



tNavigator

Список изменений



Rock Flow Dynamics

Март 2019

Информация о правах собственности

Rock Flow Dynamics® (RFD), 2004–2019. Все права защищены. Данный документ является объектом интеллектуальной собственности компании RFD. Данный документ не разрешается копировать, сохранять, распространять, фотографировать, воспроизводить иными способами, а также переводить и преобразовывать в любую электронную или машинную форму полностью или частично, без предварительного письменного разрешения компании RFD.

Информация о товарном знаке

RFD, логотип компании RFD и продукт tNavigator®, а также другие слова и символы, идентифицирующие продукты компании и сервис, описанный здесь, являются товарными знаками, товарными именами компании RFD. Запрещается подражание, использование, копирование товарных знаков, полное или частичное, без предварительного письменного разрешения компании RFD. Графический дизайн, иконки и другие элементы дизайна продуктов компании RFD также могут являться товарными знаками и/или внешним видом компании RFD и не могут использоваться, копироваться или подражаться, полностью или частично, без предварительного письменного разрешения компании RFD. Другие компании, продукты/сервисы являются собственностью соответствующих владельцев.

Информация о безопасности

Предлагаемые компанией RFD настройки программного продукта носят рекомендательный характер и не являются ограничением для выбора настроек, с которыми может работать программный продукт. Рекомендуется работать с программным продуктом в безопасной среде не зависимо от того, осуществляется ли работа на персональном компьютере или в сети. Пользователь програмного продукта несет ответственность за создание и поддержание безопасности сети и/или операционной системы. Если у Вас возникли вопросы по требованиям безопасности для програмного продукта свяжитесь с Вашим региональным представителем.

Ограничение ответственности

Информация, которая содержится в данном документе, может быть изменена без предварительного уведомления и не должна рассматриваться как обязательства, взятые на себя компанией RFD. RFD не несет ответственности за ошибки, которые могут присутствовать в данном документе. В некоторых государствах или территориях не разрешены подобные заявления об ограничении ответственности прямо установленных или косвенных гарантий в определенных сделках; поэтому данное утверждение может к Вам не относиться. Поскольку программный продукт, для которого написан данный документ, постоянно обновляется, некоторые описания в этом документе могут не полностью соответствовать последней версии продукта.

1. Версия 19.1 tNavigator

Ключевыми изменениями версии 19.1 являются:

- В расчетной части симулятора: Поддержано использование шины NVLink между GPU при расчете на нескольких GPU. Это увеличивает скорость обмена данными между GPU и не требует участия шины PCI-E в этом обмене.
- В Дизайнере Геологии:
 - Добавлен расчет куба трехмерной скоростной модели по кубу интервальных скоростей (кубов соответствий время-глубина). Вспомогательные расчеты перевода кубов: Скорость в глубину, Глубина в скорость. Перевод сейсмических горизонтов и разломов из времени в глубину на основе скоростного закона.
 - Добавлен легкий доступ к справочной информации по всем расчетам.
- В Дизайнере Моделей: Добавлено окно создания печатных материалов и размещение объектов в этом окне через workflow.
- В PVT Дизайнере: Поддержана процедура объединения композиционных вариантов – построения единой композиционной модели (набора компонент и PVT свойств), которая описывает смеси, полученные в результате смешения флюидов, описываемых различными многокомпонентными PVT моделями (EOS Blend).
- В VFP Дизайнере: Добавлены новые элементы конструкции скважины: насос (ключевое слово WSEGPULL), скважинный сепаратор (ключевое слово WSEGSEP).
- В модуле автоматизированной адаптации и анализа неопределенностей: Добавлена возможность создания прокси моделей, использующих нейронные сети.
- В Дизайнере Сетей: Добавлен новый объект – Автоштуцер для интегрированной модели, обеспечивающий необходимый для сходимости системы перепад давления на участке сети.
- В лицензионном сервере: Поддержана криптографическая защита при обращении к серверу лицензий (протокол HTTPS).

1.1. Расчетная часть tNavigator

В расчетной части tNavigator версии 19.1 поддерживается следующая функциональность:

Расчет на GPU:

- Поддержано использование шины NVLink между GPU при расчете на нескольких GPU. Это увеличивает скорость обмена данными между GPU и не требует участия шины PCI-E в этом обмене.

Для моделей форматов E1 и E3:

- Для термических моделей формата E3 поддержано подключение нагревателей к блокам локальной сетки LGR (ключевое слово HEATERL).
- Поддержана диффузия для трассеров для моделей черной нефти формата E1, E3 и изотермических композиционных моделей формата E3 в случае, если трассер привязан к однокомпонентной воде (ключевое слово TRDIF).
- Для композиционных моделей формата E3 поддержана возможность задавать верхний предел для проводимости в направлении Z (ключевое слово MAXTRANZ).
- Поддержана возможность изменить параметры несоседних соединений, созданных разломами (ключевое слово EDITNNCR).
- Поддержано задание управляющего или ограничивающего значения для скважины через UDQ в ключевом слове WELTARG.
- Поддержана возможность задания множителя для коэффициента проводимости интервала перфорации через UDQ (WPIMULT), стационарное значение коэффициента продуктивности (приемистости) через UDQ (WELPI), множителя для коэффициента проводимости интервала перфорации через UDQ (WPIMULTL).
- Поддержано задание таблиц для регенерационной установки (ключевое слово RECOVERY) в секции SCHEDULE.

Для моделей форматов IM, ST, GE:

- Для моделей формата GE поддержана диффузия газа между матрицей и трещиной (ключевое слово DIFFUSION).
- Поддержана возможность изменения логики применения множителей проводимости, заданных ключевыми словами TRANSI/J/K, TRANLI/J/K (ключевое слово TRANSMULT).
- Поддержана возможность задания условия сокращения дебита для добывающих и нагнетательных скважин (ключевое слово OPERATE WCUTBACK).
- Поддержана возможность задания очередности автоматического бурения скважин (ключевое слово DRILLQ).

Для моделей формата MO:

- Добавлена возможность задавать масштабирование конечных точек в зависимости от концентраций трассеров (ключевое слово TFUN).
- Добавлен тип ограничения SHUT (закрытие всех скважин в группе в случае нарушения ограничения) в ключевое слово GLIM.
- Поддержано задание экономических ограничений по скважинам и действий, в случае их нарушений (ключевое слово PLIM).

Специальные опции:

- Добавлена возможность задавать масштабирование конечных точек в зависимости от концентраций трассеров (ключевые слова ENPKTRC, ENPCTRC, ENPTRCM, ENPKTRCM, ENPCTRCM).
- Поддержана возможность гибкого задания условий сокращения дебита добывающих и нагнетательных скважин (ключевое слово WCUTBACKX).
- Поддержана обратная закачка в ключевом слове WWAG.
- Добавлены действия над скважиной в случае, если ограничение не выполнено (ключевое слово WECONX): CON_BOTTOM – закрыть самую нижнюю ячейку перфорации, CON_TOP – верхнюю ячейку перфорации, CON_WORST – закрыть худшую ячейку перфорации.
- Добавлена возможность нормализовать расчетные VFP таблицы с помощью опции VFP_CURVES_NORMALIZE ключевого слова TNAVCTRL.
- Поддержано автоматическое включение опции ускорения расчета моделей с очень длинными скважинами и/или большим числом трещин гидроразрыва (опция WELLEQUATIONS ключевого слова RUNCTRL).
- Добавлена возможность использования различных арифметических операций ("+=", "-=", "*=", "/=") для редактирования свойств сетки в зонах трещин ГПП и зонах влияния трещин (ключевое слово FRACTURE_ARITHMETIC).
- Добавлена возможность моделирования пересечения трещин ГПП.
- Изменено поведение по умолчанию построения LGR для трещин ГПП. По умолчанию строится неструктурированная сетка с помощью вложенных LGR (В версии 18.4 по умолчанию строилось логарифмическое измельчение без вложенных LGR). Настройки регулируются параметром FRACTURE_BUILD_LOGIC ключевого слова TNAVCTRL.

Ввод-вывод данных:

- Оптимизировано сохранение результатов расчета с целью уменьшения объема используемого дискового пространства. Введены дополнительные ключевые слова RPTRSTD, RPTRSTL, RPTRSTT, задающие шаги рестарта. Для данных шагов сохраняются все кубы свойств и графики расчета, поэтому с них может быть выполнен рестарт модели. Для остальных шагов результаты расчета будут сохраняться при задании для них ключевых слов RPTMAP(D,L,T), RPTGRAPH(D,L,T).
- Добавлена опция прореживания результатов рассчитанной модели. В графическом интерфейсе можно выбрать, на каких шагах сохранить результаты расчета (графики, кубы свойств), а для каких удалить. Сохраненных результатов будет достаточно для просмотра модели в режиме **Результаты расчета**. **Главное окно tNavigator** → **Моделирование** → **Результаты расчета** → **Прореживание результатов**.

- Поддержаны мнемоники ICONN, SCONN, XCONN, IWELL, SWELL, XWELL, ZWELL при экспорте в .UNRST файл.
- Добавлена возможность открывать рестартную модель через **Результаты расчета** без базовой модели.

1.2. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 19.1:

- Для моделей с двойной пористостью для блоков с одинарной пористостью (DPNUM=0) добавлена визуализация в свойствах на закладке **Матрица** (не отображаются на закладке **Трещина**).
- Добавлена возможность просмотра результатов расчета интегрированной модели поверхностной сети (Для ее расчета используется лицензия Дизайнера Сетей. Для просмотра результатов в интерфейсе симулятора требуется только лицензия графического интерфейса).
- Добавлена возможность группировки подключаемых файлов модели по секциям при просмотре в верхнем меню **Файлы** (RUNSPEC, GRID и т.д.).
- На 3D виде добавлена возможность прокручивать фильтр по слоям сетки (Данный фильтр расположен под визуализирующей 3D панелью).

1.3. Модуль автоматизированной адаптации и анализа неопределенностей

В Модуле автоматизированной адаптации и анализа неопределенностей версии 19.1:

- Задание переменных и алгоритмы:
 - Добавлена возможность создания прокси моделей, использующих нейронные сети.
 - Добавлена оценка качества прокси модели по R2 коэффициенту.
 - Поддержано использование строковых переменных в алгоритмах оптимизации – дифференциальной эволюции и методе роя частиц.
- Целевая функция:
 - Добавлена возможность переносить целевую функцию между проектами.
 - Добавлена возможность изменять значение абсолютных или относительных отклонений от исторического значения для каждой точки целевой функции ("ворота") через таблицу.

- Workflow:
 - Добавлена возможность запускать workflow из интерфейса модуля. Поддержано создание простой целевой функции, запуск латинского гиперкуба, запуск оптимизационного алгоритма.
- Разное:
 - Добавлена возможность редактировать группы вариантов (добавлять варианты в группы, задавать раскраску для визуализации).
 - Поддержано указание весов переменных для MDS и при кластеризации (вес каждой переменной будет учитываться при вычислении попарных расстояний между точками; таким образом, изменения переменных, имеющих небольшой вес, будут слабо влиять на попарные расстояния между точками и на картину MDS в целом).
 - Поддержана раскраска вариантов по заданному пользователем градиенту (**Создать группу вариантов** → **Менеджер групп** → **Добавить градиент**).
 - Добавлены фильтры по переменным.

1.4. Дизайнер Геологии

В Дизайнере Геологии версии 19.1:

- Сейсмика:
 - Добавлен расчет куба трехмерной скоростной модели по кубу интервальных скоростей (кубов соответствий время-глубина). Вспомогательные расчеты перевода кубов: **Скорость в глубину, Глубина в скорость**. Перевод сейсмических горизонтов и разломов из времени в глубину на основе скоростного закона.
 - Синхронизация вкладки **Сейсмика** с 2D и 3D вкладками. На 2D и 3D вкладках выделяется объект и область просмотра, выбранная на вкладке **Сейсмика**.
 - Добавлена визуализация сейсмических объектов в 2D виде: визуализируются сейсмические данные с подписями и возможностью настройки параметров визуализации.
 - Добавлена статистика для сейсмики. **Статистика объекта** по правому клику мыши на сейсмику для отображения информации по отсчетам, трассам, ОГТ, информации по файлу данных и т.д.
- Импорт/экспорт данных:
 - Добавлена возможность импортировать наборы точек и их атрибуты в формате ASCII internal points. **Наборы точек** → **Импорт с атрибутами** → **Формат заголовка ASCII internal points**.

- Добавлена возможность импорта результатов опробования с помощью единой текстовой таблицы, а также визуализация по стандартам ГКЗ.
- Добавлена возможность экспорта горизонтов и 2D-Карт в формате surfer .grd.
- Добавлена возможность экспорта многоугольников в формате surfer .bln.
- Данные по скважинам, ГИС:
 - Добавлен расчет **Линейная регрессия кривых ГИС**.
 - Добавлена возможность расчета таблиц статистики для кривых ГИС по пластам. **Таблица** → **Создать таблицу статистики кривых ГИС**.
 - Добавлен расчет кривой ГИС по Blocked Wells. **Кривые ГИС** → **Расчеты кривых ГИС** → **Создать кривую ГИС по Blocked Wells**.
 - Добавлены следующие методы обработки данных каротажа (**Кривые ГИС** → **Расчеты кривых ГИС**):
 - * Сплайн-интерполяция по заданным пользователем точкам;
 - * Нормирование на линию песка и линию глин;
 - * Фильтрация по трем сигмам.
 - Добавлена возможность нормализации кривой ГИС по скважине. (**Кривые ГИС** → **Расчеты кривых ГИС** → **Нормализация кривых ГИС**).
 - Добавлена возможность фильтрации кривых ГИС по верхнему и нижнему маркеру (или по глубине) для Гистограмм и Кроссплотов для анализа данных в нужном диапазоне глубин.
- Окно Диаграмма скважины (схема корреляции скважин):
 - Интерактивное задание новой каротажной кривой. **Диаграмма скважины** → **Кнопка "Редактировать ГИС"** → **Добавить точки кривой ГИС**.
 - Добавлена возможность увязки каротажных кривых (совмещение их по глубине). **Диаграмма скважины** → **Кнопка "Редактировать ГИС"** → **Сдвинуть кривую ГИС по вертикали**.
- Структурное моделирование:
 - Добавлен расчет горизонта по горизонту с разломами. **Горизонты** → **Вспомогательные расчеты** → **Создать горизонт по горизонту с разломами (многозначному)**.
 - Добавлен расчет набора точек по горизонту с разломами (многозначному горизонту). **Наборы точек** → **Создать набор точек по горизонту с разломами (многозначному)**.
 - Добавлена возможность локального обновления горизонта.
 - Добавлен расчет горизонта с разломами (многозначного горизонта) по слою сетки.

- Добавлен расчет горизонта с разломами (многозначного горизонта) по верхнему (нижнему) слою фильтра сетки (задаваемого свойством).
- Добавлен расчет, создающий по сетке горизонт–кровлю или горизонт–подошву.
- Структурная модель:
 - Добавлены новые опции учета изохоры и пропорционального разбиения.
 - Добавлена возможность построения структурной модели с учетом разломов.
- Интерполяция:
 - Фациальный анализ: добавлены опции дополнительной подгонки 3D кубов под 2D карты:
 - * под тренд, заданный 2D-Картой и(или) ГСР;
 - * под карты толщин (выше и ниже контакта), задаваемые дополнительно.
 - Добавлен выбор источника распределения для MPS: исходные данные или обучающая карта.
 - Для трехмерных интерполяций добавлена опция интерполяции только в области со склейкой со "старыми" значениями на границе (локальное обновление 3D свойств).
 - Для универсальной интерполяции горизонтов и 2D-карт добавлена опция устранения невязок для метода наименьших квадратов. **Универсальная интерполяция** → **Метод наименьших квадратов** → **Расширенные свойства** → **Устранение невязок**. Опция включена по умолчанию.
- Подсчет объемов и запасов:
 - Добавлен параметр **Тип пласта**, регулирующий весь диалог (активные-неактивные поля ввода данных).
 - Добавлена возможность напрямую создавать таблицу по выходным кубам. **Свойства** → **Расчет объемов и запасов** → **Закладка "Настройки создания таблицы"**.
 - Добавлена возможность автоматического вычисления площади залежи с добавлением ее в таблицу.
 - Добавлена возможность автоматического вычисления эффективной насыщенной толщины с добавлением ее в таблицу.
- Многоугольники:
 - Добавлен расчет набора точек по многоугольнику.
 - Добавлена возможность визуализации и редактирования многоугольников в табличном виде. (Необходимо переключиться на закладку **Таблица** и выделить многоугольник).

- Добавлены две новых опции при создании многоугольников на 2D виде: Поместить в директорию и Сгенерировать имя.
- 2D-Карты:
 - Добавлен расчет карты расстояния по горизонтали до заданного объекта.
- Кубы свойств:
 - Добавлен расчет куба свойств по 2D карте. **Свойства** → **Вспомогательные расчеты** → **Свойство по 2D-Карте**.
 - Добавлен расчет, создающий свойство по контакту (блок выше, ниже контакта или с ним пересекается). **Свойства** → **Вспомогательные расчеты** → **Свойство по контакту**.
 - Добавлено сглаживание модой в скользящем окне для свойств сетки. **Свойства** → **Фильтрация скользящим средним**.
 - Добавлен расчет пересечения многоугольников на сечении (Fence Polygons) с сеткой. **Свойства** → **Вспомогательные расчеты** → **Пересечение многоугольников на сечении с сеткой**.
 - Добавлен расчет Blocked Wells по свойству. **Blocked Wells** → **Создать Blocked Wells по свойству**.
 - Добавлен расчет куба расстояний от заданного объекта или набора объектов:
 - * высота над заданной поверхностью (контактом);
 - * расстояние от заданной точки (набора точек);
 - * расстояние от заданного набора скважин;
 - * расстояние от ячеек Blocked Wells, имеющих заданный диапазон значений или индекс;
 - * расстояние от ячеек куба, имеющих заданный диапазон значений или индекс.
 - Добавлены функции редактирования кубов свойств – **Блок, Цилиндр**.
- Workflow:
 - Добавлена возможность создания/редактирования скважин в workflow.
 - Добавлена возможность создания скриншотов в workflow. **Workflows** → **Графический интерфейс** → **Создать снимок экрана, Добавить страницу на печать**.
- Закладка Сечения (геологический разрез):
 - Для визуализации проекций многоугольников и многоугольников на сечении на **Сечении** добавлены:
 - * точки пересечения с плоскостью;

- * отсечение по глубине;
 - * разные цвета для (проекций) частей многоугольника, лежащих по разные стороны от **Сечения**;
 - * имена многоугольников;
 - * синхронные настройки визуализации для всех многоугольников сразу и для каждого отдельно.
- Вкладки, общие параметры визуализации:
 - Добавлена возможность создавать множество фильтров свойств сетки и синхронизировать их между вкладками. Фильтры доступны на панели **Настройки** в закладке **Сетки**.
 - Добавлена возможность отображения имен маркеров в 3D.
 - Добавлена возможность приближения (zoom) с помощью выделения области прямоугольником на 2D, удерживая нажатой кнопку **Alt**.
 - Добавлена возможность использования фильтров в окошках статистики. **Статистика объекта** по правому клику мыши на объект, далее выбор опции **Фильтр по скважинам** (например для кривых ГИС) или **Использовать фильтр из активного окна** (для кубов свойств).
 - Добавлена возможность использования фильтров сетки для отображения свойств и Blocked Wells на вкладке **Гистограмм**.
 - Добавлена возможность переноса фильтров по свойствам из окна в окно.
 - Добавлена возможность удаления вкладок.
 - Добавлена возможность переименовать объекты по шаблону. **Правый клик мыши на объект** → **Показать диалог переименования**.
 - Добавлена возможность центрирования палитры на ноль. Добавлены дополнительные палитры, доступные по умолчанию: **Палитра невязок**, **Резкая палитра невязок**, **Плавная палитра невязок**.
 - Добавлена статистика по свойствам, заданным в блоке. Опция доступна по правому клику на блок и выбору **Статистика блока**.
 - На Кроссплоте добавлена возможность создания, перемещения и вращения многоугольников и линий тренда.
 - Добавлена возможность применения фильтра по сетке к ГСР, Гистограмме и Кроссплоту.
 - Разное:
 - Добавлен калькулятор для Blocked Wells.
 - Добавлена возможность визуализировать и редактировать наборы точек и их атрибуты в табличном виде. (Необходимо переключиться на закладку **Таблица** и выделить набор точек).

- Обновлена библиотека систем координат (до версии EPSG Version 9.5.5).
- Добавлена возможность записи истории действий с объектами.

1.5. Дизайнер Моделей

В Дизайнере Моделей версии 19.1:

- Импорт-экспорт данных:
 - Добавлена возможность загрузки и выгрузки сетки и кубов свойств в формате .gslib.
 - Добавлена возможность загрузки и выгрузки сетки и кубов свойств в формате .EGRID.
- Сетки:
 - Добавлен новый тип создания грубой сетки (upscaling), основанный на однофазном течении. **Сетки** → **Создать сетку** → **Создать грубую сетку (Upscaling)** → **Галочка Upscaling, основанный на однофазном течении.**
 - Добавлена возможность разбиения существующей сетки на более мелкую с сохранением свойств родительских ячеек. **Сетки** → **Создать сетку** → **Создать детальную сетку (downscaling).**
 - Добавлена возможность создания LGR с помощью CARFINBG по выбранному кубу свойств, дополнительно указывается маска, в каких блоках делать LGR. **Сетки** → **Операции с LGR** → **Создать LGR по фильтру куба свойств** → **Создать LGR с маской.**
 - Добавлен расчет LGR с помощью CARFINBG по скважинам, по одному LGR на скважину с маской. **Сетки** → **Операции с LGR** → **Создать LGR по скважинам** → **Создать LGR с маской.**
 - Добавлена возможность создавать множество фильтров свойств сетки и синхронизировать их между вкладками. Фильтры доступны на панели **Настройки** в закладке **Сетки**.
 - Добавлена возможность применения фильтра по сетке к ГСР, Гистограмме и Кроссплоту.
- Вкладки, общие параметры визуализации:
 - Добавлена возможность приближения (zoom) с помощью выделения области прямоугольником на 2D, удерживая нажатой кнопку **Alt**.
 - Добавлена возможность удаления вкладок.
 - На Кроссплоте добавлена возможность создания, перемещения и вращения многоугольников и линий тренда.

- Добавлены функции редактирования кубов свойств – **Блок, Цилиндр**.
- Добавлена статистика по свойствам, заданным в блоке. Опция доступна по правому клику на блок и выбору **Статистика блока**.
- Добавлена возможность переименовать объекты по шаблону. **Правый клик мыши на объект → Показать диалог переименования**.
- Добавлена возможность центрирования палитры на ноль. Добавлены дополнительные палитры, доступные по умолчанию: Палитра невязок, Резкая палитра невязок, Плавная палитра невязок.
- PVT свойства, Относительные фазовые проницаемости:
 - Добавлен расчет масштабированных относительных фазовых проницаемостей. Опция доступна по правой кнопке мыши на блоке сетки и выборе соответственно **МОП нефть-вода, МОП газ-нефть, МОП газ-вода**.
 - Добавлена возможность задания термических свойств, используя PVT Дизайнер.
- Workflow:
 - Добавлена возможность создания/редактирования скважин в workflow.
 - Добавлена возможность создания скриншотов в workflow. **Workflows → Графический интерфейс → Создать снимок экрана, Добавить страницу на печать**.
- Работа с данными по скважинам. Правила, Стратегии:
 - Добавлены правила для задания ключевых слов WCYCLE и WELLWAG.
 - Добавлена возможность удаления пользовательских ключевых слов по фильтру скважин.
 - Добавлена возможность создания перфораций по глубине (ключевое слово COMPDATMD) при импорте моделей в формате IM/ST/GM.

1.6. PVT Дизайнер

В PVT Дизайнере версии 19.1:

- Поддержана схема автоматической группировки компонент (lumping), для легких и тяжелых компонент на основе анализа К-значений.
- Поддержана процедура объединения композиционных вариантов – построения единой композиционной модели (набора компонент и PVT свойств), которая описывает смеси, полученные в результате смешения флюидов, описываемых различными многокомпонентными PVT моделями (EOS Blend).

- Поддержано использование корреляции GOM (Dindoruk and Christman) для расчета свойств нефти.
- Поддержана загрузка композиционных вариантов и вариантов черной нефти из моделей формата NE/VI.
- Поддержана загрузка данных из таблиц PVCDO.

1.7. Дизайнер Сетей

В Дизайнер Сетей версии 19.1:

- Добавлена визуализация выпадения гидратов в трубах на схеме поверхностной сети.
- Отображение сегментов трубы, на которых происходит выпадение гидратов при заданном составе и концентрации ингибитора на вкладке **Трубы**. Опция включается при использовании **Настройки** → **Параметры** → **Свойства** → **Выявить сегменты с гидратами**.
- Добавлен новый объект – Автоштуцер для интегрированной модели, обеспечивающий необходимый для сходимости системы перепад давления на участке сети.
- В параметры трубы добавлена возможность указывать коэффициент коррекции гидростатического градиента давления и градиента давления, вызванного трением.

1.8. VFP Дизайнер

В VFP Дизайнере версии 19.1:

- Добавлена возможность рассчитывать VFP таблицы для нагнетательных скважин.
- Добавлены новые элементы конструкции скважины: насос (ключевое слово WSEGPULL), скважинный сепаратор (ключевое слово WSEGSEP).

1.9. Лицензии и лицензионный сервер

В tNavigator версии 19.1:

- Поддержана криптографическая защита при обращении к серверу лицензий (протокол HTTPS).

1.10. Документация, Локализация

Локализация:

- Графический интерфейс симулятора переведен на китайский язык.

Встроенные в tNavigator справки по расчетам:

- Добавлена справка в расчеты Дизайнера Геологии.

Для tNavigator версии 19.1 добавлены новые учебные курсы:

- Учебные курсы по модулю **Дизайнер Сетей**, показывающие функциональность интегрированного моделирования:
 - **ND1.2. How To Do Integrated Model (Построение интегрированной модели)**

В этом курсе мы используем различные модули tNavigator для построения интегрированной модели пласт-сеть сбора продукции, начав работу с имеющегося .data файла гидродинамической модели. В Дизайнере Сетей мы задаем параметры объектов: труб, штуцеров и т.д., временные шаги, согласованные с секцией SCHEDULE, свойства флюида, такие же, как используются в гидродинамической модели. Для работы имеющихся в модели скважин в интегрированной модели, мы заменяем ключевые слова WEL SPECS, WELLTRACK и COMPDATMD проектами VFP, но используем текущие VFP таблицы скважин. Для новых скважин мы создаем новые проекты в VFP Дизайнере: задаем геометрию, конструкцию, состав флюида (в PVT Дизайнере) и рассчитываем VFP таблицы. Ключевое слово IMPORT_PROJECT, заданное в .data файле модели, обеспечивает интеграцию пласта с поверхностной сетью. В конце мы запускаем расчет интегрированной модели и анализируем результаты в интерфейсе симулятора и Дизайнера Сетей.
 - Учебные курсы по модулю **Дизайнер Геологии**:
 - **GD4.4. How To Generate Attributes (Создание и использование атрибутов)**

В данном курсе представлены следующие возможности: вычисление кубов сейсмических атрибутов (мгновенная амплитуда, мгновенная фаза, мгновенная частота, когерентность), интерпретация сейсмических атрибутов, интерпретация разломов по сейсмике.
 - **GD5.2. How To Create Trends (Создание 2D тренда)**

В данном курсе производится: загрузка растровой карты (аналоговой), оцифровывание основного русла на растровой карте, создание карты градиента пористости (с помощью атрибутов набора точек), оцифровка дополнительного русла на растровой карте, слияние с помощью логических операций с многоугольниками и создание новой 2D карты для построенной речной системы.
 - Учебные курсы по модулю **Дизайнер Моделей**:
 - **MD2.6. How To Find The Best Perforation Interval (Как найти наилучший интервал перфорации скважины)**

Задача: Найти наилучший интервал перфорации для наклонной скважины на

основе распределения значений эффективной гидропроводности (KH) и нефтенасыщенности (Soil) вдоль ствола. При большом числе скважин визуальный анализ кривых распределения свойств представляется трудоемкой задачей, решение которой зависит от субъективного взгляда инженера. Предлагаемое решение: В этом курсе показывается работа workflow (скрипт Python) для автоматизации процесса подбора интервала перфорации для всех скважин за один запуск. Данный скрипт сканирует кривые распределения свойств (PERM и SOIL) и выбирает наилучший интервал перфорации фиксированной длины. Выбранный интервал выгружается с помощью слова COMPDATMD, который может быть напрямую добавлен в динамическую модель.

- Учебные курсы по модулю **Автоматизированная адаптация и анализ неопределенностей**:

- **АНМ1.10. How To Use Proxy Models (Как использовать Прокси-модели)**

Если полный расчет варианта модели является затратным по времени и вычислительным ресурсам, то использование Прокси модели позволяет очень быстро построить произвольное количество вариантов модели с помощью метода Монте–Карло. В графическом интерфейсе доступно построение и вывод пользователю уравнения квадратичной Прокси модели, которая может быть далее использована для создания вариантов модели с помощью метода Монте–Карло. Прокси модель строит квадратичное приближение выбранного параметра по выбранным вариантам модели.

- **АНМ1.11. How To Use Multi Objective Optimization (Многокритериальная оптимизация в Автоадаптации)**

В данном курсе демонстрируется работа многокритериального метода роя частиц. Анализируются результаты, а наилучшие решения отображаются с помощью Парето фронта на кроссплоте. Многокритериальный метод позволяет делать автоадаптацию одновременно по двум (или более) целевым функциям. В данном примере первая целевая функция - невязка по дебитам нефти, воды, газа. Вторая целевая функция - невязка по RFT. По сравнению с алгоритмом с одной целевой функцией, многокритериальный алгоритм даст более разнообразный набор решений.

- Учебные курсы по модулям **PVT Дизайнер, Симулятор**:

- **SIMPVT1.2. How To QCand Improve PVTtables (Контроль качества и корректировка PVT таблиц)**

В данном курсе мы показываем пример гидродинамической модели со следующими сообщениями при инициализации и расчете: "Отрицательная сжимаемость нефти", "Экстраполяция таблицы PVT привела к отрицательным значениям параметра в блоке, выполнена замена на маленькое число", и т.д.

В курсе объясняются причины таких сообщений и приводится пример корректировки PVT таблиц в PVT Дизайнере аппроксимацией с помощью корреляции и расширения диапазона давления. После этого модель загружается в симулятор и рассчитывается без предупреждений и ошибок.

2. Версия 18.4 tNavigator

Ключевыми изменениями версии 18.4 являются:

- В расчетной части симулятора:
 - Поддержаны сгущающиеся к зоне трещины измельчения для XYZ трещин.
 - Изменено поведение tNavigator сохранения результатов для моделей форматов E1 и E3, если отсутствуют слова выборочной записи результатов (RPTRST и т.д.) или соответствующие опции командной строки. Ранее все кубы свойств для всех объектов сохранялись на всех отчетных шагах, заданных в модели. Теперь кубы записываются только на первый и последний шаг. Для моделей формата IM, ST, GE результаты записываются на всех шагах.
- В Дизайнере Геологии:
 - Добавлена возможность перемасштабирования сетки и ее свойств.
 - Добавлена интерполяция свойств методом симуляции с использованием многоточечной геостатистики (MPS – Multi Point Simulation).
 - Добавлен подсчет запасов 2D.
 - Добавлен расчет сейсмических атрибутов и их перенос на 3D-сетку.
- В Дизайнере Моделей:
 - Импорт данных ГРП в формате GONFER.
 - Поддержано ввод параметров ГРП в виде таблицы.
- В PVT Дизайнере: добавлен термический вариант.
- В VFP Дизайнере: Поддержана интеграция VFP Дизайнера с Дизайнером Моделей. Каждой скважине в Дизайнере Моделей соответствует проект VFP Дизайнера.
- В модуле автоматизированной адаптации и анализа неопределенностей: Поддержана многокритериальная оптимизация методом роя частиц.
- В Дизайнере Сетей: Интеграция Дизайнера Сетей и Дизайнера Моделей. При загрузке в Дизайнер Моделей готовой гидродинамической модели автоматически создается проект Дизайнера Сетей с возможностью его дальнейшего редактирования.

2.1. Расчетная часть tNavigator

В расчетной части tNavigator версии 18.4 поддерживается следующая функциональность:

Расчет на GPU:

- Поддержано использование нескольких GPU на одном узле для решения систем линейных уравнений.

