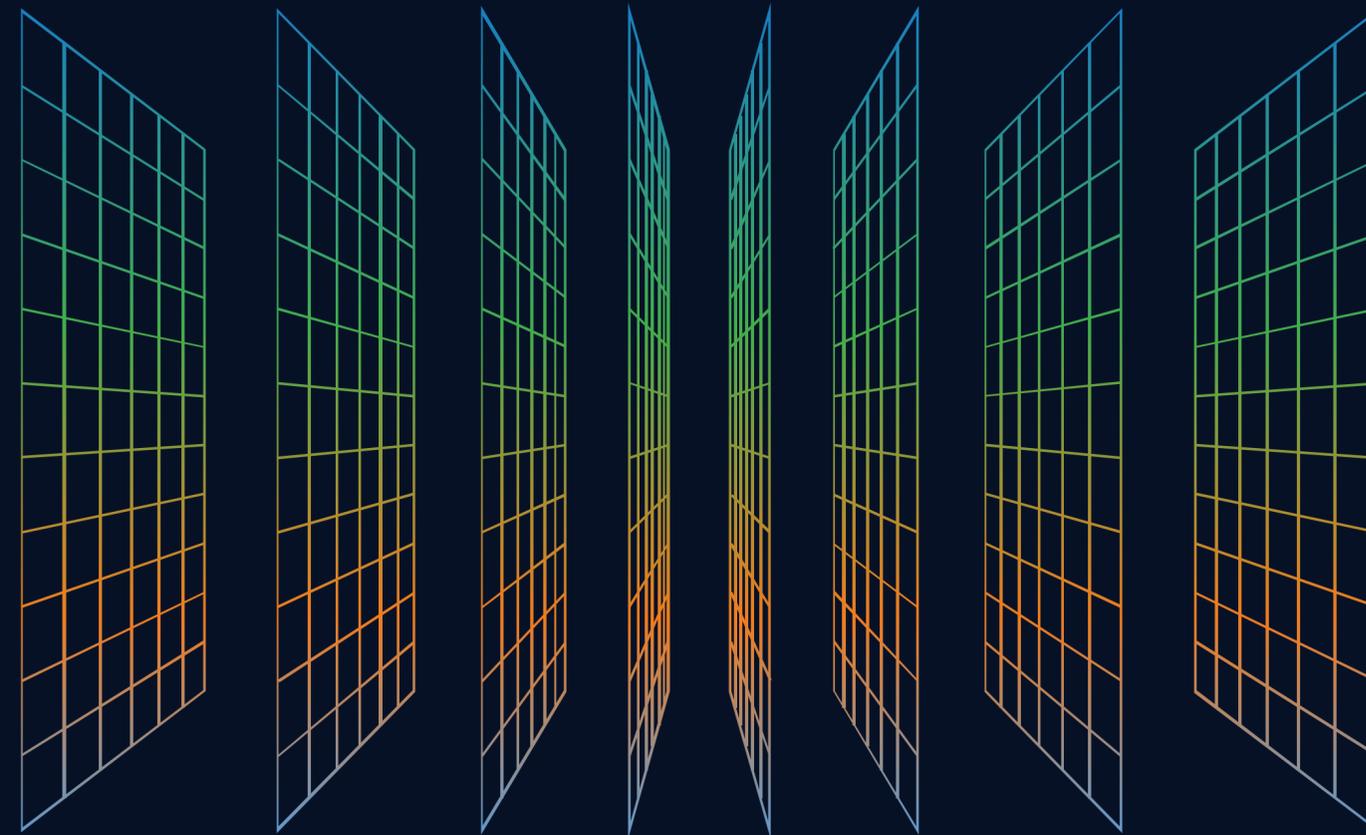


Основные изменения гидродинамических модулей TNavigator 24.3



Интегрированные разработки для моделирования
Октябрь 2024

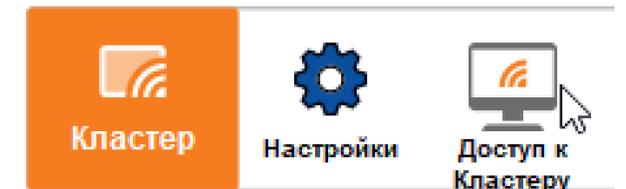


Ключевые изменения в 24.3

Облачные вычисления:

Добавлена возможность использовать облачные вычислительные ресурсы:

- Встроенный файловый менеджер для работы с удалённым хранилищем.
- Запуск и управление состоянием задач в облачной среде
- Интеграция с удалённым рабочим столом (встроенный клиент, также возможность использования сторонних клиентов)
- Запуск и остановка виртуальных машин в облаке по запросу пользователя
- Просмотр лога в процессе расчёта

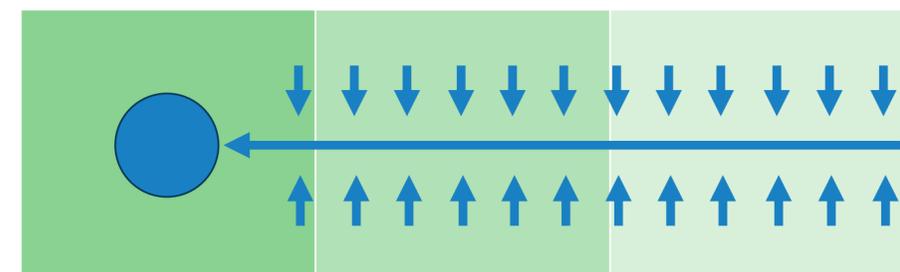
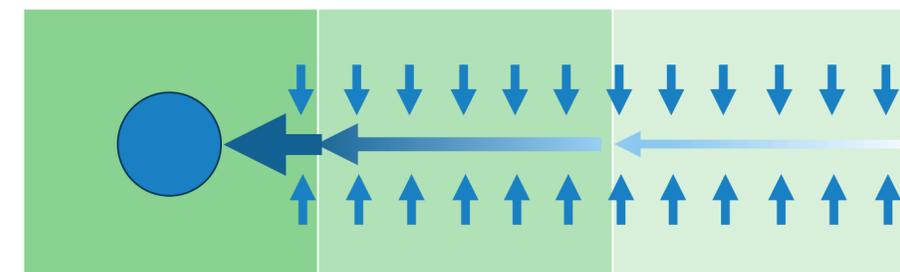
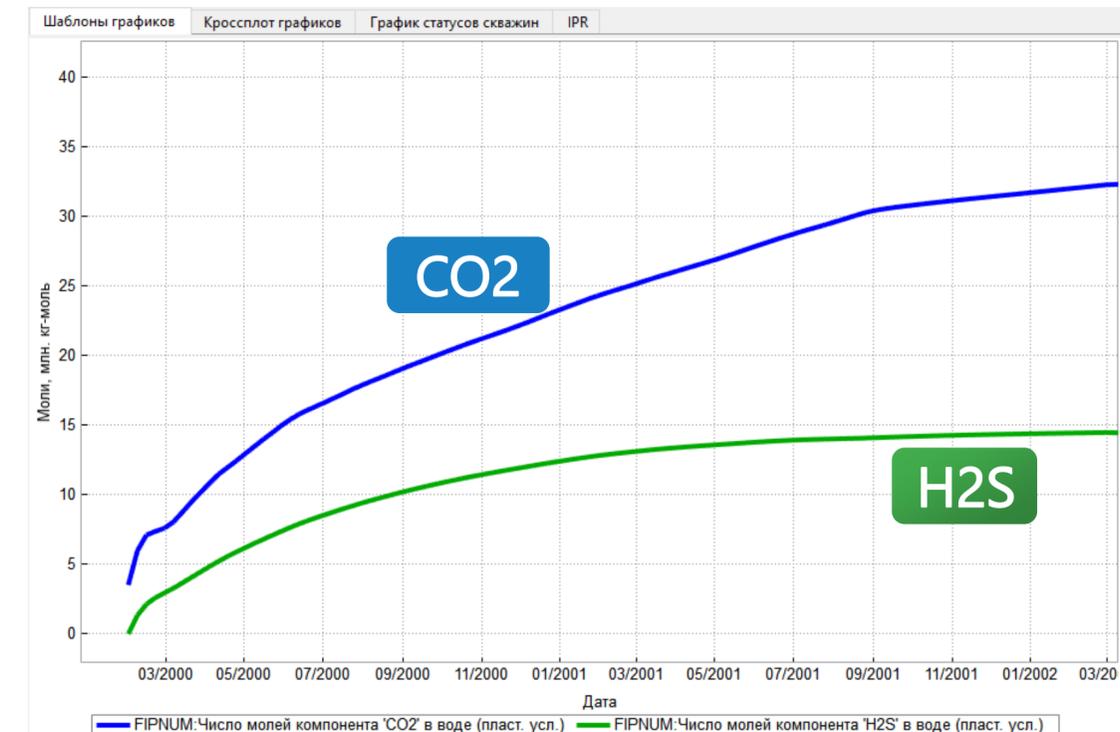


Управление осуществляется средствами удалённого доступа
(**Доступ к Кластеру**
в главном окне тНавигатор)

Ключевые изменения в 24.3

Расчётная часть tНавигатор:

- Добавлена поддержка H_2S в качестве допустимого водорастворимого компонента при использовании общего закона Генри с моделью Spycher and Pruess.
- Поддержана поправка на совместное течение в трещине при моделировании трещин ГРП с помощью виртуальных перфораций.



Ключевые изменения в 24.3

Расчётная часть tНавигатор:

В режиме full GPU поддерживаются:

- Для композиционных изотермических моделей – учёт внутрифазной диффузии, обусловленной разницей концентраций, в водной, нефтяной и газовой фазах;
- Для термических моделей формата E3 – 3-фазный OGW термический flash с табличным заданием K-значений;
- Для композиционных моделей с опцией CO2SOL – задание растворимости CO₂ в воде как функция солености и температуры.

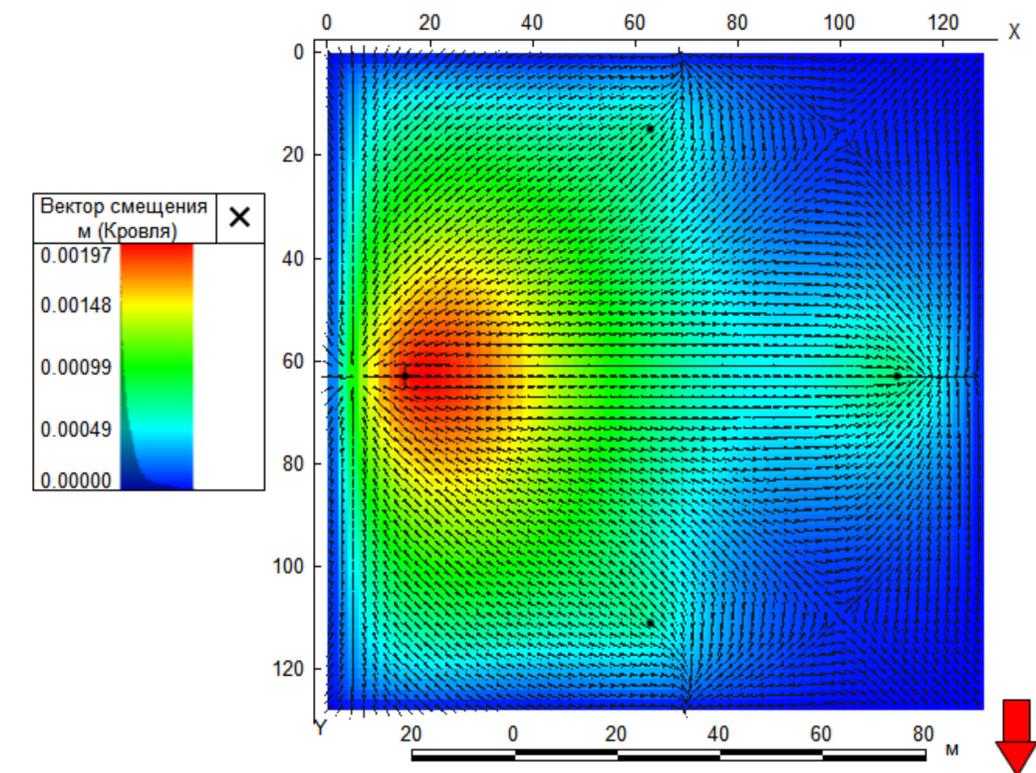
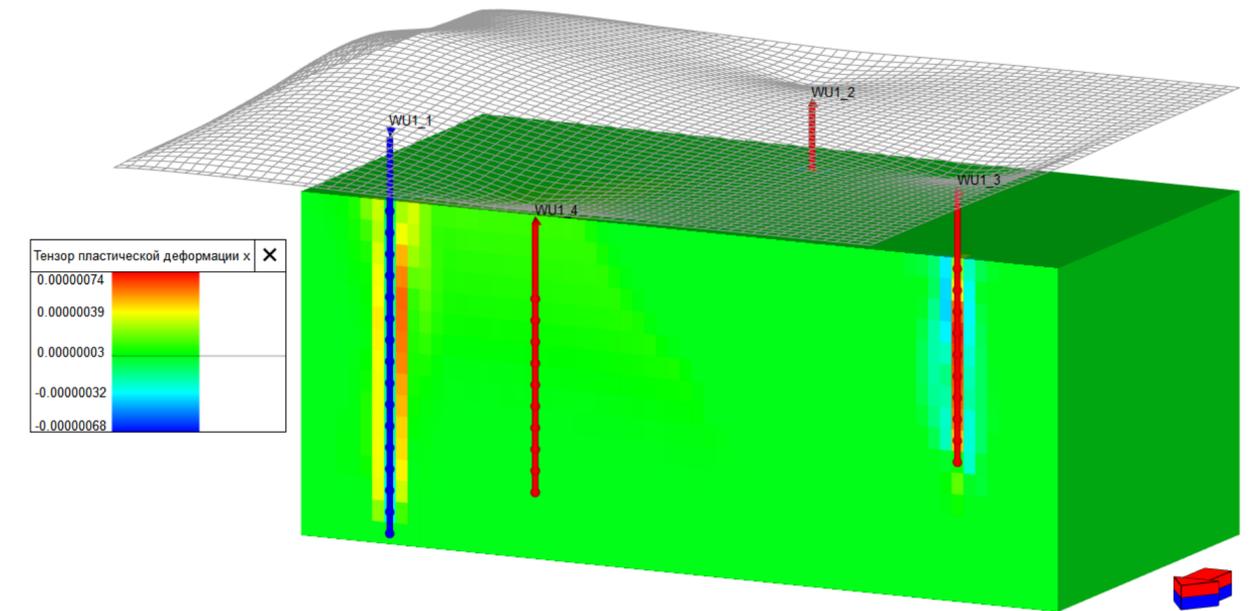


Ключевые изменения в 24.3

Геомеханический модуль:

- Поддержаны модели пластичности Mohr-Coulomb, Cam-Clay, Drucker-Prager, Tresca (соответствуют параметрам **MOHRCOUL**, **DRUCKER**, **MCCMODEL**, **TRESCA** ключевого слова **YIELDMODEL**)

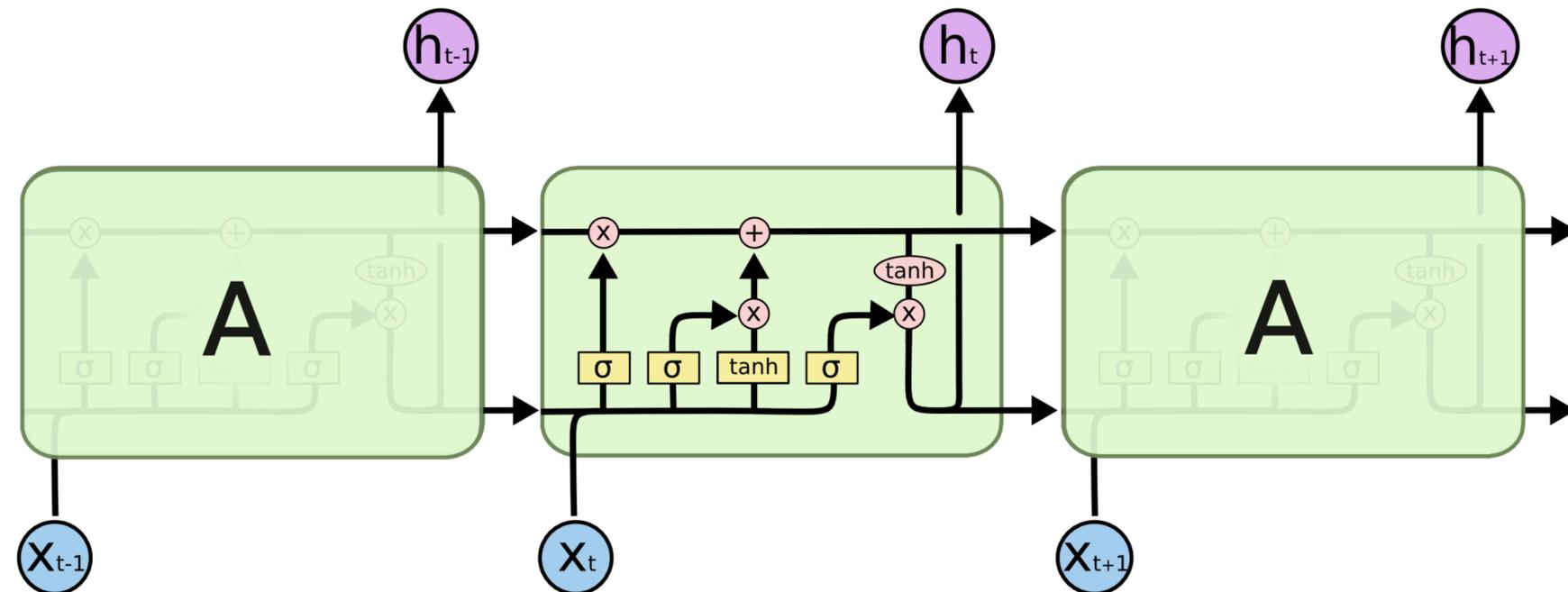
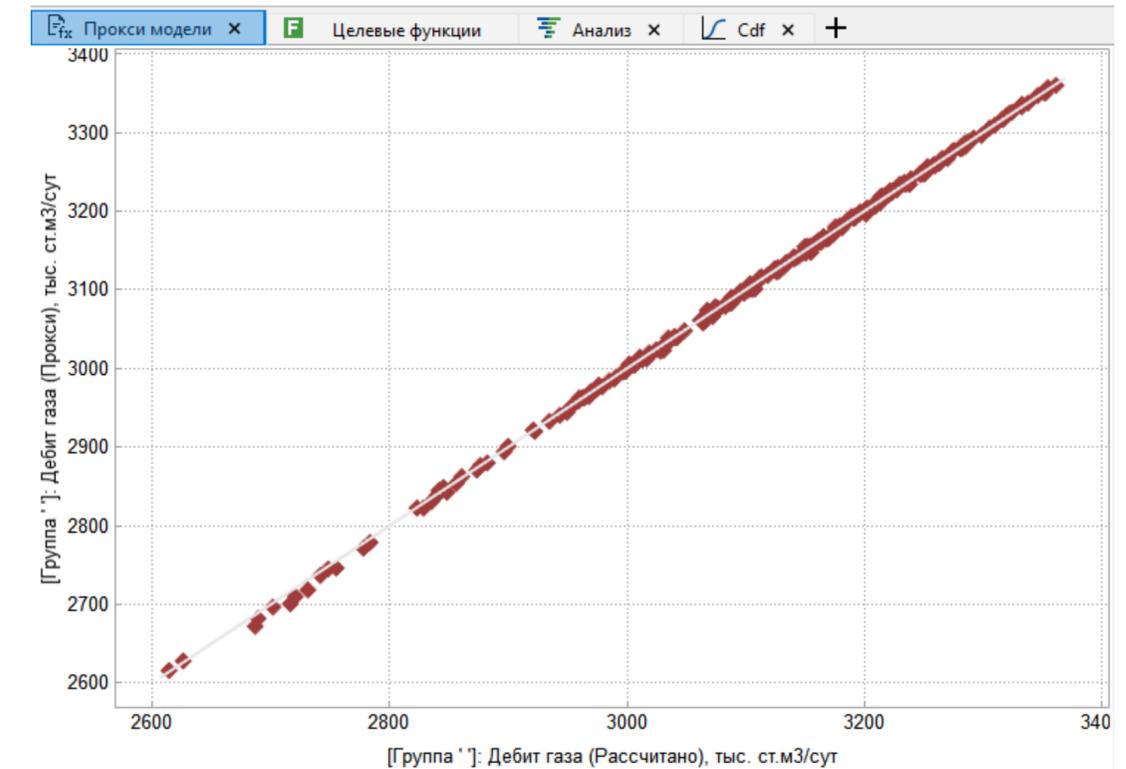
- Поддержаны модели вязкопластичности Von Mises, Drucker-Prager (соответствуют параметрам **VONMISESEVP**, **DRUCKEREVP** ключевого слова **YIELDMODEL**).



Ключевые изменения в 24.3

Модуль автоматизированной адаптации:

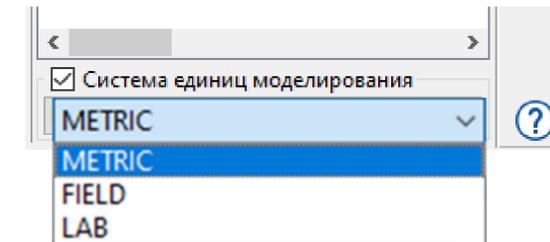
- Добавлен новый тип нейронных сетей, используемых для построения прокси моделей, предназначенных для прогнозирования временных рядов, с использованием архитектуры LSTM.



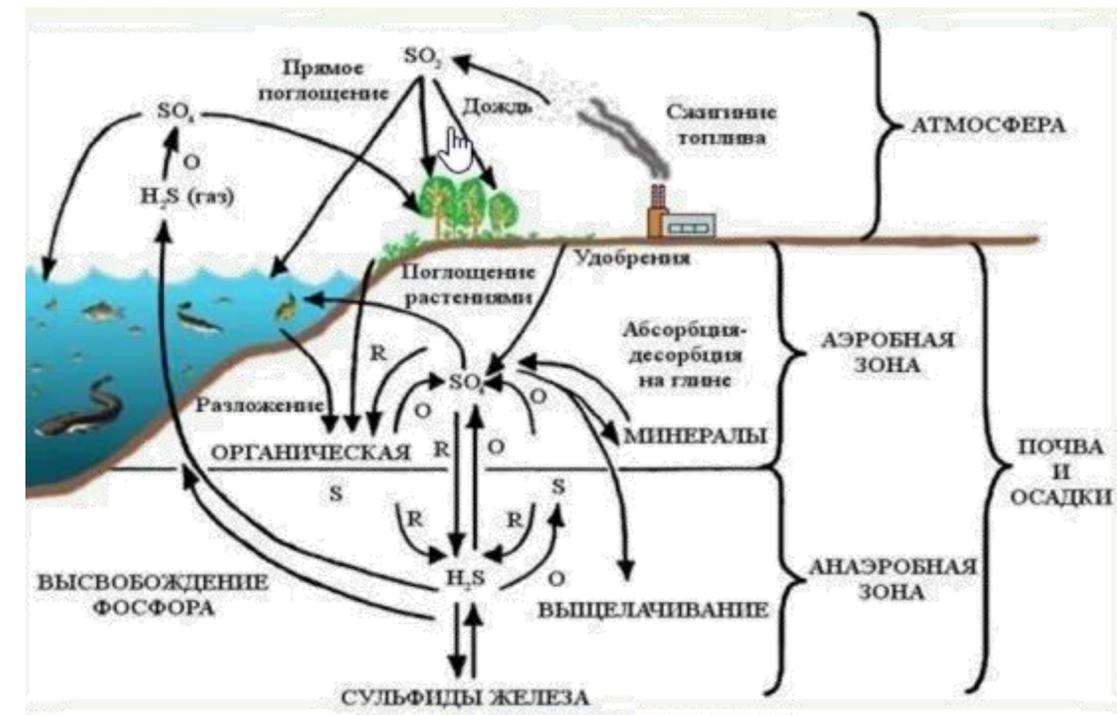
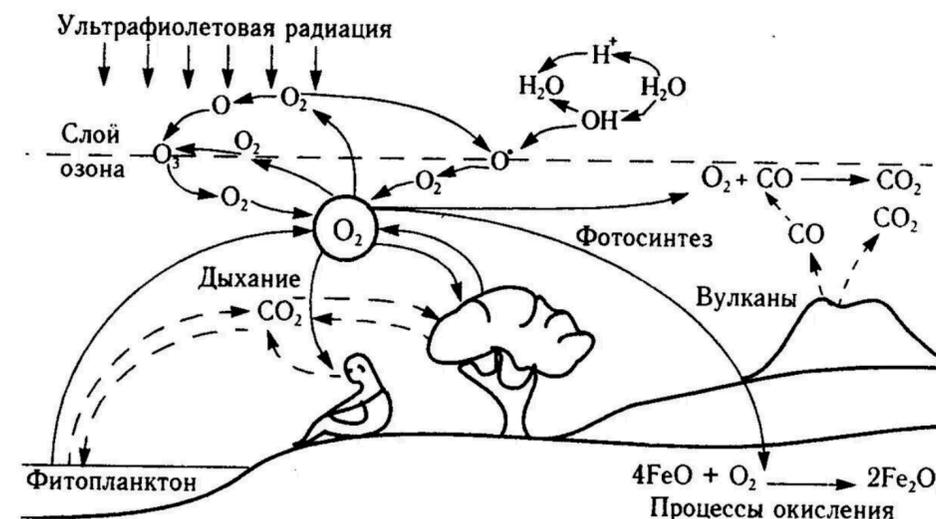
Ключевые изменения в 24.3

Дизайнер Моделей:

- Добавлена возможность выбора системы единиц измерения, которая также будет учитываться при экспорте гидродинамической модели



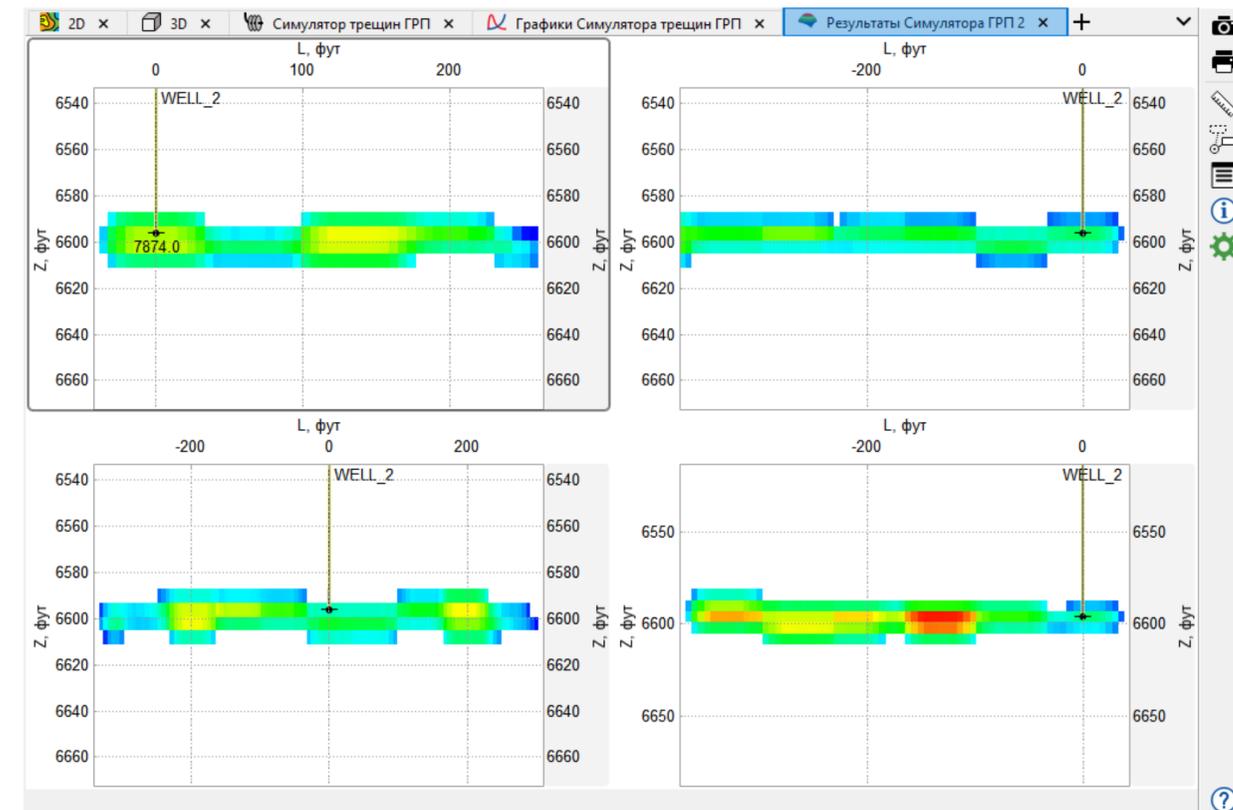
- Добавлен значительный массив геохимических реакций из базы PHREEQC



Ключевые изменения в 24.3

Симулятор трещин ГРП:

- Добавлена возможность одновременного просмотра нескольких трещин ГРП на вкладке Результаты Симулятора ГРП



- Добавлена возможность использования композиционного варианта из Дизайнера PVT для определения вязкости и сжимаемости пластового флюида.

▼ 1 Пластовые флюиды

Тип флюида: PVT вариант

Тип PVT: Композиционная Модель

Вариант PVT: Вариант 1 (Imported PVT shale_gas_FracSim)

Composition Variant: Состав 1

Давление, фунт-сила/кв. дюйм

Постоянная 140

Свойство User array (ARRPORE_P) (Edit)



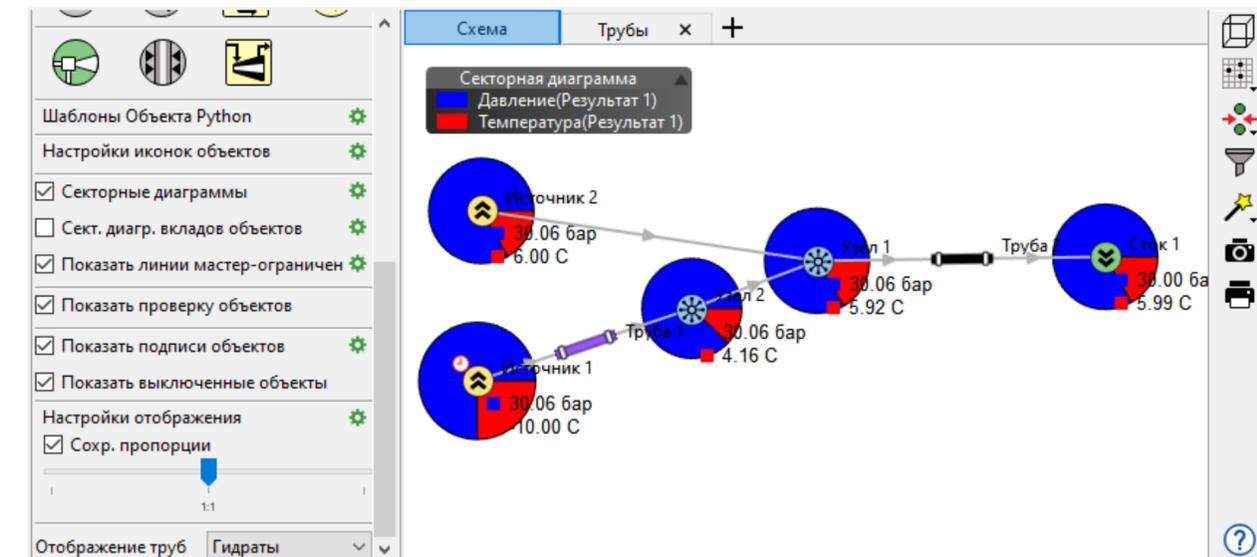
Ключевые изменения в 24.3

Дизайнер Сетей:

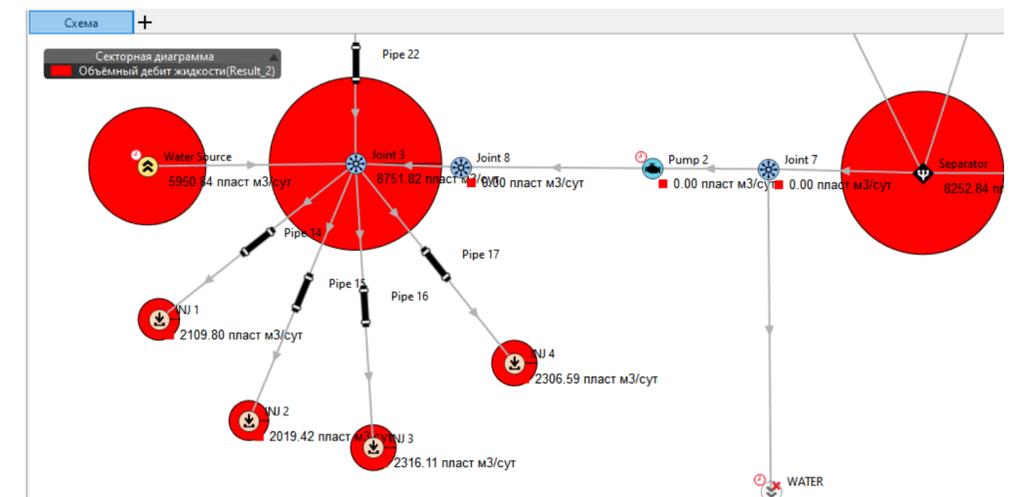
- Поддержан новый объект сети – Разделитель потока



- Добавлена возможность в дополнение к концентрации водо-метанольного раствора оптимизировать его расход



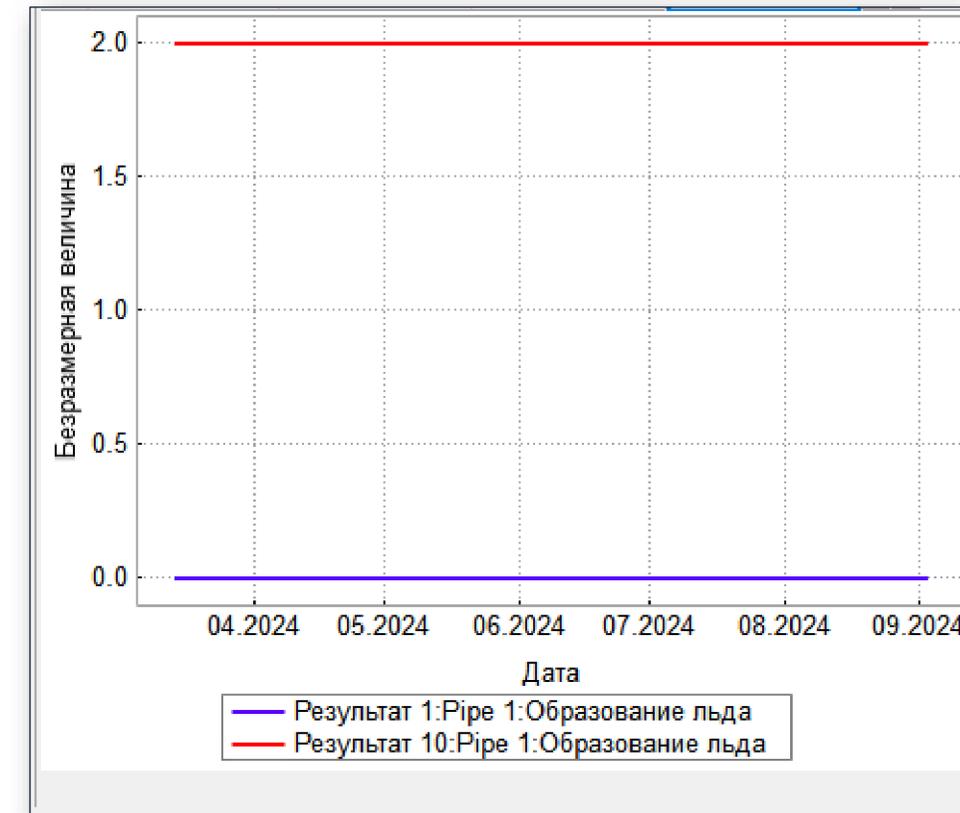
- Добавлена визуализация рассчитанного состава для Источника и объектов Скважина и Заканчивание в режиме Только сеть для композиционного варианта моделей флюида.



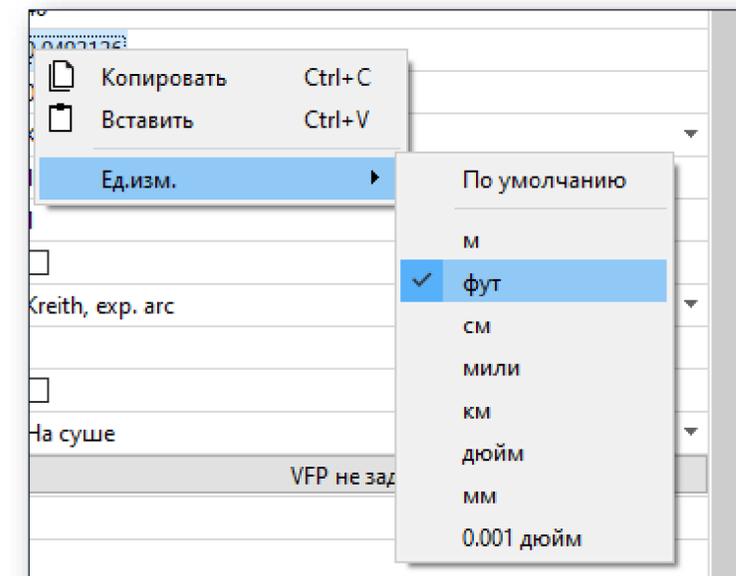
Ключевые изменения в 24.3

Дизайнер Сетей:

- Для композиционных моделей с температурной опцией поддержан расчет льдообразования в трубах на основе корреляции или многофазного flash расчета (расчет параметров парожидкостного равновесия).



