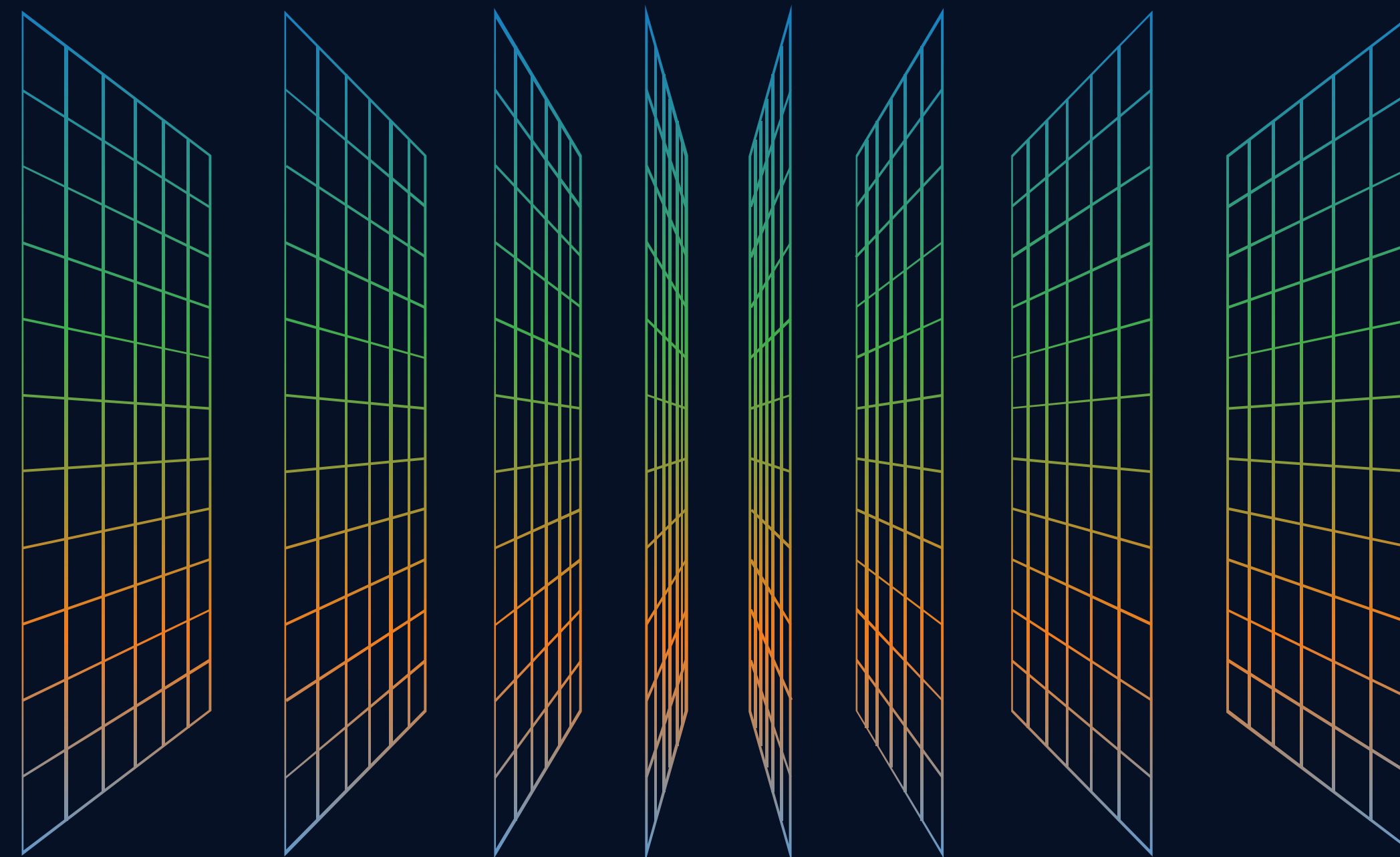


Основные изменения гидродинамических модулей TНавигатор 24.3



Интегрированные разработки для моделирования
Октябрь 2024

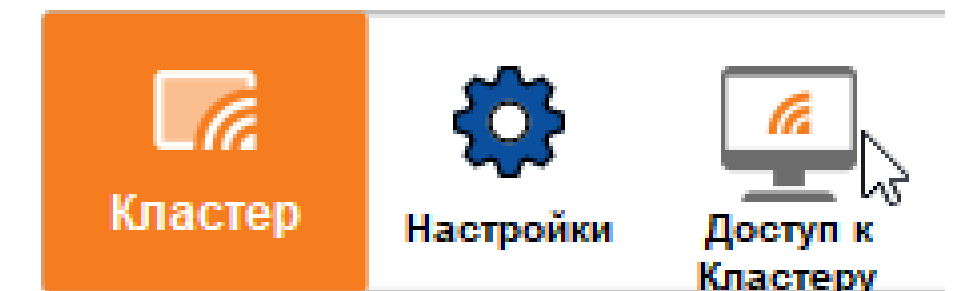


Ключевые изменения в 24.3

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

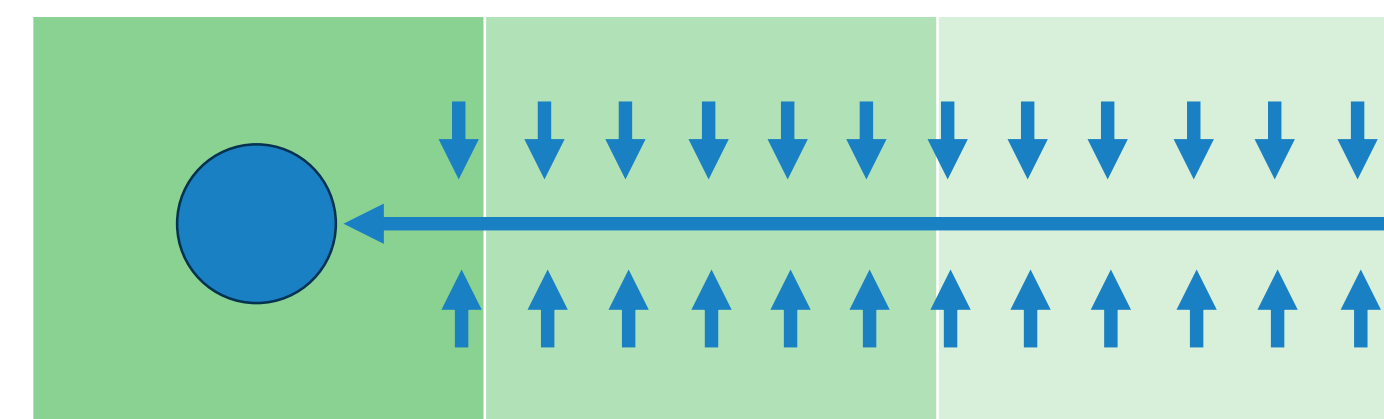
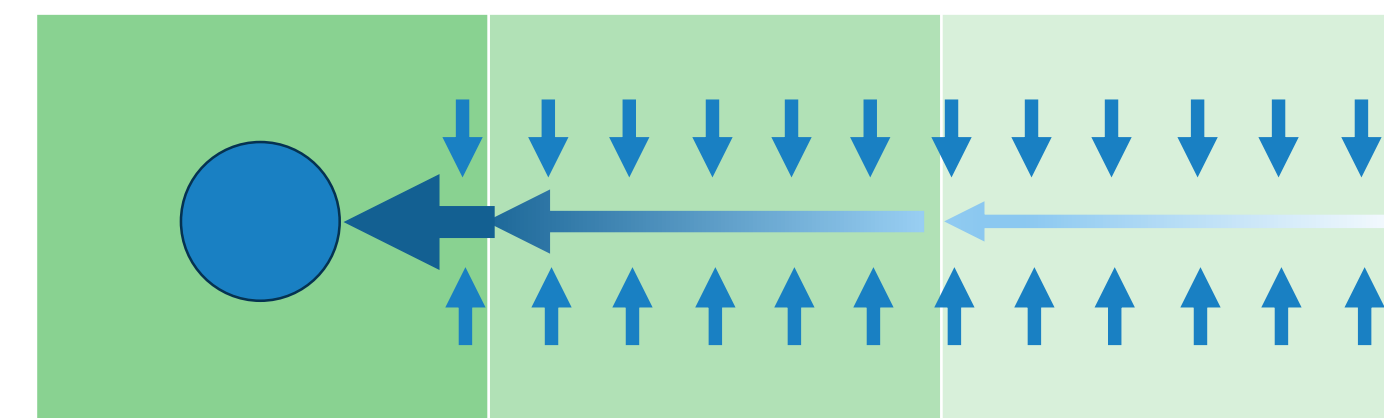
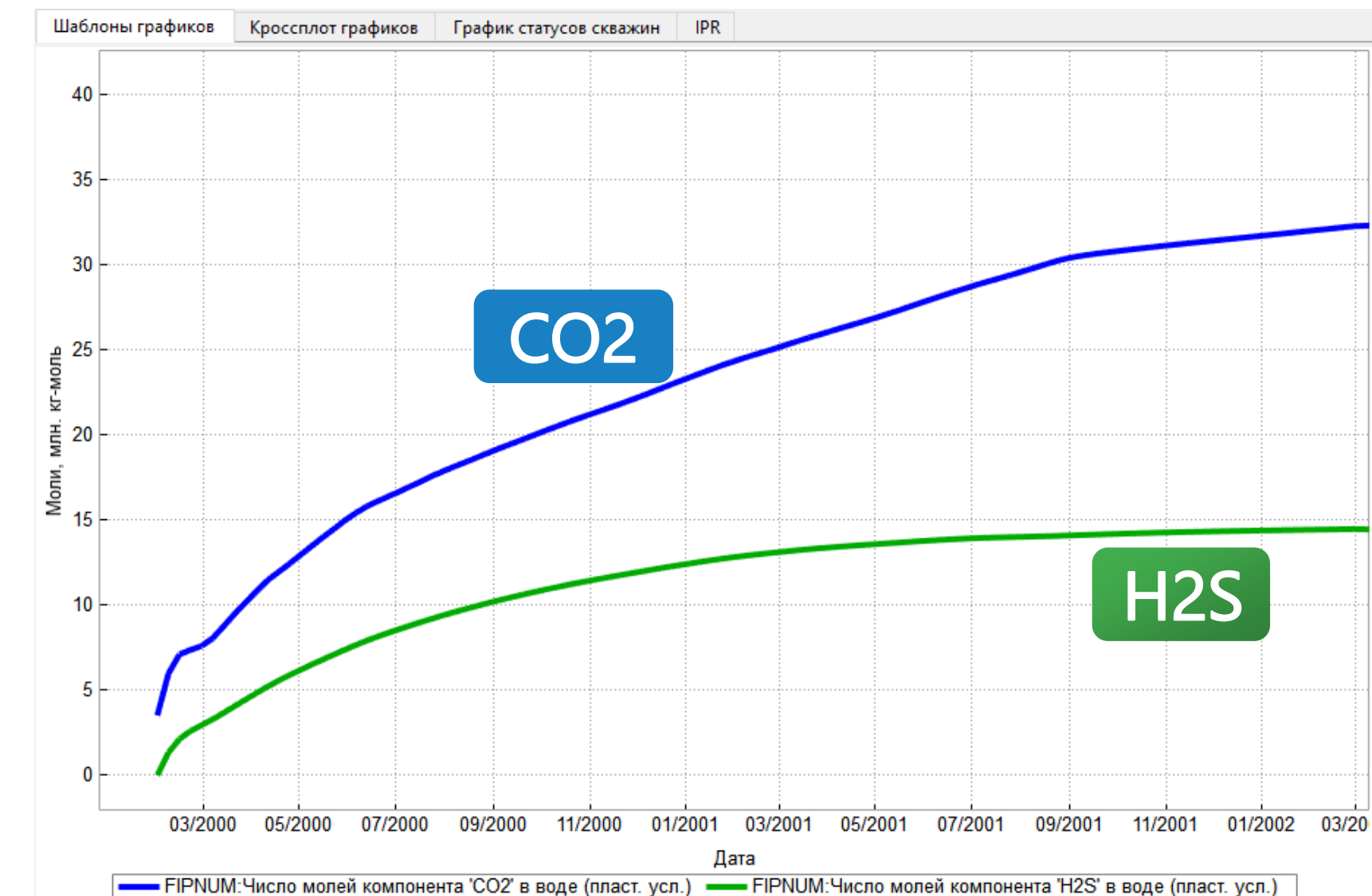


Управление осуществляется средствами удалённого доступа
([Доступ к Кластеру](#)
в главном окне тНавигатор)

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.

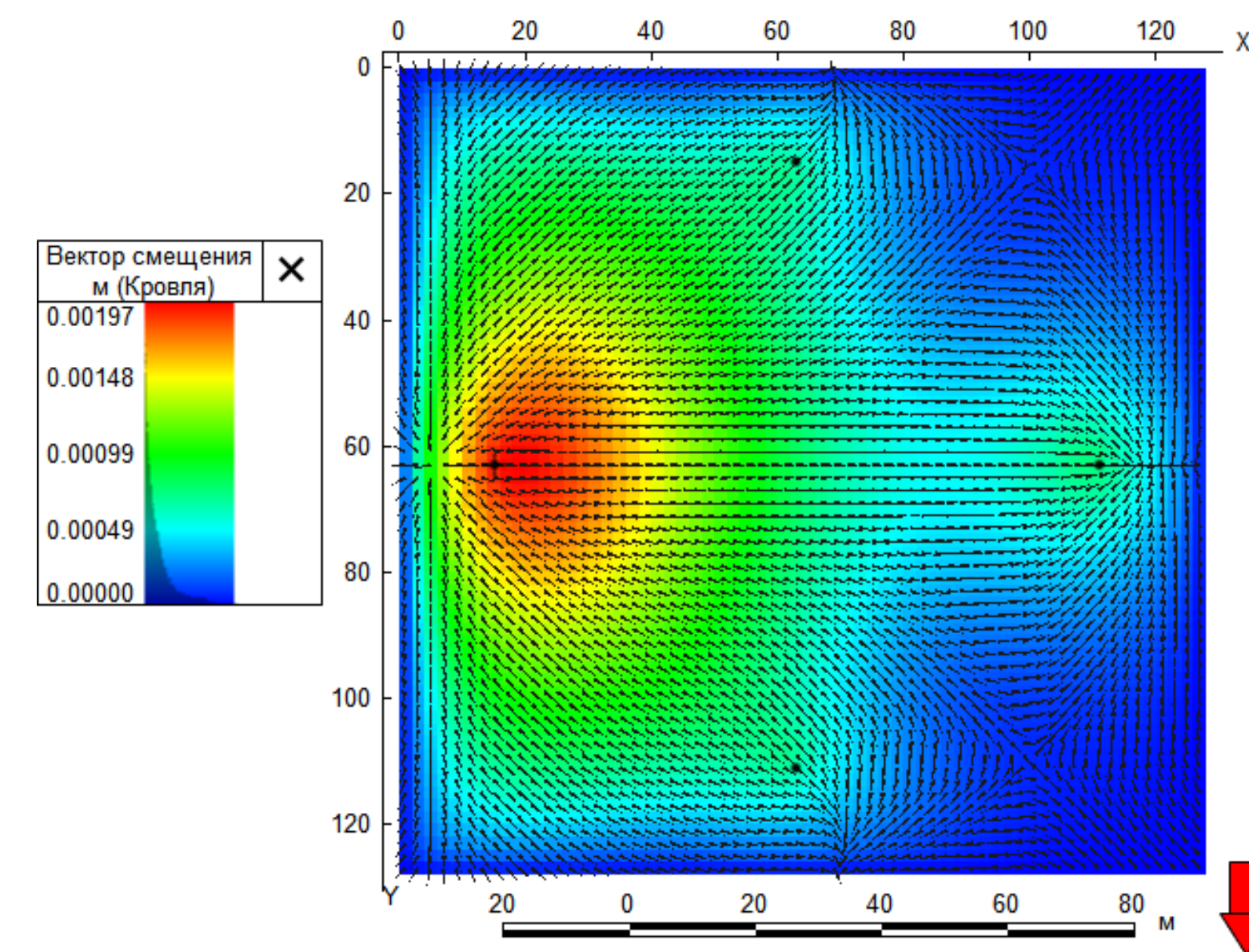
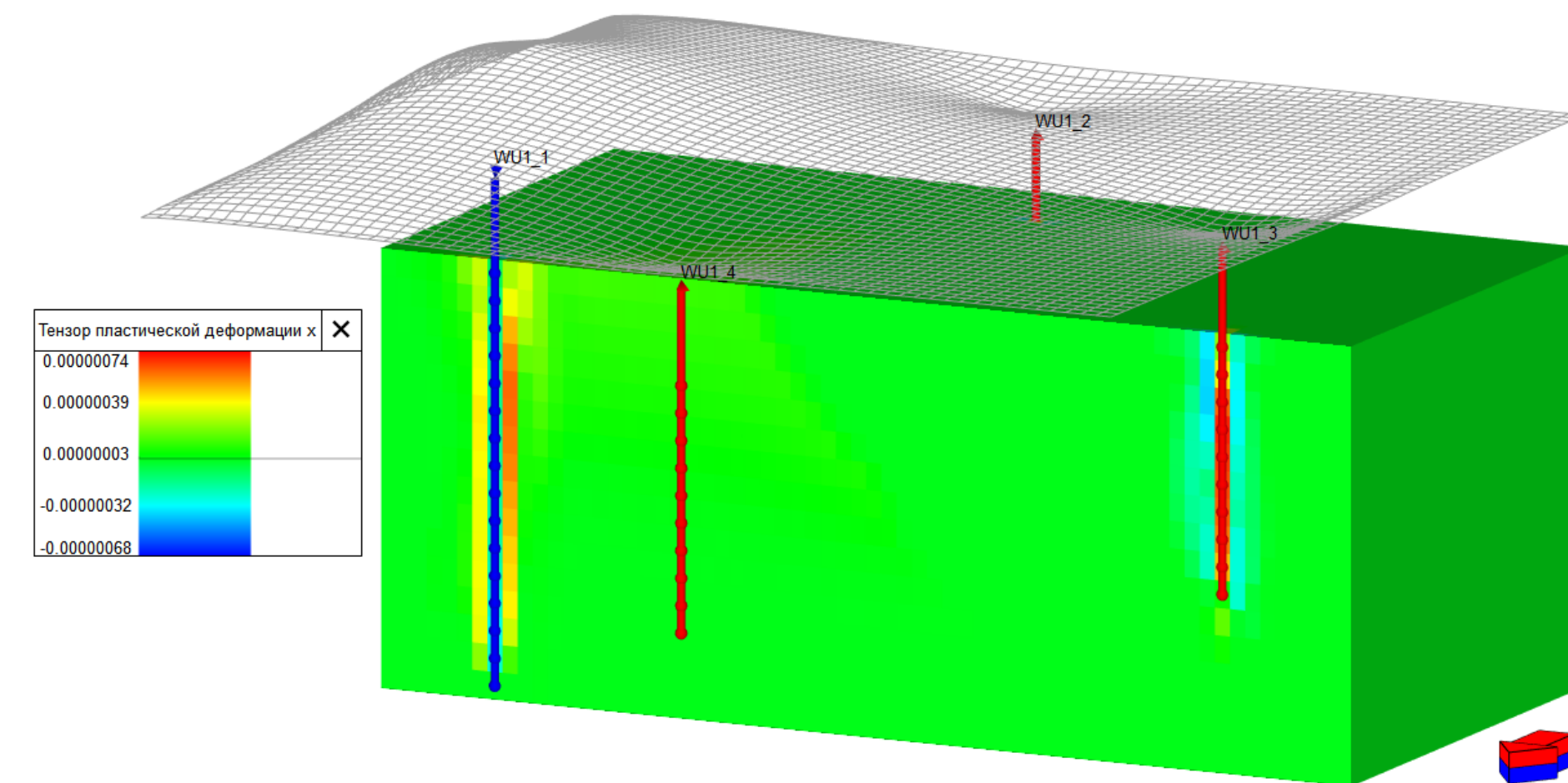


Ключевые изменения в 24.3

Геомеханический модуль:

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

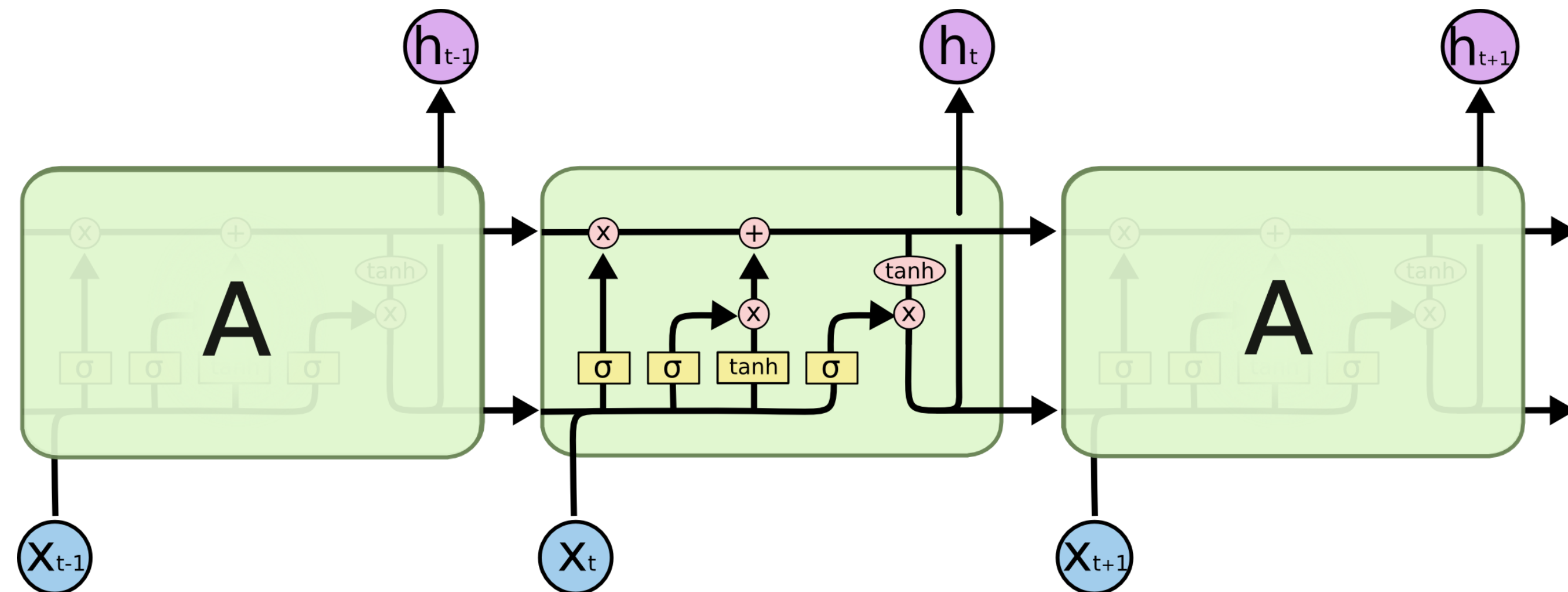
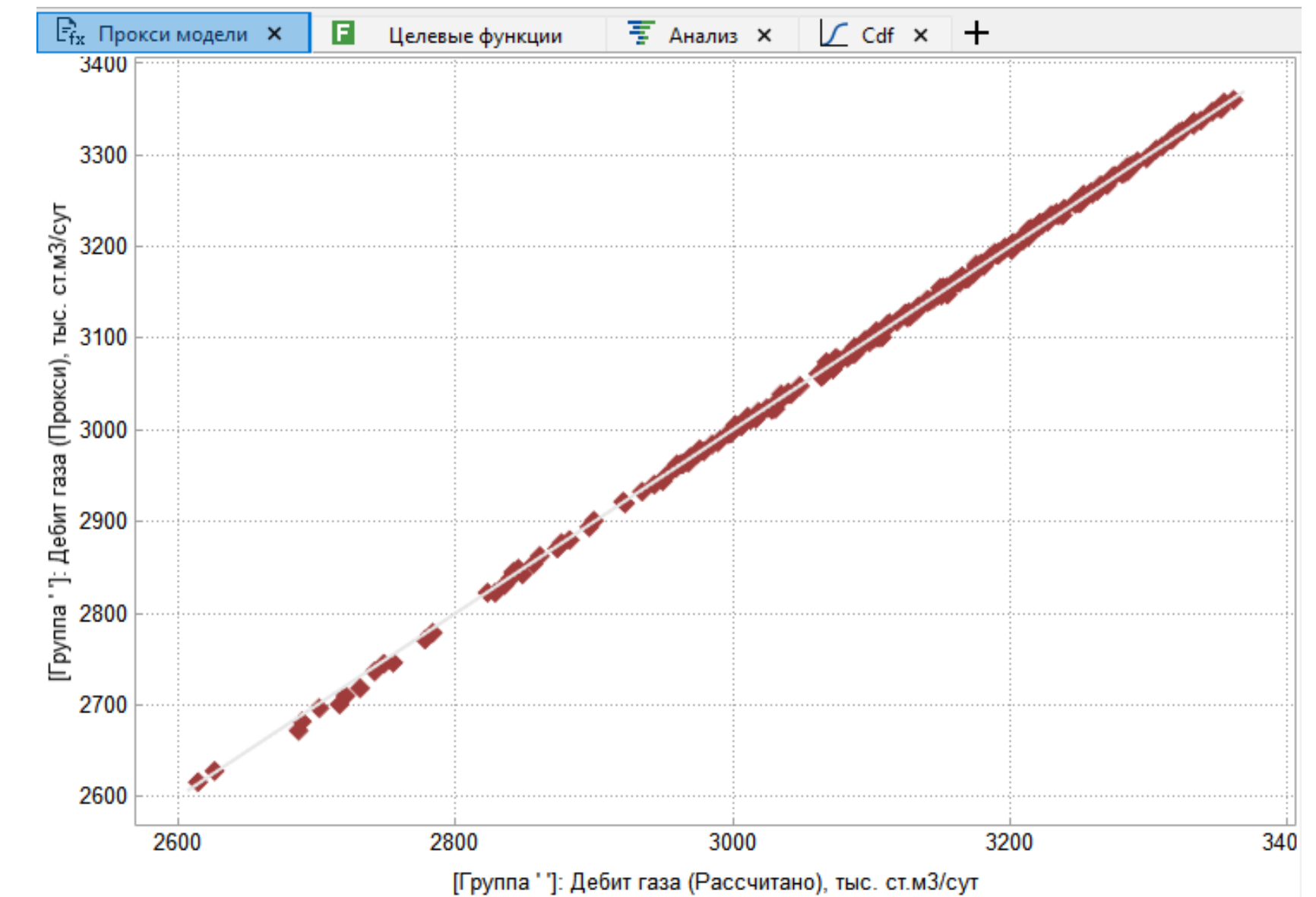
- Поддержаны модели вязкопластичности Von Mises, Drucker-Prager (соответствуют параметрам **VONMISESEVP**, **DRUCKEREVP** ключевого слова **YIELDMODEL**).



Ключевые изменения в 24.3

Модуль автоматизированной адаптации:

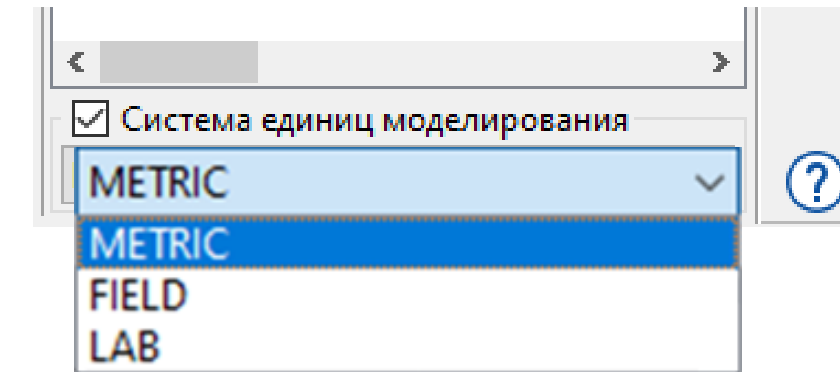
- Добавлен новый тип нейронных сетей, используемых для построения прокси моделей, предназначенных для прогнозирования временных рядов, с использованием архитектуры LSTM.



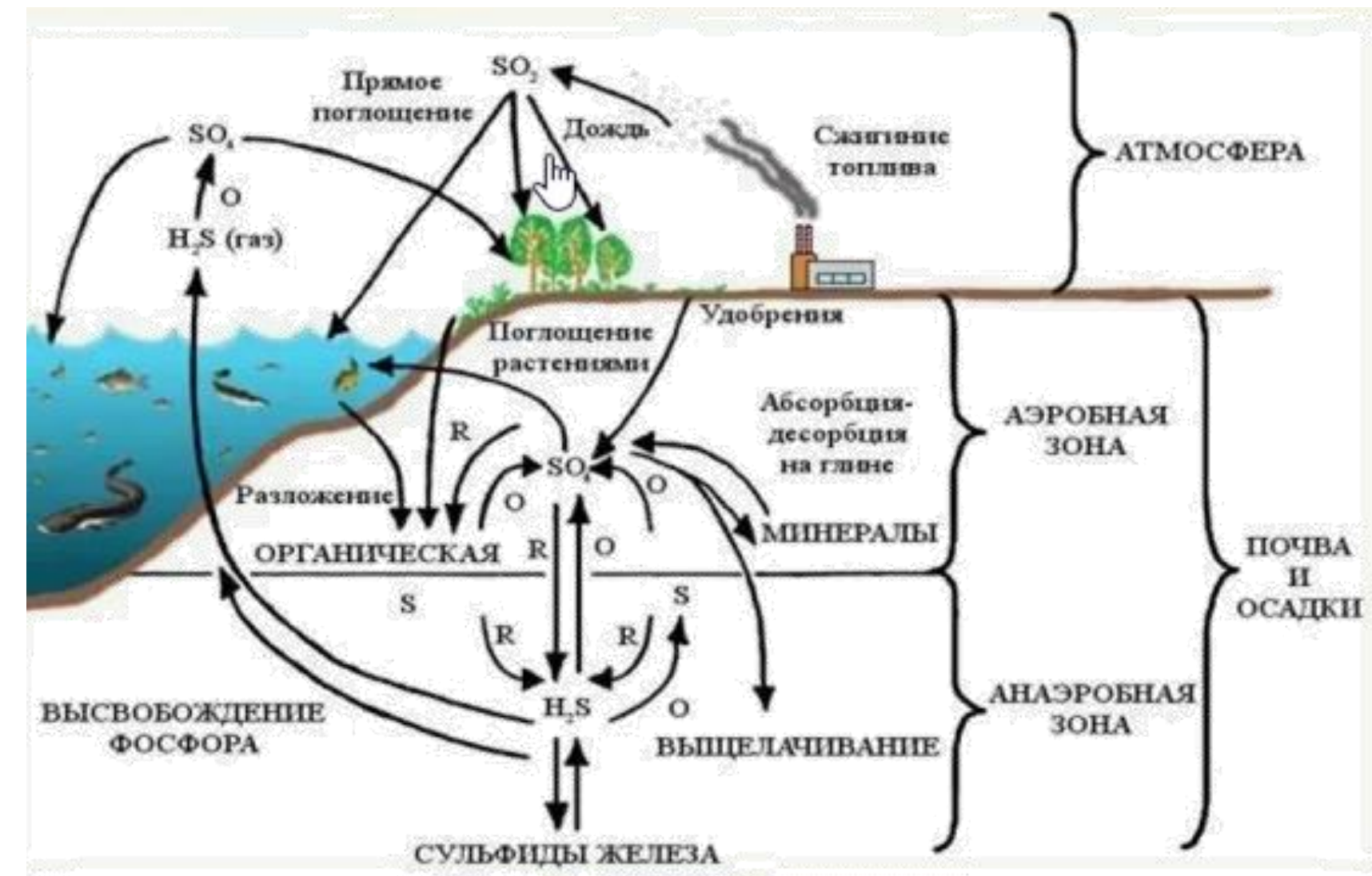
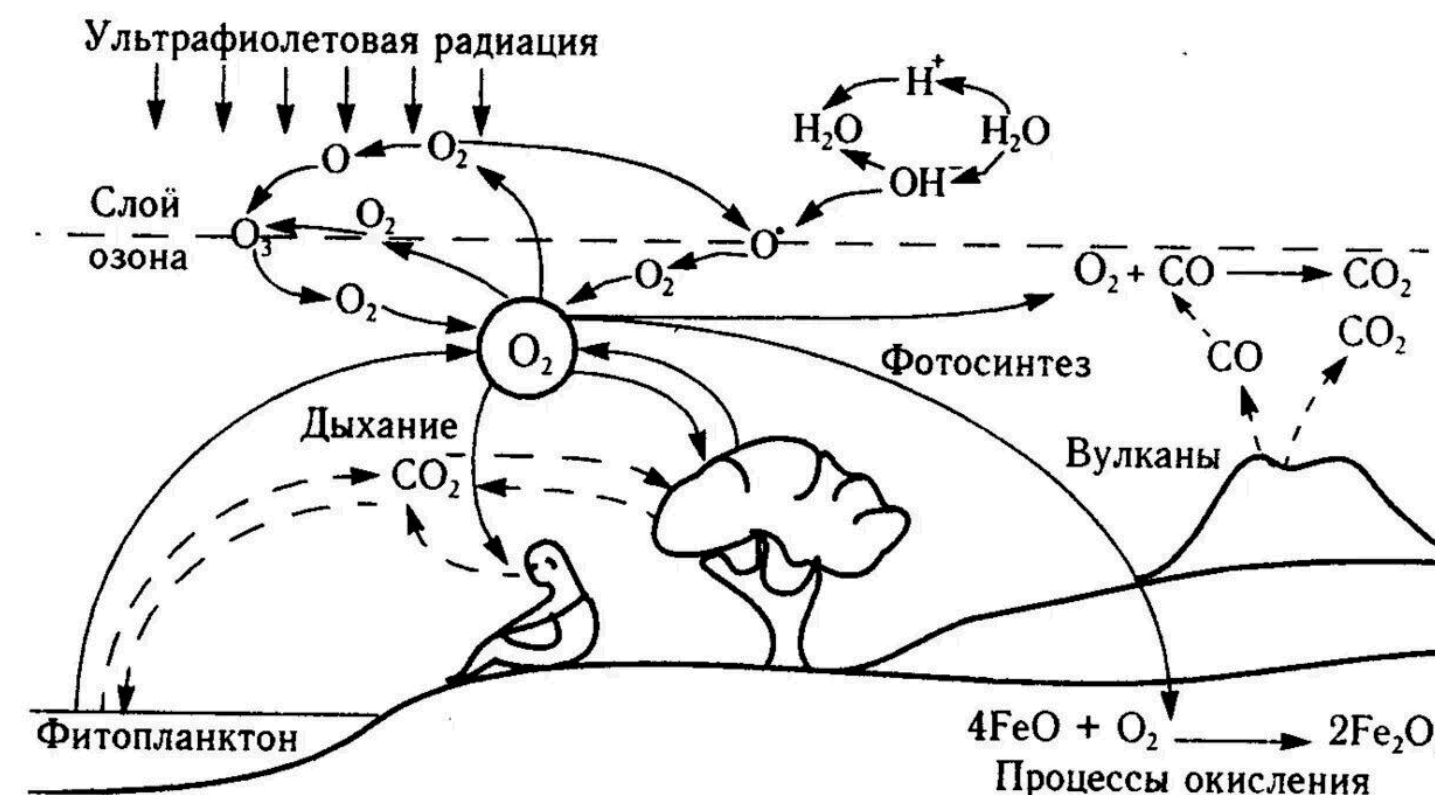
Ключевые изменения в 24.3

Дизайнер Моделей:

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



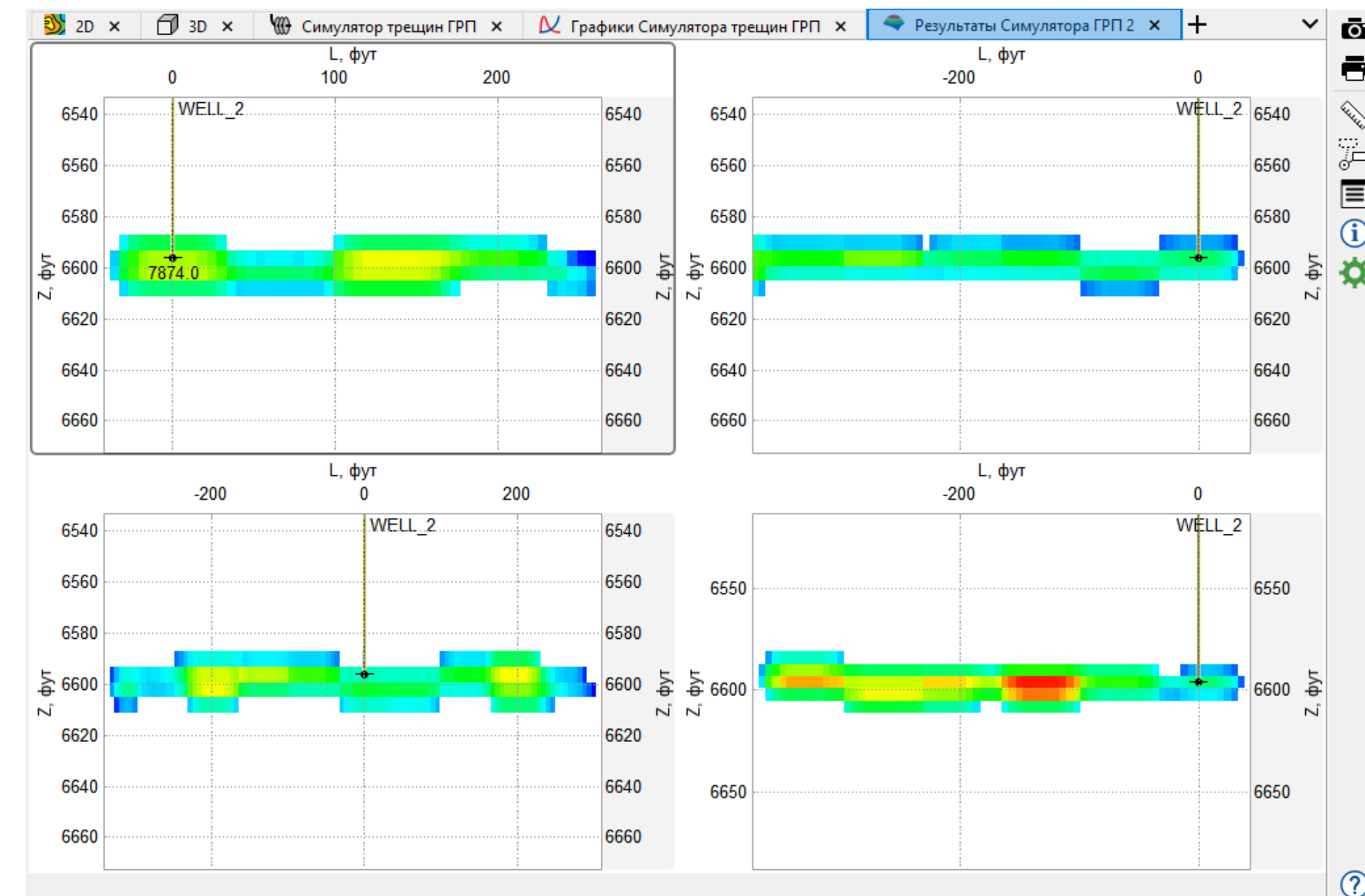
- Добавлен значительный массив геохимических реакций из базы PHREEQC



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

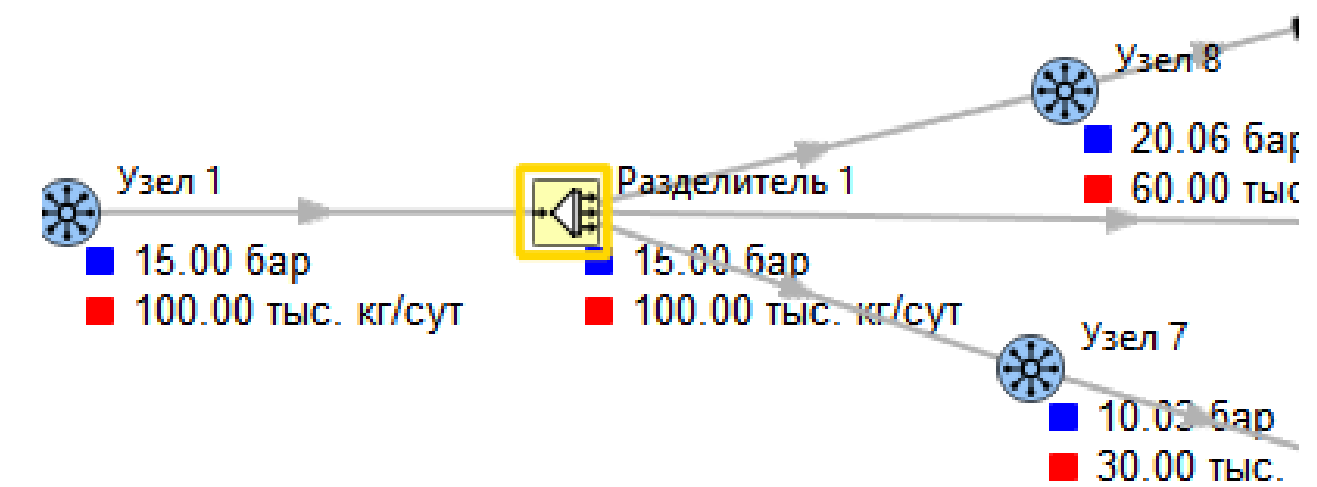
Свойство User array (ARRPORE_P) (Edit)



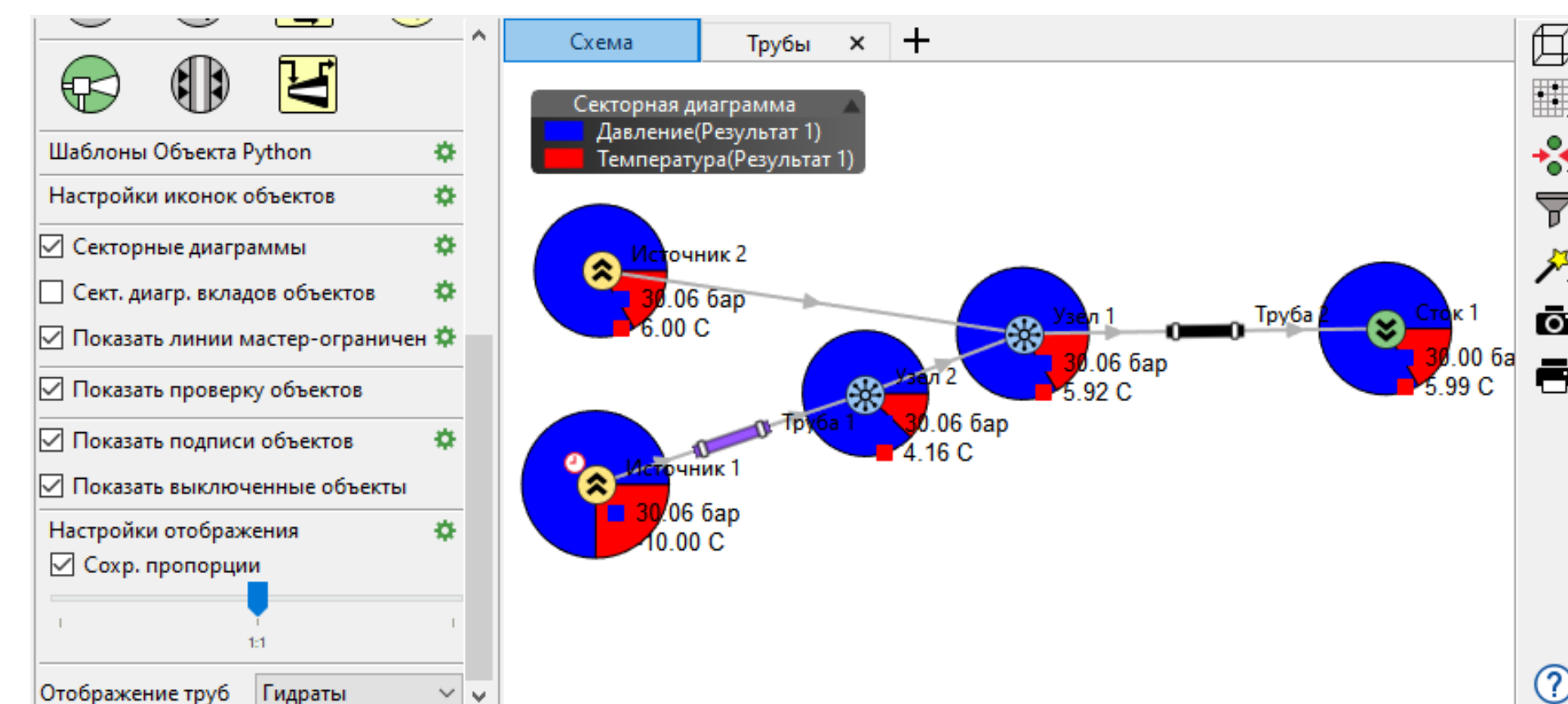
Ключевые изменения в 24.3

Дизайнер Сетей:

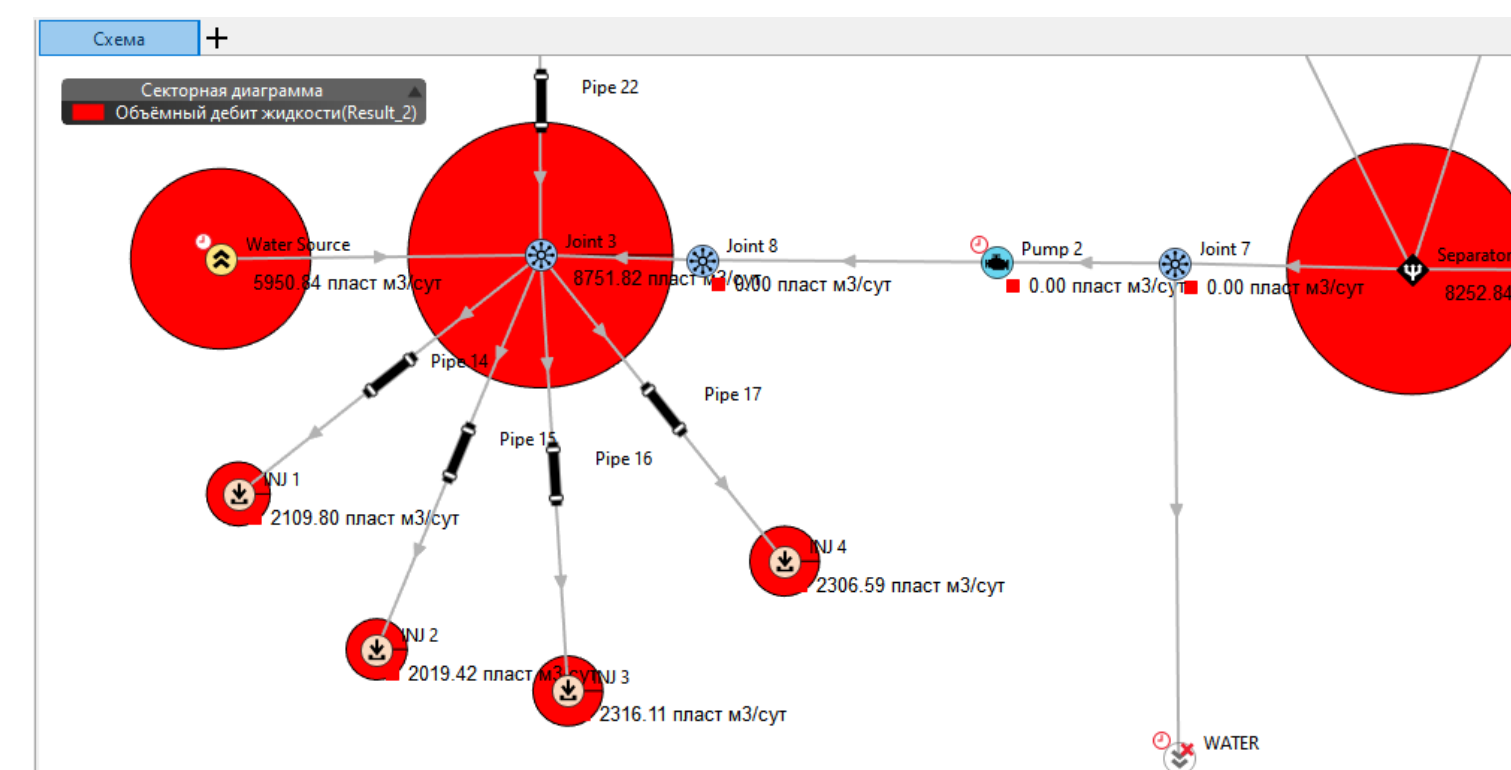
- Поддержан новый объект сети – Разделитель потока



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



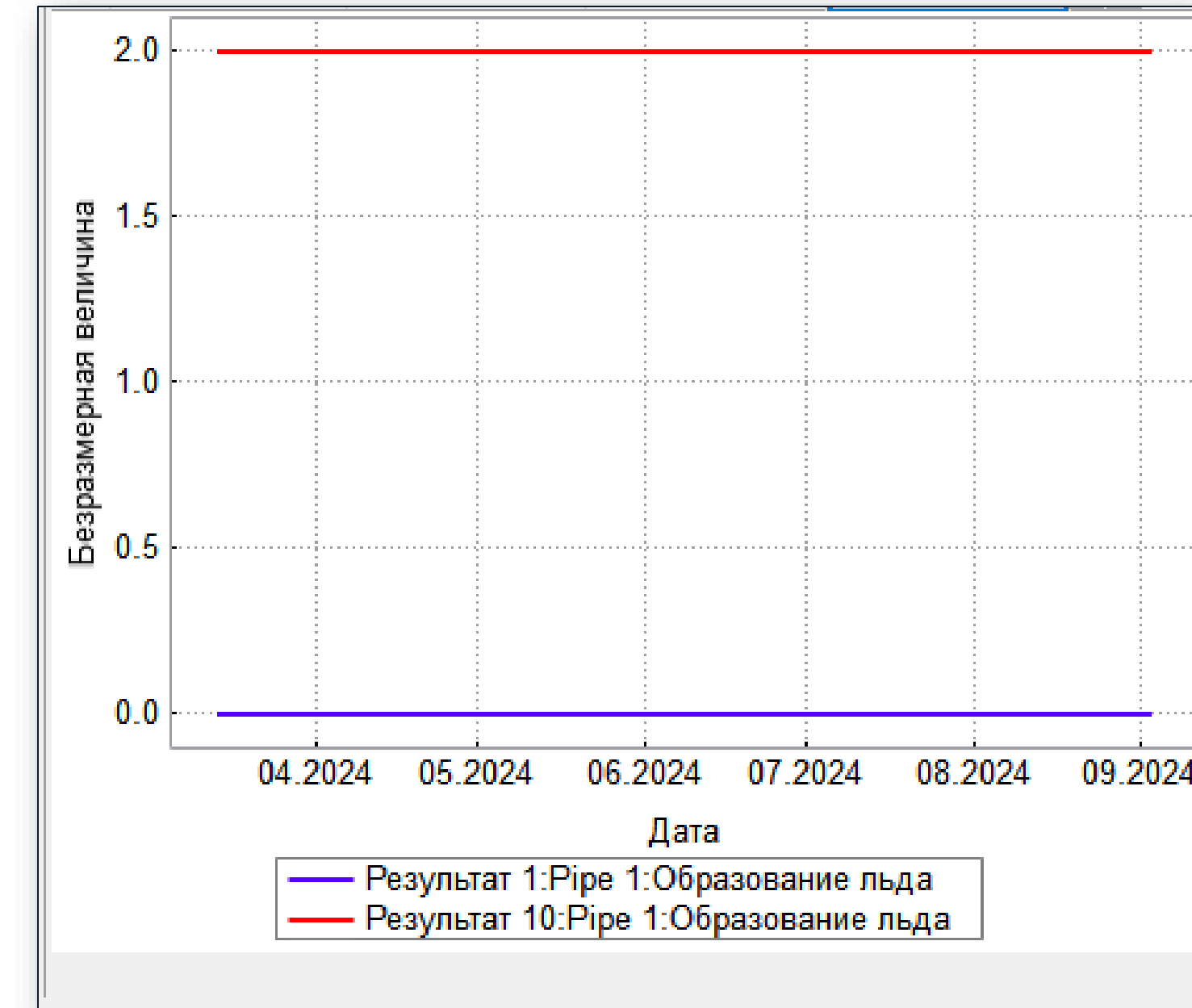
- Добавлена визуализация рассчитанного состава для Источника и объектов Скважина и Заканчивание в режиме Только сеть для композиционного варианта моделей флюида.



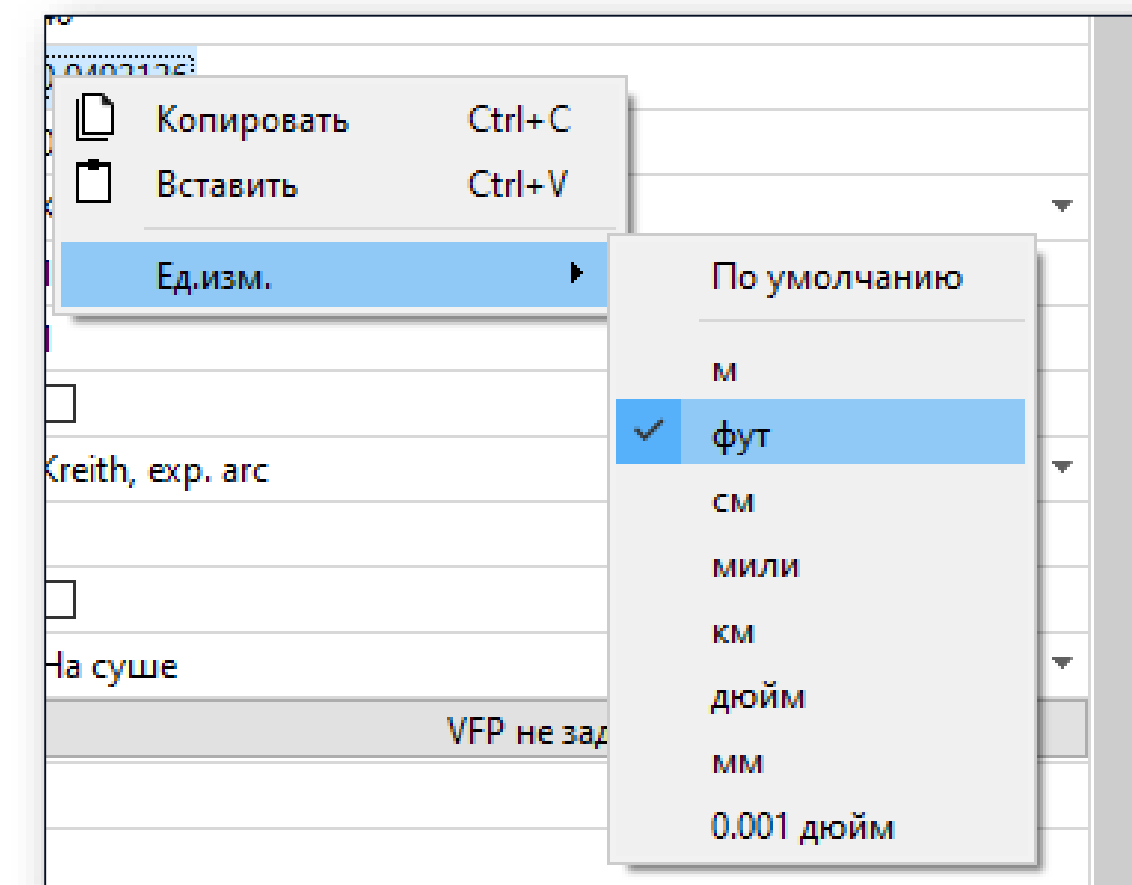
Ключевые изменения в 24.3

Дизайнер Сетей:

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



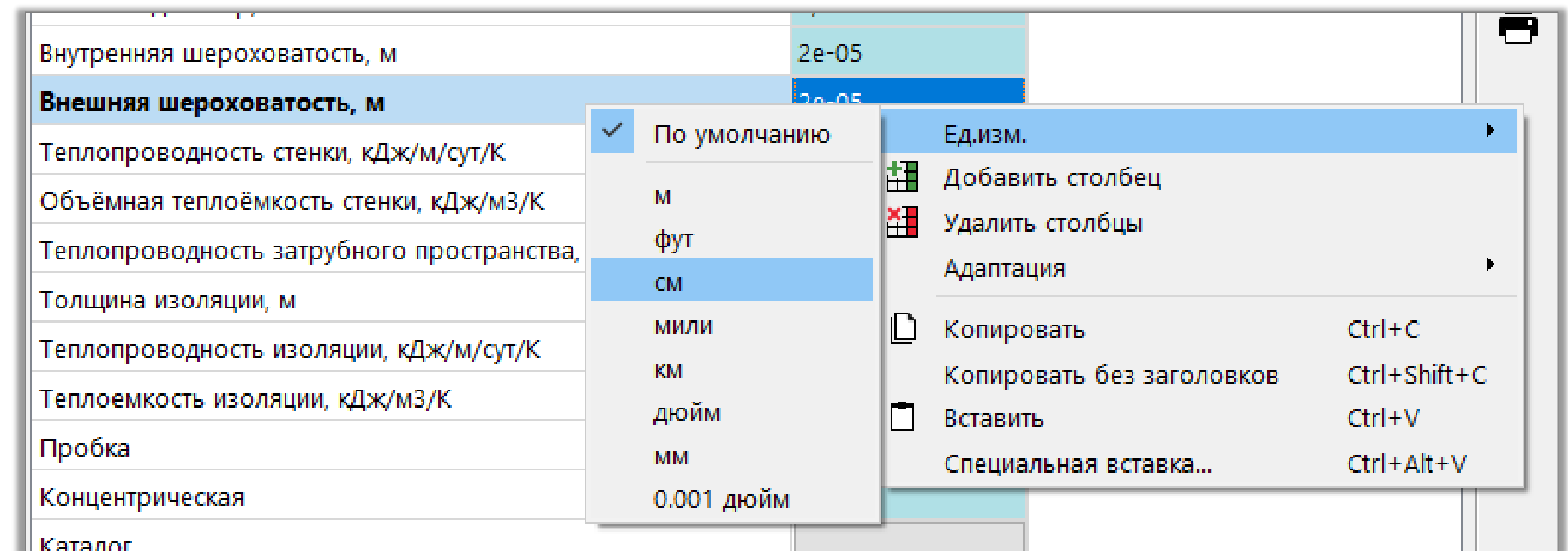
- Добавлена возможность выбирать единицы измерений в диалоговых окнах редактирования объектов.



Ключевые изменения в 24.3

Дизайнер Скважин:

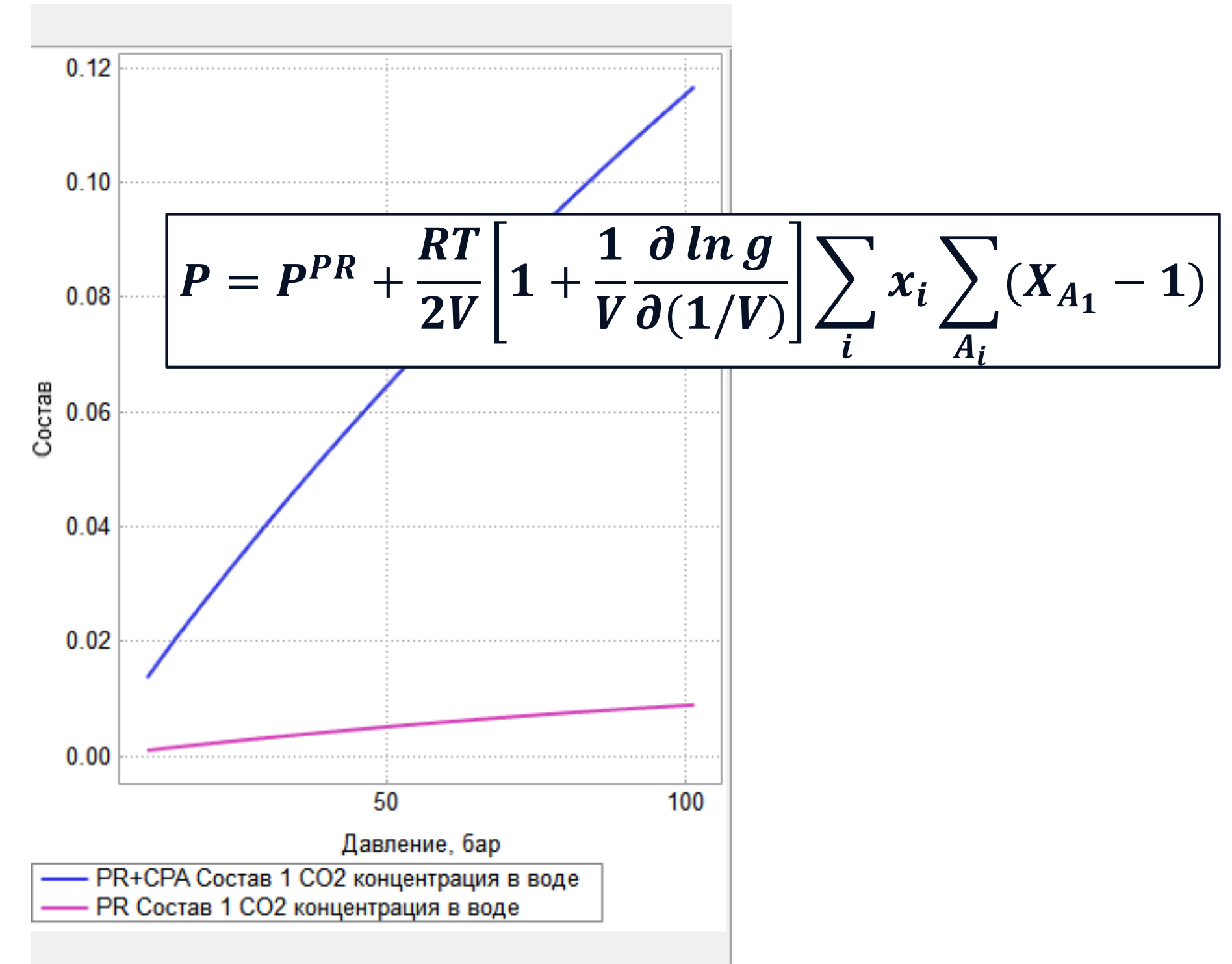
- Добавлена возможность выбора единиц измерений вводимых параметров на вкладках Геометрия, Конструкции скважины, Результаты измерений, Теплопередача, IPR



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

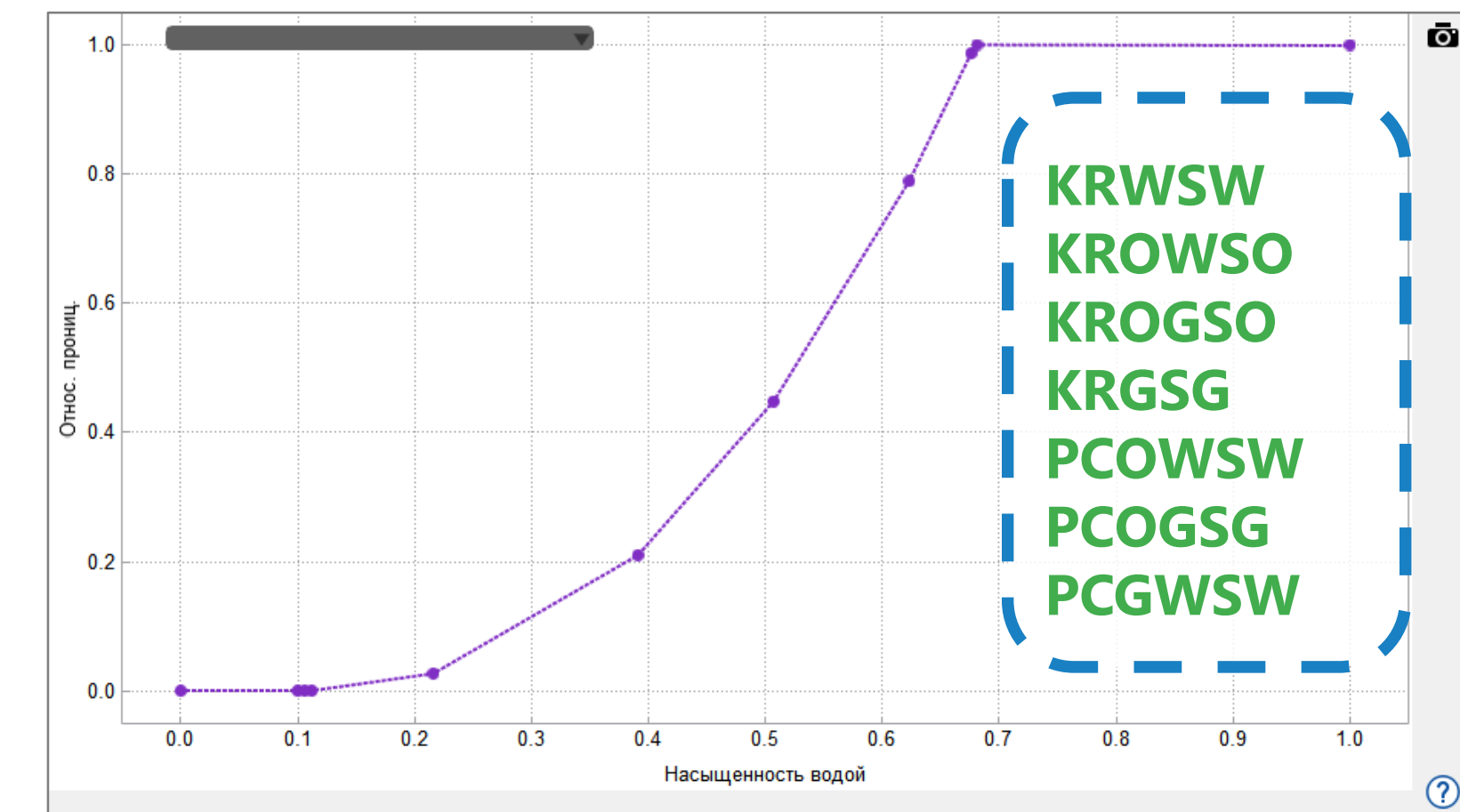
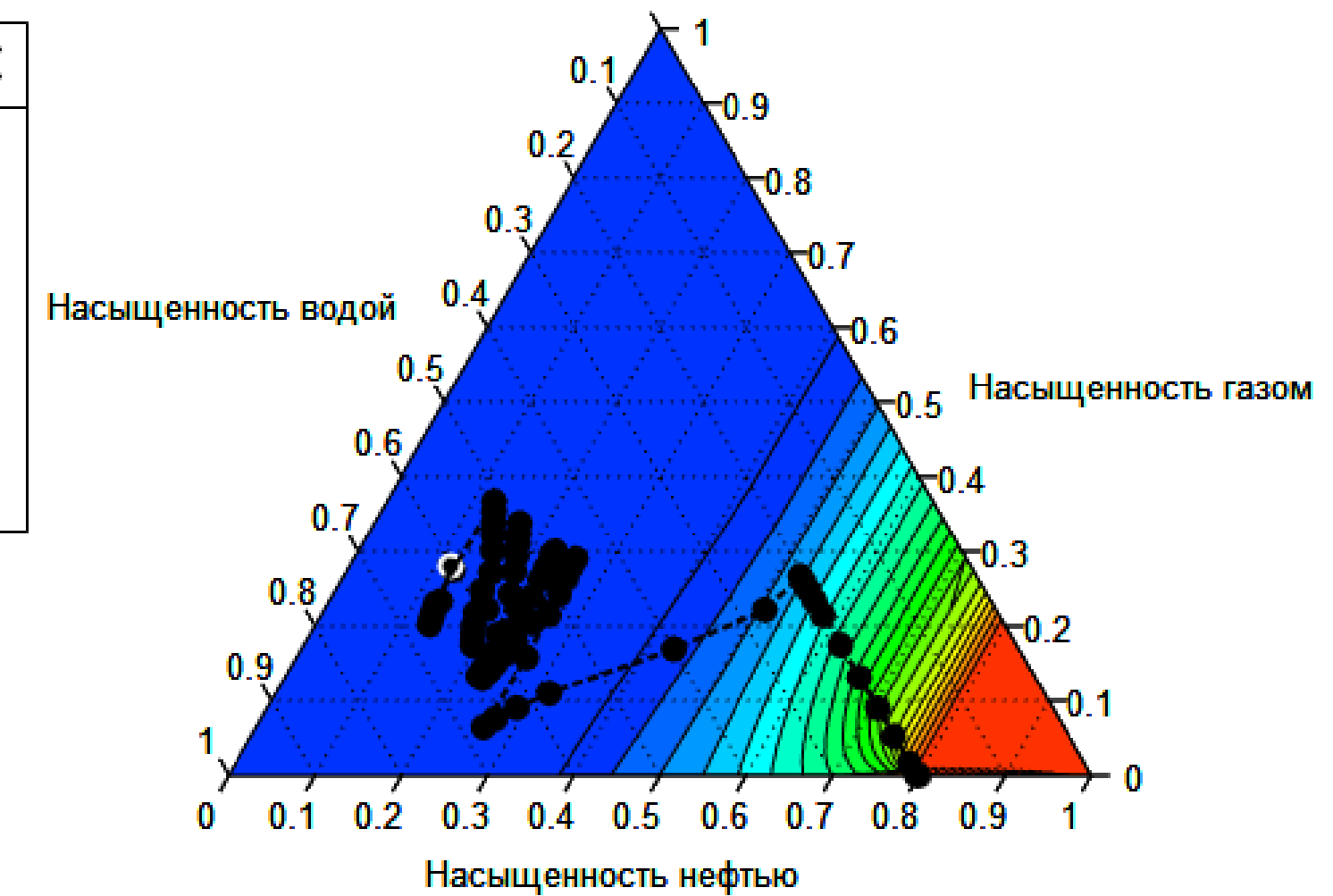
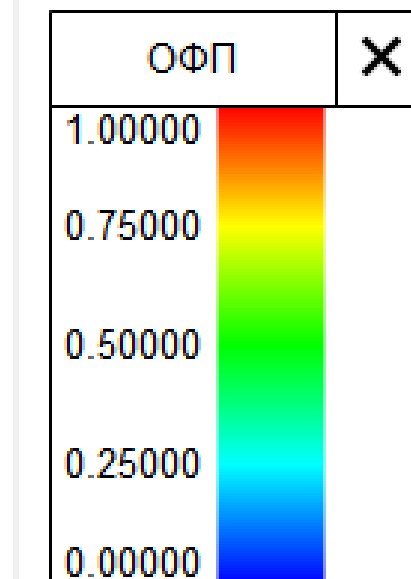
- Использовать для адаптации
- Не использовать для адаптации
- Сбросить параметры для адаптации

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.