Для моделей форматов E1 и E3:

- Поддержана возможность подключения аналитических аквиферов к LGR (ключевое слово AQANCONL).
- Поддержаны опции модификация порового объема при использовании ключевых слов ROCKTAB/ROCKTABH (ключевые слова HMRREF, HMMROCKT).
- Поддержан индикатор коррекции глубины RES в ключевом слове WPAVE (гидростатический напор рассчитывается с использованием типичной плотности флюида в пласте).

Для моделей форматов IM, ST, GE:

- Для моделей формата GE/IM для опции J-функции Леверетта поддерживается возможность задавать поверхностное натяжение кубами (ключевые слова SRFTNW, SRFTNG).
- Для моделей формата GE/IM поддерживается возможность использования начального давления в качестве опорного при расчете порового объема (ключевое слово DEPLETION).
- Для моделей формата ST поддерживается значение по умолчанию для задания начального компонентного состава.
- Для моделей формата GE/IM поддерживается опция DAMP-PCOW-TROIL для гистерезиса капиллярного давления.
- Для моделей формата ST поддерживается опция корректировки начальных насыщенностей воды и нефти для улучшения стабильности расчета (ключевое слово SAT_ADJUST).
- Добавлена возможность задания списка групп скважин, находящихся под групповым контролем и осуществляющих повторную закачку отобранного из пласта флюида (ключевое слово GPRODGROUP).

Для моделей формата MO:

- Поддержано вертикальное масштабирования относительных фазовых проницаемостей (ключевые слова YKOG, YKOW, YKRG, YKRW).

Специальные опции:

- Поддержаны сгущающиеся к зоне трещины измельчения для XYZ трещин.
- Для термических и композиционных моделей форматов E1 и E3 поддержано поблочное задание компонентного состава для опции NEI (ключевое слово TNAVCTRL NEI).
- Для композиционных моделей формата E3 поддержана возможность задавать способ перевода углеводородных фаз (нефти, газа, ШФЛУ) в стандартные условия после сепараторов (ключевые слова SEPDEN, DENSTRMIX).
- Для моделей формата tNav добавлены новые опции подключения аналитических аквиферов для моделей двойной среды (ключевое слово AQUGP опции BOUNDARYM/RESBNDM, BOUNDARYF/RESBNDF, DEPTHM/DEPTHF).
- Добавлена модификация аквифера Картера-Трейси для более точного моделирования притока подошвенных вод (ключевое слово AQUGP опция BD).
- Для моделей формата E3 поддержан температурный скейлинг относительных фазовых проницаемостей и капиллярного давления в композиционных изотермических моделях.
- Поддержаны опции для настройки солвера сегментных скважин (ключевое слово RUNCTRL опции MAXSEGWELLIT, TOLSEGWELL).
- Добавлена опция STRICT_CONST_FRACTURE_THICKNESS ключевого слова TNAVCTRL, отвечающая за сохранение толщины центрального слоя при генерации измельчений сетки про помощи PLNRFRAC_TEMPLATE и INNERWIDTH.
- Добавлены опции управления логикой расчета свойств для блоков, которые переходят из неактивного в активное состояние при прохождении через них трещины ГПП (для ключевого слова TNAVCTRL для опции логики FRACTURE_INACTIVE_BLOCK_PROPERTIES_LOGIC необходимо задать опцию NEAREST_IJK_ACTIVE_BLOCK).
- Поддержано ключевое слово IMPORT_PROJECT для создания проекта интегрированной модели.

Ввод-вывод данных:

- Изменено поведение tNavigator сохранения результатов для моделей форматов E1 и E3, если отсутствуют слова выборочной записи результатов (RPTRST и т.д.) или соответствующие опции командной строки. Ранее все кубы свойств для всех объектов сохранялись на всех отчетных шагах, заданных в модели. Теперь кубы записываются только на первый и последний шаг. Для моделей формата IM, ST, GE результаты записываются на всех шагах.

- Добавлена опция записи информации для рестарта на последнем рассчитанном отчетном шаге. Опция может быть актуальна для продолжения расчета при его аварийном завершении. При расчете консольной версией данная опция может быть активирована из командной строки --dump-res-last. При расчете в графическом интерфейсе в настройках главного окна: **Настройки** → **Опции** → **Дополнительно** → **Сохранять последний рассчитанный шаг**. В очереди задач **Настройки** → **Опции** → **Настройки расчета новых задач (расширенные)**.
- Поддержаны мнемоники SUMMARY для многосегментных скважин: SOFRE, SOFRS, SOFT, SOFTA, SWFT, SWFTA, SGFRE, SGFT, SGFTA.
- Поддержаны мнемоники SUMMARY для вывода потенциалов по фазам для закрытых/остановленных скважин WGPP2, WOPP2 и WWPP2.
- В ключевом слове RPTRST поддержан вывод скоростей нефти, воды, газа (мнемоники VELOIL, VELWAT, VELGAS).
- Поддержана выгрузка имен скважин WGNAMES в .SMSPEC файл.

2.2. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 18.4:

- Добавлена возможность отображения 3D свойств сетки с полупрозрачностью.
- Переработан интерфейс подгрузки произвольных графиков для визуализации (теперь загруженному графику можно приписать любой тип).
- Добавлена возможность использовать пользовательские графики, построенные в Калькуляторе графиков, в Секторных диаграммах. Например, для просмотра накопленной добычи за определенный период.
- Для удаленного графического интерфейса в настройках диспетчера поддержана возможность узнать число узлов в очередях.
- Улучшен вывод индекса LGR блока в лог-файл и при визуализации в 2D и 3D - добавлены индексы всех родительских блоков.
- Добавлена визуализация следующих данных:
 - Пользовательских кубов свойств WORKxxx, IWORKxxx в дереве Начальные свойства.
 - Термических проводимостей.
 - Константы Biot в геомеханической модели.

2.3. Модуль автоматизированной адаптации и анализа неопределенностей

В Модуле автоматизированной адаптации и анализа неопределенностей версии 18.4:

- Задание переменных и алгоритмы:
 - Поддержана многокритериальная оптимизация методом роя частиц.
 - Добавлен метод планирования эксперимента Монте-Карло.
 - Добавлена возможность построения парето-фронта на кроссплоте.
 - Поддержано создание тестовых вариантов и отображение результатов, предсказанных прокси-моделью.
 - Поддержано задание дискретного распределения переменных.
- Целевая функция:
 - Поддержано создание списка целевых функций. Целевые функции вынесены в интерфейс в отдельную вкладку.
 - Добавлена возможность расчёта линейной (а не квадратичной) целевой функции.
 - В конфигурации целевой функции добавлен фильтр по добывающим/нагнетательным скважинам.
- Интеграция с модулями Дизайнер Моделей и Дизайнер Геологии:
 - В workflow добавлены новые операции для работы с ГРП: **Трещины ГРП** → **Редактирование параметров** → **Настроить Шаблон ГРП, Настроить Стадию ГРП, Настроить Арифметику ГРП**. Для настройки на историю разработки могут использоваться переменные.
 - Добавлена возможность адаптации с целевой функцией в Дизайнере Геологии без использования гидродинамической модели — например, для настройки на величину утвержденных запасов.

2.4. Дизайнер Геологии

В Дизайнере Геологии версии 18.4:

- Сейсмика:
 - Добавлена интерпретация на основе нескольких сейсмических данных.
 - В закладка Сейсмика добавлена возможность перемещения поперечного сечения (пересечения поверхности инлайна (кросслайна)) или переключения на него по правой кнопке мыши.

- В диалог импорта сеймики для обрезки данных по глубине или времени добавлены поля **Задержка по оси Z, Мин. Z, Макс. Z**.
- Поддержана работа с сейсмическими данными в глубинном масштабе: импорт, визуализация, интерпретация (получение поверхностей и разломов).
- Добавлена возможность расчета куба скоростей.
- Добавлен расчет базовых сейсмических атрибутов: когерентность, мгновенная амплитуда, мгновенная частота, мгновенная фаза (Сейсмич. съемка 3D → Рассчитать атрибут, Рассчитать когерентность).
- Добавлена возможность переноса сейсмического атрибута на геологическую сетку (для сеймики в масштабе глубин).
- Добавлен перевод сейсмических разломов из времени в глубину (**Разлом** → **Создать разлом по сейсмическому разлому**).
- Импорт/экспорт данных:
 - Добавлена возможность импорта/экспорта сетки в формате Cornerpoint Grid (CORP) формата NE/VI.
 - Добавлена возможность импорта/экспорта сетки в формате CORNERS.
 - Добавлена загрузка разломов и полигонов в формате Z-Map Plus.
 - Добавлена возможность загрузки скважинных данных (маркеры, кривые ГИС, ...) в область, где отсутствует траектория. Так же поддерживается опция продления траектории до максимального значения по измеренной глубине скважинных данных (**Кривые ГИС** → **Импорт** → **Удлинить траекторию, если необходимо**).
 - Добавлена возможность загрузки в проект истории добычи по скважинам из баз данных через скрипт Python в workflow.
 - Поддержан экспорт маркеров в виде таблицы (**Маркеры** → **Экспорт** → **Таблица Скважина/Маркер**).
- Данные по скважинам, ГИС:
 - Поддержаны идентификаторы UWI для загрузки скважин и скважинных данных, а также для работы с ними.
 - В Таблицу скважин для просмотра траектории добавлены столбцы угол и азимут.
 - В окнах 2D, 3D, Сечение добавлена возможность обрезать траектории по глубине и по маркерам для визуализации.
 - Добавлены следующие методы обработки данных каротажа:
 - * Сглаживание медианным фильтром в скользящем окне.
 - * Среднеарифметическое в скользящем окне.

- * Сглаживание функцией Гаусса в скользящем окне.
- * Нормировка по минимаксу.
- * Нормировка по среднему и среднеквадратичному отклонению.
- Окно Диаграмма скважины (схема корреляции скважин):
 - Добавлена возможность скрытия дорожек, не содержащих данных (Опция **Скрыть пустые дорожки**).
 - Добавлена возможность компактного представления шкалы глубин (уменьшение размеров засечек, для значений глубин – уменьшение количества десятичных знаков, размера шрифта, при минимальной ширине шкалы – переход подписей к вертикальному расположению).
 - Настройки для маркеров и горизонтов добавлены в шаблоны.
- Сетки:
 - Добавлена возможность перемасштабирования сетки и ее свойств на более грубую сетку (**3D-сетки** → **Создать сетку** → **Создать грубую сетку (перемасштабирование, upscaling)**).
 - Добавлена передискретизация (resampling) свойств с одной сетки на другую. Сетки могут иметь различный охват, шаг ячеек, угол поворота.
 - При создании 3D сетки добавлена возможность нарезки на слои пропорционально любым поверхностям, имеющимся в проекте.
- Структурная модель:
 - Добавлен объект Структурная модель для построения согласованного структурного каркаса, учитывающего все имеющиеся исходные данные для их построения, и для расчета толщин создаваемых пластов.
- Интерполяция:
 - Добавлена интерполяция свойств методом симуляции с использованием многоточечной геостатистики (MPS – Multi Point Simulation).
 - Добавлена возможность задания свойств (пористость, проницаемость и других) на основе априорного распределения вероятностей, без использования экспериментальных данных.
- Объемы и запасы:
 - Добавлен инструмент для подсчета запасов и объемов в 2D (**2D-Карты** → **Карты объемов и запасов**).
 - Добавлена возможность расчета статистических таблиц по 2D-картам, например, для анализа двухмерного подсчета запасов, создания проектов анализа неопределенности (**Таблицы** → **Создать Таблицу по Карте**).

- Многоугольники:
 - Добавлена возможность выполнения булевых операций с многоугольниками: объединение многоугольников в один, вычитание, пересечение (**Многоугольники** → **Логические операции с многоугольниками**).
 - Добавлена возможность сборки поверхности из разных поверхностей (и констант) с контролем распространения отдельных частей по многоугольникам (аналогично для 2D-Карт). **Горизонты** → **Вспомогательные расчеты** → **Слияние горизонтов, 2D-Карты** → **Вспомогательные расчеты** → **Слияние 2D-Карт**.
- 2D-Карты:
 - Добавлен учет атрибутов наборов точек в Универсальной интерполяции для 2D-карт.
 - Добавлена возможность обрезать 2D-карту по многоугольнику.
- Workflow:
 - Добавлена возможность из Workflow запускать внешнюю программу.
 - Добавлена возможность из Workflow запускать другой Workflow.
 - В Workflow добавлена возможность открывать гидродинамическую модель (**Workflows** → **Экспорт** → **Открыть или пересчитать динамическую модель**).
- Закладка Сечения (геологический разрез):
 - Добавлены подписи имен скважин в окне сечений и настройки управления их размещением.
 - Добавлена возможность задавать численное значение масштаба в настройках окна. Горячие клавиши для изменения масштаба: вверх и вниз.
- Вкладки, общие параметры визуализации:
 - Добавлена возможность синхронизации некоторых настроек вкладок (синхронизируются выбранные объекты, положение камеры, фильтры).
 - Добавлена возможность восстановления закрытых вкладок (**Вид** → **Окна** → **Восстановить**).
 - Добавлены глобальные точки вращения. Их можно отображать во всех окнах 2D и 3D, а также создавать, редактировать, и выбирать для использования на 3D.
 - Добавлена возможность отображения 3D свойств сетки с полупрозрачностью.
 - Добавлена возможность вызова статистики по любому объекту из контекстного меню в дереве объектов, независимо от текущего окна визуализации.

- Разное:
 - В калькулятор добавлена возможность явного задания неопределенного значения и его использования при составлении выражений.

2.5. Дизайнер Моделей

В Дизайнере Моделей версии 18.4:

- Гидроразрыв пласта:
 - Импорт данных ГРП в формате GOPHER.
 - Поддержано ввод параметров ГРП в виде таблицы.
- Интегрированное моделирование:
 - Поддержана интеграция VFP Дизайнера с Дизайнером Моделей. Каждой скважине в Дизайнере Моделей соответствует проект VFP Дизайнера.
 - Интеграция Дизайнера Сетей и Дизайнера Моделей. При загрузке в Дизайнер Моделей готовой гидродинамической модели автоматически создается проект Дизайнера Сетей с возможностью его дальнейшего редактирования.
- Сетки:
 - Поддержана возможность создания неструктурированных сеток (CARFINBG + INNERWIDTH).
 - Поддержана загрузка и выгрузка моделей с опцией укрупнения сетки (COARSEN).
- Вкладки, общие параметры визуализации:
 - Добавлена возможность синхронизации некоторых настроек вкладок (синхронизируются выбранные объекты, положение камеры, фильтры).
 - Добавлена возможность восстановления закрытых вкладок (**Вид** → **Окна** → **Восстановить**).
 - Добавлены глобальные точки вращения. Их можно отображать во всех окнах 2D и 3D, а также создавать, редактировать, и выбирать для использования на 3D.
 - Добавлена возможность отображения 3D свойств сетки с полупрозрачностью.
 - Добавлена возможность вызова статистики по любому объекту из контекстного меню в дереве объектов, независимо от текущего окна визуализации.
- Относительные фазовые проницаемости:
 - Добавлена возможность группировки ОФП по папкам.

- Поддержан импорт таблиц ОФП в формате NE/VI.
- Разное:
 - Введён интерфейс для создания правил, задающих частоту записи шагов в модели.
 - Поддержка задания большого количества параметров модели в workflow.
 - Поддержка двойной пористости для аквиферов.
 - Задание множества правил разработки в табличном виде.
 - Визуализация векторных полей.
 - Тренды в кроссплотах сделаны геометрическими объектами; их можно создавать, редактировать, и выборочно отображать.

2.6. PVT Дизайнер

В PVT Дизайнере версии 18.4:

- Добавлен термический вариант.
- Для варианта черной нефти поддержана работа с новыми типами задания PVT данных формата tN (BOT, VOT, COT, BGUST, VGUST).

2.7. Дизайнер Сетей

В Дизайнер Сетей версии 18.4:

- Интеграция Дизайнера Сетей и Дизайнера Моделей. При загрузке в Дизайнер Моделей готовой гидродинамической модели автоматически создается проект Дизайнера Сетей с возможностью его дальнейшего редактирования.
- Добавлен новый объект – Автоштуцер, для задания ограничения (верхнего) по дебитам фаз и давлению для скважин и групп скважин.
- Добавлен новый объект – нагнетательная скважина.
- Добавлен новый объект – Ограничения, для использования опции группового контроля.
- Добавлен новый объект – Автонасос, для задания ограничения (нижнего) по давлению для скважин и групп скважин.
- Поддержано автоматическое обновление результатов расчета сети при расчете интегрированной модели поверхностная сеть-резервуар.
- Добавлена возможность откреплять трубу с любого конца от присоединённого объекта.

2.8. VFP Дизайнер

В VFP Дизайнере версии 18.4:

- Поддержана интеграция VFP Дизайнера с Дизайнером Моделей. Каждой скважине в Дизайнере Моделей соответствует проект VFP Дизайнера.
- Добавлены новые элементы конструкции многосегментной скважины: субкритический клапан, автономное устройство контроля притока AICD, спиральное устройство контроля притока ICD (данные элементы соответствуют ключевым словам WSEGAICD, WSEGSICD, WSEGVVALV).
- Поддержано вычисление падения давления вдоль трубы только из-за гидростатики (При создании VFP таблицы при выборе типы корреляции выбрать **Только гидростатика**).
- Поддержан импорт таблиц VFP в формате NE/VI.

2.9. Совместимость с предыдущими версиями

В tNavigator версии 18.4:

- Изменено поведение tNavigator сохранения результатов для моделей форматов E1 и E3, если отсутствуют слова выборочной записи результатов (RPTRST и т.д.) или соответствующие опции командной строки. Ранее все кубы свойств для всех объектов сохранялись на всех отчетных шагах, заданных в модели. Теперь кубы записываются только на первый и последний шаг. Для моделей формата IM, ST, GE результаты записываются на всех шагах.
- Изменена логика расчета для API групп, предыдущая логика может быть включена ключевым словом TNAVCTRL опция API_GROUP_LOGIC_PRE182.

2.10. Лицензии и лицензионный сервер

В tNavigator версии 18.4:

- Использование одного или двух GPU при расчёте на одном узле включено в лицензию Черной нефти. Далее за каждые два дополнительных GPU требуется по одной лицензии Черной нефти.
- Лицензирование при использовании в симуляторе ключевых слов IMPORT_NETWORK и IMPORT_WELL. Используется по одной лицензии на модель, даже если ключевые слова применены в ней многократно:
 - При использовании слова IMPORT_NETWORK → лицензия Дизайнера Сетей;

- При использовании слова IMPORT_WELL → аналогично работе VFP Дизайнера: берется первая свободная лицензия из следующих: Дизайнер Моделей, Дизайнер Сетей, Дизайнер Геологии.
- При использовании слов IMPORT_NETWORK и IMPORT_WELL одновременно → лицензия Дизайнера Сетей;
- При использовании слова IMPORT_PROJECT → лицензия в зависимости от типа проектов, подключаемых данным словом.

2.11. Документация

Для tNavigator версии 18.4 добавлены **новые учебные курсы**:

- По все модулям добавлены общие обзорные презентации по функциональности модуля в целом:
 - **SIM0.1. Simulator Overview** (Общий обзор Симулятора).
 - **AHM0.1. AHMUncertainty Overview** (Общий обзор модуля Автоадаптации).
 - **GD0.1. Geology Designer Overview** (Общий обзор Дизайнера Геологии).
 - **MD0.1. Model Designer Overview** (Общий обзор Дизайнера Моделей)
 - **PVT0.1. PVTDesigner Overview** (Общий обзор PVT Дизайнера).
 - **PVT0.2. PVTDesigner Experiments** (Эксперименты PVT Дизайнера).
 - **ND0.1. Integrated Modeling** (Общий обзор Интегрированного моделирования).
 - **VFP0.1. VFPDesigner Overview** (Общий обзор VFP Дизайнера).
- Учебные курсы по модулю **Дизайнер Моделей**:
 - **MD1.1. How To Analyze Model in Model Designer (Анализ Моделей в Дизайнере Моделей)**
 В данном курсе мы загрузим и проанализируем существующую гидродинамическую модель: 3D, свойства сетки, статистика, 2D, изолинии, Гистограмма, Фильтры для вычисления запасов для FIP регионов, Кроссплоты, графические фильтры для Кроссплотов, Горизонтальные и вертикальные сечения. Зададим настройки и опции визуализации, фильтры по скважинам и по свойствам. Запустим гидродинамическую модель и проанализируем Дебиты, Накопленные и т.д. для месторождения и скважин с помощью Шаблонов графиков. Оценим качество настройки модели на историю разработки.
 - **MD1.5. Voronoi Diagrams (Диаграммы Вороного)**
 Диаграммы Вороного - это разделение куба свойств на области (по числу скважин) так, чтобы граница между парой "соседних" областей была перпендикулярна прямой, соединяющей скважины (центры областей) и проходила посередине расстояния между скважинами. Диаграммы Вороного используются для приблизительной оценки запасов в районе скважины (это запасы в

ее области Вороного). Также они используются для приблизительной оценки зоны дренирования скважин.

- **MD2.1. How To Add Wells (Проектирование разработки)**

Добавление вертикальной и горизонтальной скважин, добавление бокового ствола. Расчет и визуализация DLS. Правила по скважинам и стратегии разработки.

- **MD2.2. Local Grid Refinement (Локальное измельчение сетки)**

В данном курсе мы рассмотрим опции создания локальных измельчений сетки LGR: Создание LGR вокруг скважин, Создание LGR в заданном боксе, Создание LGR по фильтру куба свойств.

- **MD2.4. How To Update Schedule (Обновление данных по скважинам)**

В данном курсе рассматривается пример, как добавить в модель новые данные по истории разработки (добычи, траектории новых скважин, перфорации).

3. Версия 18.3 tNavigator

Ключевыми изменениями версии 18.3 являются:

- В расчетной части симулятора:
 - Для моделей с опцией моделирования вод с низкой соленостью (LOWSALT), с опцией ПАВ (SURFACT) поддерживается возможность задания масштабирования фазовых проницаемостей.
 - Изменено значение по умолчанию для объема сохраняемого в файлы результатов. Вместо используемого по умолчанию в предыдущих версиях "все на каждом шаге" записываются кубы свойств на всех шагах из параметров модели (RPTRST) и графики на всех шагах.
- В Дизайнере Геологии:
 - Добавлен первый вариант обеспечения коллективной работы нескольких пользователей с одним проектом через механизм переноса объектов между проектами.
 - В диалоги трехмерной интерполяции добавлена возможность использовать Кокригинг и рассчитывать Дисперсию Кригинга.
- В PVT Дизайнере: Поддержана возможность моделирования неравновесного фазового состояния в композиционных моделях (поддержка различия в скорости выхода газа из жидкости и его растворения).
- В модуле автоматизированной адаптации и анализа неопределенностей: Поддержан вывод пользователю уравнения квадратичной Прокси модели, которая может быть использована внешними инструментами для анализа методом Монте-Карло и другими.

3.1. Расчетная часть tNavigator

В расчетной части tNavigator версии 18.3 поддерживается следующая функциональность:

Для моделей форматов E1 и E3:

- Для моделей с опцией моделирования вод с низкой соленостью (LOWSALT) поддерживается возможность задания масштабирования фазовых проницаемостей (ключевые слова LSWL, LSWLPC, LSWU, LPCW, LSOGCR, LSOWCR, LSWCR, LKRW, LKRWR, LKRO, LKRORW, LKRORG).
- Для моделей с опцией ПАВ (SURFACT) поддерживается возможность задания масштабирования фазовых проницаемостей (ключевые слова SSWL, SSWCR, SSWU, SSOWCR, SKRW, SKRWR, SKRO, SKRORW).

- Для многосегментных скважин поддержан выбор способа масштабирования интерполированного падения давления для каждого сегмента (параметр 7 ключевого слова WSEGTABL).
- Поддержана возможность задания контроля скважины через UDQ во 2-ом параметре ключевого слова WTMULT.
- Поддержано задание количества итераций метода Ньютона для временного шага, на которых будут пересчитываться показатели скважин, работающих при групповом контроле или с заданным ограничением на величину падения давления, в секции SCHEDULE (ключевое слово NUPCOL).
- Поддержаны различные способы осреднения плотности в стволе скважины (параметр 145 ключевого слова OPTIONS, параметр 44 ключевого слова OPTIONS3 и новые параметры ключевого слова RUNCTRL (WELLDENWEIGHTOPEN и WELLDENWEIGHTSTOP)).
- Поддержано использование маски '?' при задании имени скважины ключевым словом WELSPECS внутри слова ACTIONW.

Для моделей формата E3:

- Для композиционных моделей поддержана модификация корреляции LBC для расчета вязкости углеводородных фаз (ключевое слово VCOMPACT).
- Для термических моделей поддержана опция неравновесной инициализации (ключевое слово NEI).
- Для композиционных моделей поддержана опция растворения сероводорода H2SSOL.

Для моделей форматов IM, ST, GE:

- Для композиционных моделей формата GE поддержана зависимость shift параметра от температуры (ключевые слова VSHIF1, TREFVS).
- Для термических моделей формата ST поддержано моделирование химических реакций с отклонением от равновесности (ключевые слова RXEQFOR, RXEQBAK, RXEQBASE).
- Для термических моделей формата ST поддержана модель теплопроводности COMPLEX для моделей с твердой фазой.
- Поддержаны дополнительные возможности задания трещин ГПП через LGR (ключевые слова INNERWIDTH, BLOCKGROUP).

Специальные опции:

- Для композиционных моделей формата E3 поддерживается зависимость shift параметра от температуры (ключевые слова VSHIF1, TREFVS).
- Поддержана возможность изменения логики расчета свойств для неактивных блоков, попавших в трещину ГПП (для ключевого слова TNAVCTRL опция FRACTURE_INACTIVE_BLOCK_PROPERTIES_LOGIC).
- Для моделей формата E1, E3 поддерживаются дополнительные возможности задания трещин ГПП через LGR (ключевые слова CARFIN_BG, INNERWIDTH, BG_xxx).

Ввод-вывод данных:

- В секции SUMMARY поддерживается мнемоника WBP0 для заказа расчета среднего давления по 1 точке, пересчитанного на опорную глубину.
- В ключевое слово RPTRST добавлены следующие мнемоники: ZMF, ALLPROPS, SURFCNM, SURFBLK, SURFACT, SURFMAX, SURFST.
- В секции SUMMARY поддерживаются следующие мнемоники: FEIR, FEIT, FEPR, FEPT, GEIR, GEIT, GEPR, GEPT, WEPR, WEPT, WEIR, WEIT, FOIRP, FHMPT, FHMIT, FHMPR, FHMIR, FRPV, WGPP2, WODN и WGDN.

3.2. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 18.3:

- Поддержана возможность открывать модель из графического интерфейса симулятора в Дизайнере Моделей. По кнопке **Открыть в Дизайнере Моделей** создается новый проект и туда импортируются все данные текущей модели.
- Поддержана возможность задать глобальные опции для выгрузки результатов расчетов в виде бинарных файлов по умолчанию. В главном окне Настройки → Опции → Модели → **Сохранить бинарные файлы свойств и графиков**.
- Добавлена возможность задавать численное значение 3D масштаба в настройках 3D окна. Горячие клавиши для изменения масштаба: вверх и вниз.
- Расширена функциональность палитры: контроль количества знаков после запятой, отображение дискретной шкалы, максимального накопленного значения для гистограммы.
- Графики:
 - Добавлен график WBP0 среднего давления по 1 точке, пересчитанного на опорную глубину.

- Калькулятор графиков: Упрощена настройка подключения внешних Python модулей. В главном окне Настройки → Опции → Пути → **Исп. внешнюю библиотеку Python, Проверить Python3.dll, Вручную задать путь к модулям Python.**
- Добавлена возможность создавать папки Шаблонов графиков.
- В Шаблонах графиков добавлена возможность создавать Crossplot с произвольными осями для любых графиков (Настройки шаблона → Выбрать оси → Выбор параметров по осям X и Y).

3.3. Модуль автоматизированной адаптации и анализа неопределенностей

В Модуле автоматизированной адаптации и анализа неопределенностей версии 18.3:

- Добавлена возможность построения диаграммы Парето по корреляции Спирмена.
- Поддержано построение квадратичных Прокси моделей по заданной выборке вариантов. Доступна оценка качества модели и результирующая формула Прокси модели.
- В графическом интерфейсе объединены все таблицы результатов (закладка Таблица результатов в версии 18.3 объединяет закладки, присутствовавшие в 18.2: Таблица результатов, Таблица невязок, Переменные моделей). Добавлена возможность отображать данные по объектам (группам, скважинам).
- Поддержана возможность использования модуля Автоадаптации для моделей с опцией reservoir coupling (с потерей обратной совместимости).
- Интеграция с модулями Дизайнер Моделей и Дизайнер Геологии:
 - В режиме запуска из Дизайнера Геологии поддержано построение гистограмм, кроссплотов, CDF графиков и отображения вариантов с помощью MDS.
 - В режиме запуска из Дизайнера Моделей улучшен интерфейс создания таблиц ОФП, оптимизирован случай большого числа регионов.

3.4. Дизайнер Геологии

В Дизайнере Геологии версии 18.3:

- Сетки:
 - В расчет **Импорт. Загрузить сетку** из текстового файла добавлена опция **Загрузить все свойства** из этого файла.

- Интерполяция:
 - В интерполяцию горизонтов и 2D карт добавлена возможность одновременно использовать разные входные данные: маркеры, их атрибуты, наборы точек, многоугольники и горизонты. Расчет **Универсальная интерполяция**.
 - В диалоги трехмерной интерполяции добавлена возможность использовать Кокригинг. Кокригинг доступен в расчетах **Интерполяция (Зоны, Регионы), Фациальное моделирование (Зоны, Регионы)**.
 - В диалоги трехмерной интерполяции добавлена возможность расчета Дисперсии Кригинга. Опция доступна в расчетах **Интерполяция (Зоны, Регионы), Фациальное моделирование (Зоны, Регионы)**.
- Данные по скважинам, ГИС, Диаграмма скважины:
 - Для скважин добавлен атрибут "символ" и глобальная таблица "символов" (список svg файлов). На 2D добавлено отображение символов у соответствующих скважин.
 - Добавлена возможность слияния каротажных данных, загрузки одноименных данных без перезаписи их друг другом. Расчет **Слияние кривых ГИС** с методами: пропустить, сшить, перезаписать.
 - На Диаграмме скважины добавлена возможность использовать шаблоны рисовки для закрашивания дискретных каротажных данных (опция **Показать заливку текстурой**).
 - На Диаграмме скважины добавлена возможность визуализировать кривые ГИС с погрешностью (опция **Показать интервал погрешности**).
 - Добавлена возможность загрузки кривых ГИС и траекторий из базы данных.
 - Поддержано создание выборки скважин для корреляционного профиля (Well Selector) с помощью кисточки или внутри области, выделенной мышкой. Данная функциональность доступна в 2D окне по кнопке **Выбор скважин**
- Объемы и запасы, компоненты связности:
 - Добавлена возможность расчета геометрического, эффективного порового объёма и НСРV отдельно для газовой и нефтяной зон, а также для всей залежи (нефть плюс газ). **Свойства** → **Расчеты** → **Расчет объемов и запасов**.
 - Добавлен расчет количества блоков сетки, входящих в отдельные компоненты связности. Параметр **Кол-во блоков в компоненте** в **Свойства** → **Расчеты** → **Компоненты связности**.
 - Добавлен расчет для компонент связности **Фильтровать по количеству блоков**.
- Разломы:

- На 2D добавлена визуализация разломов.
- Добавлена возможность экспорта всех разломов.
- Добавлен расчет создания разлома **Создать разлом по набору точек**.
- Закладка **Сечения** для визуализации разрезов:
 - Добавлена визуализация разломов, перфораций и кривых ГИС.
- Многоугольники:
 - Добавлен расчет площади внутри многоугольника.
 - Добавлено создание многоугольника по пересечению двух горизонтов или горизонта и глубины. Расчет **Многоугольник по пересечению горизонтов**.
 - Добавлена загрузка многоугольника с указанием столбцов из файла, которые надо использовать.
- Разное:
 - Добавлена возможность переносить объекты из одного проекта в другой. **Документ** → **Обмен данными между проектами**.
 - Добавлен расчет карты толщин между горизонтами. Расчет **2D-Карты** → **Вспомогательные расчеты** → **Карта толщин по горизонтам**.
 - Добавлена возможность визуализации загруженных растровых карт в 3D.
 - Добавлена возможность задавать численное значение 3D масштаба в настройках 3D окна. Горячие клавиши для изменения масштаба: вверх и вниз.
 - Расширена функциональность палитры: контроль количества знаков после запятой, отображение дискретной шкалы, максимального накопленного значения для гистограммы.