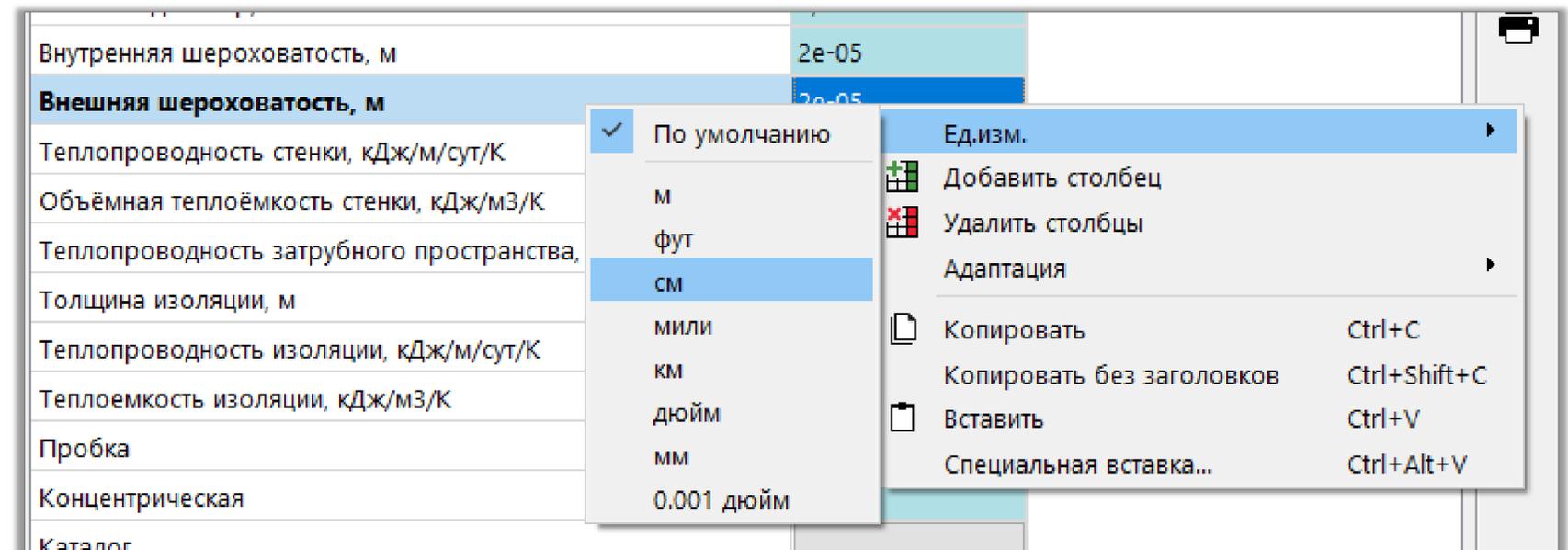
- Добавлена возможность выбирать единицы измерений в диалоговых окнах редактирования объектов.



Ключевые изменения в 24.3

Дизайнер Скважин:

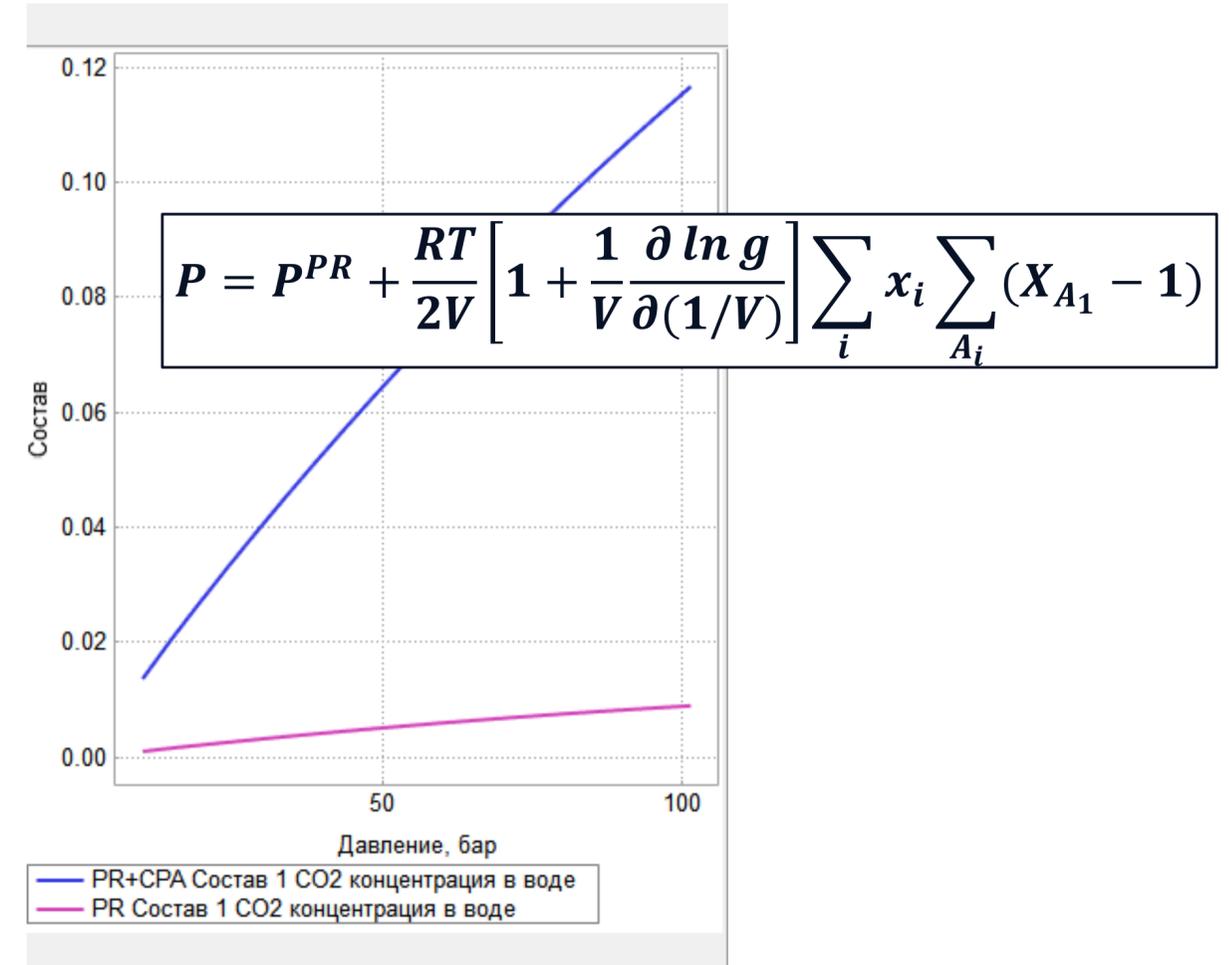
- Добавлена возможность выбора единиц измерений вводимых параметров на вкладках Геометрия, Конструкции скважины, Результаты измерений, Теплопередача, IPR



Ключевые изменения в 24.3

PVT Дизайнер:

- Поддержана модификация уравнения состояния Пенга-Робинсона с учетом ассоциативного слагаемого CPA



- Добавлена возможность задания термических свойств как параметров адаптации.

	Удельн. теплоёмкость A, кДж/кг/К	Удельн. теплоёмкость B, кДж/кг/К2	Удельн. теплоёмкость C, кДж/кг/К3	Удельн. теплоёмкость D, кДж/кг/К4	Удельн. теплоёмкость G, кДж/кг/К	Удельн. теплоёмкость H, кДж/кг/К2
C1	2.183	0.00350315			2.183	0.00350315
C2	1.7045				45	0.00466305
C3	1.6273				73	0.00505163
C4	1.6342				42	0.00490931

Адаптация

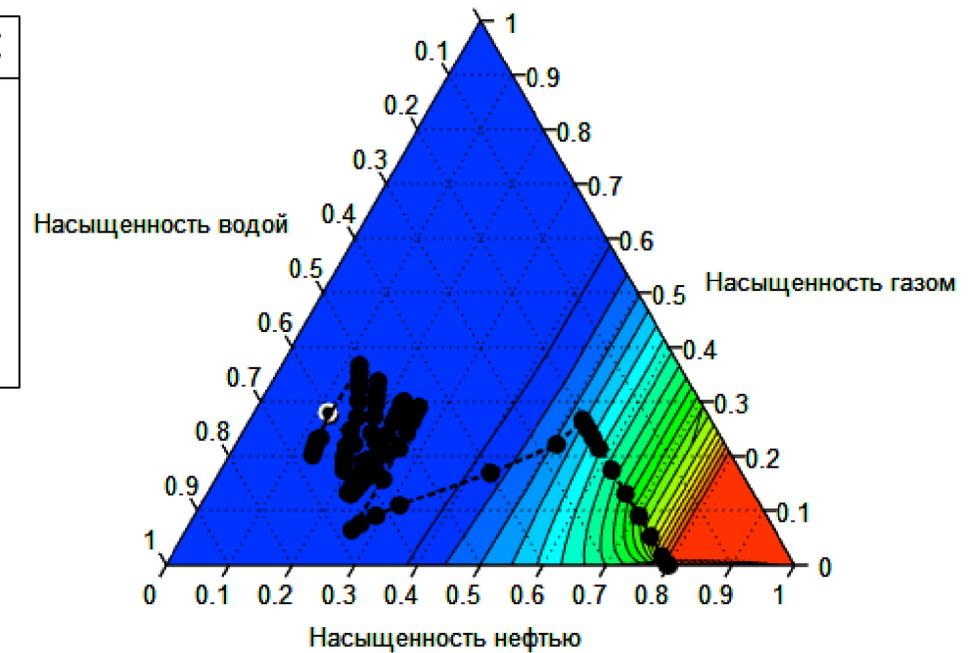
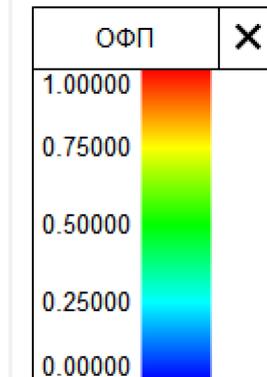
- Использовать для адаптации
- Не использовать для адаптации
- Сбросить параметры для адаптации

Копировать Ctrl+C
Копировать без заголовков Ctrl+Shift+C
Вставить Ctrl+V
Специальная вставка... Ctrl+Alt+V

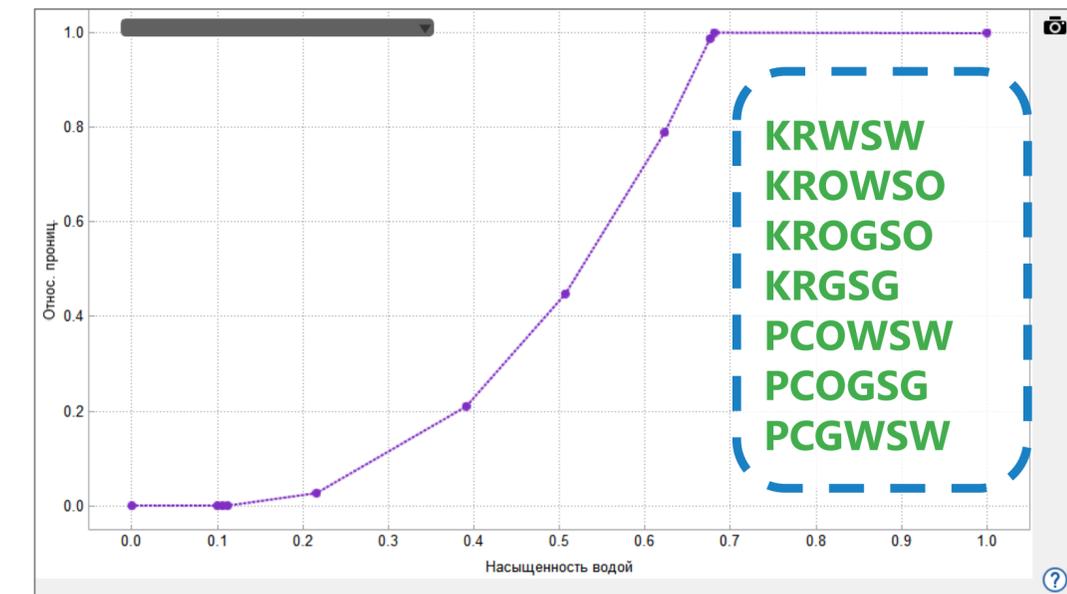
Ключевые изменения в 24.3

Дизайнер ОФП:

- Для трехфазных систем реализовано отображение текущих насыщенных в блоке сетки на тернарной диаграмме и отображение истории насыщенных на тернарной диаграмме



- Поддержана конвертация таблиц ОФП и капиллярного давления в (или из) Семейство 4 функций насыщенности (соответствует ключевым словам **KRWSW, KROWSO, KROGSO, KRGSG, PCOWSW, PCOGSG, PCGWSW**), и создание объединенного варианта ОФП и капиллярного давления с использованием данного семейства функций насыщенности.



Ключевые изменения в 24.3

МатБаланс:

- При адаптации ОФП по варианту МатБаланса **поддержана возможность добавлять в проект одновременно несколько выделенных адаптированных вариантов ОФП и капиллярного давления**
- **Добавлены предустановленные настройки выбора точек из таблицы значений доли фазы в потоке в зависимости от времени для адаптации ОФП по варианту МатБаланса.**

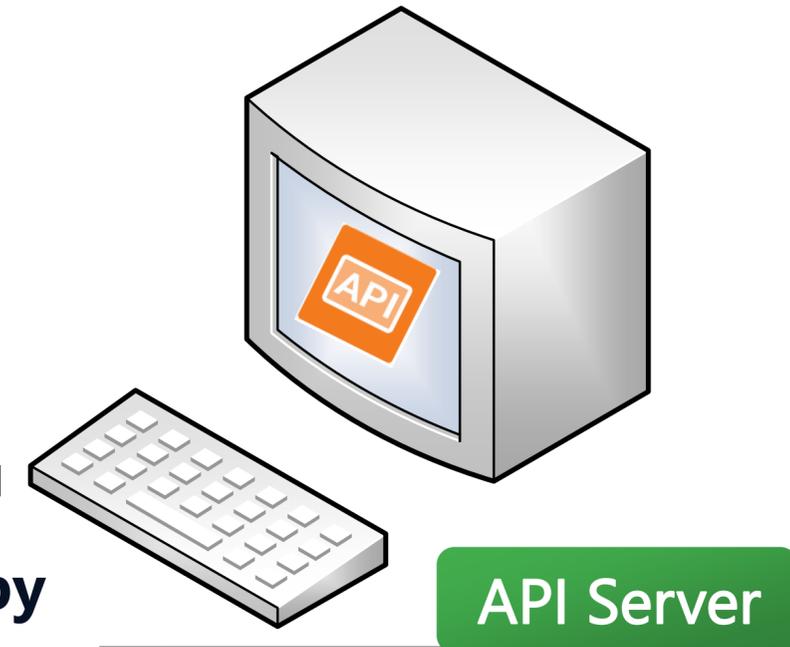
Адаптированные корреляции	Добавлено в проект	Невязка вода-нефть	Невязка нефть-газ
<input type="checkbox"/> Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 1	ДА	2.1229	0.0000
<input type="checkbox"/> Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 1 1	ДА	2.1229	0.0000
<input checked="" type="checkbox"/> Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 1 2	ДА	2.1229	0.0000
<input checked="" type="checkbox"/> Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 2	НЕТ	2.1229	0.0000
<input checked="" type="checkbox"/> Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 3	НЕТ	2.8486	0.0000
<input checked="" type="checkbox"/> Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 4	НЕТ	16.206	0.0000



Ключевые изменения в 24.3

Сервер Управления:

- Добавлена возможность подключаться к Серверу Управления на другой вычислительной машине, а также нескольких клиентов к одному серверу



- Поддержано создание пустого проекта формата .snr Дизайнера Геологии, Дизайнера Моделей и МатБаланса с помощью функции `create_project()`

- В пользовательском коде поддерживана функция `get_result_values()` для получения результатов расчета гидродинамических моделей и моделей МатБаланса.

```
54 import sys
55
56 con_path = "/opt/tNavigator/tNavigator-con"
57 host = '127.0.0.1'
58 port = '5557'
59 models_path = './tmp_dir'
60
61
62 def create_api_server():
63     print(
64         f'Creating API Server with flags "--dispatcher-task-port={port}" "--dispa
65     return subprocess.Popen([con_path, '--api-server', f'--dispatcher-task-port={
66         f'--server-projects-dir={models_path}'],
67         stdin=subprocess.PIPE, encoding='UTF-8')
68
69
70 def create_tmp_folder_with_models():
71     if not os.path.exists(models_path):
72         return
73     print(f'Removing folder {models_path}')
74     shutil.rmtree(models_path)
75     os.mkdir(models_path)
76
77
78 def main():
79
80     create_tmp_folder_with_
81     p = create_api_server()
82     time.sleep(5)
83     print('Launch Client!')
84     con_opts = tnav.Connect(
85     con_opts.api_server_url
86     conn = tnav.Connection(
87     project_path = f'{models
88     print(f'Try create proj
89     print(f'Files of {model
90     conn.create_project(path=project_path, case_type=tnav.CaseType.MD, project_ty
91
92
93     lst = conn.get_list_o
94     print(f'Files of {mod
95
96     # Use slice for skip
97     if not (len(lst) == 1 and lst[0] == project_path[2:]):
98         raise RuntimeError(f'Expected projects count 1 with relative path {project
99     print(f'Project successfully created: {lst[0]}')
100
101     print('Stopping API Client')
102     conn.stop()
103
104     print('Stopping API Server')
105     # Stop API Server
106     p.send_signal(signal.SIGINT)
107
108
109     print (tnav.__tNavigator_python_API_version_)
110     print (tnav._version_)
111     return 0
112
113
114 sys.exit(main())
```



Расчётное ядро симулятора

Проект [Дизайнеры](#) [Моделирование](#) [Настройки](#) [Лицензии](#) [Помощь](#)

Параллельность: Использовать GPU

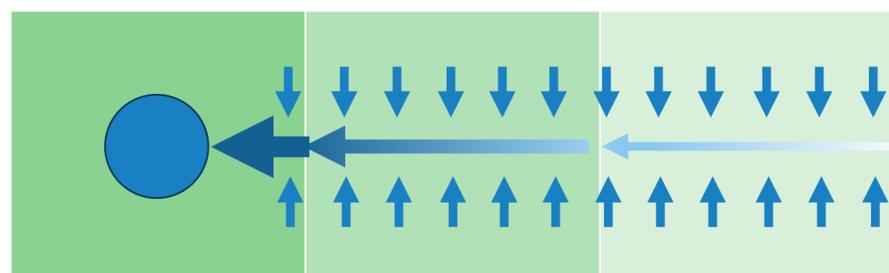
 **TNAVIGATOR** <https://irmodel.ru>
tnavigator@irmodel.ru

 Дизайнер Геологии Геологическое моделирование	 Дизайнер Моделей Создание, расчёт и анализ динамических моделей и интегрированных проектов	 Расчёт Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических и интегрированных
 Сейсмика Работа с сейсмическими данными	 PVT Дизайнер Работа с моделью флюида	 Результаты Расчёта Просмотр результатов расчёта моделей
 Геостиринг Сопровождение бурения	 Дизайнер ОФП Фильтрационные исследования	 Адаптация Автоматизированная адаптация, оптимизация и анализ неопределённостей
 Дизайнер Скважин Модель скважины	 МатБаланс Анализ материального баланса	 Симулятор ГРП Моделирование трещин гидроразрыва пласта
 Дизайнер Сетей Моделирование поверхностных сетей	 Очередь Задач Управление очередью заданий	 Доступ к Кластеру Расчёты на кластере
 Лицензии Состояние и установка	 Документация Техническое описание	 Эксперт Интерактивный справочник и новости

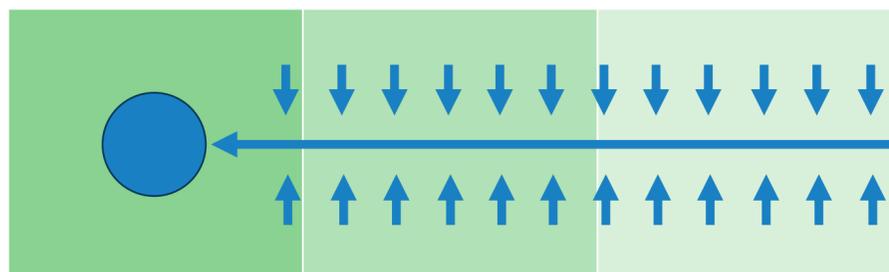
Поправка на совместное течение в трещине

- Поддержана поправка (соответствует опции **SHARED_PATH_CORRECTION** ключевого слова **TNAVCTRL**) для учета интерференции потока в трещине при моделировании трещин ГРП с помощью виртуальных перфораций

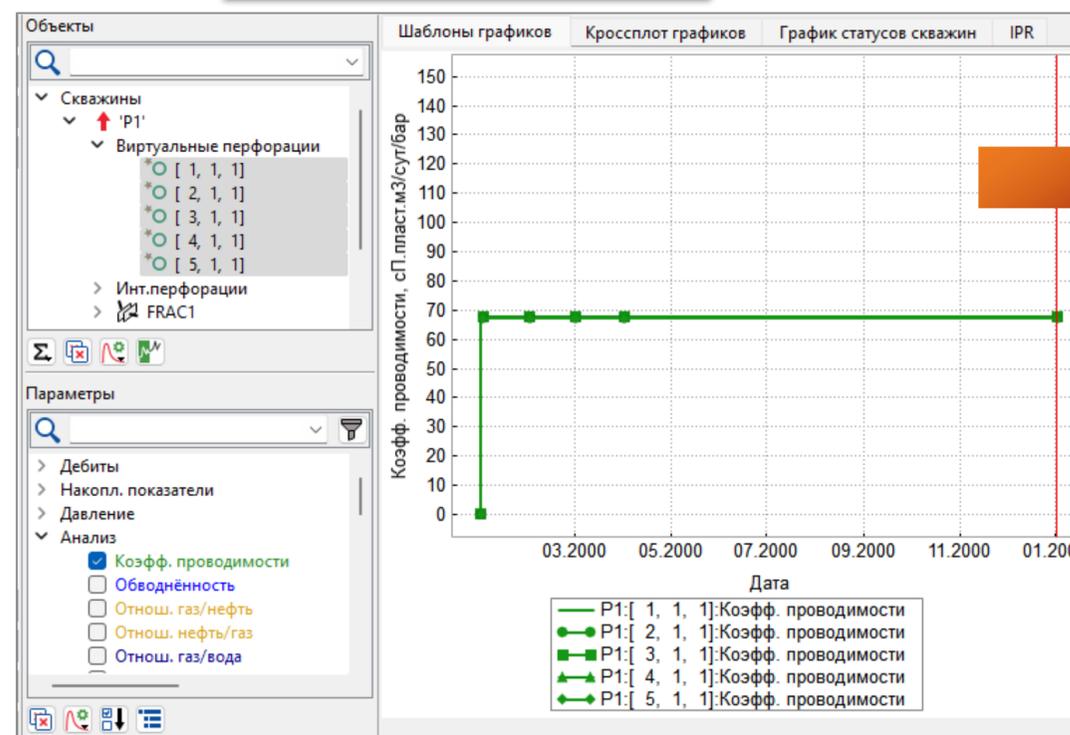
Поправка = 1
Полная интерференция
потока



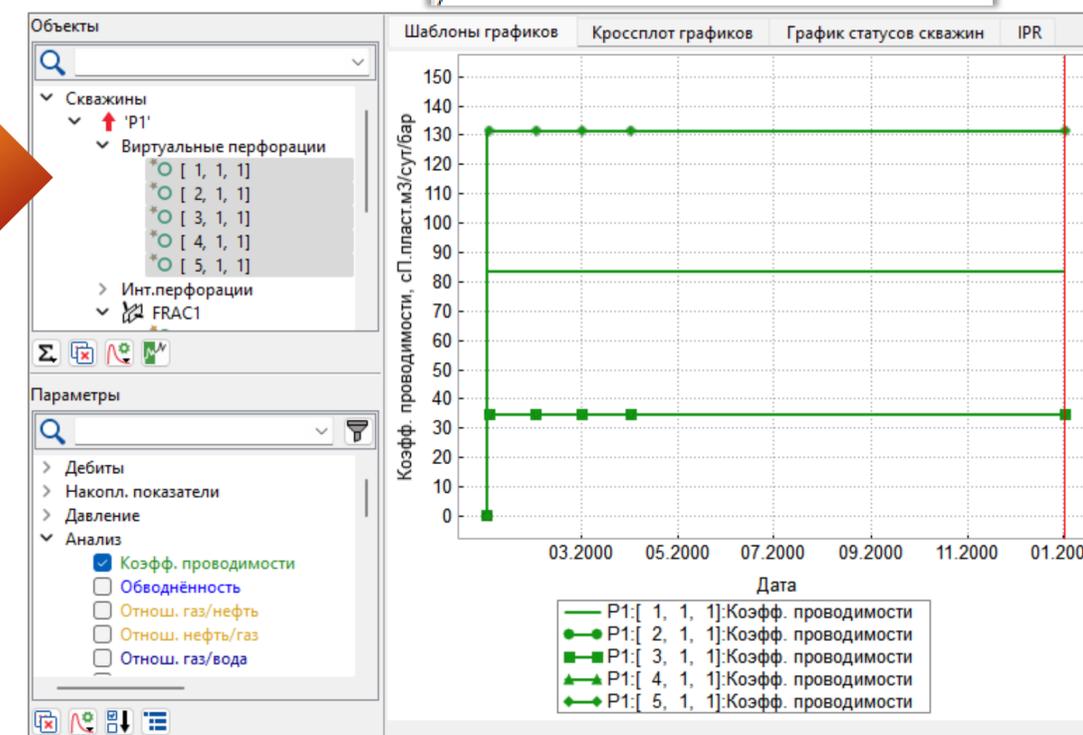
Поправка = 0
Отсутствие интерференции
потока



```
TNAVCTRL
SHARED_PATH_CORRECTION 0 /
FRACTURE_BUILD_LOGIC
USE_VIRTUAL_CONNECTIONS /
/
```



```
TNAVCTRL
SHARED_PATH_CORRECTION 0.5 /
FRACTURE_BUILD_LOGIC
USE_VIRTUAL_CONNECTIONS /
/
```



При помощи данной поправки производится корректировка расчета проводимости виртуальных перфораций с учетом интерференции потока. Она может использоваться, если трещины моделируются с использованием кл. слова **FRACTURE_SPECS**

Закон Генри: растворимость H₂S в Spycher и Pruess

- Добавлена поддержка H₂S в качестве допустимого водорастворимого компонента при использовании **общего закона Генри** с моделью **Spycher и Pruess**

```

7  C NAMES
8  'CO2' 'H2S' 'H2O' 'NaCl' 'CaCO3'
9  'CaCl2' /
10
11 W NAMES
12 -- water component names
13 'H+' 'OH-' 'HCO3-' 'CO3--' 'Na+' 'Cl-' 'CaCl+' 'Ca++' /
14

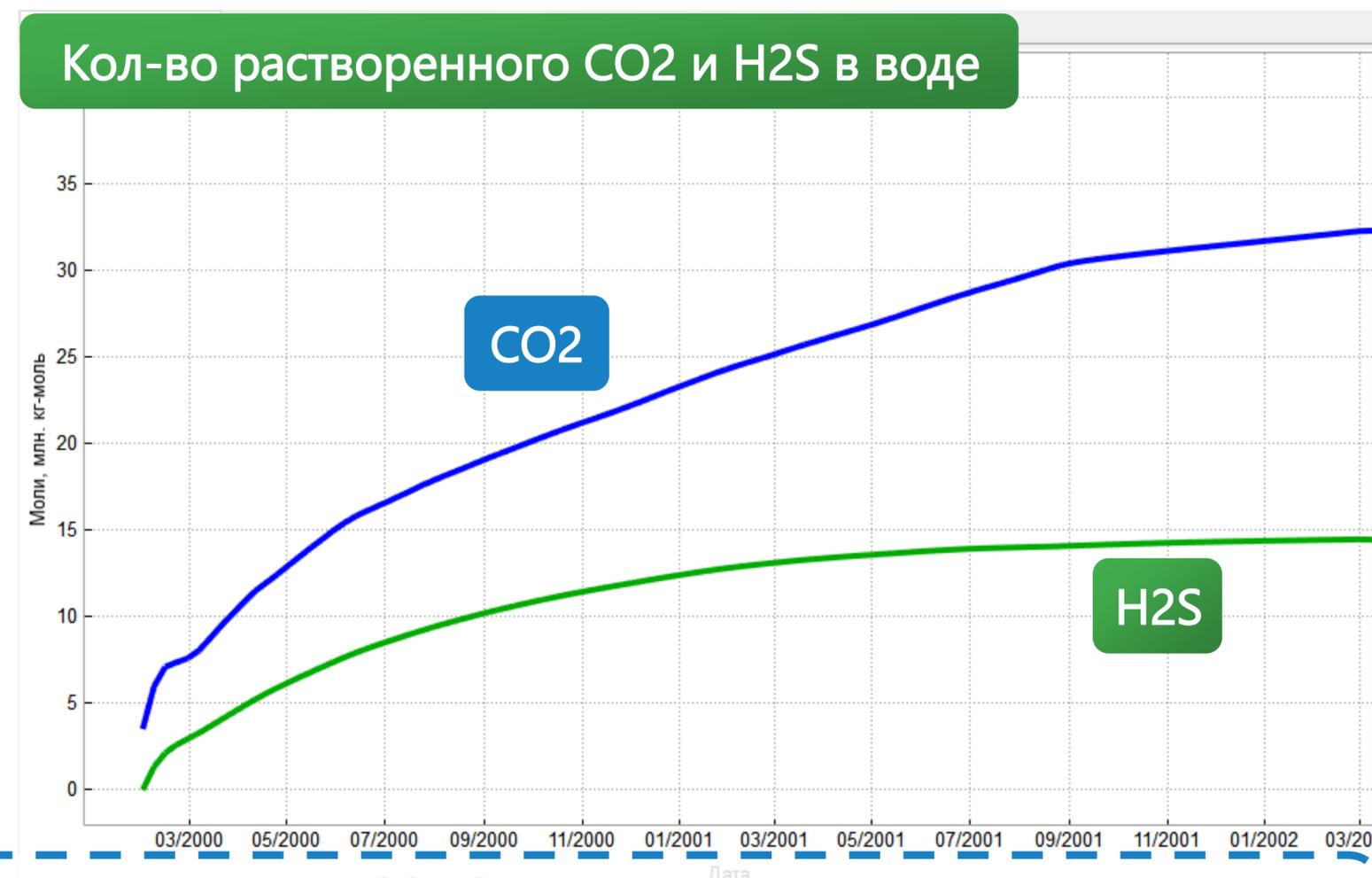
```

```

373 SOLUHENRY
374 'CO2' H /
375 3* /
376 'H2S' H /
377 3* /
378 /
379 /
380
381 HENRYCORSP
382 'CO2' 'H2S' 'H2O'
383 /
384

```

Для использования модели Spycher и Pruess необходимо задать HENRYCORSP



SOLUHENRY+ HENRYCORSP позволяет учесть одновременное растворение CO₂ и H₂S в воде по модели Spycher и Pruess, в отличие от изотермического CO₂STORE

Адаптация и Оптимизация

Проект [Дизайнеры](#) [Моделирование](#) [Настройки](#) [Лицензии](#) [Помощь](#)

Параллельность: 8 ядер Использовать GPU

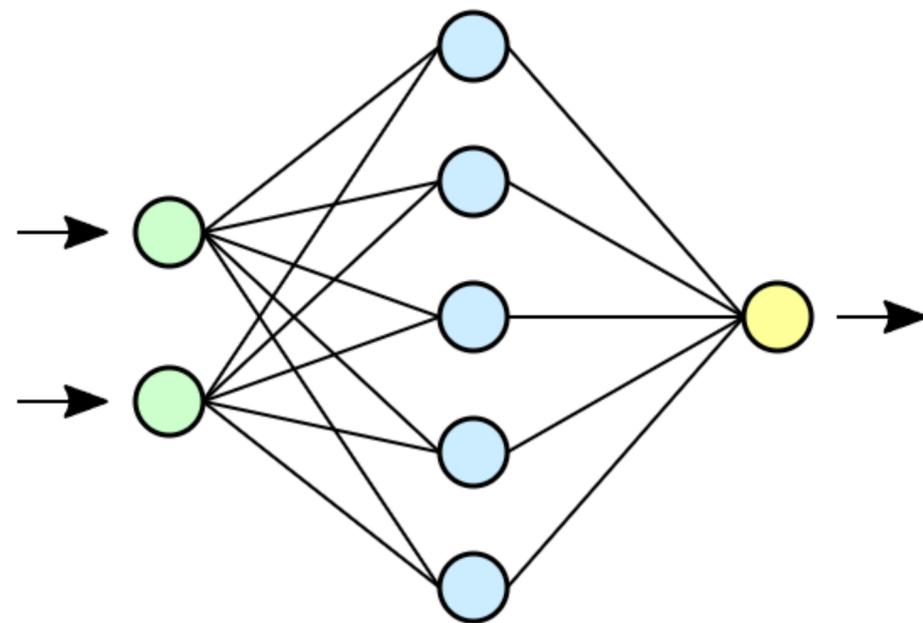
 **ТНАВИГАТОР** <https://irmodel.ru>
tnavigator@irmodel.ru

 Дизайнер Геологии Геологическое моделирование	 Дизайнер Моделей Создание, расчёт и анализ динамических моделей и интегрированных проектов	 Расчёт Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических и интегрированных
 Сейсмика Работа с сейсмическими данными	 PVT Дизайнер Работа с моделью флюида	 Результаты Расчёта Просмотр результатов расчёта моделей
 Геостиринг Сопровождение бурения	 Дизайнер ОФП Фильтрационные исследования	 Адаптация Автоматизированная адаптация, оптимизация и анализ неопределённостей
 Дизайнер Скважин Модель скважины	 МатБаланс Анализ материального баланса	 Симулятор ГРП Моделирование трещин гидроразрыва пласта
 Дизайнер Сетей Моделирование поверхностных сетей	 Очередь Задач Управление очередью заданий	 Доступ к Кластеру Расчёты на кластере
 Лицензии Состояние и установка	 Документация Техническое описание	 Эксперт Интерактивный справочник и новости

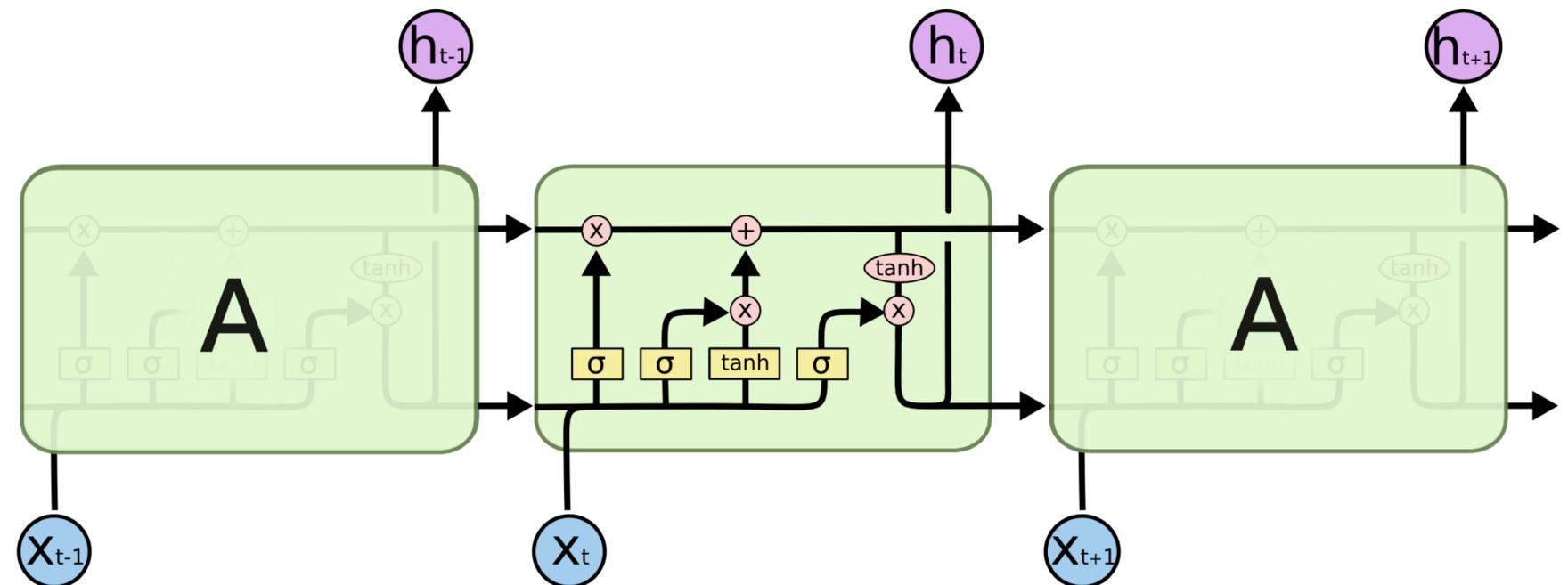
Новый тип нейронных сетей на основе LSTM