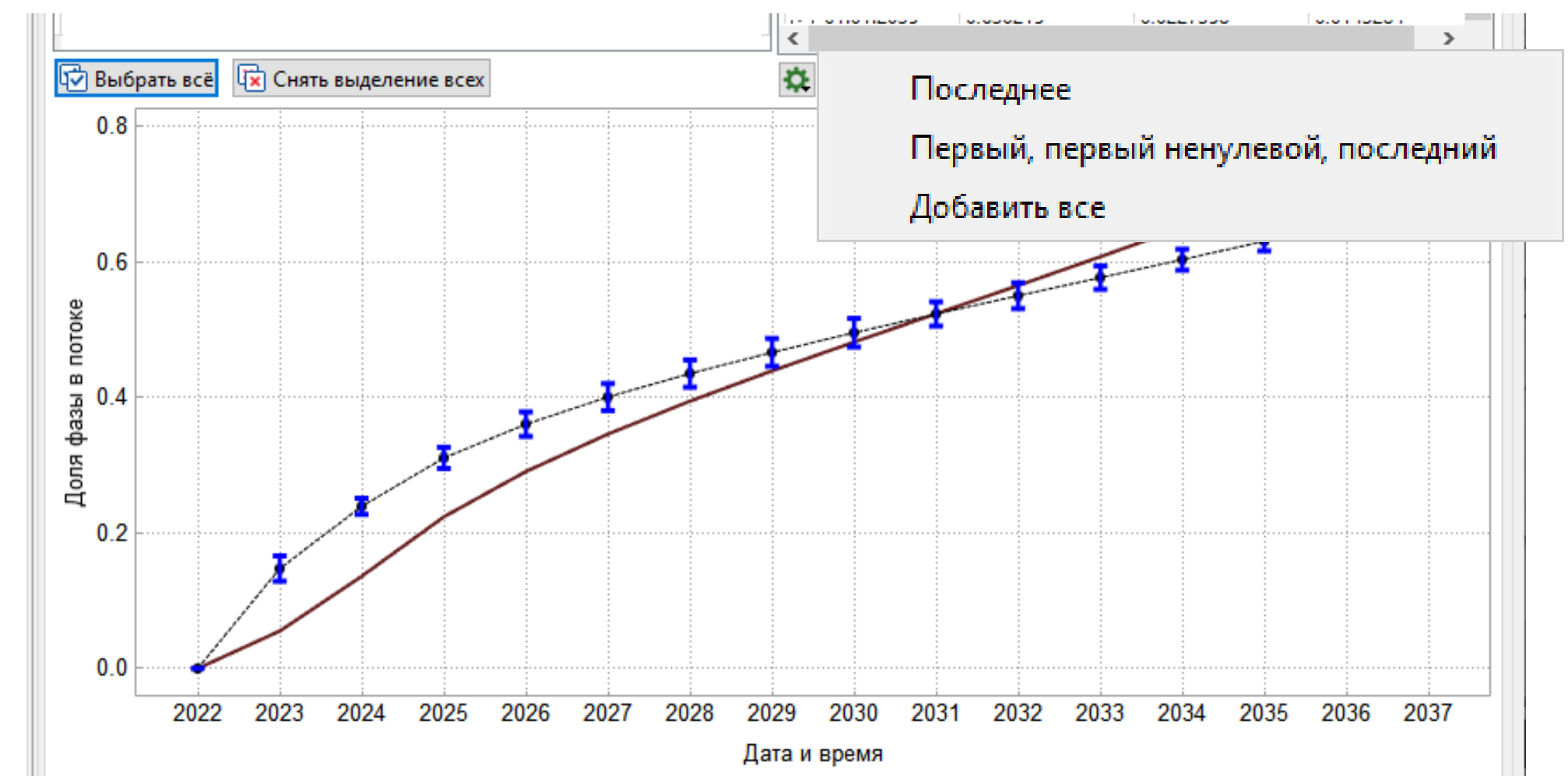


Ключевые изменения в 24.3

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.**

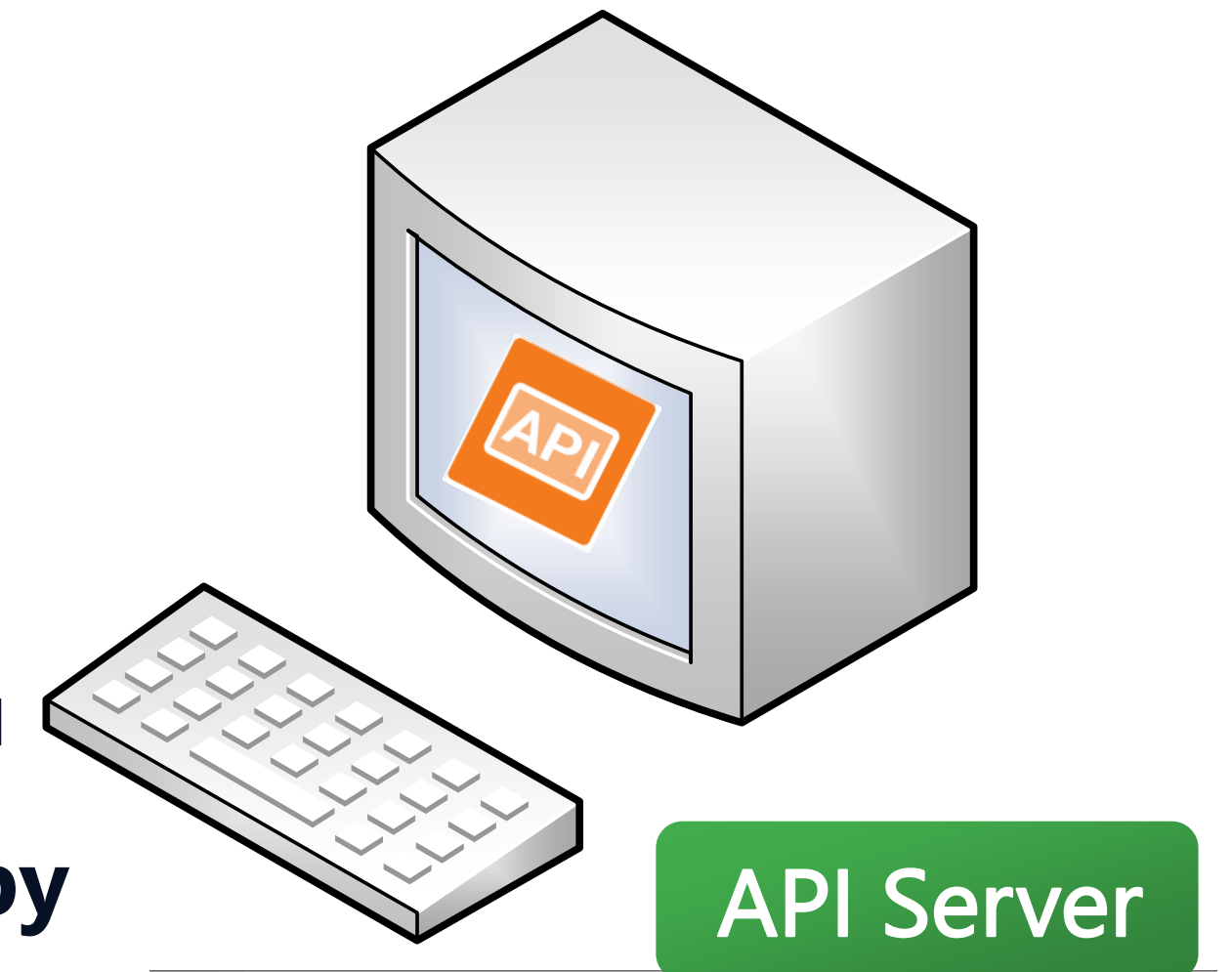
Адаптированные корреляции	Добавлено в проект	Невязка вода-нефть	Невязка нефть-газ
<input type="checkbox"/> Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 1	ДА	2.1229	0.0000
<input type="checkbox"/> Адаптированный вариант для WELL1:Reservoir1 1 1	ДА	2.1229	0.0000
<input checked="" type="checkbox"/> Адаптированный 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())
```




API Client

Расчётное ядро симулятора



















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

Параллельность: 8 ядер Использовать GPU



TNAVIGATOR

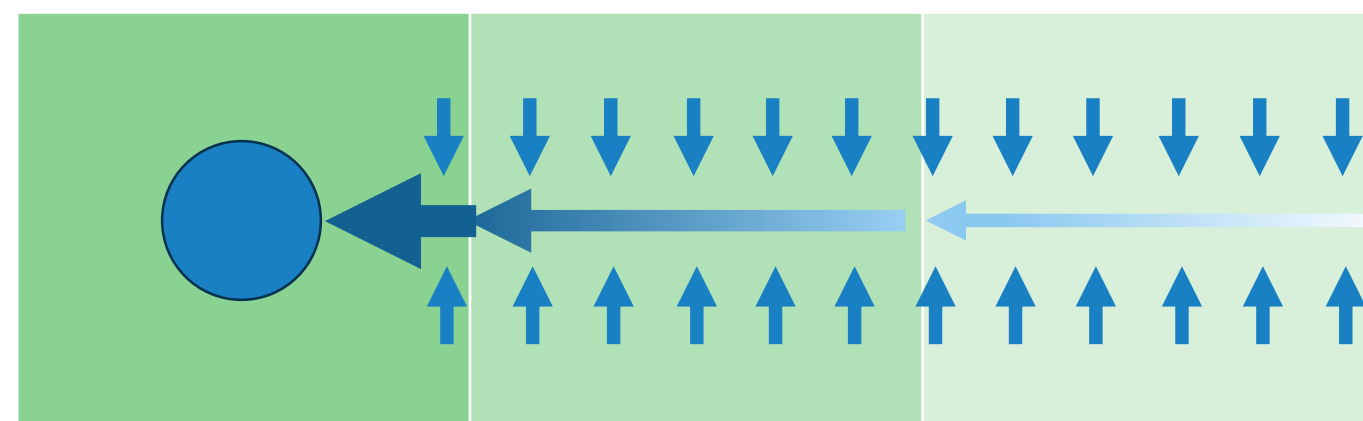
<https://irmodel.ru>
tnavigator@irmodel.ru

 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

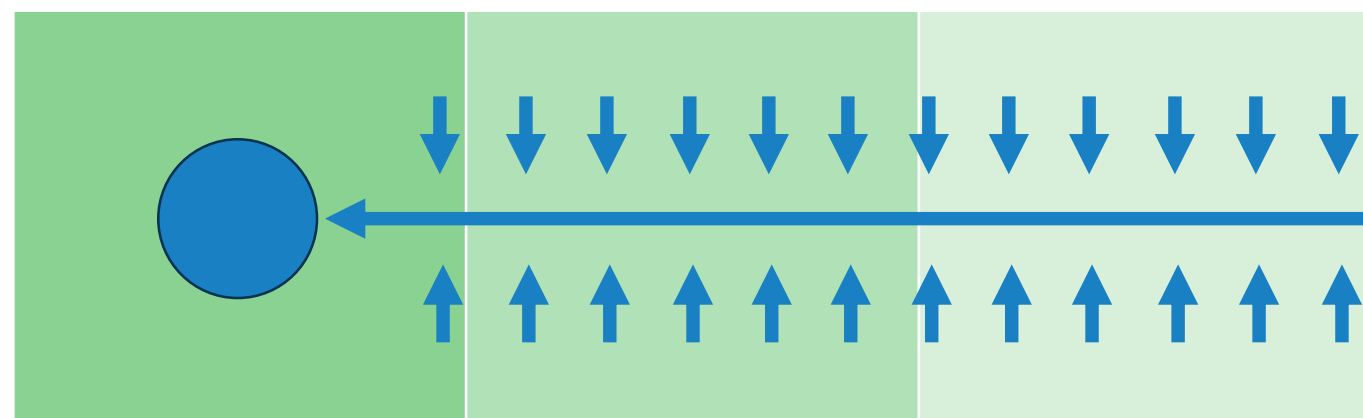
Поправка на совместное течение в трещине

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

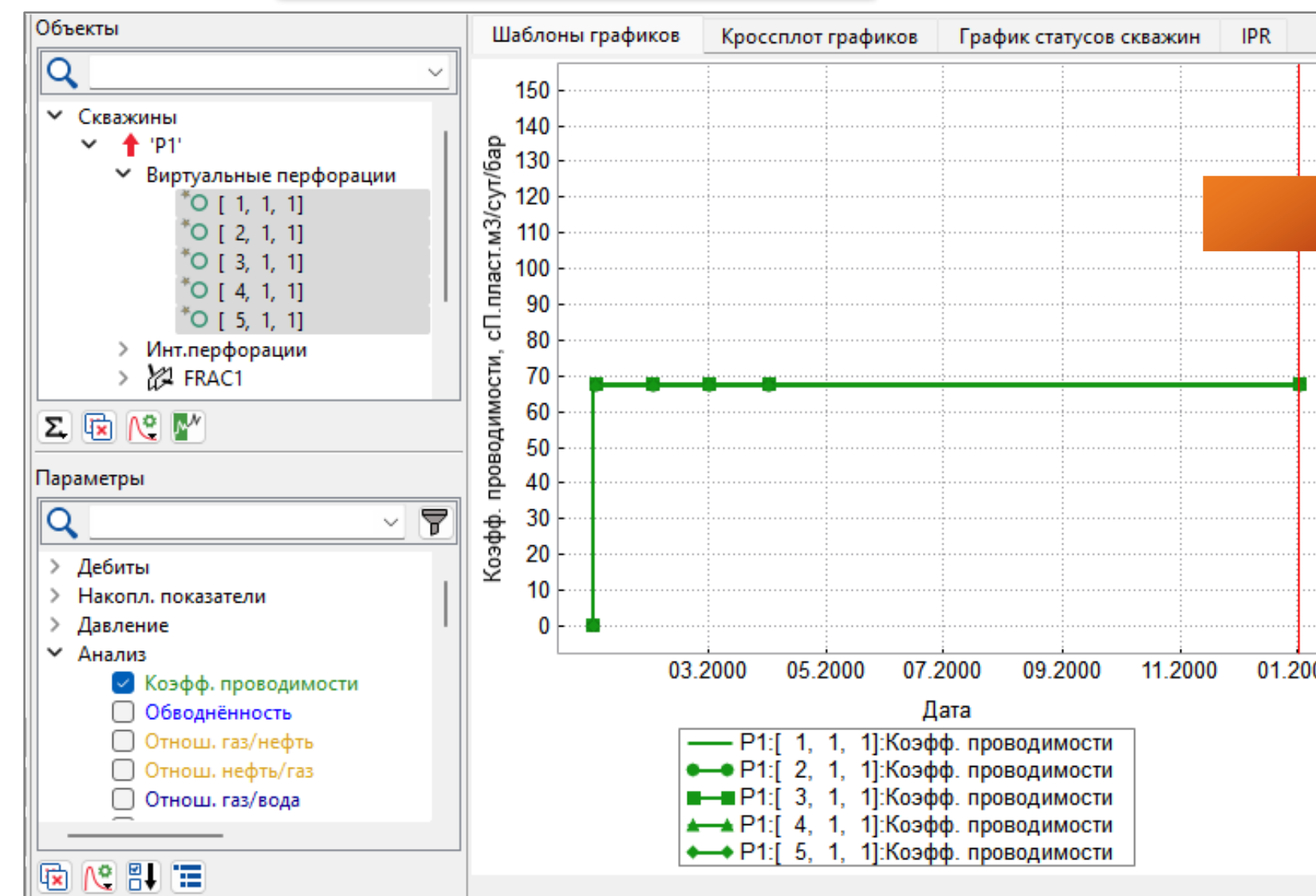
Поправка = 1
Полная интерференция
потока



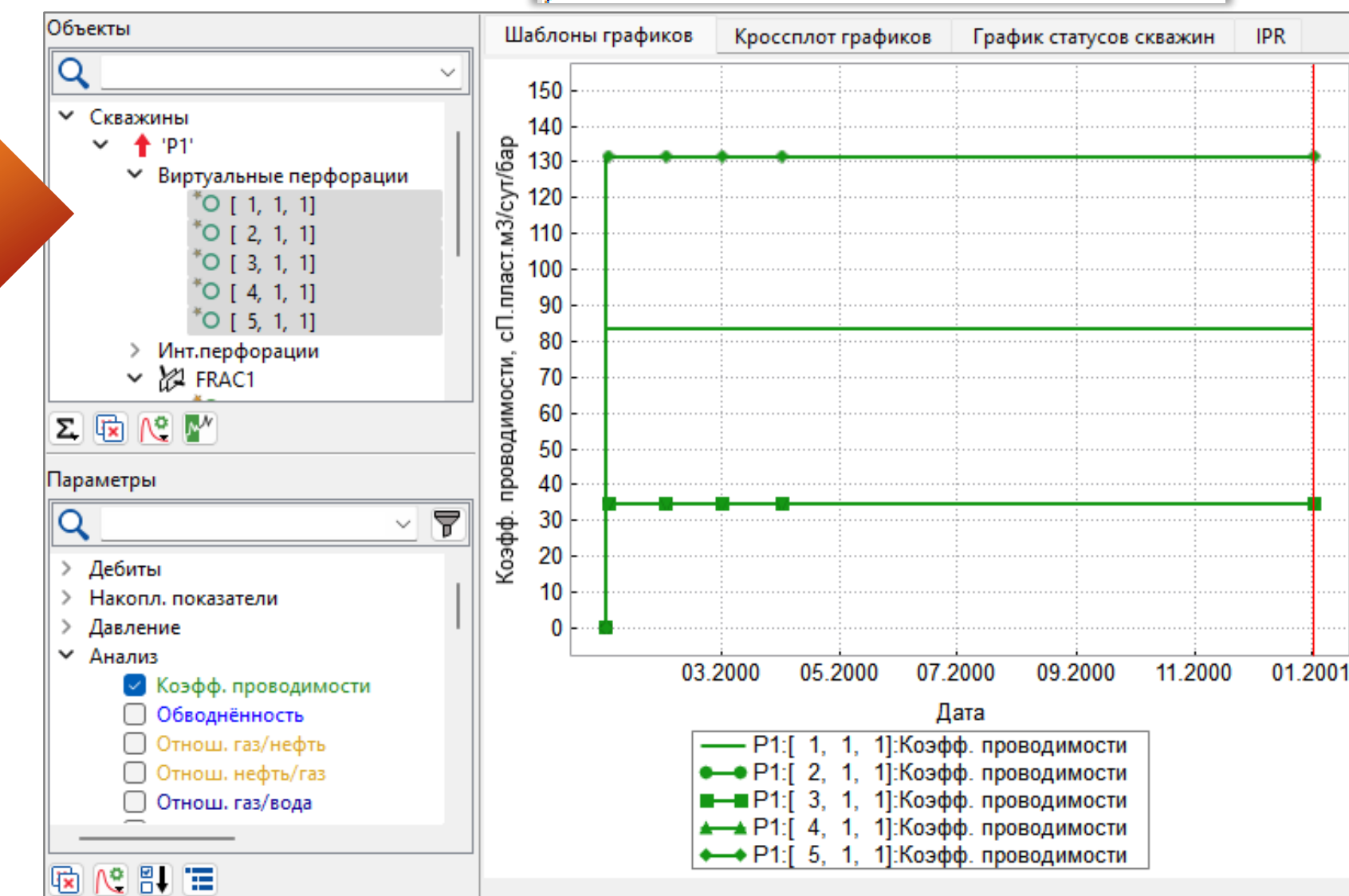
Поправка = 0
Отсутствие интерференции
потока



```
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

```

```

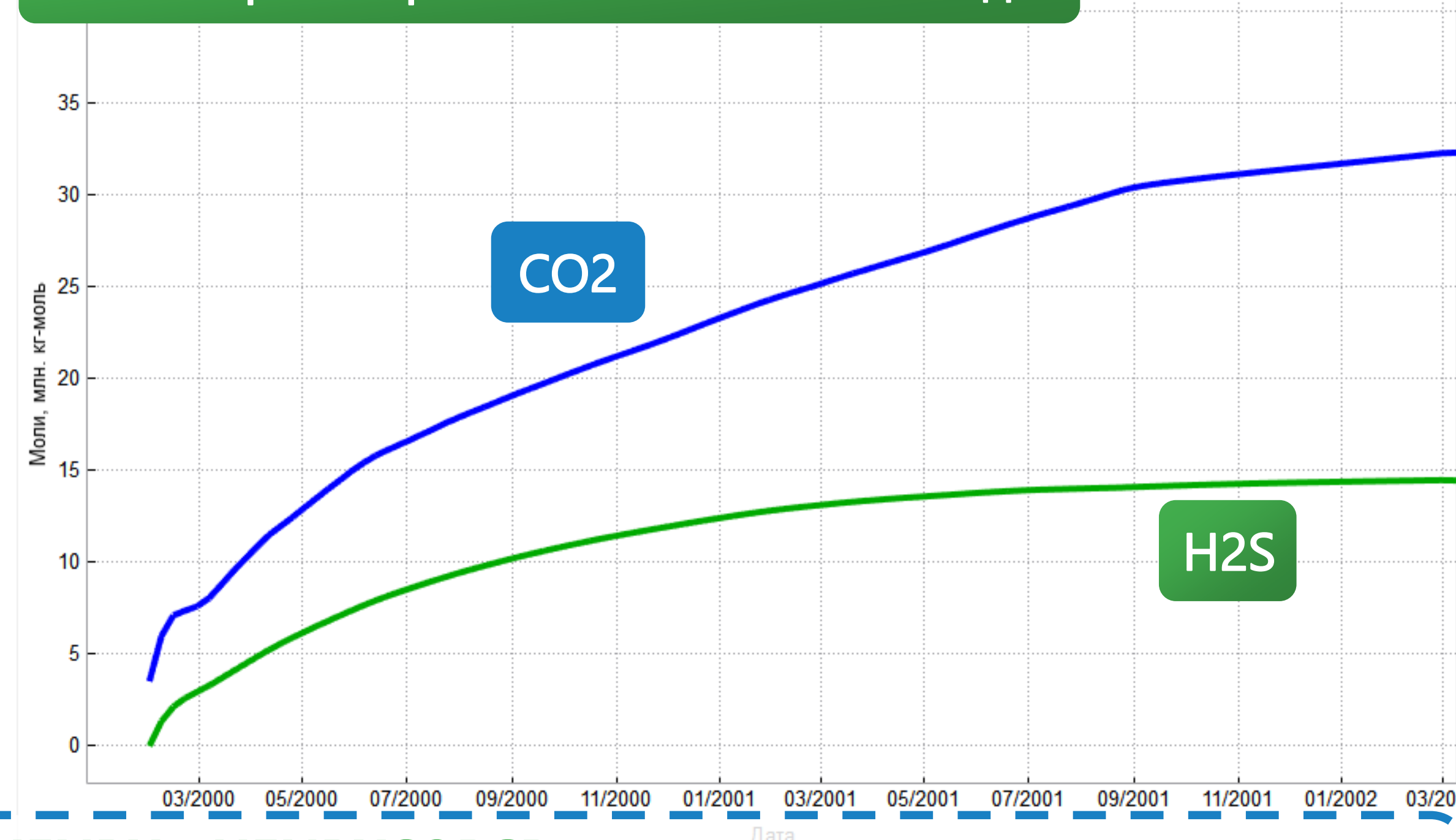
373 SOLUHENRY
374 'CO2' H /
375 3* /
376 'H2S' H /
377 3* /
378 /
379 /
380
381 HENRYCORSP
382 'CO2' 'H2S' 'H2O'
383 /
384

```

Для использования модели Spycher и Pruess необходимо задать HENRYCORSP



Кол-во растворенного CO₂ и H₂S в воде




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



TNAVIGATOR

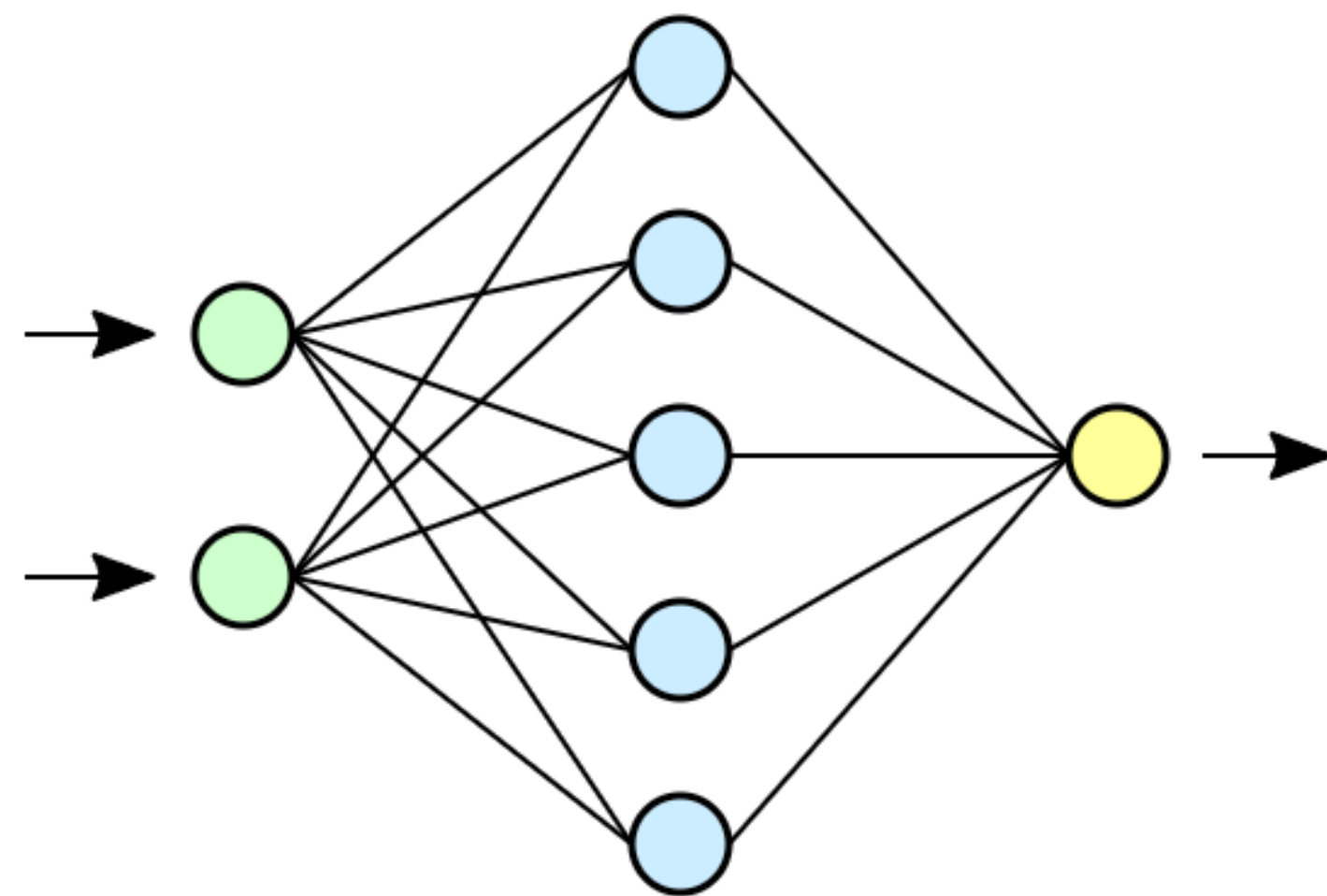
<https://irmodel.ru>
tnavigator@irmodel.ru

 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

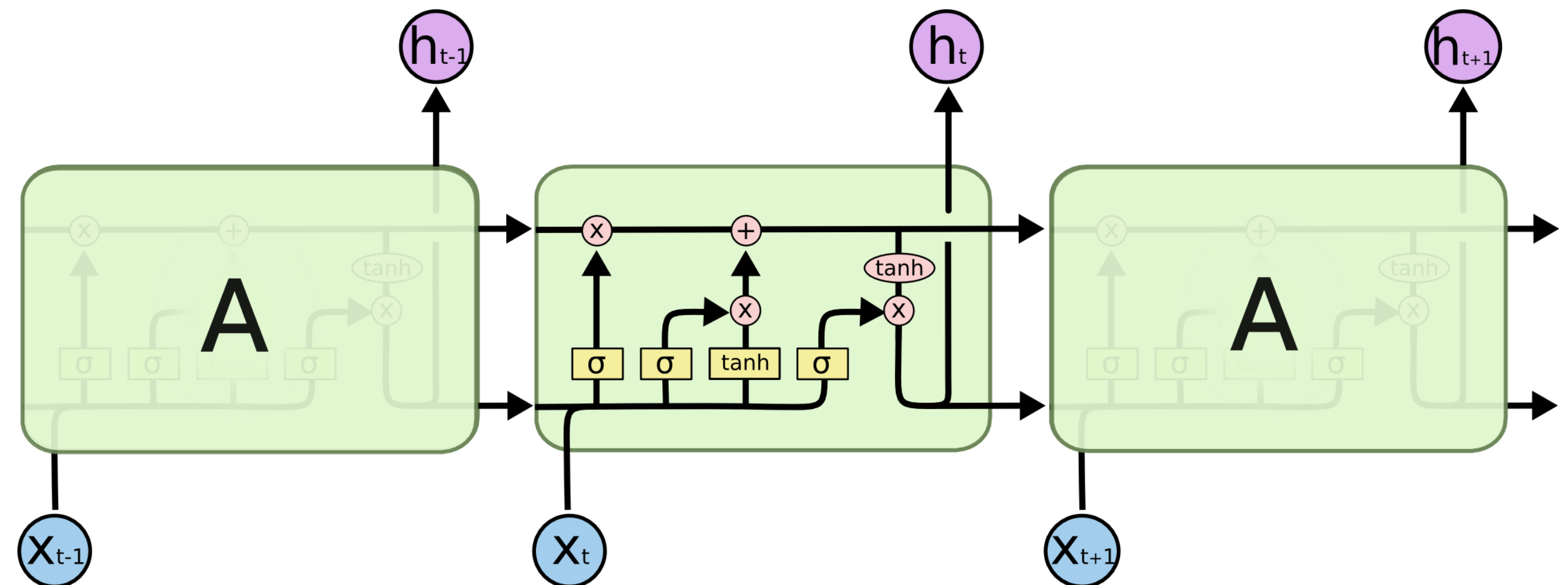
Новый тип нейронных сетей на основе LSTM

- 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

Объект	Параметр
Скважина 'WELL1'	Дебит газа
Скважина 'WELL2'	Дебит газа
Скважина 'WELL3'	Дебит газа
Скважина 'WELL4'	Дебит газа
Группа 'FIELD'	Дебит газа

Параметры переменных

- 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

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

Рассчитать потери на проверочном множестве

Параметры нейронных LSTM прокси-моделей

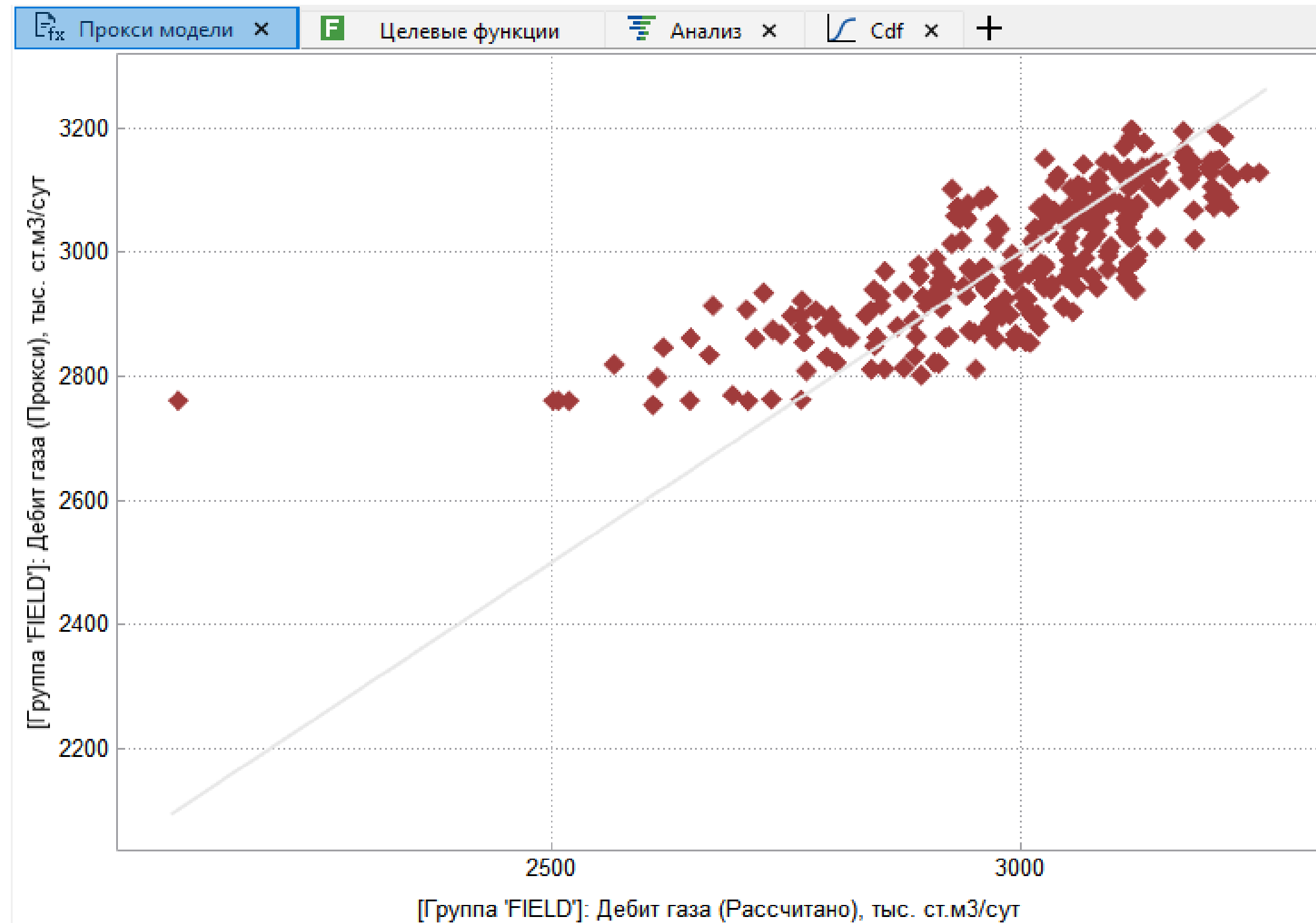
- Функция активации: Leaky ReLU
- Кол-во нейронов в скрытом слое: 20
- Кол-во эпох обучения: 1000
- Размер образца: 1024
- Размер тренировочного набора: 200
- Число использованных историч. шагов: 16
- Случайное число: 0
- Перемешать данные для обучения
- Применить логарифм к данным
- Нормализация данных: Нормировка мин.-макс
- Исп. модиф. нормализацию мин.-макс. данных
- Нормализация переменных: Z-нормализация
- Исп. исключение
- Вероятность исключения: 0.5

Параметры перекрестной проверки

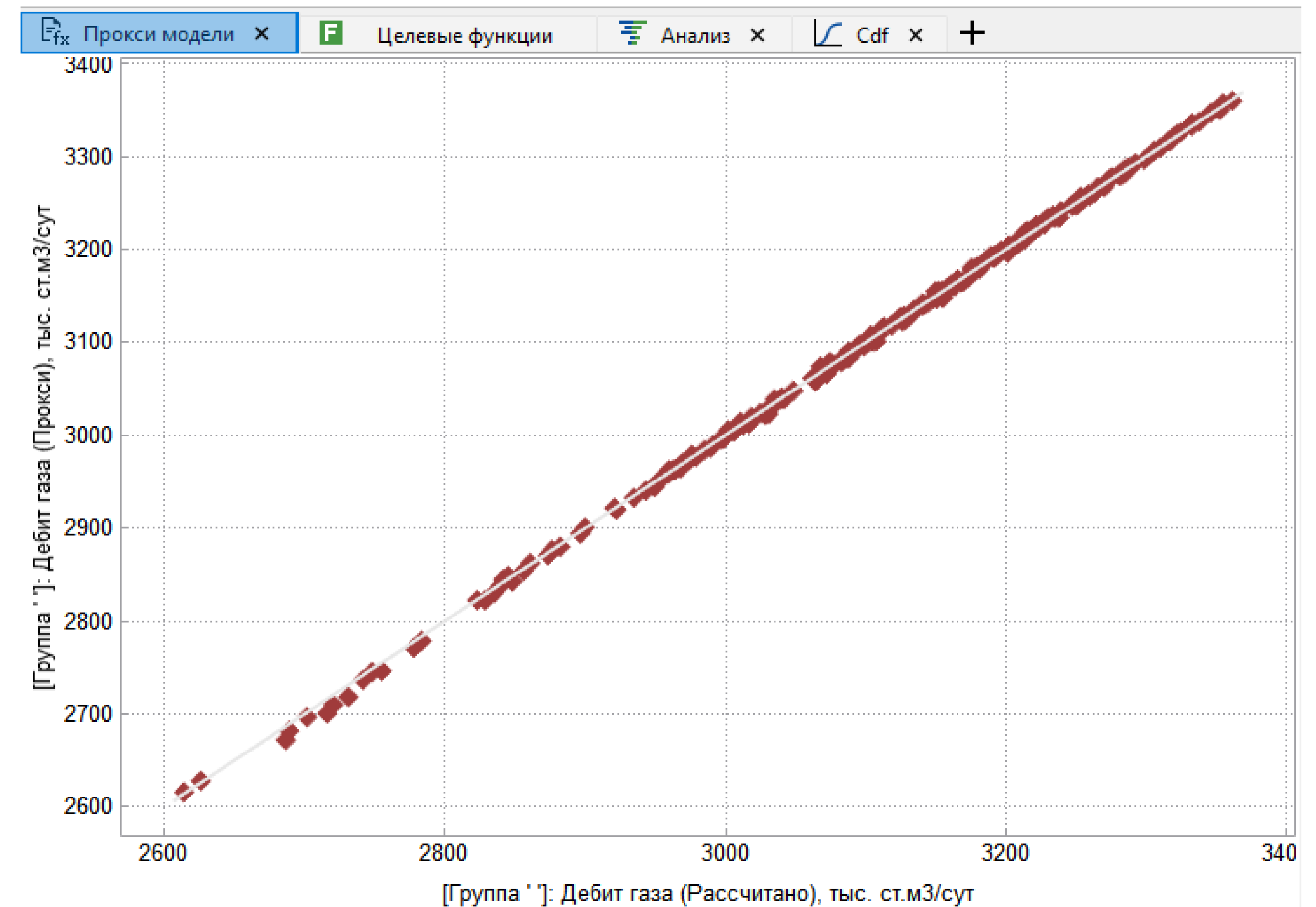
- Запустить перекрестную проверку
- Кол-во частей: 10

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

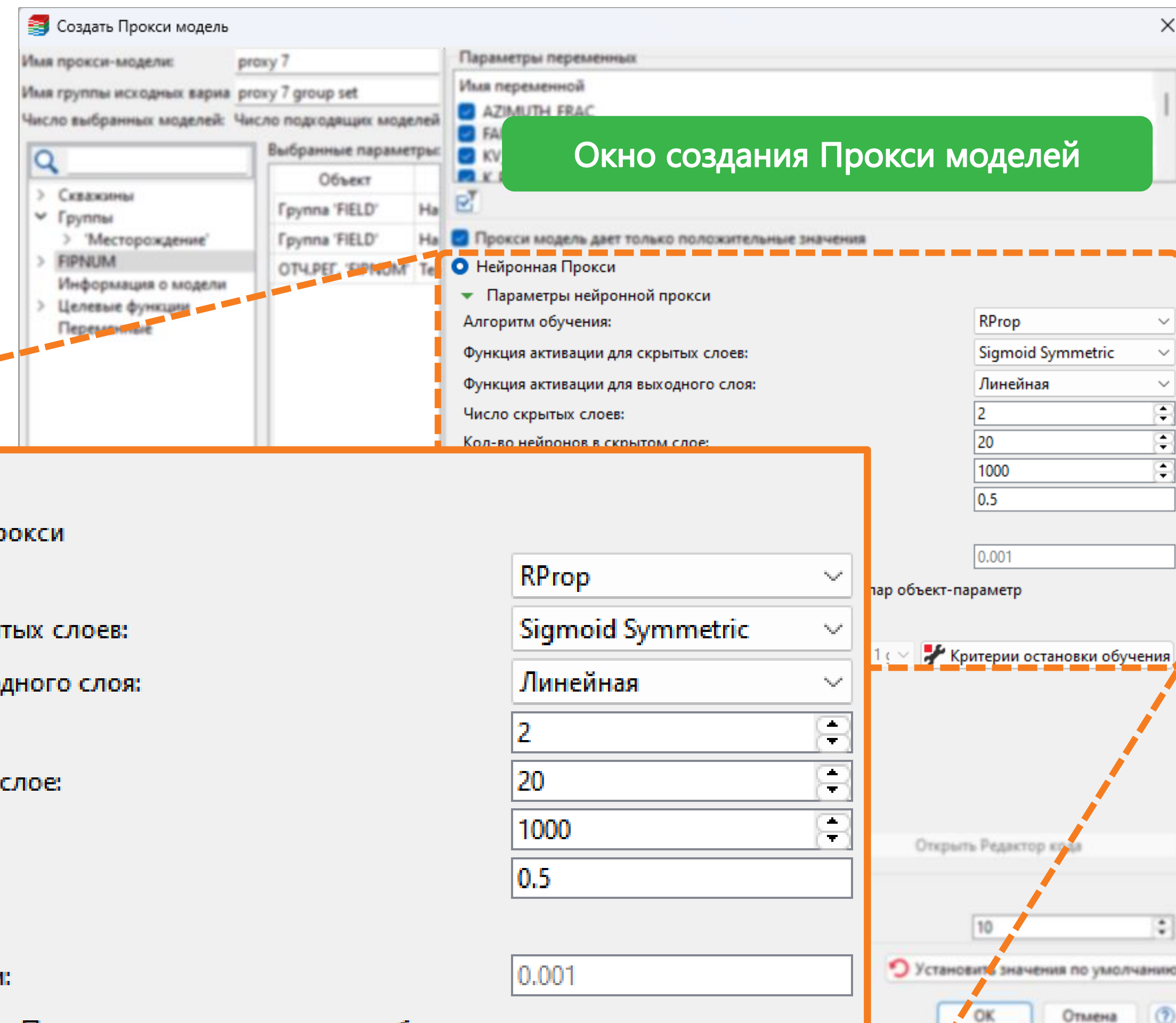
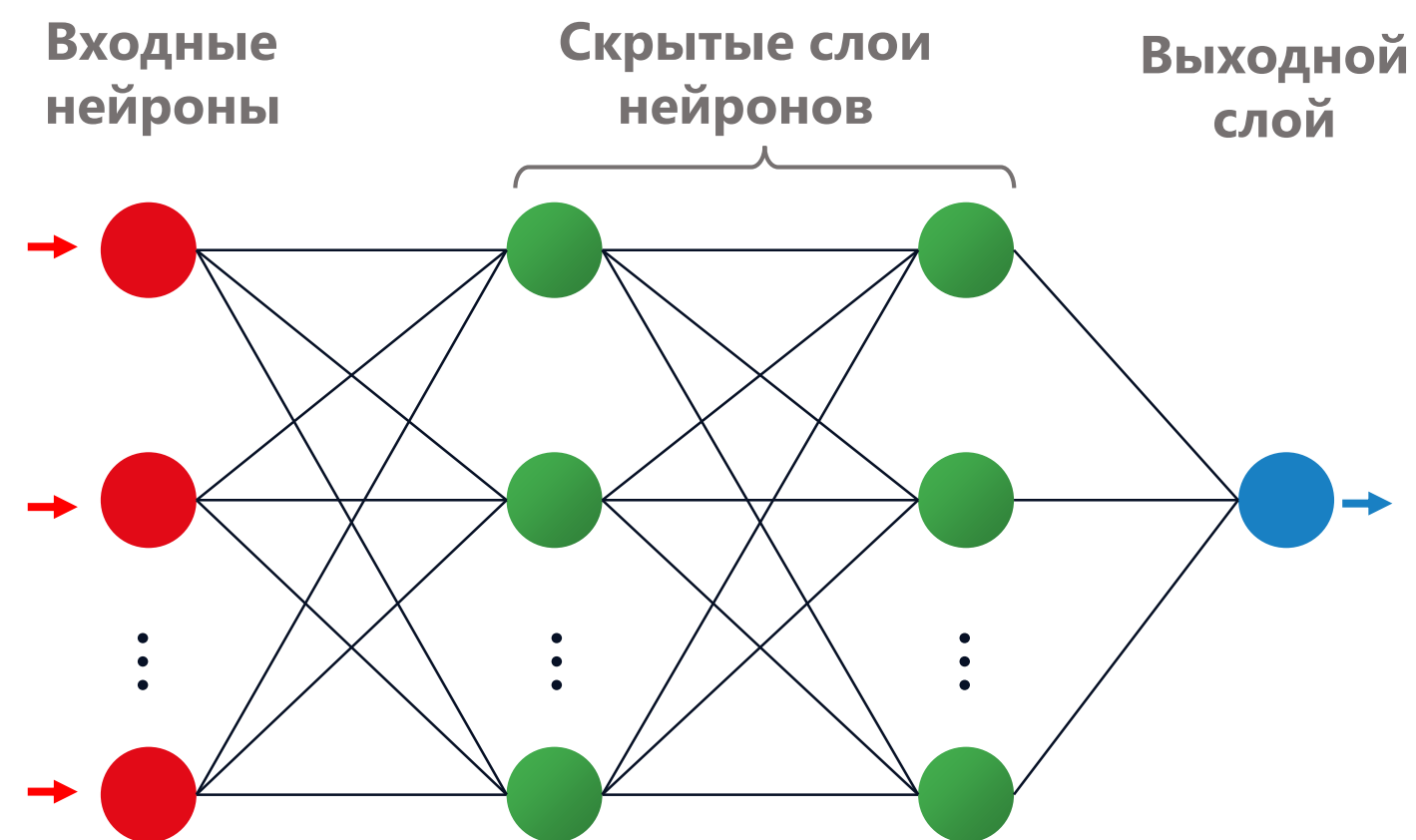
Дополнительные настройки нейронной прокси

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)

Менеджер единиц

Текущая конфигурация: User_Units

Предпочтительные единицы

Текущие единицы измерения: Пользовательская конфигурация

Физическая величина	Единица измерения
Дебит жидкости	м3/сут
Дебит жидкости	ст.м3/сут
Дебит жидкости	ст.м3/сут
Дебит жидкости	м3/сут
Дебит углеводородов в пласт. усл.	пласт м3/сут
Длина	м
Масса	т

Исп. единицу измерения для координат XY

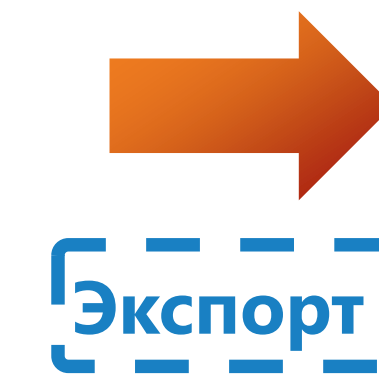
Единица измерения: м

Z-ось: Глубина

Отмена Применить

Изменение единиц измерения

МЕТРИС
МЕТРИС
FIELD
LAB



BLACK_OIL_DEMO.DATA

