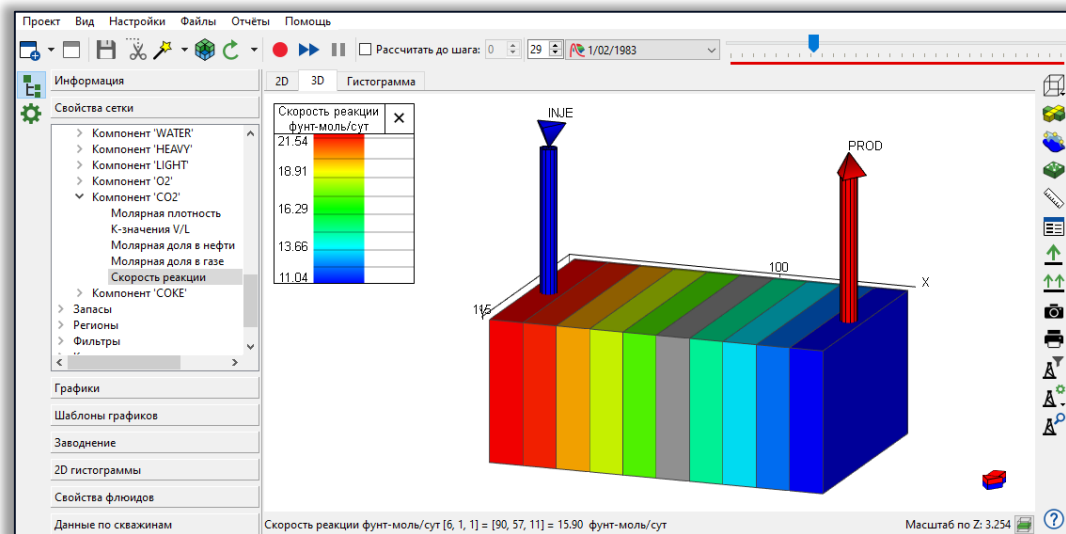
и другие опции...



Расчет: **термическая модель** — моделирование фильтрации в пласте многокомпонентного состава с учетом термических эффектов



Стандартные форматы входных данных E3,
ST, IN форматы



Интерактивный расчет с графическим интерфейсом, или консольная версия на рабочей станции или на кластере (автоматическое распараллеливание на все ядра и узлы кластера)



Расчет: **термическая модель** — моделирование фильтрации в пласте многокомпонентного состава с учетом термических эффектов

Поддержана вся стандартная функциональность в рамках 1 лицензии:

Рассматриваются четыре фазы: нефть (углеводородные компоненты), газ (углеводородные компоненты), вода, твердая фаза

Фазовые переходы: парообразование, конденсация, испарение, растворение, горение, моделирование химических реакций

Аналитическая модель теплообмена с окружающей средой

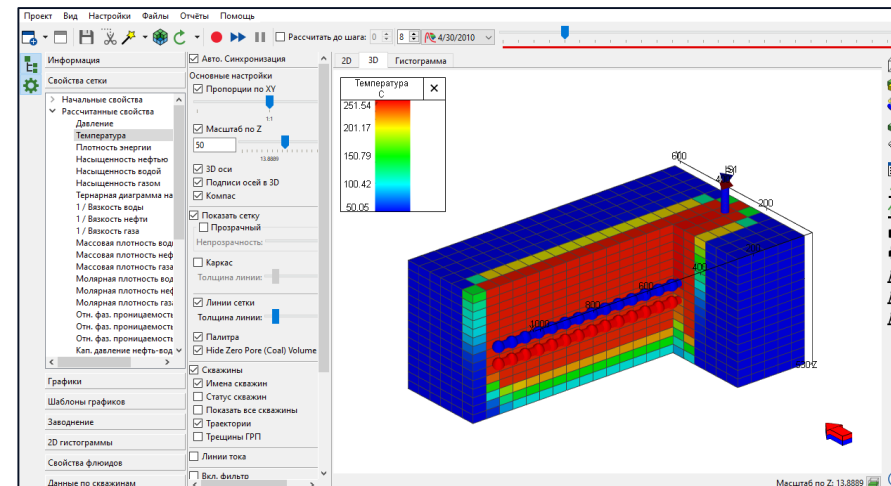
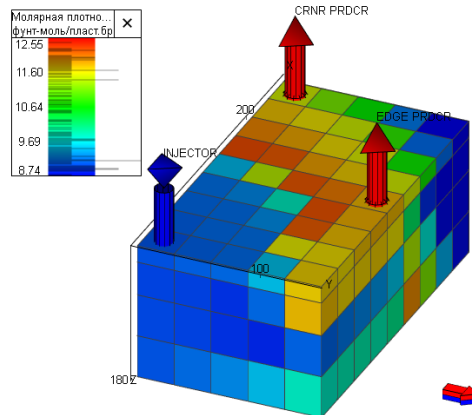
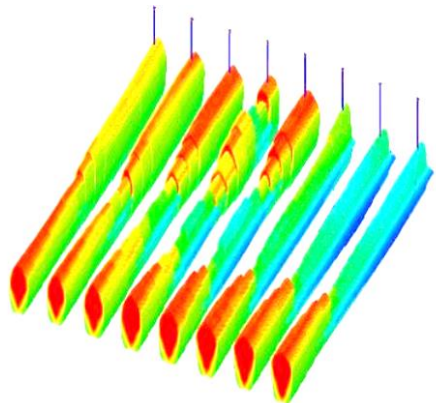
Нагреватели, термические аквиферы

Закачка пара, закачка смесей

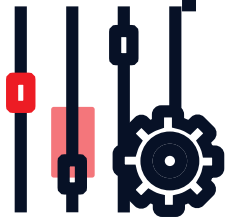
Двойная пористость и двойная проницаемость

Технология разработки тяжелой нефти (SAGD)

**и другие
опции...**



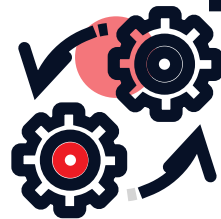
Адаптация и оптимизация: позволяет пользователю рассматривать любой параметр как переменную с диапазоном неопределенности или как арифметическое выражение



Задание переменных:

Сценарии графического интерфейса или ключевые слова

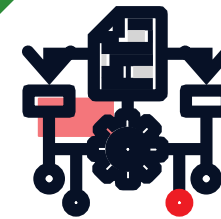
Учет RFT/MDT/PLT замеров, NPV оптимизация, скрипты Python



Интеграция:

С модулями Дизайнер Моделей, Дизайнер Геологии, PVT Дизайнер, расчетное ядро тНавигатор (гидродинамика)

Переменные в workflows

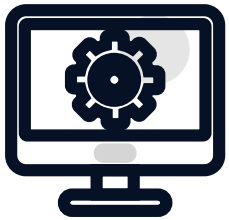


Алгоритмы:

Методы планирования эксперимента: Латинский гиперкуб, Перебор по сетке, Монте-Карло Торнадо, Плэкетт-Берман