- Добавлен новый тип нейронных сетей, используемых для построения прокси моделей, предназначенных для прогнозирования временных рядов, с использованием архитектуры LSTM
- **Нейронные сети LSTM (long short-term memory)** – это рекуррентные сети, способные обрабатывать последовательности данных и сохранять информацию о предыдущих состояниях

Нейронная прокси модель



Нейронная прокси модель на основе LSTM



Новый тип нейронных сетей на основе LSTM

- Нейронные сети на основе LSTM позволяют выполнять прогнозирование расчетных параметров без запуска Симулятора (Целевые функции и результаты → Верхнее меню → Создать нейронную

Прокси → Нейронная LSTM прокси)

Выбор прокси модели

Настройки нейронной LSTM прокси

Параметры переменных

Имя переменной

- ALL_CHOKE_CONTROL_VALUE_CHOKE_1
- ALL_CHOKE_CONTROL_VALUE_CHOKE_2
- ALL_CHOKE_CONTROL_VALUE_CHOKE_3

В нейронных LSTM прокси-моделях можно использовать только временные переменные

Прокси модель дает только положительные значения

Нейронная Прокси

Параметры нейронной прокси

Создать единую нейронную Прокси-модель для всех пар объект-параметр

Рассчитать потери на проверочном множестве

Имя проверочного множества: Критерии остановки обучения

Нейронная LSTM прокси

Параметры нейронных LSTM прокси-моделей

Функция активации: Leaky ReLU

Кол-во нейронов в скрытом слое: 20

Кол-во эпох обучения: 1000

Размер образца: 1024

Размер тренировочного набора: 200

Число использованных историч. шагов: 16

Случайное число: 0

Перемешать данные для обучения

Применить логарифм к данным

Нормализация данных: Нормировка мин.-макс

Исп. модиф. нормализацию мин.-макс. данных

Нормализация переменных: Z-нормализация

Исп. исключение

Вероятность исключения: 0.5

Параметры перекрестной проверки

Запустить перекрестную проверку

Кол-во частей: 10

Режим выбора временного шага: Один шаг

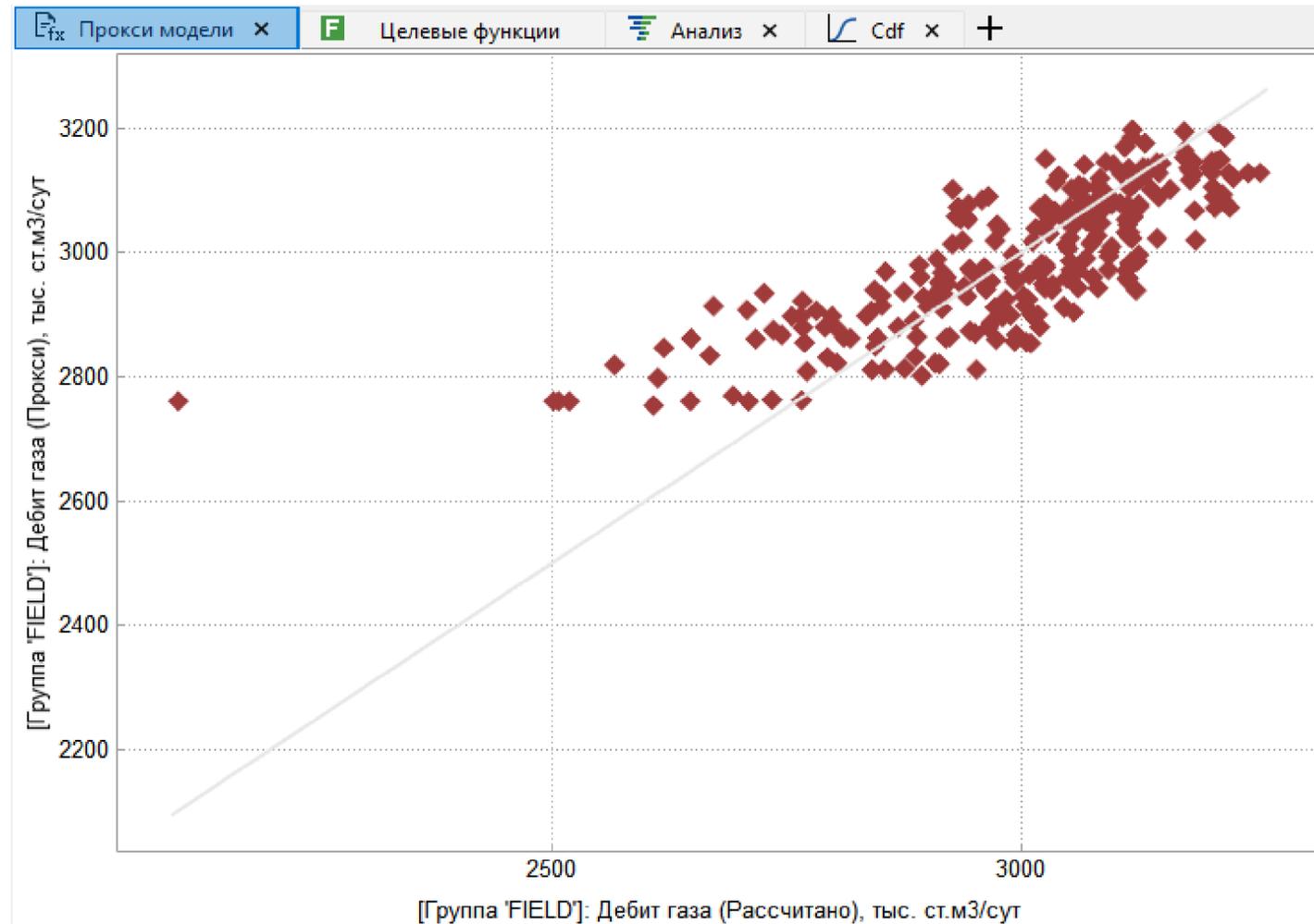
Вр. шаг: 16 15-Jun-2022

Установить значения по умолчанию

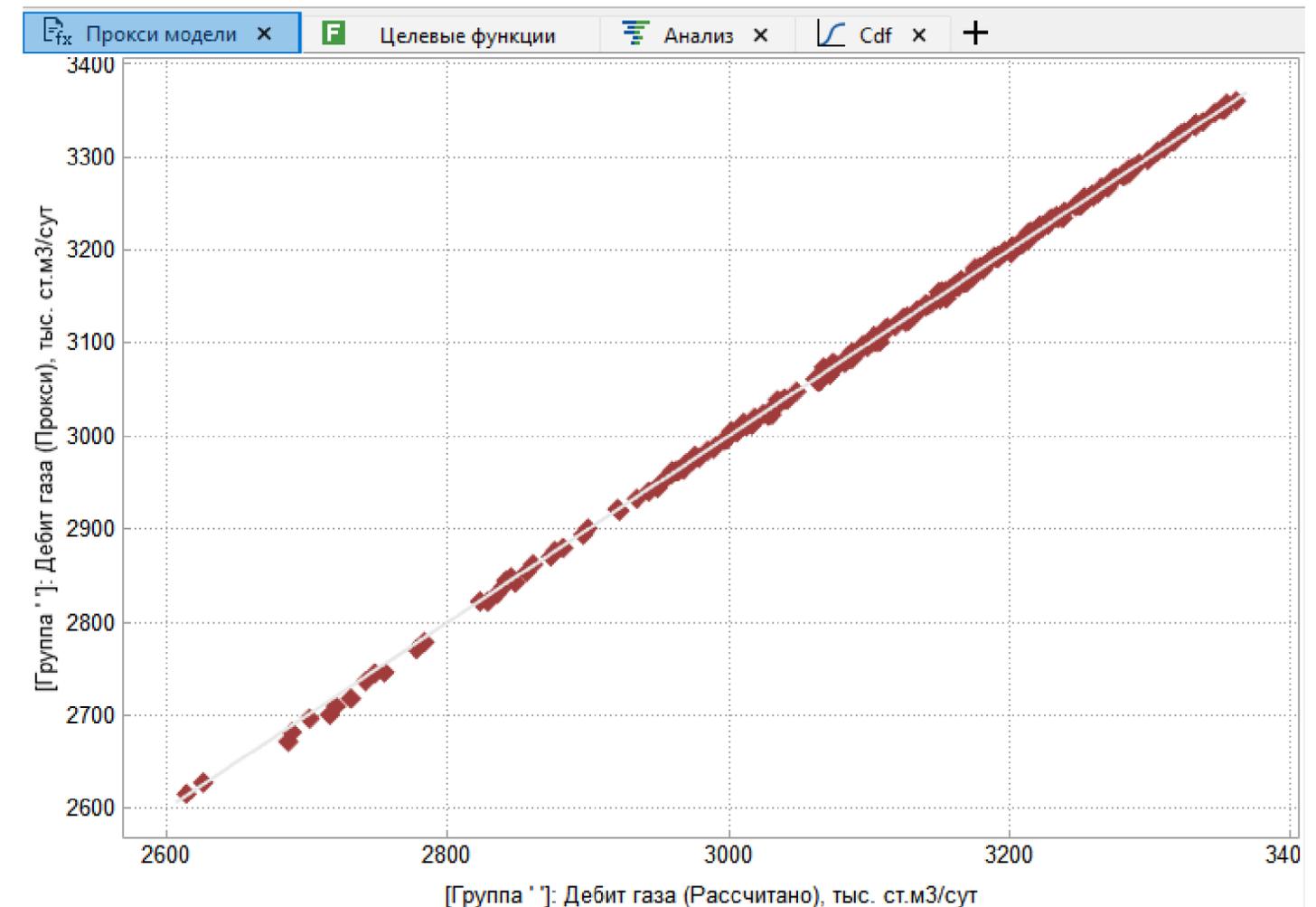
OK Отмена

Новый тип нейронных сетей на основе LSTM

Дебит газа по результатам расчёта **полносвязной нейронной прокси моделью** ($R^2=0.00440465$)



Дебит газа по результатам расчёта **LSTM прокси моделью** ($R^2 = 0.999455$)



LSTM прокси модели могут быть применены для оптимизации параметров наземной сети сбора на основе интегрированного проекта Дизайнера Моделей и Дизайнера Сетей

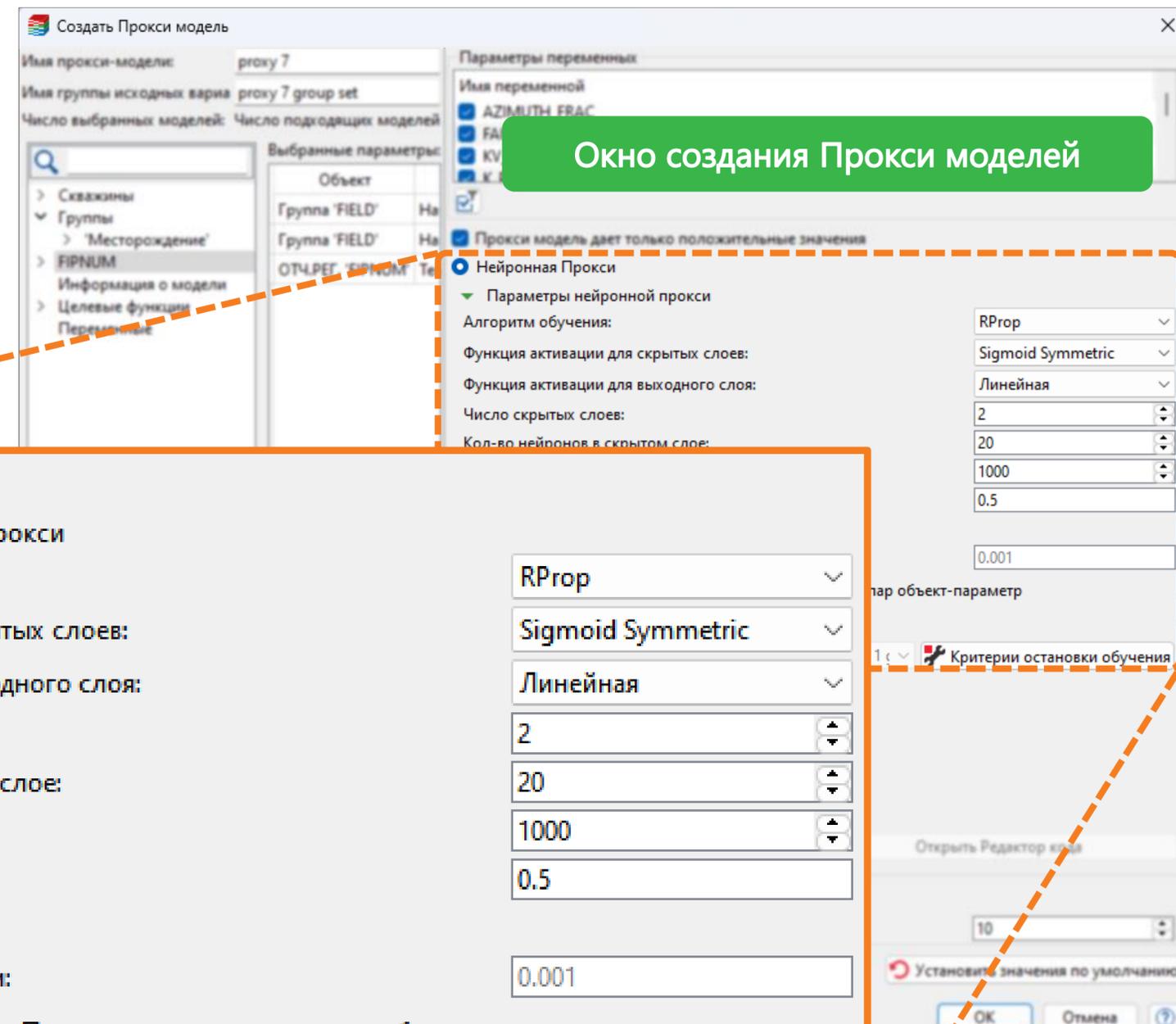
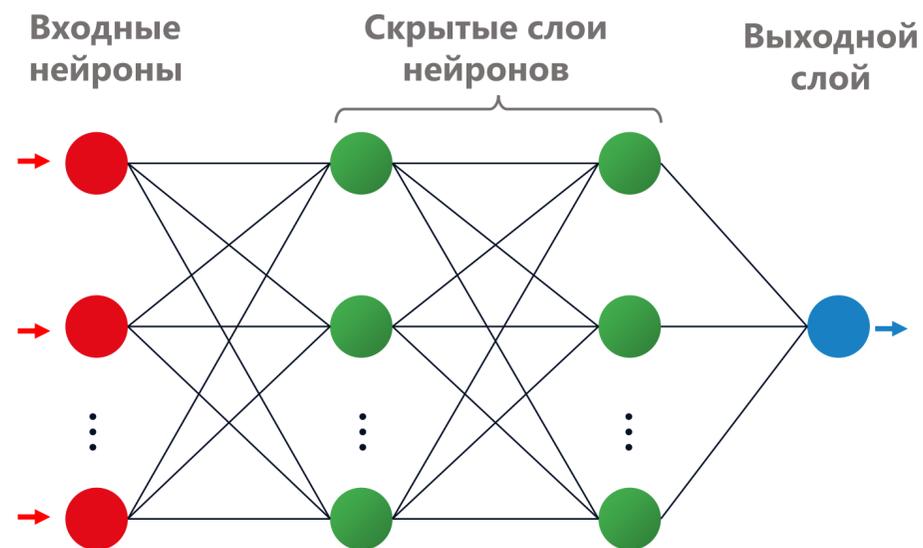
Дополнительные настройки нейронной прокси

Увеличено количество настроек создания нейросети

для прокси моделей:

- Алгоритмы обучения
- Функции активации слоев
- Количество эпох обучения
- Скорость обучения
- Регуляризация и др.

Также поддержано использование проверочного множества



Инструменты для оценки качества обучения ИНС

- Добавлены инструменты для оценки качества обучения искусственных нейронных сетей (ИНС) прокси моделей (Целевые функции и результаты → вкладка Прокси модели → Анализ ИНС прокси моделей)

прокси моделей

Информация о проекте

Расчёты

Целевые функции и результаты

Дерево экспериментов

Целевые функции

Варианты

Группы вариантов

Experiments

1 [1] Латинский гиперкуб

- 1 A001/e1_v00000
- 1 A001/e1_v00001
- 1 A001/e1_v00002
- 1 A001/e1_v00003
- 1 A001/e1_v00004
- 1 A001/e1_v00005
- 1 A001/e1_v00006
- 1 A001/e1_v00007
- 1 A001/e1_v00008
- 1 A001/e1_v00009
- 1 A001/e1_v00010
- 1 A001/e1_v00011
- 1 A001/e1_v00012

Настройки

Настройки визуализации

Имя прокси-модели: proх

Объект	Параметр	Значение
ОТЧ.Р...	Текущи...	01-Jan-2024

Информация о прокси:

Тип: Нейр

Качество (R2): 0.999

Параметры создания прокси:

Алгоритм обучения:

Функция активации для скрытых слое

Функция активации для выходного сл

Число эпох обучения:

Число скрытых слоев:

Число нейронов в скрытом слое:

Скорость обучения:

Регуляризация:

Дополнительная информация:

Используемые переменные:

AZIMUTH_FRAC

FAULT_MULT

KV_KH

К. ПЕРМ.

Монте-Карло

What-If сценарий

Анализ ИНС прокси моделей

Анализ ИНС прокси моделей

Настройки

Показать легенду

Раскрасить каждый график отдельно

Прокси-модели:

Модели LSTM

- НС модели
 - проху 1
 - Object: ОТЧ.ПЕГ. 'FIPNUM'
 - Parameter: Текущие запасы нефти
 - Date: 01.01.2024
 - проху 2
 - Object: ОТЧ.ПЕГ. 'FIPNUM'
 - Parameter: Текущие запасы нефти
 - Date: 01.01.2024
- Модели с единой ИС

Имя прокси-модели: проху 1

Информация о прокси:

Тип: Нейронная сеть

Параметры создания прокси:

Алгоритм обучения: RProp

Функция активации для скрытых слоев: Sigmoid Symmetric

Функция активации для выходного слоя: Линейная

Число эпох обучения: 1000

Число скрытых слоев: 2

Число нейронов в скрытом слое: 20

Скорость обучения: 0.5

Точность - доля правильных ответов алгоритма

Средняя абс. процентная ошибка

Средняя квадр. ошибка

Средняя абс. ошибка

Закреть

Модель Proху 1 воспроизводит результаты расчётов с более высокой точностью и меньшей ошибкой (квадратичной и абсолютной) в сравнении с моделью Proху 2

Дизайнер Моделей

Проект [Дизайнеры](#) [Моделирование](#) [Настройки](#) [Лицензии](#) [Помощь](#)

Параллельность: 8 ядер Использовать GPU



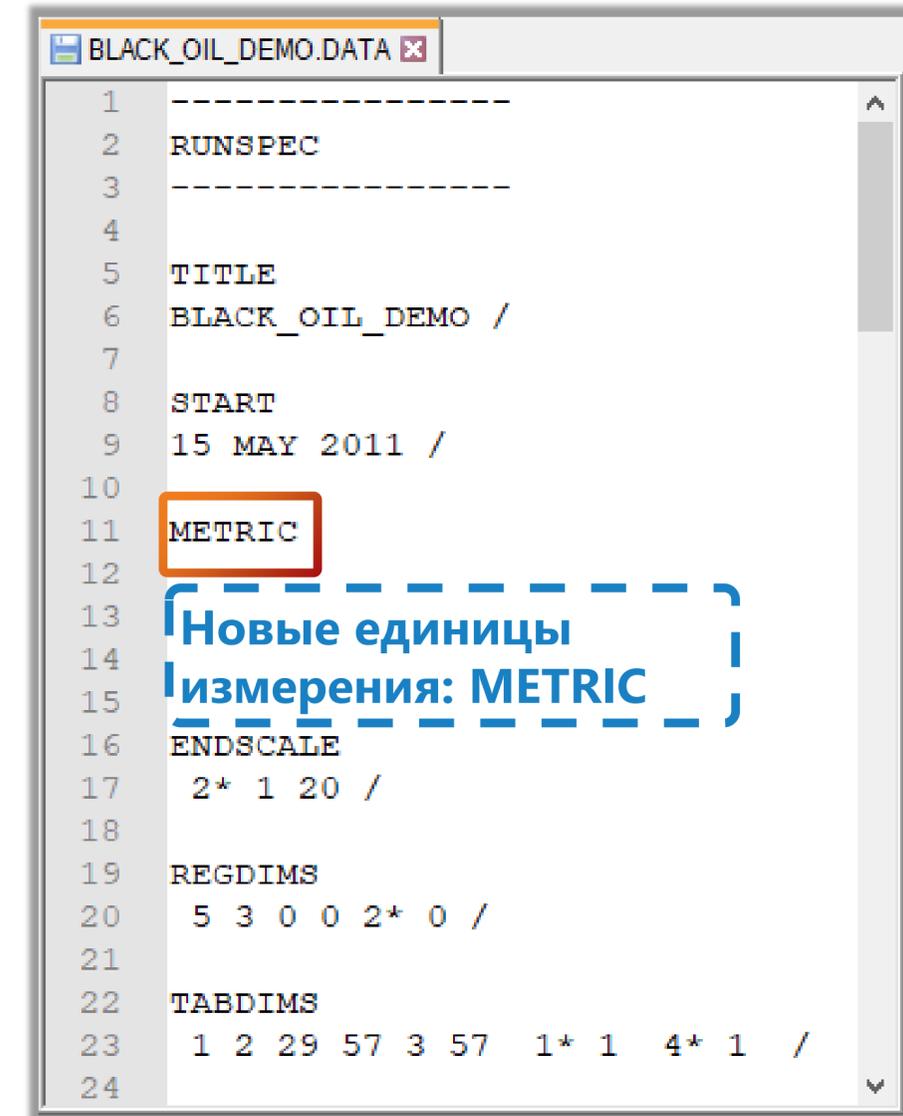
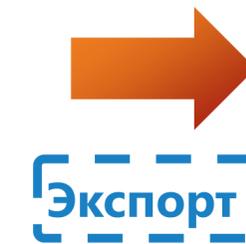
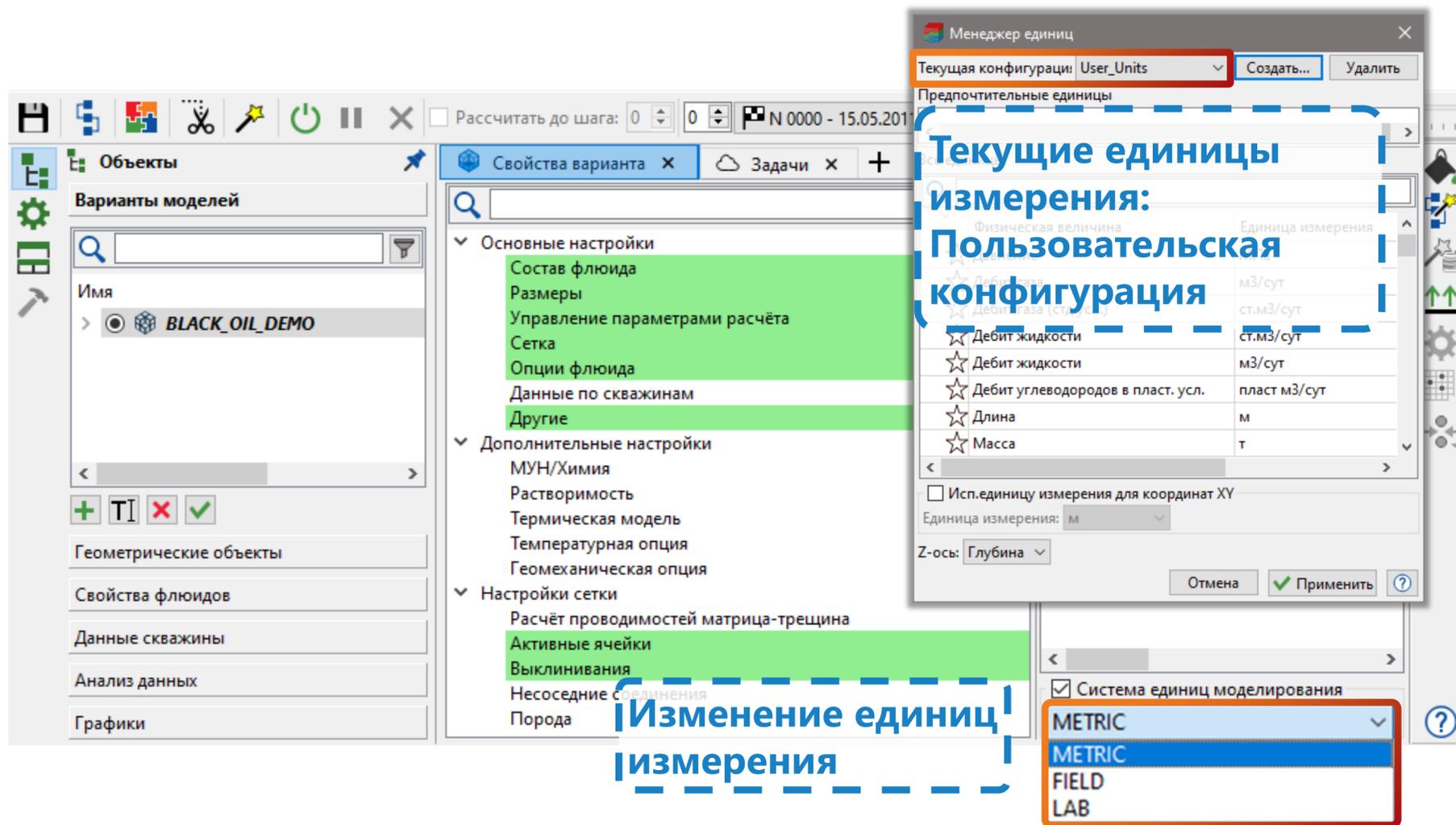
ТНАВИГАТОР

<https://irmodel.ru>
tnavigator@irmodel.ru

 Дизайнер Геологии Геологическое моделирование	 Дизайнер Моделей Создание, расчёт и анализ динамических моделей и интегрированных проектов	 Расчёт Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических и интегрированных
 Сейсмика Работа с сейсмическими данными	 PVT Дизайнер Работа с моделью флюида	 Результаты Расчёта Просмотр результатов расчёта моделей
 Геостиринг Сопровождение бурения	 Дизайнер ОФП Фильтрационные исследования	 Адаптация Автоматизированная адаптация, оптимизация и анализ неопределённостей
 Дизайнер Скважин Модель скважины	 МатБаланс Анализ материального баланса	 Симулятор ГРП Моделирование трещин гидроразрыва пласта
 Дизайнер Сетей Моделирование поверхностных сетей	 Очередь Задач Управление очередью заданий	 Доступ к Кластеру Расчёты на кластере
 Лицензии Состояние и установка	 Документация Техническое описание	 Эксперт Интерактивный справочник и новости

Единицы измерения для гидродинамической модели

- Добавлена возможность задания единиц измерения для экспорта гидродинамической модели. При этом единицы измерения текущего проекта остаются без изменения (Варианты моделей → Определения → Система единиц моделирования)



Многовариантность свойств сетки

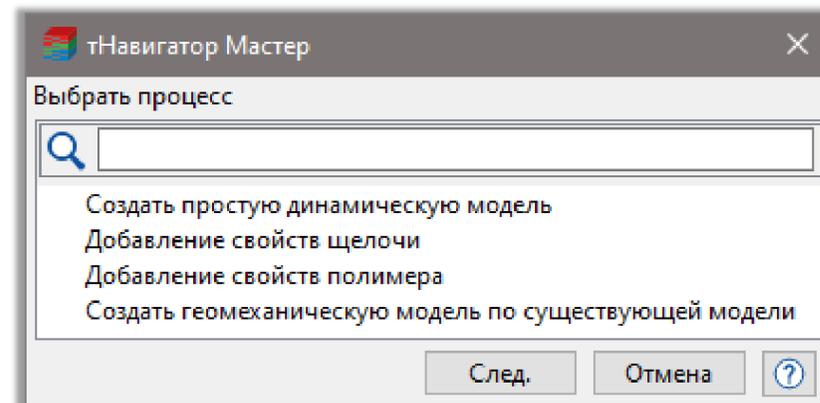
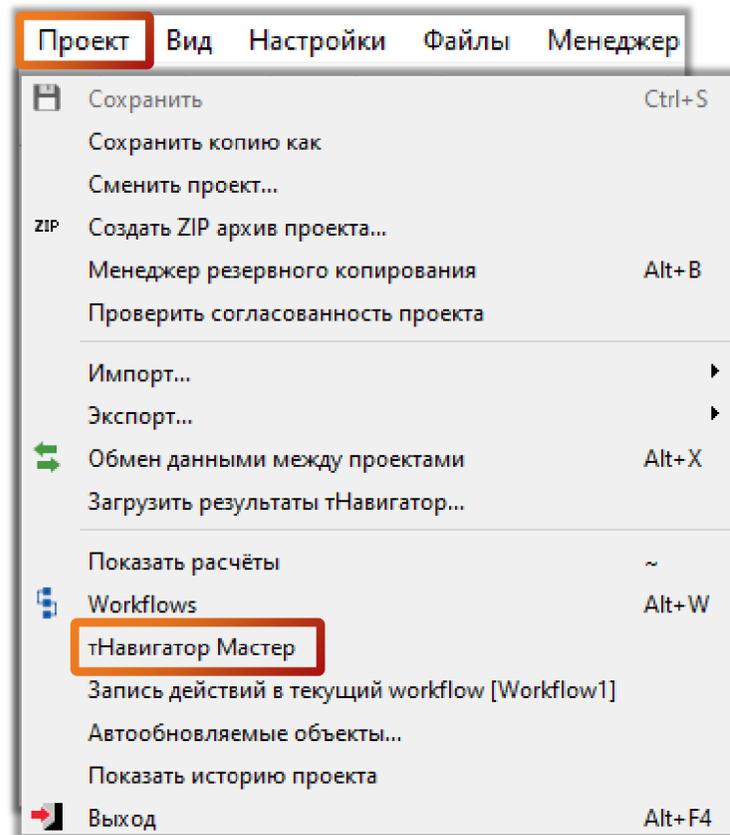
- Поддержана возможность в **Свойствах сетки** добавлять несколько свойств, которые соответствуют одному ключевому слову (**Варианты моделей** → **Статические свойства** → **Свойства сетки**)

тНавигатор мастер

● Поддержаны следующие сценарии тНавигатор мастера:

- Создать простую гидродинамическую модель;
- Добавление свойств щелочи;
- Создать геомеханическую модель по существующей модели

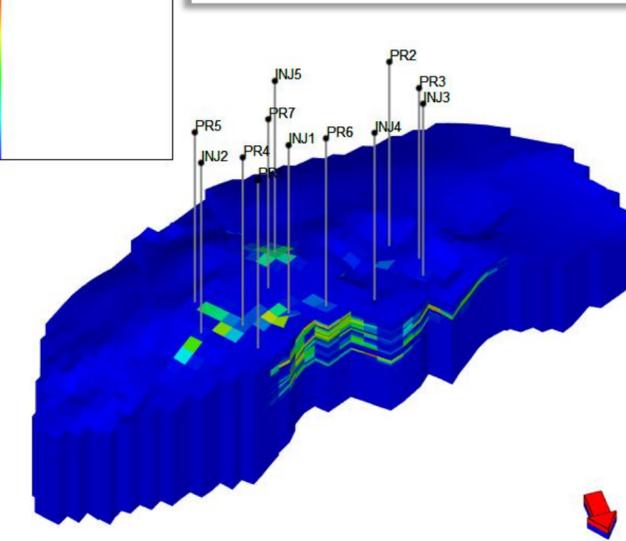
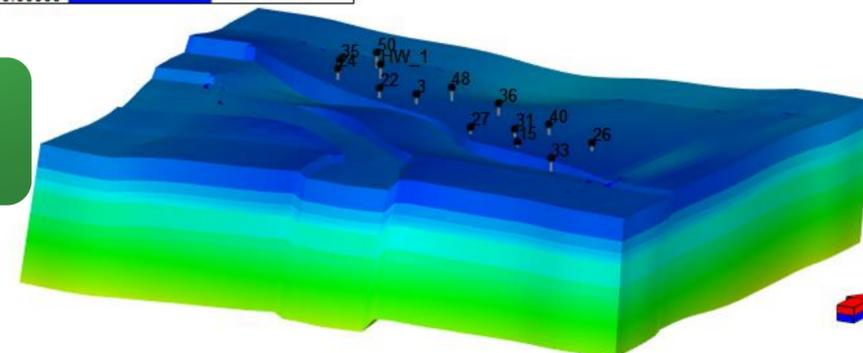
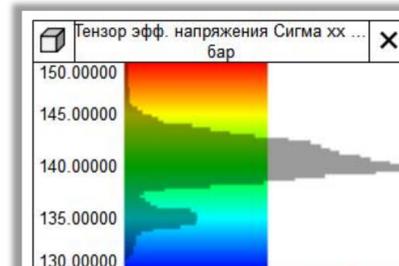
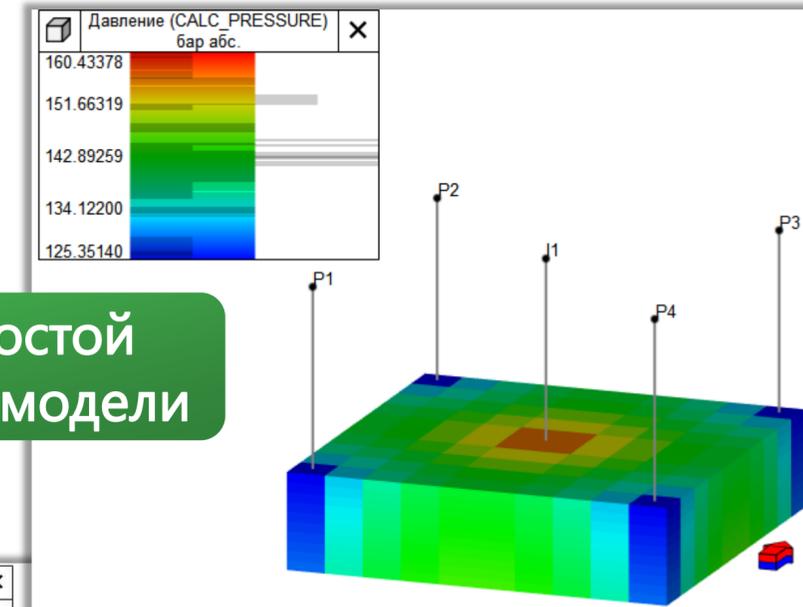
(Проект → тНавигатор мастер → Имя сценария)



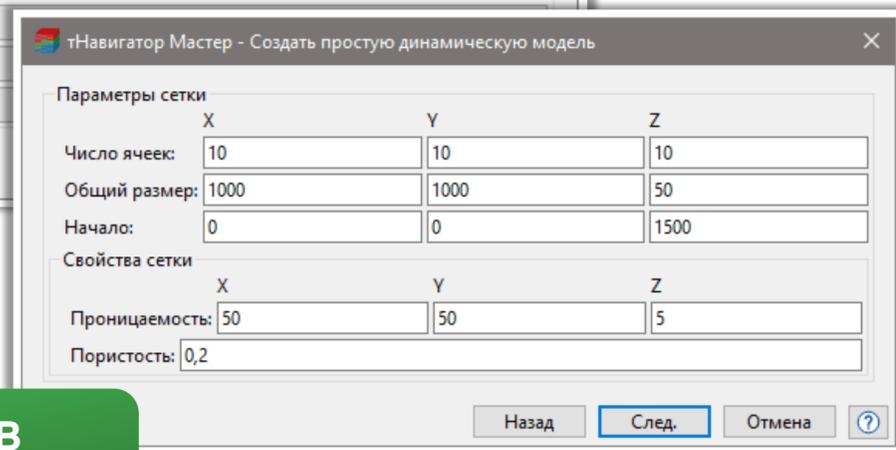
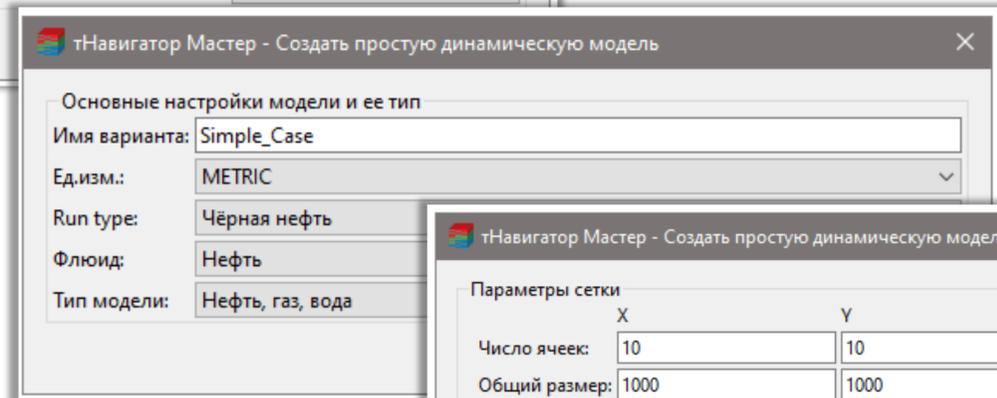
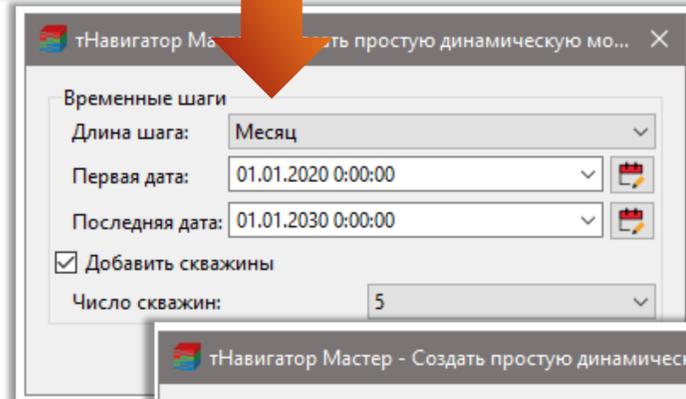
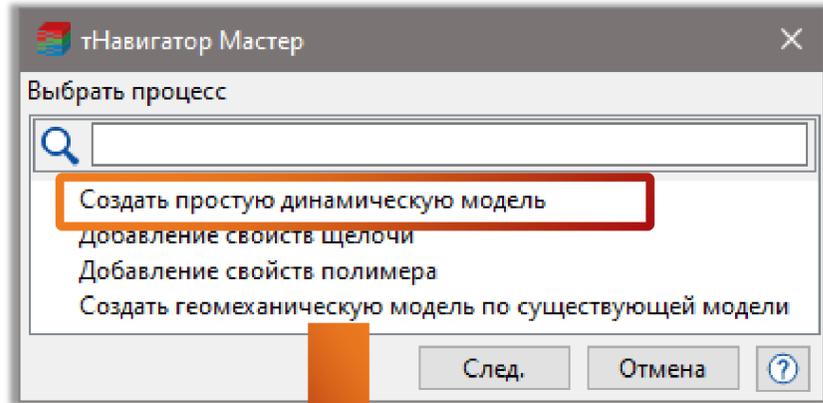
Создание геомеханической модели