```

1  -----
2  RUNSPEC
3  -----
4
5  TITLE
6  BLACK_OIL_DEMO /
7
8  START
9  15 MAY 2011 /
10
11  METRIC
12
13  [Новые единицы измерения: METRIC]
14
15  ENDSCALE
16  2* 1 20 /
17
18
19  REGDIMS
20  5 3 0 0 2* 0 /
21
22  TABDIMS
23  1 2 29 57 3 57 1* 1 4* 1 /
24
    
```

Многовариантность свойств сетки

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

Свойства сетки

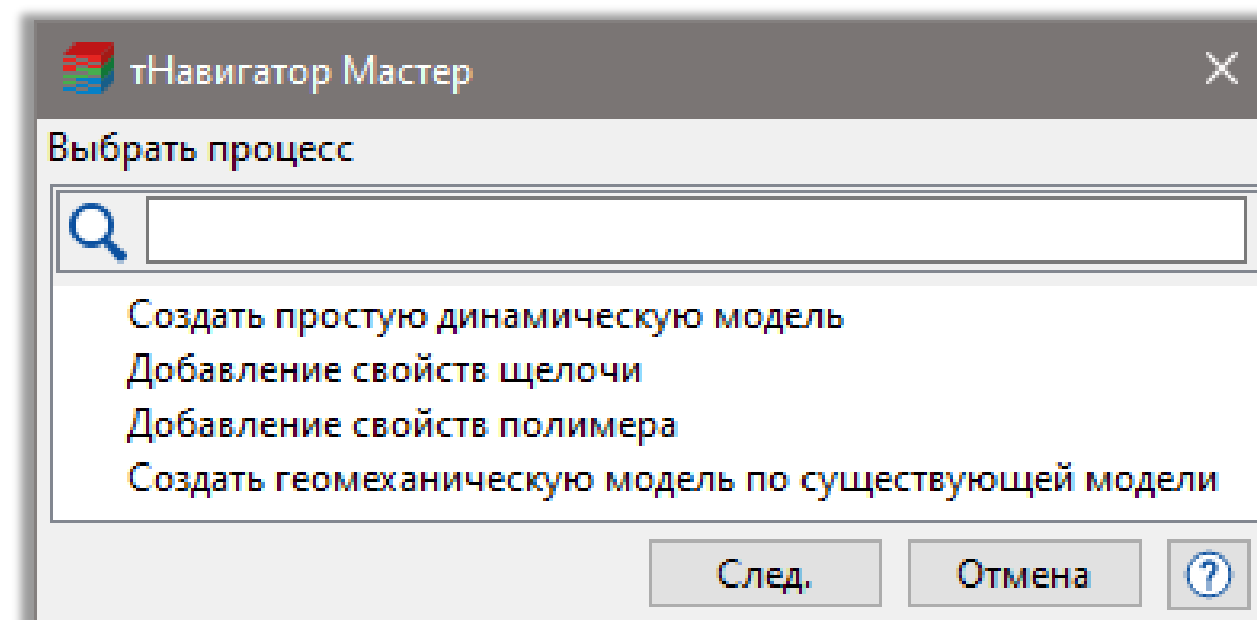
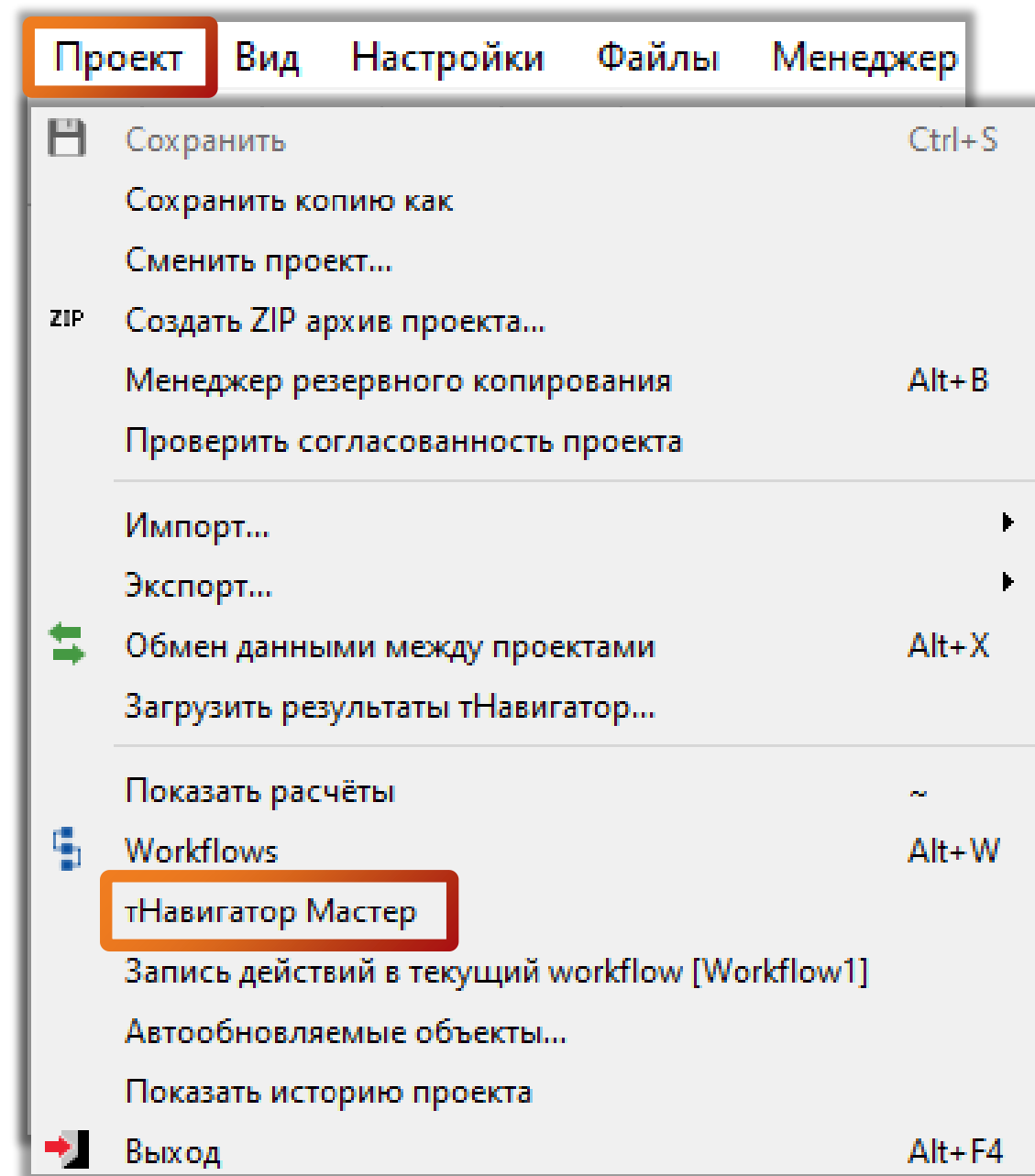
Описание	Кл. слово	Комп	Значение привязки	Матрица
Основные регионы				
<input checked="" type="checkbox"/> PVT регионы	PVTNUM		PVTNUM	Модель одинарной пористости
<input checked="" type="checkbox"/> Отчётные регионы	FIPFAULT		FIPFAULT	Модель одинарной пористости
<input checked="" type="checkbox"/> Отчётные регионы	FIPNUM		FIPNUM	Модель одинарной пористости
<input checked="" type="checkbox"/> Регионы насыщенности	SATNUM		SATNUM	Модель одинарной пористости
<input checked="" type="checkbox"/> Регионы равновесия	EQLNUM		EQLNUM	Модель одинарной пористости
Основные свойства сетки				
<input checked="" type="checkbox"/> Активные блоки	ACTNUM		ACTNUM	Модель одинарной пористости
<input checked="" type="checkbox"/> Коэффициент песчаности	NTG		Net to Gross Ratio	Модель одинарной пористости
<input checked="" type="checkbox"/> Пористость	PORO		Porosity	Модель одинарной пористости
<input checked="" type="checkbox"/> Проницаемость по X	PERMX		Permeability along X	Модель одинарной пористости
<input type="checkbox"/> Проницаемость по X	PERMX		Permeability along X - V1	Модель одинарной пористости
<input type="checkbox"/> Проницаемость по X	PERMX		Permeability along X - V2	Модель одинарной пористости
<input checked="" type="checkbox"/> Проницаемость по Y	PERMY		Permeability along Y	Модель одинарной пористости
<input type="checkbox"/> Проницаемость по Y	PERMY		Permeability along Y - V1	Модель одинарной пористости
<input type="checkbox"/> Проницаемость по Y	PERMY		Permeability along Y - V2	Модель одинарной пористости
<input checked="" type="checkbox"/> Проницаемость по Z	PERMZ		Permeability along Z	Модель одинарной пористости
<input type="checkbox"/> Проницаемость по Z	PERMZ		Permeability along Z - V1	Модель одинарной пористости
<input type="checkbox"/> Проницаемость по Z	PERMZ		Permeability along Z - V3	Модель одинарной пористости

тНавигатор мастер

● Поддержаны следующие сценарии тНавигатор мастера:

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

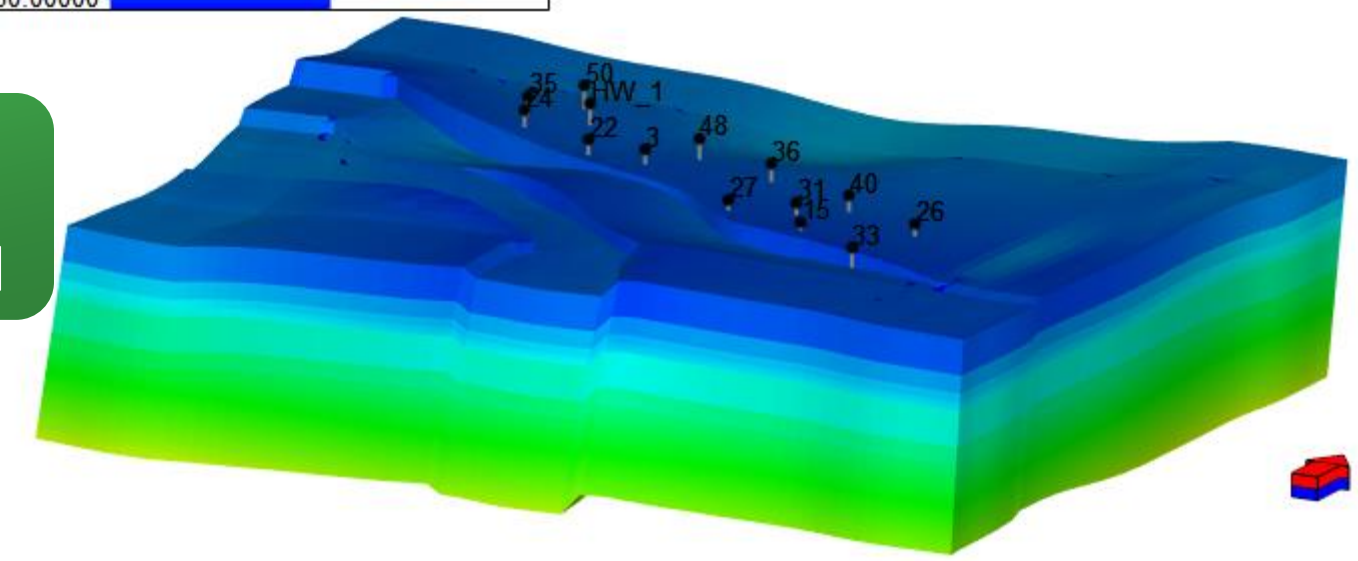
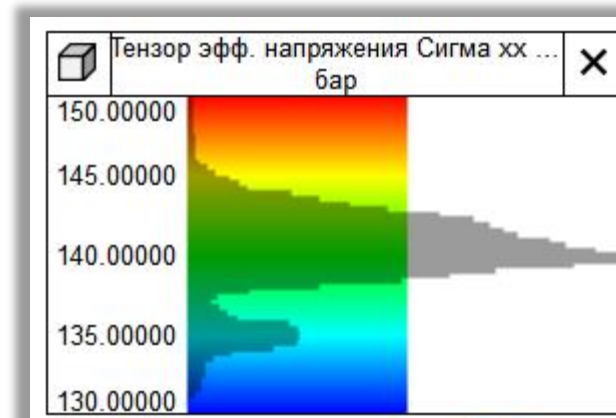
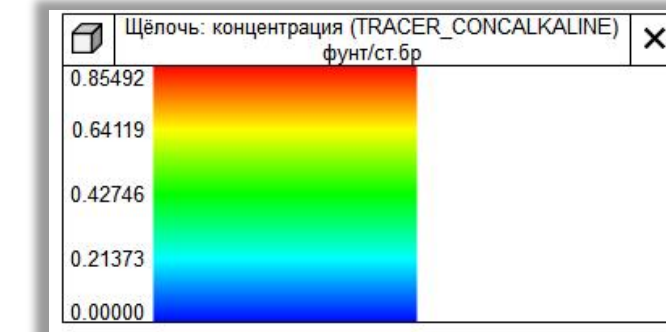
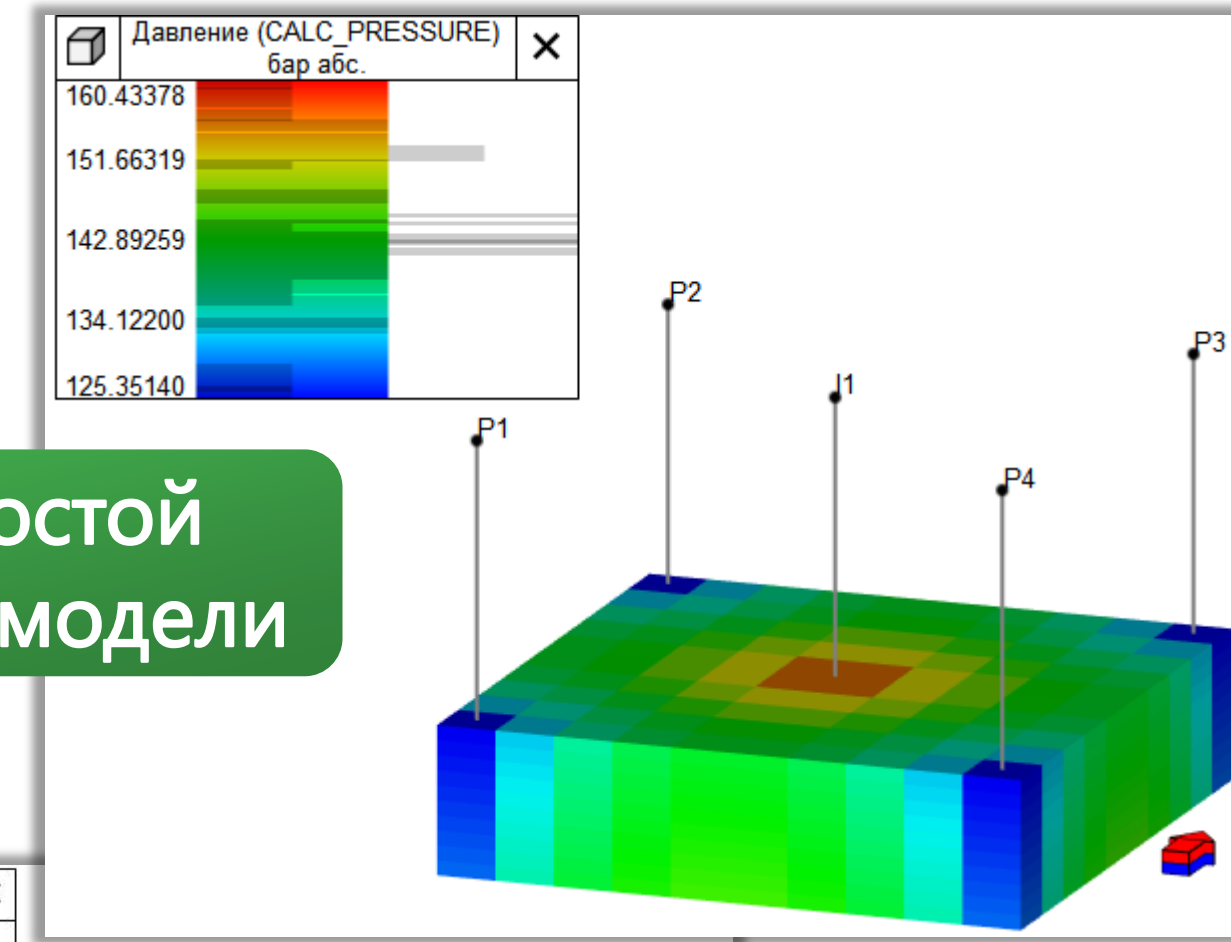
(Проект → тНавигатор мастер → Имя сценария)



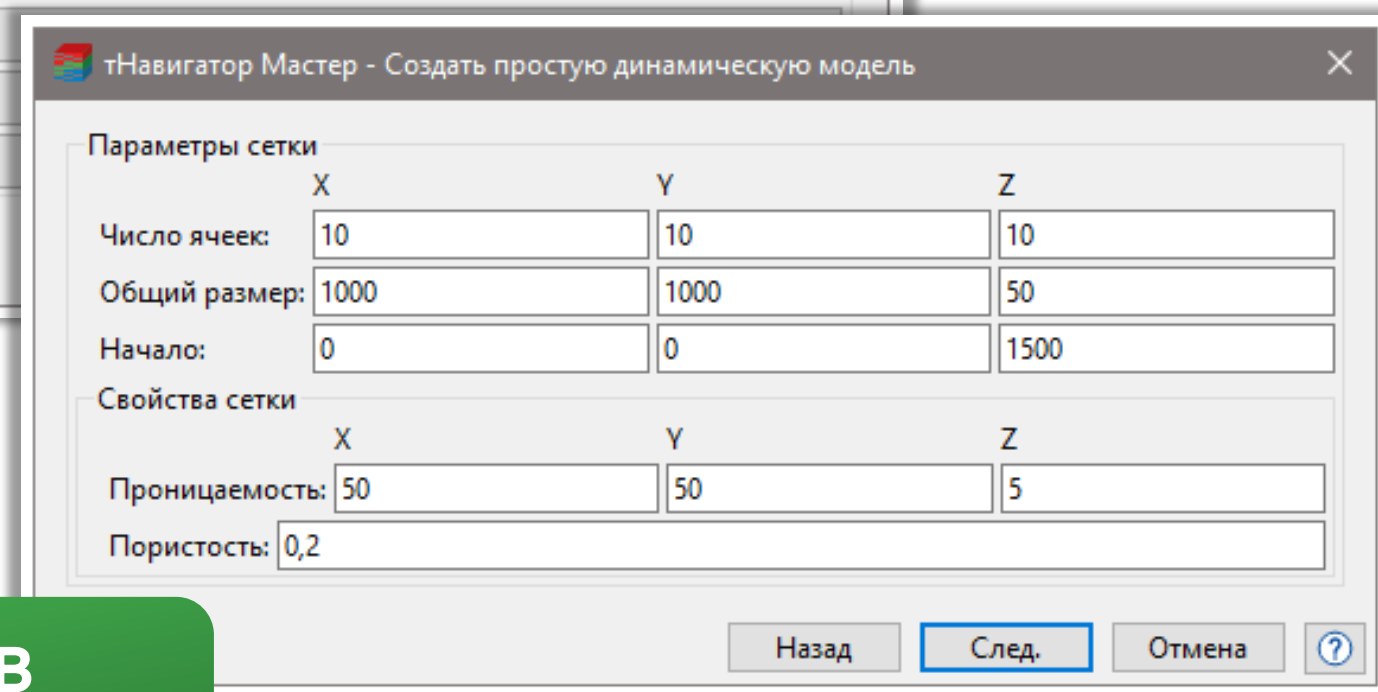
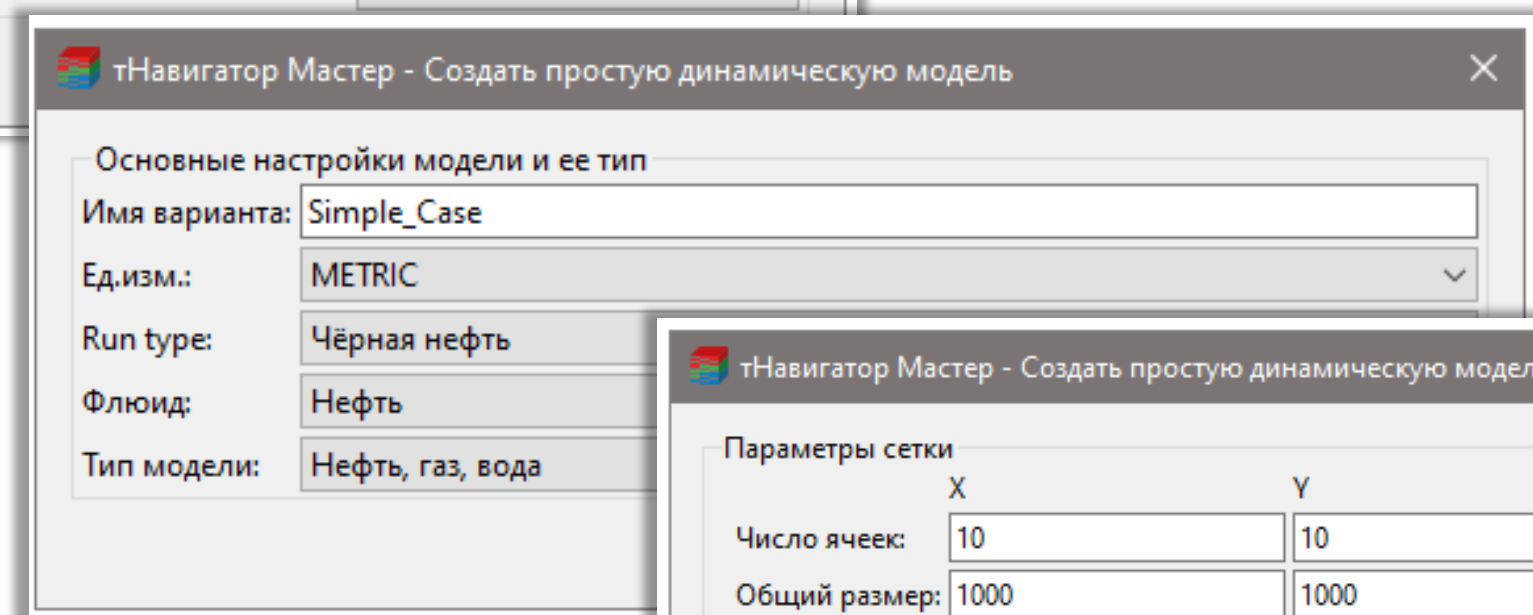
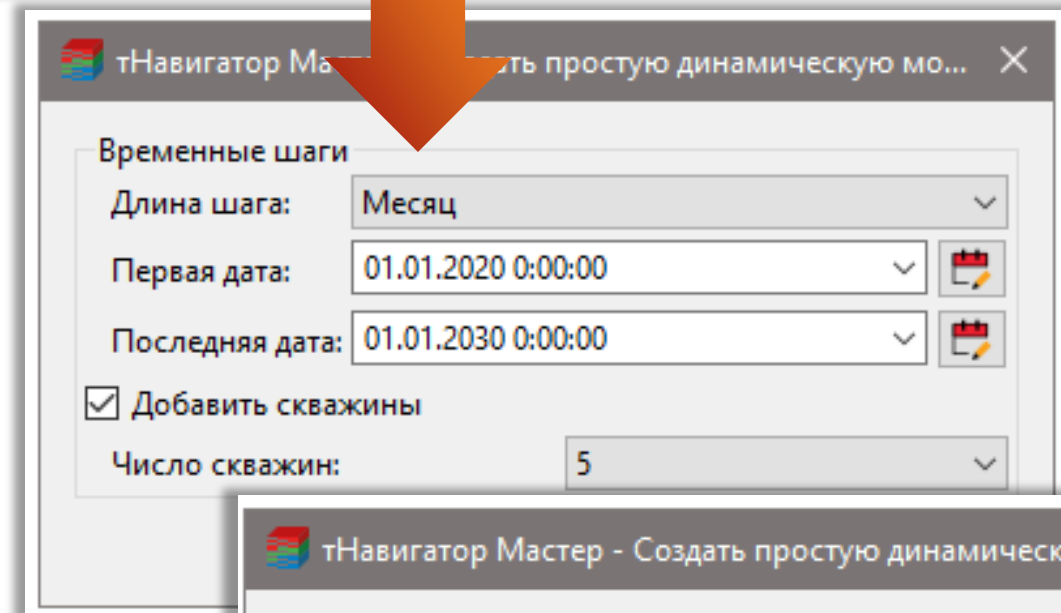
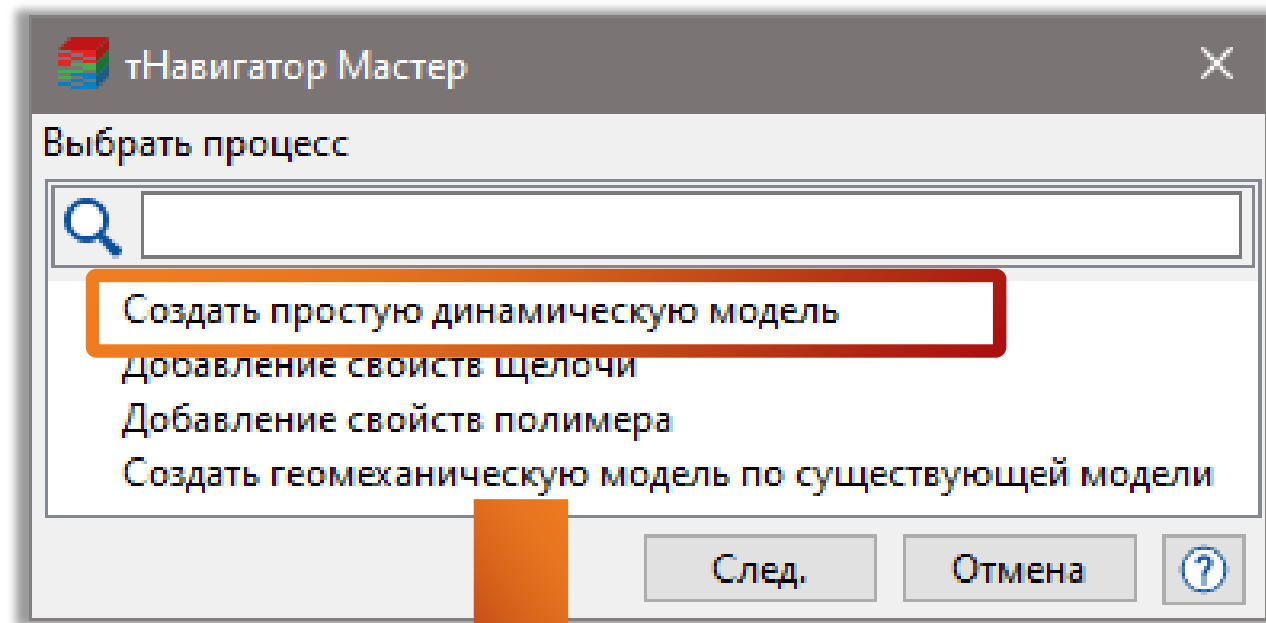
Создание геомеханической модели

Создание простой динамической модели

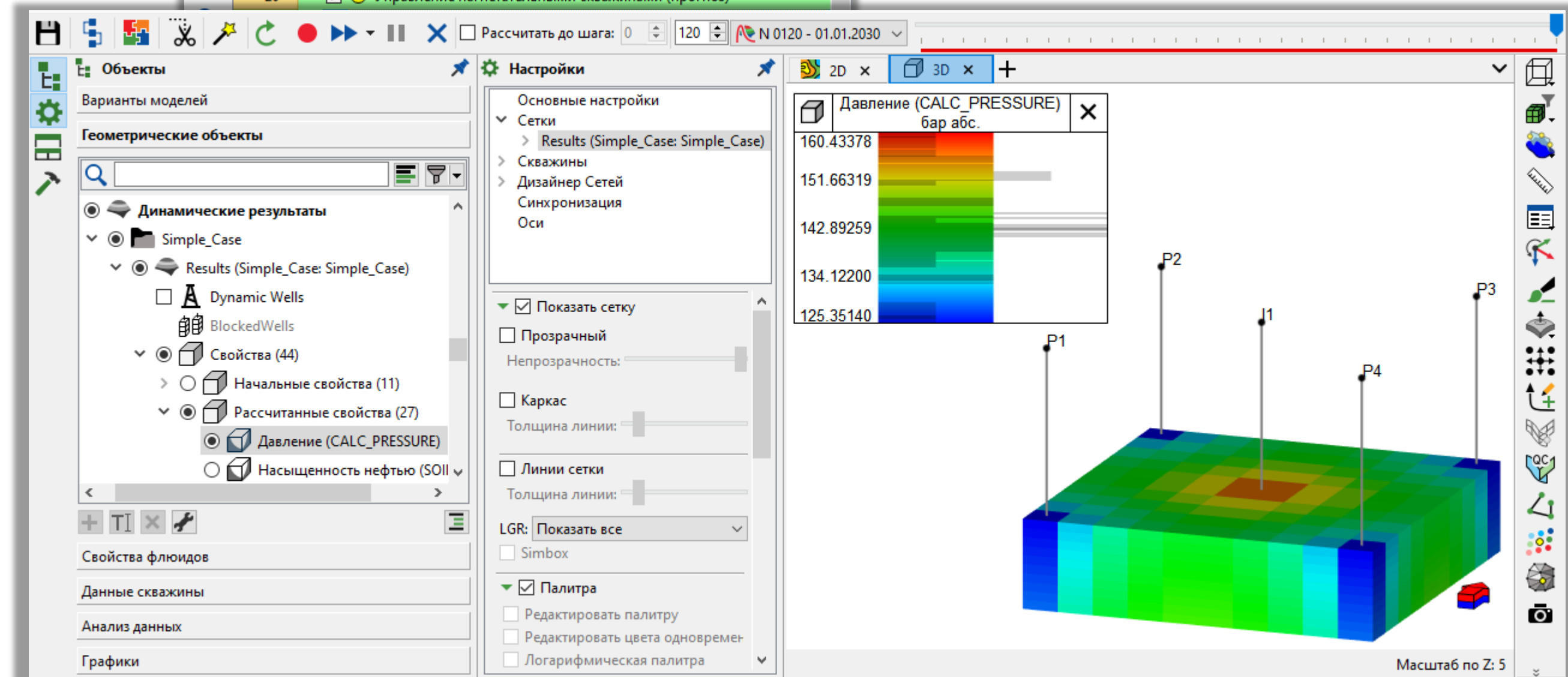
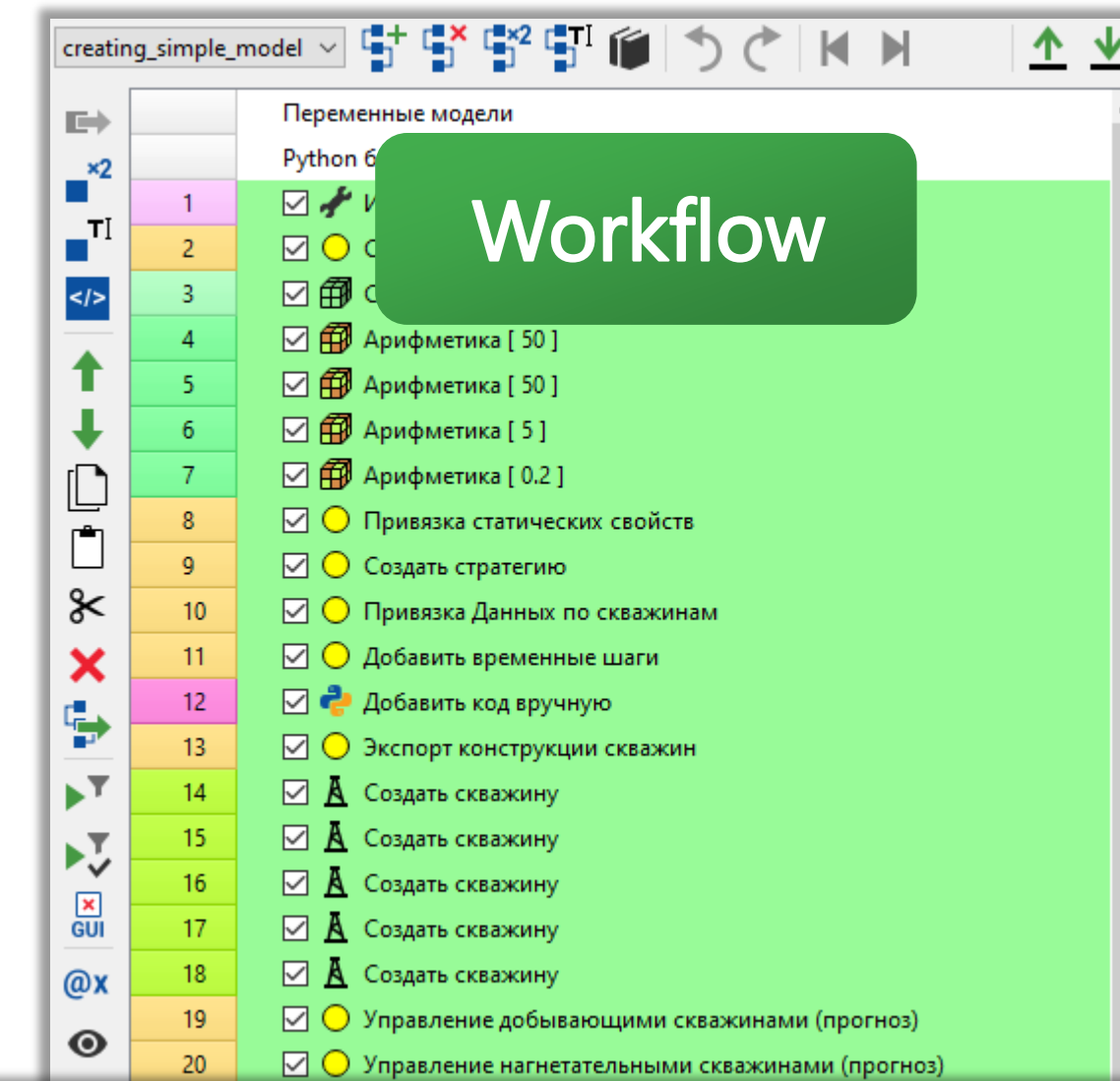
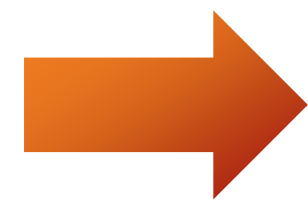
Добавление свойств щелочи



Создание простой гидродинамической модели



Настройка шагов алгоритма



Добавление свойств щелочи

Workflow

- 6 Арифметика [if (grid_property ("Porosity_Mod")==U,0.19,grid_property ("Porosity_Mod"))]
- 7 Арифметика [if (grid_property ("EQLNUM_Mod")==U,1,grid_property ("EQLNUM_Mod"))]
- 8 Арифметика [if (grid_property ("ACTNUM_Mod")==U,1,grid_property ("ACTNUM_Mod"))]
- 9 Арифметика [if (grid_property ("NTG_Mod")==U,1,grid_property ("NTG_Mod"))]
- 10 Арифметика [if (grid_property ("Permeability along Y_Mod")==U,37,grid_property ("Permeability along Y_Mod"))]
- 11 Арифметика [if (grid_property ("FIPFAULT_Mod")==U,1,grid_property ("FIPFAULT_Mod"))]
- 12 Арифметика [if (grid_property ("FIPNUM_Mod")==U,1,grid_property ("FIPNUM_Mod"))]

Щёлочь: концентрация (TRACER_CONCALCALINE) фунт/ст.бр

0.85492
0.64119
0.42746
0.21373
0.00000

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	1 0	0
2 0,0003	0,9001	2 3	5e-05
3 0,0005	0,9004	3 5	7e-05
4 0,0008	0,9006		
5 0,001	0,9009		

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	1 -15	0
2 0,0005	4	2 3	1
3 0,0008	2		