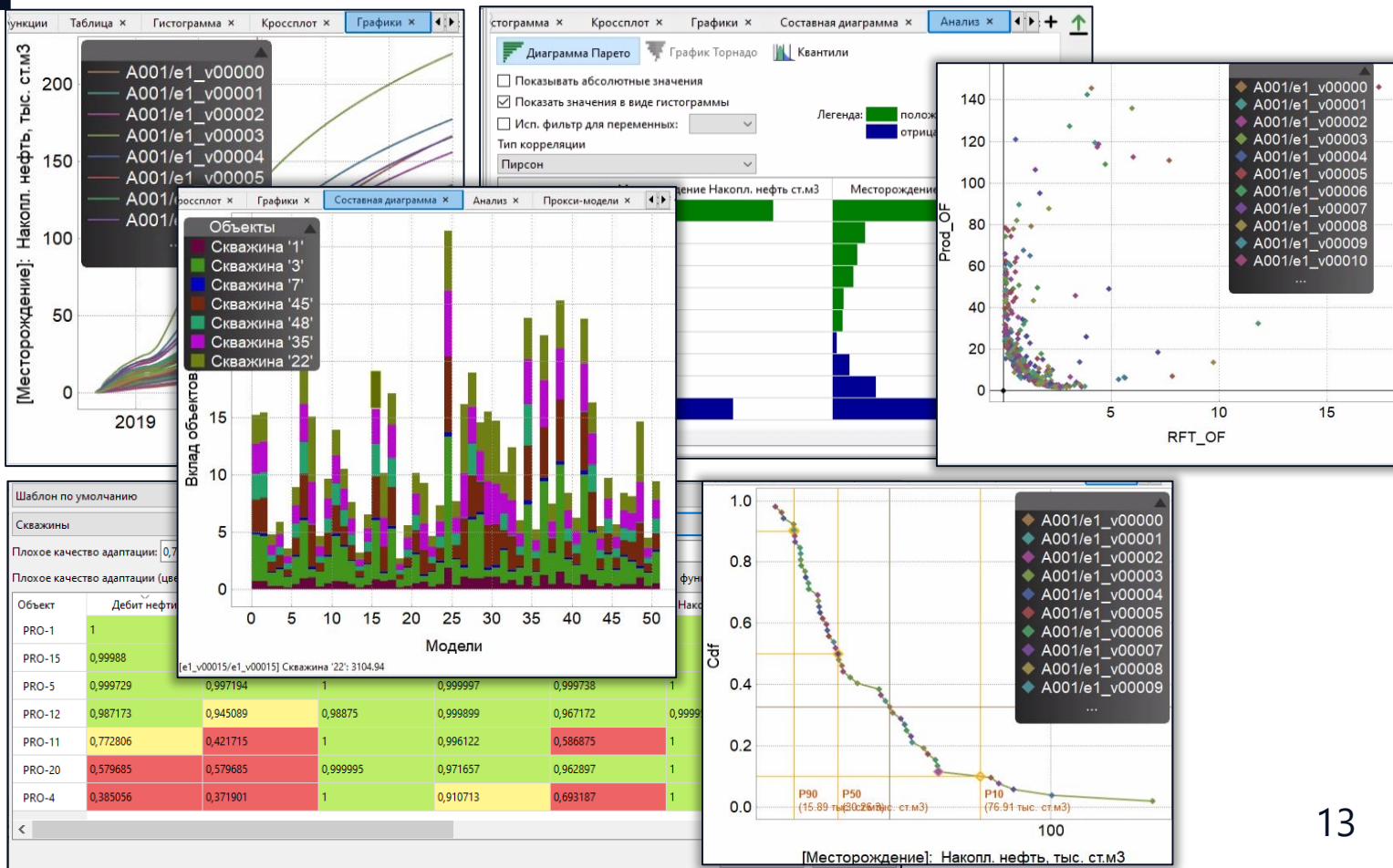
Оптимизационные алгоритмы: Дифференциальная эволюция, Метод роя частиц (PSO), Симплекс метод, Прокси модели, Искусственный интеллект, Метод сглаживания ансамбля, Нейронная сеть

Адаптация и оптимизация: позволяет пользователю рассматривать любой параметр как переменную с диапазоном неопределенности или как арифметическое выражение



Визуализация результатов:

Графики, таблицы, таблица коэффициентов R2, гистограммы, диаграмма Торнадо, диаграмма Парето, корреляция Пирсона, многомерное масштабирование (MDS), кластеризация



Расчет на кластере

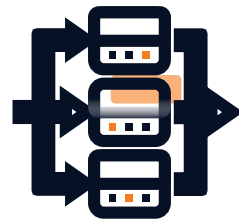
Удаленный графический интерфейс



Интеграция
с очередью задач
на кластере



Легкость управления
процессом расчета
вариантов модели
на кластере —
контроль мышкой



Эффективность за
счет быстрого
параллельного
расчета



Визуализация результатов
расчета (графики, кубы свойств,
диаграммы, ...) в процессе расчета с
помощью удаленного графического
интерфейса

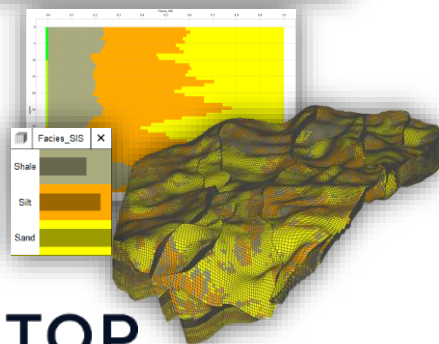
#	Задача	Статус	Прогр	Поль:	Затраченное вр
	IPM_ND_M25_6_	Выполняется		dari...	00:00:00
	START.dump_e1	Расчёт...	46%	yan...	02:57:33
	...202304_CaseFDP.dump	Завершена		oks...	00:00:00
	E3-PRED_GI	Выполняется		irina...	00:00:00
	EMMA06_1_TEST01	Расчёт...	41%	niko...	02:14:09
	EMMA06_1_TEST01	Расчёт...	40%	niko...	02:13:59
	..._addl_injectors_BUBL_s	Расчёт...	0%	irina...	02:12:23
	..._addl_injectors_BUBL_s	Расчёт...	0%	irina...	02:11:55
	build_master	В очереди		jenk...	00:00:00
	...HM_V03_233_GPU_RVG	В очереди		oks...	00:00:00



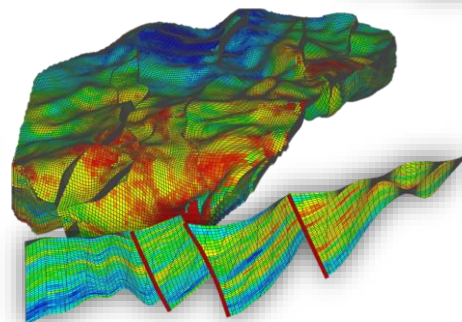
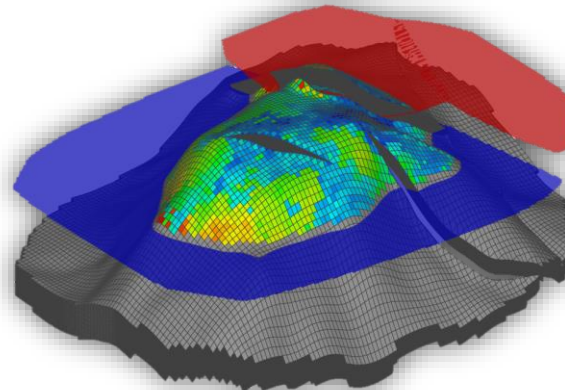
Дизайнер Геологии: позволяет по исходным данным построить геологическую модель

Основная функциональность модуля:

Построение многовариантных геологических моделей по исходным данным



Работа в едином интерфейсе от сеймики до гидродинамики



Интеграция модулей: Дизайнер Моделей, Сеймика, Геостиринг, расчетный модуль, Адаптация и Оптимизация. Построение геологической модели с нуля, подготовка и расчет гидродинамической модели, анализ результатов, интегрированная автоматизированная адаптация и анализ неопределенностей



Дизайнер Геологии: позволяет по исходным данным построить геологическую модель

Загрузка и редактирование скважинных данных, горизонтов, отбивок, кривых ГИС, наборов точек (стандартные форматы)

2D и 3D визуализация, Гистограммы, Кроссплоты, ГСР

Корреляция скважин, эталонная кривая ГИС. Петрофизические расчеты

Структурное моделирование

Работа с разломами. Построение геологической сетки с учетом разломов. S-Модели (тетраэдральные сетки)

Фациальное моделирование

Вариограммы. Интерполяция свойств: метод наименьших квадратов, метод обратных взвешенных расстояний (IDW), кригинг, гауссовская симуляция (SGS), Плюригауссова симуляция (PGS), Объектное моделирование

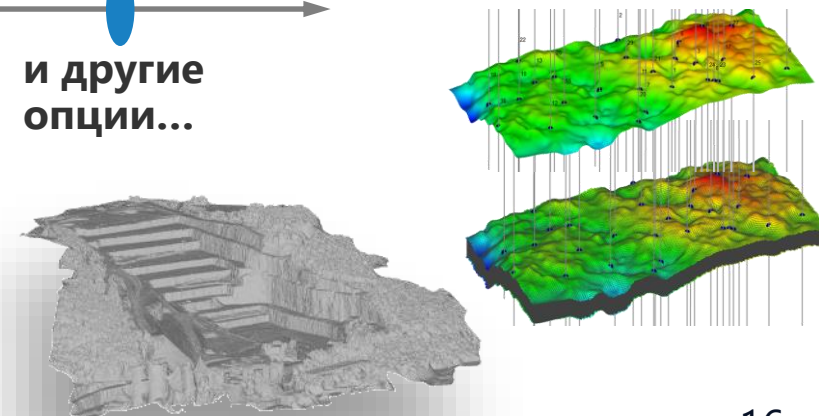
Калькулятор для работы со всеми объектами

Workflows. Пользовательский код

Подсчет запасов

и другие опции...