Создание простой динамической модели

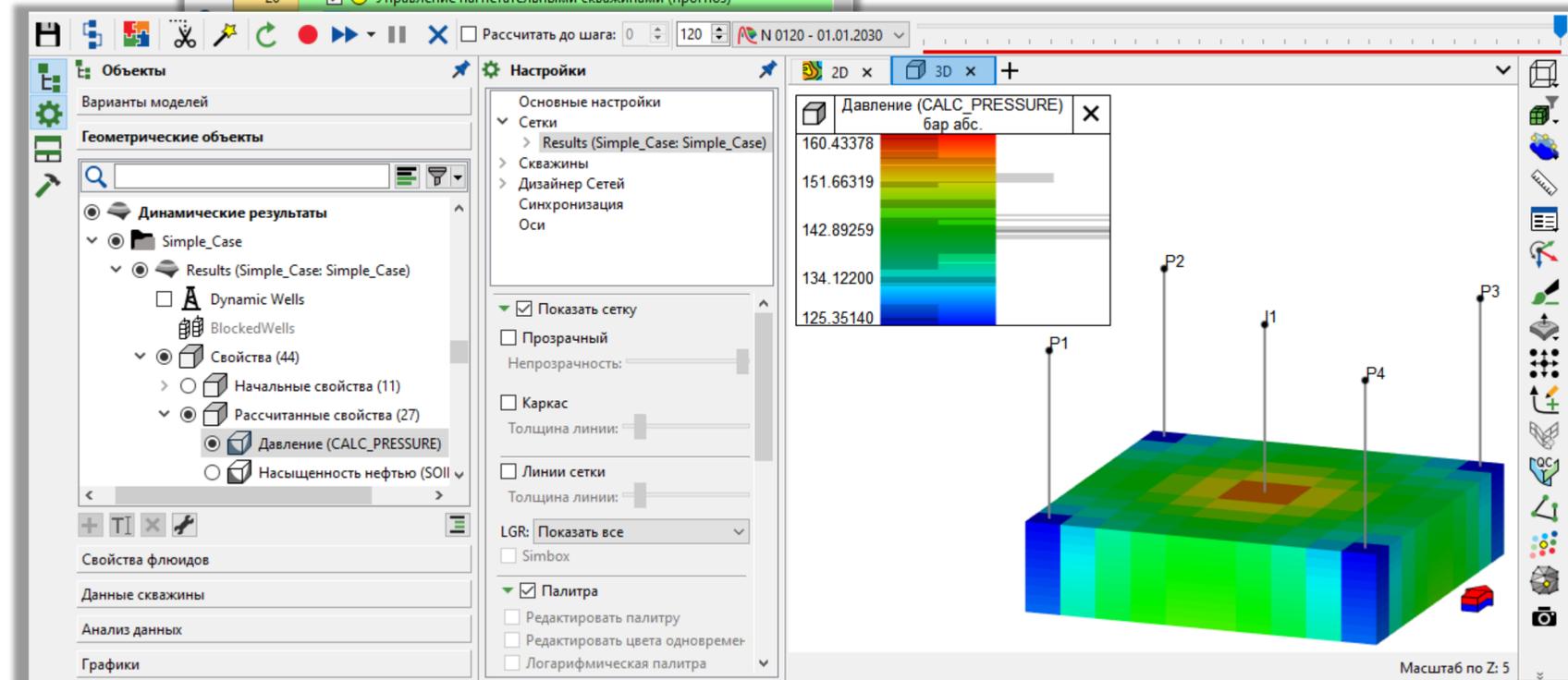
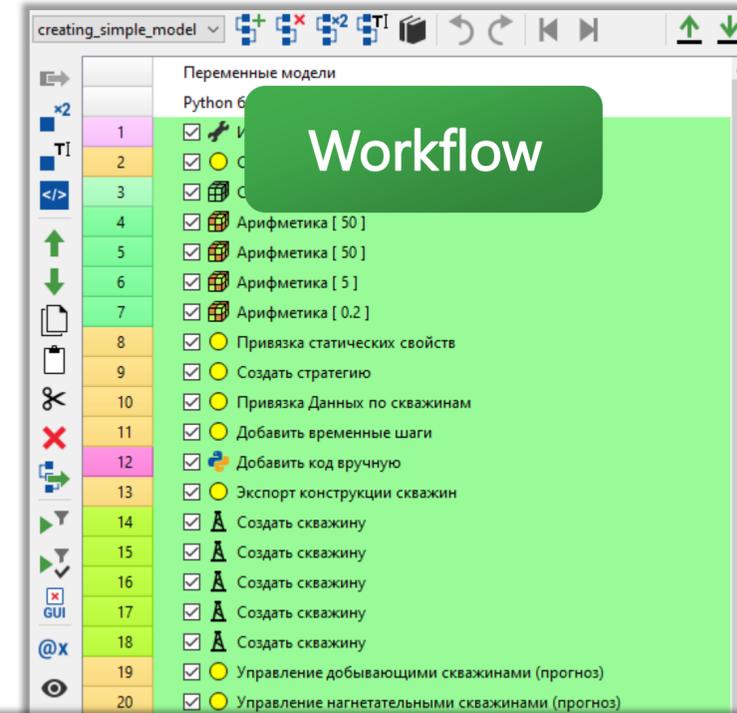
Добавление свойств щелочи



Создание простой гидродинамической модели



Настройка шагов алгоритма



Добавление свойств щелочи

тНавигатор Мастер

Выбрать процесс

Создать простую динамическую модель

Добавление свойств щелочи

Добавление свойств полимера

Создать геомеханическую модель по существующей модели

След. Отмена

Workflow

```

property ("Porosity_Mod")=U,0.19,grid_property ("Porosity_Mod"))
property ("Permeability along Z_Mod")=U,3.7,grid_property ("Permeability along Z_Mod"))
property ("PVTNUM_Mod")=U,1,grid_property ("PVTNUM_Mod"))
Арифметика [ if (grid_property ("EQLNUM_Mod")=U,1,grid_property ("EQLNUM_Mod")) ]
Арифметика [ if (grid_property ("ACTNUM_Mod")=U,1,grid_property ("ACTNUM_Mod")) ]
Арифметика [ if (grid_property ("NTG_Mod")=U,1,grid_property ("NTG_Mod")) ]
Арифметика [ if (grid_property ("Permeability along Y_Mod")=U,37,grid_property ("Permeability along Y_Mod")) ]
Арифметика [ if (grid_property ("FIPFAULT_Mod")=U,1,grid_property ("FIPFAULT_Mod")) ]
Арифметика [ if (grid_property ("Permeability along X_Mod")=U,37,grid_property ("Permeability along X_Mod")) ]
Арифметика [ if (grid_property ("FIPNUM_Mod")=U,1,grid_property ("FIPNUM_Mod")) ]
    
```

тНавигатор Мастер - Добавление свойств щелочи

Выбрать вариант

ASP_TEST

тНавигатор Мастер - Добавление свойств щелочи

Задать свойства щелочи

Префикс для имен свойств Щёлочь

Water/oil surface tension multipliers vs. alkaline concentration		Alkaline adsorption functions	
Концентрация щёлочи, фунт/ст.бр	Множ. поверхностного натяжения	Концентрация щёлочи, фунт/ст.бр	Концентрация щелочи, адсорбир. породой
1	0	1	0
2	0,0003	0,9001	2 3
3	0,0005	0,9004	3 5
4	0,0008	0,9006	
5	0,001	0,9009	

Объекты

Варианты моделей

Геометрические объекты

- Компонента 'OIL' (1)
- ФХМ и трассеры (8)
 - Полимер: концентрация (TRACER_CONCPOLYMER)
 - Полимер: макс. концентрация (TRACER_MAX_CONCPO)
 - Полимер: концентрация в породе (TRACER_AD_CONCP)
 - ПАВ: концентрация (TRACER_CONCSURFACTANT)
 - ПАВ: макс. концентрация (TRACER_MAX_CONCSURFAC)
 - ПАВ: концентрация в породе (TRACER_AD_CONCSURFA)
 - Число ПАВ (логарифм) (TRACER_SURF_CA)
 - Концентрация (TRACER_CONCALCALINE)

Щёлочь: концентрация (TRACER_CONCALCALINE) фунт/ст.бр

0.85492

0.64119

0.42746

0.21373

0.00000

PR5 INJ2 PR4 INJ1 PR6 INJ4 PR2 PR3 INJ3

Масштаб по Z: 3

тНавигатор Мастер - Добавление свойств щелочи

Задать свойства щелочи

Water/oil surface tension vs. surfactant concentration		Surfactant capillary de-saturation functions	
Концентрация ПАВ, фунт/ст.бр	Пов. натяжение вода-нефть, фунт-сила/дюйм	Логарифм капиллярного числа	Знач. функции смешиваемости
1	0,0003	6	0
2	0,0005	4	3
3	0,0008	2	
4	0,001	0,5	

тНавигатор Мастер - Добавление свойств щелочи

Добавить события по скв.

Выбрать стратегию

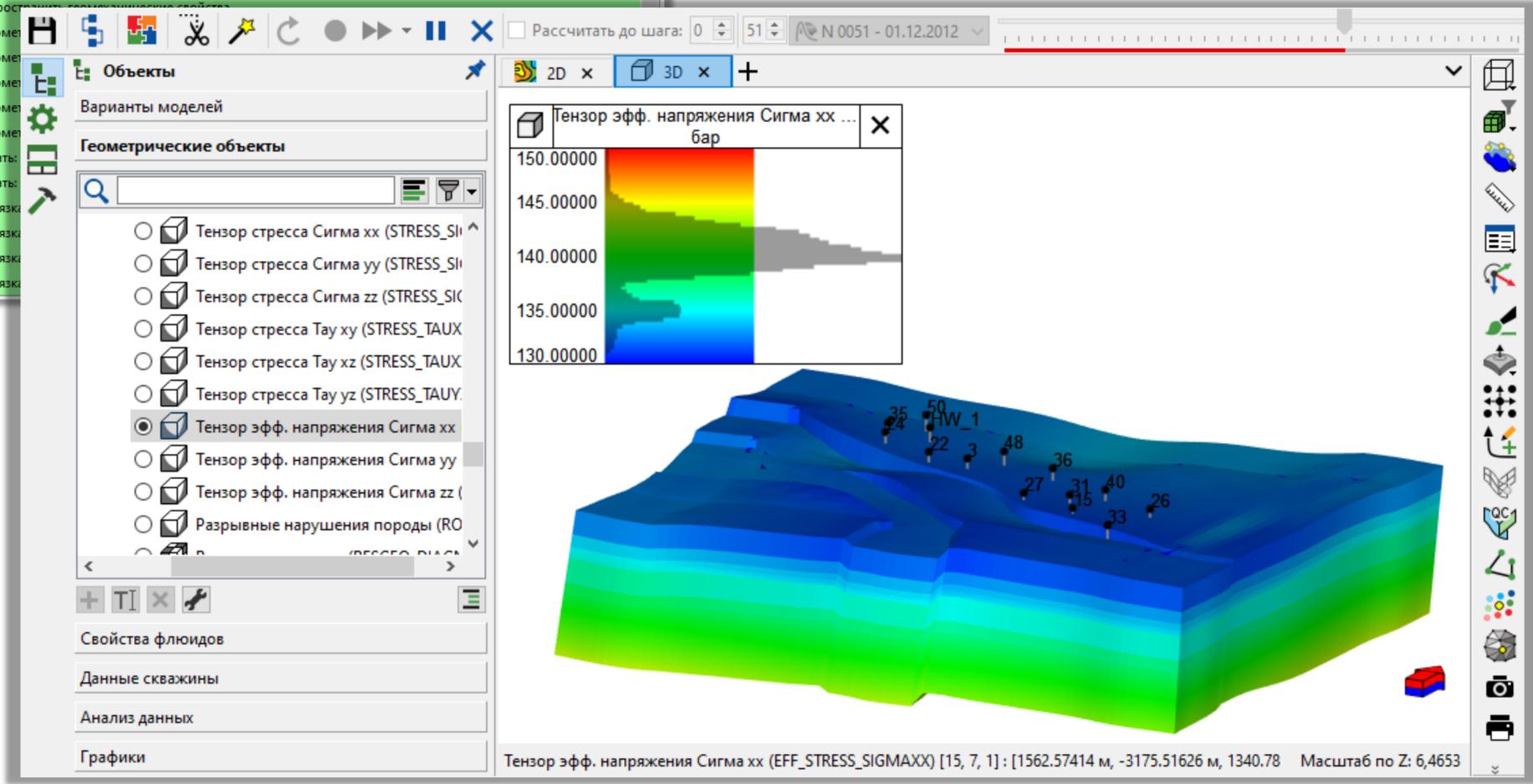
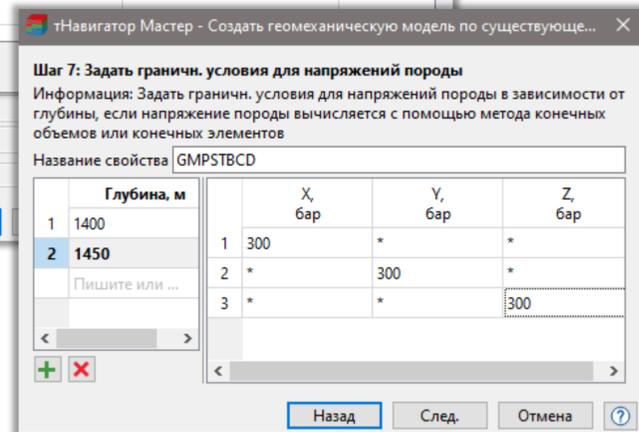
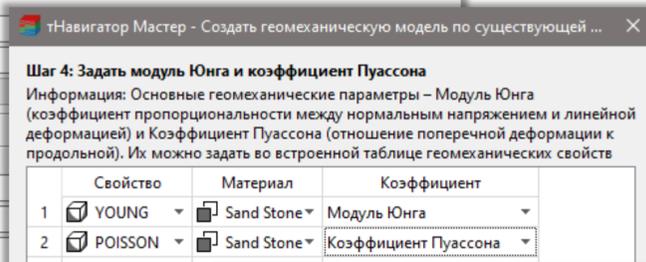
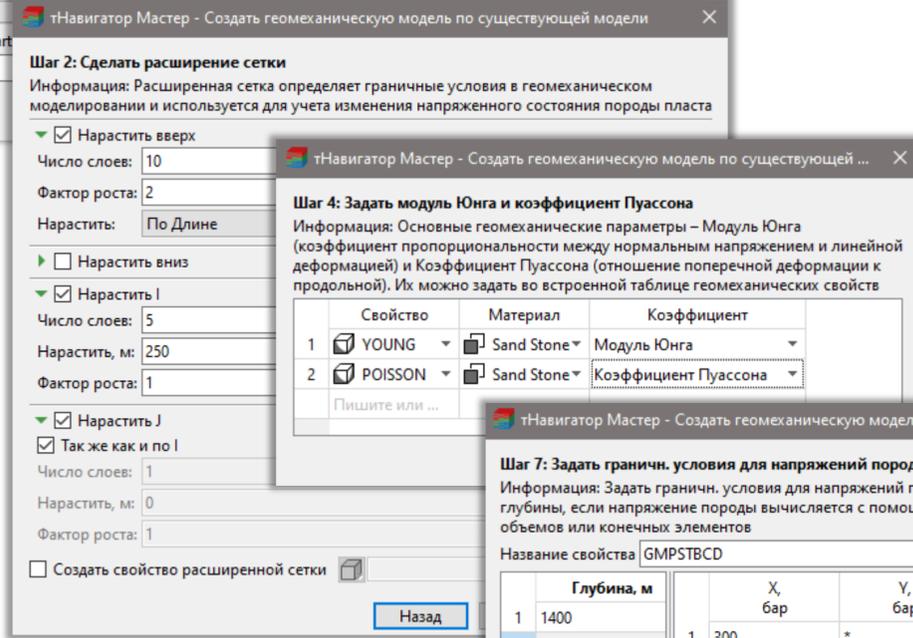
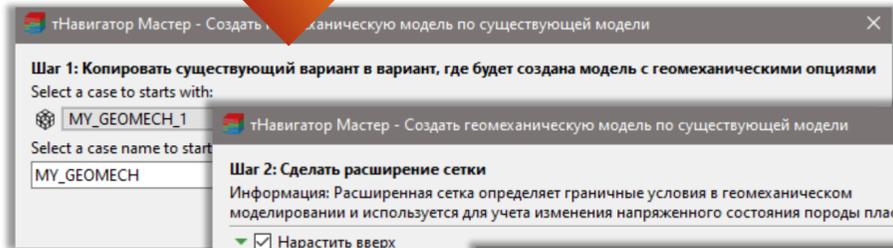
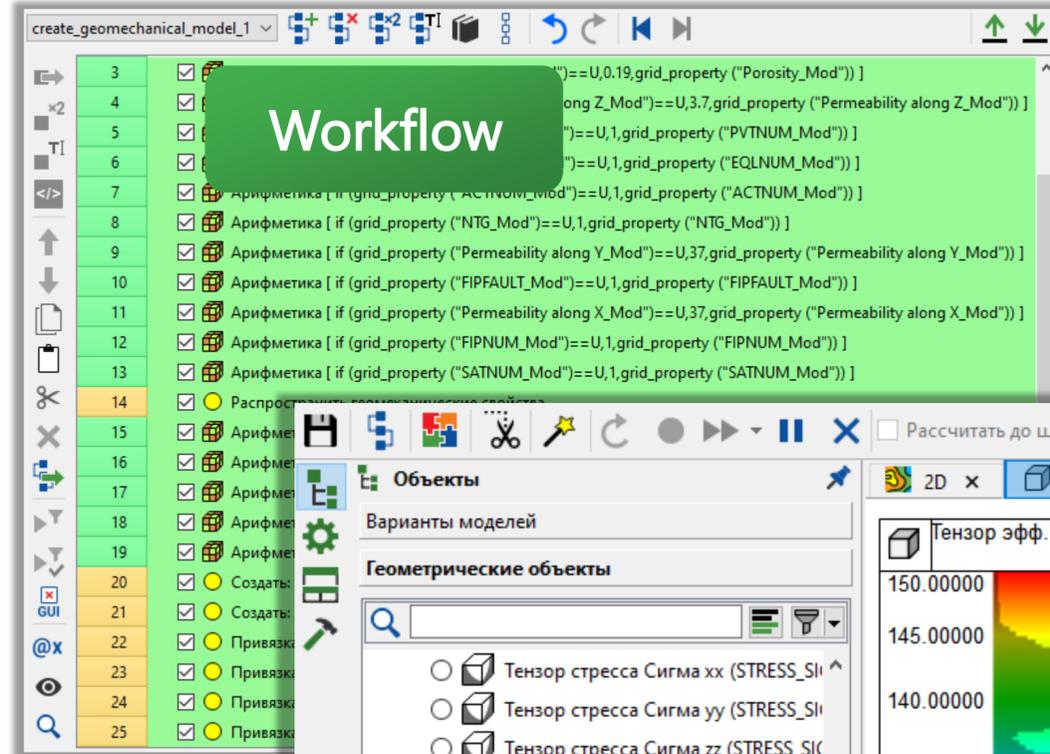
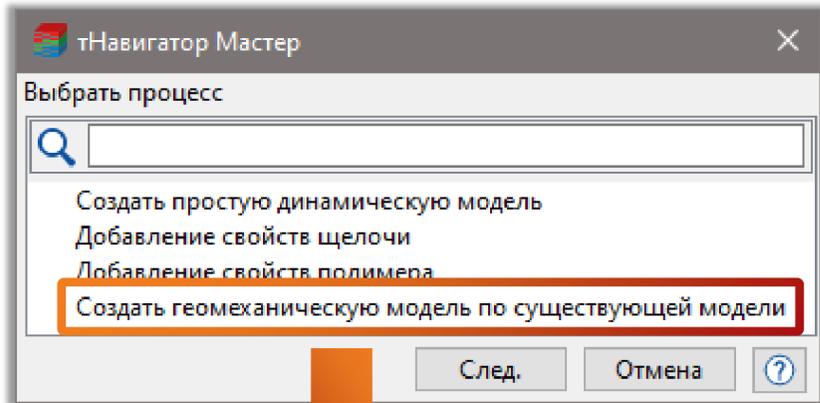
ASP_TEST

Скважина	Дата	Концентрация щёлочи, фунт/ст.бр
1 PR1	01.01.2021	3,2
2 PR2	01.04.2021	0

Назад Завершить Отмена

Настройка шагов алгоритма

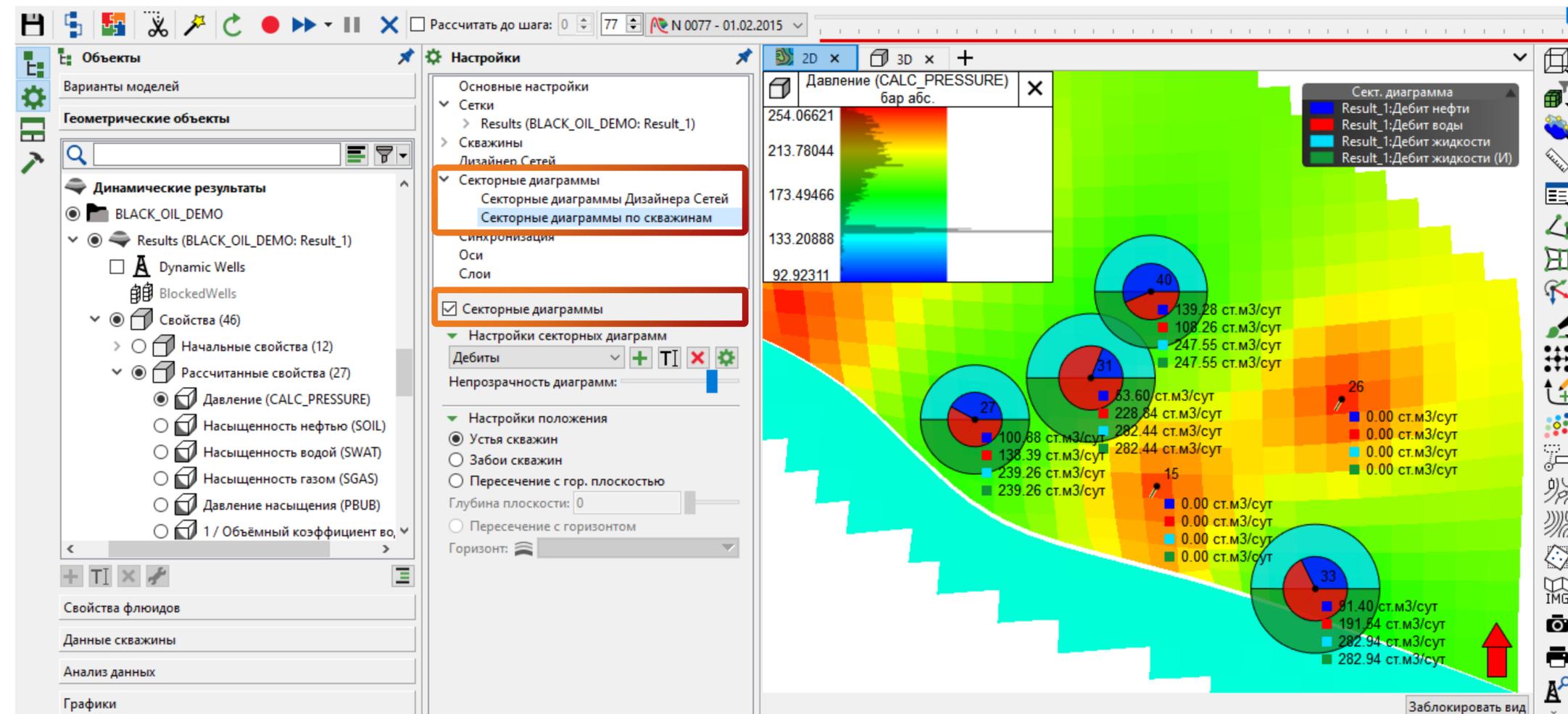
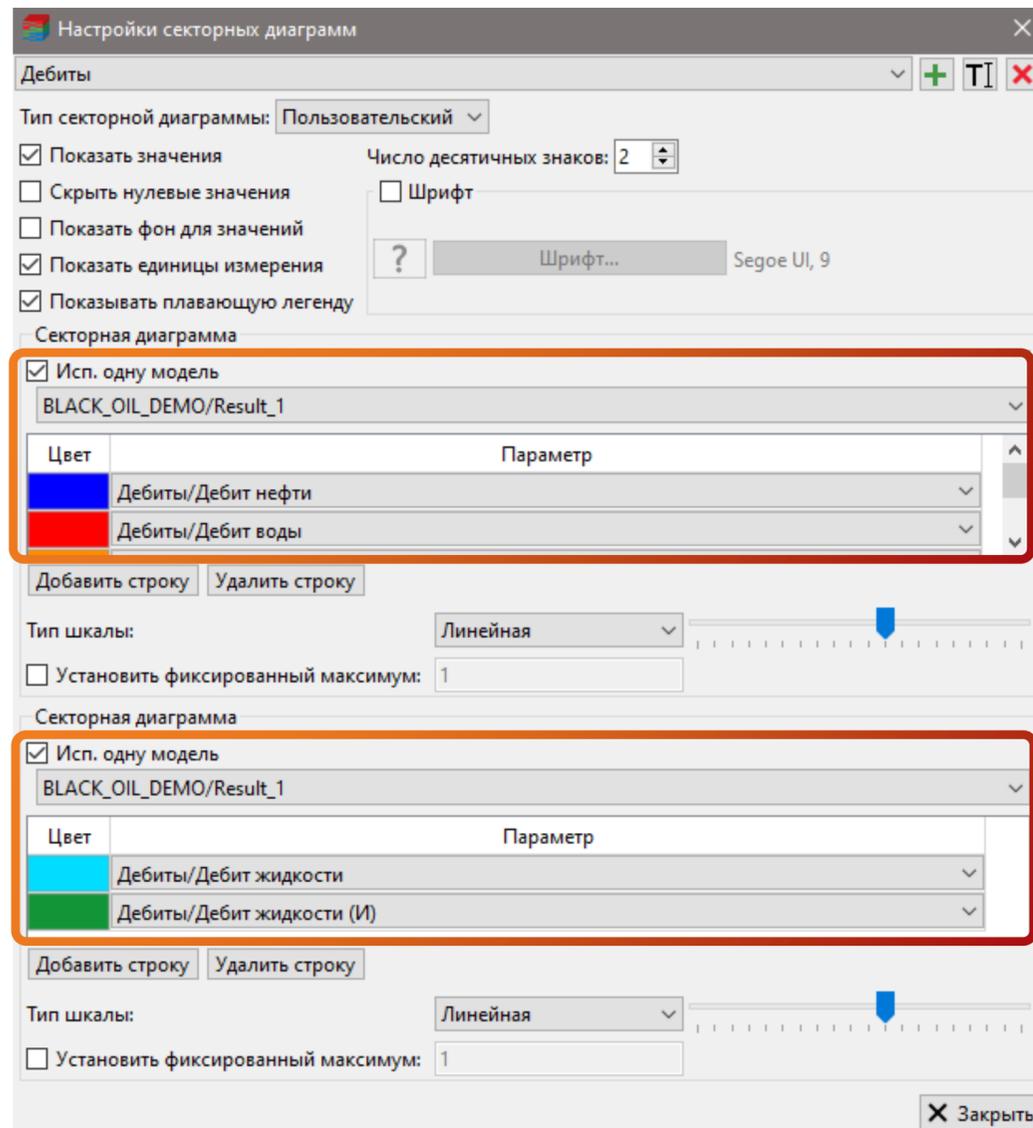
Создание геомеханической модели



Настройка шагов алгоритма

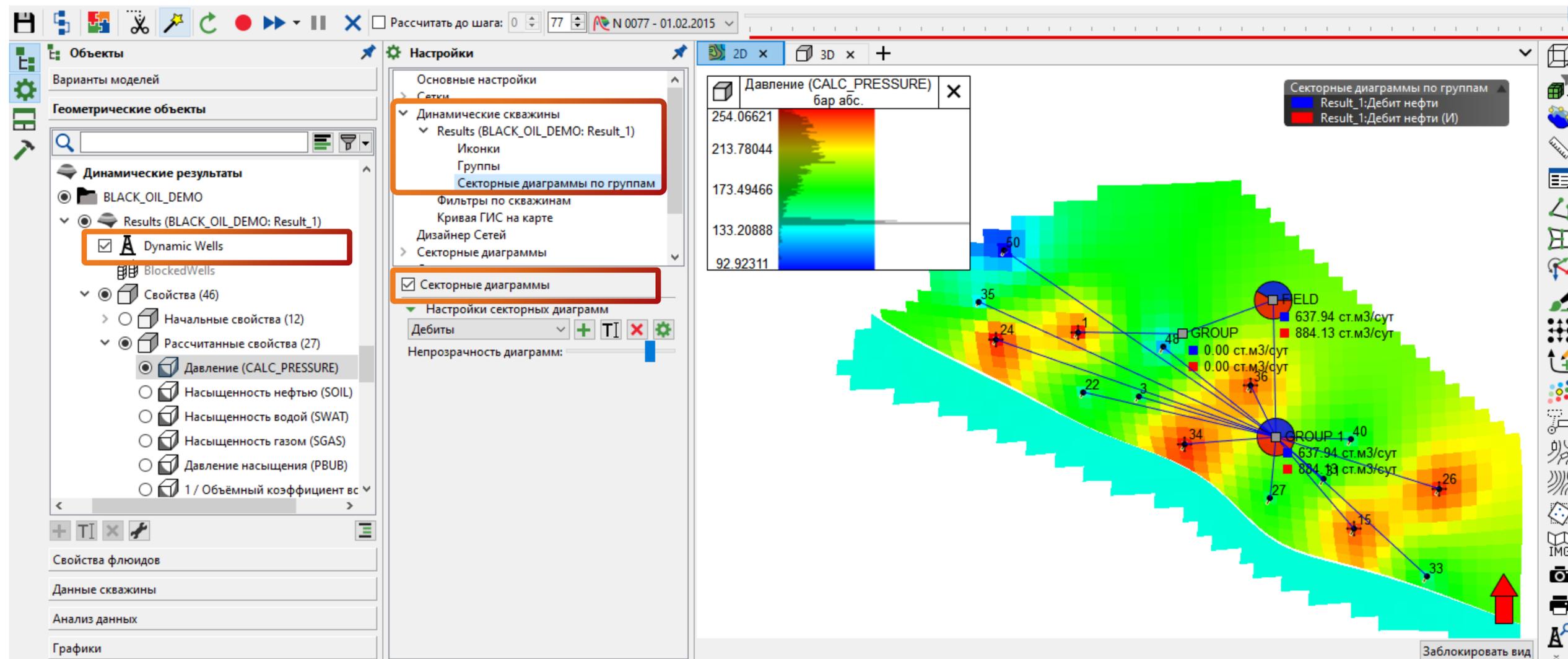
Порядок визуализации секторных диаграмм

- Добавлена возможность отрисовать секторные диаграммы в порядке их размера. Таким образом, секторные диаграммы меньшего диаметра всегда будут отображаться на переднем плане более крупных диаграмм (Геометрические объекты → Динамические результаты → Вариант результата → Секторные диаграммы → Секторные диаграммы по скважинам)



Секторные диаграммы для групп скважин

- Добавлена возможность создавать секторные диаграммы для групп скважин
 (Геометрические объекты → Динамические результаты → Вариант результата → Динамические скважины → Настройки → Динамические скважины → Секторные диаграммы по группам)



Группы скважин месторождения

- Группы
 - 'Месторождение'
 - '3'
 - '15'
 - '22'
 - '24'
 - '26'
 - '27'
 - '31'
 - '33'
 - '34'
 - '35'
 - '36'
 - '40'
 - '48'
 - '50'
 - 'GROUP'
 - '1'

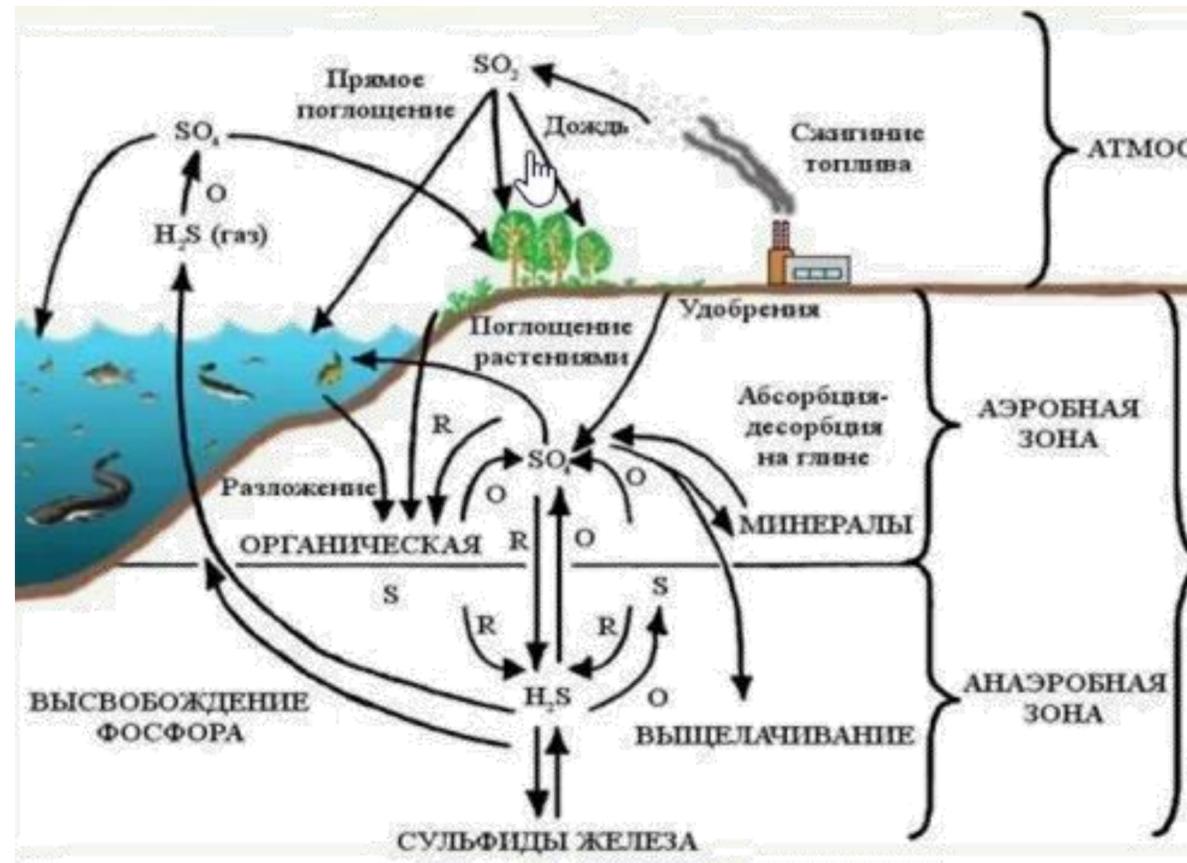
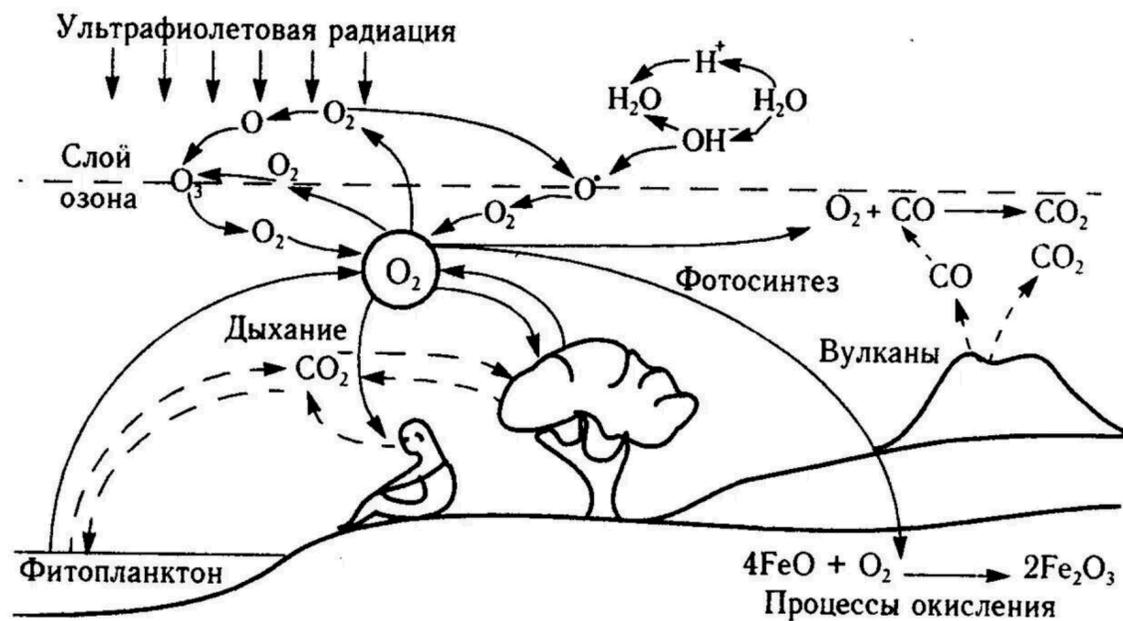
Расширена база химических реакций