4 0,001	0,5		

Добавить события по скв.

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

Настройка шагов алгоритма

Создание геомеханической модели

Workflow

Шаг 1: Копировать существующий вариант в вариант, где будет создана модель с геомеханическими опциями

Шаг 2: Сделать расширение сетки

Шаг 4: Задать модуль Юнга и коэффициент Пуассона

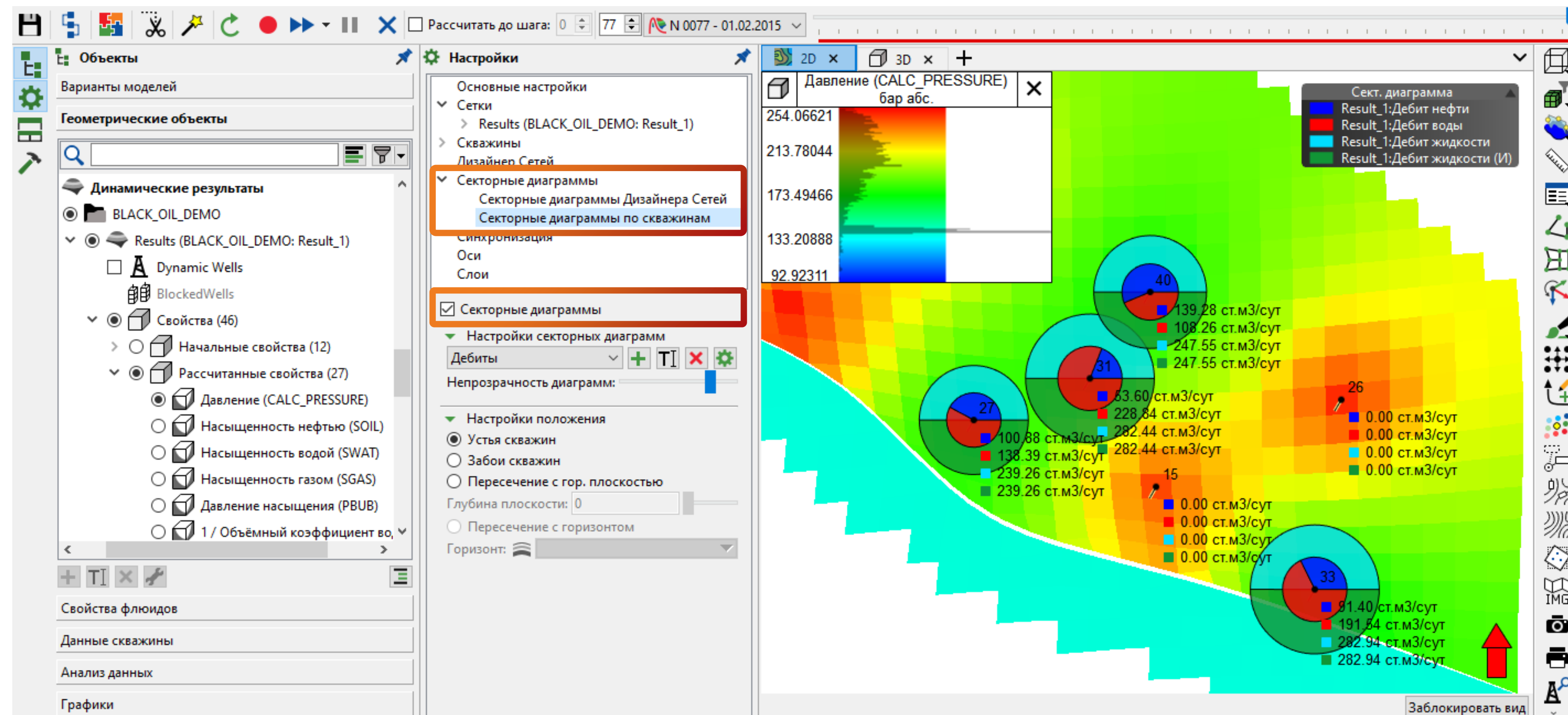
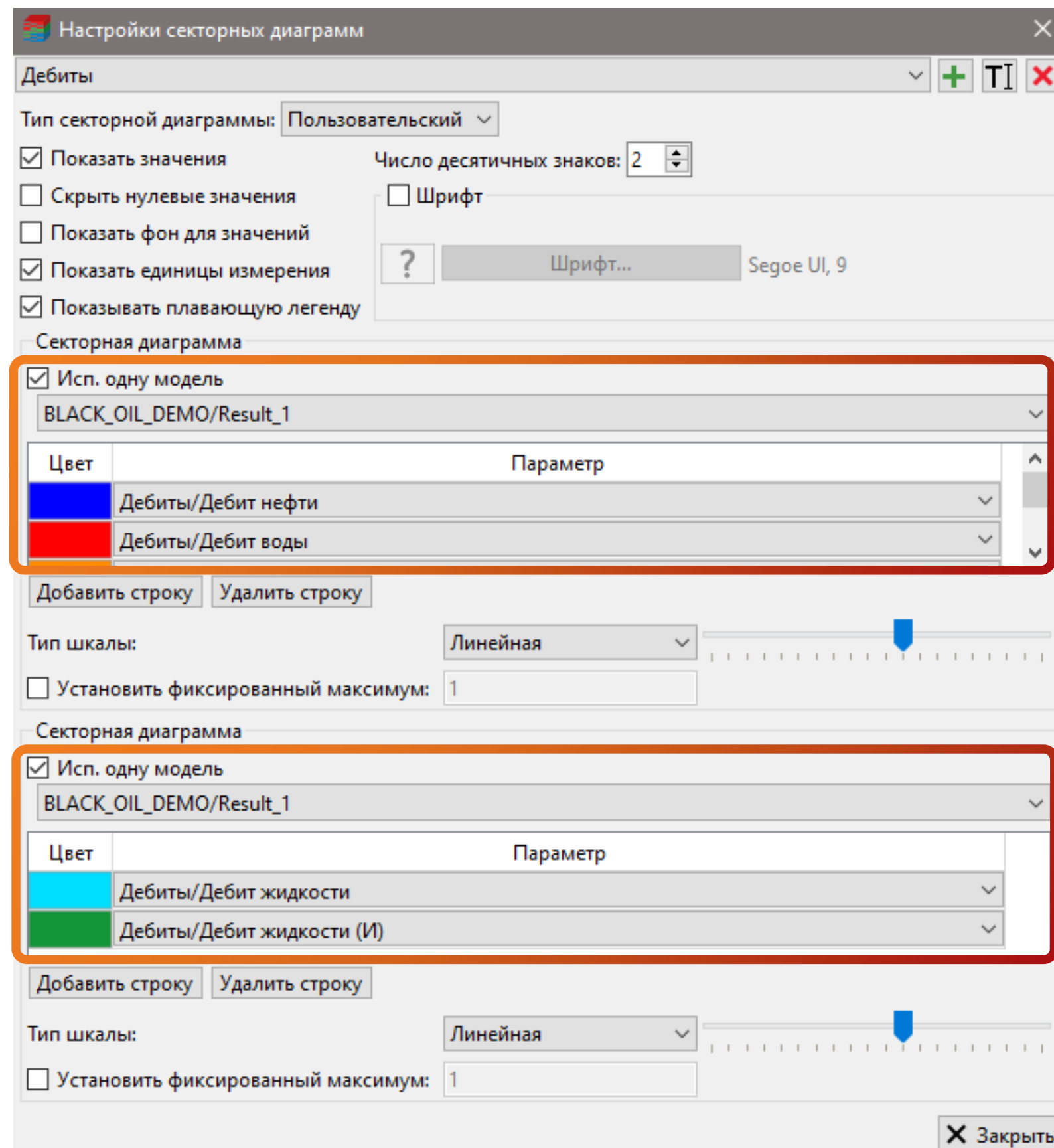
Шаг 7: Задать гранич. условия для напряжений породы

Тензор эфф. напряжения Сигма xx (EFF_STRESS_SIGMAXX) [15, 7, 1]: [1562.57414 м, -3175.51626 м, 1340.78 Масштаб по Z: 6,4653

Настройка шагов алгоритма

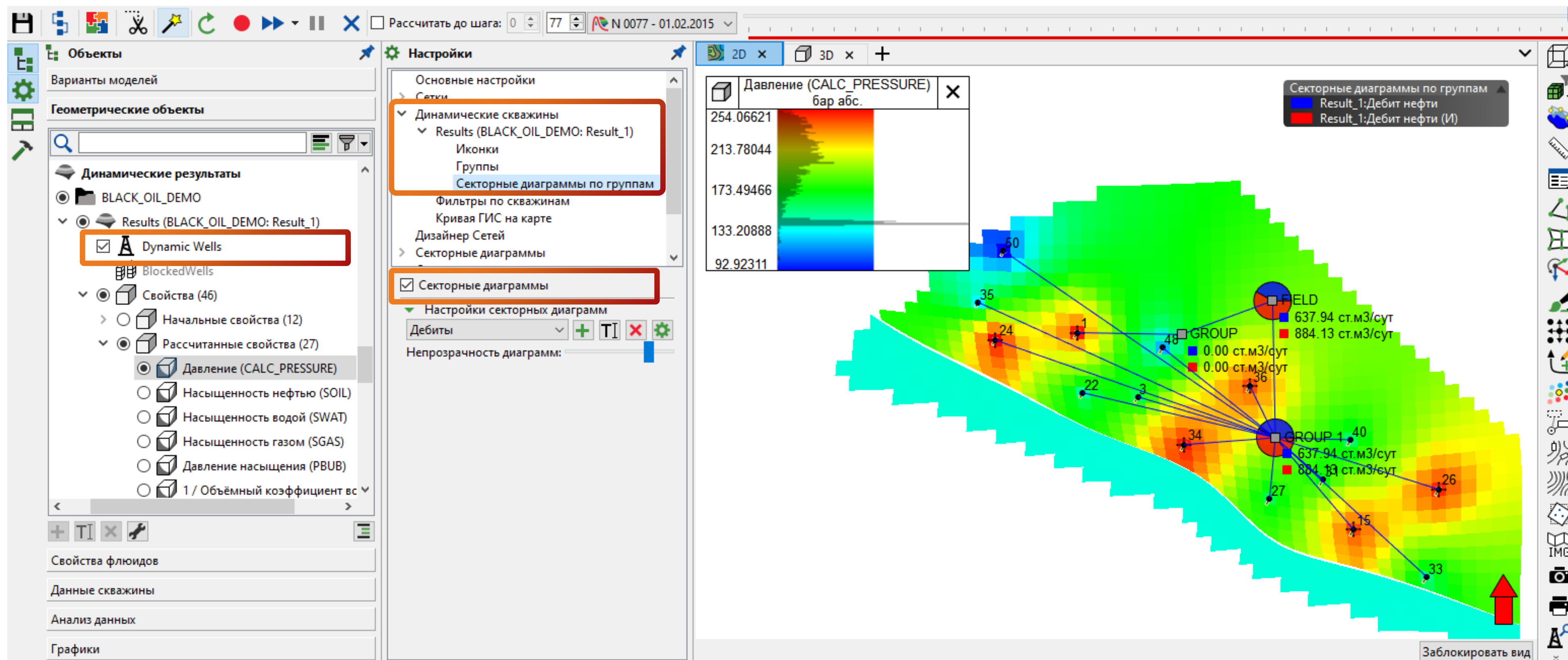
Порядок визуализации секторных диаграмм

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

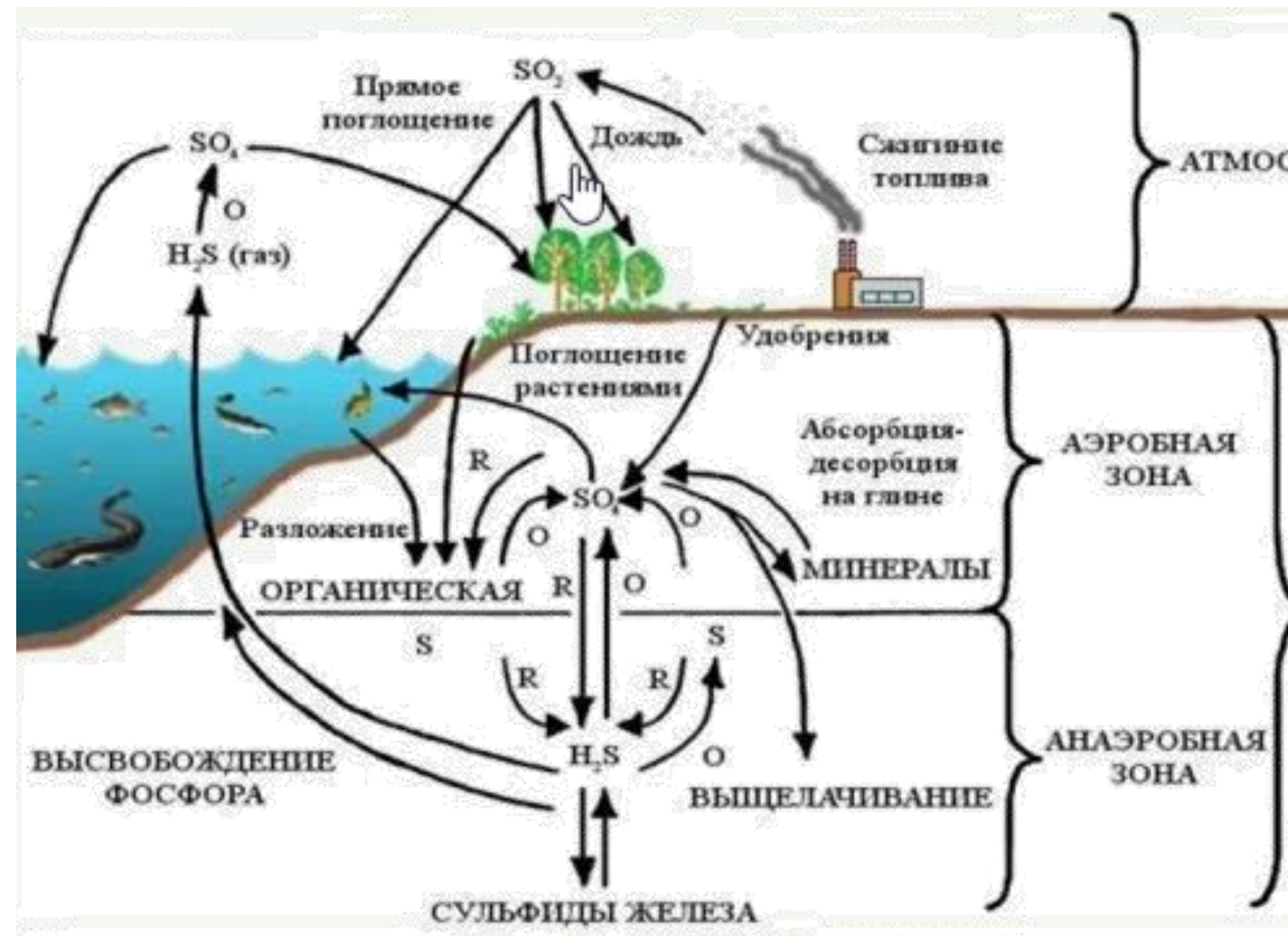
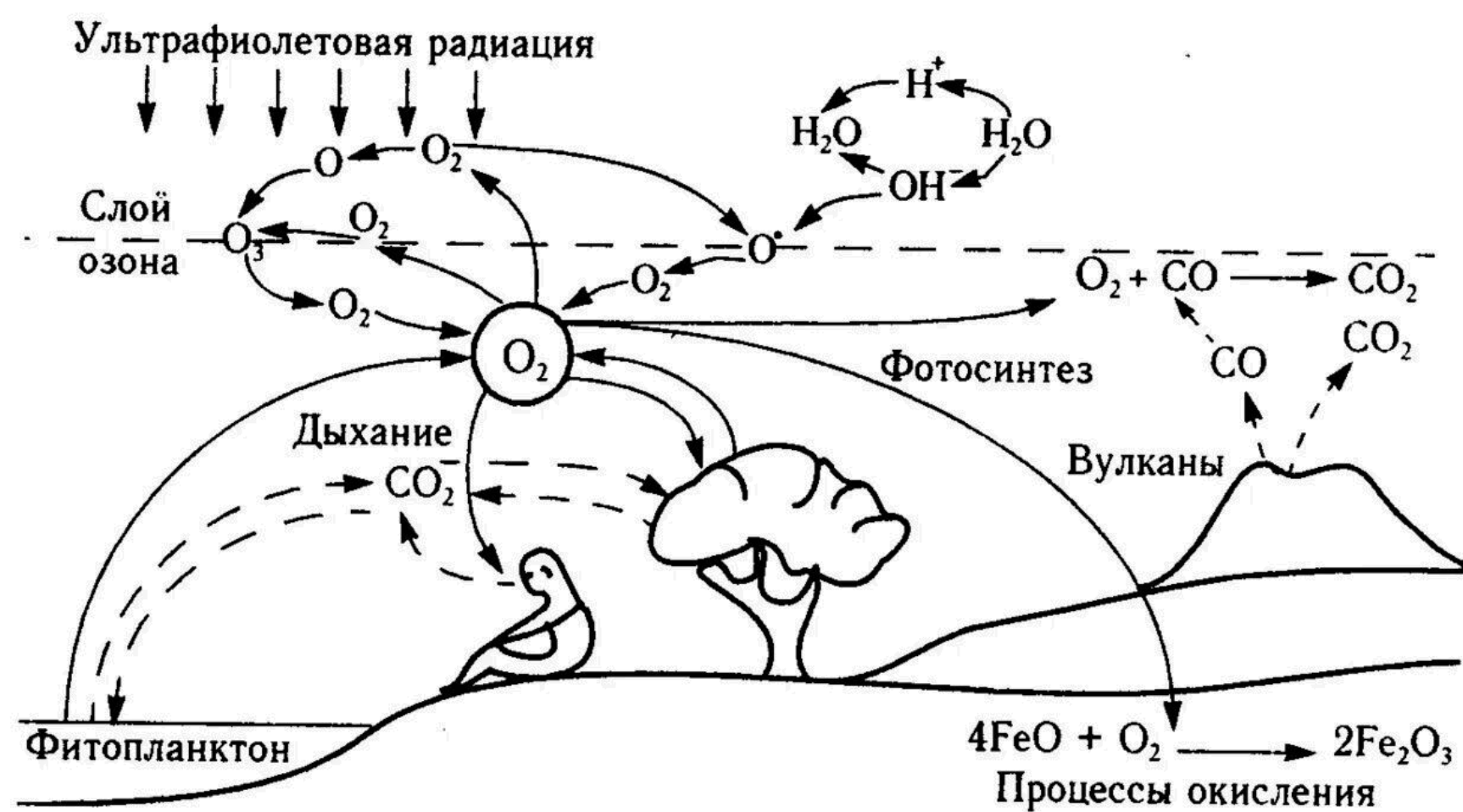
Расширена база химических реакций

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



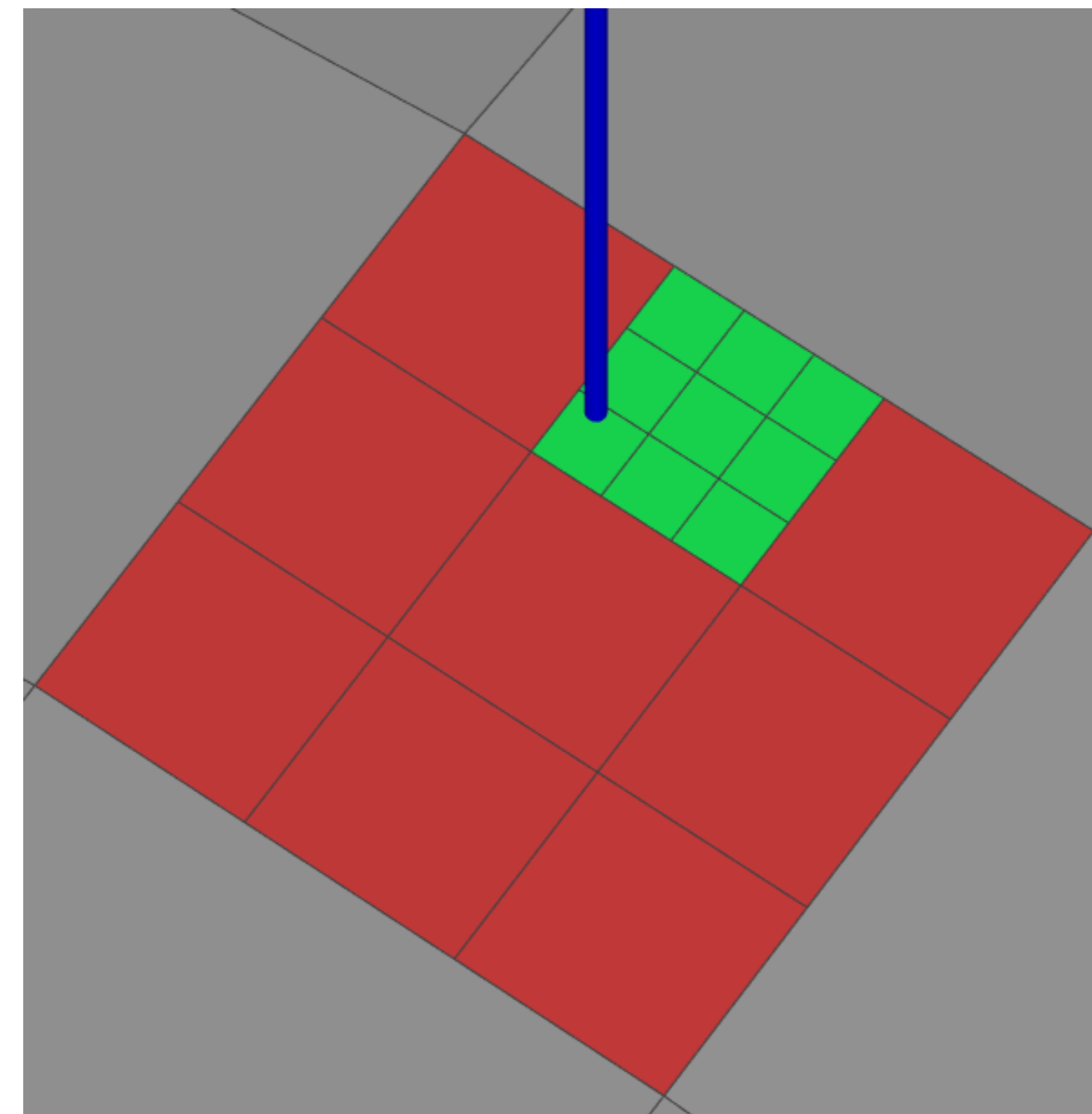
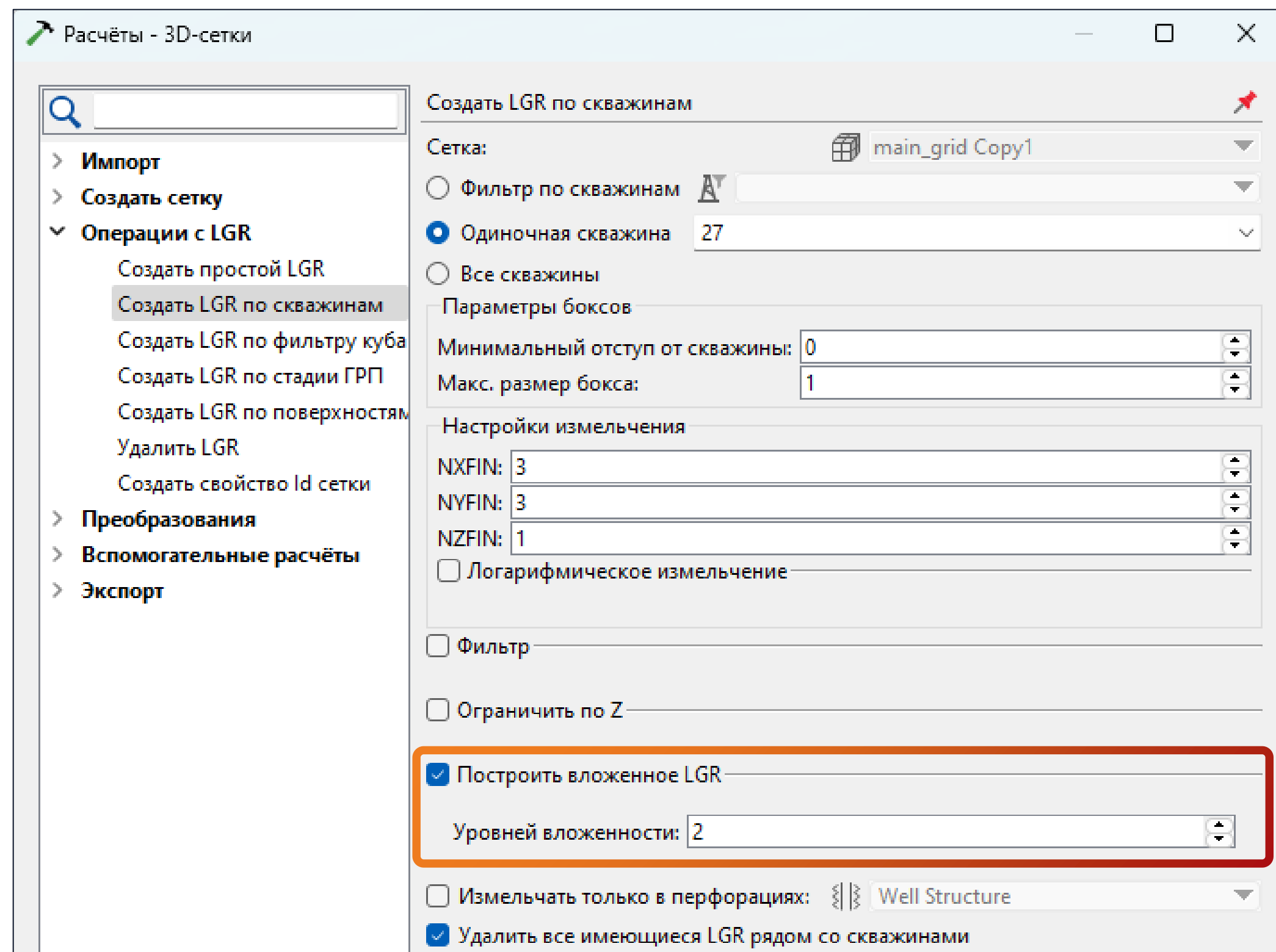
База реакций

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

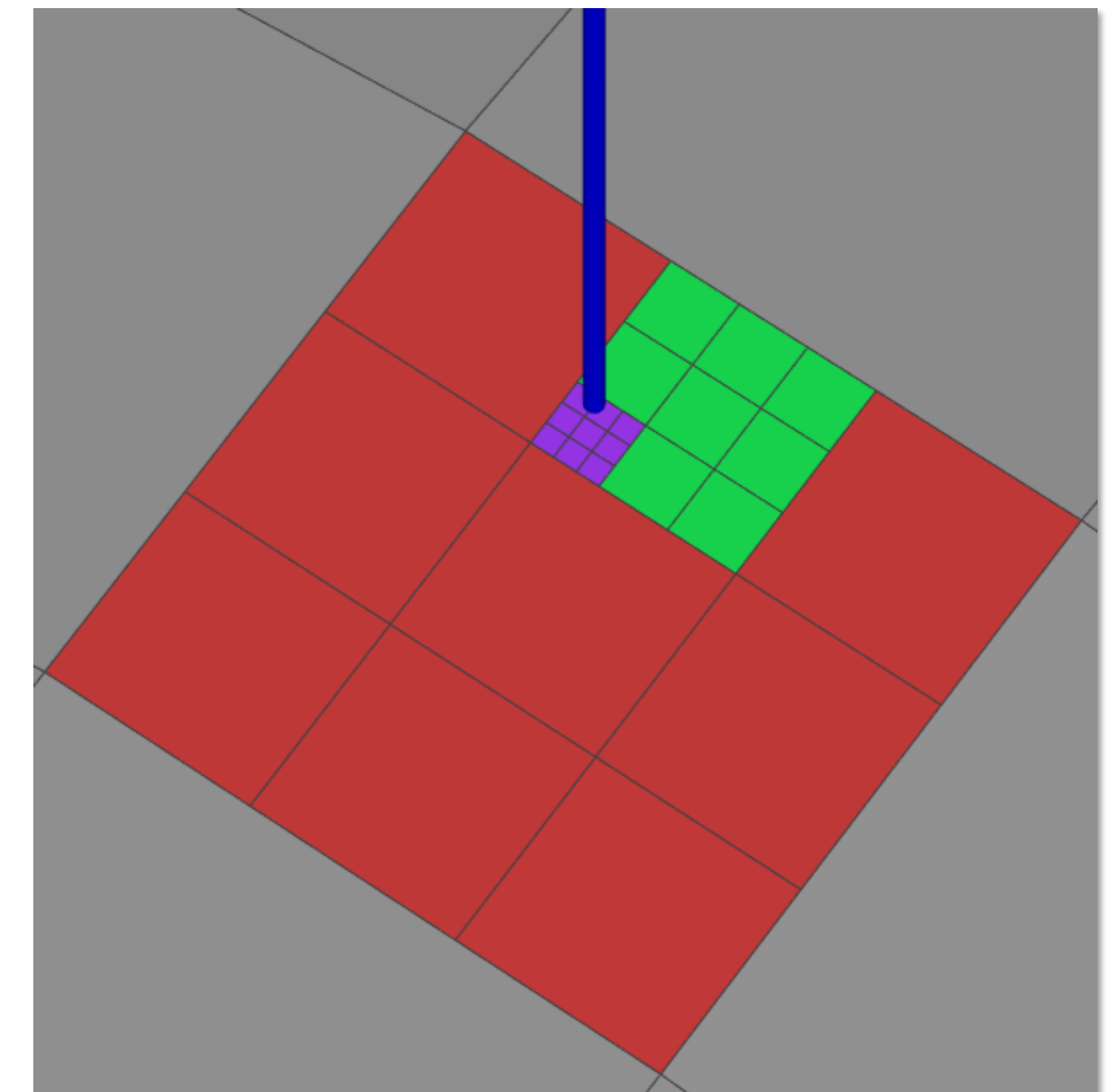
$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$
 $H_2SO_4 \rightarrow HSO_4^- + H^+$
 $HSO_4^- \rightarrow SO_4^{2-} + H^+$
 $HSe^- \rightarrow Se^{2-} + H^+$
 $VO_2^+ + 2H_2O \rightarrow VO_4^{3-} + 4H^+$
 $2H^+ + Zr(OH)_2^{2+} \rightarrow Zr^{4+} + 2H_2O$
 $2NpO_2^{2+} + 2H_2O \rightarrow (NpO_2)_2(OH)_2^{2+} + 2H^+$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

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)



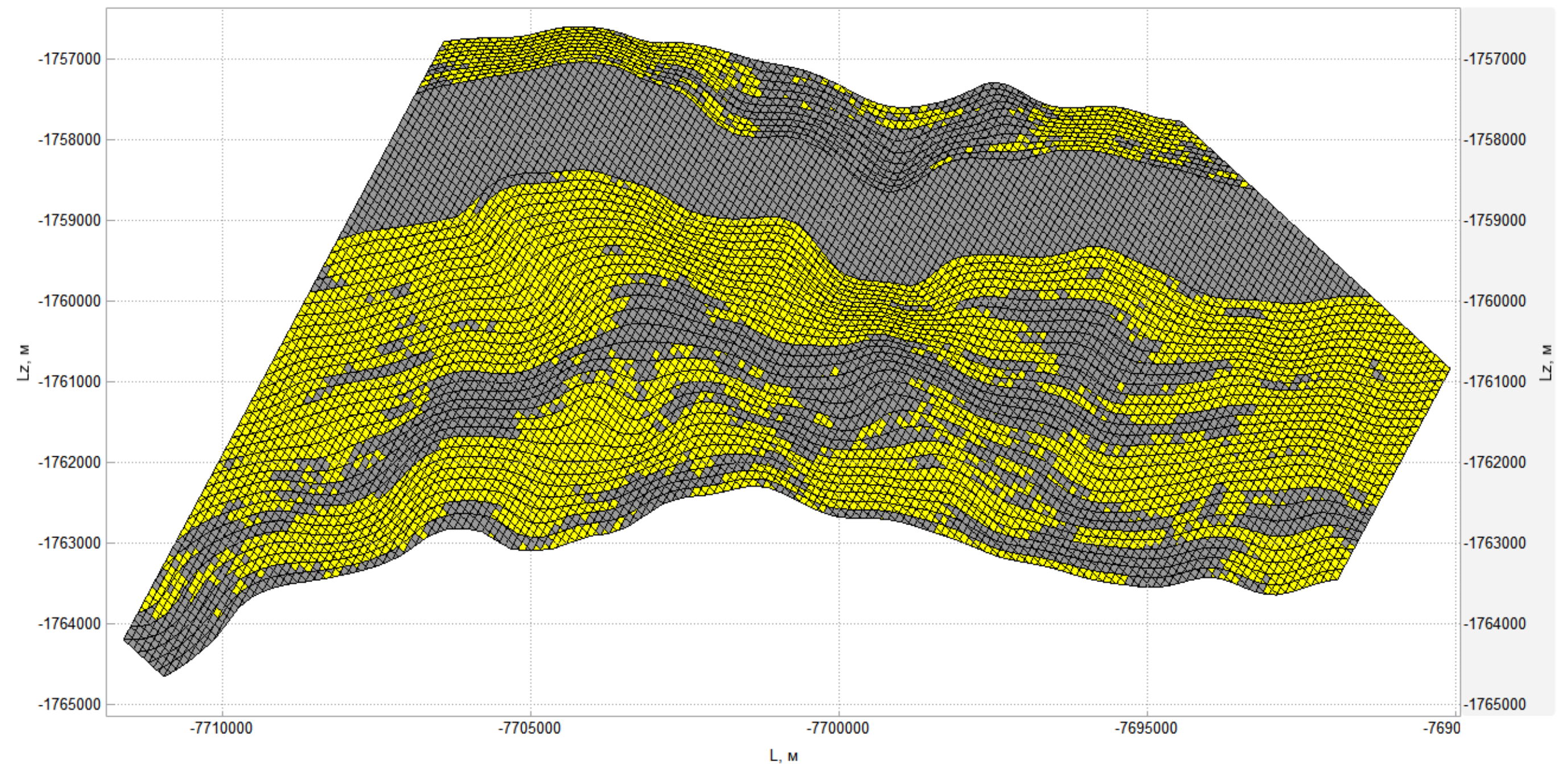
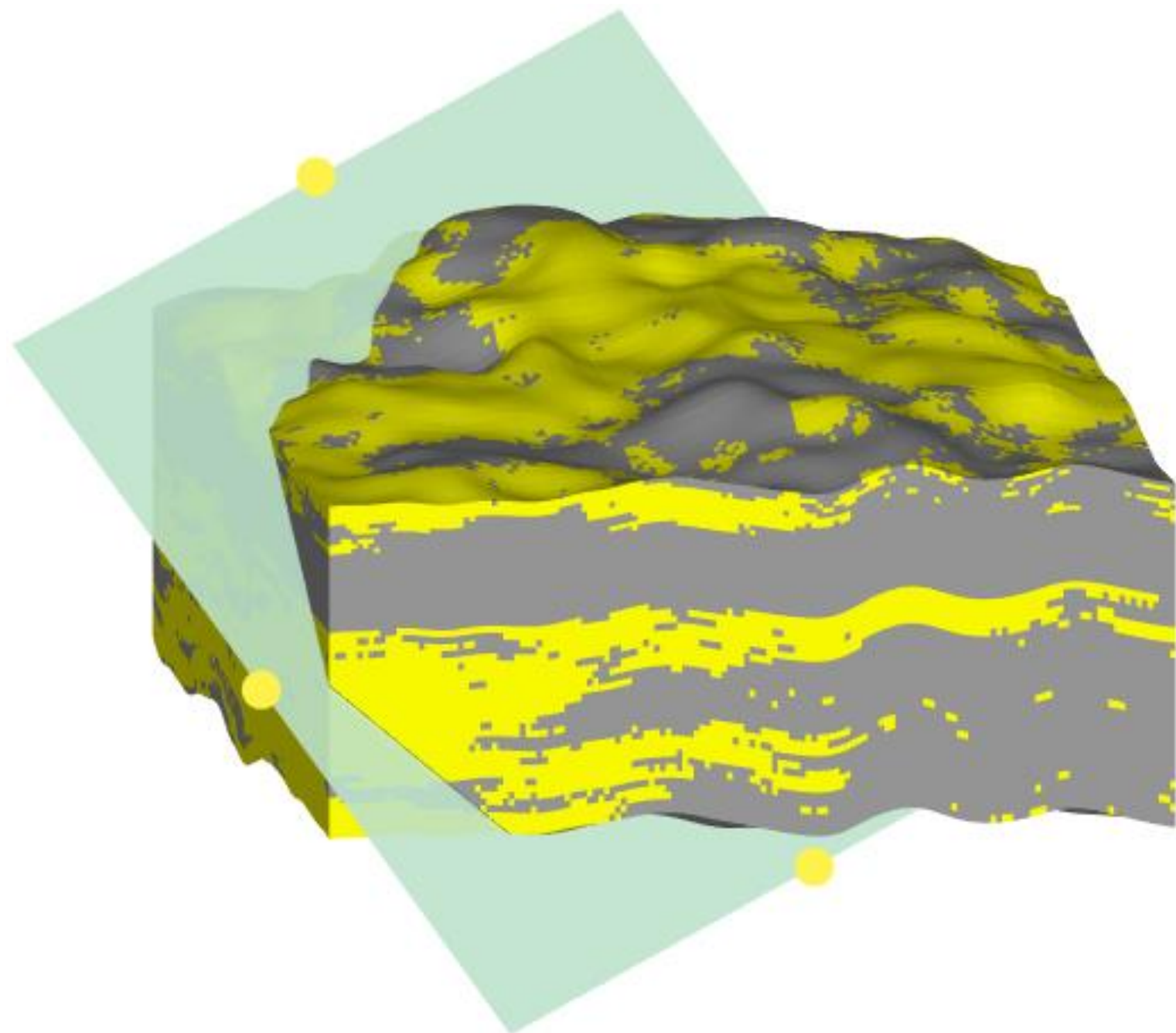
Уровней вложенности = 2



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)



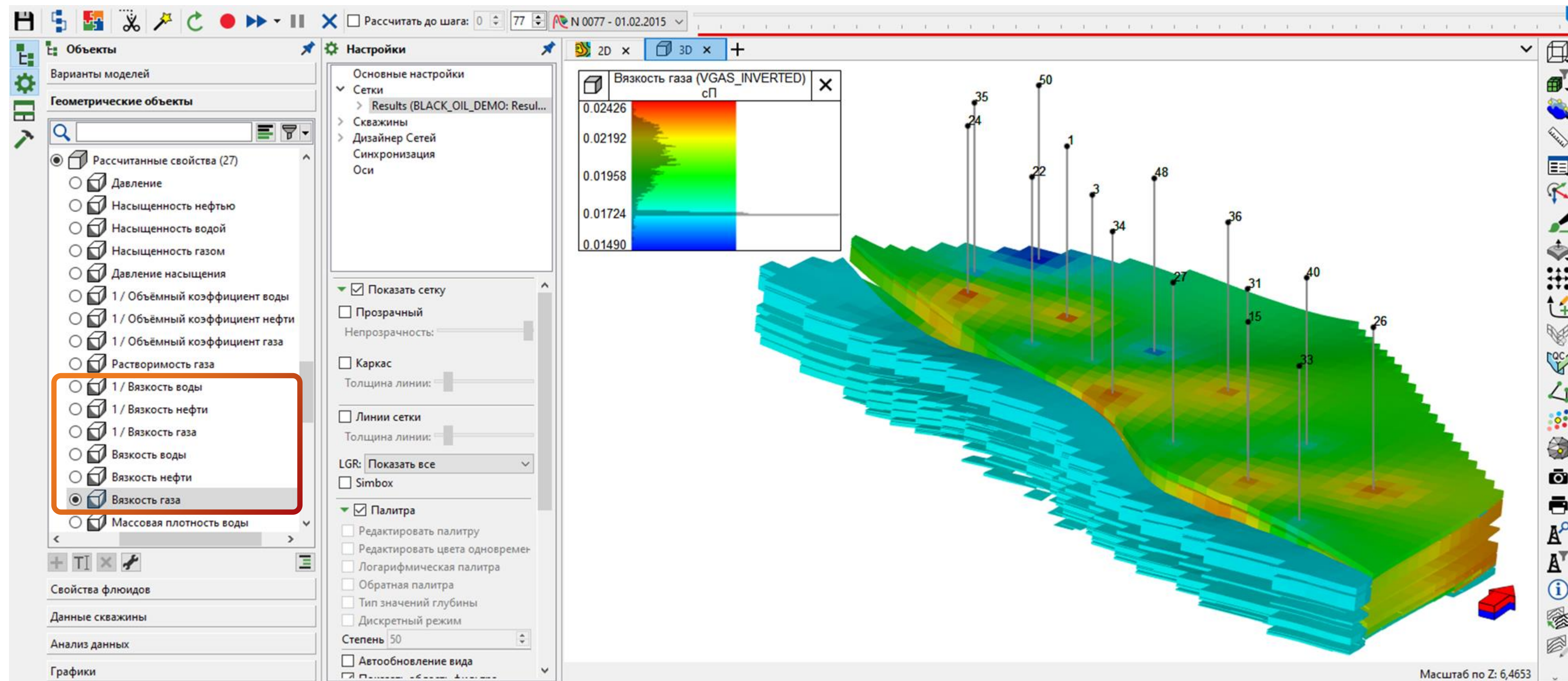
Создание Сечения на вкладке 3D

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




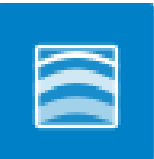














Проект [Дизайнеры](#) [Моделирование](#) [Настройки](#) [Лицензии](#) [Помощь](#)

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 for fracture conductivity simulation. On the left, there are panels for 'Объекты' (Objects) and 'Настройки' (Settings). The 'Настройки' panel includes options for 'Скважины' (Wells), 'Результаты Симулятора ГРП' (Fracture Simulation Results), 'Синхронизация' (Synchronization), and 'Слои' (Layers). A red dashed box highlights the 'Индивидуальные настройки визуализации для каждого окна' (Individual visualization settings for each window) section, which includes 'Временные шаги' (Time steps) set to '14.09.2022 - 12:27:55.000', 'Непрозрачность' (Opacity), and 'Скрыть незадаанные значения' (Hide undefined values) checked. Below this, there are options for 'Карта' (Map) set to 'Ширина' (Width) and 'MD' set to '6955.38'. A red dashed box also highlights the '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). The main area contains four plots showing fracture conductivity profiles. Each plot has 'L, фут' (L, ft) on the x-axis and 'Z, фут' (Z, ft) on the y-axis. The plots show a vertical well labeled 'WELL_2' and a horizontal fracture with varying conductivity profiles. A red dashed box highlights the 'Настроить области просмотра' (Configure view areas) dialog box, which has a grid and a 'Синхронизировать оси в областях просмотра' (Synchronize axes in view areas) checkbox checked. The 'OK' button is highlighted with a red box.

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




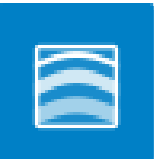














Проект [Дизайнеры](#) [Моделирование](#) [Настройки](#) [Лицензии](#) [Помощь](#)

Параллельность: 8 ядер Использовать GPU



ТНАВИГАТОР

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

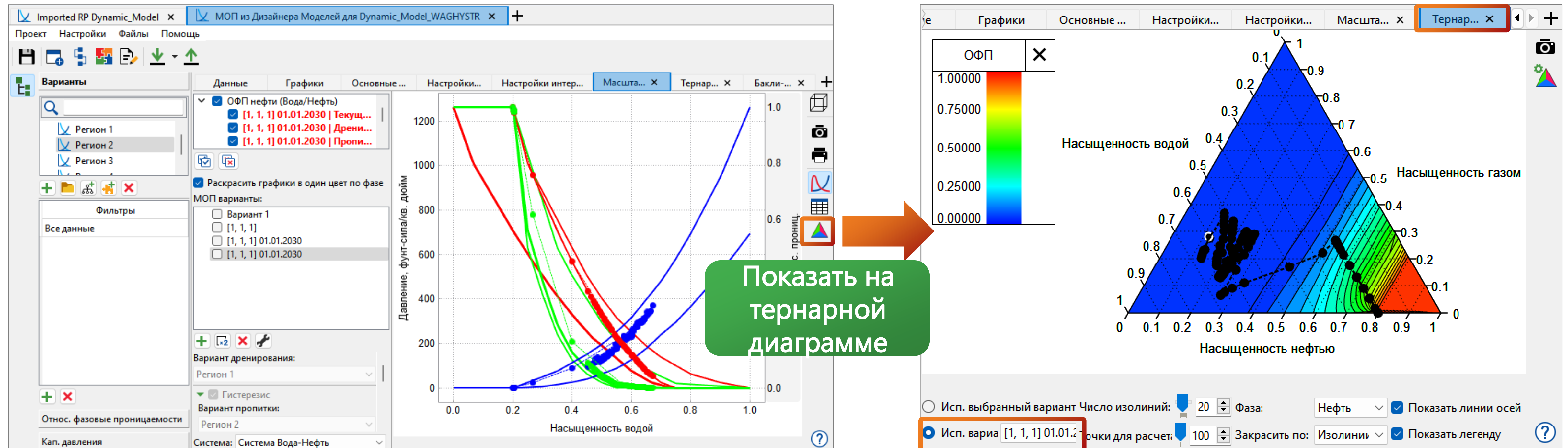
 Дизайнер Геологии Геологическое моделирование	 Дизайнер Моделей Создание, расчёт и анализ динамических моделей и интегрированных проектов	 Расчёт Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических и интегрированных
 Сейсмика Работа с сейсмическими данными	 PVT Дизайнер Работа с моделью флюида	 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)