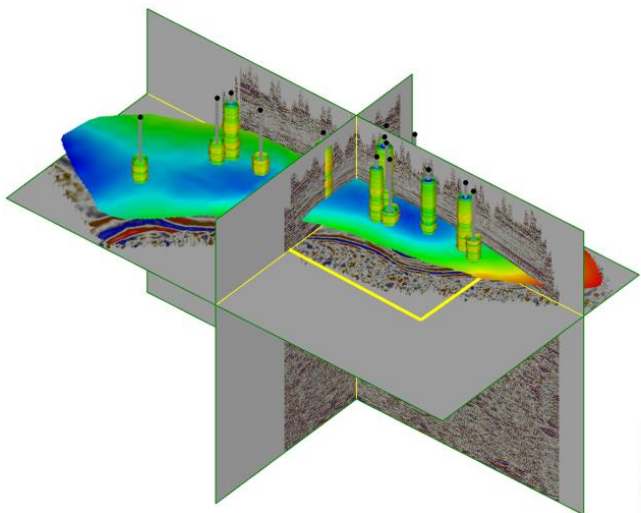
Горнорудные проекты. Интеграция данных полевых работ, скважинных измерений, геотел, разломов, кривых ГИС и исследований в массиве свойств, сечений и трехмерных рабочих пространств. Дополнительные возможности с использованием гистограмм, кроссплота, стереонет и табличных представлений данных.



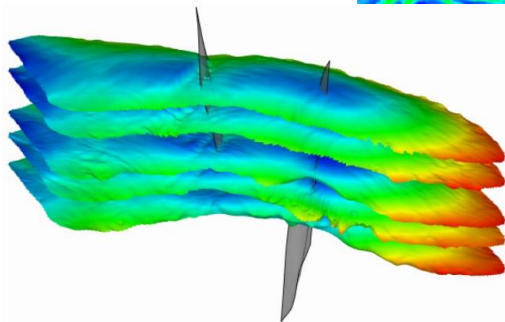
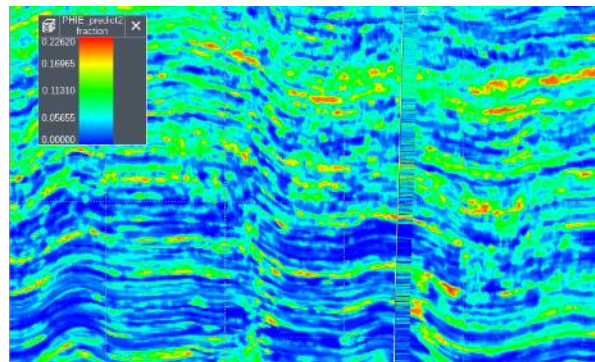
Сейсмика: структурная и динамическая интерпретация сейсмических данных

Основная функциональность модуля:

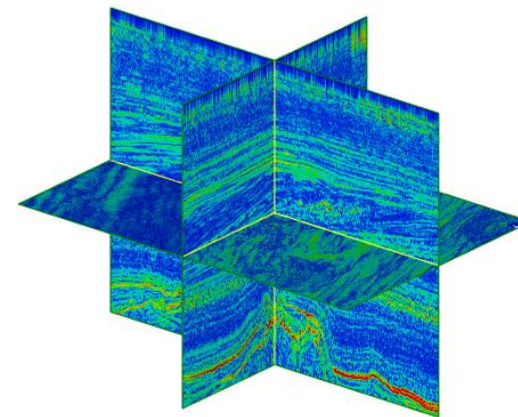
Построение структурной модели в глубинной области



Прогноз распространения петрофизических свойств в межскважинном пространстве



Интеграция модулей: Дизайнер Геологии. Выполняйте интерпретацию сейсмических данных, начиная от импорта данных до построения геологической модели, в одном графическом интерфейсе



Сейсмика: структурная и динамическая интерпретация сейсмических данных

Загрузка 2D и 3D сейсмических данных, данных ВСП, сейсмических горизонтов и разломов

Контроль качества сейсмических данных: различные опции визуализации, расчет невязок между сейсмическими съемками, спектральный анализ, расчет отношения сигнал/помеха и вертикальной разрешающей способности

Сейсмостратиграфическая привязка. Калибровка акустического каротажа. Извлечение статистического и детерминистического импульса

Инструменты ручной и автоматической интерпретации сейсмических горизонтов и разломов

Построение скоростной модели. Конвертация время-глубина. Редактирование горизонтов и разломов

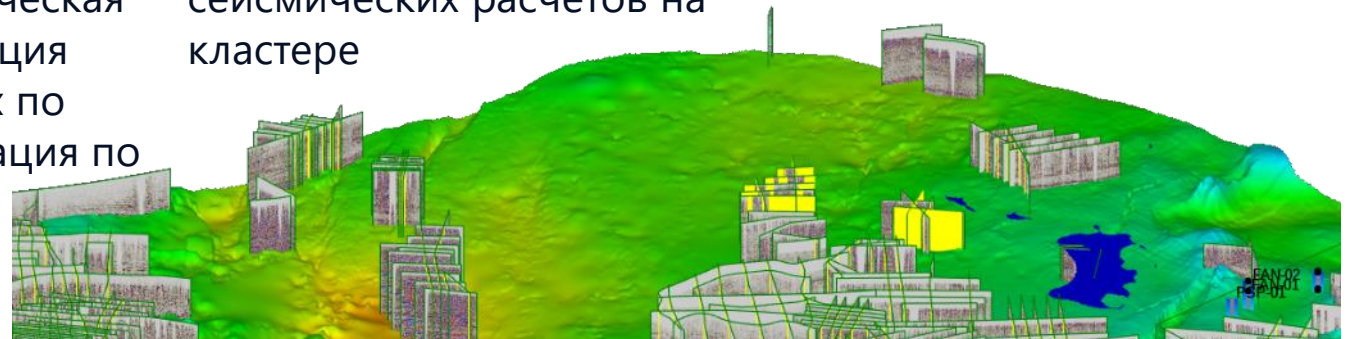
Расчет объемных и поверхностных атрибутов. Спектральная декомпозиция. RGB смешивание

Атрибутный анализ. Линейная регрессия по сейсмическим данным и кривым ГИС. Калькулятор сейсмических съемок

Алгоритмы машинного обучения: ML сейсмическая инверсия, кластеризация сейсмических данных по горизонту, кластеризация по форме сигнала