Добавлен значительный массив геохимических реакций (как равновесных, так и TST) из базы PHREEQC, включая:

- Растворение минералов;
- Выщелачивание полезных ископаемых;
- Окислительно-восстановительные реакции;
- Комплексообразование с органическими и неорганическими лигандами;
- ...и многое другое

Равновесных: 2585

TST: 1875



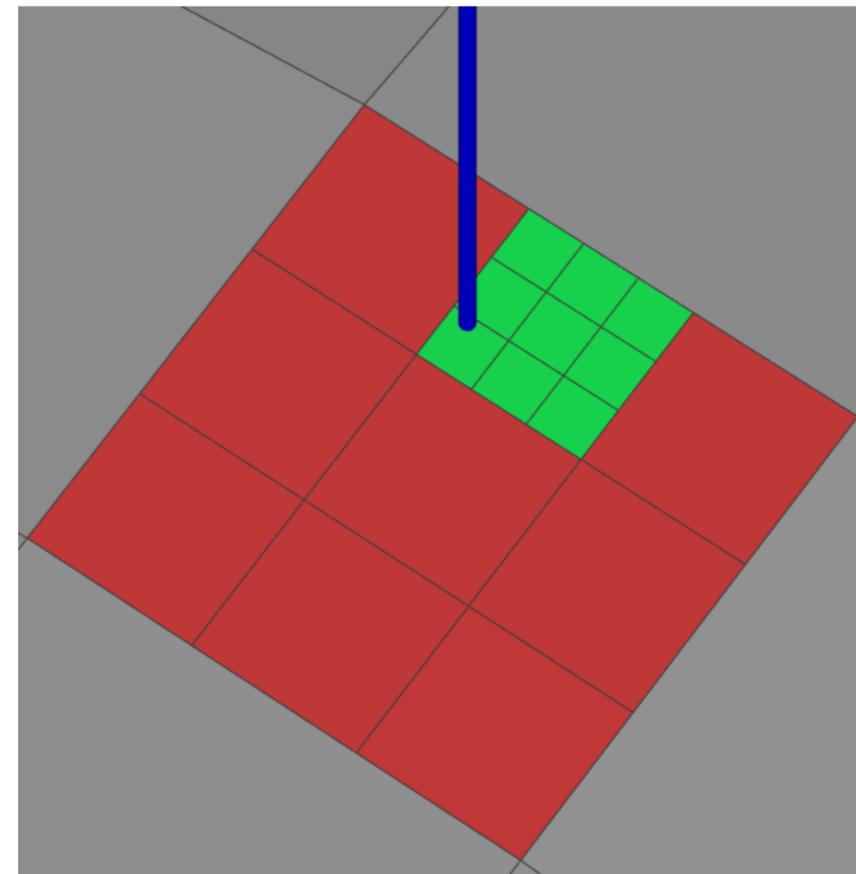
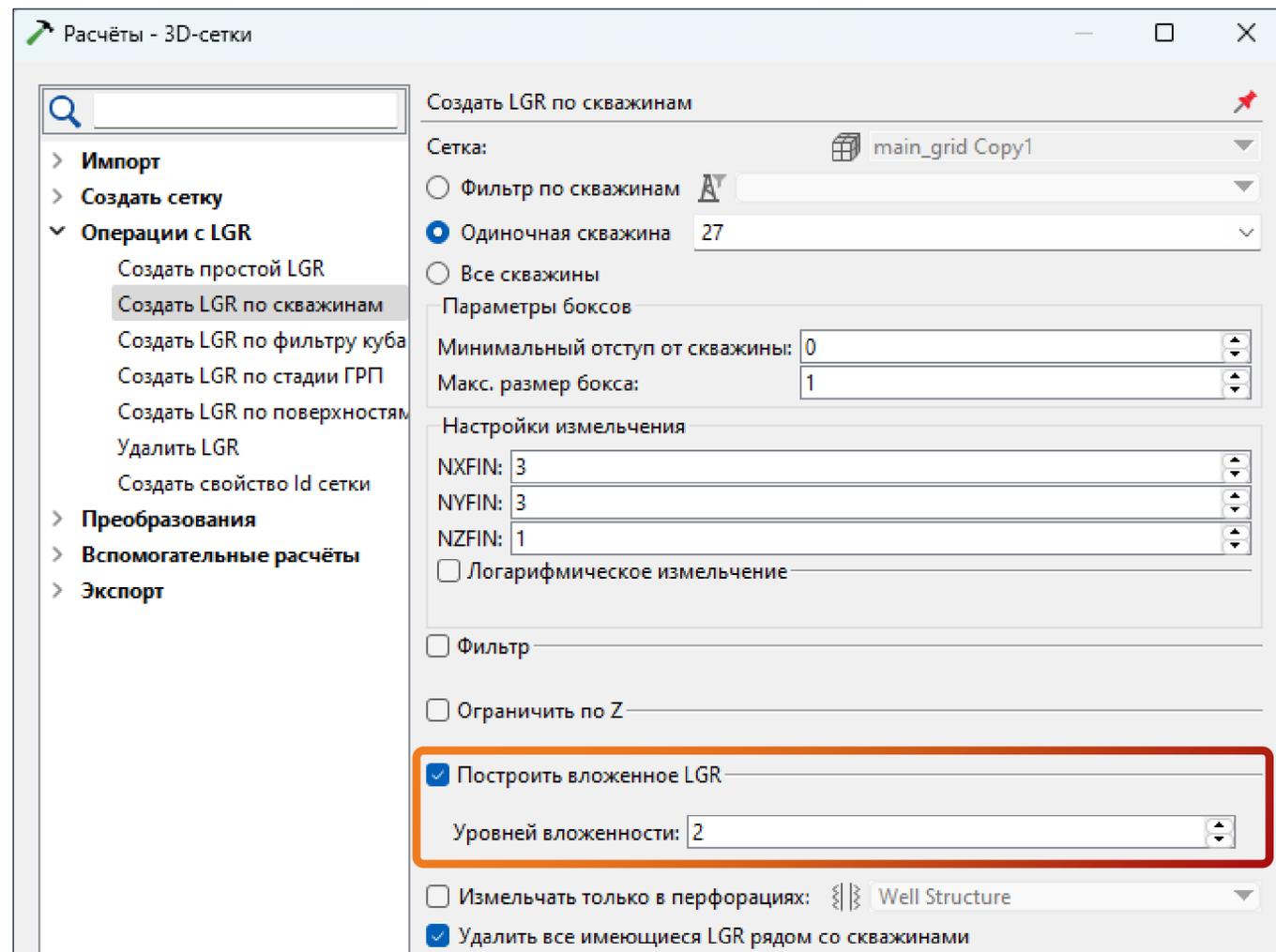
База реакций

- [-] Oxidation
- [-] Sulfides
- [-] Carbonates
- [-] Acid/base

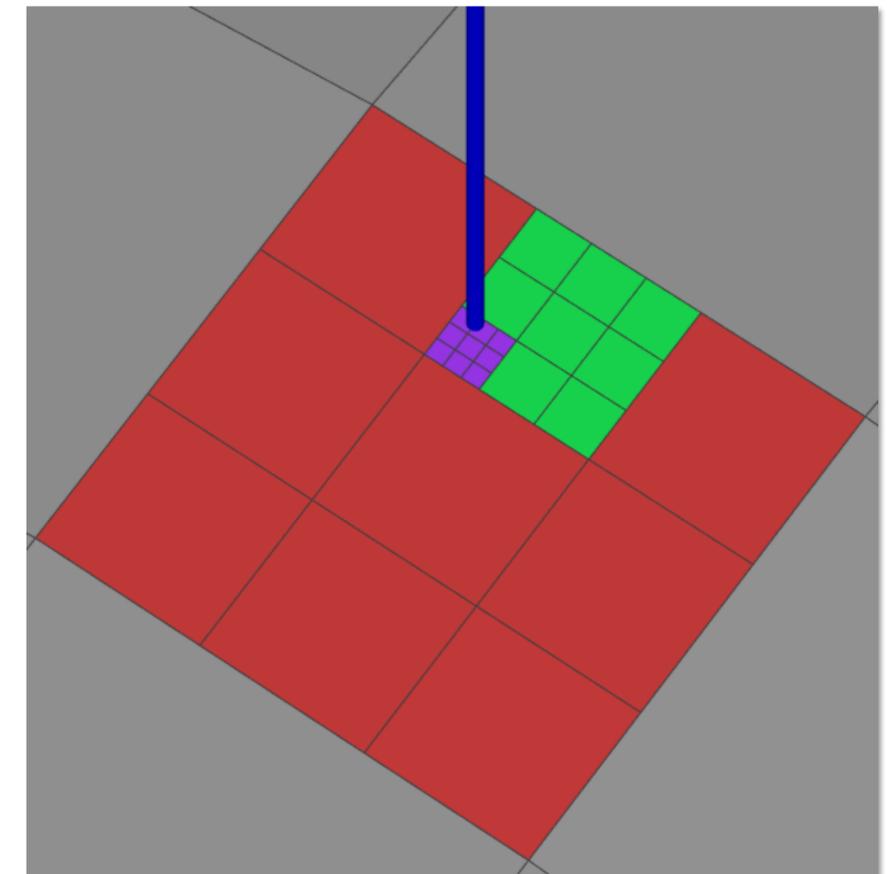
$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$
 $H_2SO_4 \rightarrow HSO_4^- + H^+$
 $HSO_4^- \rightarrow SO_4^{2-} + H^+$
 $HSe^- \rightarrow Se^{2-} + H^+$
 $VO_2^+ + 2H_2O \rightarrow VO_4^{3-} + 4H^+$
 $2H^+ + Zr(OH)_2^{2+} \rightarrow Zr^{4+} + 2H_2O$
 $2NpO_2^{2+} + 2H_2O \rightarrow (NpO_2)_2(OH)_2^{2+} + 2H^+$
 $5H_2O + 3NpO_2^{2+} \rightarrow (NpO_2)_3(OH)_5^+ + 5H^+$
 $2PuO_2^{2+} + 2H_2O \rightarrow (PuO_2)_2(OH)_2^{2+} + 2H^+$
 $5H_2O + 3PuO_2^{2+} \rightarrow (PuO_2)_3(OH)_5^+ + 5H^+$
 $4H_2O + 2TcO^{2+} \rightarrow (TcO(OH)_2)_2 + 4H^+$
 $2UO_2^{2+} + 2H_2O \rightarrow (UO_2)_2(OH)_2^{2+} + 2H^+$
 $2UO_2^{2+} + H_2O \rightarrow (UO_2)_2OH^{4+} + H^+$
 $4H_2O + 3UO_2^{2+} \rightarrow (UO_2)_3(OH)_4^{2+} + 4H^+$
 $5H_2O + 3UO_2^{2+} \rightarrow (UO_2)_3(OH)_5^+ + 5H^+$
 $7H_2O + 3UO_2^{2+} \rightarrow (UO_2)_3(OH)_7 + 7H^+$
 $7H_2O + 4UO_2^{2+} \rightarrow (UO_2)_4(OH)_7^+ + 7H^+$
 $2VO^{2+} + 2H_2O \rightarrow (VO)_2(OH)_2^{2+} + 2H^+$
 $HAcetate \rightarrow Acetate^- + H^+$
 $2HAcetate + Ag^+ \rightarrow Ag(Acetate)_2^- + 2H^+$
 $Ag^+ + HAcetate \rightarrow AgAcetate + H^+$
 $2HAcetate + Al^{3+} \rightarrow Al(Acetate)_3$
 $2H_2O + Al^{3+} \rightarrow Al(OH)_3$
 $28H_2O + 13Al^{3+} \rightarrow$
 $2H_2O + 2Al^{3+}$

Построение вложенного LGR

- В расчет Создать LGR по скважинам добавлена опция Построить вложенное LGR. Эта опция позволяет создавать вложенные LGR внутри родительских с заданным шагом измельчения и уровнем вложенности (3D-сетки → Расчеты → Операции с LGR → Создать LGR по скважинам)



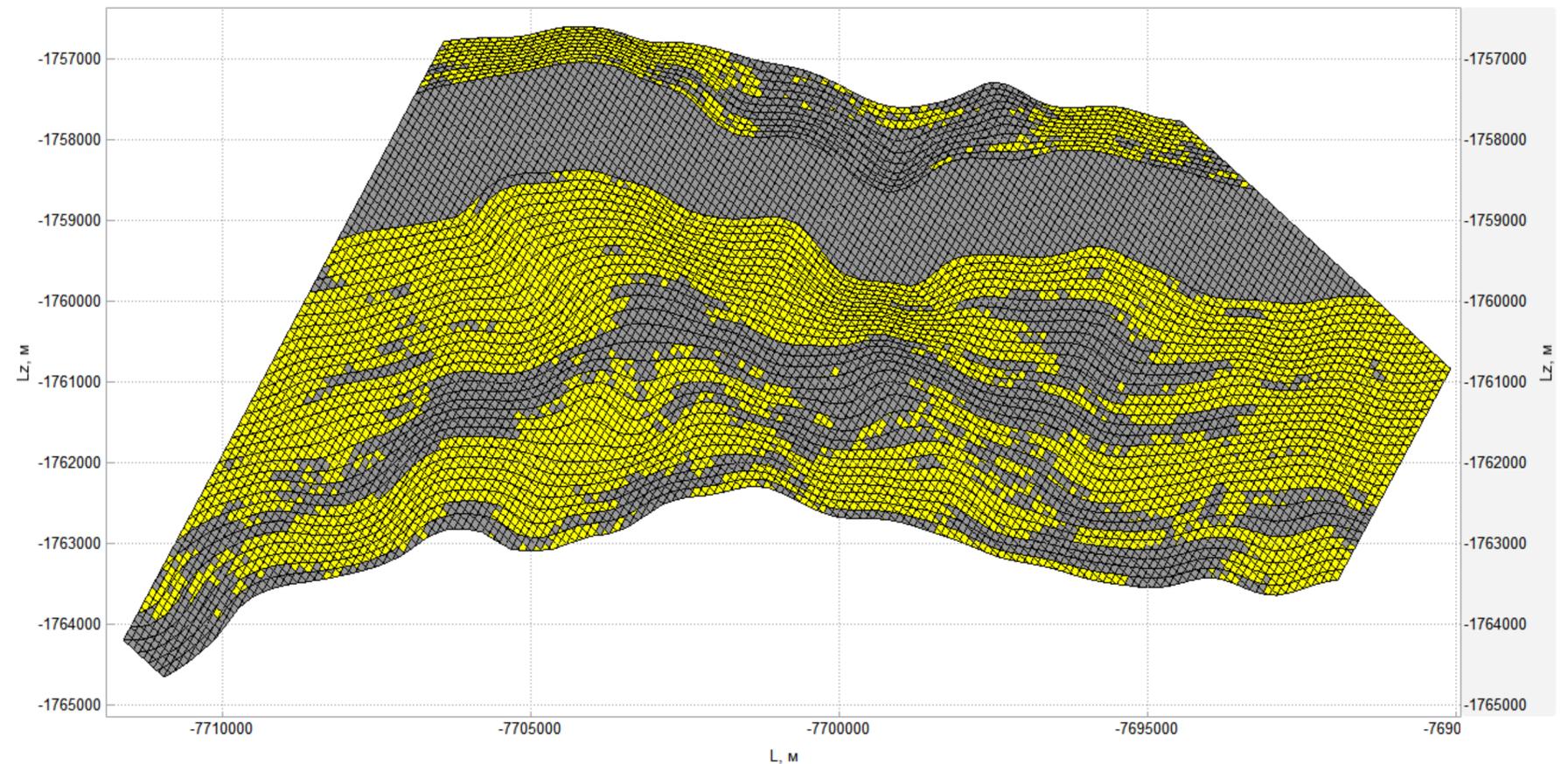
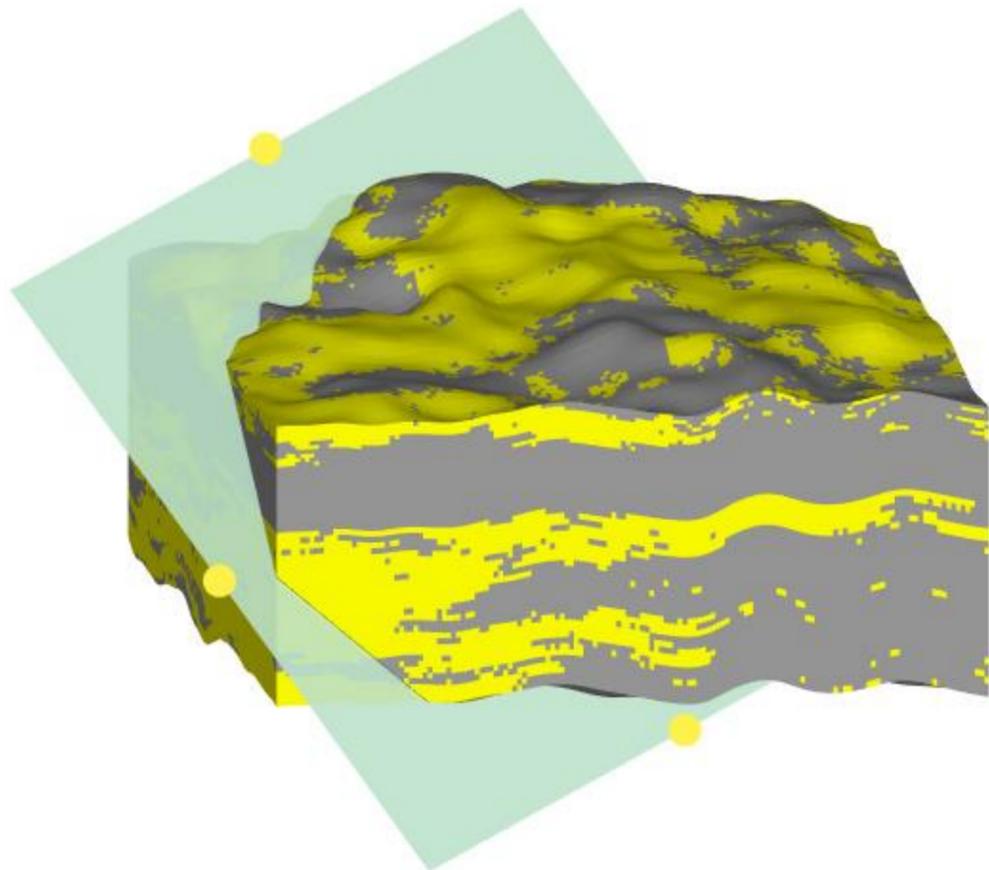
Уровней вложенности = 2



Уровней вложенности = 3

Наклонное сечение

- В инструмент создания Сечений в 3D окне добавлена возможность создавать произвольное наклонное сечение (Вкладка 3D → Панель инструментов → Создать/Редактировать Сечение → Наклонная плоскость)



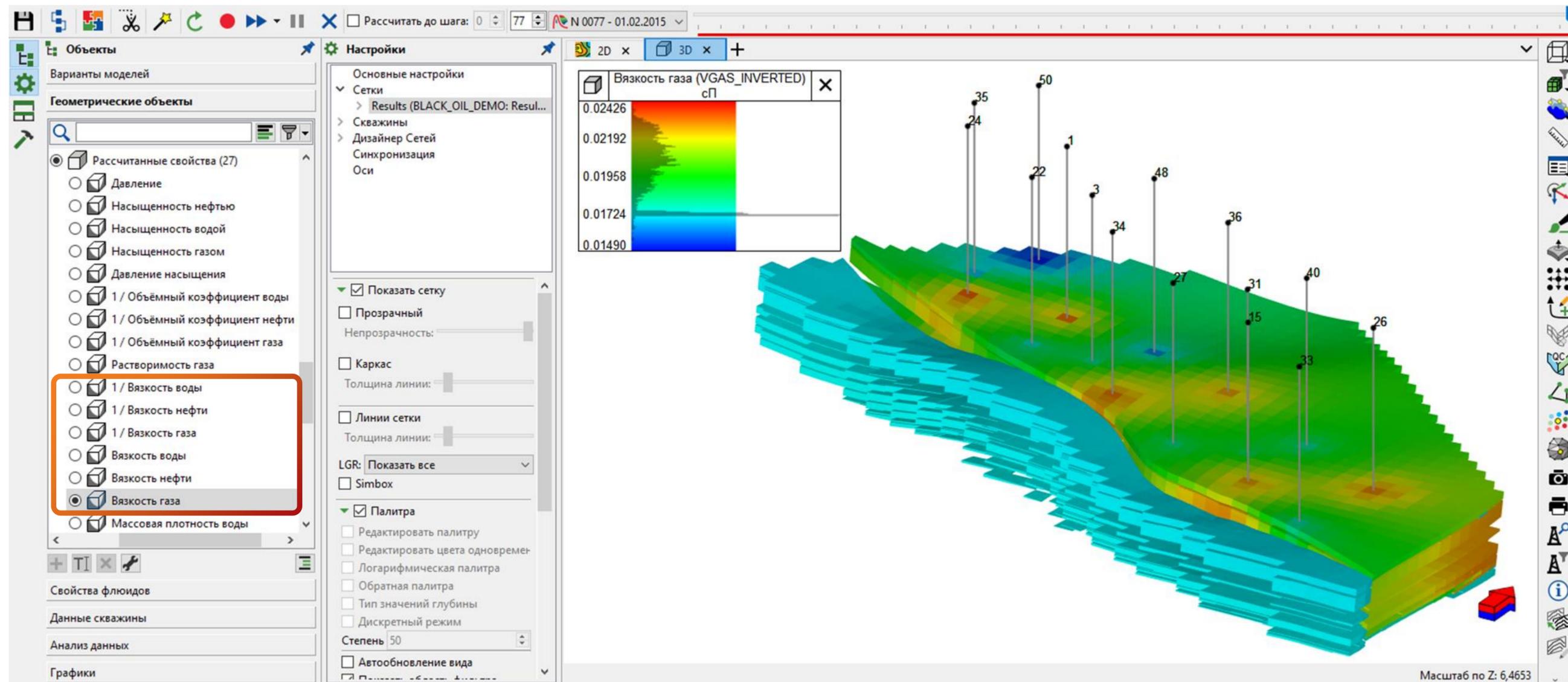
Создание Сечения на вкладке 3D

Вкладка Сечения

Визуализация свойств вязкости

- В дополнение к обратным величинам вязкости (нефти, газа и воды) в результатах расчета поддерживается визуализация прямых величин вязкости (раздел **Рассчитанные свойства**):

Вязкость нефти, Вязкость газа и Вязкость воды



Симулятор трещин ГРП

Проект [Дизайнеры](#) [Моделирование](#) [Настройки](#) [Лицензии](#) [Помощь](#)

Параллельность: 8 ядер Использовать GPU



TNAVIGATOR

<https://irmodel.ru>
tnavigator@irmodel.ru

 Дизайнер Геологии Геологическое моделирование	 Дизайнер Моделей Создание, расчёт и анализ динамических моделей и интегрированных проектов	 Расчёт Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических и интегрированных
 Сейсмика Работа с сейсмическими данными	 PVT Дизайнер Работа с моделью флюида	 Результаты Расчёта Просмотр результатов расчёта моделей
 Геостиринг Сопровождение бурения	 Дизайнер ОФП Фильтрационные исследования	 Адаптация Автоматизированная адаптация, оптимизация и анализ неопределённостей
 Дизайнер Скважин Модель скважины	 МатБаланс Анализ материального баланса	 Симулятор ГРП Моделирование трещин гидроразрыва пласта
 Дизайнер Сетей Моделирование поверхностных сетей	 Очередь Задач Управление очередью заданий	 Доступ к Кластеру Расчёты на кластере
 Лицензии Состояние и установка	 Документация Техническое описание	 Эксперт Интерактивный справочник и новости

Одновременный просмотр стадий ГРП

- Добавлена возможность одновременного просмотра **нескольких трещин ГРП** на вкладке

Результаты Симулятора ГРП

The screenshot displays the software interface with four fracture conductivity plots arranged in a 2x2 grid. Each plot shows a horizontal fracture with varying conductivity (color scale from blue to red) along its length. The plots are labeled with 'WELL_2' and 'MD 6955.38'. The axes are labeled 'L, фут' (horizontal) and 'Z, фут' (vertical).

On the left side, there is a settings panel titled 'Настройки' (Settings) with a sub-section 'Результаты Симулятора ГРП'. A red dashed box highlights the 'Индивидуальные настройки визуализации для каждого окна' (Individual visualization settings for each window) section, which includes options for 'Временные шаги' (Time steps), 'Непрозрачность' (Opacity), and 'Палитра' (Color palette).

An orange arrow points from the settings panel to a dialog box titled 'Настроить области просмотра' (Configure view areas). This dialog box contains a grid for defining view areas and a checkbox for 'Синхронизировать оси в областях просмотра' (Synchronize axes in view areas).

At the bottom, a red dashed box highlights the text: 'Здесь отображена раскрытость 4 трещин ГРП, разных по глубине MD, из одного результата Симулятора ГРП.' (Here is shown the conductivity of 4 fractures of different MD depths from one simulation result).

Интеграция Симулятора ГРП и PVT Дизайнера

- Добавлена возможность использования композиционного варианта из PVT Дизайнера для определения вязкости и сжимаемости пластового флюида

Симулятор ГРП

PVT Дизайнер

Компоненты	Молярная	Конце...	Молекулярная ...	Кр
1 C1	0.93		16.043	34
2 CO2	0.06		44.01	54

**Теперь можно использовать
и варианты черной нефти и
композиционные варианты**

Дизайнер ОФП

Проект [Дизайнеры](#) [Моделирование](#) [Настройки](#) [Лицензии](#) [Помощь](#)

Параллельность: 8 ядер Использовать GPU



ТНАВИГАТОР

<https://irmodel.ru>
tnavigator@irmodel.ru

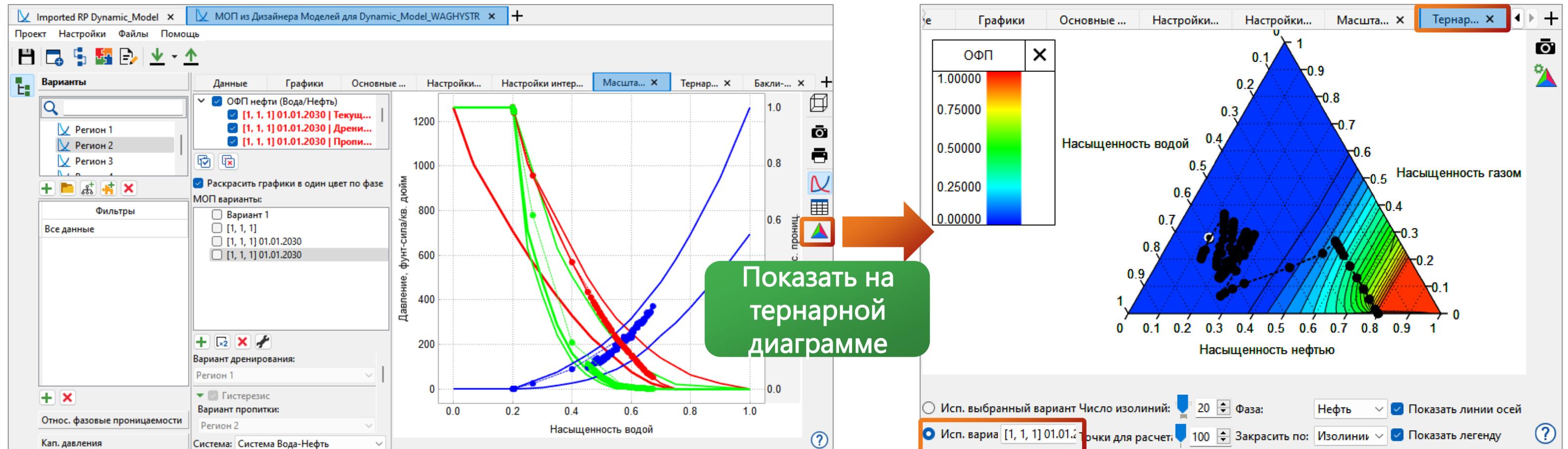
 Дизайнер Геологии Геологическое моделирование	 Дизайнер Моделей Создание, расчёт и анализ динамических моделей и интегрированных проектов	 Расчёт Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических и интегрированных
 Сейсмика Работа с сейсмическими данными	 PVT Дизайнер Работа с моделью флюида	 Результаты Расчёта Просмотр результатов расчёта моделей
 Геостиринг Сопровождение бурения	 Дизайнер ОФП Фильтрационные исследования	 Адаптация Автоматизированная адаптация, оптимизация и анализ неопределённостей
 Дизайнер Скважин Модель скважины	 МатБаланс Анализ материального баланса	 Симулятор ГРП Моделирование трещин гидроразрыва пласта
 Дизайнер Сетей Моделирование поверхностных сетей	 Очередь Задач Управление очередью заданий	 Доступ к Кластеру Расчёты на кластере
 Лицензии Состояние и установка	 Документация Техническое описание	 Эксперт Интерактивный справочник и новости

История насыщенностей на тернарной диаграмме

- На тернарной диаграмме Дизайнера ОФП можно отобразить историю насыщенностей в блоке сетки с указанием текущей насыщенности на заданный момент времени

(Вкладка Геометрические объекты в Дизайнере Моделей → 2D/3D вид → Результат расчета → ПКМ на блок сетки → Показать МОП в Дизайнере ОФП → Варианты → Масштабированные ОФП →

Показать на тернарной диаграмме)



PVT Дизайнер

Проект Дизайнеры Моделирование Настройки Лицензии Помощь

Параллельность: 8 ядер Использовать GPU



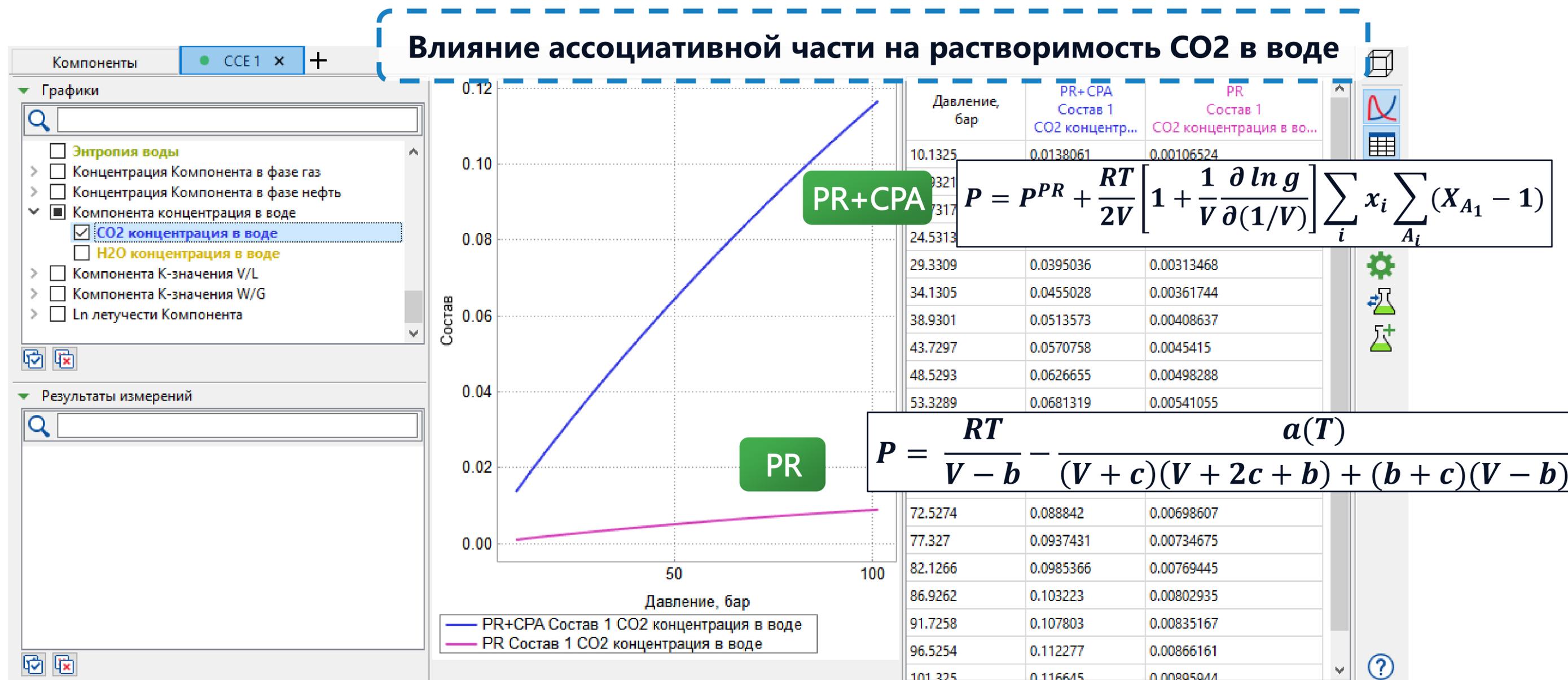
TNAVIGATOR

<https://irmodel.ru>
tnavigator@irmodel.ru

 <p>Дизайнер Геологии Геологическое моделирование</p>	 <p>Дизайнер Моделей Создание, расчёт и анализ динамических моделей и интегрированных проектов</p>	 <p>Расчёт Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических и интегрированных</p>
 <p>Сейсмика Работа с сейсмическими данными</p>	 <p>PVT Дизайнер Работа с моделью флюида</p>	 <p>Результаты Расчёта Просмотр результатов расчёта моделей</p>
 <p>Геостиринг Сопровождение бурения</p>	 <p>Дизайнер ОФП Фильтрационные исследования</p>	 <p>Адаптация Автоматизированная адаптация, оптимизация и анализ неопределённостей</p>
 <p>Дизайнер Скважин Модель скважины</p>	 <p>МатБаланс Анализ материального баланса</p>	 <p>Симулятор ГРП Моделирование трещин гидроразрыва пласта</p>
 <p>Дизайнер Сетей Моделирование поверхностных сетей</p>	 <p>Очередь Задач Управление очередью заданий</p>	 <p>Доступ к Кластеру Расчёты на кластере</p>
 <p>Лицензии Состояние и установка</p>	 <p>Документация Техническое описание</p>	 <p>Эксперт Интерактивный справочник и новости</p>

УРС Peng-Robinson + CPA

- Поддержана модификация уравнения состояния Peng-Robinson с учетом ассоциативного слагаемого CPA



Новая вкладка: Параметры закона Генри

- Добавлена возможность задания **корреляции** для расчета **параметров закона Генри**
- Добавлена возможность задания **модели расчёта коэффициентов активности** в законе Генри для расчета растворимостей углеводородных компонентов в водной фазе

Вкл. закона Генри

Константа Генри, бар	Опорное давл... бар	Молярный объ... м3/кг-моль	Растворимость	Корреляции для констант Генри		
1 CO2	0.5	2584.14	0	0.0353257	Вкл.	Li и Nghiem
2 H2O	0.5				Выкл.	Пользовательское значение

Выбор корреляции

Параметры закона Генри для растворимого компонента

Выбор модели активности для учета высаливания

Изменение	Было	Стало
Корреляции	Дизайнер Моделей → Свойства флюидов	PVT Дизайнер → Компоненты → Параметры закона Генри
Модель активности	Дизайнер Моделей → Свойства флюидов	PVT Дизайнер → Компоненты → Параметры закона Генри

Учет солёности

- Добавлена возможность указания водных компонентов, которые будут рассматриваться как соли, для целей расчёта эффективной солёности
- В **CSE эксперименте** поддержан **учет влияния солей на растворимость углеводородных компонентов в воде** по закону Генри