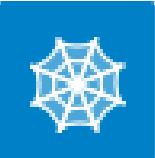







PVT Дизайнер

Проект Дизайнеры Моделирование Настройки Лицензии Помощь

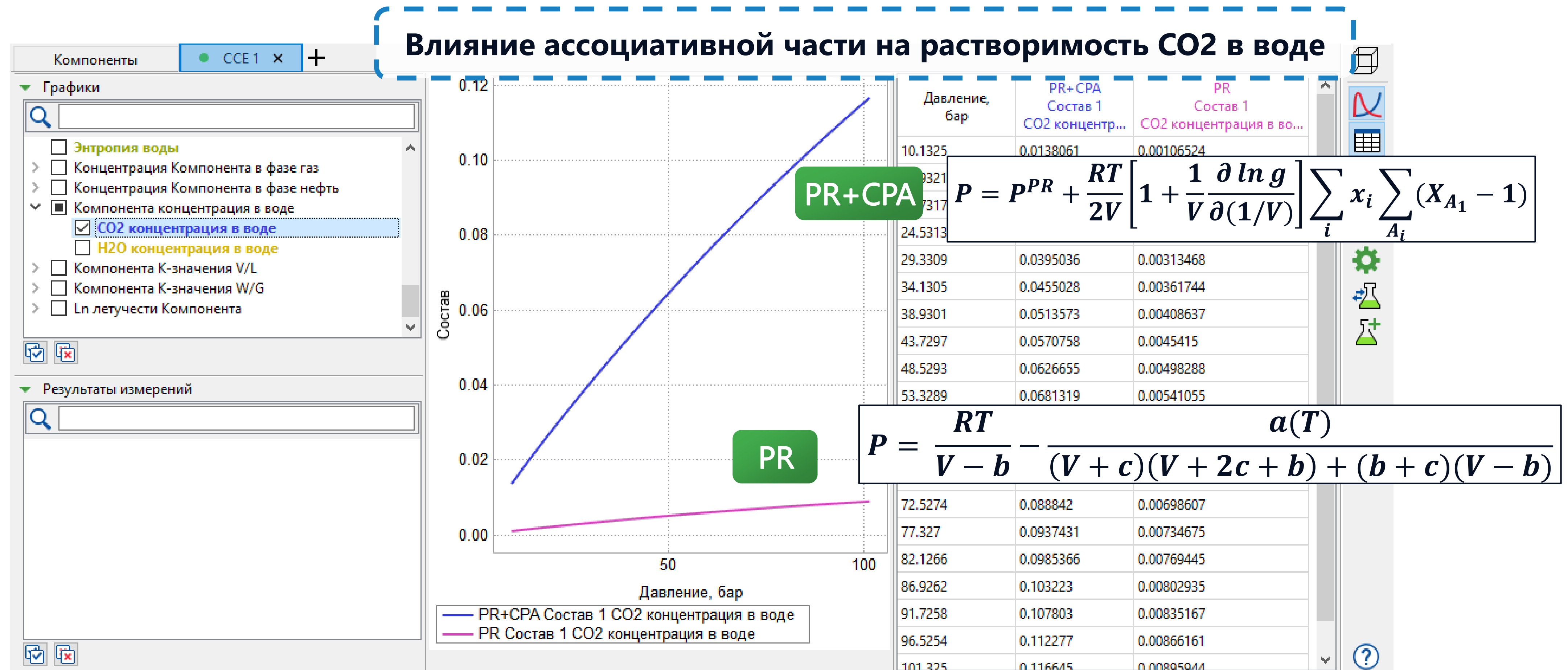
Параллельность: 8 ядер Использовать GPU

 **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

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 давле... 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 солености

- 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

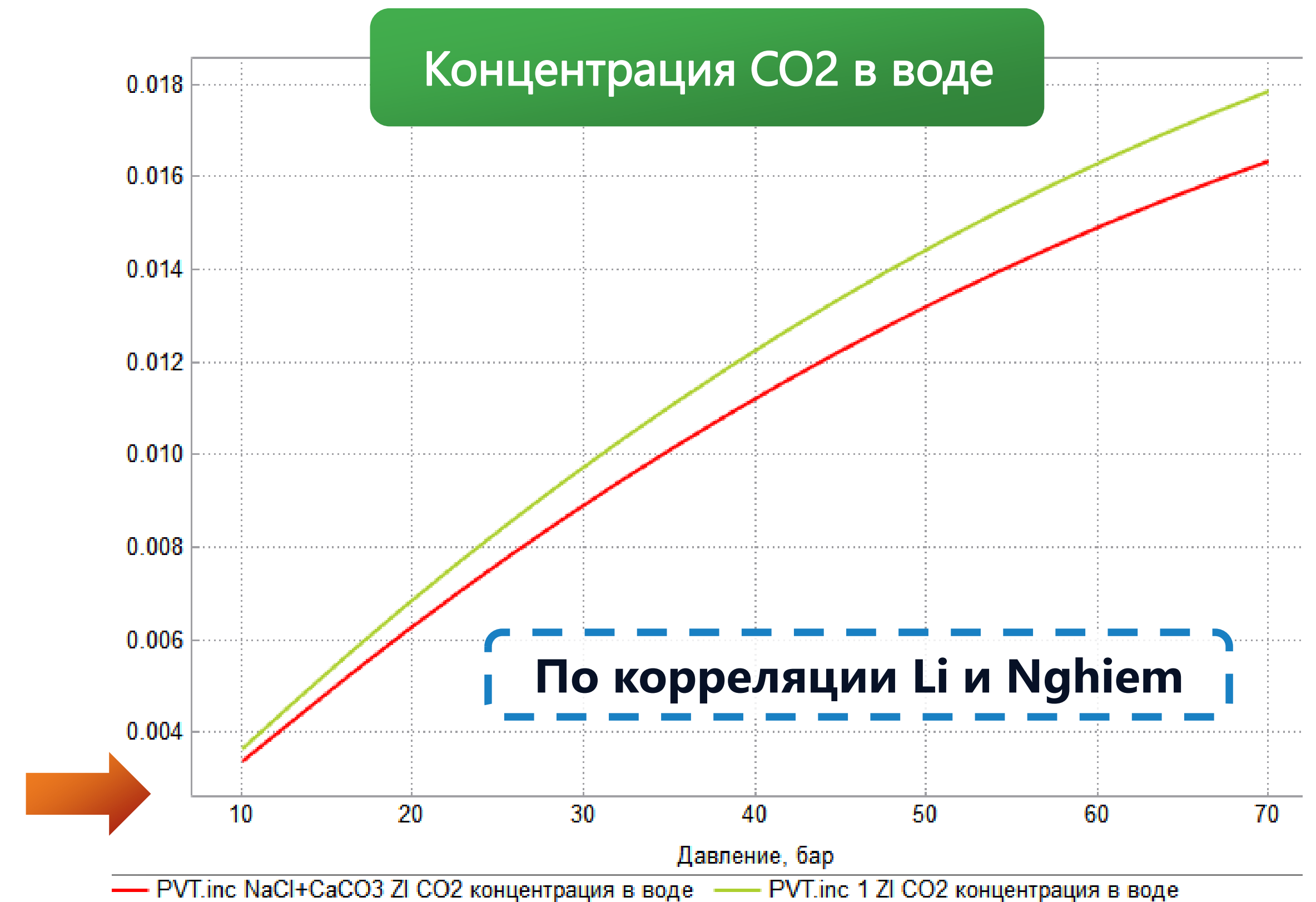
Эффективная солёность указывает на водные компоненты-соли

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 H+		1...	131	4...	999....	0.3	0	0
2 CA++	0.416667	40.08	131	4...	999....	0.3	0	1
3 CACL+		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



ССЕ: расчет влагосодержания

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

Настройки эксперимента

Имя: ССЕ 1

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

Разрешить растворимость компонентов в воде

Свойства воды

Молярное 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 ?

Графики

Объёмн. коэфф. нефти

Объёмн. коэфф. газа

Объёмн. коэфф. воды

H2O в газе (влагосодержание)

Плотность нефти

Плотность газа

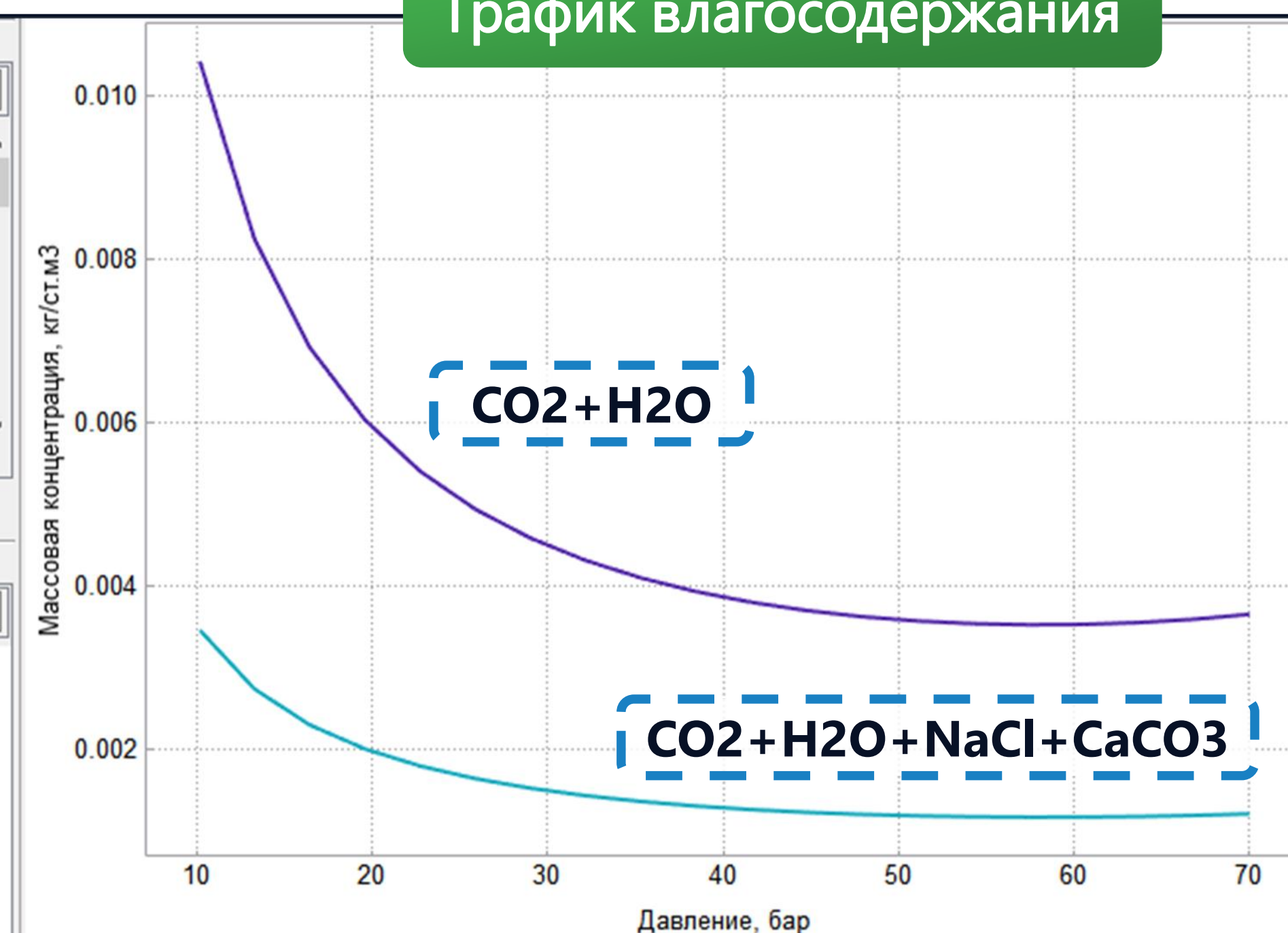
Плотность воды

Вязкость нефти

Вязкость газа

Вязкость воды

Результаты измерений



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, С 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

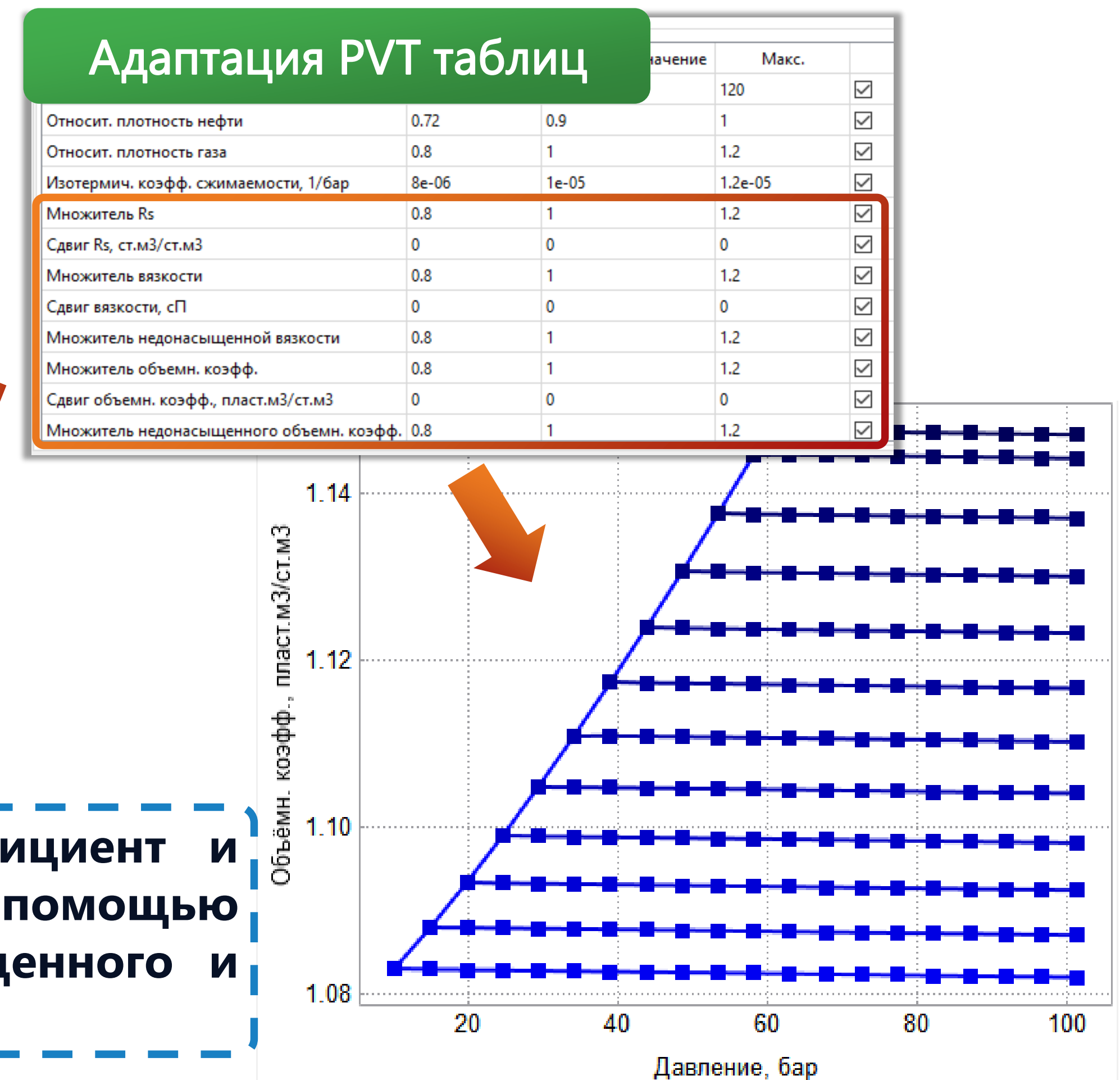
Множитель объемн. коэфф. 1

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



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 (Σ=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




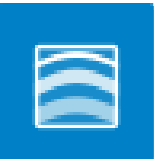














Проект [Дизайнеры](#) [Моделирование](#) [Настройки](#) [Лицензии](#) [Помощь](#)

Параллельность: 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

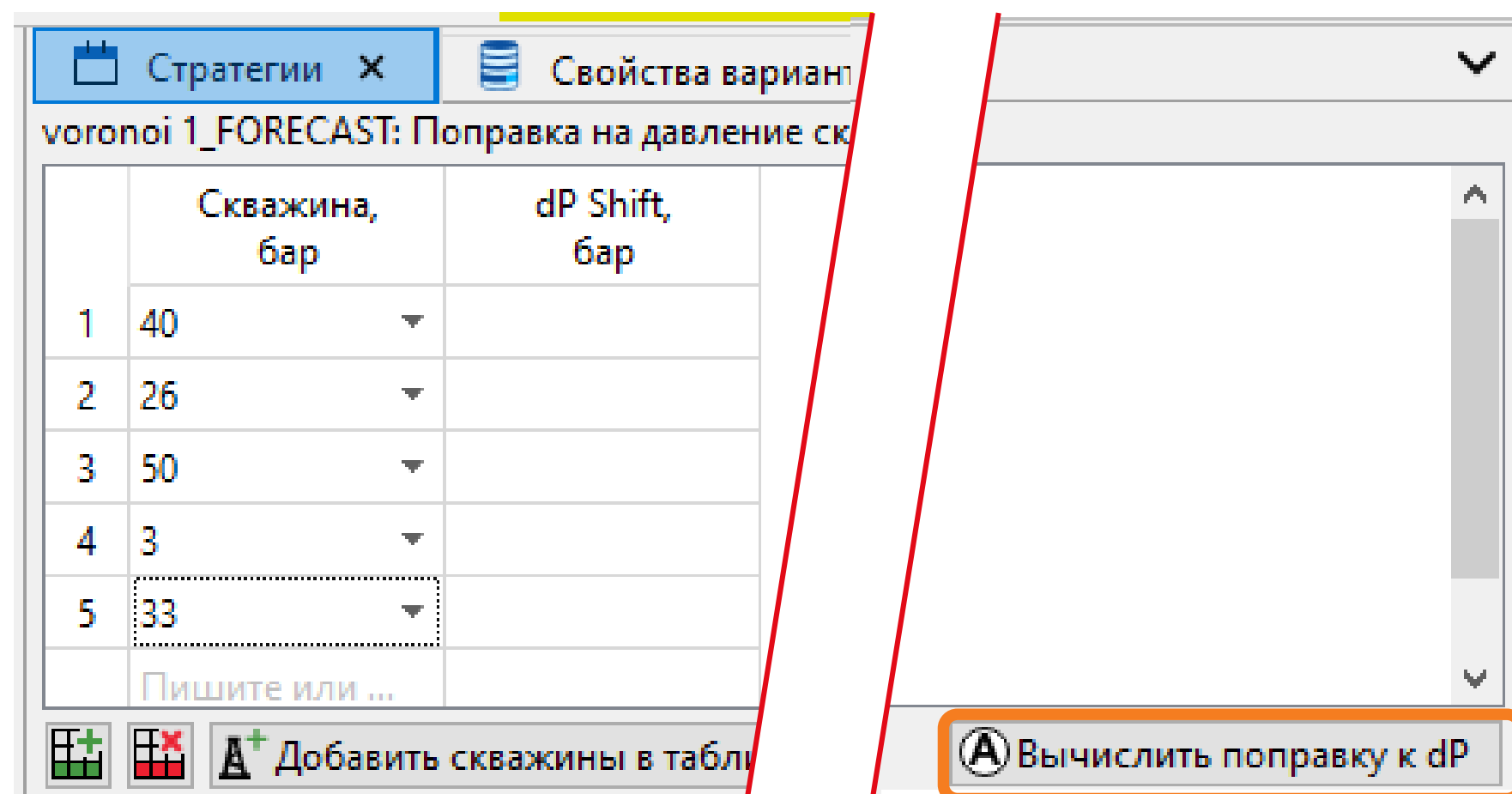
Поправка к значению пластового давления

- 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 поддержана 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

Вода-нефть | Газ-Нефть

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

Настройки: RP Project

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

Давление, бар | Относ. прониц.

Насыщенность

Добавленные варианты ОФП появятся в окне Свойства флюидов

Закрывать | Запустить адаптацию | **Добавить вариант**

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)

Адаптация

Настройки адаптации

Выбор результата: DynamicModel2

Базовый вариант: LET

Основные настройки: Дифференциальная эволюция

Число итераций: 1000

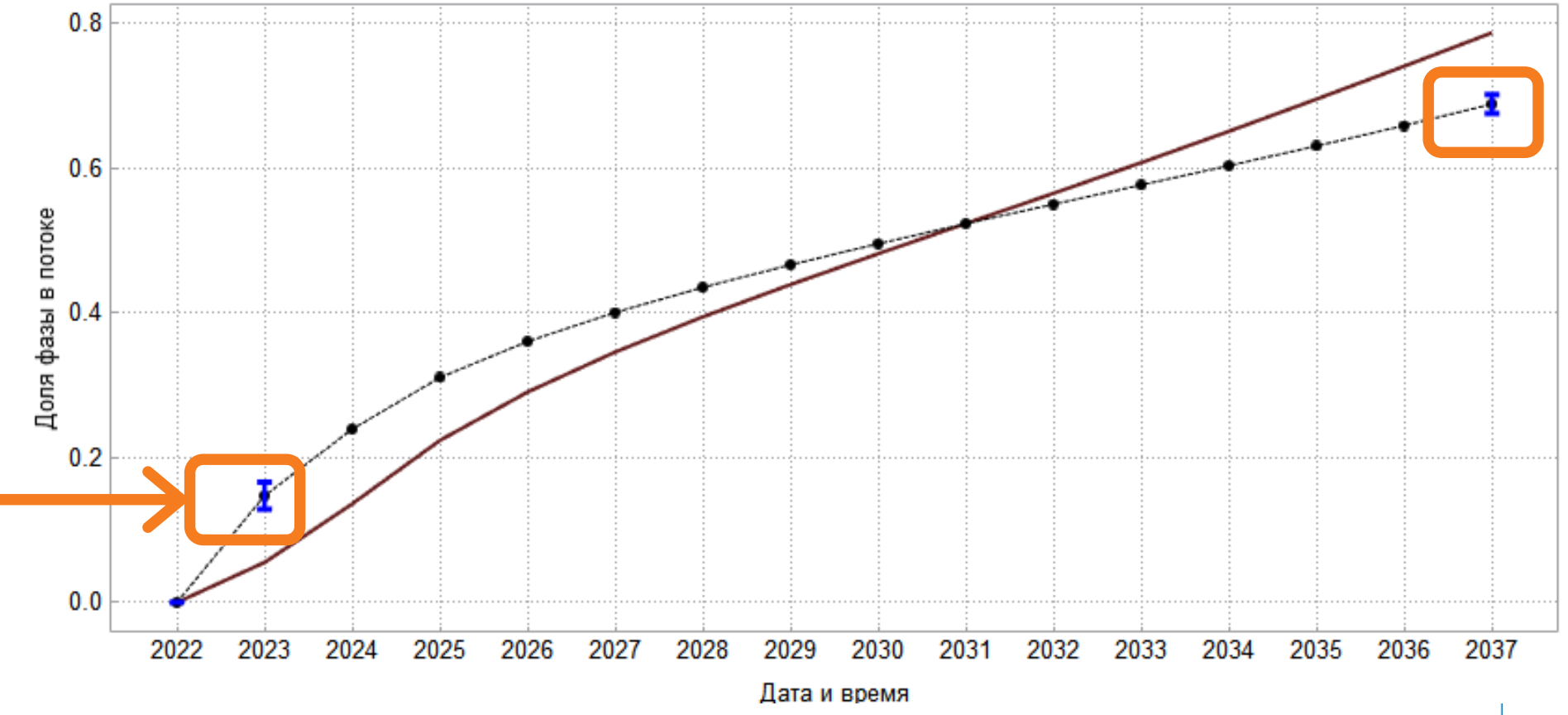
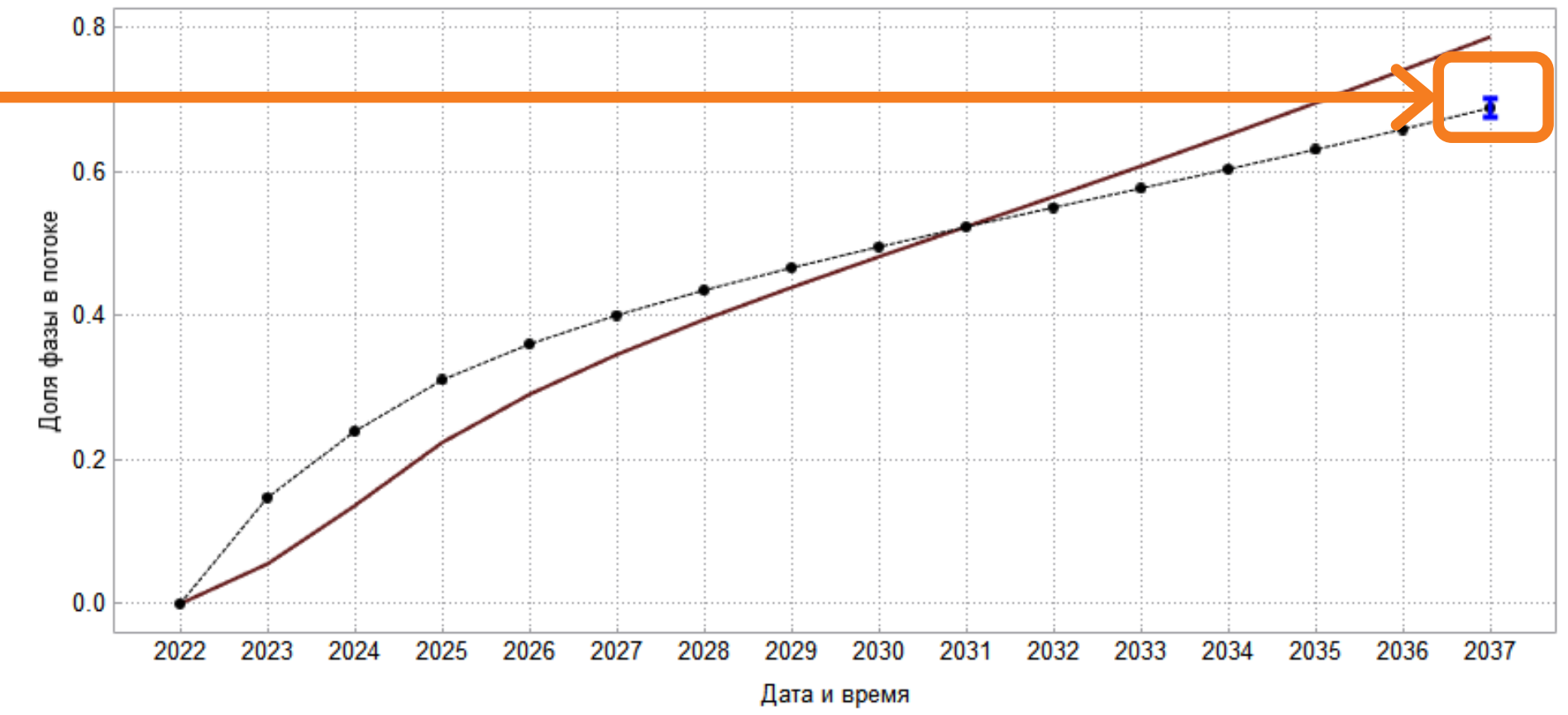
Необходимое улучшение (%): 2

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



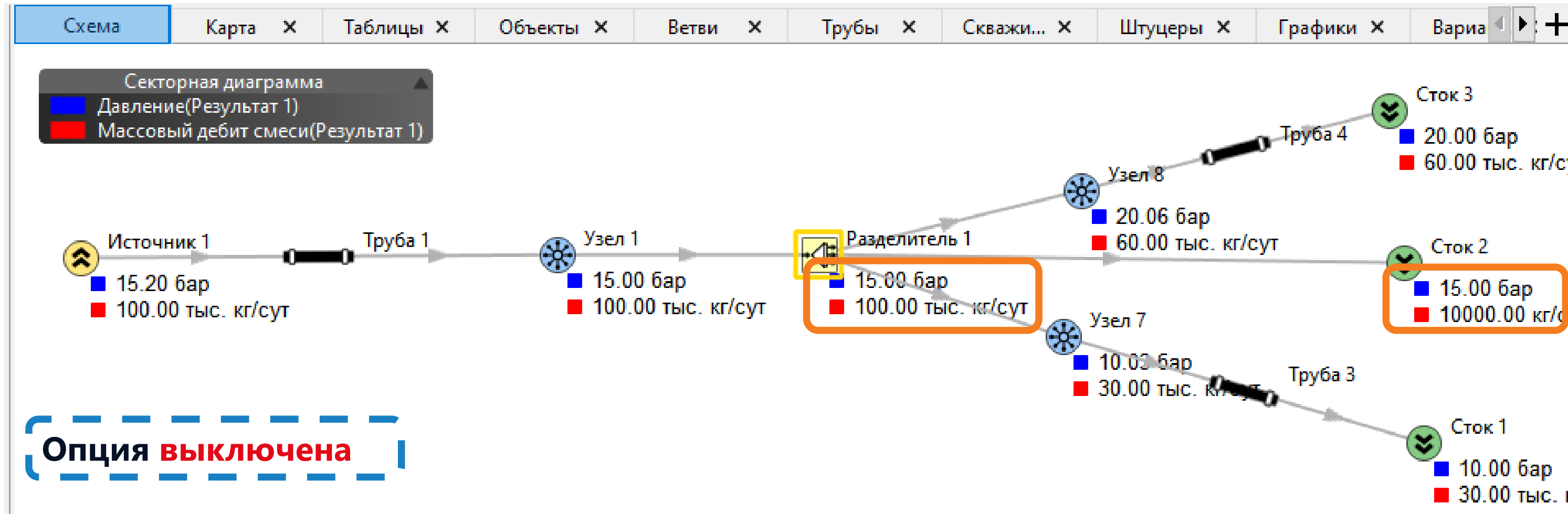
ТНАВИГАТОР

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

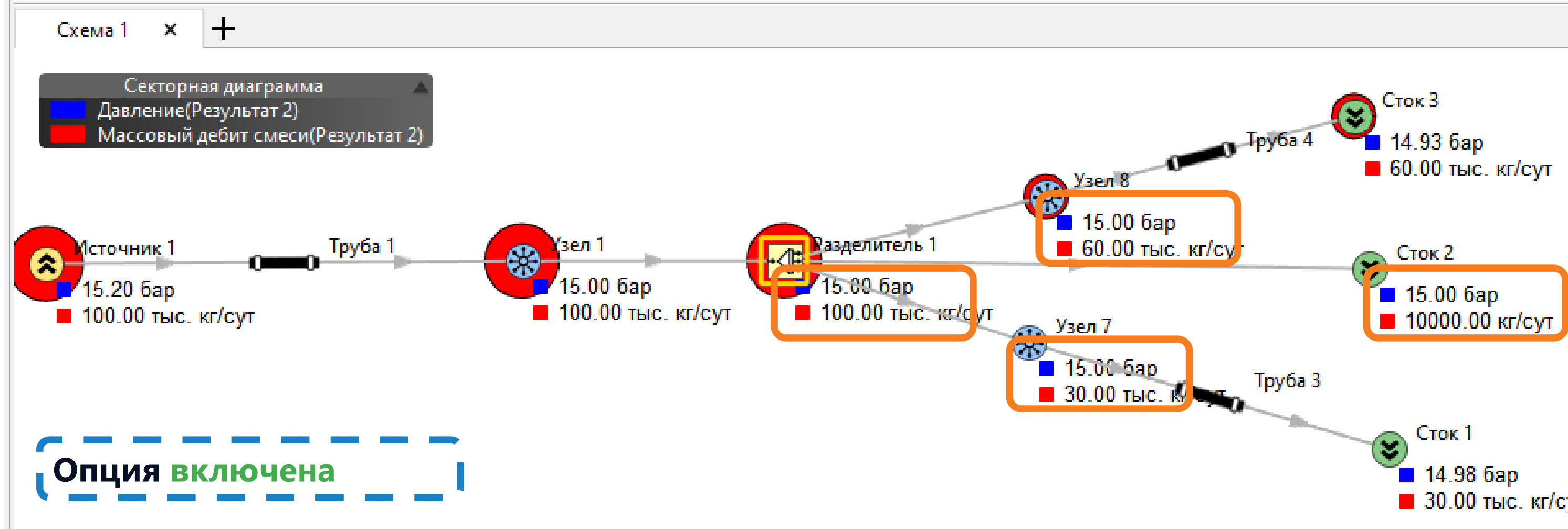
 Дизайнер Геологии Геологическое моделирование	 Дизайнер Моделей Создание, расчёт и анализ динамических моделей и интегрированных проектов	 Расчёт Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических и интегрированных
 Сейсмика Работа с сейсмическими данными	 PVT Дизайнер Работа с моделью флюида	 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**



Опция **включена**

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

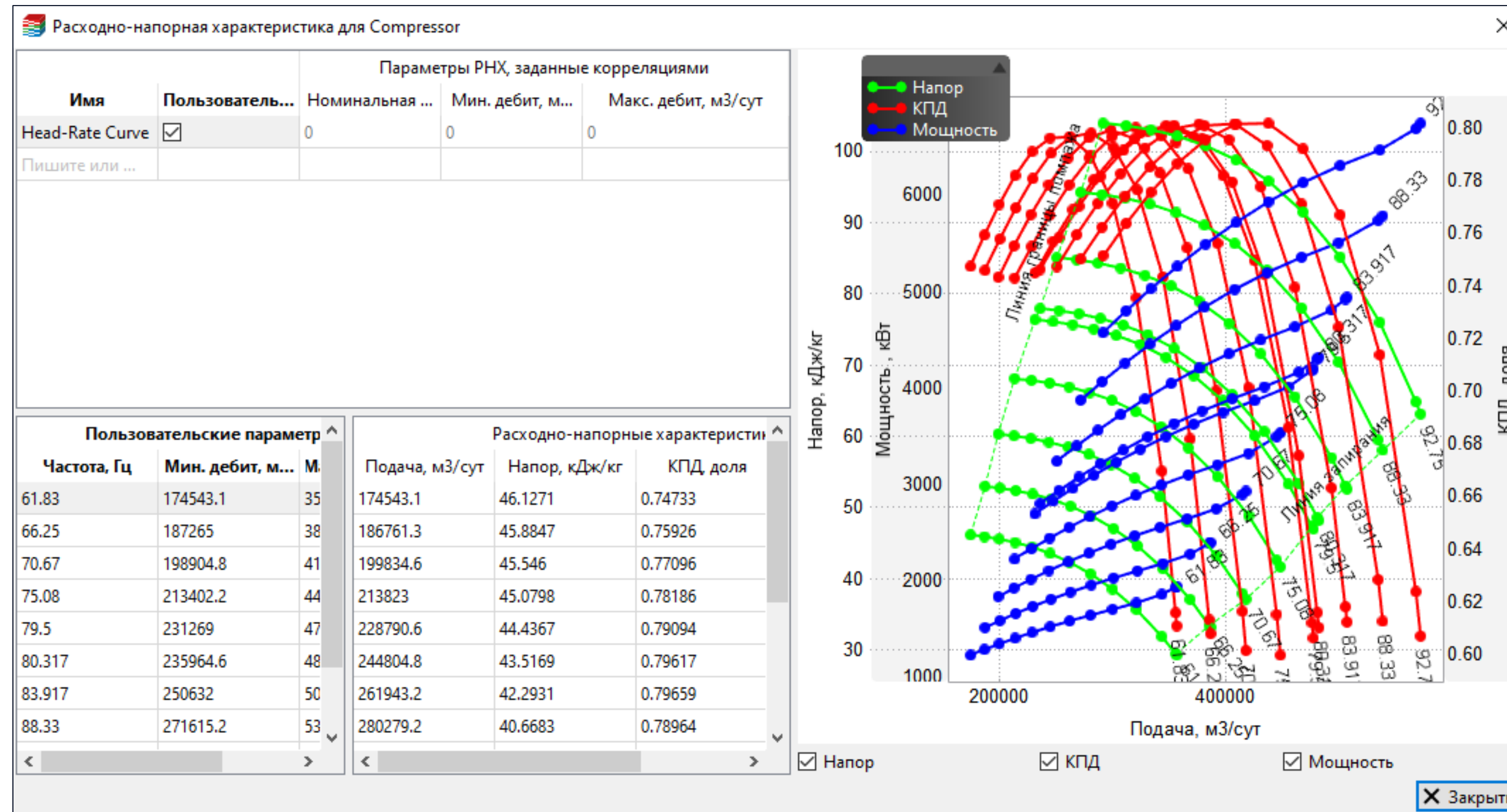
Разделитель 1

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

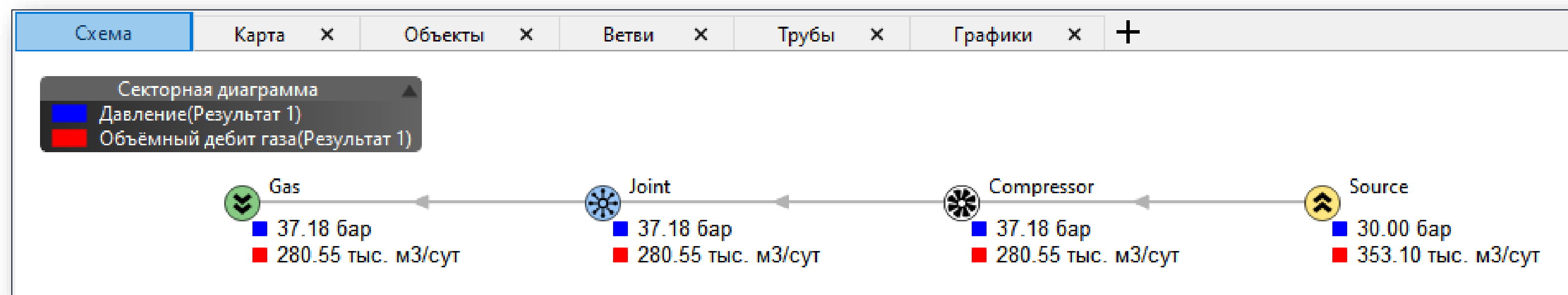
Изоэнтروпийный процесс Компрессора

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



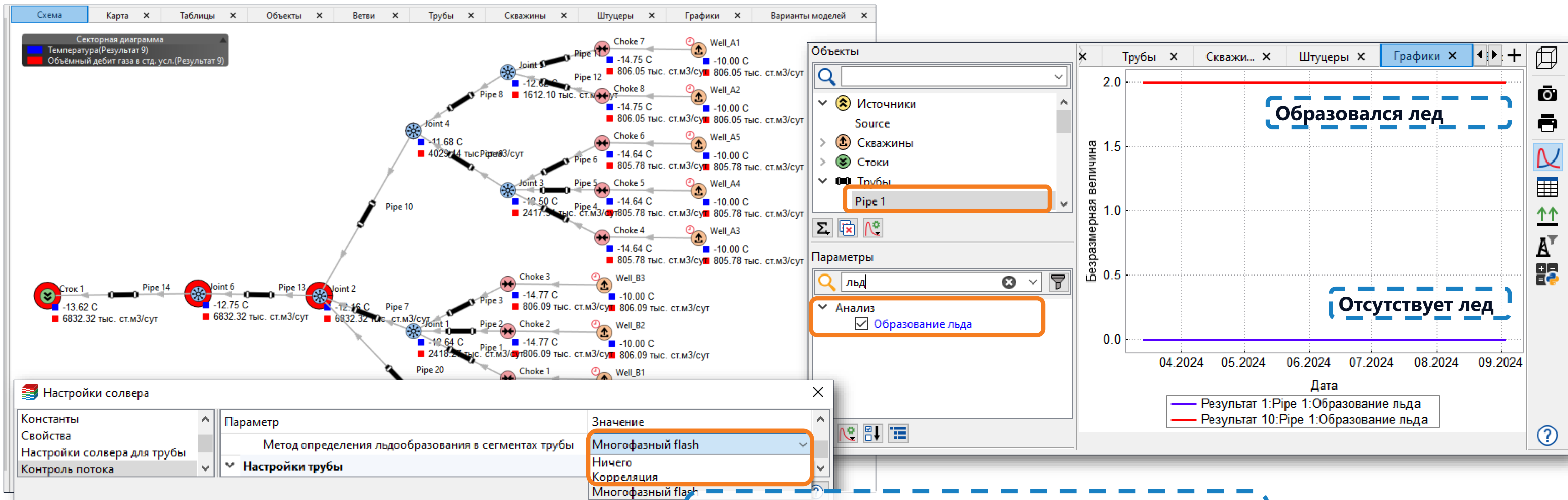
Compressor

Компрессор	
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)

The image displays the software interface for network design, showing a schematic diagram and the optimization settings for hydrate formation inhibition.