Workflow и запуск сейсмических расчетов на кластере

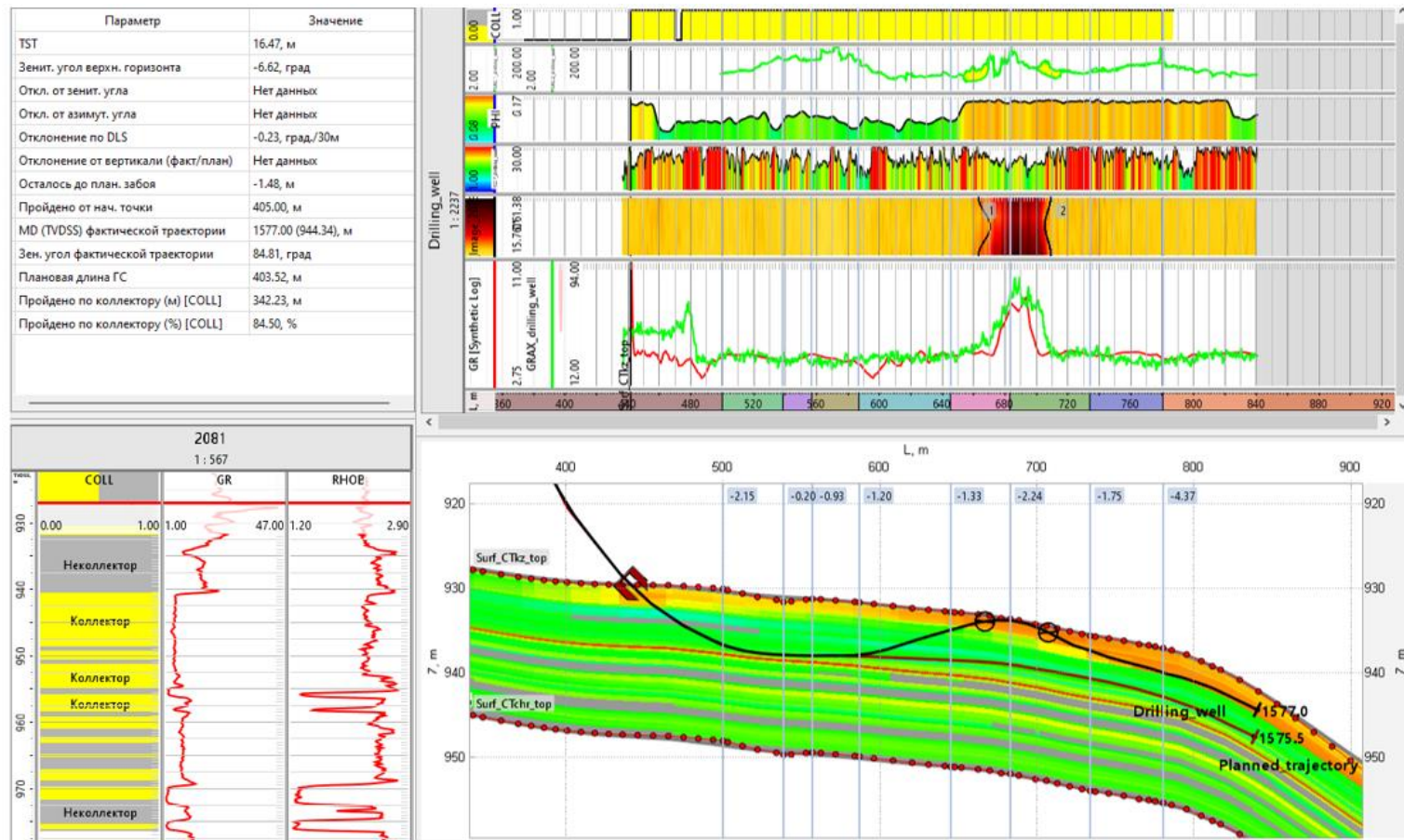
и другие опции...



Геостиринг: позволяет пользователю контролировать процесс бурения в реальном времени

Модуль **Геостиринг** предлагает пользователям широкий спектр передовых решений для сопровождения процесса бурения скважин вне зависимости от сложности бурения.

Использование данного модуля позволяет минимизировать риски возникновения аварийных ситуаций в процессе бурения, а также позволяет достичь максимальных значений скорости бурения, находясь в пределах целевого интервала.



Геостиринг: позволяет пользователю контролировать процесс бурения в реальном времени

Импорт данных кривых ГИС, а также азимутального каротажа в форматах LAS и DLIS

Потоковая передача данных по протоколу WITSML

Поддержка программного интерфейса API и языка программирования Python

Возможность планирования многозабойных скважин с учетом пользовательских значений параметров (DLS и т.д.)

Отображение 3D-свойств, а также сейсмических кубов в панели сечения

Разнообразие методов создания синтетических кривых: по одной опорной скважине, по группе опорных скважин

Отображение круга допуска и конуса неопределенности при бурении

Автоматическое создание отчетных таблиц с учетом данных корректировок по бурящейся скважине, углом наклона пласта, пользовательским комментариям и т.д.

Реализация разломной модели и случая выклинивания пласта

Интерактивная интерпретация азимутального каротажа

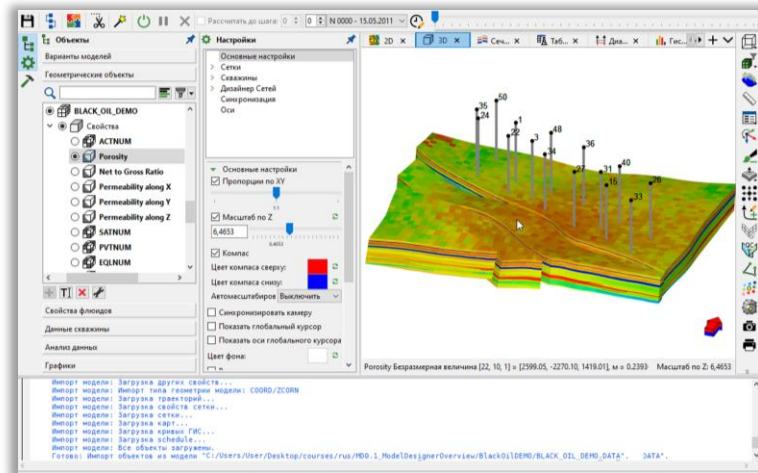
Отображение элементов конструкции скважины в панели сечения

и другие опции...

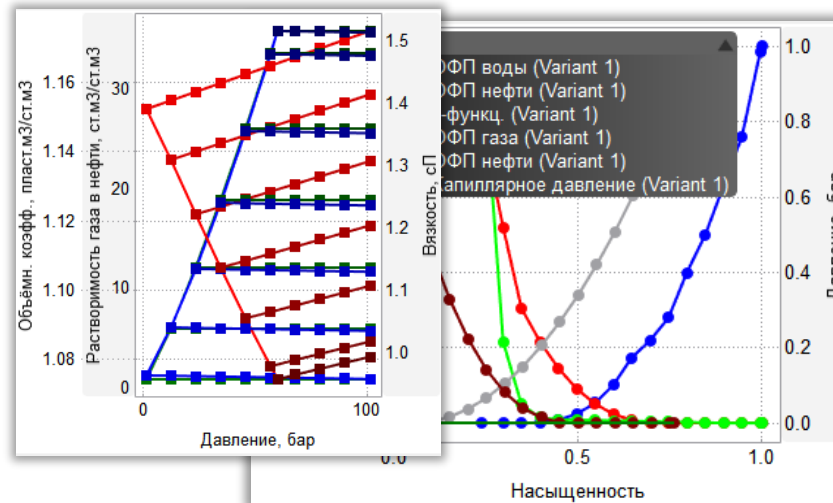
Дизайнер Моделей: позволяет пользователю создавать гидродинамическую модель и выполнять локальное редактирование, обновление

Основная функциональность модуля:

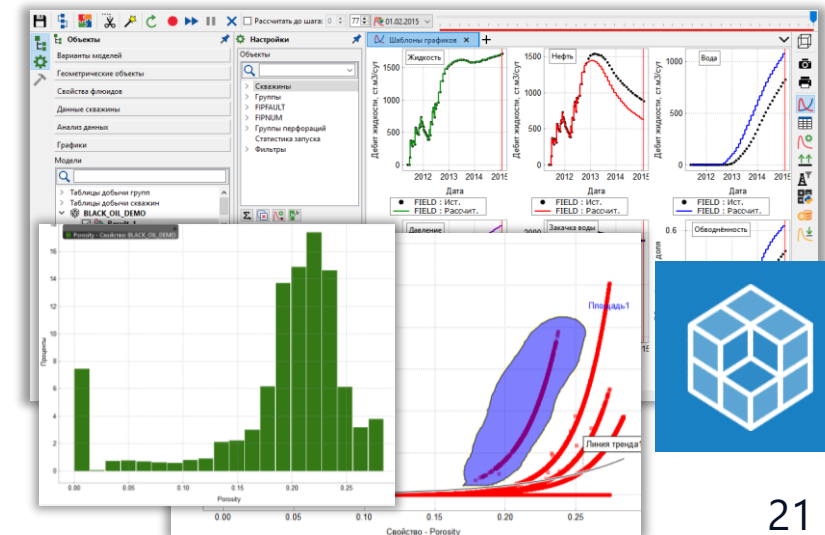
Препроцессор для подготовки гидродинамической модели



Построение в графическом интерфейсе моделей черной нефти, композиционных, термических, геомеханических, геотермальных, а также моделей с закачкой CO₂, с DFN, двойной среды (двойной пористости и проницаемости) и с хим. реакциями



Модуль предусматривает возможность локального редактирования, обновления данных и **поддержки постоянной актуальности статической и динамической модели**



Дизайнер Моделей: позволяет пользователю создавать гидродинамическую модель и выполнять локальное редактирование, обновление

Импорт геологии: RESCUE файлы, проект Дизайнера Геологии, готовая модель

Калькулятор свойств. Локальное измельчение сетки. Добавление аквиферов

Загрузка событий и истории разработки по скважинам

Правила по скважинам: группы скважин, задание ограничений по скважинам, экономических и групповых ограничений и тд.

Трещины ГРП

2D и 3D визуализация, гистограммы, кроссплоты

PVT/EOS. Интеграция с PVT Дизайнером

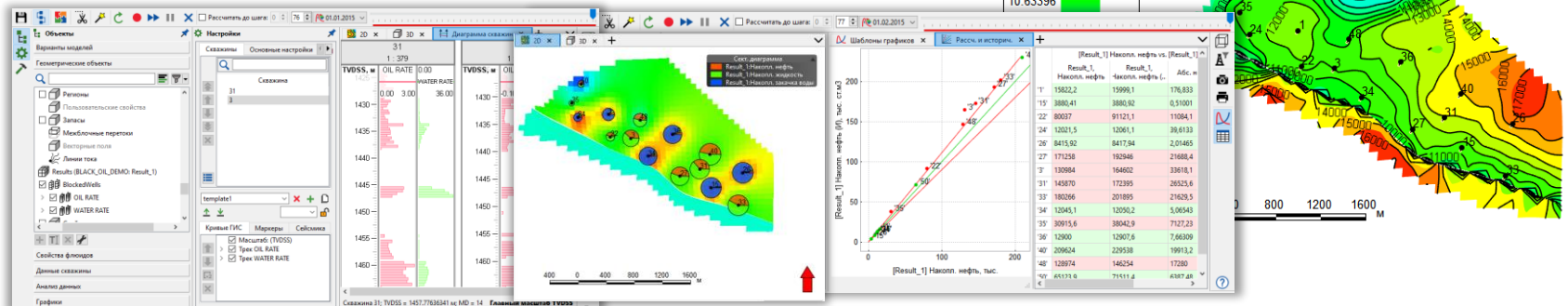
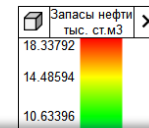
Кори, LET корреляции для ОФП и кап. давлений. Свойства породы. Интеграция с Дизайнером ОФП

Планирование разработки

Равновесная и неравновесная инициализация модели

Интеграция с Дизайнерами Скважин и Сетей. Расчет VFP

и другие опции...



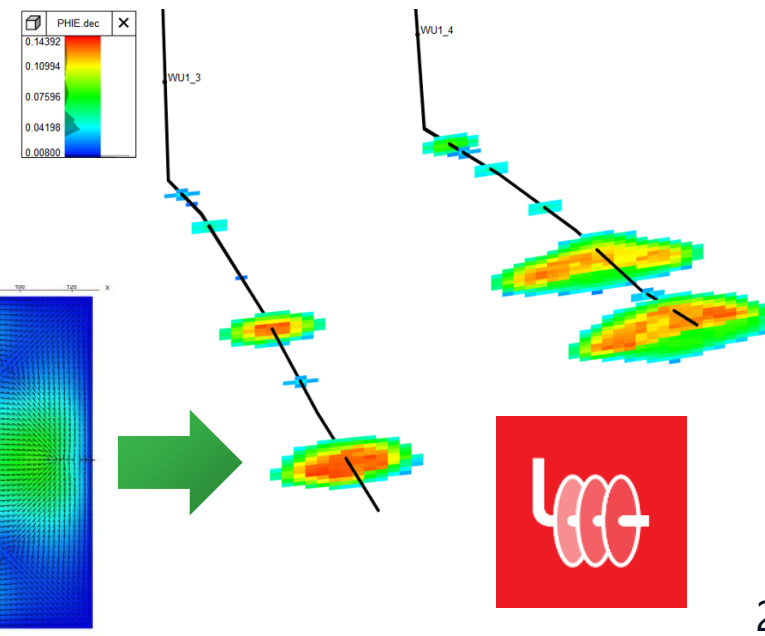
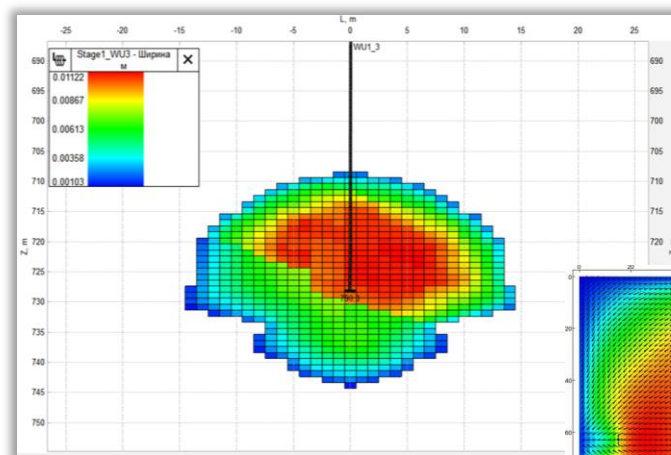
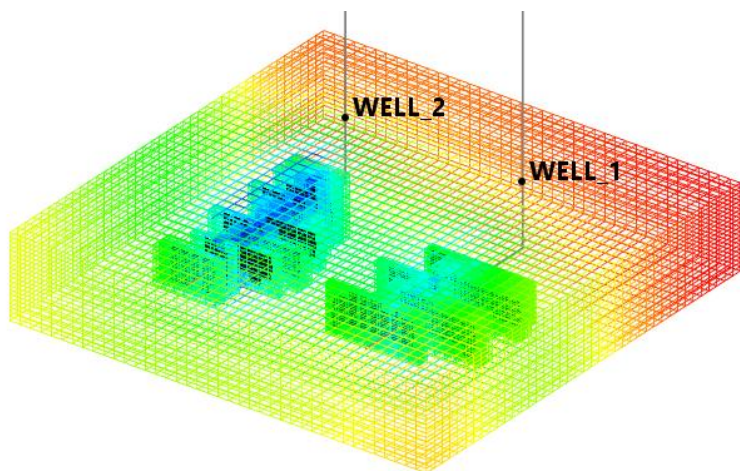
Симулятор ГРП: позволяет пользователю моделировать распространение трещин ГРП в пласте

Основная функциональность модуля:

Расчет распространения трещин ГРП с учетом напряженного состояния, полученного в результате геомеханического 3D моделирования месторождения

Полностью неявный метод решения уравнений гидродинамики и теории упругости

Функциональность доступна в интерфейсе Дизайнера Моделей по отдельной лицензии. **Интеграция** с Дизайнером Скважин



Симулятор ГРП: позволяет пользователю моделировать распространение трещин ГРП в пласте

Учет стрессов, модуля Юнга, коэффициента Пуассона и т.д.