3.5. Дизайнер Моделей

В **Дизайнере Моделей** версии 18.3:

- Работа с вариантами моделей:
 - Возможность добавлять в гидродинамическую модель только выбранные разломы с возможностью задать множитель проводимости, диффузивности и пороговое давление. **Варианты моделей** → **Свойства** → **Разломы**.
- Работа с кубами свойств:
 - Добавлена визуализация кубов регионов в динамической модели после ее инициализации.
 - Поддержано задания изменения кубов свойств на шагах модели (в SCHEDULE).

- Добавлена возможность задавать численное значение 3D масштаба в настройках 3D окна. Горячие клавиши для изменения масштаба: вверх и вниз.
- Расширена функциональность палитры: контроль количества знаков после запятой, отображение дискретной шкалы, максимального накопленного значения для гистограммы.
- Работа с данными по скважинам и Правилами:
 - Добавлена возможность задания множества трещин ГПП в табличной форме.
 - Поддержано создание выборки скважин для корреляционного профиля (Well Selector) с помощью кисточки или внутри области, выделенной мышкой. Данная функциональность доступна в 2D окне по кнопке **Выбор скважин**.
 - Добавлена возможность экспорта иерархии групп из правила **Создать иерархию групп** в виде ключевого слова GRUPTREE или списков скважина-группа, группа-скважина и других.
 - При загрузке данных из существующей модели поддержан импорт слов WELSPECS, WELSPECL, WELLSPEC, GRUPTREE в правила с иерархией групп и параметрами задания скважин.
- Разное:
 - В закладке **Свойства флюидов** поддержано создание свойств породы и равновесия по умолчанию по выбранной сетке. По правой кнопке мыши опция **Создать по умолчанию по сетке**.

3.6. PVT Дизайнер

В PVT Дизайнере версии 18.3:

- Поддержан трехфазный VLW flash в CCE эксперименте.
- Поддержана возможность моделирования неравновесного flash. Добавлены следующие эксперименты: NCCE, RELAXATION, NCVD. Реализована возможность адаптации параметра неравновесности по результатам замеров.
- Добавлен график распределения по молярной массе (fingerprint plot).
- Поддержана возможность менять параметр корреляции Чу-Праушница для расчета ВИС.
- Добавлена возможность использовать критическую точку для построения целевой функции при адаптации коэффициентов lumping.
- Добавлена возможность добавлять комментарии к вариантам.

3.7. Дизайнер Сетей

В Дизайнер Сетей версии 18.3:

- Поддержана возможность создания и расчета нескольких вариантов сети, а также сравнение результатов расчета на графиках и в таблицах.
- Добавлена возможность группировка объектов (создание Группы элементов).
- Добавлена визуализация вклада скважин в суммарную добычу узлов (в форме секторных диаграмм).

3.8. Совместимость с предыдущими версиями

В tNavigator версии 18.3:

- Изменено значение по умолчанию для объема сохраняемого в файлы результатов. Вместо используемого в предыдущих версиях "все на каждом шаге" записываются кубы свойств на всех шагах из параметров модели (RPTRST) и графики на всех шагах.
- В симуляторе для экспорта начальных свойств в бинарном формате E1/E3 в секции GRID необходимо указывать слово INIT.
- В Калькуляторе Графиков изменён синтаксис агрегирования и обращения к индивидуальным значениям графиков (с потерей обратной совместимости).
- Поддержана возможность использования модуля Автоадаптации для моделей с опцией reservoir coupling (с потерей обратной совместимости).

3.9. Документация

Для tNavigator версии 18.3 добавлены **новые учебные курсы**:

- По модулю **Симулятор**:
 - **SIM6.6. How To Use VLWFlash CO2 (Моделирование растворения CO2 в водной фазе)** – Моделирование вытеснение нефти чередующейся закачкой CO2 и воды для повышения нефтеотдачи. По сравнению с непрерывным вытеснением углекислым газом вариант с чередующейся закачкой CO2 и воды является более экономичным за счет снижения затрат на CO2. Попеременная закачка углекислого газа и воды может быть эффективной для неоднородных пластов в зависимости от соотношения CO2 и H2O. В курсе приведено сравнение расчета моделей с опцией растворения CO2 и без учета растворения. Для расчета параметров фазового равновесия в системе пар–жидкость–вода используется опция VLW_FLASH ключевого слова FLASHCTRL.

- По модулям **Симулятор, Дизайнер Моделей, Автоадаптация и анализ неопределенностей**:
 - **COMMON1.4. How To Use Graph Calculator Python (Калькулятор графиков Python)** – Калькулятор графиков предназначен для создания дополнительных графиков и доступен в интерфейсе симулятора, модуля Автоадаптации и Дизайнера Моделей. В данном курсе приведены следующие материалы по Калькулятору графиков: синтаксис и логика языка Python, собственные функции для работы с элементами моделей, импорт библиотек, примеры пользовательских графиков. В качестве примеров задания целевой функции для модуля Автоадаптации через скрипты Python приведены примеры для решения следующих задач:
 - * Настройка модели по результатам испытаний разведочных скважин и характеристике вытеснения объекта-аналога.
 - * Настройка модели на трассерные исследования.
- По модулю **Дизайнер Геологии**:
 - **GD1.5 How To Work With Logs (Как работать с данными ГИС)** – В данном курсе приводится описание работы с каротажными данными, визуализация и работа с Калькулятором, например:
 - * Загрузка кривых ГИС
 - * Настройка визуализации кривых ГИС
 - * Редактирование кривых ГИС и удаление некорректных данных
 - * Расчет новой кривой ГИС (кривой объема глинистых пород) с помощью корреляционных формул
 - * Сдвиг кривой ГИС по глубине
 - * Расчет среднего значения кривой ГИС между двумя маркерами и отображение его на 2D проекции
- По модулям **Дизайнер Моделей, Автоадаптация и анализ неопределенностей**:
 - **MDAHM1.1 How To Use Molar Rates In AHM (Автоадаптация с контролем по молярным дебитам)** – Метод обратного распределения добычи (back-allocation), описанный в данном курсе, основан на исторических массовых (молярных) дебитах для месторождения, а также исторических забойных давлениях (ВНР), устьевых давлениях (ТНР) и дебитах воды для скважин. Скважины управляются групповым контролем по историческим молярным дебитам на уровне месторождения. Молярные дебиты скважин рассчитываются по потенциалам скважин.
В курсе решаются следующие задачи:
 - * Загрузка исторических данных для месторождения (Дизайнер Моделей)

- * Создание группового контроля по историческим данным, задание для скважин группового контроля по молярным дебитам (Дизайнер Моделей)
 - * Обратное распределение добычи и адаптация (Модуль Автоадаптации)
- **MDАНМ1.2 How To Use 3D Cos Transf Workflow АНМ (Дискретное преобразование Фурье в адаптации)** – В данном курсе показан ускоренный переход от Дизайнера Моделей к адаптации на основе дискретного преобразования Фурье куба проницаемости:
- * Описание алгоритма DCT - Discrete Cosine Transform (теория)
 - * Построение в Дизайнере workflow для параметризации проницаемости Фурье-амплитудами
 - * Анализ чувствительности
 - * Автоадаптация
 - * Анализ результатов адаптации в Дизайнере

4. Версия 18.2 tNavigator

Ключевыми изменениями версии 18.2 являются:

- Интеграция модулей Симулятор, Дизайнер Сетей, VFP Дизайнер для построения единой интегрированной модели резервуар-система сбора.
- В расчетной части симулятора: ускорение расчета композиционных моделей за счет использования векторных инструкций процессоров CPU+GPU.
- В расчетной части симулятора: возможность считать рестартные модели на другой сетке (с набором LGR, отличным от базовой модели).
- В Дизайнере Геологии: поддержан запуск методов планирования экспериментов для таблиц без создания гидродинамической модели. Таким образом может быть выполнен анализ неопределенностей для геологических параметров.
- В Дизайнере Геологии: поддержка многосеточности в одном проекте. Добавлена возможность создания, отображения и редактирования дополнительных сеток.
- В PVT Дизайнере: поддержан расчет кривой гидратообразования с возможностью ее отображения на фазовой диаграмме.
- В Дизайнере Моделей: Менеджер вариантов, обеспечивающий возможность задания комментариев к вариантам, группировки вариантов, создания папок для вариантов, задания произвольных свойства секций RUNSPEC, GRID, PROPS, SOLUTION, добавлять стратегии разработки.

4.1. Расчетная часть tNavigator

В расчетной части tNavigator версии 18.2 поддерживается следующая функциональность:

Расчет на GPU

- Опция расчета на GPU векторизованного композиционного флеша (расчет параметров парожидкостного равновесия) включена по умолчанию (в случае использования GPU при расчете).

Для моделей форматов E1 и E3:

- Поддержано включение/выключение LGR на расчетных шагах и соответственно их использование в теле ключевых слов ACTION (ключевые слова LGRON/LGROFF).
- Поддержано задание сокращения дебита скважины в зависимости от температуры (ключевые слова WELLTCB, WELLTCBT, TCBDIMS).
- Для метаноугольных пластов поддержано задание параметров модели сжимаемости породы Палмера–Мансури (ключевое слово ROCKPAMA).

- В моделях двойной пористости поддерживаются таблицы зависимости множителя для сигма-фактора от давления для изменения взаимосвязи матрица-трещина в результате сжатия породы (ключевое слово ROCKTSIG).
- Поддержана возможность создания новых кривых сканирования при переходах от процесса пропитки на кривой сканирования пропитки в процесс дренирования (модель Киллаха) (значение NEW 6-ого параметра ключевого слова EHYSTR).
- Добавлена возможность задавать величину искусственного лифта (ALQ) через пользовательскую величину UDQ (параметр 12 ключевого слова WCONPROD).
- Добавлена возможность задавать темп потребления газа в качестве топлива через пользовательскую величину UDQ (параметр 2 ключевого слова GRUPFUEL).

Для моделей формата E3:

- Для термических моделей поддерживается задание корреляций для всех моделей вязкости (опция CORRELATION ключевого слова OILVISC).

Для моделей форматов IM, ST, GE:

- Поддержан гистерезис фазовых проницаемостей и капиллярного давления. Могут использоваться следующие ключевые слова:
 - Формат IM: HYSKRO (*CARLSON, *KILLOUGH *HYEXO), *HYSKRW (*KILLOUGH/*KILLOUGH_MOD *HYEXW), *HYSKRG, *SWTI, *SORMAX. Гистерезис капиллярного давления: *SWT, *SLT, *SGT (5-й столбец), *EPSPC, *EPSPCG.
 - Формат GE: *HYSKROW (*CARLSON, *KILLOUGH *HYEXO *SWTI), *HYSKROG, *HYSKRG. Гистерезис капиллярного давления: *SWT, *SLT, *SGT (5-й столбец), *EPSPC.
 - Формат ST: *HYS_KRO (*CARLSON *SOTMAX, *HYEXO *HYEXW *SWTI, *KILLOUGH, *KILLOUGH_MOD), *HYS_KRG (*CARLSON *SGTMAX, *KILLOUGH *HYEXG *SLTI), *HYS_PCOW, *HYS_PCOG, *SWT, *SLT (5-й столбец), *HYS_LEVEL.
- Поддержано использование рестарных моделей (ключевые слова RESTART, RESDATE).

Для моделей форматов GE:

- Поддержана корреляция Rowe-Chou для расчета плотности воды с растворенной в ней солью NaCl (ключевые слова *AQUEOUS-DENSITY *ROWE-CHOU, *SALINITY).

Для моделей форматов IM:

- Поддержана опция API трассировки (ключевые слова *MODEL *API-INT, *PVTAPI, *APIGRAD, *BOTAPI, *VOTAPI, *API, *APIT).
- Поддержано использование кубов свойств PERMI/PERMJ/PERMK в секции Well.
- Поддержаны таблицы гистерезисного уплотнения породы (ключевое слово CROCKTAVH).

Для моделей формата MO:

- Для композиционных моделей поддержано изменение параметров корреляции, используемой для вычисления критических коэффициентов сверхсжимаемости Z для моделирования уравнения состояния (ключевое слово ZCOR).

Специальные опции:

- Поддержана возможность гибкого задания гистерезиса для моделей формата E1, E3: задание своей модели гистерезиса для каждого региона, задание параметров гистерезиса на каждую фазовую двухфазной системы, аналитическая модель Карлсона (ключевые слова HYSTOPTS/HYSTOPTSR, HYSTKRW/HYSTKRWR, HYSTKROW/HYSTKROWR, HYSTKRG/HYSTKRGR, HYSTKROG/HYSTKROGR).
- Поддержано изменение кубов пористости и проницаемости в секции SCHEDULE (PORO, PERMX, PERMY, PERMZ).
- Для композиционных моделей формата E3 для опции растворения углекислого газа CO2SOL поддержан трехфазный вода-газ-нефть флеш (параметр VLW_FLASH ключевого слова FLASHCTRL).
- Для композиционных моделей формата E3 поддержан учет неравновесности термодинамических процессов (ключевое слово NEFLASH).
- Добавлена возможность использовать рестартные модели с набором локальных измельчений LGR, отличающихся от базовой модели.
- Поддержана возможность уравнивания SWATINIT за счет сдвига капиллярного давления (6-й параметр ключевого слова ENDSCALE).
- Поддержан автоматический перенос перфораций, заданных через ключевое слово COMPDATMD, в локальные/глобальные блоки при активации/деактивации LGR.
- В ключевом слове COMPDATMD поддержано задание перфораций в области ГПП, заданного через FRACTURE_WELL.
- В ключевом слове FRACTURE_TEMPLATE добавлено поле REFINEMENT для выбора типа локального измельчения.
- В ключевом слове FRACTURE_ARITHMETIC поддержано изменение кубов свойств PORO, NTG, MULTPV, PVTNUM.

- В модели черной нефти в ключевом слове FRACTURE_ARITHMETIC поддержано изменение кубов свойств SWAT, SOIL, SGAS.
- Поддержано введение ГПП (FRACTURE_WELL) в рестартной модели.
- Добавлены новые параметры для опции водогазового воздействия, позволяющие задавать циклическую задачу с указанием объема в поверхностных или пластовых условиях (RATE, RESV, SWITCH, SINGLE ключевого слова WWAG).
- Добавлена возможность выбирать тип начального приближения для давления на сегментах скважины (параметр б ключевого слова WSEGCNTL).
- Добавлена возможность задавать контроль и лимит по общему молярному дебиту для группы (опция TM ключевого слова GRUPTARG).
- Добавлена возможность задавать управление скважиной по добыче доли на скважину от заданного ключевым словом GRUPTARG дебита группы - (TGRUP в 3-ем параметре ключевого слова WCONHIST).
- Добавлена возможность задавать экономические ограничения произвольного типа для групп (ключевое слово GECONX).
- Добавлена возможность обработки (спрямления) участков VFP-кривых, на которых разница давлений на забое и на устье скважины растет при снижении ее дебита (опция VFP_NORMALIZE ключевого слова TNAVCTRL).

Интеграция с другими модулями:

- Интеграция с VFP Дизайнером через ключевое слово IMPORT_VFP.
- Интеграция с Дизайнером Сетей через ключевое слово IMPORT_NDP.

Ввод-вывод данных:

- Поддержан экспорт SCON в UNRST файл.
- В ключевое слово RPTRST добавлены мнемоники для модели вязкости полимера: POLYVM и опции SHWVISI, SHWVISJ, SHWVISK к мнемонике VISC.

4.2. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 18.2:

- Поддержан мультитач интерфейс для 2D и 3D.
- Улучшена поддержка High DPI мониторов.
- В выпадающем списке выбора временного шага добавлены символы, описывающие настройки сохранения результатов расчета на каждом шаге (кубы свойств, только графики, или ничего).

- Работа с палитрами и шаблонами объектов:
 - Добавлена возможность присвоить каждому объекту шаблон и палитру.
 - Добавлены шаблоны палитр для кубов свойств.
- Работа с графиками:
 - Добавлена визуализация новых графиков: Молярный дебит, Молярный дебит [WEFAC], Ограничение молярного дебита, Накопл. молярная добыча, Ограничение накопл. молярной добычи, Ограничение накопл. добычи воды.
 - В Калькуляторе Графиков поддержана выгрузка более одного графика из одного скрипта.
 - Добавлены новые предопределённые шаблоны графиков.
- Работа с кубами свойств:
 - Добавлена возможность выбора локальных измельчений LGR, отображаемых на 2D/3D: отображать все, отображать активные на текущий момент, не отображать.
 - Добавлена поддержка нелатинских букв и пробельных символов в именах пользовательских кубов свойств (User Maps).
 - Для моделей с геомеханической опцией поддержана визуализация деформации кровли и компонент тензора напряжений.
 - Для моделей метаноугольных пластов поддержана визуализация начальной концентрации газа в угле (задаваемая ключевым слово GASCONC).

4.3. Модуль автоматизированной адаптации и анализа неопределенностей

В Модуле автоматизированной адаптации и анализа неопределенностей версии 18.2:

- Добавлена возможность использовать переменные типа STRING при задании в ключевом слове DEFINES, а также поддержан внешний перебор включаемых файлов (в .data файле) по именам.
- Добавлена визуализация графика функции распределения (CDF – cumulative distribution function). Данная опция позволяет, например, оценить на графике квантили P10, P50, P90 для выбранных параметров.
- В целевой функции поддержано использование пользовательских графиков по группам и скважинам.
- Поддержана визуализация параметров для отчетных регионов.

- Интеграция с модулями Дизайнер Моделей и Дизайнер Геологии:
 - Поддержан запуск методов планирования экспериментов для таблиц Дизайнера Геологии без создания гидродинамической модели. Таким образом может быть выполнен анализ неопределенностей для геологических параметров.
 - В Дизайнере Моделей поддержан сценарий создания переменных, использующий разложение сеточных свойств с помощью дискретного косинусного преобразования.

4.4. Дизайнер Геологии

В Дизайнере Геологии версии 18.2:

- Сейсмика:
 - Добавлена возможность открывать несколько SEG-Y файлов при выделении в окне загрузки файлов. Поддержаны две опции открытия файлов: **Открыть Сейсмику** (без дополнительной настройки, если параметры данных автоматически определяются), **Открыть Сейсмику с настройкой** (проверка и указание параметров вручную).
 - Добавлена возможность интерпретировать один и тот же сейсмический горизонт для всех сейсмических съемок (нет необходимости создавать новый горизонт для его интерпретации на данных другого SEG-Y файла).
 - Добавлена возможность отображения скоростей на сейсмической съемке в 2D и 3D при задании отношения время-глубина. Отношение время-глубина задается и запоминается в дереве объектов закладки **Сейсмика**.
- Построение сетки:
 - Поддержка многосеточности в одном проекте. Добавлена возможность создания, отображения и редактирования дополнительных сеток.
 - Добавлен расчет **Линий разломов** при построении сетки. Линии разломов могут редактироваться и использоваться при построении сетки.
 - Добавлен расчет создания разлома по набору многоугольников.
 - Добавлена возможность редактирования набора точек.
 - В редактирование разломов добавлено выбор стиков (вертикальных и горизонтальных) с поддержкой множественного выбора.
- Интерполяция:
 - Добавлена возможность задавать входные параметры отдельно по зонам и регионам. Добавлены новые расчеты **Интерполяция (зоны, регионы)**, **Фациальный анализ (зоны, регионы)**.

- Добавлена закладка **Анализ данных**. На этой закладке для набора зон и регионов для выбранного BlockedWells могут быть посчитаны вариограммы и ГСР.
- Если BlockedWells дискретный, то вариограмма и ГСР считаются для каждой категории. Параметры вариограммы могут редактироваться. ГСР может редактироваться.
- Интеграция с модулем Автоадаптации и Анализа неопределенностей:
 - Поддержан запуск методов планирования экспериментов для таблиц Дизайнера Геологии без создания гидродинамической модели. Таким образом может быть выполнен анализ неопределенностей для геологических параметров.
 - Поддержан калькулятор кривых ГИС с возможностью использования переменных в workflow.
- Закладка **Сечения** для визуализации разрезов:
 - Добавлена возможность создания сечений в 3D и в 2D по горизонтам (наличие сетки в модели не обязательно). При создании сечения по Выборке точек необходимо включить опцию **Исп. горизонты**.
 - Добавлена возможность визуализации на сечении кривых ГИС, разломов.
 - Добавлена возможность построения и редактирования многоугольников на сечении.
- Разное:
 - Добавлен расчет вычисления многоугольника по изолиниям 2D карты или горизонта. Эта опция позволяет визуализировать изолинии горизонта на выбранном свойстве (т.е., например, изолинии структуры могут быть наложены на любую 2D карту или 2D вид любого свойства).
 - На Диаграмме скважины добавлена возможность заливки пространства между двумя кривыми.
 - Добавлена возможность работы с растровыми изображениями: загрузка и их визуализация. Например, загрузка отсканированных карт сейсмических атрибутов, фациальных и других геологических карт (объект **Растровые карты** в дереве объектов).
 - Добавлено построение контакта по горизонту или глубине с учетом зон и других дискретных свойств (Расчет **Контакт. Создать контакт по горизонту**).
 - Добавлено точное вычисление объемов и запасов с учетом контактов (Расчет **Свойства. Вспомогательные расчеты. Расчет объемов и запасов**). Если контакт проходит по середине блока, то части блока выше и ниже контакта соответственно учитываются в расчете.
 - Добавлена возможность экспорта проекта в rescue формате.

4.5. Дизайнер Моделей

В Дизайнере Моделей версии 18.2:

- Работа с вариантами моделей:
 - Добавлена возможность задания комментариев к вариантам моделей.
 - Добавлена возможность создания варианта модели с определённым шагом.
 - Варианты моделей организованы в древовидную структуру согласно своему происхождению.
 - Добавлена возможность задавать для варианта произвольные свойства секции RUNSPEC.
- Работа с кубами свойств:
 - Поддержка визуализации LGR на 2D.
 - Добавлена визуализация проводимостей и перетоков между блоками открытой гидродинамической модели (закладка свойств **Межблочные перетоки**).
 - В калькуляторе свойств сетки поддержано использование динамических кубов свойств.
- Работа со свойствами флюида и породы:
 - Добавлена визуализация одновременно нескольких ОФП на графиках.
 - Поддержано задание J-функции Леверетта для капиллярного давления (JFUNC).
 - Поддержано задание направленных множителей проводимости породы (ROCKTAB).
- Работа с аквиферами:
 - Возможность редактирования свойств аквиферов через workflow и с использованием переменных для модуля автоадаптации.
 - Подключение аквиферов в варианты моделей в сборщике моделей.
- Работа с данными по скважинам и Правилами:
 - Возможность пересчета таблиц добычи скважин на другие даты (закладка **Данные по скважинам. Таблицы**, опция **Пересчет таблицы на другие шаги**).
 - Добавлена возможность расчета дебита по накопленным показателям (закладка **Данные по скважинам. Таблицы**, опция **Расчет дебитов по накопленным**).

- Добавлен **Фильтр по датам** в Стратегиях разработки, позволяющий отображать данные только для выбранного диапазона дат.
 - Добавлено правило для задания множителя коэффициента проводимости скважины (WPIMULT).
 - В диалог создания прогноза добавлены параметры задания состава нагнетаемой воды и пара (WINJTEMP).
 - В правило создания контролей скважин по таблице добавлен параметр ALQ.
 - Добавлены **Таблицы добычи групп** скважин и правило для создания групповых контролей по ним (GCONPROD, GCONINJE).
 - Добавлено правило для задания контроля или лимита по группе (GRUPTARG).
 - Добавлена возможность задания контроля по групповым молярным дебитам.
 - Добавлен фильтр по типам правил (опция **Вкл. фильтр по правилам**).
- Добавлена визуализация линий тока открытой гидродинамической модели.
 - Добавлена визуализация графиков для интервалов перфораций, отчетных регионов и аквиферов открытой гидродинамической модели.
 - Добавлены схемы и рисунки в диалоги создания трещин ГРП, иллюстрирующие все параметры (Проекция ГРП, Плоскость ГРП, Шаблоны ГРП, Стадии ГРП, Арифметика ГРП).
 - Добавлена возможность загрузки лифтинг таблиц формата МО (ключевое слово TUBI).

4.6. PVT Дизайнер

В PVT Дизайнере версии 18.2:

- Для композиционного варианта добавлена возможность генерации K-значений как функции давления и температуры с последующим экспортом в виде ключевых слов KVTEMP, KVTAВТn.
- Для композиционного варианта добавлены новые компонентные свойства: относительная плотность, точка кипения, удельные теплоемкости (TVOIL, SPECHА, SPECHВ, SPECHG, SPECHH). Добавлена возможность рассчитывать по корреляциям относительную плотность и точку кипения.
- При экспорте композиционного варианта можно выбирать, какие свойства компонентов будут учтены.
- В эксперименте Давление насыщения добавлена возможность рассчитывать давление в нижней точке росы (Pdew) и выводить полную границу двухфазной области.

- Поддержан расчет кривой гидратообразования с возможностью ее отображения на фазовой диаграмме.
- Для композиционного варианта добавлена возможность пересчета выделенных свойств по корреляциям.
- Добавлен расчет новых параметров в эксперименты SSE/CVD: Относительный объем конденсата, Относительный коэффициент сверхсжимаемости газа, Двух-фазный коэффициент сверхсжимаемости, Коэфф. сверхсжимаемости газа (УРС), Коэфф. сверхсжимаемости нефти (УРС).
- Добавлено отображение глубины по оси ординат в grading test.
- Для варианта черной нефти добавлен PVT Калькулятор для расчета свойств: массовая доля нефти, газа, объемный коэффициент нефти, газа и других.
- Для варианта черной нефти поддержана адаптация параметров PVT корреляций на результаты измерений (опция Адаптация на результаты изменений).
- Для варианта черной нефти поддержана автоматическая аппроксимация существующей PVT таблицы корреляцией (опция Адаптация PVT таблиц).

4.7. Дизайнер Сетей

В Дизайнер Сетей версии 18.2:

- Интеграция Дизайнера Сетей и Симулятора через ключевое слово IMPORT_NETWORK.
- Добавлена возможность создания workflow.
- Добавлена возможность создания множественных вкладок.
- Поддержана опция расчета температуры с учетом таблиц OILVISCT и WATVISCT, если они заданы в проекте PVT Дизайнера.
- Поддержан критерий Тёрнера: расчет коэффициента жидкостной загрузки скважины.
- Поддержан расчет теплотерь через стенки труб: учитываются теплопроводность стенок, глубина заложения, метод учета глубины заложения.

4.8. VFP Дизайнер

В VFP Дизайнер версии 18.2:

- Интеграция VFP Дизайнера и Симулятора через ключевое слово IMPORT_WELL.
- Добавлена возможность создания многоствольных скважин (опция **Стволы** в закладке Геометрия).

- Добавлена возможность загрузки лифтинг таблиц формата MO (ключевое слово TUBI).
- Добавлен новый объект конструкции скважины: **Клапан газлифта**.
- На вкладке **Основные данные** расширен список параметров создаваемого объекта: имя, имя группы, объект (скважина или труба), тип скважины (добывающая или нагнетательная), выбранный VFP, предпочтительная фаза, уравнение притока, инструкции для автоматического закрытия скважины при нарушении экономических ограничений, тип плотности, радиус дренирования, возможность двусторонних перетоков и флаг, является ли скважина сегментной.
- Добавлено отображение оси ALQ при загрузке таблицы.
- Добавлена возможность учитывать ALQ при генерации VFP таблицы (только для черной нефти).

4.9. Совместимость с предыдущими версиями

В tNavigator версии 18.2:

- Оптимизировано хранение результатов для геомеханических расчётов (инициированных ключевым словом GEOMECH).



*Новый метод хранения результатов для геомеханических расчётов **не обладает** обратной совместимостью. В текущей версии tNavigator невозможно просмотреть результаты расчётов, проделанных в предыдущих версиях. Для просмотра результатов необходимо провести расчёт заново в текущей версии.*

4.10. Лицензии и лицензионный сервер

В tNavigator версии 18.2:

- Для лицензионного сервера добавлена поддержка установки на систему с включенным SELinux.

4.11. Документация

Для tNavigator версии 18.2 добавлены **новые учебные курсы**:

- По модулю **Симулятор**:
 - **HowToCreateFracsViaLGR (Создание трещин ГРП с помощью LGR)** – Моделирование ГРП при помощи локального измельчения сетки и изменения свойств в зоне трещины и в зоне влияния трещины (SRV – Stimulated

Rock Volume). С помощью ломаных может быть задан произвольный шаблон трещины. Трещина (или набор трещин) привязывается к траектории скважины на заданной глубине MD. Равномерное и логарифмическое измельчение сетки;

– **HowToUseGeomechanics (Геомеханическое моделирование)** – В tNavigator используется общая система уравнений, описывающая фильтрационные процессы в пласте и геомеханические эффекты на единой сетке. В данном курсе рассматриваются 3 тестовых модели, демонстрирующие следующую функциональность:

- * ModelGeoMech.data (опция GEOMECH FE) - модуль Юнга, коэффициент Пуассона, граничные условия для напряжений, граничные условия для сдвига.
- * ModelRocktabh.data (ROCKTABH) - моделирование геомеханических эффектов при помощи таблиц гистерезисного уплотнения породы.
- * ModelMohrCoulomb.data (COHESION, THETA) - Критерий прочности Мора–Кулона, используется для анализа напряжений в стволе скважины и предсказания потенциального разрушения. Вероятные направления трещин..

• По модулю **Дизайнер Геологии**:

– **HowToUseTemplatesPalette (Как использовать шаблоны и палитры)** – В данном курсе рассматривается создание шаблонов для непрерывных и дискретных свойств. Непрерывная и дискретная палитра, тернарная палитра. Импорт-экспорт шаблонов. Палитры;

– **HowToUseFilters (Как использовать фильтры)** – В данном курсе описывается работа следующих фильтров для визуализации и анализа данных: Cut фильтр, Discrete Property Cut, IJK фильтр, фильтр кубов свойств, фильтр по зонам;

– **HowToUseIntegratedUncertainty (Интегрированный анализ неопределенностей)** – В данном курсе приводится анализ неопределенностей по запасам газа с использованием переменных геологической и гидродинамической модели. Построение модели осуществляется при помощи workflow на python. В геологической модели моделируются 3 фации (речной канал, пойма, конус прорыва), 5 литотипов (песчаники, алевриты, низкопроницаемые породы, сланцы, уголь). Строится сетка с учетом S-образного разлома. Переменные: неопределенность по глубине для сейсмического горизонта, множитель проводимости разлома, ранги вариограмм, коэффициенты в формуле вычисления проницаемости, ГВК, минимальная насыщенность водой. Рассчитываются P10, P50, P90 по запасам газа и оценивается влияние переменных на запасы по диаграмме Парето. Также могут быть проанализированы графики добычи по скважинам;

- **HowToUseCoreSamplesImages (Загрузка фотографий керна)** – В данном курсе описывается загрузка фотографий керна и их анализ на Диаграмме скважины вместе с кривыми ГИС.
- По модулю **Дизайнер Моделей**:
 - **HowToCreateAndCompareCases (Создание и редактирование различных вариантов моделей)** – В данном курсе в Дизайнер Моделей загружается готовая модель формата E1. С целью улучшить качество адаптации модели и модифицировать значения забойных давлений создаются ее несколько вариантов:
 - * Case 1 – изначальный вариант
 - * Case 2 – отредактировать значения ОФП в табличной форме
 - * Case 3 – преобразовать таблицы ОФП в корреляцию Кори и модифицировать концевые точки
 - * Case 4 – использовать новую стратегию: задать новые значения забойных давлений
 - * Case 5 – Изменить проницаемость около скважин

Все варианты модели хранятся в дереве вариантов и их результаты расчета сравниваются на графиках в одном окне..
- По модулю **Автоадаптация и анализ неопределенностей**:
 - **HowToAnalyzeUncertainty (Анализ неопределенностей)** – В данном курсе проводится анализ чувствительности модели к следующим параметрам: Значения проницаемости (коэффициенты в формуле зависимости от пористости), Вертикальная проницаемость (K_v/K_h), Относительные фазовые проницаемости в 2-ух регионах насыщенности (критическая насыщенность водой и кривизна кривой ОФП нефти), Проницаемость разлома, Геометрия гидроразрыва (азимут, полудлина). Анализируется неопределённость прогноза добычи (общего и по скважинам), при этом выбранные переменные не влияют на начальные запасы. Таблицы, Графики, Гистограммы, Составная диаграмма, Диаграмма Парето (Корреляция Пирсона) и Квантили P10-P50-P90. Варианты модели, реализующие квантиль.