Схема (Before Optimization): The schematic shows a network with two sources (Источники) and two nodes (Узлы). Source 1 has a pressure of 30.06 бар and a temperature of 10.00 C. Source 2 has a pressure of 30.06 бар and a temperature of 6.00 C. Node 1 has a pressure of 30.06 бар and a temperature of 5.92 C. Node 2 has a pressure of 30.06 бар and a temperature of 4.16 C. The pipes are labeled Труба 1 and Труба 2. A red dashed box highlights the text: **До оптимизации (Присутствуют гидраты в сети)**.

Оптимизация ингибитора (Inhibitor Optimization Settings): The settings window shows the following configuration:

- Основные настройки:
 - Макс. число итераций: 15
 - Добавить шаг ингибитора: 0.01
- Тип расхода: Массовый дебит смеси (Mass flow rate of mixture)
- Макс. расход: 10000
- Источники: Источники (Sources) are checked, including Источники 1 and Источники 2. Скважины (Wells) are unchecked.

Схема (After Optimization): The schematic shows the same network after optimization. The temperatures at the nodes have changed: Node 1 is now 3.48 C and Node 2 is 3.00 C. A green dashed box highlights the text: **После оптимизации (Нет гидратов)**.

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 unit selection feature in three different parts of the software interface:

- Pipe Properties Dialog:** A dialog box for 'Pipe 7' is open. The 'Ед.изм.' (Units) dropdown menu is highlighted, showing options like 'фут' (feet) and 'мм' (mm).
- Event Editor (Редактор событий):** A table with columns for 'Объект', 'Вр. шаг', 'Статус', 'Тип контроля...', 'Контролируем...', 'Внутренний д...', 'Корреляция к...', 'Корреляция д...', 'Критич. отно...', 'Коефф. потерь...', 'Коефф. потерь...', and 'Коефф. п...'. The 'Ед.изм.' dropdown is open for the 'Внутренний д...' column.
- Table Editor:** A table with columns for 'Объект', 'Вр. шаг', 'Статус', 'Тип контроля...', 'Контролируем...', 'Внутренний д...', 'Корреляция к...', 'Корреляция д...', 'Критич. отно...', 'Коефф. потерь...', 'Коефф. потерь...', and 'Коефф. п...'. The 'Ед.изм.' dropdown is open for the 'Внутренний д...' column.

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)

Редактор истории

Секторная диаграмма
Давление(Result 1 (before matching))

Source 2: 80.92 бар
Source 3: 79.50 бар
Pipe 5
Pipe 4
Joint 2: 77.17 бар

Объекты: Pipe 1, Pipe 2, Pipe 3, Pipe 4, Pipe 5

Параметры: Давление, Скорость эрозионного износа, DRHYD1, DRHYD2, DTHYD1

Изм...	Измеренное расстояние, м	Давление, бар
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	<input type="checkbox"/>	24	0.36
2	Pipe 1	01.01.2024	Активный	2e-05	0.07	40	НЕ ЗАДАНО					1	<input type="checkbox"/>	24	0.36
3	Pipe 3	01.01.2024	Активный	2e-05	0.07	40	НЕ ЗАДАНО					1	<input type="checkbox"/>	24	0.36
4	Pipe 5	01.01.2024	Активный	2e-05	0.06	40	НЕ ЗАДАНО					1	<input type="checkbox"/>	24	0.36
5	Pipe 4	01.01.2024	Активный	2e-05	0.06	40	НЕ ЗАДАНО					1	<input type="checkbox"/>	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

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

В PVT модели концентрация воды равна 0

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

Гидраты рассчитаны, несмотря на отсутствие в составе воды

Настройки солвера

Параметр	Значение
Рассчитать образование гидратов без воды	<input checked="" type="checkbox"/>
Метод определения гидратообразования в сегментах трубы	Многофазный flash
Корреляция	Nielsen-Bucklin
	Метанол

Рассчитать образование гидратов без воды

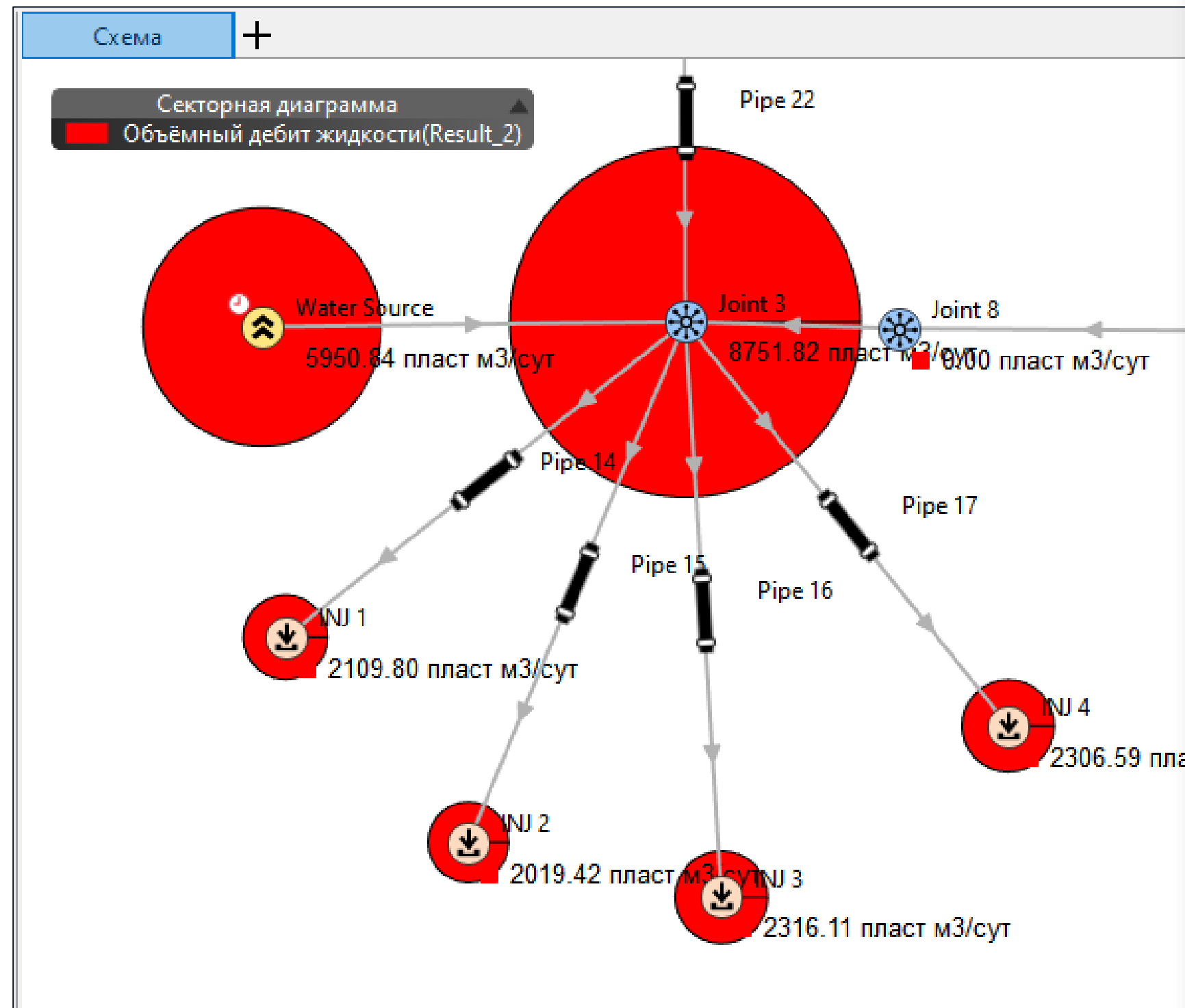
Измеренное расстояние, тыс. м

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 **Объёмный 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
Объёмный 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)

Pipe 6

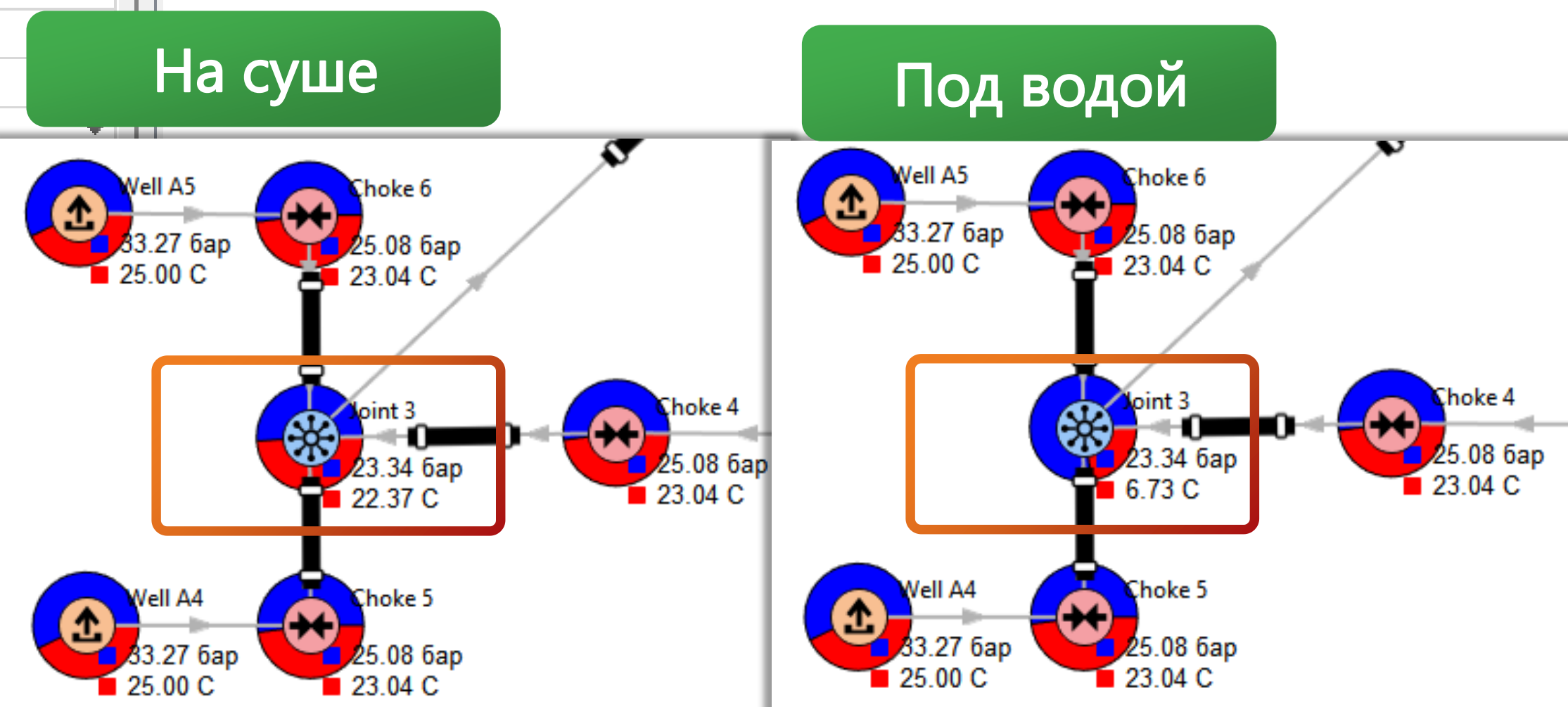
Толщина стенки, м	0,015
Глубина укладки трубы, м	0
MSL (Измеренный уровень моря)	20
Тип корреляции	Корр. Beggs-Brill
Козфф. коррекции гидростатики	1
Козфф. коррекции трения	1
Исп. инерционную составляющую	<input type="checkbox"/>
Метод укладки трубы	Kreith, exp. arc
Макс. скорость, м/сек	
Скорость морской воды, м/с	1
Контроль скорости	<input type="checkbox"/>
Настройка окружения	Под водой
VFP	VFP не задана
Геометрия трубы	
Простой режим	
Длина, м	1000
Перепад высот, м	0
Внешняя температура трубы	
Простой режим	
Внешняя температура, C	5