Задание реологии жидкости ГРП

Влияние утечки жидкости ГРП в пласт на распространение трещины ГРП в зависимости от давления в пласте и трещине

Разные критерии разрушения породы (PZS, КИН-критерий)

Учет взаимного влияния трещин (shadowing effect)

Открытие/закрытие стадий при проведении многостадийного ГРП (Ball Drop Event) в горизонтальных скважинах

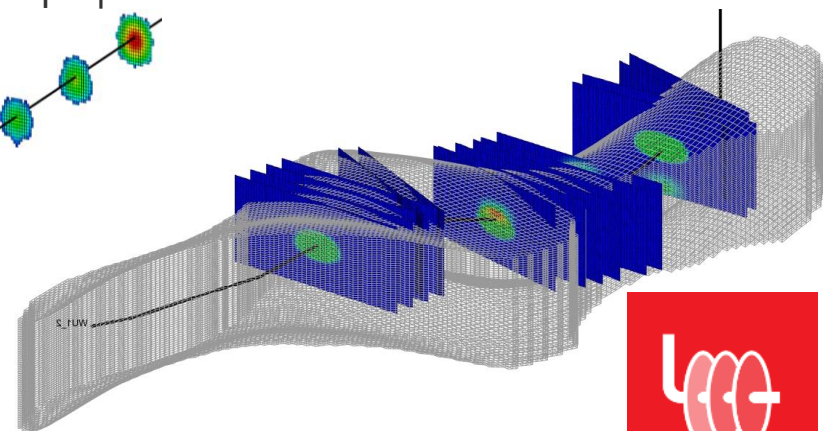
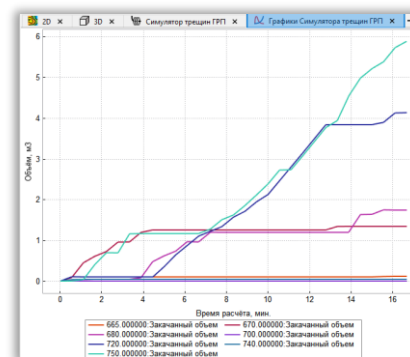
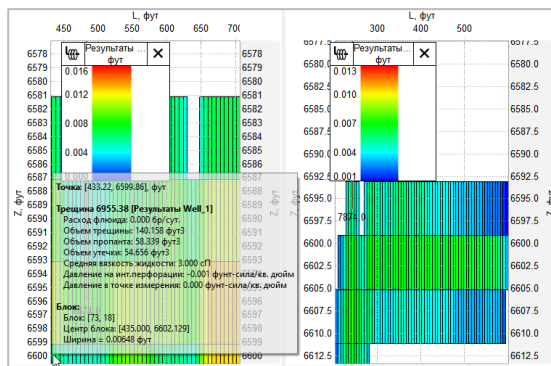
Разные модели для расчета скорости пропанта

Анализ результатов: 3D, 2D, таблицы, графики

Осаждение пропанта

Каталог пропанта и жидкостей ГРП, сгруппированный по основным производителям и наименованиям

и другие опции...



PVT Дизайнер: позволяет пользователю описать модель флюида с помощью уравнений состояния или корреляций

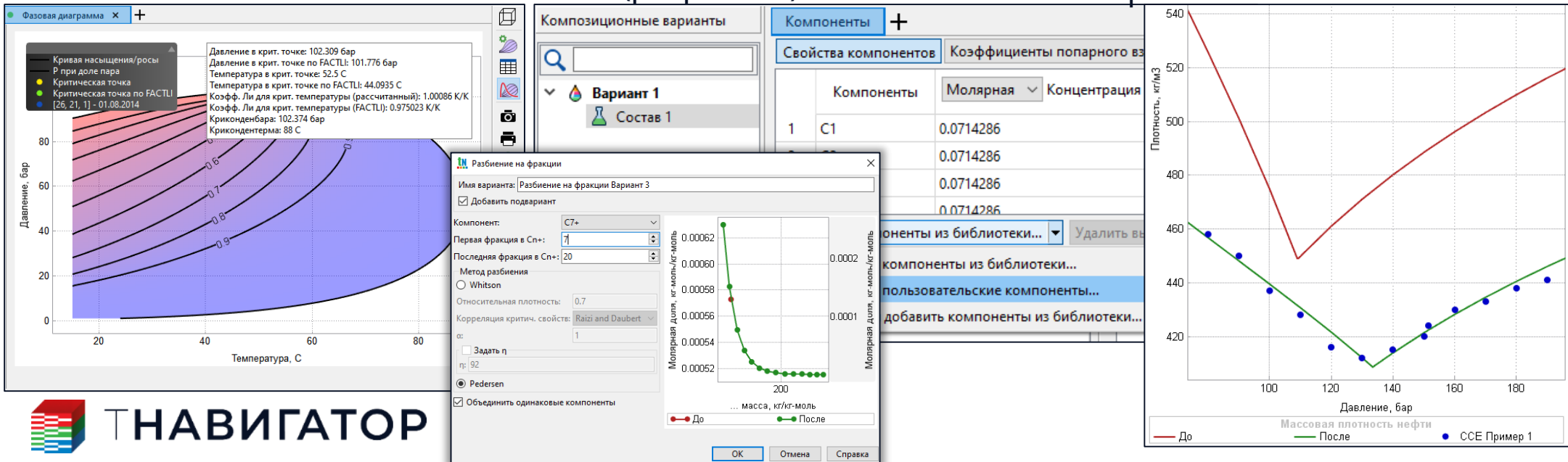
Основная функциональность модуля:

Загрузка лабораторных данных

Моделирование стандартных экспериментов и автоматизированная настройка на их результаты (регрессия)

Создание PVT/EOS для моделей черной нефти, композиционных и термических

Экспорт данных в Дизайнер Геологии / Дизайнер Моделей, Дизайнер Скважин, Дизайнер Сетей



PVT Дизайнер: позволяет пользователю описать модель флюида с помощью уравнений состояния или корреляций

Компоненты из библиотеки, пользовательские компоненты, корреляции

Кривая давления насыщения, фазовая диаграмма

Моделирование экспериментов: CCE, DLE, CVD, Swelling test, Grading test, Separator test, Blend, неравновесный flash - NCCE, NCVD, Relaxation

Ввод данных лабораторных измерений

Создание псевдо-компонент (lumping), использование адаптации для лампинга, разделение на фракции, удаление примесей

Гидраты, ингибиторы, микроэмульсии

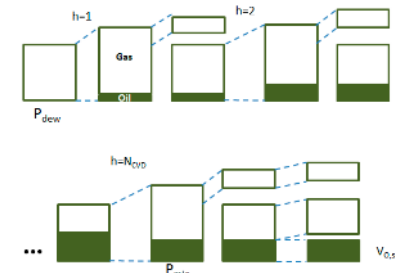
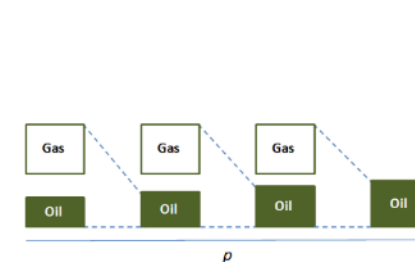
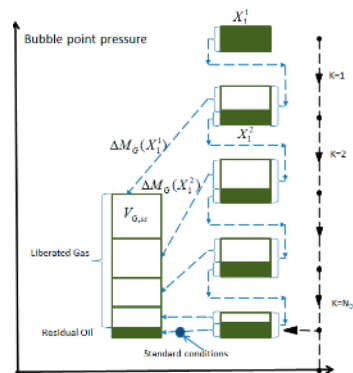
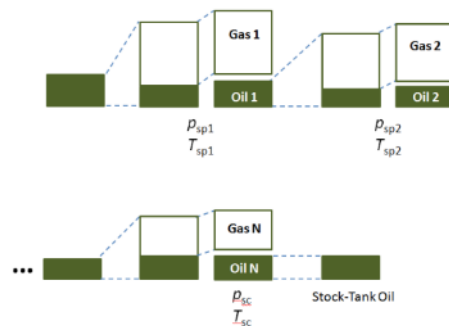
Регрессия (адаптация) для настройки на результаты измерений

Создание и экспорт PVT-таблиц

Экспорт ключевых слов для композиционной модели

Инициализация модели: Grading test (изменение компонентного состава с глубиной)

и другие опции...