5. Версия 18.1 tNavigator

Ключевыми изменениями версии 18.1 являются:

- В расчетном ядре симулятора для форматов E1 и E3 поддерживана модель ГПП, основанная на измельчении сетки и изменении свойств пласта в SRV (Stimulated Rock Volume) зоне и зоне трещины (ключевые слова FRACTURE_PATH, FRACTURE_PLANE, FRACTURE_TEMPLATE, FRACTURE_WELL, FRACTURE_ARITHMETIC, FRACTURE_STAGE).

- В расчете CPU+GPU поддерживаны видеокарты семейства NVidia® Volta®.



Для использования видеокарт (включая NVidia® Pascal® и NVidia® Volta®) **необходимо** обновить драйвер до последней версии, поддерживающей Volta®.

- Поддержана версия OpenGL 2.0.



При использовании tNavigator совместно с ПО, использующим более старые версии OpenGL, могут возникать проблемы совместимости.

- Microsoft® Remote Desktop® не поддерживает OpenGL 2.0. Используйте другие программы для удалённого соединения.
- VirtualBox® не поддерживает OpenGL 2.0. Используйте другие программы для виртуализации.

- В связи с развитием функциональности модуля Дизайнер Моделей вся функциональность по подготовке гидродинамической модели будет постепенно переходить из графического интерфейса симулятора в Дизайнер Моделей. Графический интерфейс симулятора будет содержать только функциональность для анализа результатов расчета. В версии 18.1 следующая функциональность закладки Свойства флюидов перенесена из графического интерфейса в Дизайнер Моделей:

- Редактирование точек ОФП мышью, удерживая Shift, и редактирование значений в таблице справа;
- Задание таблиц свойств пропанга;
- Задание функции потока.

5.1. Расчетная часть tNavigator

В расчетной части tNavigator версии 18.1 поддерживана следующая функциональность:

Для моделей форматов E1 и E3:

- Поддержано динамическое включение/выключение локальных измельчений в SCHEDULE (ключевые слова LGRON / LGROFF).
- Поддержано задание номеров регионов свойств породы (ключевое слово ROCKNUM) в SCHEDULE секции.
- Для геомеханических моделей поддержано задание множителя проницаемости как табличной функции стресса породы (ключевое слово PERMSTAB).

Для моделей формата E3:

- Для термических моделей поддержано задание типа компонентов при расчете в стандартных условиях (ключевое слово CVTYPES).

Для моделей форматов IM, ST, GE:

- Поддержано моделирование метано-угольного пласта (ключевые слова ADGMAXC, ADGCSTC, COAL-DIF-COMP, COAL-DIF-TIME).

Для моделей форматов IM, GE:

- Поддержано совместное задание в модели для разных регионов породы ключевых слов CCPOR (коэффициент сжимаемости породы в регионе) и CROCKTAB (таблица зависимости проводимости и пористости породы от давления).
- Поддержано задание начальной насыщенности водой при сохранении гравитационно-капиллярного давления, заданного опцией VERTICAL_DEPTH_AVE (ключевое слово SWINIT).
- Поддержано ключевое слово SWNEQ для расчета начального распределения флюида.
- Для моделей формата IM поддержано ключевое слово SONEQ.
- Поддержана опция псевдодавления (ключевое слово PSEUDOP).
- Поддержана опция задания масштабирования относительных фазовых проницаемостей на перфорации скважин для расчета подвижности фаз (ключевое слово KRPERF).

Специальные опции:

- Для форматов E1 и E3 поддержана модель ГПИ, основанная на измельчении сетки и изменении свойств пласта в SRV (Stimulated Rock Volume) зоне и зоне трещины (ключевые слова FRACTURE_PATH, FRACTURE_PLANE, FRACTURE_TEMPLATE, FRACTURE_WELL, FRACTURE_ARITHMETIC, FRACTURE_STAGE).
- Для форматов E1 и E3 геомеханических моделей поддержаны ключевые слова для метода конечных элементов: ROCKAXES, COHESION, THETA.

- Для форматов E1 и E3 добавлена возможность отключения гистерезиса (опция NONE параметра 5 ключевого слова EHYSTR, и опция NONE параметра 4 ключевого слова EHYSTRR).
- Настройки tNavigator TNAVCTRL для флеша (расчет параметров парожидкостного равновесия):
 - Ускоренный и оптимизированный векторизованный код по расчету композиционного флеша, свойств фаз и их производных включен по умолчанию (TNAVCTRL VEC_FLASH YES).
 - Поддержана возможность расчета композиционного векторизованного флеша на GPU (TNAVCTRL GPU_FLASH).
- Для расчётов на GPU добавлена поддержка видеокарт NVIDIA Volta.



Для использования видеокарт (включая NVidia® Pascal® и NVidia® Volta®) **необходимо** обновить драйвер до последней версии, поддерживающей Volta®.

5.2. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 18.1:

- В связи с развитием функциональности модуля Дизайнер Моделей вся функциональность по подготовке гидродинамической модели будет постепенно переходить из графического интерфейса симулятора в Дизайнер Моделей. Графический интерфейс симулятора будет содержать только функциональность для анализа результатов расчета. В версии 18.1 следующая функциональность закладки Свойства флюидов перенесена из графического интерфейса в Дизайнер Моделей:
 - Редактирование точек ОФП мышью, удерживая Shift, и редактирование значений в таблице справа;
 - Задание таблиц свойств пропанта;
 - Задание функции потока.
- В калькуляторе графиков:
 - Поддержано использование внешних Python модулей (поддерживается только версия 3.6.4).
 - Поддержано использование UDQ.
 - Добавлены функции агрегирования по временному интервалу (aggregate_by_time_interval).
- Для секторных диаграмм:

- Добавлена визуализация легенды.
- Добавлена возможность визуализации секторных диаграмм без визуализации скважин.
- Для графиков:
 - В **Шаблонах графиков** добавлена возможность множественной выгрузки скриншотов по скважинам. Для выгрузки графиков с одинаковыми параметрами для нескольких скважин следует создать **Фильтр по скважинам**, далее включить его при сохранении скриншота на Шаблонах графиков.
 - Поддержана возможность добавлять все выбранные галочками графики в Выборку пользователя (по правому клику мыши **Добавить все выделенные в выборку пользователя**).
- В удалённом графическом интерфейсе поддерживается интеграция с Windows HPC.

5.3. Модуль автоматизированной адаптации

В Модуле автоматизированной адаптации версии 18.1:

- При задании целевой функции поддерживается автоматическое задание весов для объектов на основе исторических данных.
- Добавлен фильтр по группам вариантов.
- В проекте адаптации поддерживается отображение рассчитанных UDQ для вариантов модели.
- Переработан расчёт целевой функции по пользовательским графикам. Для пользовательских графиков, если возможно, автоматически вычисляется историческое значение, которое учитывается при расчёте целевой функции.

5.4. Дизайнер Геологии

В Дизайнере Геологии версии 18.1:

- Сейсмика:
 - Отображение скважин, маркеров, кривых ГИС на 2D-сейсмических линиях и Сложных сейсмических линиях.
 - Интерпретация на Сложных сейсмических линиях.
 - Расчет для перевода сейсмического разлома в разлом в метрах.
 - Окно с фильтром сейсмики 3D, 2D, Сложные линии. Возможность менять в этом окне диапазон значений и геометрию.
 - Визуализация пересечения сейсмических линий.

- Интерполяция:
 - Добавлен расчет карт азимутов.
 - Добавлен расчет вариограмм для Blocked Wells (для дискретных Blocked Wells - для каждой фации).
- Построение сетки:
 - Добавлена возможность редактирования разломов.
- Импорт:
 - Добавлена загрузка share-файлов для многоугольников и наборов точек.
- Добавлен новый объект **Контакт**.
 - Построение контакта по горизонту или глубине.
 - Добавлена возможность учета ВНК-ГНК при подсчете объемов и запасов.
- Добавлен новый объект **Фотографии керна**: загрузка и отображение на Диаграмме скважины.
- Другие опции интерфейса:
 - В 3D добавлен фильтр по значениям дискретного куба.
 - На Диаграмме скважины добавлен crosshair курсор ("курсор-пересечение линий").
 - На Диаграмме скважины поддержана возможность редактирования Комментариев ГИС.

5.5. Дизайнер Моделей

В **Дизайнере Моделей** версии 18.1:

- В опцию **Свойства флюидов** для задания свойств флюида, породы, пропанта добавлено:
 - При табличном задании ОФП добавлена возможность преобразовывать таблицы в корреляции Кори/ЛЕТ;
 - При задании ОФП добавлена возможность подгружать таблицы капиллярного давлений из других таблиц;
 - Возможность загружать лабораторные данные замеров ОФП и адаптировать на них с использованием как переменных концевых точек и степеней, управляющих кривизной.
 - Задание через графический интерфейс в виде ключевых слов множества параметров в секций PROPS и SOLUTION.

- Создание и редактирование таблиц свойств пропанта и функции потока (сохраняются как ключевые слова FLOWFUNC и PROPPANT).
- Работа с данными по скважинам:
 - Добавлена возможность задания нескольких стратегий разработки для модели. В Правилах по скважинам создаются различные стратегии. Каждая стратегия может содержать свои Глобальные правила и Правила на временных шагах. Далее про сборке модели **Информация** → **Данные по скважинам** подключается нужная стратегия.
- Работа с кубами свойств модели:
 - Переработан интерфейс задания кубов свойств модели. Все свойства создаются в общем дереве **Свойства**. Далее при сборке модели выбираются кубы, которые будут использованы в гидродинамической модели.
 - В дереве **Свойства** выделяются жирным шрифтом кубы свойств, которые выбраны для использования в гидродинамической модели.
- Добавлена возможность задания количества оперативной памяти, используемой для быстрого доступа к данным проекта. Количество памяти задается в главном окне tNavigator **Настройки** → **Опции** → **Дизайнер**.
- В **Настройки объекта** добавлена возможность задавать шаблон с использованием тернарной палитры.

5.6. PVT Дизайнер

В PVT Дизайнере версии 18.1:

- Поддержана опция расщепления плюсовой фракции на компоненты. Реализованы методы Витсона и Педерсен.
- Добавлена возможность ввода и генерации данных для модели черной нефти, задающих зависимости вязкости фаз от температуры (ключевые слова WATVISCT, OILVISCT, VISCREF).
- Для grading test поддерживается возможность учета зависимости температуры от глубины (ключевое слово TEMPVD).
- Учет температуры при генерации свойств воды (задание свойств воды при опорной температуре и автоматический пересчет свойств для заданной температуры).
- Для опции смешения композиционных вариантов добавлена вкладка Контроль качества.
- Возможность задания как мольных, так и массовых концентраций компонент.

- Добавлены новые библиотечные компоненты (диэтиленгликоль $C_4H_{10}O_3$, триэтиленгликоль $C_6H_{14}O_4$, пропиленгликоль $C_3H_8O_2$, этанол C_2H_5OH).
- Для библиотечных и пользовательских компонент добавлена возможность задания, генерации и экспорта парахоров (ключевое слово PARACHOR).

5.7. Дизайнер Сетей

В Дизайнер Сетей версии 18.1:

- Добавлен **Менеджер Проектов**. Поддержаны возможности:
 - PVT → Дизайнер Сетей – использовать ранее созданный проект PVT Дизайнера в Дизайнере Сетей;
 - PVT → VFP – использовать ранее созданные проекты PVT Дизайнера для проектов VFP Дизайнера. Возможность множественного изменения используемых PVT для VFP таблиц;
 - VFP → Объекты – использовать ранее созданные проекты VFP Дизайнера для объектов (скважины, трубы и т.д.). Возможность множественного изменения используемых VFP таблиц для скважин, труб.
- Добавлен фильтр объектов.
- Добавлена визуализация легенды для секторных диаграмм.
- Добавлен учет теплотерь в трубе.

5.8. VFP Дизайнер

В VFP Дизайнер версии 18.1:

- Добавлен Менеджер Проектов. Поддержана возможность использовать ранее созданные проекты PVT Дизайнера в VFP Дизайнере, в частности использовать PVT данные из проекта Дизайнера Сетей.
- Переработан способ задания труб и обсадных колонн.
- Добавлены IPR модели: Jones, Fetkovich, Back pressure, Vogel.
- Интеграция VFP Дизайнера и симулятора: поддержан импорт VFP проекта в симулятор с помощью ключевого слова IMPORT_VFP (для моделей формата E1).

5.9. Лицензии и лицензионный сервер

В tNavigator версии 18.1:

- Добавлена возможность установки файловой лицензии и файла для USB-ключа непосредственно из zip-архива.
- Разрешён запуск новой версии лицензионного сервера (18.1) для активной лицензии без продления поддержки (версии tNavigator 17.4 и ранее).
- Введено ограничение на расчёт моделей с общим количеством блоков более 300000 при использовании академической лицензии.

5.10. Документация

Для tNavigator версии 18.1 добавлены **новые учебные курсы**:

- По модулю **Симулятор**:
 - 3.1 How To Use WELLTRACK+COMPDATMD (Использование формата WELLTRACK+COMPDATMD).
- По модулю **Дизайнер Геологии**:
 - 9.3 How To Create Grid With Y-Faults (Создание модели с Y разломами);
 - 9.5 How To Upscale Log Data (Масштабирование данных ГИС);
 - 9.6 How To Do Facies Modeling (Фациальное моделирование);
 - 9.7 How To Do Porosity Modeling (Моделирование пористости);
 - 9.9 How To Start With Seismic (Загрузка сейсмических данных);
 - 9.10 How To Interpret Horizons On Seismic (Интерпретация сейсмических данных);
 - 9.11 How To Do The Time To Depth Conversion (Конвертация сейсмических данных время-глубина);
 - 9.12 How To Do Volume Estimation (Подсчет запасов и объемов).
- По модулю **PVT Дизайнер**:
 - 11.2 How To Use Blackoil Variants (Работа с вариантами черной нефти);
 - 11.3 How To Create Condensate Model (Построение PVT/EOS модели газоконденсатного месторождения).

6. Версия 17.4 tNavigator

Ключевыми изменениями версии 17.4 являются:

- Поддержана опция геомеханического моделирования. Расчет задачи теории упругости методом конечных элементов полностью интегрирован с расчетом фильтрационных течений (fully coupled).
- В Дизайнере Моделей добавлена **Сборка модели** для подготовки различных реализаций гидродинамической модели. Для каждой реализации могут быть выбраны кубы свойств, PVT и ОФП свойства.
- В Дизайнере Геологии добавлена возможность подсчета геологических запасов (без инициализации гидродинамической модели).
- В Дизайнере Геологии добавлена опция создания таблиц запасов и подсчетных параметров.
- В Дизайнере Моделей поддерживается сборка моделей двойной пористости.

6.1. Расчетная часть tNavigator

В расчетной части tNavigator версии 17.4 поддерживается новая функциональность для моделей типа E1, E3, MO, IM, ST, GE.

Расчет на GPU:

- Для изотермических композиционных моделей поддерживается расчет свойств фаз и производных на GPU.

Для моделей форматов E1 и E3:

- Поддержана опция геомеханического моделирования. Расчет задачи теории упругости методом конечных элементов полностью интегрирован с расчетом фильтрационных течений (fully coupled). Доступно задание модуля Юнга, коэффициента Пуассона, граничных условий (ключевые слова GEOMECH, GMDISBC, GMPSTBC, YOUNGMOD, POISSONR). Визуализируются следующие кубы свойств: смещения, тензор напряжений, пористость.
- Поддержана опция гистерезисного уплотнения породы (ключевое слово ROCKTAVH).
- Поддержано задание для узла-источника или стока имени соответствующей группы скважин или вспомогательной группы (параметр b ключевого слова NODEPROP).
- Поддержано задание остаточных коэффициентов сопротивления для моделей полимерного заводнения (ключевое слово PLYKRRF).

Для моделей формата E1:

- Поддержана возможность задания вязкости воды как функции концентрации полимера, соли и температуры (ключевое слово PLYVSCST).
- Для моделей с температурной опцией TEMP поддерживана возможность задания теплопроводности среды с помощью ключевых слов THCOIL, THCGAS, THCWATER, THCROCK, THCONSF.
- Для моделей с содержанием в газе испаренной нефти (слово VAPOIL) поддержан учет неравновесности фазовых переходов (ключевое слово VAPPARS).
- Поддержаны опции контроля применения операций групповой добычи (вторая запись ключевого слова PRORDER).
- Возможность задания сегмента, представляющего насос с принудительной подачей (ключевое слово WSEGPULL).
- Возможность задания сегмента, представляющего внутрискважинный сепаратор (ключевое слово WSEGSEP).

Для моделей формата E3:

- Для моделей с твердой фазой поддерживана возможность моделировать снижение подвижности фаз в результате адсорбции твердой фазы в породе (ключевые слова SOLIDMMS, SOLIDMMC, SOLIDADS).
- Для термических моделей поддерживаны следующие ключевые слова, используемые для нахождения плотности нефти: CCTYPE, CCTYPES, PREFS, DREFS, TREFS.
- Для термических моделей поддерживаны новые опции моделирования химических реакций (ключевые слова EQLDREAC, EQLDKVCR).
- Поддержана возможность проверки VFP таблиц VFPPROD и VFPINJ на соответствие заданным PVT свойствам (ключевое слово VFPCHECK).

Для моделей форматов IM, ST, GE:

- Поддержана опция задания шаблонов трещин ГПП и их использование с помощью ключевых слов PLNRFRAC_TEMPLATE, PLNRFRAC.
- Поддержана возможность изменения параметров блоков сетки: изменение объема и площади грани блока (ключевые слова VAMOD, VATYPE).
- Поддержано задание GASZONE OIL для расчета начального распределения флюида.
- Поддержана модель LINEAR_ISOPERM (LININTERP - в случае ST) для расчета относительной проницаемости нефти.

- Для формата IM поддержан тип моделей OILWATER.
- Для формата ST поддержано задание величин, характеризующих падение давления и теплопотери в стволе скважины (ключевое слово PHWELLBORE).

Ввод-вывод данных:

- В ключевом слове RPTRST поддержаны мнемоники WMF, XMF, YMF для выгрузки в бинарные файлы кубов начального компонентного состава нефти, воды и газа.
- В секции SUMMARY поддержана мнемоника DATE для форматирования .RSM файла.

Специальные опции:

- Поддержана возможность задания ТНР контроля для скважин, работающих в режиме адаптации (для добывающих скважин – опция ТНР параметра 3 ключевого слова WCONHIST, для нагнетательных скважин – опция ТНР параметра 12 ключевого слова WCONINJH).
- Поддержаны ограничения по скорости потока на забое скважины (ключевое слово WELTARG опции FLOWWH, FLOWOH, FLOWLH, FLOWGH, FLOWVH, FLOWW, FLOWO, FLOWL, FLOWG, FLOWV).
- Добавлена возможность задания температуры в стволе скважины (параметр TEMPERATURE ключевого слова WELLDATA).
- Добавлены следующие опции настройки расчета TNAVCTRL:
 - Опция управления логикой расчета D-фактора для многозабойных скважин (DFACTORSCALING).
 - Опция увеличения стабильности расчета моделей, содержащих скважины с очень высокой продуктивностью или закачкой (TEST_WELL_FOR_MAX_RATE). При использовании опции максимальная добыча или закачка скважин ограничивается оценочной величиной, рассчитанной для каждой скважины как сумма по всем перфорациям максимального притока в блок с перфорацией из соседних блоков или максимального оттока из блока с перфорацией в соседние блоки, рассчитанного с учётом заданной величины ВНР.

6.2. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 17.4:

- Расширены возможности Калькулятора Графиков в закладке Шаблоны Графиков. Могут быть использованы следующие опции:

- Проведение циклов по моделям, временным шагам и объектам (группам, скважинам, перфорациям).
 - Векторная функция `if_then_else` (функция над графиками).
 - Создание таблиц, линейно интерполирующих заданные значения по времени (функция `create_table_vs_time`). Данная функциональность может быть использована, например, для оценки цены на нефть.
 - Функции для перевода накопленного дебита в средний дебит за шаг и наоборот (`diff`, `diff_t`, `cum_sum`, `cum_sum_t`).
- Поддержано использование фильтра по блокам User Cut при экспорте 3D свойств в формате хуз.
 - Добавлен новый вид сечений по вертикальным скважинам, задающийся радиусом и углом поворота плоскости вокруг скважины.
 - Поддержано задание состава нагнетаемой воды и пара при использовании термической опции в диалоге редактирования скважины (в user-файл будет записано ключевое слово WINJTEMP).
 - Поддержано задание фиксированного масштаба для печати.

6.3. Модуль автоматизированной адаптации

В Модуле автоматизированной адаптации версии 17.4:

- Поддержано треугольное распределение переменных для алгоритма Латинский гиперкуб.
- Добавлены расширенные варианты метода планирования эксперимента Плакета-Бермана: **Стандартный**, **Симметричный** и **Со строкой минимальных значений**.
- На составной диаграмме добавлен режим абсолютных значений. Таким образом, режим **Невязки** позволяет оценить вклад невязок по скважинам в целевую функцию, режим **Абсолютный** позволяет определить высокодебитные скважины для подбора весов для целевой функции.
- Добавлена таблица со значениями составной диаграммы (в дополнение к самой диаграмме).

6.4. Дизайнер Геологии

В Дизайнере Геологии версии 17.4:

- Добавлен расчет объемов и кубов геологических запасов (НСРВ, СТОИР, ГИР, и другие).

- Добавлено создание отчетов и выгрузка в табличном виде запасов и подсчетных параметров с указанием пласта, залежи, категории запасов, зоны, геометрического объема залежи и тд.
- Расширены и оптимизированы алгоритмы построения сетки, доступна следующая функциональность:
 - Алгоритмы: построение сетки по горизонтам и разломам, построение сетки по наборам точек и разломам.
 - Построение сетки в формате CORNERS.
 - Использование произвольных поверхностей в качестве структурных разломов.
 - Обработка неструктурных разломов (в частности Y-разломов).
 - Поддержаны различные виды горизонтов и наборов точек, позволяющие обрабатывать пересечения горизонтов между собой различными способами. Типы залегания: Согласное, Несогласное, Эрозионное, Фундамент.
- Работа с сейсмическими данными:
 - Добавлена визуализация нескольких сейсмических кубов и 2D-линий в 3D.
 - Добавлена возможность создания и визуализации нескольких сейсмических кубов вдоль полигонов.
 - Добавлена возможность выравнивания сейсмического куба по сейсмическому горизонту при визуализации на сейсмическом профиле (Flattening).
 - Добавлена возможность кэширования в памяти segy-кубов для ускорения работы.
 - Добавлена возможность интерпретации сейсмических разломов на сейсмическом профиле.
- Работа с кривыми ГИС:
 - Добавлены операции для редактирования кривых ГИС: удаление повторяющихся значений, удаление пиков, изменение шага дискретизации, изменение типа для непрерывных кривых ГИС.
 - На Диаграмме скважин добавлены подписи названий фаций.
 - Добавлена возможность визуализации кривых ГИС на 2D для скважин (Log Signature).
- Интерполяция:
 - Добавлена возможность создания объектов **Blocked Wells** для перемасштабирования кривых ГИС на сетку (9 методов перемасштабирования).

- Добавлена возможность визуализации Blocked Wells на 3D, Диаграмме скважин, Гистограмме.
- Добавлена возможность выбора вариограммы для каждой фации.
- Добавлена возможность задания для каждой фации ее доли в ответе, которая должна получиться. Доли могут быть заданы числом или получены по тренду, кривой ГИС или по данным перемасштабирования на сетку (Blocked Wells).
- Добавлены новые расчеты дискретной интерполяции (Фациальный анализ): 3D Кригинг и 3D SGS.
- Добавлена новая закладка **Сечения** для визуализации разрезов (Cross Section). Доступны следующие возможности:
 - Визуализации кубов свойств и траекторий скважин.
 - Создание сечений по скважинам, полигонам и сеткам.

6.5. Дизайнер Моделей

В **Дизайнере Моделей** версии 17.4:

- Добавлена **Сборка модели**. Доступна следующая функциональность:
 - Подготовка различных реализаций гидродинамической модели.
 - Возможность выбора для каждого варианта кубов свойств, ОФП, PVT.
 - Легкость копирования и модификации вариантов.
 - Сборка моделей двойной пористости.
- Правила по скважинам:
 - Добавлено правило, которое создает комментарий на начало временного шага.
 - Добавлены правила для задания оптимизации газ-лифта (создание ключевых слов LIFTOPT и WLIFTOPT).
 - Добавлена возможность не отображать шаги без пользовательских правил.
 - Добавлено создание таблиц с лимитами и историей при загрузке готовой модели в Дизайнер Моделей.
 - Добавлена кнопка **Проверить правила** для проверки корректности созданных правил, выявление противоречивых входных данных или недостатка данных. Подробная печать всех предупреждений и ошибок на панели отчета.
- Свойства флюидов и породы:
 - Разработан новый дизайн закладки **Свойства флюидов**.
 - Поддержана возможность задания параметров для моделирования солей, полимеров, ПАВ, щелочей (ASP), температурной опции.
 - Оптимизация диалогов присваивания свойств по регионам.

6.6. PVT Дизайнер

В PVT Дизайнере версии 17.4:

- Для композиционного варианта добавлена возможность задавать несколько составов, что позволяет производить настройку (адаптацию) EOS по нескольким пробам.
- Реализована процедура смешения композиционных вариантов с возможностью адаптации компонентных свойств полученного в результате смешения варианта для воспроизведения фазовых свойств выбранных составов смешиваемых вариантов.
- Добавлена возможность в `grading test` экспортировать ключевые слова, задающие содержание растворенного газа в нефти (или испаренной нефти в газе) на данной глубине (ключевые слова RSVD/RVVD).
- Поддержана возможность после создания псевдокомпонент запускать `grading test` для создания ключевых слов, задающих молярные концентрации во флюиде изначальных компонентов, входящих в псевдокомпоненты (ключевое слово DETAILMF).
- Поддержан импорт ключевых слов ZMFVD/COMPVD.
- Поддержан учет солености при генерации PVT свойств воды для вариантов черной нефти.

6.7. Дизайнер Сетей

В Дизайнер Сетей версии 17.4:

- Добавлена печать граничных условий в лог перед стартом расчета.
- Добавлена вторая система уравнений для расчета потока в поверхностной сети.
- Добавлено отображение результатов расчета поверхностной сети в графическом интерфейсе после перезагрузки модели.
- Добавлена визуализация результатов расчета вдоль трубы.

6.8. VFP Дизайнер

В VFP Дизайнер версии 17.4:

- Добавлены новые объекты: Забой, Открытый ствол, Фильтр.
- Добавлена визуализация геометрии скважины в 3D с раскрашиванием по типам корреляции или DLS.

- Добавлена загрузка кривых ГИС и визуализация на 3D.
- Добавлена корреляции для задания IPR (**Vogel, Fetkovitch, Well-PI, Well Test data**).
- Добавлена возможность задавать события с указанием даты.
- Добавлена диагностика создания VFPPROD таблиц. Значение TNP приравнивается 10^{10} везде, где:
 - используются свойства фазы, которая не была задана в PVT Дизайнере;
 - получены нефизичные свойства фаз;
 - несходимость вычисления падения давления по иной причине.

6.9. Лицензии и лицензионный сервер

В tNavigator версии 17.4:

- Добавилась поддержка комбинации нескольких наборов лицензий для одного USB ключа (для standalone и network лицензий).

6.10. Документация

В tNavigator версии 17.4 доступны **новые документы**:

- Руководство по VFP Дизайнеру.

Для tNavigator версии 17.4 добавлены **новые учебные курсы**:

- По модулям **Дизайнер Геологии, Моделей, Автоадаптация**:
 - How To Use Integrated Workflow АНМ (Workflow и Интегрированная автоадаптация).
- По модулю **Дизайнер Моделей**:
 - How To Add Aquifer All Possibilities (Все способы добавления аквифера).
 - How To Build Big Model Use Well Rules (Создание модели с большим количеством скважин. Правила по скважинам).
- По модулю **VFP Дизайнер**:
 - How to use VFP Designer (Использование VFP Дизайнера).

7. Версия 17.3 tNavigator

Ключевыми изменениями версии 17.3 являются:

- Доступен новый модуль **VFP Дизайнер**, который позволяет моделировать геометрию и конструкцию скважины, загружать результаты измерений падения давления, строить лифтинг (VFP) таблицы по корреляциям и настраивать таблицы на результаты измерений.

7.1. Расчетная часть tNavigator

В расчетной части tNavigator версии 17.3 поддержана новая функциональность для моделей типа E1, E3, MO, IM, ST, GE.

Для моделей форматов E1 и E3:

- Поддержана возможность задания связей между сегментами мультисегментной скважины для возникновения циклического течения в скважине (ключевое слово WSEGLINK).
- Поддержана возможность задания сегмента скважины как устройства контроля притока ICD (ключевое слово WSEGSICD).
- Поддержана возможность задания коэффициентов диффузии для граней между блоками (ключевые слова DIFFX, DIFFY, DIFFZ).
- Поддержана возможность задания множителей коэффициентов диффузии (ключевые слова DIFFMX, DIFFMY, DIFFMZ, DIFFMX-, DIFFMY-, DIFFMZ).
- Поддержана возможность задания коэффициентов диффузии для несоседних соединений (ключевые слова NNC, NNCGEN).
- Поддержано задание масштабирования давления, используемого для вычисления адсорбционной способности в ячейке при моделировании метаноугольных пластов (ключевое слово LANGMPL).
- Поддержана возможность задания через UDQ величины искусственного лифта (параметр 4 ключевого слова BRANPROP) и фиксированного давления для концевой узла (параметр 2 ключевого слова NODEPROP) для модели расширенной сети.
- Поддержана возможность контроля изменения положения кривой сканирования для смачивающей фазы, чтобы уменьшить ее отклонение от области, ограничиваемой кривыми пропитки и дренирования (параметр 13 ключевого слова EHYSTR).
- Поддержана возможность удаления газа из узла расширенной сети (ключевое слово NGASREM).

Для моделей формата E3:

- Поддержан контроль по обратной закачке (параметры 12-15, 17-19 ключевого слова WELLINJE).
- Поддержана возможность задания состава нефти и газа, закачиваемого или добываемого вспомогательной группой (параметры 1-3 ключевого слова GSATCOMP).
- Для композиционных моделей поддерживается трассировка детализированного набора компонент, в результате лампинга которых (объединения в псевдо-компоненты) образовались компоненты модели (ключевые слова LUMPING, DETAILVD, DETAILMF).
- Для термических моделей E3 поддерживаются опции CGVTYPE/COVTYPE для расчета плотностей фаз газ/нефть.

Для моделей формата MO:

- Поддержана возможность изменения вязкости нефти в зависимости от градиента давления (ключевое слово OVPG).

В MPI версии:

- В ключевом слове ARITHMETIC поддерживается использование кубов свойств из предыдущих секций.
- В ключевом слове ARITHMETIC поддерживаются операции BLOCK, CYLINDER, X, Y, Z.

Специальные опции:

- Добавлены следующие опции настройки расчета TNAVCTRL:
 - COARSEN_BLOCK_DATA_LOGIC – настройка укрупнения блоков. Возможные значения: CENTRAL или NEAREST_ACTIVE_TO_CENTRAL (в качестве репрезентативного блока выбирается ближайший по IJK к центральному блоку, таким образом появляется возможность укрупнять блоки с неактивным центральным блоком).
- В ключевом слове ARITHMETIC поддерживается операция CYLINDER, позволяющая строить куб, в котором блокам внутри цилиндра с заданным радиусом и центром присваивается значение 1.
- Поддержана возможность удаления нефти из узла расширенной сети (ключевое слово NOILREM).
- Поддержана возможность изменения вязкости нефти в зависимости от градиента давления (ключевое слово OVPG).