Параметры окружающей среды для подводных трубопроводов:

- Глубина
- Скорость воды
- Соленость воды
- Внешняя температура

Настройки солвера


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



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)

Имя	Колонна НКТ 1
Кровля (MD), м	0
Подошва (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

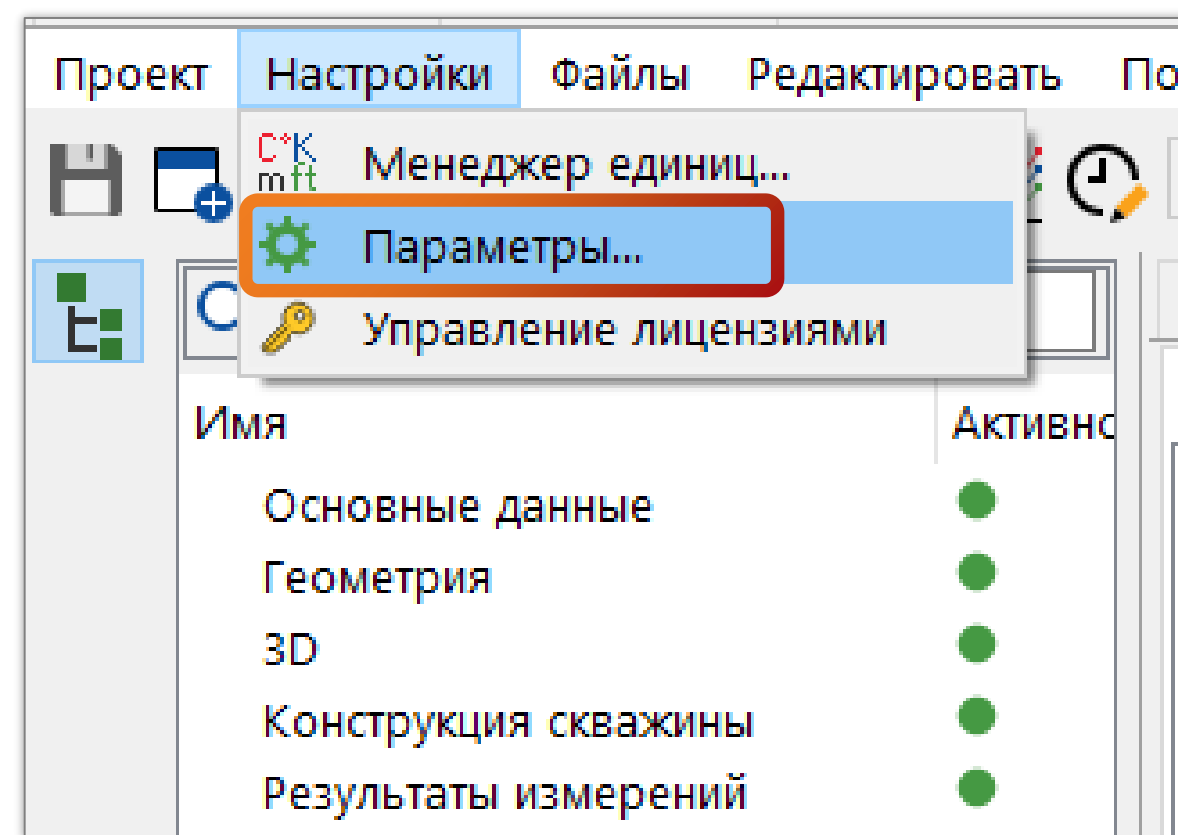
- Для объекта **Источник/Сток** добавлен новый режим **REMCP**, позволяющий для объекта задать режим стока с постоянным давлением (**Конструкция скважины → Источник/Сток → Тип → REMCP**)

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 трёхфазного flash расчета из Симулятора

Параметр	Значение
Настройки фазы	
Тип трёхфазного 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**)

Основные данные | **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, %
 MD, м

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)

Создать вариант системного анализа с помощью корреляции

- Без корреляции
- VFP 1
- VFP 2

Создать или выбрать вкладку

- Создать новую вкладку
- Системный анализ 2
- Заполнить параметры из существующей вкладки

Системный анализ 1

ОК Отмена

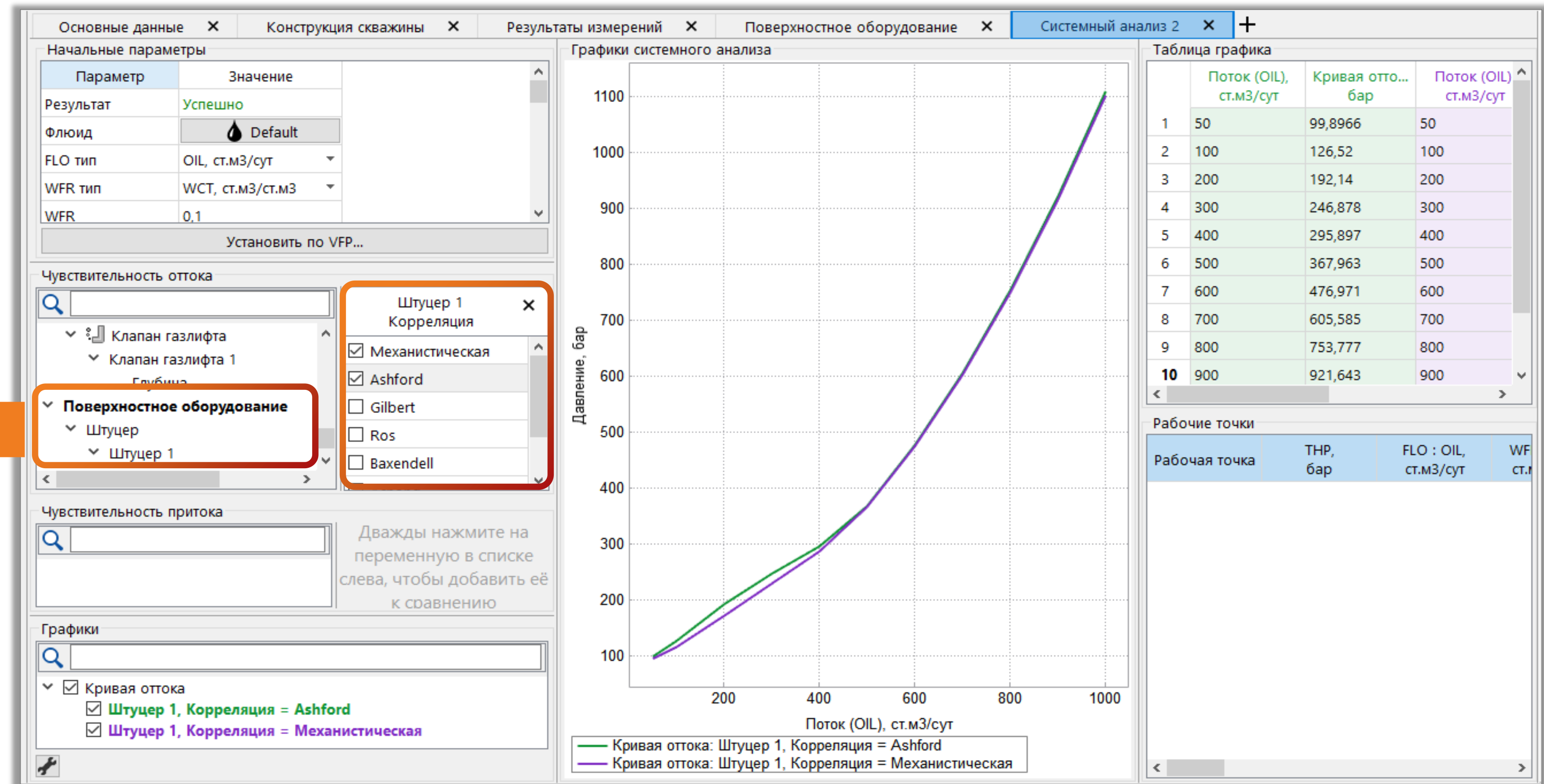
Дополнительно можно выбрать VFP проект, из которого будут браться параметры корреляций потока или использовать опцию Без корреляции, чтобы задать параметры по умолчанию

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

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

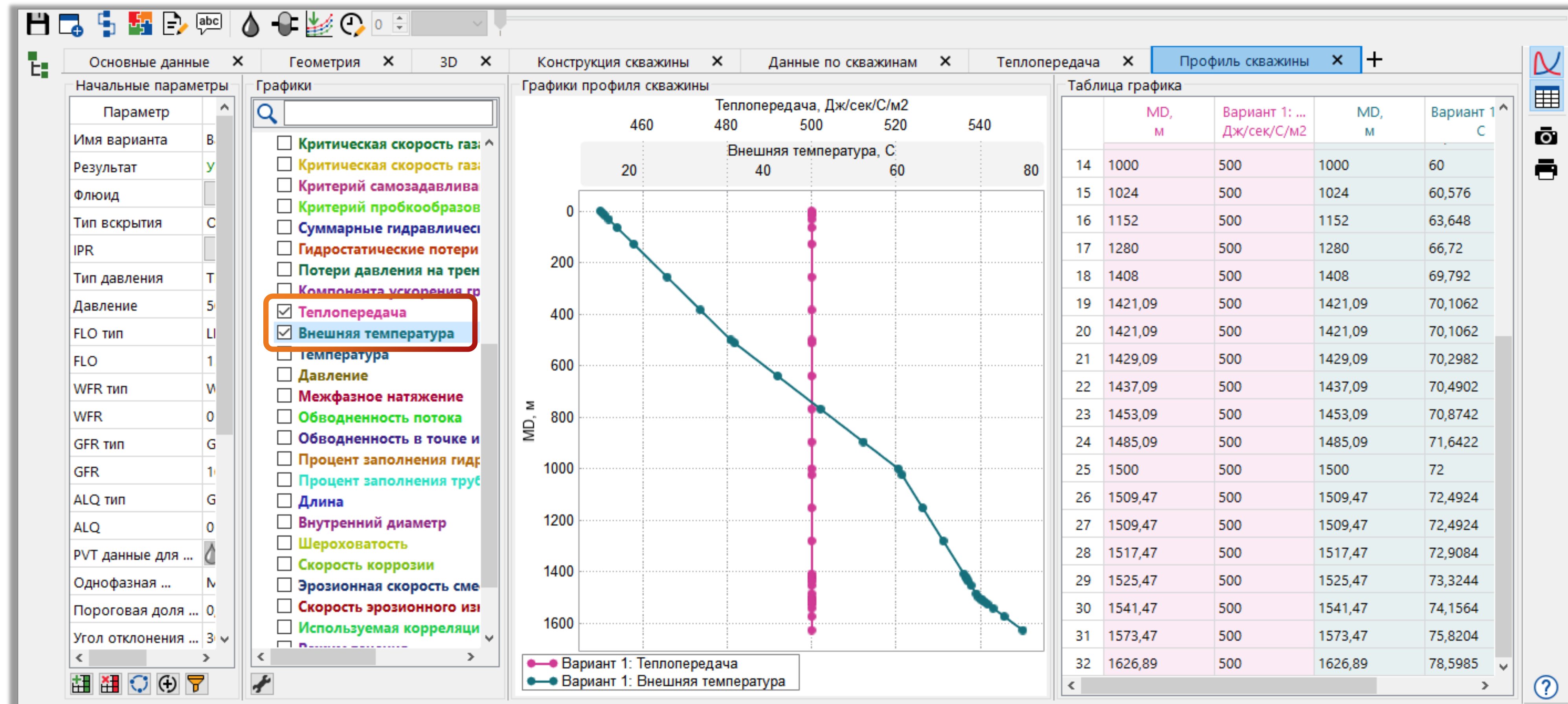
Было

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

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

Аппроксимация IPR кривой по результатам измерений

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

Опции для поправок Kпрод

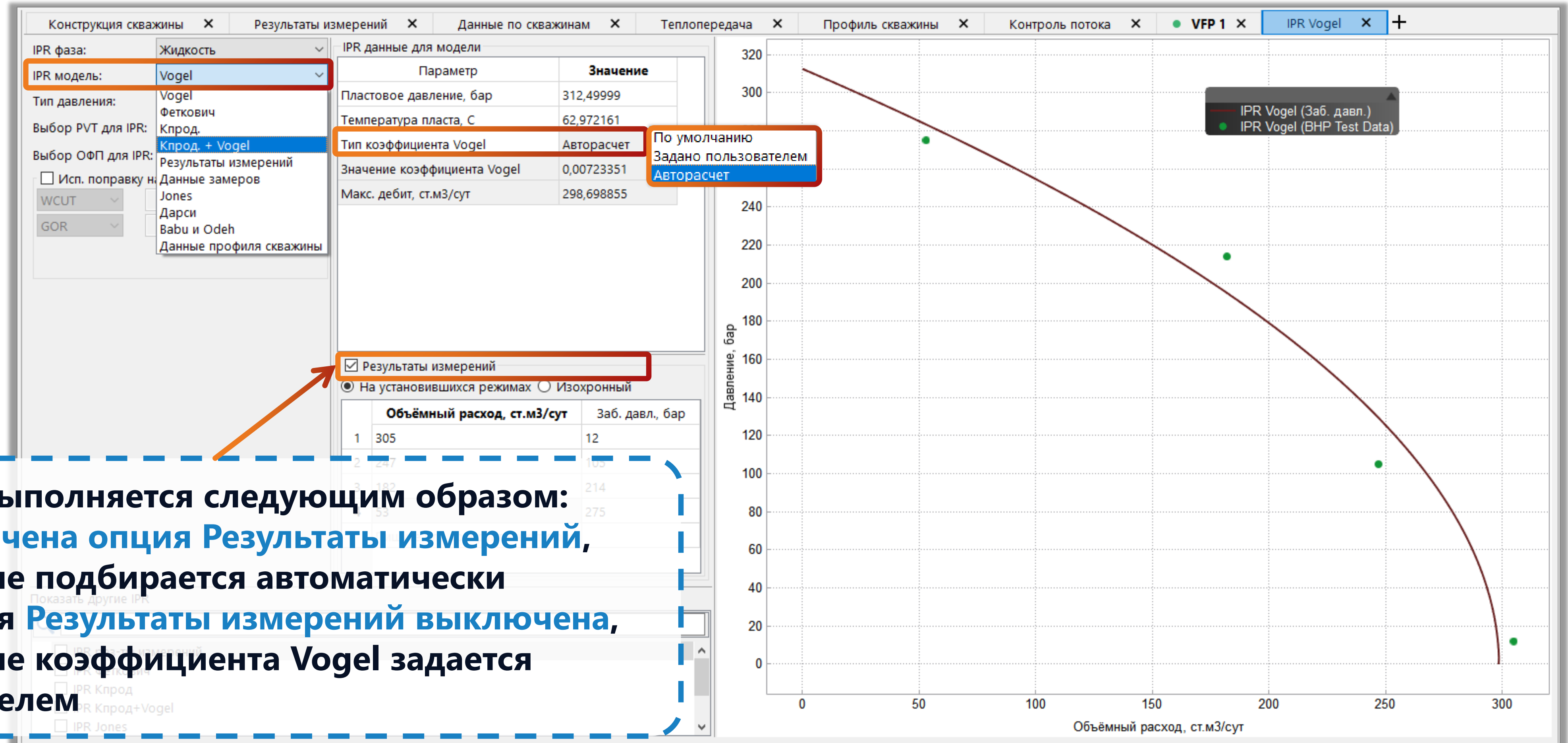
Переменная	Мин.	Начальное значение	Макс.
WFR WCUT, ст.м3/ст.м3	0	0,25	0,5
GFR GOR, ст.м3/ст.м3	0	2500	5000

Параметры переменных корреляции

Переменная	Мин.	Начальное значение	Макс.
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:' dropdown 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 310 bar at 0 flow and ending near 0 bar at 350 flow.

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

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

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. A green callout box labeled "Элементы управления облачными вычислениями" points to icons in the toolbar. Below the toolbar is a table with columns: #, Задача, Статус, Прогресс, Очередь, Пользователь, Узлы, Затраченное время. The table contains multiple rows with various task statuses like "Выполняется" and "Считается".

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

- Кластер: cloud
- Описание: cloud
- Адрес кластера: h4-1.local.rfdyn.ru
- Порт: 5556
- Тип соединения: Упр. узел облачного кластера (highlighted with an orange box and an arrow from a callout box labeled "Упр. узел облачного кластера")

 The "Аутентификация" section includes fields for "Имя пользователя на кластере" and "Пароль". At the bottom, there are buttons for "Автомат. конфигурация соединения", "Настроить диспетчер", and "Очистить историю очереди".

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

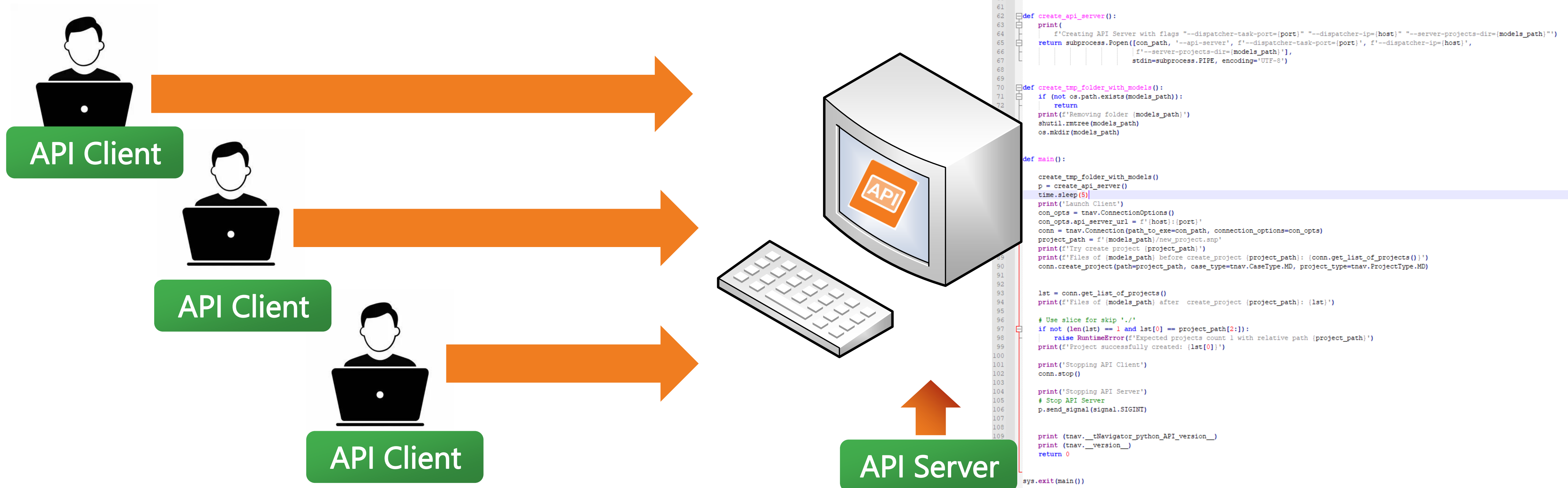
<https://irmodel.ru>
tnavigator@irmodel.ru

 <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: 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>

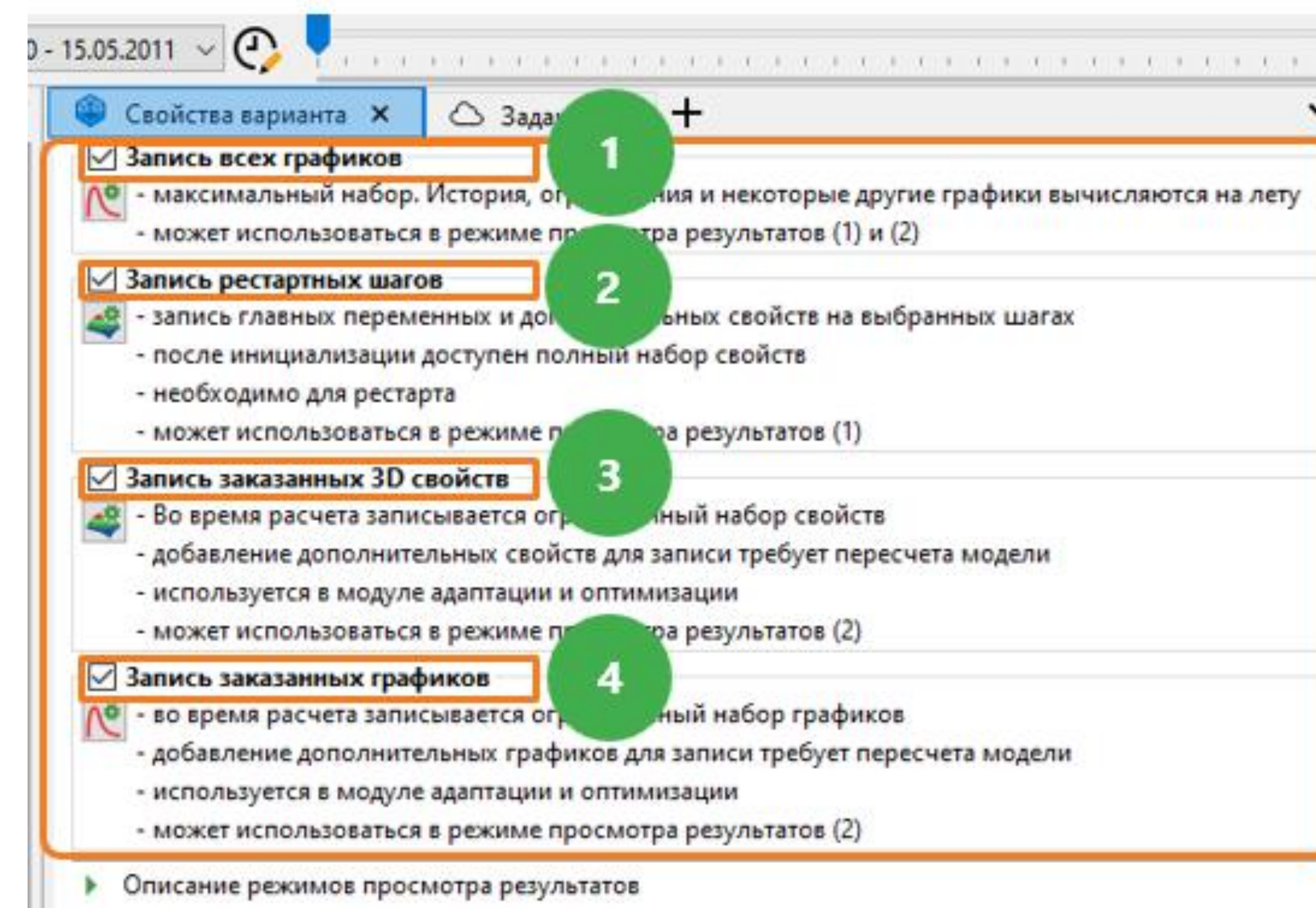
Новые учебные курсы

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

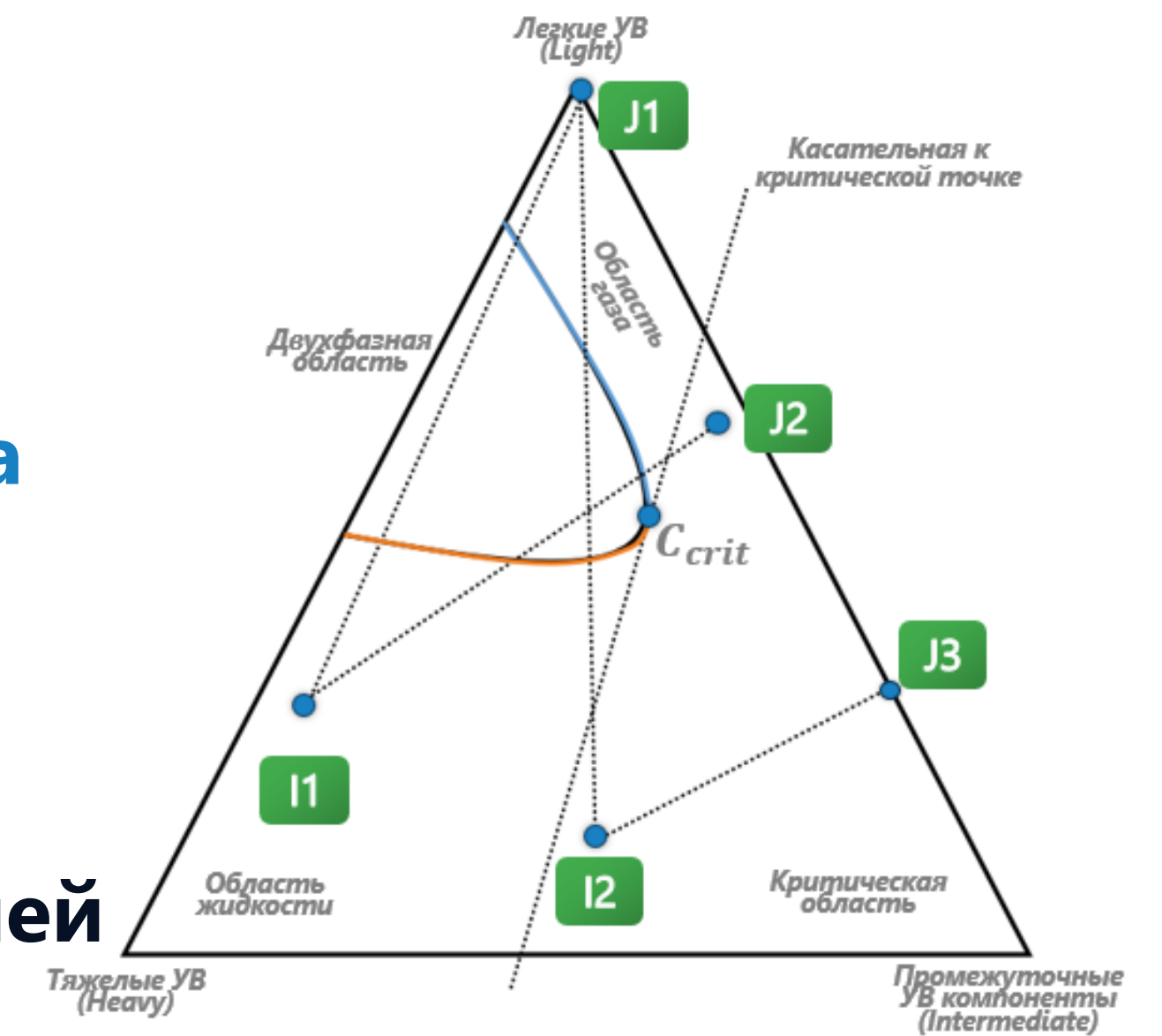
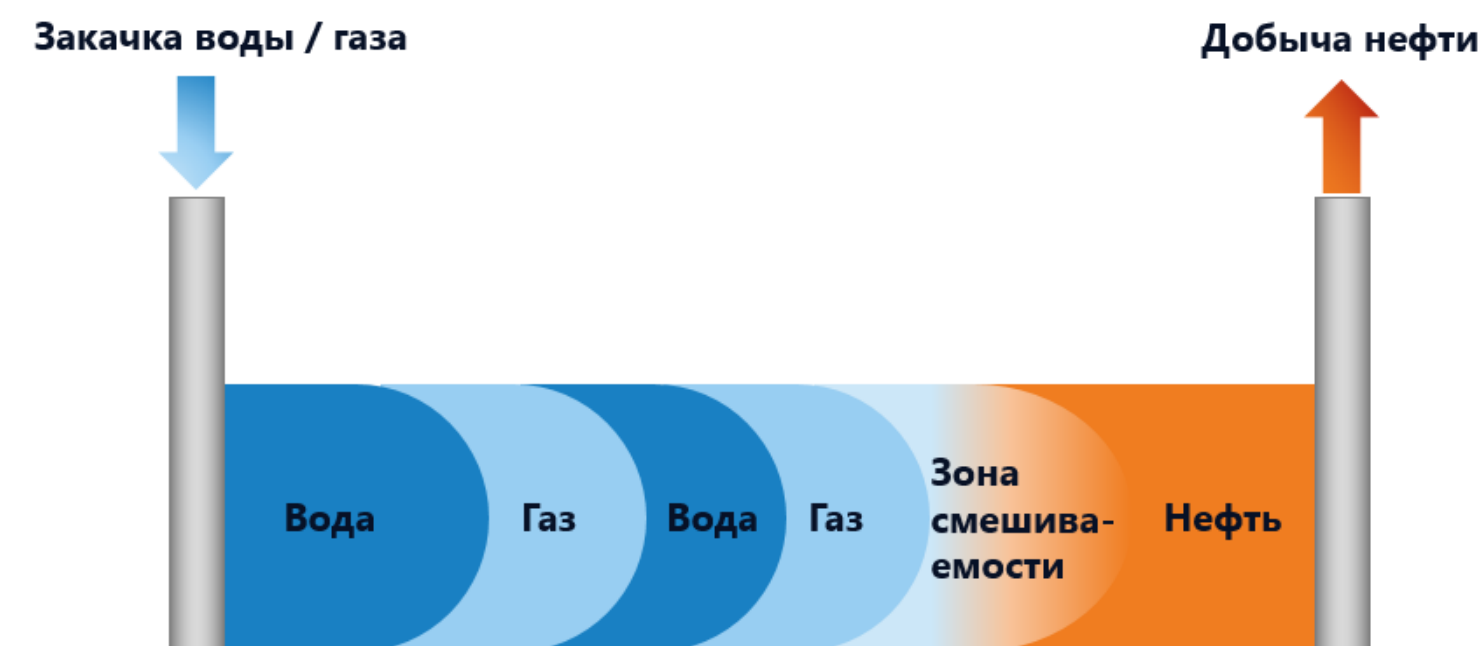
водогазового воздействия, его особенности и разновидности применяемых

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

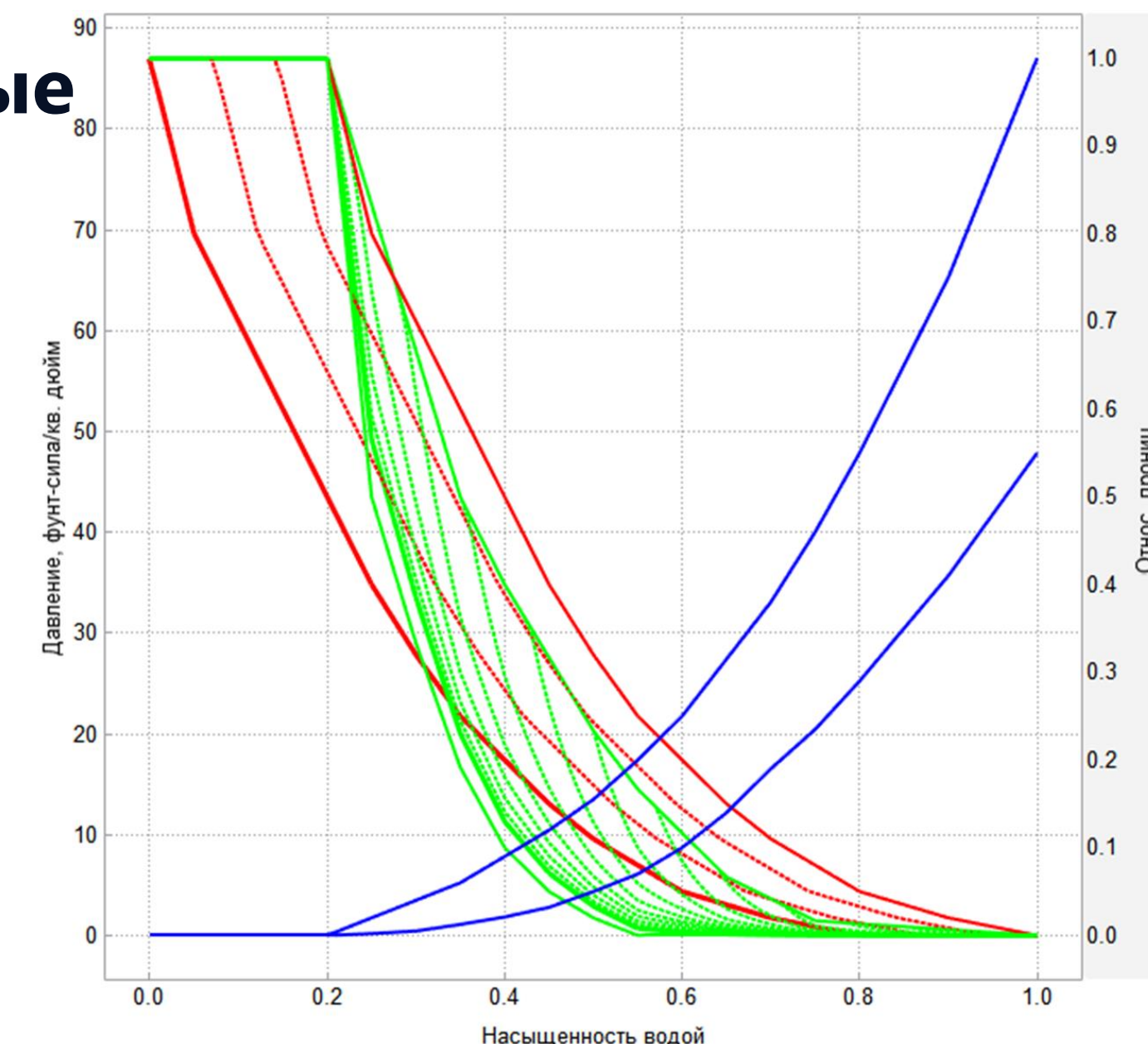
этапы создания модели и применение гистерезиса совместно с опциями

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

(**LOWSALT**)



Fred I. Stalkup Jr. Miscible Displacement, 1984

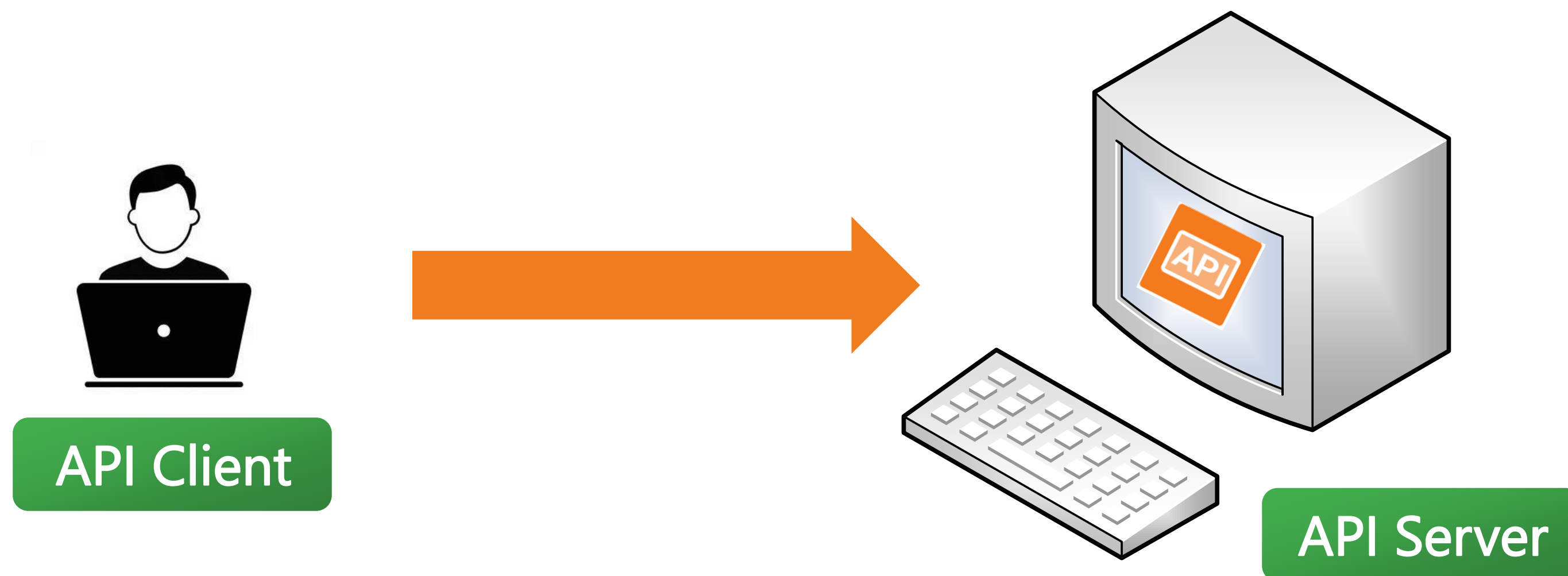


Новые учебные курсы

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