Вкладка настройки свойств воды

Многокомпонентная вода

Количество значений/стадий: 20

Минимум: 10.1325

Максимум: 10.1325

Опорное давление воды: 10.1325

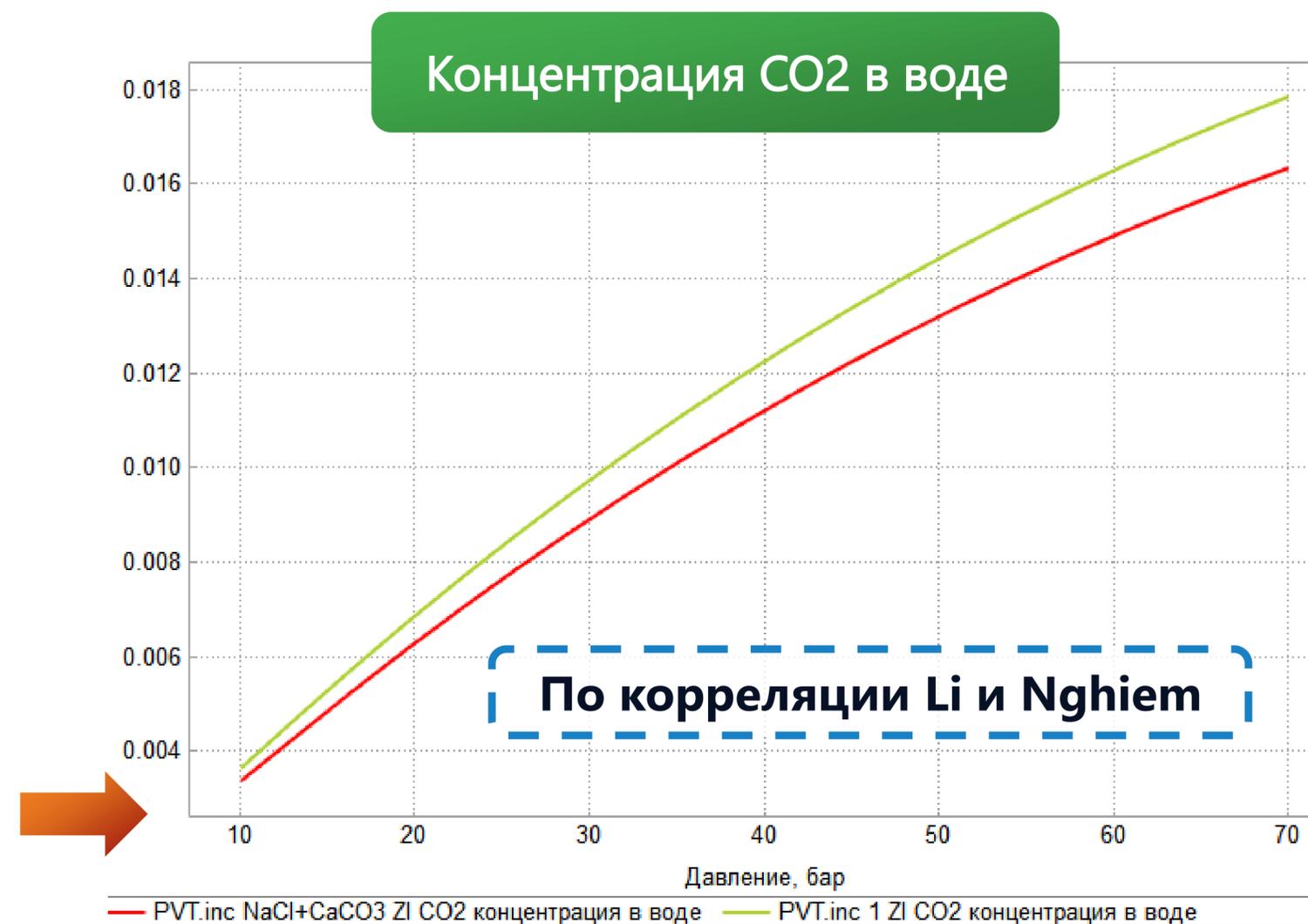
Эффективная солёность указывает на водные компоненты-соли

Свойства воды при опорном давлении

Имя водного к...	Состав, доля	Мо... кг/...	Оп... бар	Сж... 1/бар	Оп... кг/м3	Оп... сП	Сж... 1/бар	Значение эффективной солёности для закона Ге...
1 Н+		1...	131	4...	999....	0.3	0	0
2 Са++	0.416667	40.08	131	4...	999....	0.3	0	1
3 СаСL+		75.5...	131	4...	999....	0.3	0	0
4 Na+	0.0833333	22.9...	131	4...	999....	0.3	0	1
5 CL-	0.0833333	35.4...	131	4...	999....	0.3	0	1
6 OH-		17.0...	131	4...	999....	0.3	0	0
7 HCO3-		61.0...	131	4...	999....	0.3	0	0
8 CO3--	0.416667	60.0...	131	4...	999....	0.3	0	1

Нормировать концентрации | Добавить ингибитор

OK | Отмена



CSE: расчет влагосодержания

- В CSE эксперименте добавлен расчет графика влагосодержания. Для ввода графика должна быть включена опция **OGW Flash**

Настройки эксперимента

Имя: CSE 1

Основные настройки | Газ/жидкость/вода | Газ/жидкость/твёрдая фаза | Вода/Пар

Разрешить растворимость компонентов в воде

Свойства воды

Мольное соотн. воды, кг-моль/кг-моль: 1

Солёность, моляльн.: 0

Растворимость CO2

Закон Генри

Вычисление растворимости по УРС

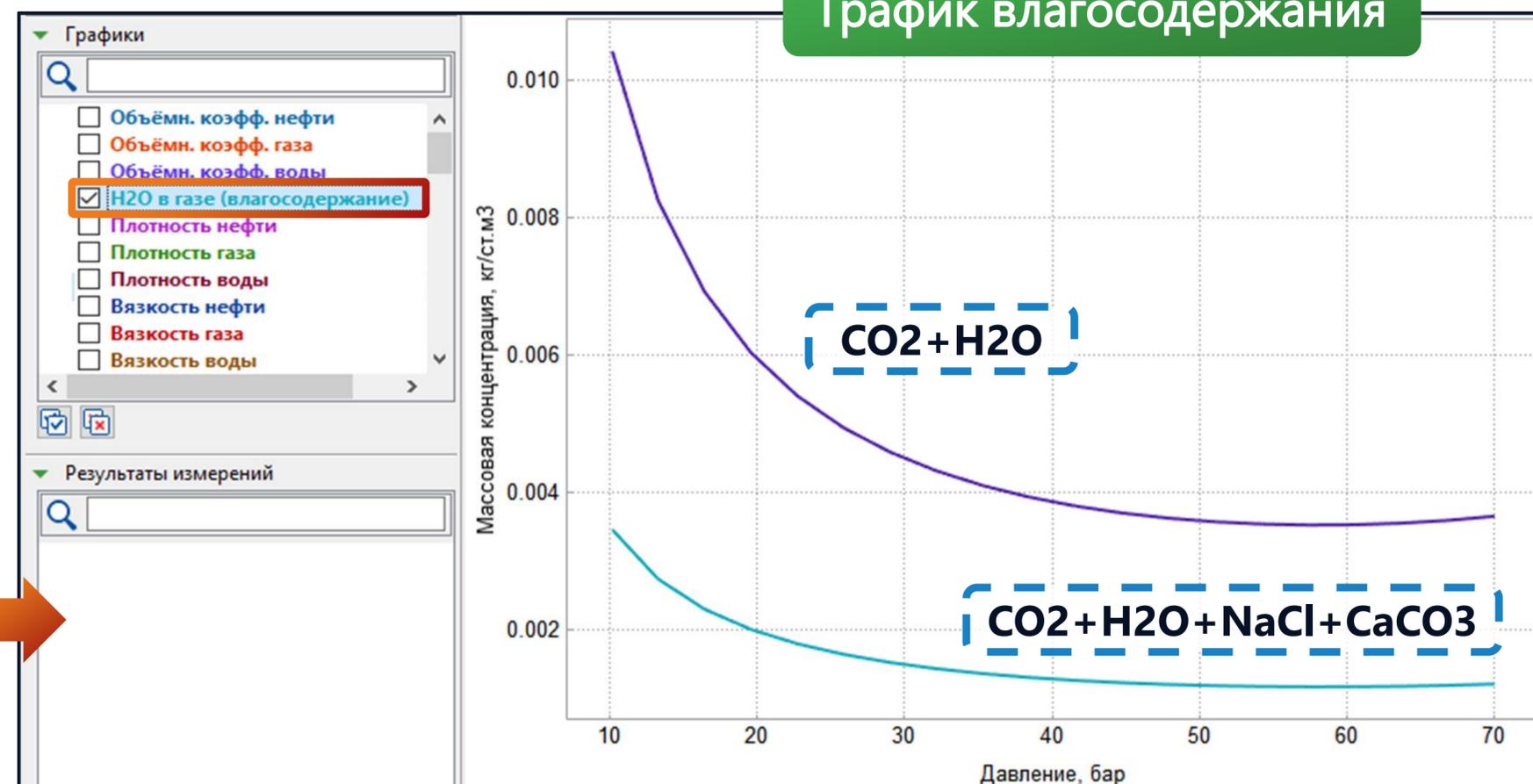
OGW Flash

Расчёт гидратов

Расчёт льда

Разрешить разные настройки для разных вариантов

OK Отмена ?



Параметры калибровки таблиц для нефти

- Добавлена возможность задания калибровочных параметров корреляций
- Добавлены дополнительные параметры адаптации PVT таблиц для вязкости и объемного коэффициента

Настройки нефти

Количество значений/стадий: 20

Минимум: 10.1325

Максимум: 101.325

Тип таблицы: Летучая нефть (PVTO)

Типы корреляций:

- R_s : Standing
- Объемн. коэфф. насыщенной нефти: Standing
- Объемн. коэфф. недонасыщенной нефти: Standing
- Вязкость дегазированной нефти: Standing
- Вязкость насыщенной летучей нефти: Standing
- Вязкость недонасыщенной летучей нефти: Standing

Параметры корреляции:

- Температура, C: 100
- Относит. плотность нефти: 0.9
- Относит. плотность газа: 1
- Давление насыщения, бар: 60
- Изотермич. коэфф. сжимаемости, 1/бар: 1e-05

Параметры калибровки:

- Множитель R_s : 1
- Сдвиг R_s , ст.м3/ст.м3: 0
- Множитель вязкости: 1
- Сдвиг вязкости, сП: 0
- Множитель недонасыщенной вязкости: 1
- Множитель объемн. коэфф.: 1
- Сдвиг объемн. коэфф., пласт.м3/ст.м3: 0
- Множитель недонасыщенного объемн. коэфф.: 1

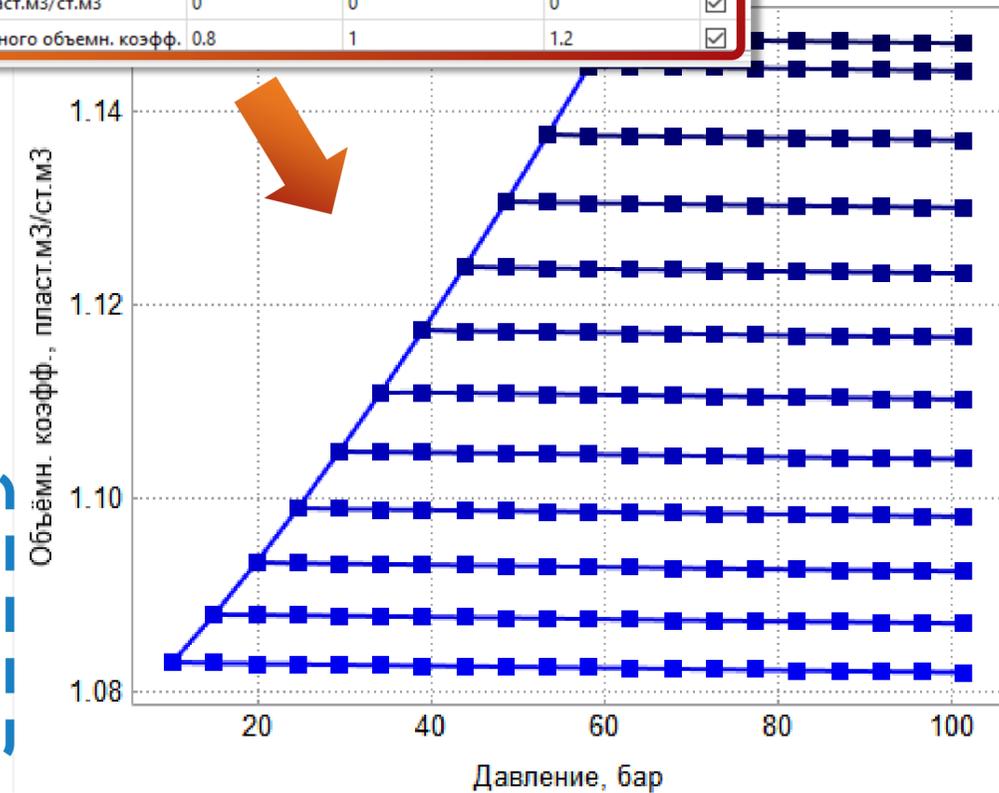
Параметры калибровки

Множитель R_s	1
Сдвиг R_s , ст.м3/ст.м3	0
Множитель вязкости	1
Сдвиг вязкости, сП	0
Множитель недонасыщенной вязкости	1
Множитель объемн. коэфф.	1
Сдвиг объемн. коэфф., пласт.м3/ст.м3	0
Множитель недонасыщенного объемн. коэфф.	1

Адаптация PVT таблиц

Параметр	Мин.	Макс.	Чекбокс	
Относит. плотность нефти	0.72	0.9	1	<input checked="" type="checkbox"/>
Относит. плотность газа	0.8	1	1.2	<input checked="" type="checkbox"/>
Изотермич. коэфф. сжимаемости, 1/бар	8e-06	1e-05	1.2e-05	<input checked="" type="checkbox"/>
Множитель R_s	0.8	1	1.2	<input checked="" type="checkbox"/>
Сдвиг R_s , ст.м3/ст.м3	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Множитель вязкости	0.8	1	1.2	<input checked="" type="checkbox"/>
Сдвиг вязкости, сП	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Множитель недонасыщенной вязкости	0.8	1	1.2	<input checked="" type="checkbox"/>
Множитель объемн. коэфф.	0.8	1	1.2	<input checked="" type="checkbox"/>
Сдвиг объемн. коэфф., пласт.м3/ст.м3	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Множитель недонасыщенного объемн. коэфф.	0.8	1	1.2	<input checked="" type="checkbox"/>

Газосодержание, объемный коэффициент и вязкость можно скорректировать с помощью множителей и сдвигов для насыщенного и недонасыщенного состояний



Адаптация термических свойств

- Добавлена возможность задания термических свойств как параметров адаптации на вкладках **Плотность нефти, Плотность газа, Вязкость нефти, Вязкость газа, Энтальпия для термического flash**

Выбор параметров адаптации

В примере используются только энтальпия как параметр адаптации

Компоненты	Удельн. теплоёмкость A, кДж/кг/К	Удельн. теплоёмкость B, кДж/кг/К2	Удельн. теплоёмкость C, кДж/кг/К3	Удельн. теплоёмкость D, кДж/кг/К4	Удельн. теплоёмкость G, кДж/кг/К	Удельн. теплоёмкость H, кДж/кг/К2
C1	2.183	0.00350315			2.183	0.00350315
C2	1.7045				45	0.00466305
C3	1.6273				73	0.00505163
C4	1.6342				42	0.00490931

Контроль качества адаптации

Запуск адаптации

Компоненты	Молярная Концентрация ($\Sigma=1$ кг-мо...	Молекулярная ... кг/кг-моль	Критическая те... К	Критическое да... бар абс.	Ацентрический...	Критический о... м3/кг-моль	Критический о... м3/кг-моль	Тип летуче...
1 C1	0.75	16.043	190.56	45.99	0.012	0.0986	0.0986	LIVE
2 C2	0.15	30.07	305.32	48.72	0.1	0.1455	0.1455	LIVE
3 C3	0.05	44.097	369.83	42.48	0.152	0.2	0.2	LIVE
4 C4	0.05	58.123	407.8	36.4	0.184	0.259	0.259	LIVE

МатБаланс

Проект [Дизайнеры](#) [Моделирование](#) [Настройки](#) [Лицензии](#) [Помощь](#)

Параллельность: Использовать GPU



ТНАВИГАТОР

<https://irmodel.ru>
tnavigator@irmodel.ru

 Дизайнер Геологии Геологическое моделирование	 Дизайнер Моделей Создание, расчёт и анализ динамических моделей и интегрированных проектов	 Расчёт Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических и интегрированных
 Сейсмика Работа с сейсмическими данными	 PVT Дизайнер Работа с моделью флюида	 Результаты Расчёта Просмотр результатов расчёта моделей
 Геостиринг Сопровождение бурения	 Дизайнер ОФП Фильтрационные исследования	 Адаптация Автоматизированная адаптация, оптимизация и анализ неопределённостей
 Дизайнер Скважин Модель скважины	 МатБаланс Анализ материального баланса	 Симулятор ГРП Моделирование трещин гидроразрыва пласта
 Дизайнер Сетей Моделирование поверхностных сетей	 Очередь Задач Управление очередью заданий	 Доступ к Кластеру Расчёты на кластере
 Лицензии Состояние и установка	 Документация Техническое описание	 Эксперт Интерактивный справочник и новости

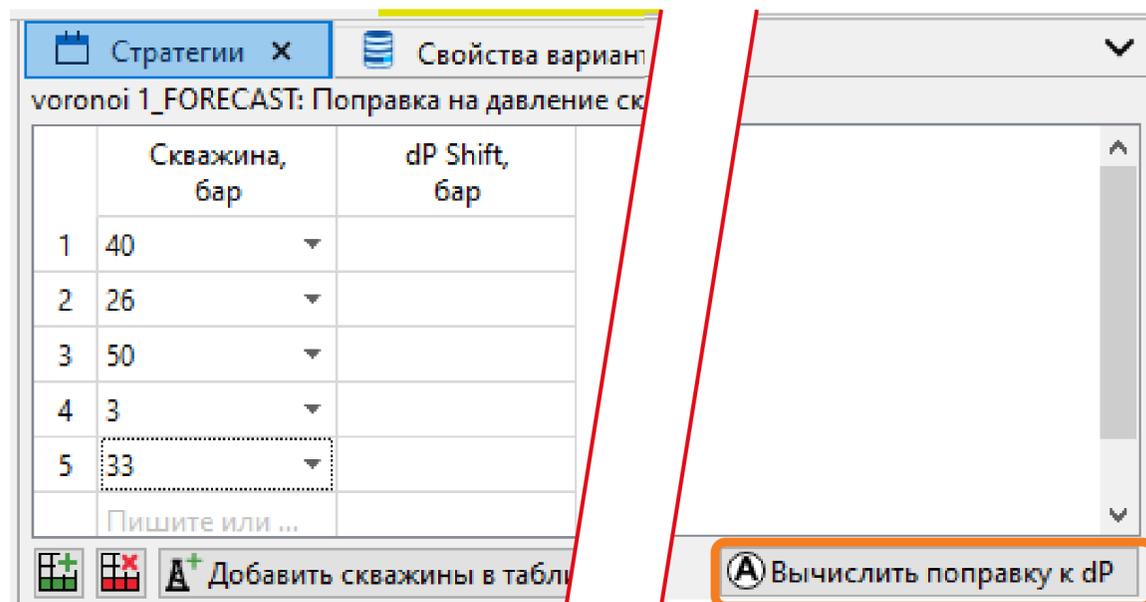
Поправка к значению пластового давления

- Добавлена возможность автоматического расчета поправки к значению пластового давления скважины при расчете дебита флюида

(Данные скважины → Стратегии → Правила на шагах → Поправка на давление скважины → Вычислить поправку к dP)

$$dP_{shift} = P_{IPR} - P_{пл}, \text{ где}$$

P_{IPR} – пластовое давление для индикаторной кривой
 $P_{пл}$ – пластовое давление резервуара



№	Скважина, бар	dP Shift, бар
1	40	
2	26	
3	50	
4	3	
5	33	



№	Скважина, бар	dP Shift, бар
1	40	26,275492
2	26	119,162774
3	50	-39,604042
4	3	16,374195
5	33	17,173261

Адаптация ОФП по варианту МатБаланса (1)

- При адаптации ОФП по варианту МатБаланса поддерживается возможность добавлять в проект одновременно несколько выделенных адаптированных вариантов ОФП

Адаптация

Настройки адаптации | Контроль качества

Адаптированные корреляции	Добавлено в проект	Невязка вода-нефть	Невязка нефть-газ
<input type="checkbox"/> Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 1	ДА	2.1229	0.0000
<input type="checkbox"/> Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 1 1	ДА	2.1229	0.0000
<input checked="" type="checkbox"/> Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 1 2	ДА	2.1229	0.0000
<input checked="" type="checkbox"/> Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 2	НЕТ	2.1229	0.0000
<input checked="" type="checkbox"/> Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 3	НЕТ	2.8486	0.0000
<input checked="" type="checkbox"/> Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 4	НЕТ	16.206	0.0000

Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 4

Параметр	Значение
1 S_{WL} , минимальная насыщенность водой	0,282784
2 S_{WU} , максимальная насыщенность водой	0,886169
3 S_{WCR} , критическая насыщенность водой	0,289586
4 S_{OWCR} , остаточная насыщенность нефтью в системе вода-нефть	0,139031
5 $k_{rOW} = k_{rOW}(S_{WL})$, должно быть равно $k_{rOG}(S_{GL})$	0,541244
6 $k_{rORW} = k_{rOW}(S_{WCR})$, должно быть меньше или равно k_{rOW}	*
7 $k_{rWR} = k_{rW}(1 - S_{OWCR} - S_{GL})$	*
8 $k_{rWU} = k_{rW}(S_{WU})$, должно быть больше или равно k_{rWR}	0,996231
9 $p_{cOW} = p_{cOW}(S_{WCR})$, капиллярное давление в системе нефть-вода	0
10 n_{OW} , степень при k_{rOW}	5,258899
11 n_W , степень при k_{rW}	0,762574

Сбросить вариант к состоянию после адаптации

Объекты: МатБаланс

Свойство: Относ. фазовые проницаемости

Ключ: Относ. фазовые проницаемости

RP Project

- Адаптировано МатБалансом для результата "Result_Na
 - Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 1 2
 - Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 2
 - Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 3
 - Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 4

Давление, бар

Относ. прониц.

Насыщенность

Закрывать | Запустить адаптацию | **Добавить вариант**

Добавленные варианты ОФП появятся в окне Свойства флюидов

Адаптация ОФП по варианту МатБаланса (2)

- Добавлены предустановленные настройки выбора точек из таблицы значений доли фазы в потоке в зависимости от времени для адаптации ОФП по варианту МатБаланса (Свойства флюидов → Адаптация ОФП по варианту МатБаланса → Настройки адаптации → Настройки выборки точек)

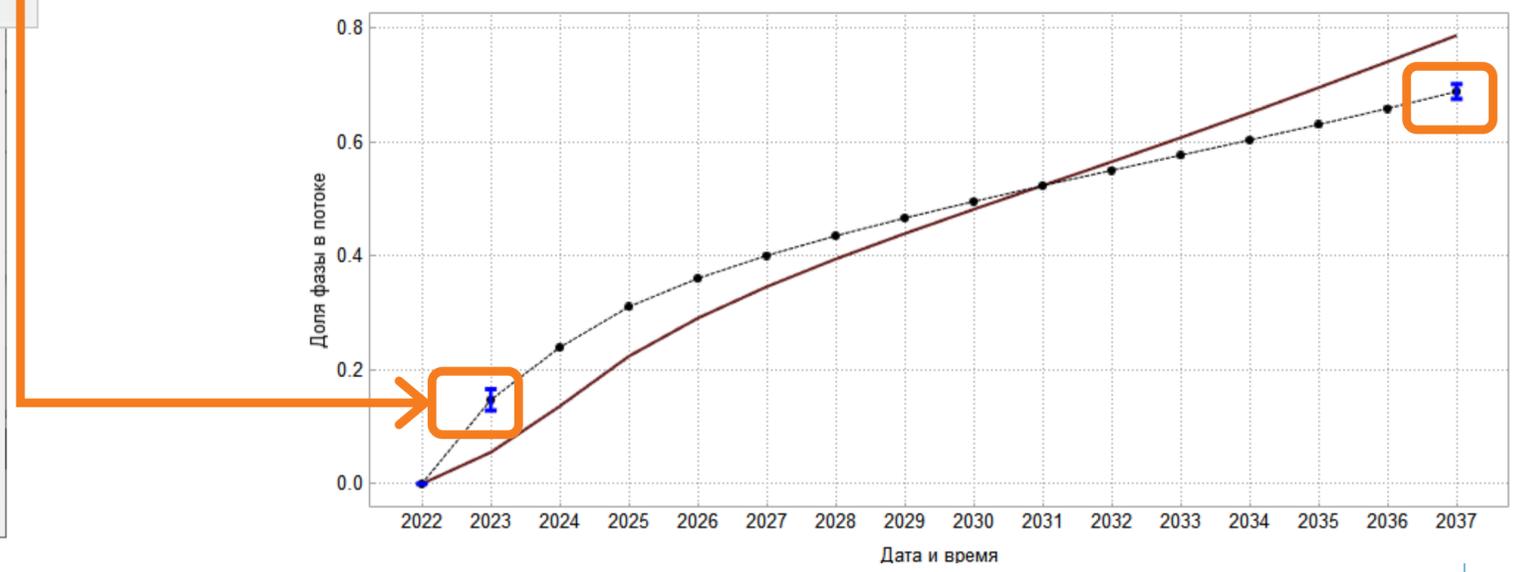
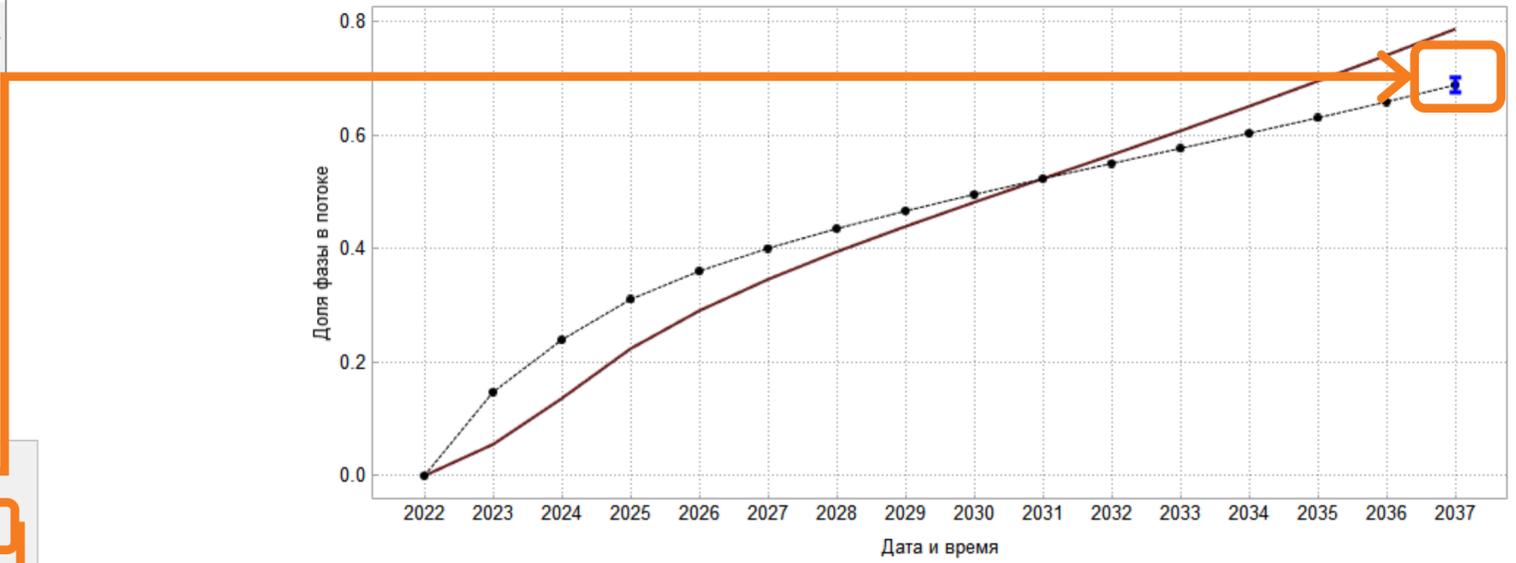
Настройки адаптации

Выбор результата: **DynamicModel2**
 Базовый вариант: **LET**
 Основные настройки: **Дифференциальная эволюция**
 Стохастический алгоритм: **Дифференциальная эволюция**
 Число итераций: **1000**
 Остановка при медленной сходимости:
 Макс. число итераций: **10000**
 Необходимое улучшение (%): **2**

Параметр	Мин. значение	Начальное зна...	Макс. значение	Дата	Значение	Относительно...	Абсолютное о...
<input checked="" type="checkbox"/> SWL	0	0,25	0,25	<input checked="" type="checkbox"/> 01.01.2022	0	1e-06	0
<input checked="" type="checkbox"/> SWU	0	1	1	<input checked="" type="checkbox"/> 01.01.2023	0,147285	0,126448	0,0186238
<input checked="" type="checkbox"/> SWCR	0	0,25	0,25	<input checked="" type="checkbox"/> 01.01.2024	0,239161	0,05	0,011958
<input checked="" type="checkbox"/> SOWCR	0	0,2	0,2	<input checked="" type="checkbox"/> 01.01.2025	0,310522	0,05	0,0155261
<input checked="" type="checkbox"/> KOLW	0	0,9	1	<input checked="" type="checkbox"/> 01.01.2026	0,360328	0,05	0,0180164

Выбор точек: Выбрать всё, Снять выделение всех, Последнее, Первый, первый ненулевой, последний, Добавить все

По умолчанию выбраны все точки



Дизайнер Сетей

Проект [Дизайнеры](#) [Моделирование](#) [Настройки](#) [Лицензии](#) [Помощь](#)

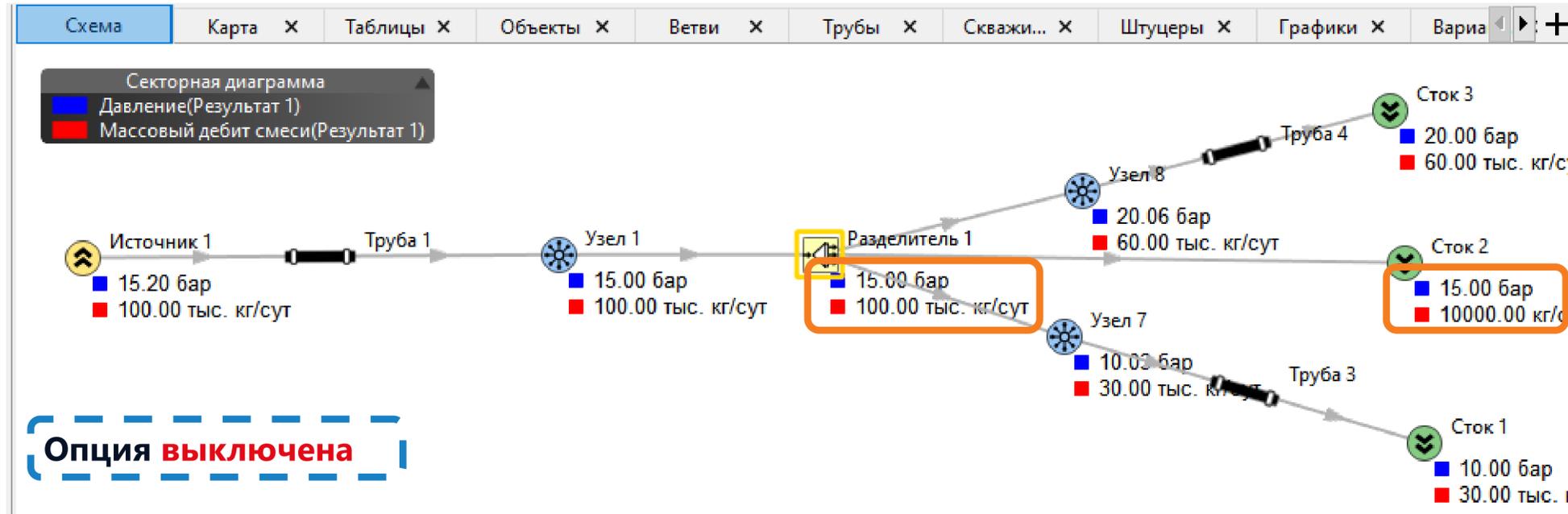
Параллельность: 8 ядер Использовать GPU

 **ТНАВИГАТОР** <https://irmodel.ru>
tnavigator@irmodel.ru

 Дизайнер Геологии Геологическое моделирование	 Дизайнер Моделей Создание, расчёт и анализ динамических моделей и интегрированных проектов	 Расчёт Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических и интегрированных
 Сейсмика Работа с сейсмическими данными	 PVT Дизайнер Работа с моделью флюида	 Результаты Расчёта Просмотр результатов расчёта моделей
 Геостиринг Сопровождение бурения	 Дизайнер ОФП Фильтрационные исследования	 Адаптация Автоматизированная адаптация, оптимизация и анализ неопределённостей
 Дизайнер Скважин Модель скважины	 МатБаланс Анализ материального баланса	 Симулятор ГРП Моделирование трещин гидроразрыва пласта
 Дизайнер Сетей Моделирование поверхностных сетей	 Очередь Задач Управление очередью заданий	 Доступ к Кластеру Расчёты на кластере
 Лицензии Состояние и установка	 Документация Техническое описание	 Эксперт Интерактивный справочник и новости

Новый объект – Разделитель потока

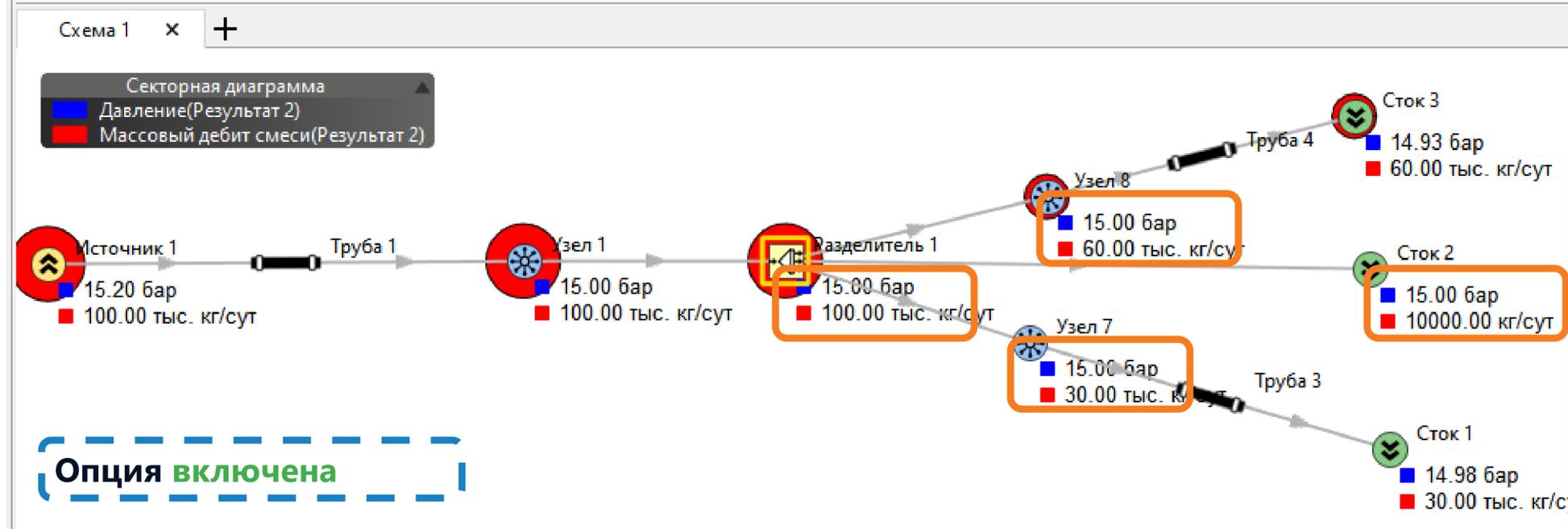
● Поддержан новый объект сети **Разделитель потока**



Опция **выключена**

Для объекта добавлена возможность задавать дополнительное граничное условие – давление (совместно с расходом) на каждый выходящий поток, равное давлению на входе в объект при **включении** опции **Обеспечивать выходное давление Разделителя**

Если галочка **выключена**, то давления равны на входящем линке в Разделитель и на одном из выходящих линков (соединяющим с первым объектом из списка объектов в окне настроек), на остальных выходящих давления рассчитываются, исходя из системы уравнений