7.2. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 17.3:

- Добавлена визуализация значений на текущем шаге куба множителей проводимости породы, заданных в ключевом слове ROCKTAB. Куб доступен для просмотра в закладке **Свойства сетки. Рассчитанные свойства. Множ. проводим. породы.**
- Расширена визуализация кубов свойств Множители проводимости по X, Y, Z, X-, Y-, Z-. Кубы доступны для просмотра в закладках:
 - **Свойства сетки** → **Начальные свойства** → **Множ. проводим. по X** (аналогично для Y, Z, X-, Y-, Z-). Данный куб является результатом перемножения следующих множителей проводимости: множителя проводимости по X (MULTX), дополнительного множителя проводимости по X (HMMULTX, HMMLTXY), множителя проводимости разлома в направлении оси X (MULTFLT).
 - **Свойства сетки** → **Рассчитанные свойства** → **Множ. проводим. по X** (аналогично для Y, Z, X-, Y-, Z-). Данный куб является результатом перемножения следующих множителей проводимости: множителя проводимости по X (MULTX), множителя проводимости разлома в направлении оси X (MULTFLT) – с начала и до текущего шага.
- В диалог **Загрузить данные по скважинам** добавлены следующие настройки:
 - **Заменить нулями отсутствующие значения.** При использовании данной опции показатели для скважины, отсутствующие в загружаемом файле на дату, будут заменены нулями.
 - **Присвоить нулевые значения для дат, отсутствующих в загружаемой истории.** Данная опция позволяет выбрать, брать ли пропущенные значения с предыдущего шага или обнулить их.

7.3. Удаленный графический интерфейс

В удаленном графическом интерфейсе tNavigator версии 17.3:

- Добавлен фильтр по очередям.

7.4. Модуль автоматизированной адаптации

В Модуле автоматизированной адаптации версии 17.3:

- Добавлена возможность создания пользовательских векторов (калькулятор векторов).
- Добавлена возможность использования пользовательского вектора в качестве целевой функции (график должен называться objf).

- Добавлена возможность подключения пользовательской секции SCHEDULE при создании прогнозных вариантов. В пользовательскую секцию SCHEDULE также могут быть добавлены переменные.

7.5. Дизайнер Геологии

В Дизайнере Геологии версии 17.3:

- Добавлена возможность редактирования поверхностей в 2D с помощью изолиний (опция доступна для горизонтов и 2D карт).
- Построение сетки:
 - При создании LGR добавлена возможность задавать параметры логарифмического измельчения.
- Работа с сейсмическими данными:
 - 3D редактор сейсмических горизонтов во вкладке 3D.
 - Отображение скважин, кривых ГИС, маркеров во вкладке Сейсмика (2D).
 - Расчет синтетической сейсмограммы с представлением рассчитанной трассы в качестве кривой ГИС.
- Добавлена возможность визуализировать траектории скважин в 3D от минимальной до максимальной заданной глубины (опция **Обрезать траектории по глубине**).
- В полигоны добавлена третья координата (Z).
- На Диаграмме скважины добавлена возможность вырезать часть кривой ГИС как "эталонную кривую" для сравнения формы кривой по эталонной скважине с формой на соседних скважинах при выполнении корреляции (Ghost curve).
- Добавлена проверка на открытие проекта несколькими пользователями одновременно (.lock-файл).

7.6. Дизайнер Моделей

В Дизайнере Моделей версии 17.3:

- Добавлен **Фильтр по датам** в загрузку и выгрузку событий и истории.
- Добавлен выбор единиц измерения в диалог экспорта событий и истории.
- Добавлена возможность задания главного контроля в Правилах по скважинам.
- Добавлена возможность использовать **Фильтр по скважинам** в таблицах истории и событий.

- Добавлен Фильтр по скважинам в таблице скважин.
- Добавлена настройка шрифтов для изолиний.
- Добавлена визуализация легенды для кроссплотов.
- Добавлена проверка на открытие проекта несколькими пользователями одновременно (.lock-файл).

7.7. PVT Дизайнер

В PVT Дизайнере версии 17.3:

- Поддержано построение PVT таблиц по корреляциям для вариантов черной нефти.
- Доступен контроль качества адаптации и создания псевдо-компонент (lumping) посредством визуализации графиков свойств до и после адаптации, а также до и после создания псевдо-компонент.
- Коэффициенты попарного взаимодействия компонент (VIC) могут быть выбраны в качестве переменных для адаптации.
- Добавлена возможность экспортировать несколько вариантов как несколько EOS/PVT регионов.
- Добавлена возможность экспортировать данные по созданию псевдо-компонента как ключевое слово LUMPING.
- Значительно расширен список библиотечных компонент.

7.8. Дизайнер Сетей

В Дизайнер Сетей версии 17.3:

- Поддержана интеграция с модулем VFP Дизайнер.
- Добавлены новые объекты сети:
 - 2-фазные сепараторы;
 - 3-фазные сепараторы.
- Добавлена возможность загрузки готовых VFP таблиц или создания их в VFP Дизайнере для труб, скважин, компрессоров, насосов, штуцеров.
- Добавлена возможность редактирования множества объектов одновременно.
- Добавлена возможность отмены последних действий (undo/redo).
- Добавлена возможность исключать объекты из расчета, в том числе на различных шагах.

7.9. VFP Дизайнер

В версии 17.3 доступна первая реализация модуля **VFP Дизайнер**:

- Поддержана интеграция с модулями PVT Дизайнер, Дизайнер Сетей.
- Задание геометрии скважины:
 - Загрузка траектории скважин в стандартных форматах (Well Path/Deviation, LAS, GWTD и другие);
 - Копирование точек траектории из текстового файла и Excel;
 - Ручное редактирование траектории;
 - Визуализация геометрии скважины (TVD и инклинометрия).
- Задание конструкции скважины:
 - Обсадная колонна, колонна НКТ, пакер, перфорация, закрытие перфорации;
 - Визуализация конструкции вдоль траектории скважины;
 - Добавление мышкой и ручное редактирование свойств объектов конструкции скважины;
 - Создание и загрузка каталога объектов;
 - Выбор параметров конструкции скважины в качестве переменных для адаптации при настройке на результаты измерений падения давления.
- Задание состава флюидов:
 - Загрузка свойств флюида или использование PVT дизайнера для задания композиционных свойств или черной нефти.
- Задание результатов измерений (замеры падения давления).
- Создание лифтинг-таблиц (VFP):
 - Создание таблиц по корреляциям (Beggs-Brill, Hagedorn-Brown, Orkiszewski, Gray);
 - Выбор различных корреляций для вертикальных, наклонных и горизонтальных участков скважины (с выбором их наклонов);
 - Выбор множителя Friction и Hydrostatic компонент корреляций;
 - Задание точек для вычисления корреляций в табличном виде;
 - Визуализация заданных результатов измерений вместе с построенными VFP таблицами;
 - Нормализация VFP таблиц;

- Автоматизированная адаптация таблиц по выбранным замерам и параметрам адаптации (свойства конструкции скважины, Friction и Hydrostatic компонент);
- Возможность применения рассчитанных при адаптации свойств конструкции скважины;
- Экспорт построенных таблиц в файл или в Дизайнер Сетей.

7.10. Лицензии и лицензионный сервер

В tNavigator версии 17.3:

- **Схема лицензирования VFP Дизайнера.**

Данный модуль включается в следующие отдельно лицензируемые модули: Дизайнер Геологии, Дизайнер Моделей, Дизайнер Сетей, т.е. при запуске VFP Дизайнера из данных модулей отдельная лицензия не требуется. При запуске VFP Дизайнера отдельно, ищется первая свободная лицензия на модули в следующем порядке: Дизайнер Моделей, Дизайнер Сетей, Дизайнер Геологии.

7.11. Документация

В tNavigator версии 17.3 доступны **новые документы**:

- Руководство по Дизайнеру Сетей;
- Руководство по PVT Дизайнеру.

В tNavigator версии 17.3 добавлены **новые учебные курсы**:

- По модулю **Дизайнер Геологии**:

- 9-0_HowToGetStartedGeologyDesigner (Введение в Дизайнер Геологии). Данный курс показывает создание проекта Дизайнера Геологии. Работа с панелями Настроек, Расчетов, Визуализации. Выбор системы координат. Направление осей координат. Плавающие вкладки. Настройки визуализации.

- По модулю **Дизайнер Сетей**:

- 12-1_HowToUseNetworkDesigner (Дизайнер Сетей). Данный курс показывает построение поверхностной сети сбора продукции от скважин до стоков. Используется различное оборудование: трубы, линки, штуцеры, насосы, компрессоры, сепараторы. Интеграция с модулями PVT Дизайнер и VFP Дизайнер. PVT Дизайнер используется для задание состава флюида. VFP Дизайнер используется для задания конструкции скважины, геометрии скважины и задания VFP таблиц по корреляциям.

8. Версия 17.2 tNavigator

Ключевыми изменениями версии 17.2 являются:

- Доступен новый модуль **Дизайнер Сетей**, который позволяет моделировать поверхностные сети сбора продукции и сети закачки.
- В модуле **Дизайнер Геологии** добавлены инструменты интерпретации сейсмических горизонтов во времени и пересчет в горизонты по глубине в соответствии с загруженным скоростным законом по скважинам.
- Добавлена интеграция модуля Автоматизированной адаптации с модулями **Дизайнер Геологии** и **Дизайнер Моделей**. Поддержана возможность добавления переменных в workflow.
- В модуле **Дизайнер Геологии** доступна первая реализация опции сопровождения бурения **Геостиринг**, которая позволяет отображать горизонтально кривые ГИС планируемой и бурящейся траекторий скважины и 2D визуализацию геологического разреза, рассчитывать синтетическую кривую ГИС по опорной скважине.

8.1. Расчетная часть tNavigator

В расчетной части tNavigator версии 17.2 поддерживается новая функциональность для моделей типа E1, E3, MO, IM, ST, GE.

Расчет CPU+GPU:

- Поддержан расчет композиционных моделей с использованием CPU+GPU. Поддерживаются только GPU с Pascal архитектурой (и последние драйверы CUDA).

Для моделей форматов E1 и E3:

- Поддержана возможность открытия скважин, закрытых по групповому контролю по приоритетам (опция POPN параметра 2 ключевого слова WELOPEN).
- Поддержано объединение скважин в кусты для бурения (параметр 3 ключевого слова WDRILPRI).
- Поддержано использование молярной доли воды для водного отношения в лифтинг-таблицах (опция WTF параметра 4 в 1-ой записи ключевого слова VFPPROD).
- Поддержана опция задания направляющих дебитов группы для ограничения по закачке равными величине дебита жидкости в пластовых условиях (опция VOID параметра 10 ключевого слова GCONINJE).
- Поддержана возможность закачивать несколько пассивных трассеров в одну скважину (закачка задается ключевым словом WTRACER).

- Для расчетов с двойной пористостью поддерживается возможность задавать множитель проводимости матрица-трещина общим на всю сетку (ключевое слово MULTSIG) или для каждого блока (ключевое слово MULTSIGV).

Для моделей формата E1:

- Поддержана опция SHRATE для логарифмической модели сдвига полимера.
- Поддержана опция MISCIBLE (ключевые слова PMISC, MSFN, SDENSITY, SGCWMIS, SORWMIS, TLMIXPAR).

Для моделей формата E3:

- Поддержано ограничение для закачки нефти и газа с контролем по объему фазы в поверхностных условиях (опции HCOIL, HCGAS параметра 2 ключевого слова WCONINJE).
- Для термических моделей формата E3 поддерживаются опции CGDTYPE/CODTYPE для расчета плотностей фаз газ/нефть.

Для моделей формата IM:

- Поддержана опция квадратичной зависимости для притока газа в ствол скважины (опция QUAD ключевого слова PERF).

Для моделей формата GE:

- Поддержаны корреляции для задания компонентных свойств (ключевые слова PVC3, CRIT).

Для моделей формата MO:

- Для композиционных моделей поддерживается учет растворения CO₂ в воде (ключевые слова SOLU, RHAQ).
- Поддержана возможность закачивать несколько пассивных трассеров в одну скважину (закачка задается ключевым словом TRAC).

Ввод-вывод данных. Отчеты:

- В SUMMARY могут быть заказаны следующие параметры:
 - молярная приемистость водных компонентов (FWMIR, GWMIR, WWMIR);
 - молярная накопленная закачка водных компонентов (FWMIT, GWMIT, WWMIT);
 - молярный дебит водных компонентов (FWMPR, GWMPR, WWMPR);
 - молярная накопленная добыча водных компонентов (FWMPT, GWMPT, WWMPT);

- углеводородные компоненты в молях (FCMIP).
- При экспорте бинарных файлов UNRST/UNSMRY и RSM из графического интерфейса может быть выбран параметр WMCTL (контроль скважины).
- При экспорте бинарных файлов UNRST/UNSMRY и RSM из графического интерфейса может быть использован фильтр по скважинам и перфорациям.
- Поддержана возможность записи отчетных параметров по скважинам (группам) при экспорте в бинарные файлы формата UNRST/UNSMRY при расчете консольной версией на расчетных шагах (ключевые слова RPTONLY и RPTONLYO могут использоваться в секциях SUMMARY и SCHEDULE).

Специальные опции:

- Добавлены следующие опции настройки расчета TNAVCTRL:
 - AQUCON_LGR – опция позволяет включить построение связей численный аквифер-сетка при использовании измельчения сетки LGR в области присоединения аквифера.
 - USEGASLIFTFROMSHUTWELLS – опция позволяет учитывать или игнорировать величину газ-лифта на закрытых скважинах в сети.
 - RECOMPUTEGPMAINT – данная опция задает различную логику пересчета накопленной ошибки по давлению (интеграл ошибки давления), когда скважины не стоят на контроле по GPMAINT (ключевые слова GPMAINT, GPMAINT3).
 - WELLPRESTOL – опция задает точность, с которой находится решение для забойного давления скважины, когда скважина стоит не на контроле по забойному давлению.
- Для моделей формата E1 поддерживается опция квадратичной зависимости для притока газа в ствол скважины (опция QUAD параметра 8 ключевого слова WEL SPECS).
- Поддержано использование пользовательских выражений (UDQ) для опций оптимизации газ-лифта (параметр 3 ключевого слова WLIFTOPT; параметры 2,3 ключевого слова GLIFTOPT).
- Добавлена возможность задания ограничения на устьевое давление для скважин, работающих в режиме адаптации (опция THPTARG ключевого слова WELTARG).

8.2. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 17.2:

- Обновлена опция создания снимка экрана для 2D, 3D визуализации, графиков. Рисунок может быть сохранен в векторном или растровом формате, скопирован в буфер обмена или отправлен на печать.

8.3. Дизайнер Геологии

В Дизайнере Геологии версии 17.2:

- Реализовано управление плавающими вкладками (2D, 3D, Гистограмма, Сейсмика, Таблица скважин, Диаграмма скважин, ГСР, Кроссплот, Геостиринг), с возможностью размещения их в виде отдельных окон или же рядом через сплиттеры.
- Реализовано создание множественных вкладок с индивидуальными настройками для каждой. Например, могут быть созданы несколько 2D видов с различными настройками. Управление этой опцией осуществляется в меню **Вид. Окна**.
- Обновлена опция создания снимка экрана для 2D, 3D визуализации, графиков. Рисунок может быть сохранен в векторном или растровом формате, скопирован в буфер обмена или отправлен на печать.
- Workflow:
 - Добавлено автоматическое построение workflow по пользовательским действиям (**Документ. Запись действий в пользовательский workflow**).
 - Добавлена возможность отключать выбранные пункты workflow.
 - Добавлена возможность проверить workflow на корректность перед запуском (кнопка **Проверить** в диалоге создания workflow).
 - Интеграция с модулем Автоматизированной адаптации: добавлена возможность добавлять переменные в workflow. Переменные могут использоваться в следующих расчетах: калькулятор горизонтов, калькулятор свойств, настройка параметров вариограмм, интерполяция кубов свойств, задание ОФП, задание равновесной инициализации модели (EQUIL).
- Работа с сейсмическими данными:
 - Добавлены инструменты интерпретации сейсмических горизонтов на закладке **Сейсмика**. Ручная интерпретация, ручная интерпретация с прослеживанием фазы, автоматическая 2D интерпретация, автоматическая 3D интерпретация. Проинтерпретированный горизонт визуализируется во временной шкале (глубина в миллисекундах).
 - Добавлен расчет 3D сейсмического горизонта на основе базовой решетки, созданной пользователем.
 - Добавлена возможность загрузки скоростного закона по скважинам в виде кривой ГИС (задание зависимости глубины от времени).
 - Добавлен пересчет горизонта в метры из сейсмического горизонта по скоростному закону, заданному для скважин.
- Корреляционный профиль (вкладка **Диаграмма скважины**):

- Добавлена визуализация расстояния между скважинами.
 - Добавлена возможность загрузки и визуализации **Комментария ГИС**, значениями которого являются текстовые строки. Комментарий ГИС может быть отредактирован в **Таблице скважин**.
 - Добавлена возможность настраивать свойства отображения маркеров (цвет, толщину, тип линии).
 - Добавлена возможность включения и выключения подписи маркера в поле кривой ГИС. Добавлены настройки подписи (цвет, шрифт, положение).
 - Добавлена возможность задания одинакового вертикального масштаба одновременно для всех скважин.
 - Добавлена возможность задания индивидуального масштаба для каждой скважины.
 - Добавлена возможность редактирования дискретной кривой ГИС.
 - Для часто используемых функций добавлены "горячие клавиши":
 - * E (У) — режим редактирования/создания маркеров;
 - * A (Ф) — режим редактирования дискретной кривой ГИС;
 - * 2 — уменьшить вертикальный масштаб;
 - * 1 — увеличить вертикальный масштаб;
 - * T (E) — режим редактирования масштаба и визуализации кривой ГИС;
 - * Q (Й) — поиск скважины.
 - Добавлена возможность отображать корреляционный профиль горизонтально.
- Добавлена вкладка **Геостиринг** (сопровождение бурения):
 - Настройка геостиринга: опорная скважина, планируемая и бурящаяся скважина.
 - Возможность создания синтетической кривой ГИС.
 - Одновременное отображение двух корреляционных профилей (планируемая и бурящаяся траектории) и 2D вид (геологический разрез).
 - Настройки объектов (Опция доступна при нажатии правой кнопкой мыши на объект и выборе **Настройки объекта**):
 - Добавлена возможность изменения имени объекта (куба свойств, горизонта, кривой ГИС и т.д.), его цвета, присваивание объекту определенного шаблона, который отвечает за единицы измерения и палитру цветов.
 - Добавлена возможность задавать шаблон объекта. Доступны стандартные шаблоны и возможность создания пользовательских шаблонов.

- Для шаблонов объектов может быть задана дискретная палитра с возможностью присвоения определенному значению цвета и имени для каждого шаблона.
- Добавлена возможность визуализировать свойства по зонам (**Фильтр по зонам**).
- Поддержана загрузка горизонтов из RESCUE файлов.

8.4. Дизайнер Моделей

В **Дизайнере Моделей** версии 17.2:

- Реализовано управление плавающими вкладками (2D, 3D, Гистограмма, Сейсмика, Таблица скважин, Диаграмма скважин, ГСР, Кроссплот, Геостиринг), с возможностью размещения их в виде отдельных окон или же рядом через сплиттеры.
- Реализовано создание множественных вкладок с индивидуальными настройками для каждой. Например, могут быть созданы несколько 2D видов с различными настройками. Управления этой опцией осуществляется в меню **Вид. Окна**.
- Обновлена опция создания снимка экрана для 2D, 3D визуализации, графиков. Рисунок может быть сохранен в векторном или растровом формате, скопирован в буфер обмена или отправлен на печать.
- Добавлена возможность создания модели с опцией гистерезиса (в закладке **Информация** необходимо отметить **Гистерезис**).
- Workflow:
 - Добавлено автоматическое построение workflow по пользовательским действиям (**Документ. Запись действий в пользовательский workflow**).
 - Добавлена возможность отключать выбранные пункты workflow.
 - Добавлена возможность проверить workflow на корректность перед запуском (кнопка **Проверить** в диалоге создания workflow).
 - Интеграция с модулем Автоматизированной адаптации: добавлена возможность добавлять переменные в workflow. Переменные могут использоваться в следующих расчетах: калькулятор свойств, настройка параметров вариограмм, интерполяция кубов свойств, задание ОФП, задание равновесной инициализации модели (EQUIL).
- Настройки объектов (Опция доступна при нажатии правой кнопкой мыши на объект и выборе **Настройки объекта**):
 - Добавлена возможность изменения имени объекта (куба свойств, горизонта, кривой ГИС и т.д.), его цвета, присваивание объекту определенного шаблона, который отвечает за единицы измерения и палитру цветов.

- Добавлена возможность задавать шаблон объекта. Доступны стандартные шаблоны и возможность создания пользовательских шаблонов.
- Для шаблонов объектов может быть задана дискретная палитра с возможностью присвоения определенному значению цвета и имени для каждого шаблона.
- Работа с форматами IM, ST, GE:
 - Добавлена возможность добавления пользовательских ключевых слова в формате ST, GE, IM (создание новых Правил по скважинам).
 - Добавлена возможность редактирования пользовательских ключевых слов в формате ST, GE, IM.
 - Экспорт ключевых слов форматов ST, GE, IM (Документ. Экспорт модели в соответствующем формате).
 - Таким образом, в Дизайнер Моделей может быть загружена модель в формате ST, GE, IM, отредактирована и выгружена в своем изначальном формате.
- Правила по скважинам:
 - Добавлена возможность задания дополнительных параметров в правиле **Настройки создания скважины** (опорная глубина, радиус дренирования, тип уравнения притока, возможность двусторонних перетоков и других).
 - Поддержан формат загрузки времени HH:MM:SS, HH,MM,SS, HH.MM.SS в загрузке событий и истории, а также добавлена поддержка дат с часами при создании Данных по скважинам.
 - Для загруженных термических моделей добавлена загрузка истории закачки пара и создание слова WINJTEMP по этим историческим данным.
- Добавлена возможность визуализировать свойства по зонам (**Фильтр по зонам**).

8.5. PVT Дизайнер

В PVT Дизайнере версии 17.2:

- Обновлен графический интерфейс фазовой диаграммы. Доля пара визуализируется с помощью цвета и (или) изолиний.
- Поддержана работа с Вариантами Черной нефти. Варианты могут быть созданы по экспериментам из Композиционных вариантов, а также загружены из файла в виде ключевых слов формата E1, визуализированы и доступны для редактирования. Для Вариантов Черной нефти рассчитывается сжимаемость фаз для анализа корректности PVT таблиц.
- Поддержано создание набора PVT таблиц PVTO-PVTG в докритической области.

8.6. Дизайнер Сетей

В версии 17.2 доступна первая реализация модуля **Дизайнер Сетей**:

- Реализована возможность расчета поверхностной сети (нахождение характеристик сети во внутренних точках, основываясь на данных, заданных на граничных точках сети). Рассматривается стационарная задача (steady-state).
- Моделирование состава флюида: могут быть заданы композиционные свойства или черная нефть.
- Поддержана интеграция с модулем PVT Дизайнер.
- Могут быть использованы следующие объекты сети:
 - Граничные объекты сети:
 - * источник (source);
 - * сток (sink).
 - Внутренние объекты сети:
 - * труба (pipe);
 - * линк (link);
 - * гребенка (joint);
 - * штуцер (choke);
 - * насос (pump);
 - * компрессор (choke).
- Поддержаны следующие способы расчета перепада давления на объектах:
 - Труба:
 - * однофазная корреляция Moody с Naaland корреляцией расчета турбулентного коэффициента трения;
 - * многофазная корреляция Beggs&Brill.
 - Штуцер:
 - * Механистическая корреляция для докритического/критического режимов течения;
 - * Ashford&Pierce корреляция для докритического/критического режимов течения.
 - Насос/компрессор. Доступен расчет по:
 - * отношению давлений;
 - * разнице давлений;
 - * давлению за оборудованием;
 - * мощности оборудования.

- Графический интерфейс для анализа результатов:
 - Секторные диаграммы (давление, массовый расход) на 2D визуализации сети;
 - График распределения давления вдоль выбранной ветви сети.
- Возможности проверки корректности построенной сети:
 - Определение до запуска расчета участков сети, где отсутствует течение.
 - Проверка сети на наличие несоответствий высот концевых точек труб в местах их сочленения.
 - Проверка задания необходимого количества граничных условий для расчета (давления, массовые расходы).
 - Проверка задания необходимых для расчета характеристик оборудования.

8.7. Модуль автоматизированной адаптации

В Модуле автоматизированной адаптации версии 17.2:

- Добавлена возможность настраивать вклад отдельного измерения в целевую функцию.
- Добавлено построение таблицы с коэффициентами R2 для оценки качества адаптации.

8.8. Совместимость с предыдущими версиями

В tNavigator версии 17.2:

- Для запуска автоматизированной адаптации и анализа неопределенностей из Дизайнера Моделей и Дизайнера Геологии добавление переменных осуществляется только в workflow (совместимость с прошлыми версиями не поддерживается).

8.9. Лицензии и лицензионный сервер

В tNavigator версии 17.2:

- Добавлена поддержка нового модуля лицензирования: **Дизайнер Сетей**.

8.10. Документация

В tNavigator версии 17.2 доступна следующая **техническая документация**:

- Список документации;
- Техническое руководство;

- Руководство пользователя;
- Руководство по Автоадаптации;
- Руководство по PVT Дизайнеру;
- Руководство по Дизайнерам (Дизайнер Геологии, Дизайнер Моделей);
- Руководство по очереди задач;
- Руководство по удаленному графическому интерфейсу;
- Руководство по установке и лицензиям;
- Описание версий.

В tNavigator версии 17.2 добавлены новые **учебные курсы**:

- По модулю Автоматизированная адаптация:
 - 8-8_HowToGoFromАНМtoForecast (Переход от задачи адаптации к расчету прогноза).
- По модулю Дизайнер Геологии:
 - 9-3_HowToUsePetrophysicalModeling (Петрофизическое моделирование);
 - 9-4_HowToUseSeismicInterpretation (Работа с сейсмическими данными);
 - 9-5_HowToUseCorrelation (Корреляция скважин).

9. Версия 17.1 tNavigator

С 2017 года изменяется обозначение версий tNavigator. Номер версии будет состоять из 2-ух последних цифр номера года и номера релиза в этом году, разделенных точкой. Например, 4 версии tNavigator в 2017 году будут иметь номера 17.1, 17.2, 17.3, 17.4, соответствующие номерам кварталов, когда эти версии выпущены. Изменение именования версий призвано облегчить для пользователей идентификацию актуальных и устаревших версий.

Ключевыми изменениями версии 17.1 являются:

- Модуль **Геология** разделяется на **Дизайнер Геологии** и **Дизайнер Моделей**, лицензируемых по отдельности. **Дизайнер Геологии** – построение геологической модели по исходным данным. **Дизайнер Моделей** – пре-процессор для подготовки гидродинамической модели. **PVT Дизайнер** включен в лицензию **Дизайнера Геологии** и **Дизайнера Моделей**.
- В **Дизайнере Геологии** поддержан первый вариант загрузки и работы с 3D сейсмическими данными.
- Добавлена первая версия расчета на CPU+GPU: поддержано ускорение расчета для решения линейных систем с использованием графических ускорителей NVidia. Поддерживаются только GPU с Pascal архитектурой (и последние драйверы CUDA).
- Улучшен алгоритм решения линейных систем.
- Изменены следующие параметры по умолчанию:
 - Для ключевого слова RUNCTRL опция MAXLINIT (максимально допустимое число итераций при решении линейной системы) принимает значение 400 по умолчанию;
 - Для ключевого слова RUNCTRL опция TMAXMULT (максимальный множитель, на который может быть умножена длина текущего временного шага при расчете следующего временного шага) принимает значение 3 по умолчанию;
 - Для ключевого слова TNAVCTRL опция SCALE_MATRIX включена по умолчанию: задано значение 1 (или YES).
- Дизайн главного окна изменен для более удобного доступа ко всем модулям.
- Доступ к **Документации** осуществляется из главного окна. Для чтения **Документации** достаточно наличия любого средства для просмотра pdf файлов.
- Прекращается поддержка 32-разрядных версий для всех платформ.
- Для платформы Windows поддерживаются только версии операционной системы Windows 7 (SP1) или новее.

9.1. Расчетная часть tNavigator

В расчетной части tNavigator версии 17.1 поддерживается новая функциональность для моделей типа E1, E3, MO, IM, ST, GE.

Объединение моделей (Reservoir Coupling):

- Поддержаны динамические рестарты в графическом интерфейсе, опции --continue, --restart консольного расчета, авторестарты. Поддержаны рестартные MASTER и SLAVE модели.

Для моделей форматов E1 и E3:

- Добавлена возможность задания концентрации соли в потоке нагнетания через пользовательское выражение UDQ (2-й параметр ключевого слова WSALT).
- Добавлена возможность задания группы, настройки добычи полимера или соли, которые будут использованы для расчета концентрации данного вещества в потоке закачки скважины (параметр 4 и 5 ключевого слова WPOLYMER).
- Добавлена возможность задания величины искусственного лифта (ALQ) для расчета снижения давления для трубопровода группы в стандартной сети (4-ый параметр ключевого слова GRUPNET).
- Добавлен режим работы CIRR для задания множителя приемистости для нагнетательных скважин. Увеличение приемистости необратимо в случае снижения давления для всех перфораций. Перфорации продолжают работать на максимально достигнутой приемистости (4-ый параметр ключевого слова WINJMULT).
- Добавлена возможность задания значения ограничения давления в блоке сетки для сокращения дебита скважины и для обращения процесса сокращения (параметры 8-9 ключевого слова WCUTBACK).
- Обновлен алгоритм расчета поверхностных сетей.

Для моделей формата E1:

- Поддержан учет температурных эффектов при полимерном заводнении (ключевые слова PLYVISCT, TEMPNODE).
- Поддержано совместное использование температурной опции и API (3-й параметр ключевого слова VISCREF).

Для моделей формата E3:

- Для композиционных моделей поддерживается опция TRACK (ключевые слова TRACK, TRACKREG).

- Для композиционных моделей поддерживается межфазная диффузия (ключевые слова DIFFCGO, DIFFCOG).
- Поддержано задание ступени сепаратора, определяющей состав флюида для нагнетания (5-ый параметр ключевого слова WINJGAS).

Для моделей формата **ST**:

- Поддержана модель теплопроводности COMPLEX и TEMPER (ключевые слова THCONMIX COMPLEX, TEMPER).

Ввод-вывод данных. Отчеты:

- В SUMMARY могут быть заказаны следующие параметры: ANQP, ANQT, ANQR, FNQT, FNQR, FOPV, FWPV, FGPV, ROPV, RWPV, RGPV.
- Поддержано сохранение кубов свойств AQUIFERA, AQUIFERL и AQUIFERN в INIT файл.
- Поддержано сохранение карт концентрации трассеров в .UNRST файл.
- Поддержана загрузка истории из файлов формата fhf (Field History File format).

Специальные опции:

- Для форматов E1 и E3 добавлена возможность задания коэффициентов корреляционной формулы для D-фактора для конкретных блоков с перфорациями скважины (в глобальной сетке и LGR) (ключевое слово WDFACCORL).
- Для форматов E1 и E3 добавлена возможность учитывать блоки с виртуальными перфорациями трещин гидроразрыва при расчете среднего давления (опции FALL и FOPEN 4-ого параметра ключевого слова WPAVE).

9.2. Дизайнер Моделей

В Дизайнере Моделей версии 17.1:

- В опцию **Загрузить данные из существующей модели** добавлены следующие возможности:
 - Загрузка моделей форматов **ST, GE, IM, MO** для анализа данных (выгрузка и редактирование данных поддерживаются для данных форматов только частично).
 - Загрузка композиционных моделей формата **E3**. Загруженные свойства визуализируются в закладке **Свойства флюидов. Композиционные свойства**.
- В опцию **Свойства флюидов** могут быть загружены и визуализированы данные, задаваемые ключевыми словами PRVD, ROCKTAB.

- Для визуализации Сечений добавлена опция для отображения проекции траекторий скважин на сечение, если они находятся не далее, чем на заданном расстоянии от него (**2D. Сечения. Расширенные настройки. Задать расстояния до траектории**).
- Добавлена возможность создавать фильтры с помощью задания диапазона значений нескольких свойств (**Фильтр кубов свойств**).
- Добавлена визуализация **Кроссплотов** для кубов свойств с возможностью фильтрации (по Фильтру кубов свойств), построения трендов и окраски по значениям другого свойства.
- Поддержана возможность создавать несколько таблиц **История по скважинам** и **Конструкция скважин**. В закладке **Данные по скважинам. Правила** можно выбрать при создании новых правил, данные из какой таблицы использовать.
- Добавлена возможность создавать новые правила (в соответствии с параметрами указанных ключевых слов):
 - Ограничения по депрессии (WELDRAW).
 - Коэффициент эксплуатации для групп (GEFAC).
 - Экономические ограничения для групп добывающих скважин (GECON).
 - Оптимизация газ-лифта для групп (GLIFTOPT).
- Добавлена возможность применить правило ко всем скважинам из Фильтра. В диалогах создания Правил можно выбрать одну скважину, все скважины или Фильтр по скважинам.
- Добавлена возможность задавать текущий фильтр скважин и групп (**Правило. Фильтр по скважинам и группам**), влияющий на сохранение секции SCHEDULE по заданным Правилам. Данный фильтр может быть задан на определенную дату. При экспорте модели в секцию SCHEDULE попадут только данные из Правил для выбранных фильтром скважин и групп.
- Добавлена возможность применения Фильтра по скважинам при визуализации дерева Правил. Будут отображаться только правила для выбранных скважин и групп.