Дизайнер Сетей: позволяет пользователю создавать и рассчитывать интегрированные (пласт + скважина + сеть) и Только сеть модели поверхностной сети

Основная функциональность модуля:

Интегрированное моделирование. Полностью неявная схема интеграции пласта и сети сбора

Создание и редактирование поверхностной сети

Интеграция с PVT Дизайнером, Дизайнером Скважин и Симулятором



Единый проект
tНавигатор

Симулятор решает единую систему уравнения полностью неявно

Единая PVT модель:
PVT Дизайнер

- Черная нефть
- Композиционная
- Термическая

Гидродинамическая модель пласта:
Дизайнер Моделей

Поверхностная сеть:
Дизайнер Сетей

Модели скважин: Дизайнер Скважин

Дизайнер Сетей: позволяет пользователю создавать и рассчитывать интегрированные (пласт + скважина + сеть) и Только сеть модели поверхностной сети

Обширная библиотека элементов: источник, сток, скважина, узел, штуцер, насос, линк, труба, компрессор, сепаратор (2-фазный и 3-фазный), газлифтная скважина, объект Python, теплообменник и др.

Проверка корректности построения сети

Поддержка всех стандартных корреляций (Beggs-Brill, Beggs-Brill revised, Hagedorn-Brown, Petalas-Aziz, Orkiszewski, Gray, Aziz-Govier-Fogarasi, Mukherjee-Brill) и режимов течений

Учет теплототерь, учет глубины залегания трубы, моделирование теплоизоляции и гидратов

Моделирование эрозии, коррозии, эмульсий и самозадавливания скважины

Анализ результатов на графиках, секторных диаграммах, таблицах, диаграммах вкладов скважин

и другие опции...

Скриншоты интерфейса программы 'Дизайнер Сетей'. Визуализация включает:

- Панель объектов (Pipe 1-4).
- График температуры (Температура С) и давления (Давление, бар).
- Таблица измеренных параметров (Измеренное р...).
- Схематическое изображение сети с объектами (Добывающая, Штуцер, Узел, Труба).
- 3D-модель скважины с параметрами (W1-W8).
- Панель параметров (DPHYD1, DPHYD2, DTHYD1, DTHYD2, Образование гидратов).

Измеренное р... М	Pipe 1:DPHYD1, Bar	Pipe 1:DTHY... C	Pipe 1:Ob... C
1 50	-41.9726	-10.3763	Тип I
2 100	-42.0302	-10.4063	Тип I
3 150	-42.0518	-10.4176	Тип I
4 200	-42.2028	-10.4977	Тип I
5 250	-42.2028	-10.4977	Тип I
6 300	-42.2963	-10.5467	Тип I
7 350	-42.3682	-10.5845	Тип I
		-10.5845	Тип I
		-10.6685	Тип I
		-10.6685	Тип I
		-10.7055	Тип I
		-10.7497	Тип I
		-10.7497	Тип I
		-10.8183	Тип I и ти...

ТНАВИГАТОР

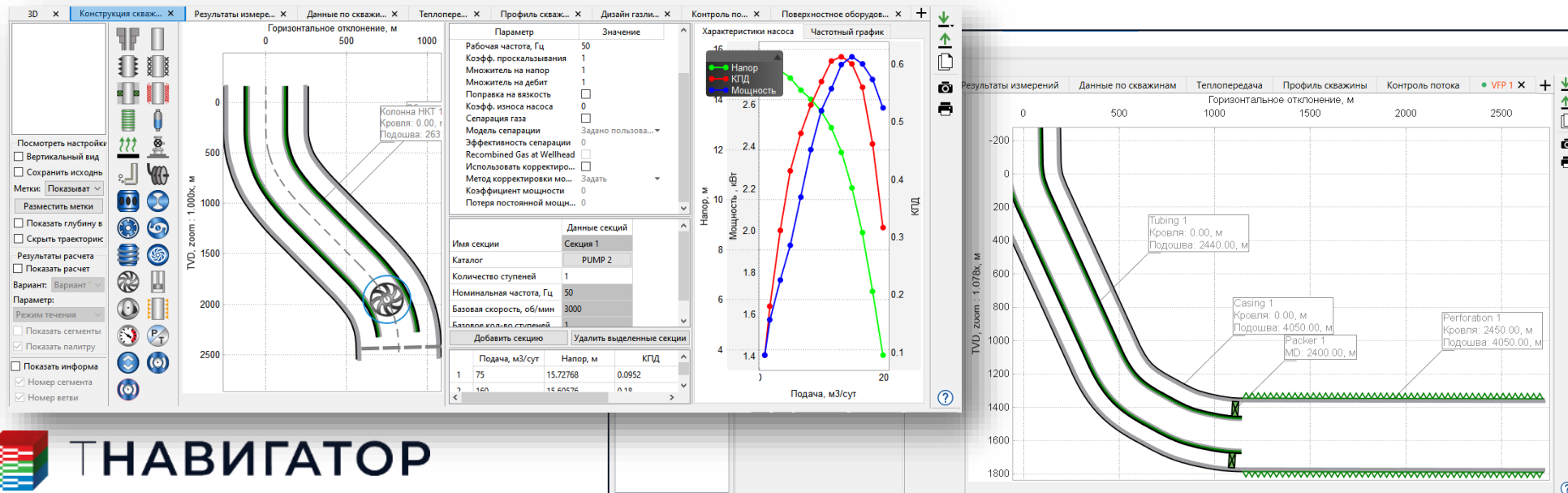
Дизайнер Скважин: позволяет пользователю создать модель скважины или трубы с учетом теплообмена между скважиной и пластом

Основная функциональность модуля:

Создание и редактирование геометрии и конструкции скважин (обширная библиотека элементов)

Интеграция с Дизайнером Сетей, РVT Дизайнером, Дизайнером Геологии, Дизайнером Моделей, модулями Матбаланс и Адаптация и Оптимизация

Все вычисления ускоряются за счет алгоритмов распараллеливания, работающих на всех доступных ядрах рабочей станции



Дизайнер Скважин: позволяет пользователю создать модель скважины или трубы с учетом теплообмена между скважиной и пластом

Траектория скважин (загрузка и создание)

Инклинометрия (расчет и визуализация DLS)

Конструкция скважин (обсадная колонна, НКТ, пакер, УКП, насос ЭЦН, нагреватель, газлифтный клапан и т.д.)