Опция **включена**

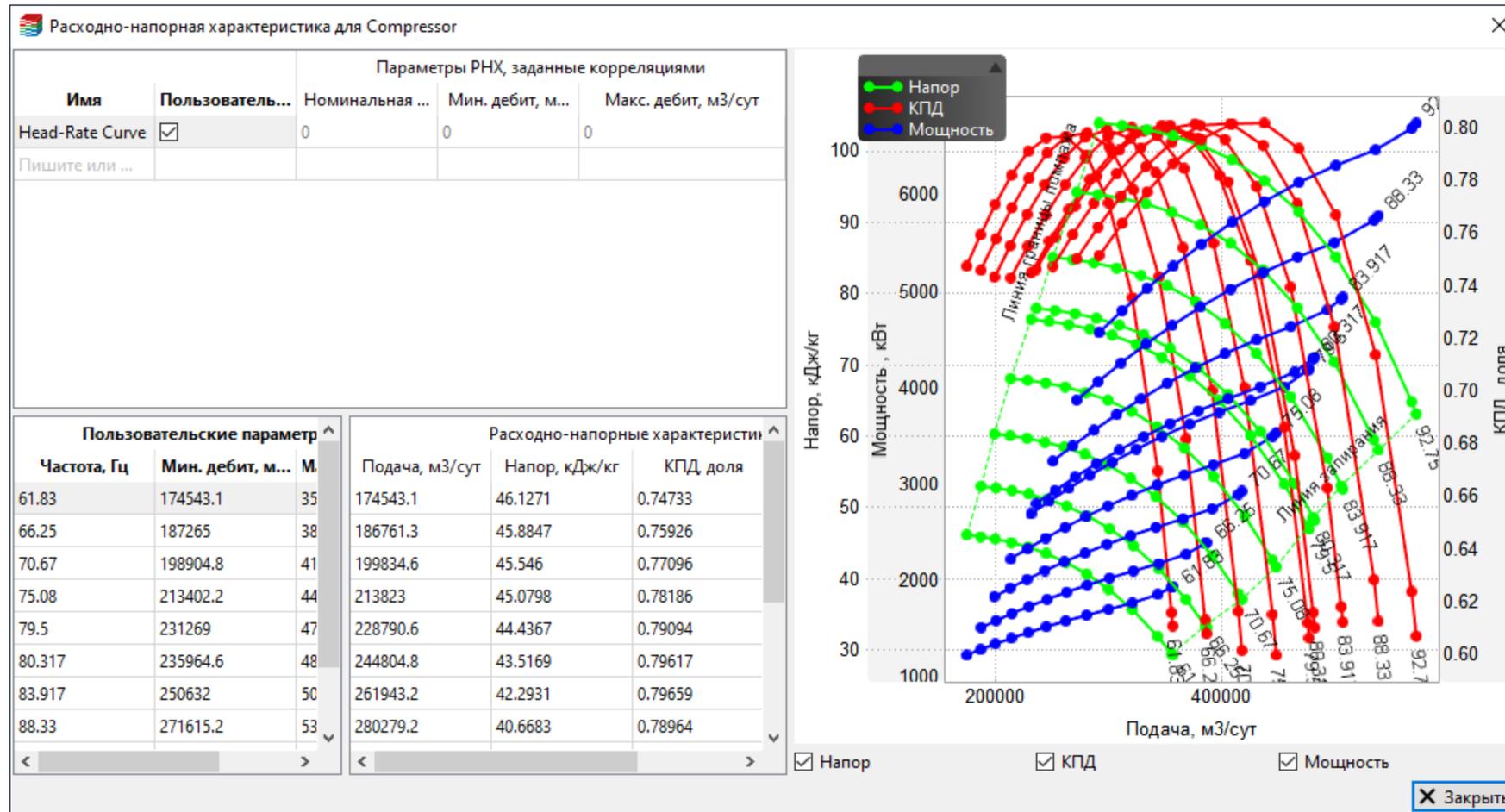
Разделитель 1

Разделитель	
Имя	Разделитель 1
Статус	Активный
Обеспечивать выходное...	<input checked="" type="checkbox"/>
Доли	
Сток 2	0.1
Узел 7	0.3
Узел 8	0.6

Закреть

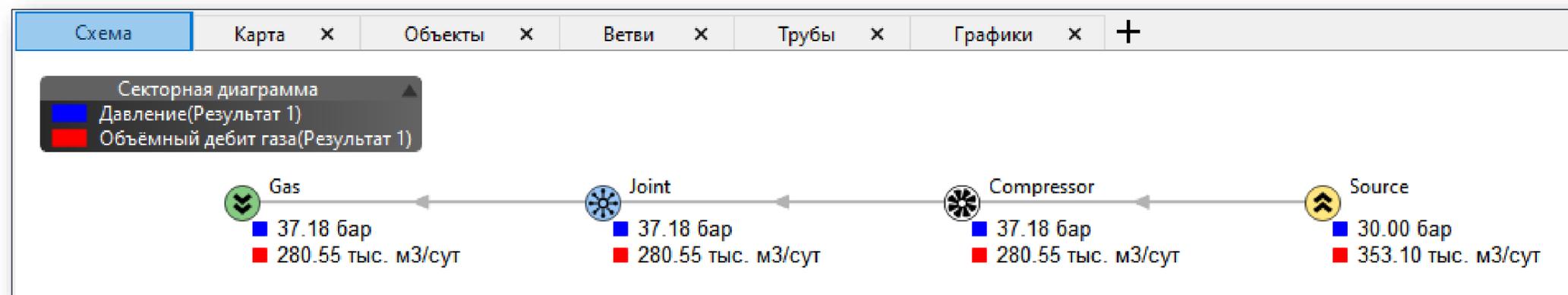
Изоэнтروпийный процесс Компрессора

- Поддержан изоэнтропийный процесс работы для объекта **Компрессор** с расходно-напорной характеристикой (**Компрессор** → ПКМ → Редактировать → Режим компрессора → **Изоэнтропийный**)



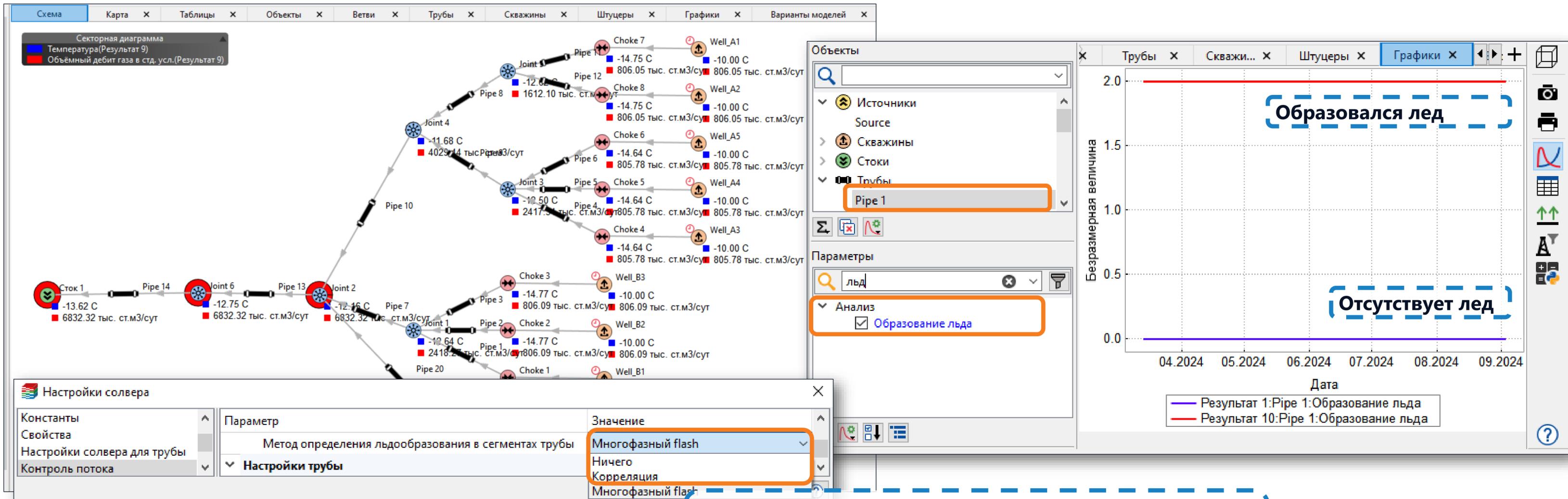
Compressor

Имя	Compressor
Статус	Активный
Тип данных	Расходно-напорная характеристика
Режим компрессора	Изоэнтропийный
Каталог расходно-напорных характеристик	Head-Rate Curve
Рабочая частота, Гц	61.83
Кэфф. проскальзывания	
Количество ступеней	1
Множитель на напор	
Множитель на дебит	
Мин. давление на входе, бар	



Образование льда

- Для композиционных моделей с температурной опцией поддержан расчет льдообразования в трубах на основе корреляции или многофазного flash расчета (Настройки → Параметры → Контроль потока → Метод определения льдообразования в сегментах трубы)



Рассчитываются и визуализируются графики процента заполнения трубы ледяными пробками от диаметра трубы и наличие ледяных пробок на сегментах трубы

Оптимизация расхода водо-метанольного раствора

- Добавлена возможность в дополнение к концентрации водо-метанольного раствора оптимизировать его расход (Молярный/ Массовый дебит смеси, Дебит жидкости) при решении задачи оптимизации ингибитора гидратообразования (Вкладка Схема → кнопка Оптимизация гидратообразования на правой панели инструментов → Дебит → Тип расхода)

До оптимизации
(Присутствуют гидраты в сети)

После оптимизации
(Нет гидратов)

Оптимизация ингибитора

Основные настройки

Макс. число итераций: 15

Добавить шаг ингибитора: 0.01

Концентрация

Дебит

Тип расхода: Массовый дебит смеси

Макс. расход: 10000

13 | N 0013 - 19.06.2024

Источники

Источник 1

Источник 2

Скважины

Запустить оптимизацию | Закрыть | Помощь

Отображение труб: Гидраты

Выбор единиц измерений

- Добавлена возможность выбирать единицы измерений в диалоговых окнах редактирования объектов, расширенных свойств труб, а также на вкладке Таблицы и в Редакторе событий по правой кнопке мыши на выбранном параметре (ПКМ → Ед. изм.)

The screenshot illustrates the software's unit selection feature in two contexts:

1. Pipe Properties Dialog: The 'Труба' (Pipe) properties window is open. The 'Ед.изм.' (Units) dropdown menu is active, showing options like 'фут' (feet) and 'мм' (mm). The 'фут' option is currently selected.

2. Event Editor Table: The 'Редактор событий' (Event Editor) window shows a table of objects. The 'Внутренний д...' (Internal diameter) column has a context menu open over the value '200', with 'Ед.изм.' (Units) selected, showing 'мм' (mm) as the chosen unit.

Объект	Вр. шаг	Статус	Тип контроля ...	Контролируем...	Внутренний д...	Корреляция к...	Корреляция д...	Критич. отно...	Коефф. потерь...	Коефф. потерь...	Коефф. п...
1 Choke 4	14.03.2024	Активный	Диаметр шт...	0.04	200	Ед.изм.	По умолчанию	ЗАДАНО	НЕ ЗАДА	НЕ ЗАДА	
2 Choke 7	14.03.2024	Активный	Диаметр шт...	0.04	200	Ед.изм.	По умолчанию	ЗАДАНО	НЕ ЗАДА	НЕ ЗАДА	
3 Choke 6	14.03.2024	Активный	Диаметр шт...	0.04	200	Ед.изм.	По умолчанию	ЗАДАНО	НЕ ЗАДА	НЕ ЗАДА	
4 Choke 1	14.03.2024	Активный	Диаметр шт...	0.04	200	Ед.изм.	По умолчанию	ЗАДАНО	НЕ ЗАДА	НЕ ЗАДА	
5 Choke 8	14.03.2024	Активный	Диаметр шт...	0.04	200	Ед.изм.	По умолчанию	ЗАДАНО	НЕ ЗАДА	НЕ ЗАДА	
6 Choke 3	14.03.2024	Активный	Диаметр шт...	0.04	200	Ед.изм.	По умолчанию	ЗАДАНО	НЕ ЗАДА	НЕ ЗАДА	
7 Choke 2	14.03.2024	Активный	Диаметр шт...	0.04	200	Ед.изм.	По умолчанию	ЗАДАНО	НЕ ЗАДА	НЕ ЗАДА	
8 Choke 5	14.03.2024	Активный	Диаметр шт...	0.04	200	Ед.изм.	По умолчанию	ЗАДАНО	НЕ ЗАДА	НЕ ЗАДА	

Адаптация расчета труб. Задание исторических параметров (1)

- Добавлена возможность производить автоматизированную адаптацию расчета труб на фактические данные (Вкладка Схема → кнопка Адаптация на правой панели инструментов → Адаптация труб)

История

Данные объектов: **Данные труб**

01.01.2024

Гидростатические по...
 Потери давления на т...
 Компонента ускорен...
 Теплопередача
 Внешняя температура
 Температура
 Давление
 Межфазное натяжение
 Обводненность потока
 Обводненность в точ...
 Процент запов...

	Измеренное р...	Давление, бар
	м	
1	25	70.46839
2	50	70.46839
3	75	70.46839
4	100	70.46839
5	125	69.709798

Сопоставление фактических и рассчитанных давлений до адаптации

В Редакторе истории задайте параметры (данные истории), на которые будет производиться настройка

Адаптация расчета труб. Задание переменных (2)

Редактор событий

Секторная диаграмма
Давление(Result 1 (before matching))

Source 2: 80.92 бар
Source 3: 79.50 бар
Pipe 4
Joint 2: 77.17 бар
Pipe 3
Source 1: 81.46 бар
Pipe 2
Joint 1: 75.94 бар
Pipe 1
Sink 1: 10.00 бар

№	Название	Дата	Статус	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1	Pipe 2	01.01.2024	Активный	2e-05	0.07	40	НЕ ЗАДАНО	0.015	0	Корр. Beggs-Brill	1	1	24	0.36
2	Pipe 1	01.01.2024	Активный	2e-05	0.07	40	НЕ ЗАДАНО					1	24	0.36
3	Pipe 3	01.01.2024	Активный	2e-05	0.07	40	НЕ ЗАДАНО					1	24	0.36
4	Pipe 5	01.01.2024	Активный	2e-05	0.06	40	НЕ ЗАДАНО					1	24	0.36
5	Pipe 4	01.01.2024	Активный	2e-05	0.06	40	НЕ ЗАДАНО					1	24	0.36

Добавить в проект адаптации

Добавить переменные в Workflow

Копировать (Ctrl+C)

Копировать без заголовков (Ctrl+Shift+C)

Вставить (Ctrl+V)

Специальная вставка... (Ctrl+Alt+V)

Сортировка

Удалить строки

Добавить строку

В качестве переменных могут быть выбраны параметры конструкции, гидростатики и трения для настройки расчета перепада давления и параметры теплоизоляции – для настройки температуры

Адаптация расчета труб. Результаты адаптации (3)

Схема +

Применение найденного решения после адаптации

Секторная диаграмма
 Давление(Result (after matching))

Source 2 75.83 бар Pipe 5 Pipe 1 Pipe 3 Source 3 74.47 бар Joint 2 71.48 бар Pipe 2 Joint 1 70.48 бар Pipe 1 Sink 1 10.00 бар Source 1 75.83 бар

Коефф. коррекции гидростатики 1
 Коефф. коррекции трения 0.881675
 Исп. инерционную составляющую
 Метод укладки трубы Kreith

Адаптация
 Адаптация трубы

Трубы x +

Давление, бар

Измеренное расстояние, м

— Result (after matching): Pipe 1: Давление • История результатов: Pipe 1: Давление

Network [HM] Beggs-Brill corr. 3: Адаптация трубы по истории

Основные настройки
 Алгоритм: Метод роя частиц
 Макс. число итераций: 500
 Остановка при медленной сходимости
 Число итераций: 50
 Значение улучшения(%): 2

Корреляция		Итерация	Текущее значение
<input checked="" type="checkbox"/>	Корр. Beggs-Brill	500/500	0.222477
<input type="checkbox"/>	Корр. Beggs-Brill Revised		Вычислить
<input checked="" type="checkbox"/>	Корр. Hagedorn-Brown	500/500	53.6238
<input type="checkbox"/>	Корр. Hagedorn-Brown ...		Вычислить
<input type="checkbox"/>	Fancher-Brown корр.		Вычислить

Объект	Дата	Параметр	Мин.	Баз. значение	Макс.	Лучшее зна...
<input checked="" type="checkbox"/> Pipe 1	01.01.2024	Коефф. ...	0.75	1	1.25	0.881675
<input checked="" type="checkbox"/> Pipe 2	01.01.2024	Коефф. ...	0.75	1	1.25	1.00177
<input checked="" type="checkbox"/> Pipe 3	01.01.2024	Коефф. ...	0.75	1	1.25	0.754706
<input checked="" type="checkbox"/> Pipe 4	01.01.2024	Коефф. ...	0.75	1	1.25	1.21722
<input checked="" type="checkbox"/> Pipe 5	01.01.2024	Коефф. ...	0.75	1	1.25	1.05038

Закреть Запустить адаптацию Добавить вариант

Сопоставление давлений для трубы Pipe 1 до и после адаптации

Создать проект сети с лучшим результатом адаптации среди выбранных галочками корреляций

Расчет образования гидратов без учета воды

- Поддержана возможность рассчитывать образование гидратов без учета воды для исключения влияния ее нехватки на РТ-условия стабильности газовых гидратов по многофазному flash (Настройки → Параметры → Контроль потока → Рассчитать образование гидратов без воды)

Композиционные вари...

Компоненты	Молярная	Концен
1 C1	0,988016	
2 N2	0,0119845	
3 H2O	0	
4 CH3OH	0	

РТ-условия образования гидратов -19.98 C, 50 бар

Sink 1 -19.98 C, 50 бар

Секторная диаграмма

- Давление(Результат)
- Температура(Результат)
- Объемный дебит газа в std. усл.(Результат)

Compressor 1
50.01 бар
23.82 C
45.74 тыс. ст.м3/сут

Pipe 1

Sink 1
50.00 бар
-19.98 C
45.74 тыс. ст.м3/сут

В PVT модели концентрация воды равна 0

Настройки солвера

Настройка	Параметр	Значение
Настройки солвера	Рассчитать образование гидратов без воды	<input checked="" type="checkbox"/>
Настройки интег...	Метод определения гидратообразования в сегментах трубы	Многофазный flash
Константы	Корреляция	Nielsen-Bucklin
Свойства		Метанол
Настройки солве...		
Контроль потока		

Рассчитать образование гидратов без воды

Гидраты рассчитаны, несмотря на отсутствие в составе воды

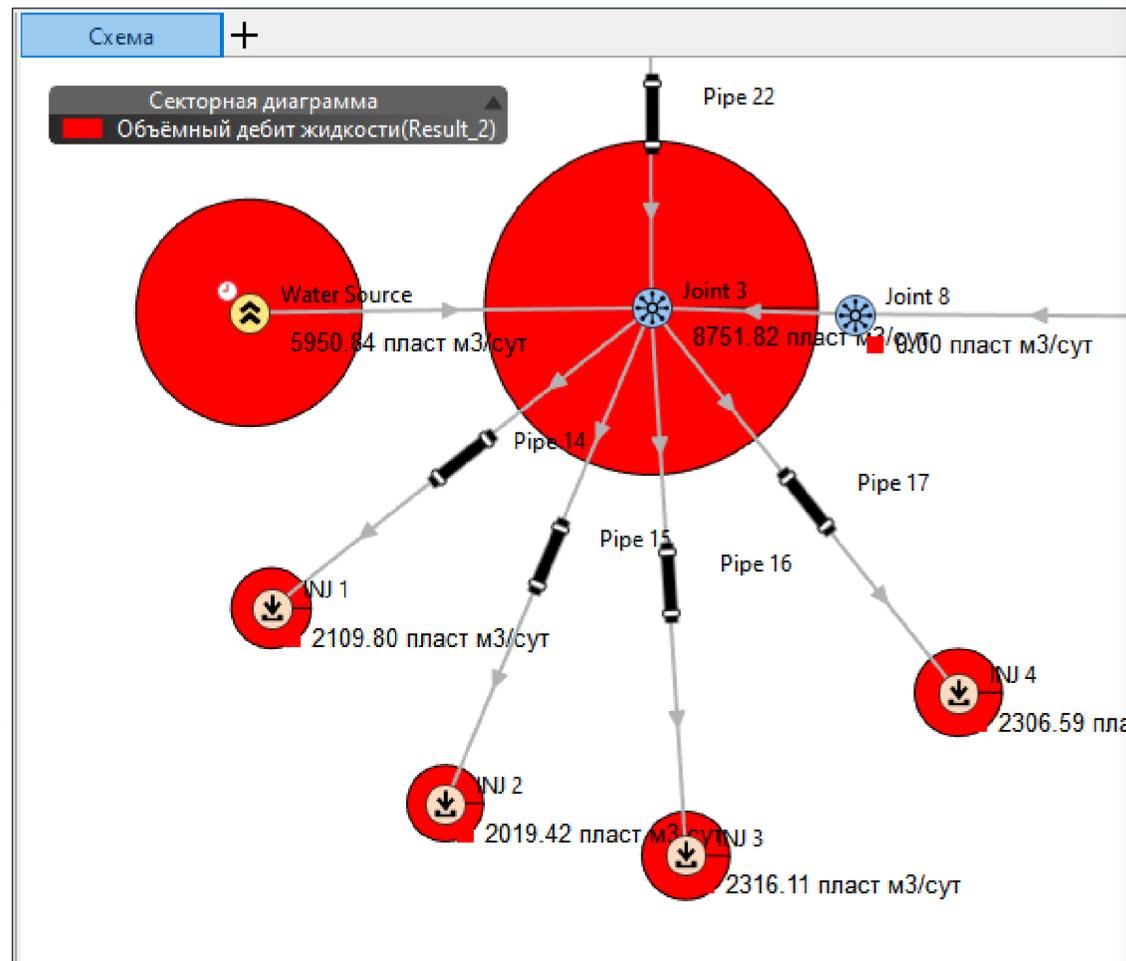
Измеренное расстояние, тыс. м

— Pipe 1:Процент заполнения гидратами

Визуализация рекомбинированного состава

- Добавлена визуализация рассчитанного состава для **Источника/Скважины/Заканчивание** в режиме **Только сеть** для композиционного варианта моделей флюида (**Источник/Скважина/Заканчивание → ПКМ → Редактировать → Рекомбинированный состав**)

При включении опции **Объемный расход (std. усл.)** и задании **соотношений фаз** в поверхностных условиях в настройках объектов, компонентный состав будет пересчитан и затем использован в расчете



Water Source	
Тип данных	Стандартный
Имя	Water Source
Статус	Активный
Давление, бар	100
Тип расхода	Дебит жидкости
Значение расхода, ст.м3/сут	
Температура, С	20
Объемный расход (std. усл.)	<input checked="" type="checkbox"/>
GFR	GLR
Значение, ст.м3/ст.м3	60
WFR	WCUT
Значение, ст.м3/ст.м3	0.1
Тип расхода	Массовые доли (Σ=1 кг/кг)
WATER	0
N2	0.000469682
CO2	0.00052707
C1	0.0185455
C2	0.0186183
C3	0.0317659
IC4	0.00194905
NC4	0.0209523
IC5	0.00635097
NC5	0.0126587
C6	0.0172025
C7+	0.87096
Рекомбинированный состав	
WATER	0.119795
N2	0.000543096
CO2	0.000606429
C1	0.0214242
C2	0.0213632
C3	0.0356932

Учет свойств среды для труб под водой

- Для расчета теплотерь добавлена возможность учитывать свойства окружающей среды (температура, давление, скорость течения воды и др.) для залегающих под водой труб (Труба → ПКМ → Редактировать → Настройка окружения → Под водой)

Параметры окружающей среды для подводных трубопроводов:

- Глубина
- Скорость воды
- Соленость воды
- Внешняя температура

Параметр	Значение
Удельная теплоёмкость газа, кДж/кг/К	2,30274
Теплопроводность грунта, Вт/м/К	0,02595
Теплопроводность воды, Вт/м/К	0,6055
Теплопроводность нефти, Вт/м/К	0,1384
Теплопроводность газа, Вт/м/К	0,0346
Соленость морской воды, кг/ст.м3	50

На суше

Под водой

TNAВИГАТОР

Дизайнер Скважин

Проект [Дизайнеры](#) [Моделирование](#) [Настройки](#) [Лицензии](#) [Помощь](#)

Параллельность: 8 ядер Использовать GPU



TNAVIGATOR

<https://irmodel.ru>
tnavigator@irmodel.ru

 Дизайнер Геологии Геологическое моделирование	 Дизайнер Моделей Создание, расчёт и анализ динамических моделей и интегрированных проектов	 Расчёт Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических и интегрированных
 Сейсмика Работа с сейсмическими данными	 PVT Дизайнер Работа с моделью флюида	 Результаты Расчёта Просмотр результатов расчёта моделей
 Геостиринг Сопровождение бурения	 Дизайнер ОФП Фильтрационные исследования	 Адаптация Автоматизированная адаптация, оптимизация и анализ неопределённостей
 Дизайнер Скважин Модель скважины	 МатБаланс Анализ материального баланса	 Симулятор ГРП Моделирование трещин гидроразрыва пласта
 Дизайнер Сетей Моделирование поверхностных сетей	 Очередь Задач Управление очередью заданий	 Доступ к Кластеру Расчёты на кластере
 Лицензии Состояние и установка	 Документация Техническое описание	 Эксперт Интерактивный справочник и новости

Выбор единиц измерений вводимых параметров

- Добавлена возможность выбора единиц измерений вводимых параметров на вкладках Геометрия, Конструкции скважины, Результаты измерений, Теплопередача, IPR (Таблицы вкладок → ПКМ на имя параметра → Выбрать единицы измерения)

The screenshot displays the 'Конструкция скважины' (Well Construction) tab in the software. On the left, a tree view shows the well components, including 'Колонна НКТ 1'. The central panel shows a wellbore diagram with 'ТVD, zoom : 1.000x, м' on the vertical axis (ranging from -500 to 2000) and 'Горизонтальное отклонение, м' on the horizontal axis (ranging from 0 to 2000). A callout box points to 'Колонна НКТ 1' with its roof and bottom depths. On the right, a table lists well parameters. A context menu is open over the 'Внешняя шероховатость, м' parameter, showing unit options: 'По умолчанию', 'м', 'фут', 'см', 'мили', 'км', 'дюйм', 'мм', and '0.001 дюйм'. The 'см' option is currently selected.

Имя	Колонна НКТ 1
Кровля (MD), м	0
Подшва (MD), м	2440
Внутренний диаметр, м	0,0759
Внешний диаметр, м	0,0889
Внутренняя шероховатость, м	2e-05
Внешняя шероховатость, м	...
Теплопроводность стенки, кДж/м/сут/К	
Объемная теплоёмкость стенки, кДж/м3/К	
Теплопроводность затрубного пространства	
Толщина изоляции, м	
Теплопроводность изоляции, кДж/м/сут/К	
Теплоемкость изоляции, кДж/м3/К	
Пробка	
Концентрическая	
Каталог	...

Устьевая измеренная температура

- Добавлена возможность задавать устьевую измеренную температуру в скважине для дальнейшего использования в адаптации (вкладка **Результаты измерений** → **Устьевая температура**)

Новый параметр результатов измерения скважин

Исп.	THP, бар	Устьевая температура, С	FLO GAS ст.м3/сут
1	125,918952	35	572000,37
2	114,184076	38	985426,38
3	103,848834	42	1279921,62
4	93,355014	50	1489466,31

Новый режим для объекта Источник/Сток

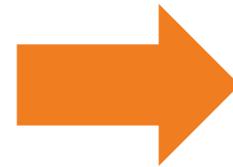
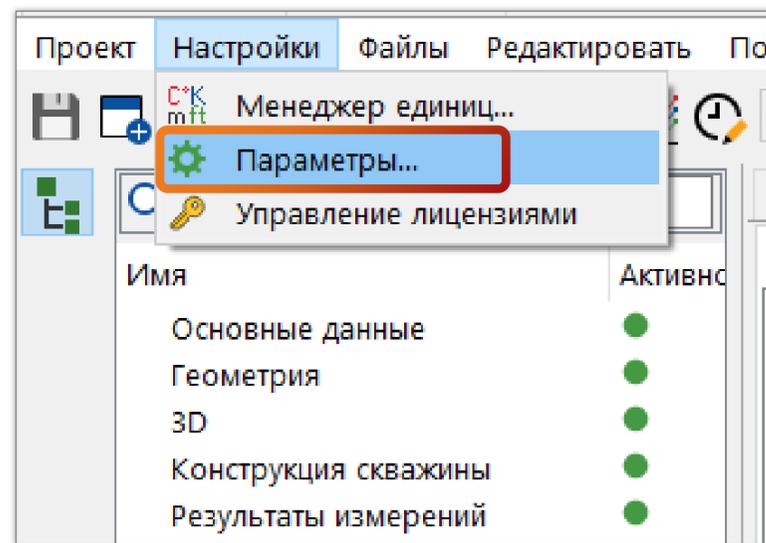
- Для объекта **Источник/Сток** добавлен новый режим **REMCP**, позволяющий для объекта задать режим стока с постоянным давлением (**Конструкция скважины → Источник/Сток → Тип → REMCP**)

Имя	Источник/Сток 1
Глубина (MD), м	3883,683632
Тип	REMCP
Место установки	Между Колонной НКТ и Обсадной колонной
Состав	
Объемный дебит (Газ), ст.м3/сут	
Объемный дебит (Жидкость), ст.м3/сут	
Внешнее давление, бар	150
Дебит (газа) на единицу изменения давления, ст. м3/сут./бар	0
Дебит (жидкости) на единицу изменения давления, ст. м3/сут./бар	0
Температура потока, С	
Доля пара	0

Режим REMCP позволяет для объекта задать постоянное давление, при этом расход будет рассчитан автоматически на основе давлений и потоков на связанных соседних сегментах

Параметры расчета проекта скважин

- Добавлена возможность изменять расчетные параметры для проекта скважины. Для композиционных моделей доступны настройки **Тип интерполяции flash расчета** и **Тип трёхфазного flash расчета (VLW/OGW flash)**



Ничего
 Использовать настройки для VLW-flash расчета из Дизайнера Скважин
 Использовать настройки для OGW-flash расчета из Дизайнера Скважин
 Использовать настройки трехфазного flash расчета из Симулятора

Параметр	Значение
Настройки фазы	
Тип трехфазного flash расчета	Ничего
Настройки композиционного flash	
Тип интерполяции flash	Интерполировать все свойства
Шаг по давлению, бар	2
Шаг по температуре (только для уравнений для температуры), C	2

Графики

- FLO : GAS = 10000 ст.м3/сут
- FLO : GAS = 60000 ст.м3/сут
- FLO : GAS = 110000 ст.м3/сут
- FLO : GAS = 160000 ст.м3/сут
- FLO : GAS = 210000 ст.м3/сут
- FLO : GAS = 260000 ст.м3/сут

IPR таблицы

Для просмотра IPR кривых выберите тип FLO по оси X

Результаты измерений

Пример

[BHP (FLO : GAS = 1,76e+06 ст.м3/сут)] X: 5.00 бар, Y: 406.57 бар

Ось Y: BHP Ось X: THP Показывать графики с фиксированным: FLO : GAS

WFR : WGR 0

GFR : OGR 0

ALQ : PUMP 0

Включение интерполяции обеспечивает ускорение расчетов

Выпадение гидратов в скважине

- Добавлена возможность качественного и количественного расчёта выпадения гидратов в скважине (вкладка **Контроль потока** → **Метод определения сегментов труб с гидратами**)

Контроль потока

Коррозия
 Модель коррозии: Не использовать
 Эффективность коррозии: 0
 Молярная доля CO₂ (только для чёрной нефти): 0
 Исп. фактический pH
 Задать: 0

Эрозия
 Модель эрозии: Не использовать
 Константа эрозионной скорости смеси, (кг/м/с²)^{0.5}: 122
 S – коэф. влияния геометрии: 0,1
 Добыча песка, кг/сут: 0

Гидраты
 Метод определения сегментов труб с гидратами: Многофазный flash
 Расчет образования гидратов без воды:
 Корреляция: Hammerschmidt
 Ингибитор: Метанол

Активировать опцию самозадавливания скважины
 Тип поправочного коэффициента: Turner (1969)
 Угол самозадавливания скважины: 45
 Объемная доля жидкой фазы в потоке

Графики

- Критерий пробкообразования
- Суммарные гидравлические потери
- Гидростатические потери давления
- Потери давления на трение
- Компонента ускорения градиента
- Теплопередача
- Внешняя температура
- Температура
- Давление
- Межфазное натяжение
- Обводненность потока
- Обводненность в точке инверсии
- Процент заполнения гидратами
- Процент заполнения трубы льдом
- Длина
- Внутренний диаметр
- Шероховатость
- Скорость коррозии
- Эрозионная скорость смеси
- Скорость эрозионного износа
- Используемая корреляция
- Режим течения
- Образование гидратов
- Результаты измерений

Графики профиля скважины
 Процент заполнения гидратами, %

Таблица графика

	MD, м	Вариант 1: ... %	MD, м	Вариант 1: С
6	64	3,7469	64	Тип I
7	128	3,80497	128	Тип I
8	256	3,92377	256	Тип I
9	384	4,04623	384	Тип I
10	512	4,17247	512	Тип I
11	640	4,30263	640	Тип I
12	768	4,43682	768	Тип I
13	896	4,57518	896	Тип I
14	1024	4,71784	1024	Тип I
15	1152	4,86494	1152	Тип I
16	1280	5,01662	1280	Тип I
17	1408	5,17299	1408	Тип I
18	1536	5,3342	1536	Тип I
19	1664	5,5001	1664	Тип I
20	1792	5,66528	1792	Тип I
21	1856	5,72389	1856	Тип I
22	1920	5,65052	1920	Тип I
23	1984	5,00739	1984	Тип I
24	1993,68	0	1993,68	Нет гидратов

Варианты узлового и системного анализа

- Добавлена возможность создавать варианты узлового и системного анализа по данным результатов измерений (Результаты измерений → ПКМ на таблицу с данными → Создать вариант системного/узлового анализа с помощью корреляции)

The screenshot illustrates the workflow for creating a system analysis variant. It shows the 'Результаты измерений' (Measurement Results) window with a table of data. A right-click context menu is open over the table, highlighting the option 'Создать вариант системного анализа с помощью корреляции' (Create system analysis variant with correlation). A sub-menu shows options: 'Без корреляции' (No correlation), 'VFP 1', and 'VFP 2'. An arrow points from 'VFP 1' to a dialog box titled 'Создать или выбрать вкладку' (Create or select tab), where 'Создать новую вкладку' (Create new tab) is selected. The new tab is named 'Системный анализ 2' (System analysis 2). Another arrow points from 'VFP 2' to the same dialog. The final window, 'Системный анализ 2', displays a graph of pressure vs. flow rate and a table of data points.