9.3. Дизайнер Геологии

В Дизайнере Геологии версии 17.1:

- Добавлен импорт многоугольников в форматах CPS-3 lines и Polygon lines.
- Добавлен импорт наборов точек в форматах CPS-3 lines и Point set lines.
- Добавлен экспорт наборов точек в формате хуз.

- В методе интерполяции SGS для кубов свойств добавлена опция **Коррекция по начальному распределению**.
- Для визуализации Сечений добавлена опция для отображения проекции траекторий скважин на сечение, если они находятся не далее, чем на заданном расстоянии от него (**2D. Сечения. Расширенные настройки. Задать расстояния до траектории**).
- Добавлена возможность создавать фильтры с помощью задания диапазона значений нескольких свойств (**Фильтр кубов свойств**).
- Добавлена визуализация **Кроссплотов** для кубов свойств с возможностью фильтрации (по Фильтру кубов свойств), построения трендов и окраски по значениям другого свойства.
- Поддержан первый вариант загрузки и работы с 3D сейсмическими данными:
 - Поддержана загрузка 3D-сеймики в формате SEG-Y.
 - Добавлены создание и визуализация (2D и 3D) инлайнов, кросслайнов и тайм-слайсов.
 - Добавлена возможность выделять вручную горизонты по сейсмическому кубу.

9.4. PVT Дизайнер

В PVT Дизайнере версии 17.1:

- Добавлена возможность автоматической адаптации выбранных параметров по нескольким экспериментам с возможностью задания веса эксперимента и веса параметра адаптации.
- Добавлена возможность смешивания двух составов (Blend эксперимент).

9.5. Модуль автоматизированной адаптации

В Модуле автоматизированной адаптации версии 17.1:

- Поддержана возможность использования модуля автоматизированной адаптации для моделей форматов ST, GE, IM (через сценарии в графическом интерфейсе и через задание ключевого слова DEFINES в DATA-файле модели).
- Добавлена возможность менять базовую модель (добавлять переменные) проекта адаптации. Изменения могут быть сделаны в DATA-файле или при помощи запуска менеджера добавления переменных в графическом интерфейсе.

- Добавлена визуализация многомерного пространства вариантов на двумерной плоскости с помощью многомерного шкалирования (закладка **MDS**, multidimensional scaling).
- Добавлена возможность кластеризации вариантов по значениям переменных.
- Добавлена возможность создания групп вариантов для настройки свойств визуализации группы на Графиках и Кроссплотах.
- Добавлена возможность создания нескольких вариантов со значениями переменных, заданных пользователем (experimental design matrix) (**Методы планирования экспериментов. Пользовательский**).
- Добавлен сценарий умножения порового объёма и множителей проводимости по регионам.
- Добавлено отображение допустимой погрешности для согласования с историей (диапазон задается как **Ошибка** в диалоге задания Целевой функции).
- Добавлена возможность создания прогноза с выбранных вариантов.

9.6. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 17.1:

- В таблицу **Данные по скважинам** добавлены:
 - Отдельные вкладки для ключевых слов, задающих **Групповое управление и Операции поверхностной сети**.
 - Столбец с именем группы, по которой возможна сортировка ключевых слов.
 - Возможность выбора отображаемых столбцов с данными.

9.7. Совместимость с предыдущими версиями

В tNavigator версии 17.1:

- Удалены неиспользуемые опции командной строки -t, --report-tables.
- При наличии действующей сетевой лицензии, включающей модуль **Геология**, на лицензионных серверах версий меньше 4.2.6 для продолжения использования функциональности геологии в tNavigator 17.1 необходимо обновить лицензионный сервер до 17.1.
- Прекращается поддержка 32-разрядных версий для всех платформ.
- Для платформы Windows поддерживаются только версии операционной системы Windows 7 (SP1) или новее.

9.8. Лицензии и лицензионный сервер

В tNavigator версии 17.1:

- Добавлена поддержка новых модулей лицензирования: **Дизайнер Геологии**, **Дизайнер Моделей**.
- Модуль **Геология** разделяется на **Дизайнер Геологии** и **Дизайнер Моделей**. При наличии действующей сетевой или локальной usb лицензии, включающей модуль **Геология**, tNavigator и лицензионный сервер версий 17.1 автоматически конвертируют каждый модуль **Геология** в пару **Дизайнер Геологии** и **Дизайнер Моделей**.

9.9. Документация

В tNavigator версии 17.1:

- Доступна следующая техническая документация:
 - Руководство пользователя;
 - Техническое руководство;
 - Модули **Дизайнер Геологии**, **Дизайнер Моделей** руководство пользователя;
 - Руководство по арифметике tNavigator;
 - Описание версий tNavigator.
- По кнопке **Экспорт** меню **Документация** вся доступная техническая документация будет экспортирована на языке, соответствующем текущему языку интерфейса программы.

10. Версия 4.2.6 tNavigator

В версии 4.2.6 доступен новый модуль tNavigator – PVT Дизайнер. В PVT Дизайнере могут быть выбраны компоненты, проведены эксперименты, загружены данные лабораторных измерений, выполнена автоматическая адаптация выбранных параметров на результаты измерений (регрессия) и построены PVT таблицы.

10.1. Расчетная часть tNavigator

В расчетной части tNavigator версии 4.2.6 поддержана новая функциональность для моделей типа E1, E3, MO, IM, ST, GE.

Для моделей форматов E1 и E3:

- Добавлена возможность ограничивать добычу воды и газа долей закачки соответствующей фазы для группового контроля (параметры 18-19 ключевого слова GCONPROD и значения PBWS, PBGS параметра 2).
- Поддержан учет зависимости адсорбции полимера от концентрации соли (ключевые слова ADSALNOD, PLYADSS).
- Добавлен учет адсорбции пассивного трассера (TRROCK, TRADS).
- Добавлена возможность создавать горизонтальные соединения через выклинивания посредством задания пороговых толщин слоев по направлениям X и Y при выклинивании (ключевое слово PINCHXY).
- Поддержано использование ключевого слова MULTREGT в секции SCHEDULE (задание множителей имеет кумулятивный характер).
- Поддержана настройка совместимости для расчета с укрупненной сеткой (значение 1 параметра 141 ключевого слова OPTIONS).
- Поддержано использование опции относительной проницаемости, зависящей от скорости, в расчете псевдодавления (параметр 4 ключевого слова PICOND).

Для моделей формата MO

- Поддержано уравнение Рассела-Гудриха и опция псевдодавления для моделирования притока газа в скважину (ключевые слова GPP, MPGP, WGPP, WMPG, RG, WRG).
- Поддержана опция AREA вычисления индекса продуктивности аналитического аквифера (ключевое слово AQWO).
- Для моделей черной нефти поддержано температурное расширение (ключевые слова THER, UOIL, UGAS, UWAT, UROC, THCO, THCG, THCW, THCR, OVVT, GVVT, TEMP, WVVT).

Для моделей формата E3:

- Поддержана возможность задавать ограничение по общему молярному дебиту закачки (параметр 20 ключевого слова WELLINJE).
- Для изотермических композиционных моделей поддержан расчет с несколькими водными компонентами (WNAMEs, COMPW, PREFW, DREFW, VREFW, CREFW, WI, WMF, WMFVD, AQSTREAW).
- Для изотермических композиционных моделей добавлено 3-х компонентное расширение модели асфальтенов, позволяющее моделировать изменение подвижного порового объема при выпадении асфальтенов (ASPDEPO).

Ввод-вывод данных. Отчеты:

- Поддержана выгрузка карт в бинарные файлы формата UNRST/UNSMRY слова RPTRST (параметры FOAMMOB, VELOCITY, VISC).
- Поддержано сохранение в бинарные файлы типа SUMMARY в виде отдельных файлов по каждому отчетному шагу или в виде общего файла (ключевые слова UNIFOUTS, MULTOUTS).

Специальные опции:

- Добавлена возможность задания штуцера и вычисления давления при проходе через него по корреляционным формулам (ключевое слово NETCHOKE).
- Для двухфазных моделей вода-газ формата E1 добавлена возможность задавать относительные фазовые проницаемости с помощью корреляций Кори или LET (ключевые слова COREYWG, LETWG).
- Добавлен учет геометрии скважины при вычислении забойного давления по устьевому с помощью VFP-корреляций (WELLINCL, WELLDATA, WELLBRANCH).
- Добавлена возможность задавать геометрию подключения аналитического аквифера к резервуару (подключение на заданной глубине, к подошве резервуара, к границе резервуара, различные типы вычисления индекса продуктивности) (ключевое слово AQUGP).
- Поддержана возможность деактивировать блоки по заданному значению глубины (ключевое слово DEACDEPT).
- Добавлена функции построения Карт и Фильтров пользователя (User Maps, User Cuts) по виртуальным перфорациям (функция wmvс), позволяющая визуализировать блоки с виртуальными перфорациями, образующимися при моделировании трещин ГРП.

- Добавлена функция для построения Карт и Фильтров пользователя (User Maps, User Cuts), выделяющая все блоки, через которые проходит траектории скважин (функция wmtc).

В MPI версии (кластерная версия):

- Поддержано использование метода IDW в интерполяции (ключевое слово INTERPOLATE).

10.2. Дизайнер моделей

В Дизайнере моделей версии 4.2.6:

- Добавлена возможность сохранения и запуска WorkFlow (последовательность действий) – создание новых и копирование последовательности расчетов, их редактирование и запуск.
- Шаблоны для скважинного профиля (Диаграмма скважины): можно создавать, копировать и редактировать шаблоны (расположение объектов на панелях и их настройки).
- Добавлена загрузка объектов в следующих форматах:
 - Траектории скважин, устья, маркеры, события, кривые ГИС: Landmark OWX файлы *.asc;
 - Горизонты: Surfer 7 GRD (Bin) Format, Z-Map Plus Format, GXF-3 Format;
 - Разломы: Surfer 7 GRD (Bin), Surfer BLN file, Landmark Fault 3d;
 - Полигоны: Surfer BLN files, TKS Polygons.
- Добавлена интерполяция 2D-карт по скважинным атрибутам следующими методами: IDW, Кригинг, Гауссовская симуляция, Метод наименьших квадратов.
- Для Диаграммы скважины добавлена возможность ручного ввода масштаба;
- Добавлена визуализация Сечений в 3D отображении (Куб). Сечения могут быть просмотрены в виде плоскостей.
- Добавлена возможность визуализации Гистограмм для кривых ГИС, горизонтов, маркеров, карт, наборов точек и скважинных атрибутов.
- Добавлено окно Статистики для Гистограмм.
- Добавлены настройки визуализации для Гистограмм и ГСР (в меню Расширенные свойства).
- Добавлена загрузка пользовательской секции SCHEDULE в проект Дизайнера модели (данные визуализируются в разделе Данные по скважинам. Правила).

- Добавлена возможность переставлять правила в дереве Правила (изменение даты, порядка применения правил).
- В диалог редактирования скважины добавлены возможность задания контроля по TNP и VFP таблицы для нагнетательных скважин.
- Добавлена возможность выбрать нефть в качестве нагнетаемого флюида в групповом контроле по закачке.
- Добавлена визуализация и возможность редактирования конструкции скважины на Диаграмме скважины.
- Добавлена возможность загрузки измерений для VFP таблиц и их настройки на результаты измерений.
- Добавлена возможность создания VFP таблиц с учетом траектории скважины.

10.3. PVT Дизайнер

В PVT Дизайнере версии 4.2.6:

- Проведена оптимизация графического интерфейса.
- Добавлены новые эксперименты (Separator Test, Swelling Test, Compositional Grading).
- Поддержана возможность построения фазовой диаграммы (phase envelope), нахождения критической точки смеси.
- Для всех экспериментов добавлена возможность задания данных измерений и автоматическая адаптация выбранных параметров по введенным данным.
- Добавлены новые алгоритмы группировки компонент (лампинга), автоматически вычисляющие весовые коэффициенты компонент в псевдо-компонентах.
- Поддержана возможность экспорта полученных результатов в ключевые слова форматов E1 и E3.

10.4. Модуль автоматизированной адаптации

В модуле автоматизированной адаптации версии 4.2.6:

- Добавлен метод планирования эксперимента Плакетта-Бермана.
- Добавлена возможность запуска оптимизационного алгоритма с заданной пользователем начальной популяцией.
- Добавлен критерий остановки алгоритма по неулучшению целевой функции за определенное число итераций.

- В сценарий создания переменных для относительных фазовых проницаемостях добавлен учет ограничений на концевые точки (типа $SWL \leq SWCR$).
- Добавлена возможность не учитывать выбранные пользователем исторические значения при настройке на историю. Т.е. можно выбирать точки истории, которые будут участвовать в расчете целевой функции.
- Добавлена возможность использования PLT измерений при настройке на историю.

10.5. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 4.2.6:

- Добавлена поддержка логарифмической шкалы в шаблонах сводных графиков.
- Добавлена возможность подгрузки произвольных иконок для скважин на карте (Опции отображения. Иконки скважин и перфораций).
- Добавлена возможность настройки шрифтов и единиц измерения на секторных диаграммах.
- В таблицу Данные по скважинам добавлены отдельные вкладки для ключевых слов, задающих Мультисегментные скважины, Экономические ограничения, бурение и ремонты.
- Добавлена визуализация графика ALQ для сетей (закладка Анализ).
- Добавлена визуализация графиков перетоков для численного аквифера.

10.6. Совместимость с предыдущими версиями

В tNavigator версии 4.2.6:

- Прекращена поддержка опции разрешения увеличения давления вверх по сети (опция INCREASENETWORKP ключевого слова TNAVCTRL).

11. Версия 4.2.5 tNavigator

11.1. Расчетная часть tNavigator

В расчетной части tNavigator версии 4.2.5 поддерживается новая функциональность для моделей типа E1, E3, IM, ST, GE.

Для моделей форматов E1 и E3:

- Поддержана модель INSTANT для метаноугольного пласта (ключевое слово CBMOPTS параметр INSTANT).
- Поддержано задание контроля для нагнетательных скважин, работающих в режиме адаптации, по приемистости или забойному давлению (параметр 12 ключевого слова WCONINJH).
- Поддержано управление наследованием значений пороговых поровых объемов (MINPV или MINPVV) на блоки локальной сетки (46-ой параметр ключевого слова OPTIONS).
- Добавлена возможность учитывать распад пассивного трассера (ключевое слово TRDCY).

Для моделей формата E1

- Поддержана опция моделирования пены (ключевые слова FOAM, FOAMOPTS, FOAMADS, FOAMROCK, FOAMDCYW, FOAMDCYO, FOAMMOB, FOAMMOBS, FOAMMOBP, SFOAM, WFOAM).
- Поддержано задание специальных газодобывающих скважин, которые открываются из очереди на бурение, когда дебит газа на продажу падает ниже необходимого минимума (ключевое слово WGASPROD).

Для моделей формата E3:

- Для изотермических композиционных моделей добавлена опция моделирования остаточной нефти (ключевые слова SOR, SOILR, ROMF, SOROPTS).
- Для изотермических композиционных моделей добавлена двухкомпонентная модель асфальтенов, позволяющая моделировать выпадение асфальтенов и учитывать их влияние на вязкость фазы нефти (ключевые слова ASPHALTE, ASPP1P, ASPREWG, ASPP2P, ASPPW2D, ASPFLRT, ASPVISO, CATYPE).

Для моделей в формате IM:

- Добавлена возможность задания давления насыщения как карты в моделях с равновесной (VERTICAL DEPTH_AVE) инициализацией (PB ALL).

Для моделей в формате GE:

- Поддержано задание геометрии угловой точки для сетки (ключевое слово CORNERS).

Ввод-вывод данных. Отчеты:

- Добавлена возможность выгрузки RSM-файла с результатами расчета для моделей всех входных форматов (E1, E3, IM, ST, GE, MO). Поддержаны ключевые слова SEPARATE и RUNSUM для моделей форматов E1, E3. Поддержана опция командной строки --ecl-rsm. Доступен заказ выгрузки RSM-файла через графический интерфейс (меню Файл. Отчеты) и через удаленный графический интерфейс при постановке задачи в очередь на расчет.
- Поддержано создание шаблона для выгрузки графиков в формате бинарных файлов E1 и RSM-файла, переносимого между моделями (в т.ч. не E1 синтаксис). Шаблон может быть использован при постановке задачи на кластер.

Специальные опции:

- Добавлена возможность в модели черной нефти (формат E1) использовать автоматическую генерацию PVT таблиц по заданным свойствам компонент (ключевое слово PVTGEN). Построенные PVT таблицы используются в расчете. В этом случае в секции PROPS вместо PVT-таблиц должны быть заданы свойства компонент словами формата E3.
- Добавлена возможность задания геометрии модели при помощи указания координат вершин блоков для моделей форматов E1, E3 (ключевое слово CORNERS). Для моделей со словом CORNERS автоматически выгружается GRID файл.
- Добавлена возможность контролировать участие адсорбированной, десорбированной пены в процессе распада (опция DECAY_MODEL ключевого слова TNAVCTRL).

11.2. Дизайнер моделей

В Дизайнере моделей версии 4.2.5:

- Добавлена возможность создания нескольких корреляционных схем для работы на Диаграмме скважины. Выбор скважин на 2D карте.
- Добавлена возможность подсаживать горизонт на маркеры (Расчеты. Интерполяция. Подсадить горизонт на маркеры).
- Добавлена возможность загрузки горизонтов и разломов в формате Surfer 7GRD.
- Добавлена возможность загрузки полигонов и разломов в бинарном формате SurferBln.

- Добавлена возможность выделять и удалять объекты из дерева объектов, возможность удаления всех объектов из папки (Shift для выделения нескольких объектов).
- Добавлена возможность подсчета невязок при интерполяции горизонта. Автоматический расчет невязок, как атрибутов скважины (разность между глубиной маркера и точкой пересечения траектории скважины и созданного горизонта). Визуализация на 2D картах, Таблице скважин и Статистике.
- Расширена возможность рисования скважин на 2D. В настройки рисования добавлены:
 - Рисование на глубине
 - Пересечение с горизонтом.
 - Устья.
 - Забой.
- Добавлена возможность рассчитать геометрический объем в заданном полигоне, между двумя поверхностями (Пользовательские карты. Вспомогательные расчеты. Assign between surfaces).
- Добавлен расчет параметров на скважинах Нэфн (эффективная нефтенасыщенная толщина), Кп (коэффициент пористости), Кпр (коэффициент проницаемости), NTG и других между маркерами (Атрибуты скважин. Average Log Between Markers).
- Добавлена возможность создавать специальные 2D-карты: кровли и подошвы коллектора, Нэфн, песчанности, расчлененности, Кп, Кн, Кпр и другие (2D карты. Вспомогательные расчеты. 2D Map by 3D Map).
- Добавлена возможность создания редактируемых таблиц PVT и ОФП по корреляциям (Заменить корреляцию на созданную таблицу).
- Добавлена возможность догрузки капиллярных давлений к существующим корреляциям для ОФП (Импорт. Загрузить таблицы Ркап. Загрузка данных из ключевых слов SWOF, SGOF).
- Добавлена возможность одновременной загрузки ОФП, заданных по корреляциям Кори (COREYWO, COREYGO) и капиллярных давлений в табличной форме (SWOF, SGOF).
- Добавлена возможность использовать оператор в арифметике: IF-THEN-ELSE-ENDIF. Ранее используемый оператор if с фигурными скобками {} более не поддерживается.
- В таблице пользовательских ключевых слов (доступной в опции Данные по скважинам. Правила. Пользовательские ключевые слова) добавлено:

- возможность перемещения строк (дата события будет соответственно изменена);
 - копирование ключевых слов;
 - отображение подсказки при редактировании во всех режимах редактирования ключевых слов;
 - переключение между способами визуализации Таблица и Текст (для добавления и редактирования ключевых слов).
- При создании проекта адаптации из Дизайнера модели:
 - Поддержан сценарий создания переменных по фазовым, заданным корреляциями Кори.
 - Добавлена возможность варьировать все числовые параметры интерполяций.
 - Добавлена возможность использовать переменные в калькуляторе карт.

11.3. Модуль автоматизированной адаптации

В модуле автоматизированной адаптации версии 4.2.5:

- Упрощено создание переменных, редактирующих фазовые, для моделей с большим числом SAT-регионов.
- В сценариях создания переменных для фазовых, заданных корреляциями Кори, и для массивов масштабирования фазовых добавлена возможность задавать одну переменную на несколько регионов.
- Реализована возможность комбинирования объектов разных типов в целевой функции.
- Добавлена возможность быстрого изменения диапазона нескольких переменных.

11.4. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 4.2.5:

- Добавлена возможность использовать оператор в арифметике: IF-THEN-ELSE-ENDIF (может быть использован при построении карт и фильтров пользователя – User Maps, User Cuts, – а также с ключевым словом ARITHMETIC в файле данных модели).
- Добавлена визуализация сечений в 3D отображении (Куб). Созданное сечение может быть сразу просмотрено в 3D окне в виде плоскости.
- Добавлена возможность создания шаблонов для секторных диаграмм. Диаграммы могут строиться для скважин, групп, узлов поверхностной сети. Настроенные шаблоны могут сохраняться и переноситься между моделями.

- Расширены возможности Фильтра. Добавлен фильтр по группам и узлам поверхностной сети. Выбранные в фильтре объекты визуализируются на 2D Картах.
- Добавлена возможность отключения визуализации части объектов групповой иерархии или поверхностной сети. При нажатии правой кнопкой мыши на объект появляется возможность отключить визуализацию самого объекта и (или) всех подчиненных объектов.
- Расширены возможности создания Выборки скважин. Выбор скважин на 2D, внутри области, выделяемой кривой (Shift, Ctrl для выделения скважин в нескольких областях, режим выбора скважин по одному). Выгрузка выбранных скважин в Фильтр по скважинам.
- Добавлена возможность сглаживать траектории скважин при визуализации на 3D и 2D (Настройки. Параметры скважины).
- Добавлена визуализация карты невязки линейного солвера (Рассчитанные карты. Number of Convergence problems). Карта должна быть заказана при помощи опции CONVERGENCE_PROBLEM_NUM ключевого слова TNAVCTRL.

11.5. Лицензии и лицензионный сервер

В tNavigator версии 4.2.5:

- Изменен принцип работы модуля выдачи лицензий с целью оптимизации потребления ресурсов и снижения задержек.
- Добавлен вывод информации о текущих занятых лицензиях в формате Open iT LicPoll.
- Введен новый тип лицензий Large Data Set, заменяющий любое количество лицензий Black Oil сверх 8 для соответствующих задач.

12. Версия 4.2.4 tNavigator

12.1. Расчетная часть tNavigator

В расчетной части tNavigator версии 4.2.4 поддерживается новая функциональность для моделей типа E1, E3, IM, ST, GE.

Объединение моделей (Reservoir Coupling):

- Поддержана возможность объединять модели с разной физикой: черная нефть, композиционные, термические. Объединяемые модели могут быть различных форматов: E1, E3, IM, ST, GE.
- Поддержана возможность объединять модели с общей поверхностной сетью (поддержано использование опции Стандартной поверхностной сети).

Для моделей форматов E1 и E3:

- Поддержано задание обновления значения скин-фактора для перфорации скважины (ключевое слово CSKIN).
- Поддержана выполняемая операция MAXR при превышении максимального ограничения дебита – увеличение будущего дебита путем снятия ограничения доли обратной закачки для нагнетательных скважин (параметр 5 ключевого слова GCONSALE).
- Поддержано задание количества потребляемого газа для узла расширенной сети (ключевое слово NCONSUMP).
- Поддержана опция активизации модификации давления для достижения начального равновесия и отсутствия перетоков (опция QUIESC ключевого слова EQLOPTS).
- Поддержано задание автоматически включаемых компрессоров для опции стандартной сети (параметры 1-3 ключевого слова GASFCOMP).
- Поддержан следующий режим управления дебитом группы в пластовых условиях – уравнивающая доля отбора (параметр PRBL ключевого слова GCONPROD).
- Поддержана возможность предотвращения перехода скважины с контроля по дебиту на контроль по устьевому давлению, если она работает на неустойчивом участке VFP кривой (параметр 4 ключевого слова WVFPEXP).
- Поддержано задание минимального интервала между оптимизациями газлифта (параметр 3 ключевого слова LIFTOPT).

Для моделей формата E3:

- Добавлена возможность задания распределения компоненты CO₂ между водной и углеводородными фазами с помощью табличных данных, как функции давления (ключевые слова CO2SOL, SOLUBILI, RSWVD, RSW).
- Для термических моделей добавлена возможность использовать управление давлением и температурой насыщенности водой (опции SATT и SATP ключевых слов WCONPROD, WELLPROD).

Для моделей в формате **IM, ST, GE**:

- Поддержан аналитический аквифер Фетковича (ключевое слово AQMETHOD (*FETKOVITCH)).
- Добавлена возможность подключать аналитические аквиферы к границам резервуара (ключевое слово AQUIFER (*BOUNDARY, *RESBND)).

Для моделей в формате **IM**:

- Поддержана модель полимерного заводнения (ключевые слова MODEL POLYMER, PADSORP, PPERM, PMIX LINEAR, NONLINEAR, TABLE, VELTABLE, PREFCONC, PVISC).
- Поддержано задание пороговых значений межблочного градиента давления (ключевые слова PTHRESHI, PTHRESHJ, PTHRESHK).
- Поддержано задание геометрии угловой точки для сетки (ключевое слово CORNERS).

Для моделей в формате **GE**:

- Поддержана возможность задания различных способов расчета плотности товарной нефти и газа после сепаратора (опция STREAM-DEN ключевого слова SEPARATOR (*EOS, *GASLAW)).

Специальные опции:

- Добавлена поддержка модифицированных корреляций Кори для задания относительных фазовых проницаемостей (COREYWOMOD, COREYGOMOD).
- Для моделей формата **E1** и **E3** поддерживается новая операция для превышения лимита для группы скважин (опция TARG в параметре 7 ключевого слова GCONPROD). Работа опции осуществляется аналогично опции RATE со следующим отличием. Если задана опция RATE, то соответствующий лимит всегда проверяется, если задана опция TARG, то ограничение на дебит группы снимается после того, как оно перестает выполняться.
- Добавлена опция полностью неявного расчета аналитических аквиферов (ключевое слово AQUOPTS (FI, FI_ELIM_AQ_VAR)).

- Добавлена возможность задавать согласованность логики инициализации и расчета модели с поведением различных версий других симуляторов (опция COMPATIBILITY ключевого слова TNAVCTRL).
- Добавлена возможность использовать модель с нулевым числом шагов в качестве базовой модели для рестартной (прогнозной).

12.2. Дизайнер моделей

В дизайнере моделей версии 4.2.4:

- При создании проекта адаптации из Дизайнера модели:
 - Поддержан сценарий создания переменных – параметры равновесия (глубины контактов).
 - Добавлена визуализация аналитических данных (кросс-плоты, корреляция Пирсона, Диаграмма Торнадо).
- В опцию создания PVT таблиц для нефти и газа добавлена возможность задавать сепараторы в экспериментах.
- Добавлена визуализация таблицы пользовательских ключевых слов секции SCHEDULE при загрузке модели формата E1. Пользовательские ключевые слова можно редактировать и добавлять новые.
- Добавлена возможность создавать произвольные временные шаги (Редактор временных шагов).
- Добавлена возможность выбора системы координат (Datum). Выбор осуществляется в меню Документ, Настройки. Система координат может быть выбрана по названию, области применения или EPSG коду. В разделе Подробная информация будет отображено название используемой системы, ее начало отсчета и эллипсоид.
- Добавлены визуализация изолиний на 2D Картах (изолинии, подписи, закрашивание между изолиниями).
- Поддержаны следующие возможности по загрузке данных:
 - загрузка сетки в формате gridecl (в текущей реализации может быть загружена сетка без локальных измельчений LGR);
 - при загрузке кривых добавлена опция склейки кривых с одинаковыми именами.
- Добавлены диалоги для фациального анализа (создание куба фаций, создание кубов свойств с различными параметрами интерполяций для различных зон куба фаций).

- Для Диаграммы Скважины добавлены следующие возможности:
 - В подписи кривой ГИС (LAS, RFT/MDT) добавлена дата исследования (Может быть отключено в Свойствах).
 - Добавлена возможность просматривать одновременно одну кривую ГИС (LAS, RFT/MDT) на разные даты и с разными настройками визуализации. Для этого нужно создать копию кривой ГИС, выбрать в Свойствах нужный номер даты исследования и настроить другие параметры визуализации.
 - Добавлена шкала по блокам сетки.
- Добавлена возможность редактирования Кубов свойств с помощью кисти на 2D Картах.

12.3. Модуль автоматизированной адаптации

В модуле автоматизированной адаптации версии 4.2.4:

- Добавлен сценарий создания переменных в графическом интерфейсе – множители проницаемости по слоям.

12.4. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 4.2.4:

- Добавлена возможность при добавлении скважины перемещать мышью добавленные точки траектории.
- Добавлена визуализация секторных диаграмм для групп и сетей.
- В опции Данные по скважинам (закладки Траектории скважин, История добычи, Другие операции, Все операции) добавлены всплывающие подсказки для параметров ключевых слов при наведении мышью.
- Добавлена возможность начать расчет модели сразу после ее перезагрузки (Документ. Перечитать модель и запустить расчет).
- Добавлена возможность обрезать траектории по Z координате при визуализации (Документ. Настройки. Параметры скважин. Установить галочку Обрезать траекторию по глубине).
- Для Диаграммы Скважины добавлены следующие возможности:
 - В подписи кривой ГИС (LAS, RFT/MDT) добавлена дата исследования (Может быть отключено в Свойствах).

- Добавлена возможность просматривать одновременно одну кривую ГИС (LAS, RFT/MDT) на разные даты и с разными настройками визуализации. Для этого нужно создать копию кривой ГИС, выбрать в Свойствах нужный номер даты исследования и настроить другие параметры визуализации.
- Добавлена шкала по блокам сетки.

12.5. Лицензии и лицензионный сервер

В tNavigator версии 4.2.4:

- Поддержано использование множественных лицензий на локальном usb-ключе. Таким образом, лицензий каждого типа может быть больше одной. При наличии нескольких расчетных лицензий можно одновременно считать соответствующее число моделей.

13. Версия 4.2.3 tNavigator

13.1. Расчетная часть tNavigator

В расчетной части tNavigator версии 4.2.3 поддержана новая функциональность для моделей типа E1, E3, IM, ST.

В данной версии впервые поддержана опция Reservoir Coupling для совместного расчета нескольких моделей с использованием общих групповых контролей.

Также в данной версии впервые поддержан расчет композиционных моделей формата GE.

Поддержка Reservoir Coupling:

- Опция задается при помощи ключевых слов SLAVES, GRUPMAST, GRUPSLAV.
- Несколько SLAVE моделей объединяются посредством одной MASTER модели.
- В данной первой реализации поддерживаются только модели черной нефти всех поддерживаемых форматов: E1, MO или IM.
- MASTER модель должна быть задана в формате E1. Может быть как полноценной моделью, так и фиктивной моделью, состоящей из 1 активного блока.
- Расчет моделей идет по полностью неявной схеме. Уравнения всех моделей собираются в общую систему уравнений, описывающую объединенный резервуар.

Для моделей в формате GE:

- В качестве уравнения состояния возможно использовать одно из двух кубических уравнений: Соаве-Редлиха-Квонга либо Пенга-Робинсона (ключевое слово MODEL).
- Реализована возможность задавать в модели множественные регионы уравнения состояния (EOS) (ключевые слова EOSSET, EOSTYPE) в каждом из которых можно указать свои свойства компонент (ключевые слова MW, PCRIT, VCRIT, TCRIT, ZCRIT, BIN, PCHOR), свои наборы коэффициентов уравнений состояния (ключевые слова AC, OMEGA, OMEGB), а так же параметр объемного сдвига (ключевое слово VSHIFT).
- Поддержаны корреляции HZYT и PEDERSEN для расчета вязкостей углеводородных фаз (ключевые слова VISCOR, VISVC, MIXVC, VISCOEFF).
- Поддержана возможность задавать сепараторы, как для подсчета запасов (ключевое слово SEPARATOR), так и на каждую скважину (ключевое слово WELSEP).
- Поддержан расчет как по полностью неявной, так и по адаптивной схеме (ключевое слово AIM).