Ввод замеров перепада давления и настройка на них варьированием множителей трения и гидростатической составляющей. Адаптация VFP на результаты измерений

Различные виды корреляций

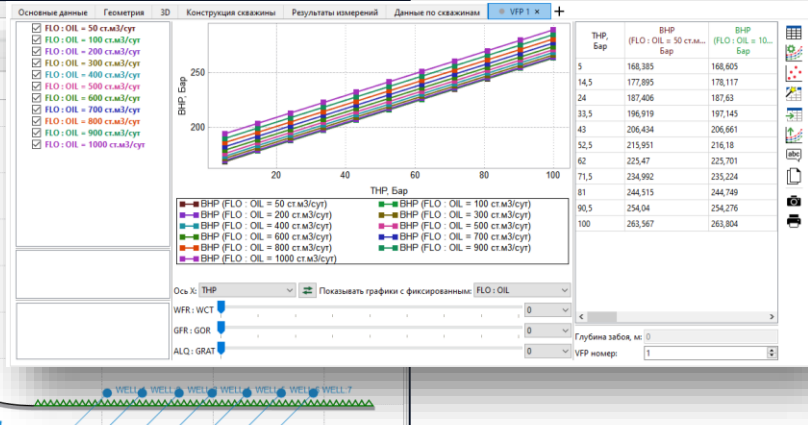
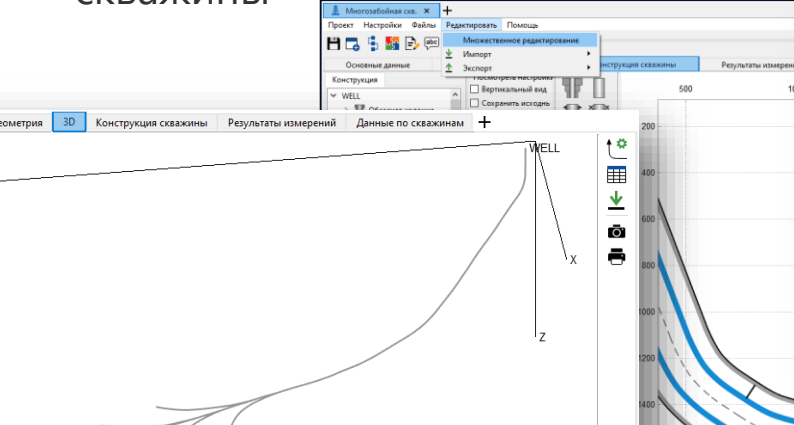
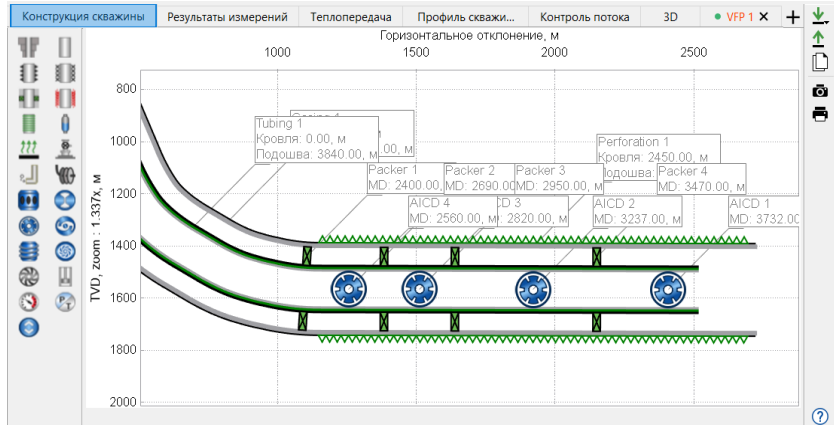
PVT/EOS модели

Моделирование эрозии, коррозии, эмульсий и самозадавливания скважины

Многозобные скважины

Многосегментные скважины

и другие опции...



МатБаланс: позволяет пользователю создать упрощенную модель пласта (состоящую из 1 блока сетки) для адаптации и прогнозных расчетов

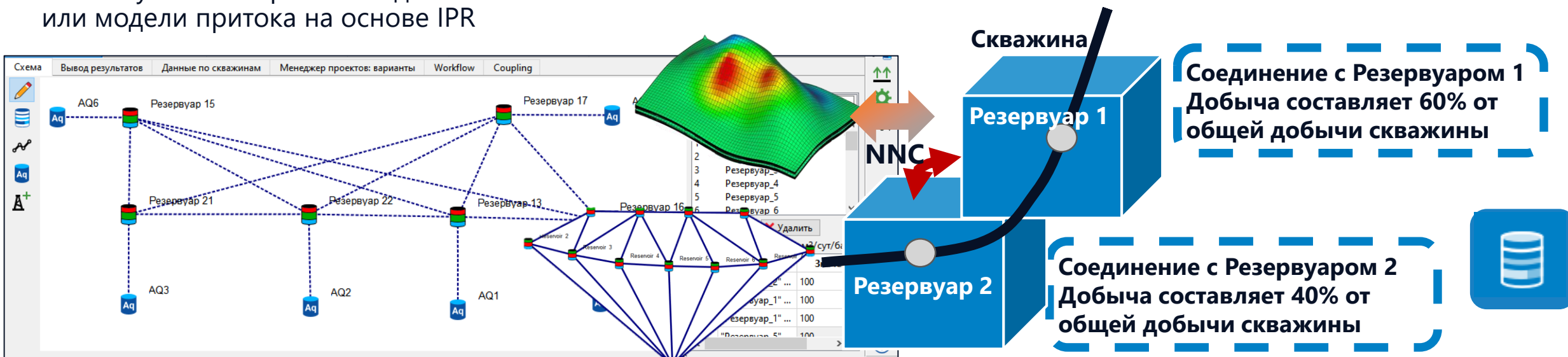
Основная функциональность модуля:

Объединяет неограниченное количество резервуаров (поддерживается учет проводимостей).

Используются исторические дебиты или модели притока на основе IPR

Интеграция с Дизайнером Геологии / Моделей, Дизайнером Скважин, Дизайнером Сетей, PVT Дизайнером, модулем Адаптация и Оптимизация

Рассчитывается в полностью неявном виде (в основе расчетного ядра – физическая модель, созданная на базе подходов Симулятора)



МатБаланс: позволяет пользователю создать упрощенную модель пласта (состоящую из 1 блока сетки) для адаптации и прогнозных расчетов

Интерактивное создание объектов (скважины, резервуары, аквиферы)

Интерактивное задание связей между резервуарами (проводимость, направление, перепад давления)

Различные типы аквиферов

Скважины создаются без учета траекторий

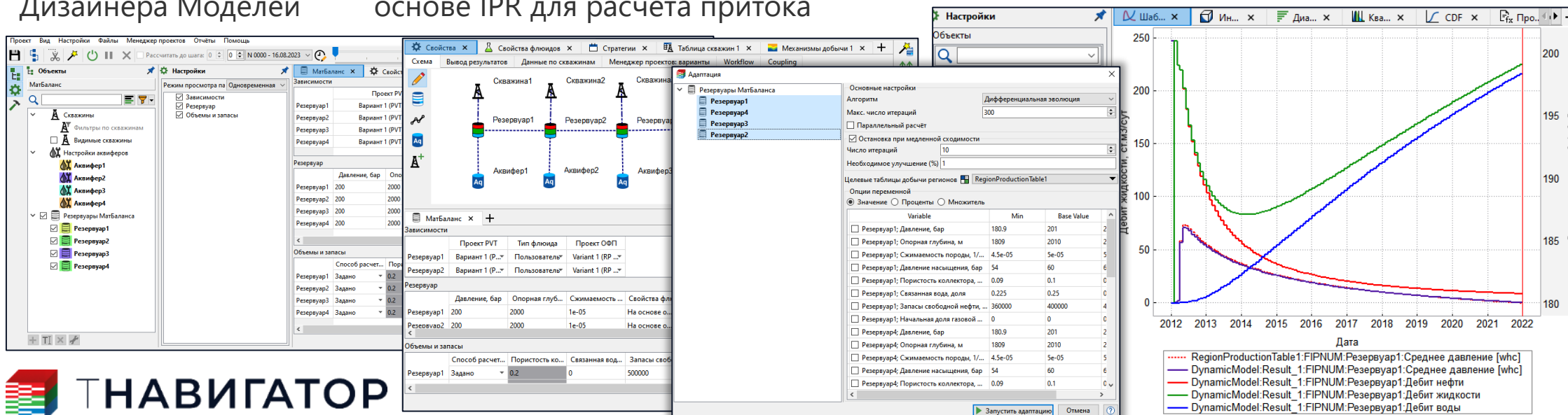
Используются правила стратегий разработки Дизайнера Моделей

Используются исторические дебиты или модели притока на основе IPR для расчета притока

Запуск Адаптации Матбаланса

Расчет прогнозов

и другие опции...



Хотите узнать больше?

Описание функционала, учебные курсы
и видеоуроки доступны на сайте:

irmodel.ru

Остались вопросы?

Обратиться в техническую
поддержку:

tnavigator@irmodel.ru