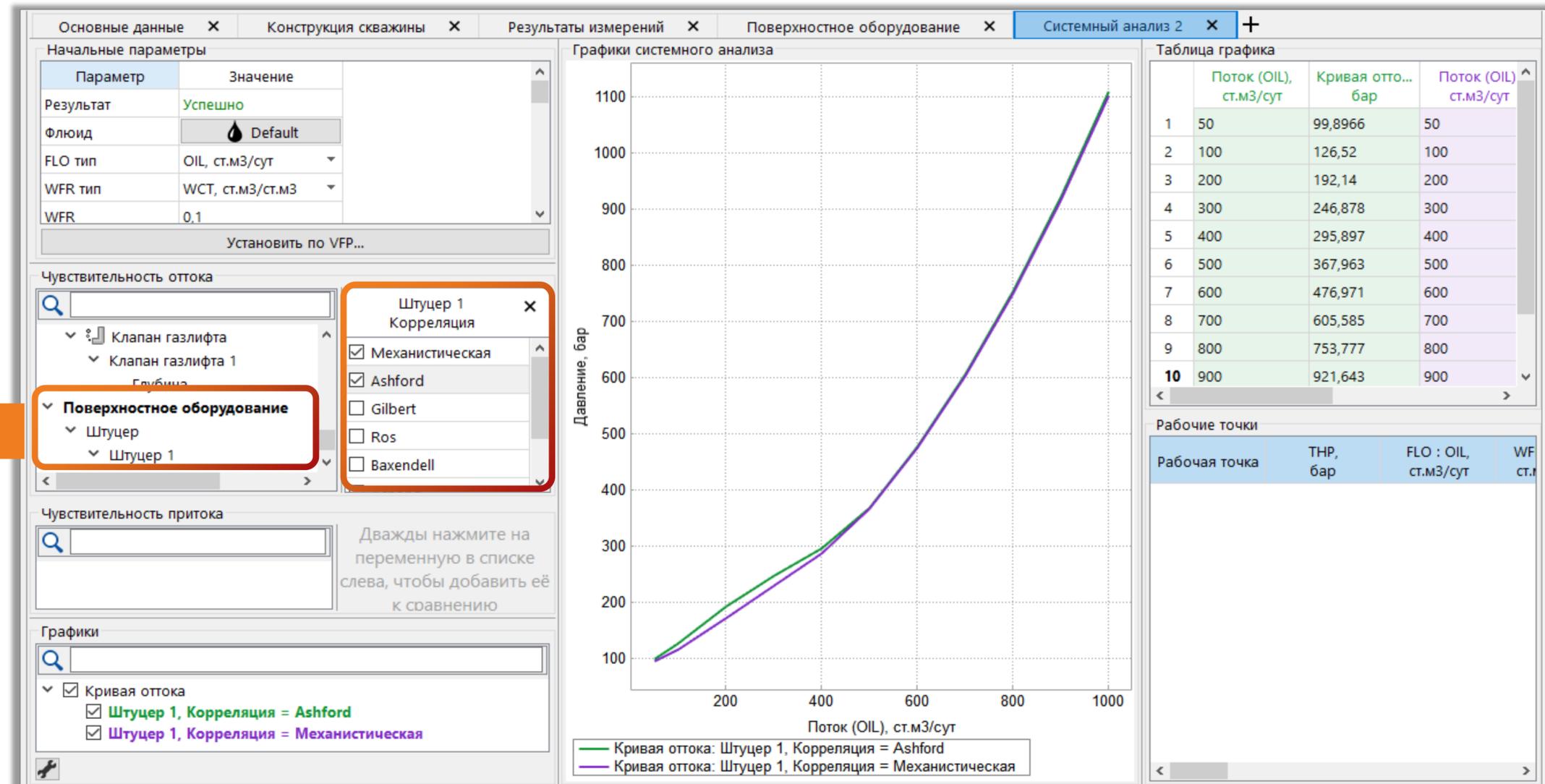
Поток (OIL), ст.м3/сут	Кривая оттока, бар
1 50	81,5653
2 100	83,427
3 200	88,1112
4 300	92,3298
5 400	96,7205
6 500	101,450

Дополнительно можно выбрать VFP проект, из которого будут браться параметры корреляций потока или использовать опцию Без корреляции, чтобы задать параметры по умолчанию

Чувствительность оттока к поверхн. оборудованию

- В качестве переменных для анализа чувствительности на вкладках **Узловой анализ** и **Системный анализ** поддерживаны параметры поверхностного оборудования (вкладки **Системный/Узловой анализ** → **Чувствительность** → **Поверхностное оборудование**)

Предварительно задаются на вкладке **Поверхностное оборудование** (Штуцер/Труба)



Менеджер вкладок

- На боковую панель добавлен **Менеджер вкладок**, с помощью которого облегчена быстрая навигация внутри проекта скважины, скрытие или отображение вкладки в проекте Дизайнера Скважин (левая панель → кнопка Показать объекты)

Стало в 24.3

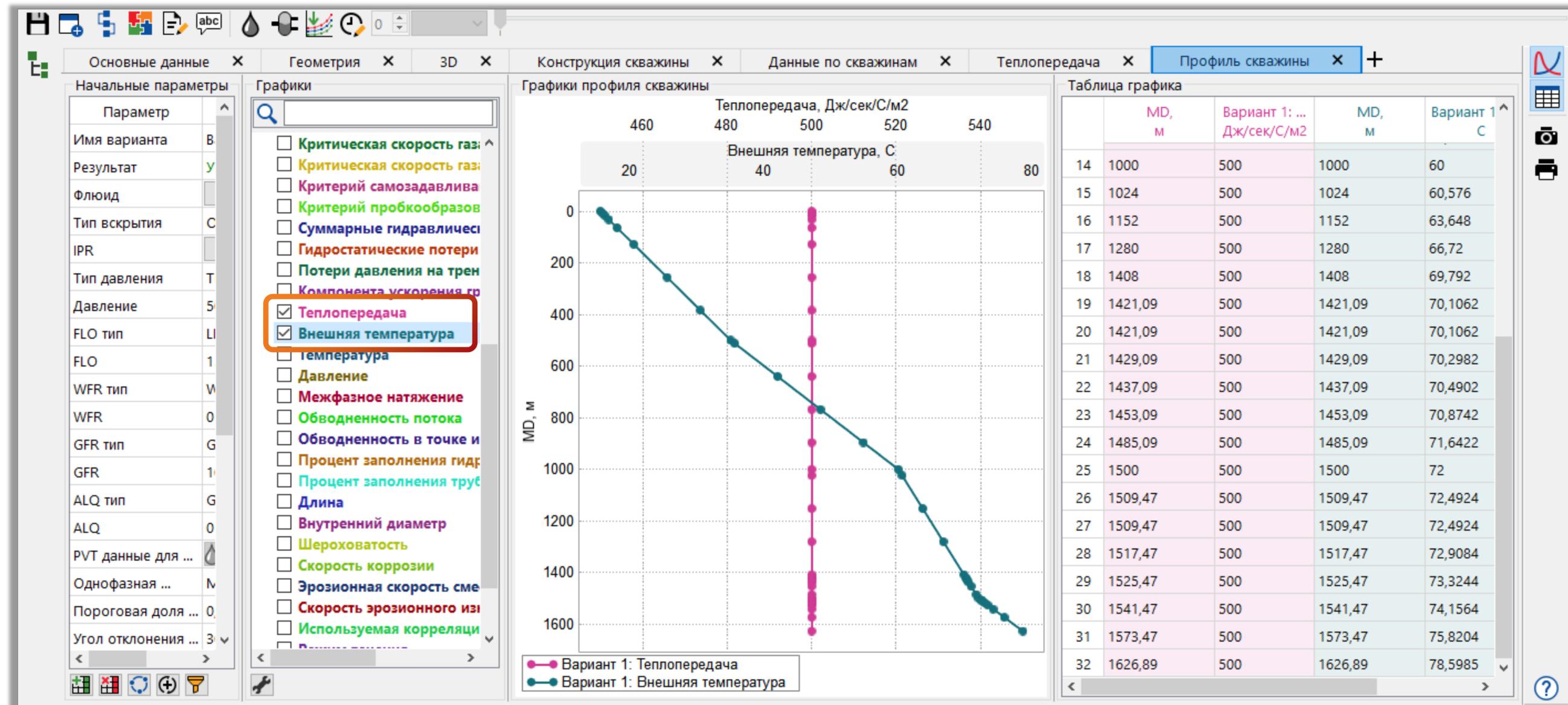
Было

Вкладка теперь мгновенно отображается по двойному нажатию ЛКМ на имя вкладки в Менеджере

ТНР, бар	ВНП (FLO : LIQ) бар
5	139,02
14,5	148,532
24	158,045
33,5	167,557
43	177,07
52,5	186,583
62	196,095
71,5	205,608
81	215,12
90,5	224,633
100	234,146

Новые графики Профиля скважины

- На вкладке **Профиль скважины** добавлены графики **Внешняя температура** и **Теплопередача**



Адаптация на обводненность и газовый фактор

- Добавлена возможность использовать обводненность и газовый фактор в качестве переменных для адаптации IPR кривых (вкладка IPR → Адаптация → Опции для поправок Kпрод.)

Адаптация

Модели IPR вида Дарси и Forchheimer наиболее чувствительны к заданию корректных поправок для Kпрод.

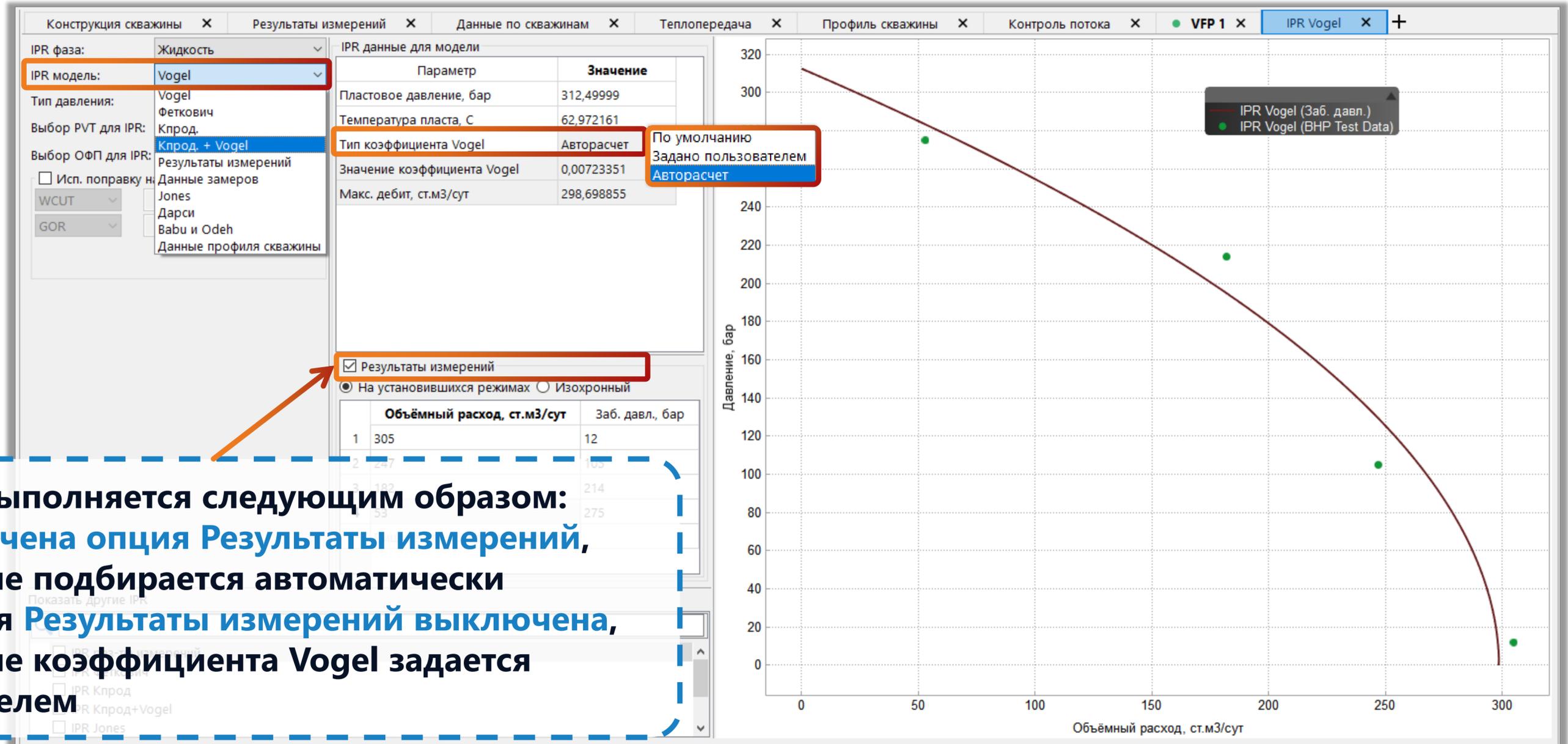
Аппроксимация IPR кривой по результатам измерений

Переменная	Мин.	Начальное значение	Макс.
WFR WCUT, ст.м3/ст.м3	0	0,25	0,5
GFR GOR, ст.м3/ст.м3	0	2500	5000

Переменная	Мин.	Начальное з...	М
1 <input checked="" type="checkbox"/> Forchheimer, бар	1e-06	250	500
2 <input checked="" type="checkbox"/> Forchheimer, C	10	50	150
3 <input checked="" type="checkbox"/> Forchheimer, мДарси	1e-06	100	5000
4 <input checked="" type="checkbox"/> Forchheimer, м	1e-06	50	100

Настройки для значений коэффициента Vogel

- Добавлена возможность задавать настройки для значений коэффициента Vogel в моделях **Vogel** и **Кпрод. + Vogel** (вкладка IPR → Тип коэффициента Vogel)



Авторасчет выполняется следующим образом:

- Если включена опция **Результаты измерений**, то значение подбирается автоматически
- Если опция **Результаты измерений** выключена, то значение коэффициента Vogel задается пользователем

Учет обводненности по методике Petrobras

- Для модели притока **Кпрод. + Vogel** добавлена возможность учета обводненности по методике Petrobras (вкладка IPR → IPR данные для модели → Учитывать обводненность)

The screenshot shows the 'IPR PI+Vogel' tab in the software. On the left, the 'IPR модель:' is set to 'Кпрод. + Vogel'. In the 'IPR данные для модели' table, the 'Учитывать обводненность' checkbox is checked, and the 'Обводненность, доля' is set to 0,6. On the right, a graph plots 'Давление, бар' (Pressure, bar) on the y-axis (0 to 300) against 'Объемный расход, ст.м3/сут' (Volume flow rate, st.m3/day) on the x-axis (0 to 300). A single curve labeled 'IPR PI+Vogel (Заб. давл.)' shows a linear decrease in pressure with increasing flow rate, starting at approximately 312 bar at 0 flow and ending near 0 bar at 350 st.m3/day.

Данная методика позволяет рассчитывать композитные индикаторных кривые для обводненных нефтяных скважин. Уравнения (Кпрод. + Vogel) модифицируются для учета долей фаз в потоке

Доступ к кластеру и облачные вычисления

Проект [Дизайнеры](#) [Моделирование](#) [Настройки](#) [Лицензии](#) [Помощь](#)

Параллельность: Использовать GPU



TNAVIGATOR

<https://irmodel.ru>
tnavigator@irmodel.ru

 <p>Дизайнер Геологии Геологическое моделирование</p>	 <p>Дизайнер Моделей Создание, расчёт и анализ динамических моделей и интегрированных проектов</p>	 <p>Расчёт Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических и интегрированных</p>
 <p>Сейсмика Работа с сейсмическими данными</p>	 <p>PVT Дизайнер Работа с моделью флюида</p>	 <p>Результаты Расчёта Просмотр результатов расчёта моделей</p>
 <p>Геостиринг Сопровождение бурения</p>	 <p>Дизайнер ОФП Фильтрационные исследования</p>	 <p>Адаптация Автоматизированная адаптация, оптимизация и анализ неопределённостей</p>
 <p>Дизайнер Скважин Модель скважины</p>	 <p>МатБаланс Анализ материального баланса</p>	 <p>Симулятор ГРП Моделирование трещин гидроразрыва пласта</p>
 <p>Очередь Задач Управление очередью заданий</p>	 <p>Доступ к Кластеру Расчёты на кластере</p>	
 <p>Лицензии Состояние и установка</p>	 <p>Документация Техническое описание</p>	 <p>Эксперт Интерактивный справочник и новости</p>

Облачный интерфейс

- **Удаленный доступ** «тонкого» клиента по сети к высокопроизводительным ресурсам на серверной стороне (в «облаке») **без прямой видимости**

Плюсы для клиентской стороны:

- **отпадает** необходимость в собственной IT инфраструктуре
- достаточно **один раз** настроить подключение на клиентской машине
- Можно рассчитывать:
 - Огромное количество вариантов неопределённости,
 - Адаптацию на тысячи запусков,
 - Гигантские модели с миллиардами блоков



Облачный интерфейс: подключение

- Облачный кластер настраивается как обычное удалённое подключение специального типа
- В окне **Доступ к Кластеру** для таких подключений присутствуют особые интерфейсные элементы

The screenshot displays a software interface with a menu bar (Проект, Инструменты, Настройки, Помощь) and a toolbar containing icons for cloud, terminal, and connection. A green callout box labeled "Элементы управления облачными вычислениями" points to the toolbar icons. Below the toolbar is a table with columns: #, Задача, Статус, Прогресс, Очередь, Пользователь, Узлы, Затраченное время. The table lists various tasks with statuses like "Выполняется" and "Работает workflow".

An "Опции" (Options) dialog box is open, showing configuration for a cluster. The "Кластер" section includes:

- Кластер: cloud
- Buttons: + Новое соединение с кластером, Клонировать соединение с кластером
- Описание: cloud
- Адрес кластера: h4-1.local.rfdyn.ru
- Порт: 5556
- Тип соединения: Упр. узел облачного кластера (highlighted with an orange box and callout)

 The "Аутентификация" section includes:

- Имя пользователя на кластере: [input field]
- Пароль: [password field]
- Buttons: (A) Автомат. конфигурация соединения, Настроить диспетчер
- Button: Очистить историю очереди

A green callout box labeled "Упр. узел облачного кластера" points to the "Тип соединения" dropdown menu.

Облачный рабочий стол

- По кнопке **Арендовать/открыть** узел облачного интерфейса открывается облачный рабочий стол

Облачный интерфейс

Computer

Home

Trash

Home.desktop

тНавигатор

Проект Инструменты Настройки Помощь

Макс. количество задач в очереди клас

Задача Арендовать/открыть узел облачного интерфейса

Сим BLACK_OIL_DEMO.DATA

Проект Вид Настройки Файлы Отчёты Помощь

рассчитать до шага: 0 0 N 0000 - 15 May 2011

2D 3D Гистограмма

Запасы нефти ст.м3

581.36033
436.02025
290.68016
145.34008
0.00000

Информация

Свойства сетки

- Кровля
- Коэффициент пес
- Пористость
- Проницаемость по
- Проницаемость по
- Проницаемость по
- Поровый объём пр
- Макс. кап. давлен
- Рассчитанные свойст
- Запасы
 - Запасы воды
 - Запасы нефти
 - Массовые запасы
 - Подвижные запасы
 - Массовые подвиж
 - Запасы газа
 - Массовые запасы
 - Подвижные запасы
 - Запасы свободног
 - Подвижные запасы
 - Запасы растворён
 - Подвижные запасы
- Регионы
- Фильтры

Графики

Шаблоны графиков

Заводнение

2D гистограммы

Авто. Синхронизаци

Основные настройк

- Пропорции по XY
- Масштаб по Z
- 3D оси
- Подписи осей в 3D
- Компас
- Показать сет
- Прозрачный
- Непрозрачность:
- Каркас
- Толщина линии:
- Линии сетки
- Толщина линии:
- Палитра
- Скважины
- Имена скважин
- Статус скважин
- Показать все скваж
- Траектории

https://irmodel.ru
tnavigator@irmodel.ru

чёт

моделей чёрной нефти,
ционных, термических и

ультаты Расчёта

р результатов расчёта моделей

птация

изированная адаптация, оптимизация
в неопределённостей

улятор ГРП

рование трещин гидроразрыва пласта

ступ к Кластеру

на кластере

перт

тивный справочник и новости

Сервер Управления

Проект [Дизайнеры](#) [Моделирование](#) [Настройки](#) [Лицензии](#) [Помощь](#)

Параллельность: Использовать GPU



TNAVIGATOR

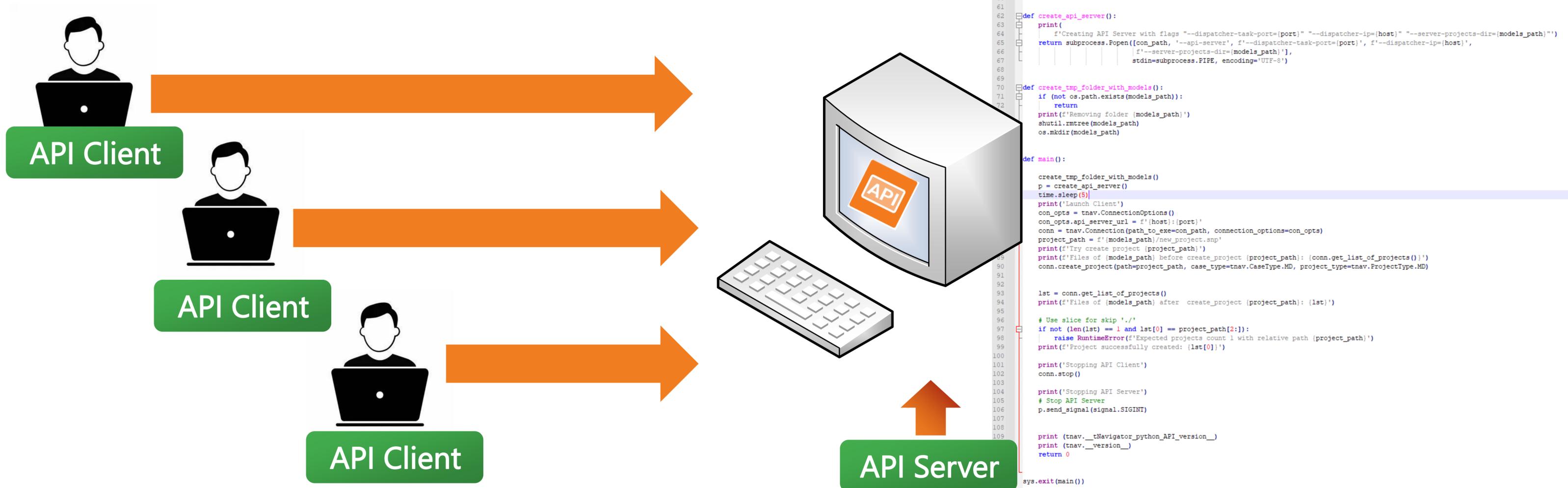
<https://irmodel.ru>
tnavigator@irmodel.ru

 <p>Дизайнер Геологии Геологическое моделирование</p>	 <p>Дизайнер Моделей Создание, расчёт и анализ динамических моделей и интегрированных проектов</p>	 <p>Расчёт Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических и интегрированных</p>
 <p>Сейсмика Работа с сейсмическими данными</p>	 <p>PVT Дизайнер Работа с моделью флюида</p>	 <p>Результаты Расчёта Просмотр результатов расчёта моделей</p>
 <p>Геостиринг Сопровождение бурения</p>	 <p>Дизайнер ОФП Фильтрационные исследования</p>	 <p>Адаптация Автоматизированная адаптация, оптимизация и анализ неопределённостей</p>
 <p>Дизайнер Скважин Модель скважины</p>	 <p>МатБаланс Анализ материального баланса</p>	 <p>Симулятор ГРП Моделирование трещин гидроразрыва пласта</p>
 <p>Дизайнер Сетей Моделирование поверхностных сетей</p>	 <p>Очередь Задач Управление очередью заданий</p>	 <p>Доступ к Кластеру Расчёты на кластере</p>
 <p>Лицензии Состояние и установка</p>	 <p>Документация Техническое описание</p>	 <p>Эксперт Интерактивный справочник и новости</p>

Лицензия API Client

- Добавлена возможность подключаться к Серверу Управления, запуск которого произведен на **другой** вычислительной машине, и к одному серверу может подключаться **несколько клиентов**.

Для этой возможности изменена политика лицензирования, для использования Сервера Управления теперь требуется лицензия **API Client**



Документация и локализация

Проект [Дизайнеры](#) [Моделирование](#) [Настройки](#) [Лицензии](#) [Помощь](#)

Параллельность: 8 ядер Использовать GPU



TNAVIGATOR

<https://irmodel.ru>
tnavigator@irmodel.ru

 Дизайнер Геологии Геологическое моделирование	 Дизайнер Моделей Создание, расчёт и анализ динамических моделей и интегрированных проектов	 Расчёт Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических и интегрированных
 Сейсмика Работа с сейсмическими данными	 PVT Дизайнер Работа с моделью флюида	 Результаты Расчёта Просмотр результатов расчёта моделей
 Геостиринг Сопровождение бурения	 Дизайнер ОФП Фильтрационные исследования	 Адаптация Автоматизированная адаптация, оптимизация и анализ неопределённостей
 Дизайнер Скважин Модель скважины	 МатБаланс Анализ материального баланса	 Симулятор ГРП Моделирование трещин гидроразрыва пласта
 Дизайнер Сетей Моделирование поверхностных сетей	 Очередь Задач Управление очередью заданий	 Доступ к Кластеру Расчёты на кластере
 Лицензии Состояние и установка	 Документация Техническое описание	 Эксперт Интерактивный справочник и новости

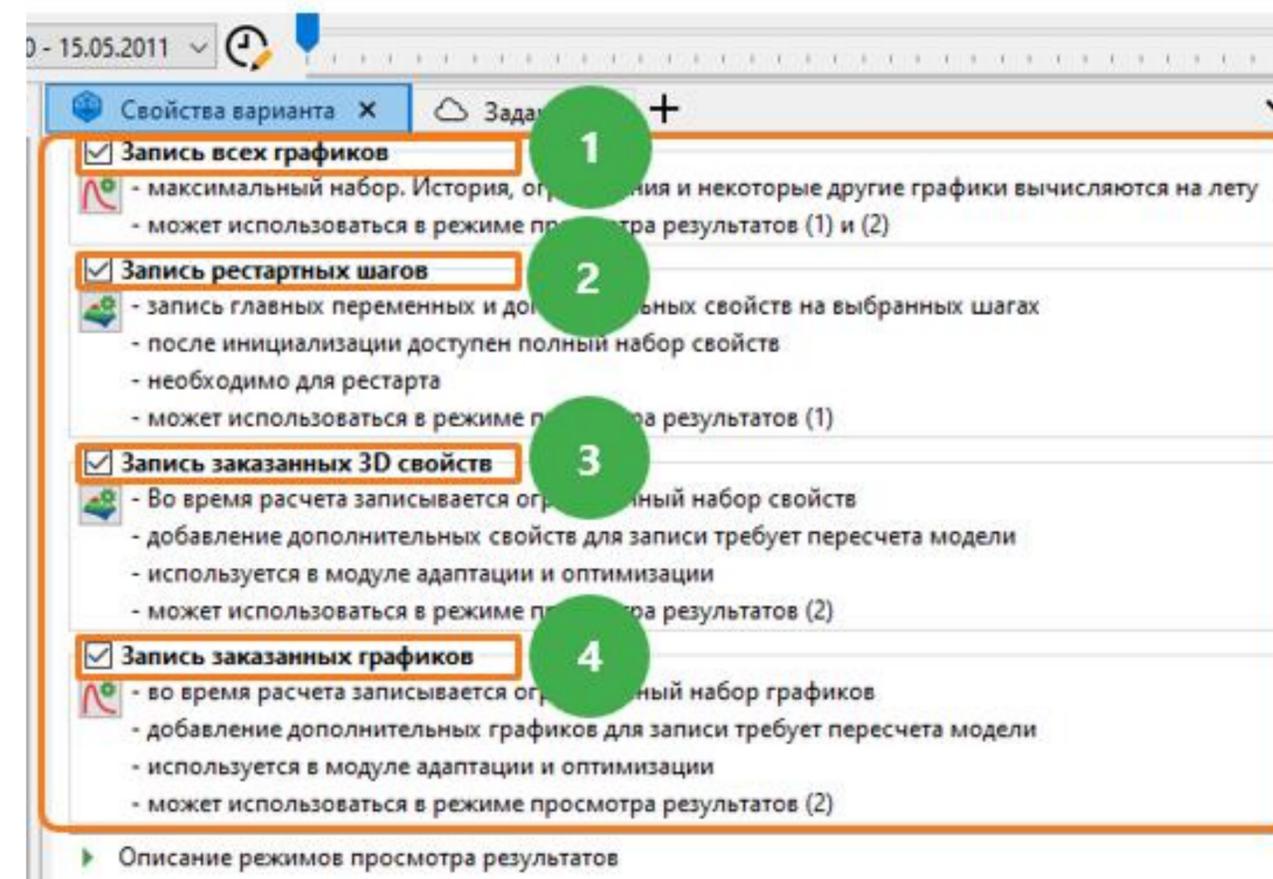
Новые учебные курсы

Дизайнер Моделей:

● MD1.10 Управление выгрузкой результатов расчетов в Дизайнере Моделей

В данном курсе рассматривается организация работы с результатами расчета в Дизайнере Моделей. Рассмотрены следующие примеры:

- **Максимальный набор:** Запись всех графиков, Запись рестартных шагов;
- **Предзаказанные результаты:** Запись заказанных графиков, Запись заказанных 3D-свойств;
- **Комбинированный вариант:** Запись всех графиков, Запись заказанных 3D-свойств;
- **Множественный выбор:** Запись всех графиков; Запись рестартных шагов; Запись заказанных графиков; Запись заказанных 3D-свойств.



Новые учебные курсы

Дизайнер ОФП:

- RP1.3 Моделирование водогазового воздействия с учетом гистерезиса
- RP1.4 Моделирование WAG гистерезиса совместно с опциями смешивающейся закачки и закачки низкоминерализованной воды

Моделируется водогазовое воздействие (WAG) с использованием модулей

Дизайнер Моделей и Дизайнер ОФП. Рассматриваются теоретические основы

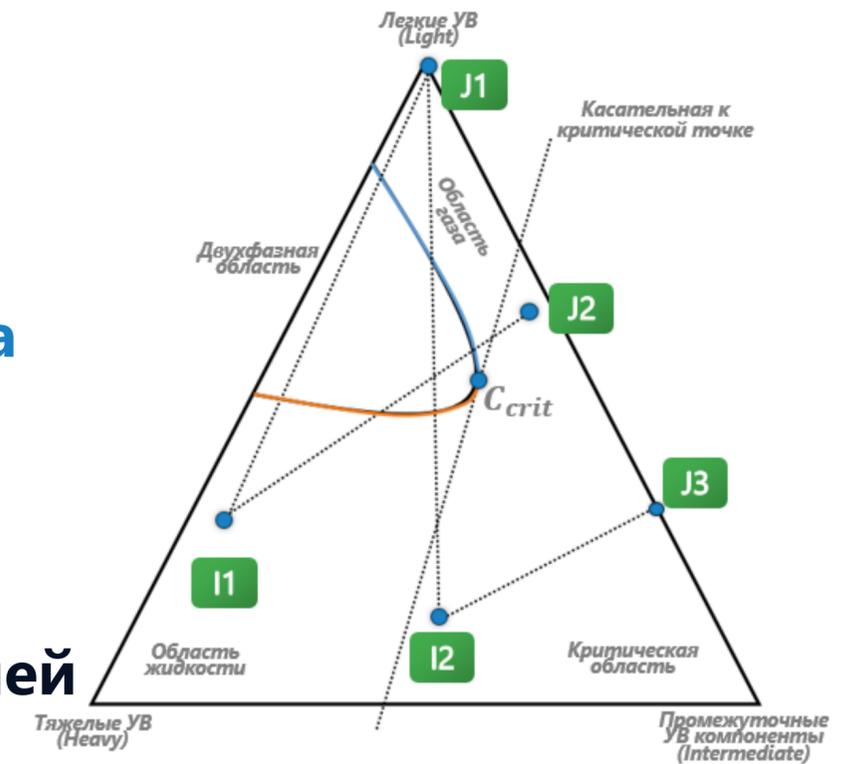
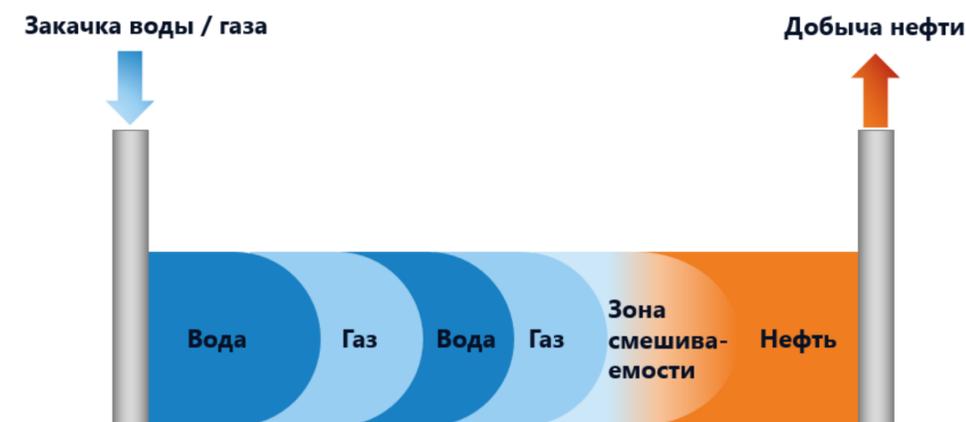
водогазового воздействия, его особенности и разновидности применяемых

технологий, включая WAG гистерезис (**WAGHYSTR**). Рассмотрены основные

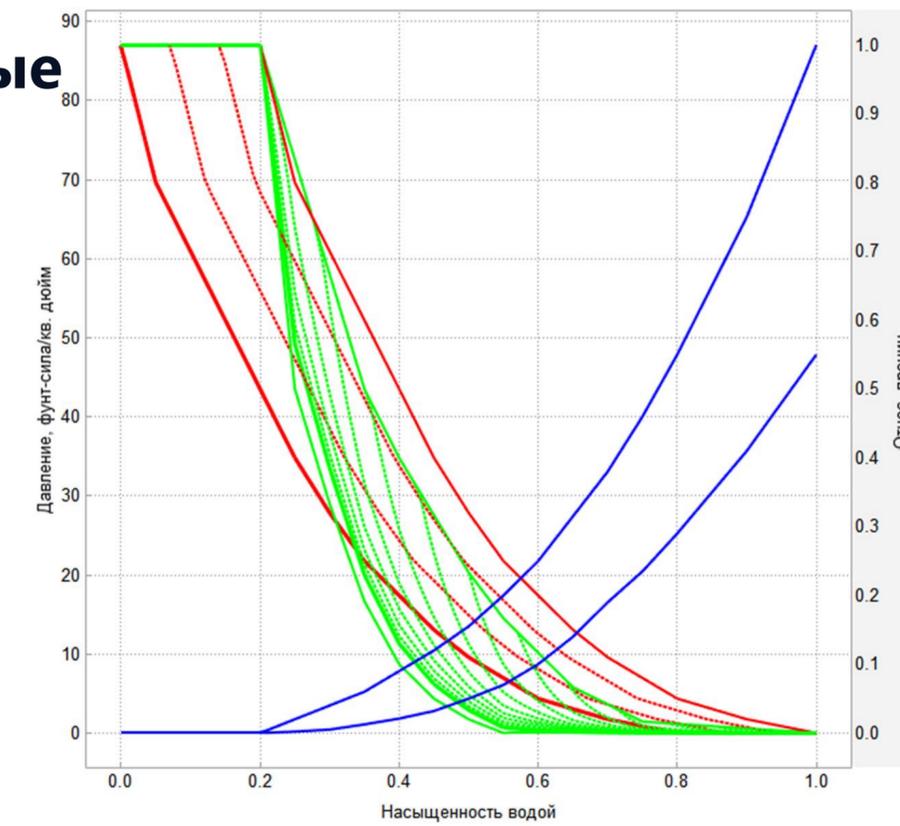
этапы создания модели и применение гистерезиса совместно с опциями

смешивающегося вытеснения (**MISCIBLE**) и воды с низкой соленостью

(**LOWSALT**)



Fred I. Stalkup Jr. Miscible Displacement, 1984

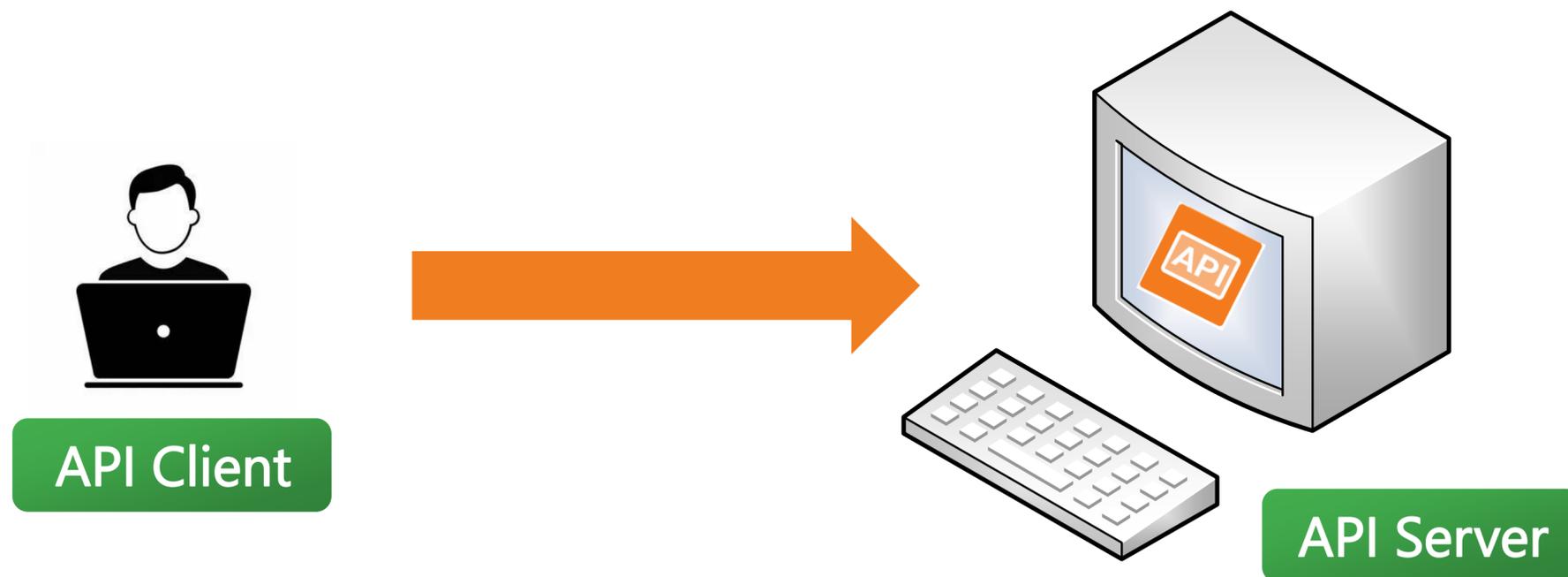


Новые учебные курсы

Сервер Управления:

● API0.1 Общий обзор Сервера Управления.

В данном курсе представлено краткое описание основных возможностей модуля.



```

54 import sys
55
56 con_path = "/opt/tNavigator/tNavigator-con"
57 host = '127.0.0.1'
58 port = '5557'
59 models_path = './tmp_dir'
60
61
62 def create_api_server():
63     print(
64         f'Creating API Server with flags "--dispatcher-task-port={port}" "--dispatcher-ip={host}" "--server-projects-dir={models_path}"
65     )
66     return subprocess.Popen([con_path, '--api-server', f'--dispatcher-task-port={port}', f'--dispatcher-ip={host}',
67                             f'--server-projects-dir={models_path}'],
68                             stdin=subprocess.PIPE, encoding='UTF-8')
69
70 def create_tmp_folder_with_models():
71     if not os.path.exists(models_path):
72         return
73     print(f'Removing folder {models_path}')
74     shutil.rmtree(models_path)
75     os.mkdir(models_path)
76
77
78 def main():
79
80     create_tmp_folder_with_models()
81     p = create_api_server()
82     time.sleep(5)
83     print('Launch Client')
84     con_opts = tnav.ConnectionOptions()
85     con_opts.api_server_url = f'{host}:{port}'
86     conn = tnav.Connection(path_to_exe=con_path, connection_options=con_opts)
87     project_path = f'{models_path}/new_project.snip'
88     print(f'Try create project {project_path}')
89     print(f'Files of {models_path} before create_project {project_path}: {conn.get_list_of_projects()}')
90     conn.create_project(path=project_path, case_type=tnav.CaseType.MD, project_type=tnav.ProjectType.MD)
91
92
93     lst = conn.get_list_of_projects()
94     print(f'Files of {models_path} after create_project {project_path}: {lst}')
95
96     # Use slice for skip './'
97     if not (len(lst) == 1 and lst[0] == project_path[2:]):
98         raise RuntimeError(f'Expected projects count 1 with relative path {project_path}')
99     print(f'Project successfully created: {lst[0]}')
100
101     print('Stopping API Client')
102     conn.stop()
103
104     print('Stopping API Server')
105     # Stop API Server
106     p.send_signal(signal.SIGINT)
107
108
109     print(tnav.__tNavigator_python_API_version__)
110     print(tnav.__version__)
111     return 0
112
113
114 sys.exit(main())

```

Основные выводы

1. В данной презентации рассмотрены основные изменения в каждом модуле ПО
2. Полная версия презентации релиза содержит более 170 слайдов
3. Наиболее полная информация представлена в списке изменений, доступном в модуле Эксперт тНавигатор