Для моделей форматов E1 и E3:

- Поддержано задание максимального числа скважин в группе, для которой задаются экономические ограничения (параметр 9 ключевого слова GECON).
- Поддержано задание метода интерполяции VFP таблиц для ALQ (искусственного лифта) (ключевое слово VFPTABL).
- Поддержаны автоматические контроллеры входного потока (ICD) для мультисегментных скважин (ключевое слово WSEGAICD).
- Поддержано применение ограничения по времени (ключевое слово WORKLIM) при срабатывании групповых экономических ограничений.
- Поддержано задание величины искусственного лифта, используемой в расчетах потерь давления для ветви расширенной сети (параметр 4 ключевого слова BRANPROP).
- Поддержана возможность задания условия сокращения дебита группы (ключевое слово GCUTBACK).
- Поддержано задание фазы, для которой определяется направляющий дебит группы (параметр 10 ключевого слова GCONPROD).
- Поддержана возможность задания условия сокращения дебита для группы и значения декремента контрактного газа при моделировании газового месторождения (ключевые слова GASFTARG, GASFDECR).
- Поддержано задание направляющих дебитов скважин (ключевое слово WELLGR).
- Поддержано задание способа экстраполяции значений VFP таблиц для значений доли воды, газа и величины искусственного лифта (параметр 5 ключевого слова WVFPEXP).
- Поддержано задание множителя, используемого при вычислении перетоков матрица-трещина в моделях двойной пористости (ключевое слово MULTMF).
- Поддержано задание множителя проводимости ячеек, принадлежащих к разлому, в секции режимов работы скважин (ключевое слово MULTFLT).

Для моделей формата E3:

- Поддержано задание зависимости вязкости нефти от давления с помощью таблицы PVC0 для термических моделей.
- Поддержано задание температуры, давления, массового паросодержания, скорости удельной энтальпии для термических моделей (параметры 21-24 ключевого слова WELLINJE).

Для моделей формата E1:

- Поддержана возможность использовать логарифмическую модель сдвига полимера (shear thinning/thickening) (ключевое слово PLYSHLOG).

Для моделей в формате IM, ST, GE:

- Поддержано сглаживание относительных фазовых проницаемостей (параметры LINEAR, QUAD, CUBIC ключевого слова SMOOTHEND).
- Добавлена возможность задания водонасыщенности ниже водо-нефтяного контакта (ключевое слово WOC_SW).
- Добавлена возможность задания опорного давления для расчета порового объема по первому блоку региона (опция REFFIRST ключевого слова ROCKOPTS).

Для моделей в формате ST:

- Поддержана опция IDEALGAS.

Специальные опции:

- Введен формат данных tNavigator, являющийся расширением форматов E1, E3, и позволяющий задать траектории скважины в X, Y, Z, MD и перфорации скважины по глубине (ключевые слова WELLTRACK, COMPDATMD).
- Поддержано сглаживание относительных фазовых проницаемостей для моделей формата E1 и E3 (ключевое слово KRSMOOTH).
- Добавлено новое ключевое слово AQUOPTS, позволяющее настраивать расчет аналитических аквиферов для моделей формата E1 и E3.

Ввод-вывод данных:

- Добавлена опция ключевого слова TNAVCTRL KEYWORDS_SPACE для моделей формата E1 и E3. При задании значения 1 позволяет читать ключевые слова, записанные после пробела вначале строки. По умолчанию данная опция не включена, такие ключевые слова игнорируются, о чем будет выводиться предупреждение.
- Добавлена опция ключевого слова TNAVCTRL LONGNAMES для моделей формата E1 и E3. При задании значения 1 позволяет читать полностью имена скважин, которые длиннее 8 символов. По умолчанию без этой настройки осуществляется обрезка по 8 символам.
- Поддержана возможность сохранения отчетных параметров (по скважинам, группам) на расчетных шагах при экспорте результатов расчета в бинарные файлы формата UNRST/UNSMRY при расчете модели консольной версией tNavigator. Опция включена по умолчанию, отключается при помощи ключевого слова RPTONLY. При сохранении бинарных файлов из графического интерфейса они будут сохранены только на отчетных (не расчетных) шагах.
- Поддержан вывод таблицы порогового давления между регионами равновесия THPRES в .log-файл.

13.2. Дизайнер моделей

В дизайнере моделей версии 4.2.3:

- Поддержано сохранение созданной модели в формат данных tNavigator, являющийся расширением форматов E1, E3, и позволяющий задать траектории скважины в X, Y, Z, MD и перфорации скважины по глубине (ключевые слова WELLTRACK, COMPDATMD).
- Добавлена возможность просмотра и редактирования траекторий, маркеров и кривых ГИС (логов) в табличном виде.
- Добавлена возможность создания PVT таблиц для нефти и газа (для модели типа black oil) по входным композиционным данным. Реализована следующая функциональность:
 - Наборы компонент могут быть созданы по стандартному списку компонент или загружены из файла.
 - Для наборов компонент можно моделировать эксперименты CSE, DLE, CVD, рассчитывать критическую точку смеси, строить зависимость давления насыщения от температуры.
 - Результаты экспериментов визуализируются в виде графиков и таблиц.
 - По набору компонент и подобранным параметрам могут быть посчитаны PVT таблицы для нефти и газа.
 - PVT таблицы визуализируются в виде графиков и таблиц.
 - Созданные таблицы могут быть добавлены в модель или экспортированы в текстовый файл.
- Добавлена возможность анализа композиционных свойств: композиционный калькулятор (фазовые диаграммы) и графики (вязкость, массовая плотность, молярная плотность). При выполнении группировки компонент (лампинг) возможно сравнение результатов анализа по фазовым диаграммам и графикам до и после группировки.
- Добавлен поиск скважин на 2D картах, 3D картах, на скважинном профиле.
- Добавлена возможность создания подпапок в дереве объектов.
- Добавлена возможность сортировки и ручного изменения порядка в дереве объектов.
- Добавлены шаблоны загрузки кривых ГИС (логов), включающие в себя единицы измерения, вид палитры и т.д.
- Добавлена статистика при визуализации кривых ГИС (логов).

- Добавлена возможность создания маркеров по пересечению траекторий с горизонтом.
- Добавлена возможность локального редактирования горизонтов: подтянуть горизонт до выбранных маркеров на выбранных скважинах.
- Добавлена возможность создания сеток по разломам и горизонтам с учетом влияния разломов.

13.3. Модуль автоматизированной адаптации

В модуле автоматизированной адаптации версии 4.2.3:

- Реализован оптимизационный алгоритм, основанный на поверхностях отклика (Прокси-модели).
- Реализован усовершенствованный вариант метода роя частиц (FlexiPSO).

13.4. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 4.2.3:

- Добавлена визуализация отклонения расчетного давления от RFT/MDT замеров по скважинам и зонам (группам слоев). Таблица доступна во вкладке Графики, Невязки по RFT данным. Также при задании зон (пластов) с помощью ключевого слова ZONES на данной вкладке также будут доступны невязки по каждой из зон (пластов).
- Добавлена возможность сохранения zip-архива с моделью (Меню Документ. Создать zip-архив с моделью). В архив будут сохранены .data-файл модели и все подключаемые файлы с данными. Данная функциональность может быть удобна для архивации модели, содержащей большое количество папок с файлами, большое количество подключаемых файлов.
- Добавлена визуализация свойств OILVISCT, GASVISCT.
- Добавлена визуализация иерархии групп на 2D карте.
- Добавлена возможность сохранения загруженных данных по скважинам в формате tNavigator (ключевые слова WELLTRACK, COMPDATMD).
- Добавлен новый режим показа оси времени для моделей с очень маленькими временными шагами. В Настройках графиков необходимо выбрать Формат даты – HH:MM:SS.xxx.

13.5. Совместимость с предыдущими версиями

- Формат файлов результатов расчета был изменен. Версии tNavigator 4.2.2 и более ранние не отображают результаты расчета версии 4.2.3.

13.6. Лицензии и лицензионный сервер

В tNavigator версии 4.2.3:

- Поддержано лицензирование для опции Reservoir Coupling для совместного расчета нескольких моделей с использованием общих групповых контролей.
- Поддержана установка лицензионного сервера с защитой паролем.

14. Версия 4.2.2 tNavigator

14.1. Расчетная часть tNavigator

В расчетной части tNavigator версии 4.2.2 поддерживается новая функциональность для моделей типа E1, E3, ST.

Ускорение расчета, настройки точности:

- Добавлена опция WELLDENWEIGHT ключевого слова RUNCTRL. Может использоваться в случае, если в модели есть проблемы сходимости из-за осцилляций на скважинах, вызванных осциллирующей плотностью смеси внутри ствола. Опция может быть использована для моделей всех форматов входных данных.

Для моделей форматов E1 и E3:

- Поддержана опция укрупнения блоков сетки (ключевое слово COARSEN).
- Поддержано предотвращение падения давления в интервалах перфорациях скважин ниже атмосферного (параметр 47 ключевого слова OPTIONS).
- Поддержано задание отложенных действий по скважинам, которые активируются по прошествии заданного времени (ключевое слово DELAYACT).
- Поддержана возможность задания опорной глубины отдельно для каждого региона семейства FIP (ключевое слово DATUMRX).
- Для моделей с солями и ПАВ поддерживается возможность задавать поверхностное натяжение в системе вода-нефть как функцию концентрации ПАВ и концентрации соли (ключевые слова ESSNODE, SURFSTES).
- Поддержаны модели притока в ствол скважины Рассела-Гудриха (R-G опция) и P-P (уравнение псевдо-давления для сухого газа) (параметр 8 ключевого слова WELSPECS).

Для моделей форматов E1:

- Поддержано задание ограничений по молярному объему добычи (опция TMRA ключевых слов WCONPROD, WELTARG).
- Поддержана зависимость капиллярного давления в системах вода-нефть и газ-нефть от поверхностного натяжения (опция SURFTENS ключевого слова SATOPTS; ключевые слова STOW, STOG).

Для моделей форматов E3:

- Поддержано использование обобщенного уравнения псевдодавления (опция GPP, параметры 5 и 6 ключевого слова PICOND).

- Для композиционных моделей добавлена модель вязкости Педерсен (ключевые слова PEDERSEN, PEDTUNE PEDTUNER).

Для моделей в формате ST:

- Поддержано задание подсоединения аквифера к пласту с помощью ключевого слова BOTDOM.

Специальные опции:

- Добавлена возможность генерации VFP таблиц для добывающих скважин (ключевое слово VFPCORR) для композиционных моделей.
- Поддержан полностью неявный расчет API (ключевое слово TRACEROPTS). Начиная с версии 4.2.2 для солей и API полностью неявный расчет включен по умолчанию. Для включения полунявного расчета (значение по-умолчанию в предыдущих версиях) может быть использован флаг EXP слова TRACEROPTS.
- Поддержано использование списков скважин, заданных WLIST, во втором параметре ключевого слова ACTIONC.
- Поддержано использование в слове ARITHMETIC оператора BLOCK(x,y,z) в секциях PROPS-SOLUTION.
- Поддержан учет MAPAXES при задании координат X, Y, Z в операторе BLOCK (X, Y, Z задаются в глобальной системе координат).
- Поддержано использование в ключевом слове ARITHMETIC карт ARRXXX из предыдущих секций.

В MPI версии:

- Поддержана возможность для блоков из LGR наследовать свойства породы блоков глобальной сетки (ключевое слово LGRCOPY).
- Поддержана возможность задания проводимости между двумя ячейками любых двух сеток (ключевое слово NNCGEN).
- Поддержана опция укрупнения блоков сетки (ключевое слово COARSEN).

14.2. Дизайнер моделей

В дизайнере моделей версии 4.2.2:

- Поддержана возможность создания нескольких вариантов моделей.
- Добавлена автоматическая подгрузка графиков результатов расчета различных вариантов моделей.

- Добавлена возможность создания прогнозной модели с возможностью редактирования длины прогноза и задания режимов работы скважин на первом шаге прогнозной модели.
- Добавлена возможность редактировать экономические ограничения в диалоге свойств скважин.
- На визуализирующей панели добавлены компас и масштаб.
- На 2D карте добавлены секторные диаграммы.
- Добавлена возможность локального обновления сетки по выбранным маркерам и заданному радиусу изменений.
- Добавлено окно статистики для горизонтов.
- Добавлена возможность выбора единиц длины отдельно для XY и для Z при загрузке данных (RESCUE, данные по скважинам).
- Добавлена операция объединения полигонов.
- Добавлена операция фильтрации горизонта по полигону.
- Добавлена интерполяция 3D-карт по ГСР и заданной карте.
- Добавлена интерполяция 3D-карты проницаемости по кубу пористости и распределению проницаемости.
- В различные виды интерполяций 3D-карт добавлены тренды: произвольный куб (данные: Трендовый куб), ГСР (данные: 2D-карта + тренд), данные керн (данные: ГИС пористости, точность пористости).
- Добавлена возможность обрезать результат интерполяции по границам входных данных.
- В скважинном профиле добавлена возможность просмотра значений объектов в логарифмической шкале.

14.3. Модуль автоматизированной адаптации

В модуле автоматизированной адаптации версии 4.2.2:

- Реализован оптимизационный алгоритм Метод роя частиц (PSO – particle swarm optimization).
- Метод дифференциальной эволюции был оптимизирован для небольшого числа запусков симулятора. Для использования данной возможности при запуске метода необходимо выбрать Локальный. При возможности запуска большого числа расчетов симулятора выбрать Глобальный.

- Добавлена возможность оптимизации по ЧПС – чистая приведённая стоимость (NPV – net present value).
- Добавлен сценарий создания переменных для изменения массивов масштабирования фазовых (SWCR, KRO и т.д.) Эксперименты создаются автоматически при запуске из графического интерфейса.
- Добавлен сценарий создания переменных для изменения множителей проводимости на разломах (MULTFLT). Эксперименты создаются автоматически при запуске из графического интерфейса.
- Добавлена возможность перебора переменной по множеству значений, заданному вручную.
- Добавлена возможность создать серию экспериментов, отличающихся различными геологическими реализациями.

14.4. Очередь задач. Удаленный графический интерфейс

В очереди задач и модуле удаленного графического интерфейса версии 4.2.2:

- Очередь задач интегрирована в Дизайнер моделей. Расчет может осуществляться на кластере.
- Добавлена возможность начать расчёт с заданного шага.

14.5. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 4.2.2:

- Добавлена визуализация поверхностной сети (NETWORK). На 2D карте необходимо выбрать Показать узлы сети (Show Network nodes).
- Добавлена возможность создания Шаблонов графиков для Сводных графиков (кроссплотов), в частности для графиков Рассчитанные и исторические. На Шаблонах графиков необходимо переключиться с Графики на Сводные графики.
- Добавлена возможность использовать карты регионов (FIPNUM, SATNUM и др.) в качестве фильтра Cut для отображения.
- Добавлена гистограмма для палитры, показывающая распределение значений выбранного параметра.
- Добавлена возможность группировки реальных/виртуальных перфораций при задании гидроразрыва пласта на скважинах. Группы могут быть просмотрены в дереве объектов на графиках, а также в фильтре по скважинам.

- Добавлена возможность зафиксировать множители единиц измерения (тысячи/-миллионы) на шаблонах графиков.
- Поддержано отображение пользовательских массивов ARR в режиме просмотра результатов и их использование в строке арифметики (Карты пользователя, Фильтры пользователя).
- Поддержано использование карт PINCHNUM и ENDNUM в строке арифметики (Карты пользователя, Фильтры пользователя).
- Добавлена возможность в диалоге загрузке данных по скважинам задавать дату в виде количества дней с начального временного шага (выбрать в соответствующем поле Формат даты).
- Добавлена возможность в диалоге загрузке данных по скважинам применить историю к предыдущему шагу (необходимо отметить галочкой соответствующий пункт в закладке Настройки единиц измерения).
- Добавлена возможность разворачивать/сворачивать все дочерние объекты в дереве объектов для графиков по правому нажатию кнопки мыши на объект.
- Карты проводимостей TRANX (Y,Z) отображаются и сохраняются в INIT файл с примененными множителями проводимостей MULTX(Y,Z), MULTX-(Y,Z), HMMULTX(Y,Z), HMMULTX-(Y,Z), HMMULTXY.

14.6. Совместимость с предыдущими версиями

- Формат файлов результатов расчета был изменен. Версии tNavigator 4.2.1 и более ранние не отображают результаты расчета версии 4.2.2.
- Для сохранения и разрезания моделей требуется нажать в настройках кнопку Модели. Записывать начальные карты (Models. Write Initial Maps). Отключение записи начальных карт сделано для ускорения открытия моделей на медленных разделяемых дисках и для уменьшения объема каталога с результатами.

14.7. Лицензии и лицензионный сервер

В tNavigator версии 4.2.2:

- В веб-интерфейс лицензионного сервера добавлены гистограммы использования лицензий. По каждому модулю строится отдельная гистограмма. Показывается распределение времени в процентах за указанный период по количеству занятых лицензий. 0 лицензий занято - столько-то процентов времени, 1 лицензия - столько-то и т.д. до N - числа лицензий данного типа.

15. Версия 4.2.1 tNavigator

15.1. Расчетная часть tNavigator

В расчетной части tNavigator версии 4.2.1 поддержана новая функциональность для моделей типа E1, E3, ST, добавлена возможность генерации VFP таблиц для добывающих скважин по выбранным корреляциям.

Ускорение расчета, настройки точности:

- Для термических моделей формата E3, ST поддержан адаптивный неявный AIM метод.

Для моделей форматов E1 и E3:

- Поддержано задание пользовательских таблиц UDT (поддержанные типы интерполяции для размерностей: NV, LC, LL).
- Поддержано использование параметров сегментов скважин в ключевом слове UDQ (например, SOFR и другие).
- Поддержана возможность увеличения или уменьшения управляющего параметра скважины на заданую величину (ключевое слово WTADD).
- Поддержано моделирование твердых отложений вокруг перфораций скважин вследствие закачки морской воды (ключевые слова SCDPDIMS, SCDATAB, SCDPTAB, WSCTAB (параметры 1-3)).
- Поддержано использование сегментной модели плотности в стволе скважины при моделировании вод различной солености (ключевое слово WELSPECS параметр 12 SEG).
- Поддержано задание различных пороговых давлений для потока в каждом направлении между регионами равновесия (опция IRREVER ключевого слова EQLOPTS).
- Поддержано задание несоседних соединений через ячейки, которые заданы как неактивные словом MINPV, даже если толщина превосходит пороговое значение (опция GAP 2-ого параметра ключевого слова PINCH).

Для моделей форматов E1:

- Поддержано возможность задания расходов потребляемого и импортируемого газа с помощью UDQ (параметры 2 и 3 ключевого слова GCONSUMP).
- Поддержана возможность применять ограничение по скорости возрастания растворимости газа в нефти только для ячеек, содержащих свободный газ (опция FREE 2-ого параметра ключевого слова DRSDT).

Для моделей форматов E3:

- Поддержана возможность изменения ОФП нефти в первой модели Стоуна для трехфазной системы (ключевое слово STONEPAR).
- Поддержана возможность задания доли каждой компоненты, используемой для продажи или в качестве топлива (4-ый параметр ключевых слов GRUPSALE, GRUPFUEL).

Для моделей в формате ST:

- Поддержана опция ISOTHERMAL (уравнение сохранения энергии не включается в систему, как следствие температура в модели не изменяется, оставаясь равной начальной).

Специальные опции:

- Добавлена возможность генерации VFP таблиц для добывающих скважин (ключевое слово VFPCORR). Могут быть использованы следующие корреляции:
 - PA — Petalaz & Aziz,
 - HB — Hagedorn & Brown,
 - O — Orkiszewski,
 - G — Gray,
 - AGF — Aziz,
 - Govier & Fogarasi,
 - MB — Mukherjee & Brill.
- Для моделей черной нефти и композиционных поддерживается возможность рассчитывать полностью неявно пассивный трассер, а также трассировку минерализованной воды (ключевое слово TRACEROPTS).
- Для термических моделей в формате E3 и ST может быть задана своя главная переменная в каждом блоке (опция MIX ключевого слова TFORM). Переменная выбирается tNavigator автоматически.
- Добавлена опция командной строки --restart, позволяющая продолжить расчет с заданного отчетного шага.

В MPI версии:

- Поддержано разрезание гибридных моделей.

15.2. Дизайнер моделей

В дизайнере моделей версии 4.2.1:

- Добавлена возможность создания локальных измельчений сетки LGR: измельчение вдоль траекторий, перфораций, в отдельном боксе.
- Поддержано редактирование перфораций (нажатие Ctrl+click на скважину или выбором Редактора перфораций на Диаграмме скважины).
- Поддержано добавление новых скважин и боковых стволов (нажатие Alt+click на карте).
- Добавлена возможность создания аквиферов (задание геометрии, задание свойств для аквифера Фетковича или Картер-Трейси).
- Визуализация исторических графиков после загрузки в проект исторических данных.
- Добавлена возможность задания контролей по скважинам.
- Добавлена возможность задания групповых контролей.
- Добавлена возможность задания экономических ограничений по скважинам.

15.3. Модуль автоматизированной адаптации

В модуле автоматизированной адаптации версии 4.2.1:

- Добавлена возможность полностью вручную задать целевую функцию через UDQ.
- RFT измерения до первой даты модели переносятся на нулевой шаг и сравниваются с начальным пластовым давлением.
- Добавлена возможность указывать комментарий в соответствующем поле при создании нового эксперимента.

15.4. Очередь задач. Удаленный графический интерфейс

В очереди задач и модуле удаленного графического интерфейса версии 4.2.1:

- Для системы очередей LSF добавлено отображение числа узлов, запрошенных ждущими задачами.
- Расчёты на кластере не прерываются при закрытии очереди заданий, созданной в tNavigator.

15.5. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 4.2.1:

- Добавлена возможность быстрого перехода на строку файла модели, в которой произошла ошибка или предупреждение при чтении. Переход осуществляется с помощью двойного клика мыши на строку с сообщением на панели отчета.
- Расширено понятие фильтра. Добавлена возможность создания фильтра блоков сетки с заданным значением карты.
- Добавлена визуализация значений параметров, заданных ключевыми словами ZMFVD и TEMPVD во вкладке Свойства.
- Добавлены возможность построения вертикальных сечений модели плоскостями, параллельными плоскостям XZ и YZ.
- Добавлена возможность продолжения траектории вниз в диалоге добавления скважины. Осуществляется с помощью кнопки Добавить точку.
- Добавлена возможность редактирования коэффициента проводимости в диалоге добавления скважины.
- Добавлена возможность подгрузки произвольных графиков для скважин и групп в Шаблонах графиков.

15.6. Лицензии и лицензионный сервер

В tNavigator версии 4.2.1:

- Добавлена возможность использовать лицензионный сервер для Windows (без виртуальных машин). Поддерживаются только 64-битные версии Windows 7, 8, 8.1, 10, Vista.

16. Версия 4.2.0 tNavigator

Данная версия tNavigator выходит под номером 4.2.0 вследствие значительных улучшений графического интерфейса и интеграции симулятора с препроцессором. Также модуль геологического моделирования переименован в Дизайнер моделей в связи с тем, что в настоящий момент основным его применением является создание гидродинамических моделей для tNavigator (препроцессор). Вся функциональность, доступная ранее в модуле геологического моделирования, сохранена в Дизайнере моделей.

16.1. Расчетная часть tNavigator

В расчетной части tNavigator версии 4.2.0 поддерживается новая функциональность для моделей типа E1, E3, ST.

Ускорение расчета, настройки точности:

- Для моделей черной нефти и композиционных моделей увеличена скорость AIM метода. Для композиционных моделей AIM включен по умолчанию.

Для моделей форматов E1 и E3:

- Поддержана модель метанугольного пласта (ключевые слова COAL, COALNUM, DIFFCOAL, LANGMUIR, ROCKDEN, GASCONC, LANGMEXT, DIFFCBM, RESORB, GASSATC).
- Поддержано задание значения по умолчанию относительной проницаемости для нагнетательной скважины (параметр 6 ключевого слова COMPINJK).
- Поддержано задание минимального интервала времени между расчетами приоритета скважин (параметр 1 ключевого слова PRIORITY).
- Поддержана возможность задать совпадение временных шагов с временем включения (выключения) скважин в циклический процесс (параметр 6 ключевого слова WCYCLE).
- Поддержано перемасштабирование насыщенностей в интервалах перфорации скважин (ключевое слово COMPRP).
- Поддержано задание номера сегмента, присваиваемого всем перфорациям в заданном диапазоне (параметр 11 ключевого слова COMPSEGS, COMPSEGL).
- Поддержано задание сегмента мультисегментной скважины как клапана ограничения потока (ключевое слово WSEGFLIM).
- Поддержано задание зависимости ОФП воды и нефти и капиллярного давления от концентрации соли (low salinity option) (ключевые слова LOWSALT, LSALTFNC, LWSTNUM).

- Поддержана загрузка кубов в глобальную сетку при помощи ключевого слова IMPORT (опция UNFORMATTED).
- Ускорено открытие моделей с большим числом локальных измельчений сетки LGR (>10000).
- Поддержано задание интервалов перфорации скважины с помощью ключевого слова WELLCOMP (поддержаны параметры 1-9, 11-12). Данное слово является аналогом ключевого слова COMPDAT.
- Поддержано задание режима работы добывающих скважин с помощью ключевого слова WELLPROD (поддержаны параметры 1-14). Данное слово является аналогом ключевого слова WCONPROD.
- Поддержано задание значений и ограничений дебитов группы с помощью ключевого слова GRUPPROD (поддержаны параметры 1-8). Данное слово является аналогом ключевого слова GCONPROD.

Для моделей форматов E1:

- Поддержано использование опции трассировки минерализованной воды BRINE совместно с ASP (закачка полимер-щелочь-ПАВ) (ключевые слова SALTNODE, PLYVISC).

Для моделей в формате E3:

- Поддержано задание состава смеси для нагнетания (ключевое слово WINJORD).
- Поддержано задание данных для поддержания давления в определенной области (ключевое слово GPMAINT3).
- Поддержана опция дренажа для гистерезиса (ключевое слово DRAINAGE).
- Поддержана возможность задания номера уравнения состояния для каждой стадии сепаратора (8-й параметр FIELDSEP, 9-й параметр FIPSEP, 10-й параметр SEPCOND).
- Поддержана альтернативная модель вычисления капиллярного числа для зависящих от скорости ОФП (5-ый параметр ключевого слова VELDEP).
- Поддержана модель Форхгеймера при расчете D-фактора перфораций для зависящих от скорости ОФП (4-ый параметр ключевого слова VELDEP).
- Для композиционных моделей поддержано задание таблицы параметров для регенерационной установки (Recovery plant table) (ключевое слово RECOVERY).
- Для термических моделей поддержано задание максимальной и минимальной температуры резервуара (ключевое слово TRANGE).

- Для термических моделей поддержана численная модель теплопотерь во внешнюю среду (опция N в 6-ом параметре ключевого слова ROCKPROP).
- Добавлена возможность задавать молярный состав нагнетаемого флюида как смесь (опция MIX ключевого слова WELLINJE).

Для моделей в формате ST:

- Поддержано задание максимальной и минимальной температуры резервуара (ключевые слова MINTEMP, MAXTEMP).

Специальные опции:

- Для моделей черной нефти добавлена возможность задания максимальной скорости растворения газа как функции давления (ключевое слово DRSDTVP).
- Для моделей черной нефти добавлена альтернативная модель растворения газа, учитывающая экспоненциальный характер релаксации системы (ключевое слово DRSDTVPE).
- Добавлена возможность задать корреляции Кори (JET) только для ОФП, а капиллярные силы задать таблично (в этом случае необходимо задать равным 0 параметр 12 (степень) ключевых слов COREYWO, COREYGO (LETWO, LETGO) и задать таблицы SWOF, SGOF или другие. Значения для капиллярных сил будут взяты из таблиц, а для ОФП рассчитаны по корреляции Кори (JET)).
- Добавлена возможность указать EGRID файл для визуализации сетки (ключевое слово VISGRID). Используется для моделей с неструктурированной сеткой.

В MPI версии:

- Поддержаны гибридные модели (модель в формате E1 или E3, данные по скважинам в формате MO).

Ввод вывод данных. Экспорт результатов:

- в SUMMARY могут быть заказаны следующие параметры:
 1. запасы в пластовых условиях или поверхностных (сепаратора) SFIP, RFIP (сохранение файла .UNRST);
 2. молярные концентрации жидкости, пара для скважин, групп: FXMF, FYMF, FZMF, GXMF, GYMF, GZMF (сохранение файла .UNSMRY).

16.2. Дизайнер моделей

В дизайнере моделей версии 4.2.0:

- Проведена унификация графического интерфейса дизайнера моделей и интерфейса симулятора.
- Добавлена вкладка Информации.
- Добавлена возможность открывать дополнительные окна с функциональностью основного окна.
- Поддержана загрузка скважинных данных для событий и истории для формата schedule.
- Добавлена визуализация детальной информации лампинга (группировки компонент).
- Добавлен Фильтр по скважинам.
- Добавлена возможность создавать группы скважин.
- Добавлена возможность добавлять в модель кубы:
 1. масштабирования фазовых кривых (swcr, sgcr, sowcr, sogcr, swu, sgu, swl, sgl, swlpc, kro, krw, krg, krwr, krgr, krorg, pcw, pcg);
 2. новые отчетные (FIP) регионы FIPXXX;
 3. кубы для работы с поровым объемом (MINPVV, MULTPV).

16.3. Модуль автоматизированной адаптации

В модуле автоматизированной адаптации версии 4.2.0 добавлены:

- интеграция с Дизайнером модели: возможность автоматического создания базовых переменных (концевых точек ОФП, заданных при помощи корреляции Кори (COREYWO, COREYGO) и глубин контактов (EQUIL)).

16.4. Очередь задач. Удаленный графический интерфейс

В очереди задач и модуле удаленного графического интерфейса версии 4.2.0:

- Добавлена поддержка системы очередей SLURM.
- Добавлено отображение загрузки кластерных очередей (можно вывести количество занятых узлов).
- Добавлена возможность переназначить задаче кластерную очередь (изменять очередь, если задача еще не начала считаться).

- Добавлена возможность автоматической отправки заданий в несколько кластерных очередей.
- Добавлена возможность закрытия tNavigator после окончания расчета локальной очереди.

16.5. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 4.2.0 добавлены:

- Добавлена возможность скрывать некоторые панели опций.
- Добавлены вкладки для выбора способа отображения карт: Кубы, Карты, Гистограммы.
- Добавлена возможность показывать сетку до 10x10 окон в Шаблонах графиков.
- Добавлена возможность сохранения ежегодного сводного отчета ГОСТ по новой форме 2015 года (сохранена возможность выгрузки по старой форме).
- В Диалог загрузки данных по скважинам для истории и интервалов перфорации добавлен предварительный просмотр столбцов загружаемых файлов.
- Для мультисегментных скважин добавлена визуализация структуры сегментов в форме дерева и графики накопленных параметров для сегментов.
- Для композиционной модели сгруппированы графики по компонентам, добавлена визуализация графиков покомпонентной закачки для скважин и групп.
- Добавлена возможность просматривать и изменять параметры итерационного процесса симулятора (ключевое слово RUNCTRL) из графического интерфейса в диалоге Настройки симулятора. Изменения могут осуществляться в секциях RUNSPEC (глобальные настройки) и SCHEDULE (настройки для отдельных шагов модели).

16.6. Лицензии и лицензионный сервер

Для работы с лицензией в tNavigator версии 4.2.0:

- Добавлена возможность переустановки лицензии во время расчета в версии с графическим интерфейсом.
- Добавлена возможность использования нового формата лицензий для локального USB ключа: гибридные лицензии на базе usb-устройств и файла с информацией о лицензии, что позволяет изменять время окончания лицензии без смены USB ключа, меняя только файл.

- Добавлены упрощенные ссылки на лицензию:
http://<license>/tNavigator<group_id> или http://<license>/tnavigator<group_id>, где <license> – ip-адрес лицензионного сервера или DNS-имя, а <group_id> – номер группы лицензий.

Для работы с лицензионным сервером tNavigator версии 4.2.0 добавлена возможность администрирования через веб-интерфейс:

- Добавлена возможность заливки файла лицензии через веб-интерфейс.
- Добавлена возможность просмотра лог-файла сервера через веб-интерфейс.
- Веб-интерфейс доступен по упрощенным ссылкам на лицензии:
<http://<license>/tNavigator> или <http://<license>/tnavigator>, где <license> – ip-адрес лицензионного сервера или DNS-имя.

17. Версия 4.1.3 tNavigator

17.1. Расчетная часть

В расчетной части tNavigator версии 4.1.3 поддерживается новая функциональность для моделей типа E1, E3, IM, ST, MO.

Ускорение расчета, настройки точности:

- Для термических моделей, имеющих водяные зоны, поддерживается опция ускорения расчета (опция WATERZONE ключевого слова RUNCTRL включена по умолчанию для композиционных и термических моделей).
- Для композиционных моделей в опции WATERZONE поддерживается исключение молярной концентрации воды в водной зоне (включено по умолчанию).
- Поддерживается выключение/включение опции WATERZONE в разделе SCHEDULE при помощи ключевого слова RUNCTRL.
- Для термических моделей поддерживается исключение главной переменной (последняя углеводородная компонента) с помощью опции INCVCE 0 ключевого слова RUNCTRL (включено по умолчанию).

Для моделей форматов E1 и E3:

- Поддерживается учет трения в стволе скважины при использовании ключевых слов WFRICTN, WFRICTNL, WFRICSEG, WFRICSGL.
- Поддерживается выбор явного или неявного метода экстраполяции VFP таблиц для скважин (параметр 2 ключевого слова WVFPEXP).
- Поддерживается задание минимальных потенциальных дебитов группы для начала бурения новых скважин (GDRILPOT).
- Поддерживается задание минимального и максимального допустимого дебита газа для продажи (параметры 3-5 ключевого слова GCONSALE).
- Поддерживается задание окончания расчета модели в случае, если скважина остановлена по какой-либо причине после ее открытия (параметр 8 ключевого слова WECON).
- Поддерживается задание фиксированного падения давления между узлом сети и устьевым давлением скважины (WNETDP).
- Поддерживается усреднение проводимостей при помощи ключевого слова PERMAVE.
- Поддерживается блочно-центрированный способ вычисления проводимостей (OLDTRAN).

- Поддержано задание глубины центров ячеек блоков сетки (MIDS).
- Поддержано задание поверхностного натяжения как функции давления (STVP) для опции смешивающегося вытеснения MISCIBLE.

Для моделей в формате E3:

- Поддержана модель гистерезиса Джаргона (Jargon) (значения 8 и 9 параметра 2 ключевого слова EHYSTR).
- Поддержана модель WAG гистерезиса, используемая при попеременной закачке воды и газа (параметры 1-3, 5-8 ключевого слова WAGHYSTR).

Для моделей в формате MO:

- Поддержаны нижние ограничения по обводненности, газовому фактору, и др. для скважин (PLIM).

Для моделей в формате ST:

- Поддержаны нагреватели в скважинах (HTWELL, HTWRATE, HTWRATEPL, HTWTEMP, HTWI).
- Поддержана зависимость энергии активации химических реакций от температуры (EACT_TAB).

Для моделей в формате IM и ST:

- Поддержана возможность задания доли трещины в блоке и доли породы в трещине для моделей двойной пористости (FRFRAC, FORMINFRAC).
- Поддержана возможность задания множителей геометрического объема блоков (VOLMOD).

В MPI версии:

- Поддержано задание гидроразрыва пласта с помощью ключевого слова COMPFAC.
- Поддержаны модели с геометрией DX/DY/DZ.

Специальные опции:

- Для моделей E1 и E3 поддержано задание корреляции LET для ОФП (ключевые слова LETWO, LETGO)
- Для моделей E1 и E3 добавлена возможность задания длины участка перфорации в блоке (COMPVAL).
- Для моделей E1 и E3 добавлена возможность задания нижнего экономического предела по обводненности, газовому фактору, содержанию воды в газе и газа в жидкости (задание отрицательных значений в слове WECON параметры 4-6, 13).

Ввод вывод данных. Экспорт результатов:

- в SUMMARY могут быть заказаны следующие параметры:
 1. выгрузка накопленных перетоков фаз между отчетными регионами (ROFT, RGFT, RWFT);
 2. выгрузка концентрации соли, примесей и трассеров (WTIC, WTPC, WTIR, WTPR, WTIT, WTPT, WCIC, WSIC, WTICALK, WTICSUR);
 3. выгрузка данных по сегментам скважины (SOFR, SGFR, SWFR, SPR, SPRD, SPRDH, SPRDF, SPRDA, SWFV, SOFV, SGFV, SWHF, SOHF, SGHF, SLPR, SWCT, SGOR, SOGR, SGWR, SWGR, SOWR, SWOR, SLGR, SGLR).

17.2. Модуль геологического моделирования

В модуле геологического моделирования версии 4.1.3 добавлены:

- загрузка сеток, разломов, скважин из rescue файлов;
- поддержка двойной пористости;
- расчет запасов для моделей черной нефти;
- загрузка PVT и ОФП данных в формате ключевых слов E1;
- загрузка скважинных данных в SCHEDULE формате;
- загрузка свойств компонент для композиционной модели в формате ключевых слов E3;
- группировка (лампинг) компонент для композиционной модели;
- визуализация кубов на Профиле скважины;
- возможность редактирования проводимости разломов в графическом интерфейсе;
- визуализация 2D карт;
- возможность запуска расчета гидродинамической модели из геологического модуля (без открытия ее в отдельном окне tNavigator) с визуализацией карт, кубов и графиков;
- визуализация изолиний на 2D картах;
- окно статистика для 2D карт;
- возможность измерения расстояния на 2D и 3D картах;
- возможность создавать и визуализировать сечения;
- визуализация линий тока.

17.3. Модуль автоматизированной адаптации

В модуле автоматизированной адаптации версии 4.1.3 добавлены:

- возможность настраивать модель на данные RFT измерений;
- возможность использования нормализации целевой функции по числу измерений, объектов (скважины, группы) и параметров (дебиты, накопленные показатели, давления);
- возможность рассчитывать произвольные квантили для выбранных пользователем параметров;
- возможность слияния проектов адаптации, созданных для одной модели и общего набора переменных, но с различными рассчитанными экспериментами.

17.4. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 4.1.3 добавлены:

- визуализация корреляции LET для ОФП;
- новый способ визуализации корреляции Кори (ОФП) и Стэндинга (PVT);
- возможность отмены последнего действия в Редакторе карт (Ctrl+Z);
- визуализация карт запасов для композиционных моделей;
- визуализация прогресса расчета запасов;
- визуализация VFP таблиц;
- визуализация гистерезиса;
- возможность импорта нескольких Карт пользователя одновременно;
- визуализация количества компонент в опции Информация;
- визуализация графиков по сегментам скважин;
- новые функции арифметики для кубов в Картах и Фильтрах пользователя: операторы по столбцам (min_2d (минимум), max_2d (максимум), avg_2d (среднее), sum_2d (сумма));
- в шаблоны графиков:
 1. визуализация графиков по месяцам и годам;
 2. возможность указывать границы (по временным шагам) визуализации графиков.

17.5. Лицензии и лицензионный сервер

Для работы с лицензией и лицензионным сервером tNavigator версии 4.1.3 добавлены:

- визуализация статуса лицензионного сервера и данных о usb-ключе в окне "Состояние лицензии".

18. Версия 4.1.2 tNavigator

18.1. Расчетная часть

В расчетной части tNavigator версии 4.1.2 поддержана новая функциональность для моделей типа E1, E3, IM, ST, MO.

Ускорение расчета, настройки точности:

- Увеличена скорость расчета композиционных моделей. Для моделей черной нефти и композиционных моделей поддержана опция AIM (beta версия). По умолчанию для расчета используется полностью неявный метод (fully implicit), адаптивный неявный метод может быть включен как опция AIM ключевого слова RUNCTRL.
- Ускорение расчета моделей, имеющих водяные зоны (насыщенность водной фазы в блоке равна 1). Включается при помощи опции WATERZONE в RUNCTRL (по умолчанию включено для композиционных моделей).

Для моделей форматов E1 и E3:

- Поддержана возможность при управлении автоматическим бурением скважины открывать ее только через указанное число дней, необходимых для бурения (параметр 3 WDRILTIM).
- Поддержана возможность управлять итерационными параметрами для многосегментных скважин (параметр 1 WSEGITER).
- Поддержана периодическая проверка возможности работы скважины, закрытой по групповым ограничениям (опция G ключевого слова WTEST).
- Поддержана возможность задания номера отчетного региона (FIP региона) для расчета дебита скважины в пластовых условиях (13 параметр WELSPECS).
- Поддержана возможность регулирования дебита скважины в зависимости от газового фактора (WGORPEN).
- Поддержана возможность задания времени запуска скважины в автоматический цикл и максимальной длины временного шага, на котором скважина включается в автоматический цикл (4 и 5 параметры WCYCLE).
- Поддержано задание максимального числа скважин на искусственном лифте (ALQ) в группе (параметр 3 GLIFTLIM).
- Поддержано задание параметров для обратной закачки и компенсации компенсации отбора (параметры 7-8 WCONINJ).
- Поддержано управление динамическим изменением фиксированных давлений (GNETDP).

- В ключевых словах OPERATE, OPERATER поддерживаются операции ABS, MULTIPLY.
- В ключевом слове OPTIONS поддерживается 117-я опция:
Значение 1 – карта MULTNUM должна быть задана и в матрице и в трещине;
Значение ≥ 2 – карты MULTNUM, FLUXNUM, PINCHNUM, OPERNUM должны быть заданы и в матрице и в трещине.
- При использовании NTG в арифметике (ADD, MULTIPLY, ...) незадаваемые значения заменяются числом 1.

Для моделей в формате E3:

- Поддержан учет наличия флюидов для нагнетания при расчете приемистости (WAVAILIM).
- Поддержана возможность задания экономических ограничений по добыче определенной компоненты (WECONCMF).
- Для композиционных моделей поддерживается возможность совместного использования гистерезиса относительных фазовых проницаемостей и капиллярного давления с опцией MISCIBLE.
- Поддержана возможность использования добавочного газа для закачки (4 параметр ключевых слов WINJGAS и GINJGAS).
- Игнорируется модификация карты MULTPV в EDIT секции при помощи арифметики (ADD, MULTIPLY, ...) для воспроизведения поведения E3.

Для моделей в формате E1:

- Для многосегментной скважины поддерживается возможность удалять или импортировать флюиды в сегмент скважины (WSEGEXSS).
- Поддержана возможность задания для группы величины дебита газа, предназначенного для продажи (параметры 1 и 2 ключевого слова GCONSALE).

Для моделей в формате MO:

- Поддержаны слова и события, задающие обратную закачку и компенсацию отбора: GVRT, GWRT, GGRT, VREP, RECYcle.

Для моделей в формате ST:

- Поддержана опция SEGREGATED для распределения компонент по фазам в поверхностных условиях (ключевое слово SURFLASH).
- Поддержана возможность задания начальных концентраций компонент в фазах (ключевое слово PBC).

- Поддержаны линейная и нелинейная модели пористости и модель гистерезисного уплотнения породы (Linear Elastic, Nonlinear Elastic, Dilation-Recompaction; ключевые слова PORMAX, CPORPD, PBASE, PRPOR, POR, CPEPAC, PDILA, CRD, PORRATMAX, PPACT, FR).

Для моделей в формате **IM** и **ST**:

- Блоки трещины глобальной сетки деактивируются при выполнении любого из условий:
 $DIFRAC = DJFRAC = DKFRAC = 0$
 $PINCHOUTARRAY = 0$
 $PERMI = PERMJ = PERMK = 0$

В **MPI** версии:

- Добавлена возможность расчета линий тока.
- Поддержано ключевое слово MINP (Minimal Pore Volume Tolerance) в моделях в формате MO.
- Полностью поддержано ключевое слово COPYBOX. Появилась поддержка использования входного и выходного BOX-ов с разными Z-координатами.

Специальные опции:

- Для моделей типа E1 и E3 поддержана возможность задания экономических ограничений произвольного типа для скважин (WECONX) и групп (GECONX), в том числе с использованием UDQ.
- Добавлены опции ключевого слова TNAVCTRL:
DPGRID_PRE2014 > 0 – отключает копирование значений NTG из матрицы в незадаанные блоки трещины в моделях двойной пористости в формате E3;
SWCR_CORR: 1, 2 или 3 – корректировка SWCR в блоках модели по SWU, SWL.
- Специальное значение проницаемости, используемое для вычисления J-функции Леверетта JFUNC может быть задано для моделей типа E1 и E3 (ключевое слово JFPERM). Если для блока задано данное значение, то 6-ой параметр JFUNC (JFUNCR) игнорируется).

18.2. Модуль геологического моделирования

В модуле геологического моделирования версии 4.1.2 добавлены:

- операции с картами и горизонтами: поворот и перемещение;
- возможность загрузки горизонтов в бинарном формате (GRDB);
- возможность создания горизонтов по набору точек;

- возможность построения геологостатистических разрезов (ГСР) для кубов;
- построение гистограмм;
- возможность построения сеток с неструктурными разломами.

18.3. Модуль автоматизированной адаптации

В модуле автоматизированной адаптации версии 4.1.2 добавлены:

- вычисление P10-P50-P90 квантилей для выбранных пользователем параметров;
- возможность при добавлении задачи в очередь заданий управлять частотой записи временных шагов для карт и графиков.

18.4. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 4.1.2 добавлены:

- возможность загрузки RFT давления, автоматический расчет соответствующего ему пластового давления;
- визуализация графиков для поверхностных сетей (при использовании опции NETWORK);
- визуализация графиков по полуаналитическим аквиферам (при использовании ключевого слова SEMI-ANALYTICAL);
- визуализации сети дренирования на 2D картах (связь добывающих и нагнетательных скважин);
- возможность заливки карты между изолиниями различными цветами (2D карты);
- в шаблоны графиков:
 1. визуализация заданных пользователем UDQ;
 2. возможность суммирования графиков по компонентам;
 3. возможность переименования осей.

18.5. Совместимость с предыдущими версиями

Расширены возможности системы хранения результатов расчета. Для просмотра результатов расчета версии 4.1.2 используйте только графический интерфейс версии 4.1.2.

18.6. Лицензионный сервер

Для лицензионного сервера tNavigator версии 4.1.2:

- Добавлена поддержка systemd для RHEL 7 совместимых Linux-дистрибутивов.
- Добавлена поддержка Apache 2.3/2.4.
- Добавлена возможность резервации лицензий для кластерной версии с помощью утилиты tNavigator License Status.
- Добавлены настройки для автоматической ротации логов сервера.
- Все виды статистики теперь учитывают настройку вывода IP/Hostname.
- Обновлены сторонние JavaScript библиотеки (jQuery и плагины), используемые в веб-интерфейсе.

19. Версия 4.1.1 tNavigator

19.1. Расчетная часть

В расчетной части tNavigator версии 4.1.1 поддерживается новая функциональность для моделей типа E1, E3, IM, ST.

Для моделей форматов E1 и E3:

- Поддержано экономическое ограничение по содержанию газа в жидкости GLR (параметр 13 ключевого слова WECON).
- Поддержана опция задания направляющего дебита в начале каждого временного шага равным чистому потенциалу отбора для данной группы (чистый потенциал равен разности потенциала добычи и потенциала закачки для всех других фаз) – опция NETV в ключевом слове GCONINJE (параметр 10).
- Поддержана возможность задания максимальной скорости изменения значения направляющего дебита для скважин под групповым управлением (ключевое слово DGRDT).
- Поддержано задание группы, для которой автоматический штуцер пытается установить заданное значение дебита путем регулирования величины падения давления на нем (параметр 5 ключевого слова NODEPROP).
- Поддержано опциональное закрытие скважин, находящихся на установившейся части VFP-кривой (параметр 3 ключевого слова WVFPEXP).
- Поддержано задание общей подвижности при закачке (ключевые слова COMPMOBI, COMPMBIL).
- Поддержано задание приоритетов для добывающих скважин под групповым управлением (ключевое слово WELPRI).
- Поддержано задание падения давления в сегменте мультисегментной скважины, который задает субкритический клапан (ключевое слово WSEGVVALV).
- Поддержано использование множителей порового объема (MULTPV) в секции SCHEDULE.

Для моделей в формате E3:

- Поддержано задание запаса предварительно импортируемого газа для группы, которая является источником газа для обратной закачки (ключевое слово GADVANCE).
- Поддержана опция закачки смесей (ключевое слово WINJMIX и опция MIX ключевых слов WINJGAS, GINJGAS).

- Поддержаны типы циклов для циклической закачки: опции **M** – месяцы и **Y** – годы ключевого слова **WELLWAG**.
- Поддержаны регионы поддержки давления (ключевое слово **PMANUM**).
- Поддержан учет наличия флюидов для нагнетания при расчете приемистости (ключевое слово **WAVAILIM**).

Для моделей в формате E1:

- Поддержана возможность задания максимальной скорости возрастания доли летучей нефти в газе (ключевое слово **DRVDT**).

Для моделей в формате ST:

- Поддержана опция задания начального распределения из условий гидростатического равновесия (**VERTICAL**) совместно с заданием карт насыщенностей (**SW**, **SO**, **SG**).
- Поддержаны значения по умолчанию для параметров аналитических аквиферов (**AQPROP**).
- Поддержаны значения по умолчанию для расчета энтальпии закачки.
- Поддержана **SEMI-ANALYTICAL** модель аналитического аквифера.
- Поддержаны множественные регионы вязкости (ключевые слова **VISCTYPE**, **VSTYPE**).
- Поддержана возможность изменения ранее заданных ограничений по скважинам (ключевое слово **WTMULT**).

Для моделей формата IM, ST:

- поддержка инжекторов с единичной подвижностью (ключевое слово ***UNWEIGHTED INJECTOR**).

Ввод вывод данных, Экспорт результатов

- Поддержан **multout** режим экспорта результатов в формате **E1/E3**;
- Оптимизирован размер файла с расчетными картами;
- Поддержан параметр **ALLPROPS** ключевого слова **RPTRST**.

19.2. Модуль геологического моделирования

В модуле геологического моделирования версии 4.1.1 добавлены следующие возможности:

- Добавлена дискретная интерполяция в арифметике.
- Добавлены новые объекты: множество точек и многозначные горизонты. Для них поддержаны:
 1. Загрузка множества точек из текстового файла.
 2. Создание множества точек по горизонтам.
- Добавлены новые инструменты для навигации по операциям с объектами.
- Добавлен объект "селектор" для удобства работы со скважинной секцией.
- Реализовано постепенное обновление рассчитываемых объектов, что удобно для длительных расчетов: интерполяции горизонтов и автоматической корреляции маркеров.
- Поддержано создание новых объектов из дерева объектов.
- Добавлена отмена расчета.
- Добавлен расчет области редактирования сетки по одной точке с радиусом.
- Для построения сеток с разломами:
 1. Оптимизирован алгоритм "притягивания" линий сетки к разлому: метод "дуальной" решетки.
 2. Реализовано встраивание разломов произвольной формы, которые не нарушают систему образующих сетки. Используются метод "драфт-горизонта" и установление соответствия между компонентами связности для пересечения разломов с керновым горизонтом и с горизонтами каждой компоненты связности.
- Добавлены инструменты для обработки разломов:
 1. Построение группы разломов с добавлением структурных и неструктурных разломов.
 2. Ограничение разломов по высоте.
 3. Построение разломов по множеству точек, по нескольким поверхностям.
 4. Автоматическая обработка пересечений разломов.
- Добавлена интерполяция горизонтов по маркерам или множеству точек с учетом разломов произвольной формы.

19.3. Модуль автоматизированной адаптации

В модуле автоматизированной адаптации версии 4.1.1 добавлены:

- возможность вручную указывать значения переменных;
- возможность удаления эксперимента;
- логнормальное распределение параметра.

19.4. Модуль удаленного графического интерфейса

В модуле удаленного графического интерфейса версии 4.1.1 добавлены:

- поддержка запуска разных версий tNavigator из GUI;
- возможность принудительного завершения повисших задач;
- сортировка сообщений по типу на панели отчета.

19.5. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 4.1.1 добавлены:

- Оси в композиционном калькуляторе.
- Визуализация времени полета частицы для линий тока на 2D и 3D картах (На 2D для просмотра необходимо отключить отображение сетки).
- В Шаблоны графиков:
 1. Синхронизации осей времени;
 2. Возможность создания снимка экрана;
 3. Возможность печати на принтер;
 4. Возможность сохранения в векторный формат;
 5. Проверка на наличие несохраненного шаблона.
- В диалог создания прогноза:
 1. Возможность задания контроля по ТНР для добывающих скважин;
 2. Контроль по депрессии для добывающих скважин;
 3. Возможность задавать разные значения контролей для скважин, нагнетающих воду и газ.
- В диалог редактирования скважины:
 1. Контроль по депрессии для добывающих скважин;

2. Экономическое ограничение максимального отношения газ-жидкость.

- Возможность загружать траектории в единицах измерения, отличающихся от единиц измерения модели, в диалоге загрузки данных по скважинам.
- Визуализация графика депрессии.
- Визуализация текущего статуса перфорации (открыта, закрыта, не введена).
- Визуализация в списке перфораций виртуальных перфораций, созданных трещиной.
- Настройка толщины изолиний и размера текста для изолиний.
- В режиме "Открыть большую модель":
 1. Возможность просмотра начальных карт;
 2. Фильтр по значению карты;
 3. Фильтр по скважинам;
 4. Автоматическое загрубление модели для ускорения просмотра.

19.6. Совместимость с предыдущими версиями

Прекращается поддержка 32-битных Linux-систем, включая лицензионный сервер.

19.7. Лицензионный сервер

Для лицензионного сервера tNavigator версии 4.1.1:

- Поддерживаются только 64-битные Linux-системы.
- Версии tNavigator ниже 4.0 более не поддерживаются.
- Добавлен новый формат лицензий: гибридные лицензии на базе usb-устройств и файла с информацией о лицензиях, что позволяет изменять количество и время окончания лицензий без смены USB ключа, меняя только файл.
- Для гибридных лицензий добавлена поддержка "горячей замены" файла с информацией о лицензиях.
- Повышена отказоустойчивость: обеспечивается выдача лицензий в течение 24 часов при ошибках взаимодействия с usb-устройством (при условии бесперебойной работы в течение 48 часов до появления ошибок).
- Добавлена возможность настройки email-уведомлений об окончании срока лицензирования и при ошибках взаимодействия с usb-устройством.

- Добавлена страница с информацией о версии сервера и подключенном usb-устройстве с лицензиями.
- Добавлена поддержка базовой аутентификации Apache, что позволяет устанавливать входное имя пользователя и пароль для доступа к лицензионному серверу.
- На страницы о текущих занятых лицензиях добавлена информация об используемых версиях tNavigator.
- В файлы журналирования добавлены временные отметки.
- Убраны пробелы в названиях модулей в файлах статистики Open IT.

20. Версия 4.1.0 tNavigator

20.1. Расчетная часть

В расчетной части tNavigator версии 4.1.0 добавлена поддержка композиционных термических моделей формата ST. Поддержана новая функциональность для моделей типа IM, E1 и E3.

Для моделей формата ST поддерживаны следующие возможности:

- Задание коэффициентов равновесия для углеводородных компонент в системе ГАЗ-НЕФТЬ таблицами (ключевые слова GASLIQKV, KVTABLIM, KVTABLE), либо пяти коэффициентной корреляционной формулой (ключевые слова KV1, KV2, KV3, KV4, KV5). Так же поддержано опциональное задание коэффициентов равновесия для углеводородных компонент, для расчета фазового равновесия в поверхностных условиях (K_SURF). Для водной компоненты используется внутренняя корреляция для вычисления коэффициентов равновесия в системе ГАЗ-ВОДА.
- Задание индивидуальных плотностей компонент в жидких фазах (ВОДА, НЕФТЬ) как функций давления и температуры (ключевые слова MOLDEN, MASSDEN, MOLVOL, CP, CT1, CT2, CPT). В случае, если для водной компоненты все параметры, задаваемые ключевыми словами MOLDEN/MOLVOL CP, CT1, CT2, CPT, равны нулю, используется внутренняя корреляционная формула. Для нахождения плотности фазы ГАЗ используется коэффициент сверхсжимаемости газа, который находится из решения кубического уравнения состояния Редлиха-Квонга с нулевыми коэффициентами попарного взаимодействия. Пересчет коэффициента сверхсжимаемости происходит на каждой ньютоновской итерации (GASD-ZCOEF (IMPLICIT)). Задание индивидуальных плотностей твердых компонент как функций давления и температуры (SOLID_DEN).
- Задание индивидуальных вязкостей компонент в жидких фазах (ВОДА, НЕФТЬ) как функций температуры или температуры и давления с помощью таблиц (ключевые слова VISCTABLE, ATPRES), либо с помощью корреляционной формулы (AVISC, BVISC). Для вязкости фазы НЕФТЬ поддерживана опция нелинейного смешивания (ключевые слова VSMIXCOMP, VSMIXENDP, VSMIXFUNC). Задание индивидуальных вязкостей компонент в фазе ГАЗ с помощью корреляционной формулы (AVG, BVG).
- Задание энтальпий углеводородных компонент в фазах ГАЗ и НЕФТЬ как функций температуры (ключевые слова CPG1, CPG2, CPG3, CPG4, CPL1, CPL2, CPL3, CPL4, HVAPR). Возможность задания энтальпии испарения для углеводородных компонент как функции температуры (HVR, EV). Для нахождения энтальпии водной компоненты в фазах ГАЗ и ВОДА используются внутренние таблицы, при этом энтальпии водной компоненты являются функциями как температуры, так

и давления. Задание энтальпий твердых компонент в твердой фазе как функции температуры (SOLID_CP). Задание энтальпии породы как функции температуры (ROCKCP).

- Поддержана SIMPLE модель теплопроводности (THCONMIX), которая позволяет учесть теплопроводности подвижных фаз (THCONW, THCONO, THCONG), теплопроводность твердой фазы (THCONS), а так же теплопроводность породы (THCONR).
- Задание зависимости пористости от температуры и давления (ключевые слова PRPOR, CPOR, CTPOR, CPTPOR).
- Поддержана аналитическая модель теплообмена с окружающей средой (ключевые слова HLOSSPROP, HLOSST, HLOSSTDIFF).
- Поддержаны аналитические аквиферы Фетковича и Картер-Трейси (ключевые слова AQUIFER, AQMETHOD, AQPROP, AQLEAK).
- Поддержана модель нагревателя с постоянным притоком энергии и модель нагревателя с притоком энергии, зависящим от разности температур блока и нагревателя (ключевые слова HEATR, TMPSET, UHTR).
- Поддержка моделирования химических реакций (ключевые слова EACT, O2PP, STOREAC, STOPROD, FREQFAC, FREQFACP, RENTH, RPHASE, RORDER, RTEMUPR, RTEMLOWR, RXCRITCON).
- Поддержана опция задания начального распределения из условий гидростатического равновесия (VERTICAL), либо явное задание начального распределения (ключевые слова PRES, TEMP, SW, SO, SG, MFRAC_OIL, MFRAC_GAS).
- Поддержана возможность использовать различные термические главные переменные фильтрационной задачи (плотность энергии или температуру) (TFORM (ZH | ZT)).
- Поддержаны модели с двойной пористостью/проницаемостью (ключевые слова DUALPOR, DUALPERM).

Для моделей в формате E3:

- Поддержаны модели нагревателей с постоянным притоком энергии, а так же с притоком энергии, зависящим от плотности энергии в блоке и от разности температур блока и нагревателя (HEATER).
- Для моделей с двойной средой поддерживается задание теплопроводности между матрицей и трещиной (THCONMF).
- Возможность задания теплопроводности подвижных фаз и твердой фазы (THCROCK, THCOIL, THCGAS, THCWATER, THCSOLID).

- Изменена логика поддержки регионов одинарной пористости в моделях двойной пористости (ключевое слово DPNUM). В блоках одинарной пористости используются данные кубов, заданные для блоков матрицы.
- Задание ограничения для группового дебита жирного газа (параметр WGRA ключевых слов GCONPROD, GCONPRI, GRUPTARG).
- Задание композиционного состава закачки и величины закачки с указанного уровня сепаратора (5-ый параметр GINJGAS).
- Задание порядка использования добываемого газа для продажи, топлива и обратной закачки (WTAKEGAS).
- Молекулярная диффузия (ключевые слова DIFFUSE, DIFFCGAS, DIFFCOIL).
- Задание коэффициентов для LBC корреляции, а так же опорного поверхностного натяжения для опции MISCIBLE по регионам (LBCCOEFR, MISCSTRR).
- Поддержаны относительные фазовые проницаемости, зависящие от скорости потока фаз (ключевые слова VELDEP, VDKRO, VDKRO).
- Задание запаса предварительно импортируемого газа для группы, которая поставляет газ для обратной закачки (GADVANCE).

Для моделей форматов E1 и E3 поддерживаются:

- опция задания сети нагнетания (GNETINJE) и настройки сходимости для поверхностных сетей (параметры 2-4 ключевого слова NETBALAN);
- опция расчета среднего суточного контрактного объема добычи газа (DCQ): ключевые слова DCQDEFN, GASBEGIN, GASEND, GASFIELD, GASMONTH, GASPERIO, GASYEAR, GDCQ, GDCQECON, GSWINGF, SWINGFAC;
- модель Киллаха гистерезиса относительных проницаемостей для несмачивающей газовой и водяной фазы и смачивающей нефтяной фазы (значение 7 второго параметра ключевого слова EHISTR);
- улучшена поддержка чтения геометрии сетки в формате CORNERS из GRID файла в случае отсутствия данных в неактивных блоках;
- улучшена совместимость для имен групп и скважин (поддержаны первые 8 значащих символов).

Для моделей формата MO поддерживаются:

- ключевые слова X-DI, Y-DI, TUBI, LONG и PACK форматы (VFPPROD);
- доработана поддержка единиц измерения FIELD.

В MPI версии:

- снижены требования к объему оперативной памяти, требуемой для загрузки гигантских моделей;
- в MPI версии поддержан расчет моделей типа IM и ST.

20.2. Модуль геологического моделирования

В модуле геологического моделирования версии 4.1.0 добавлены в расчетную часть:

- построение трехмерных геологических сеток с учетом разломов (поддержаны только разломы, описываемые линейчатыми поверхностями);
- автоматическая корреляция скважинных данных (выделение маркеров по кривым), простой вариант;
- при выгрузке модели добавлена генерация слов: THPRES, FAULTS, MULTFLT, THPRESFT;
- в функции BLOCK арифметики поддержана двойная пористость;
- добавлена опция интерполяции дискретных кубов;
- добавлена загрузка кубов.

В модуле геологического моделирования версии 4.1.0 добавлены в визуализационную и интерактивную части:

- ускорение отображения 2d-карт;
- в ручном редактировании 3d-карт (GUI симулятора) поддержана двойная пористость;
- в 3d добавлено отображение перфораций, определенных на траекториях (без учета времени).

20.3. Модуль автоматизированной адаптации

В модуле автоматизированной адаптации версии 4.1.0 добавлены:

- параллельный запуск нескольких вариантов алгоритма дифференциальной эволюции;
- быстрое сравнение нескольких однотипных моделей без введения переменных в модель;
- загрузка истории по среднепластовому давлению;

- поддержана возможность для моделей типа МО (и в гибридных моделях в секции RECU) использовать вместо переменных арифметические выражения с ними;
- построение анализа по любому набору параметров;
- возможность использовать при задании значения переменной и ее пределов констант e и π .

При работе с очередью задач поддержано:

- сделано внешнее API для запуска симулятора;
- возможность ограничения числа задач на кластере;
- сохранение очередей заданий в файлы, которые можно переносить между компьютерами;
- просмотр лога расчета модели (monitor job) после завершения задачи и в обычной очереди (аналогично, как при расчете с помощью удаленного графического интерфейса);
- задание ограничения времени расчета задач в очереди.

20.4. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 4.1.0 добавлены:

- Композиционный калькулятор, позволяющий проводить фазовый анализ флюидов, находить давление насыщения и давление точек росы.
- Шаблоны графиков:
 1. Добавлена возможность закреплять конкретные графики (закрепленный график не меняется при изменении текущих объектов).
 2. Добавлена возможность автоматического распределения графиков для разных объектов на разные панели.
 3. Добавлена возможность отмены предыдущих действий (Ctrl+Z).
 4. Улучшен диалог настройки шаблонов (Можно редактировать настройки всех графиков и настройки шаблона в одном диалоге).
 5. Поддержаны списки скважин.
 6. Добавлена возможность показа сумм и средних для графиков по различным объектам.
 7. Добавлена возможность показа разности с базовой моделью (Для этого нужно нажать правой кнопкой мыши на нужную модель и выбрать пункт меню "Выбрать как эталон").

8. Улучшен поиск параметров, объектов и шаблонов (поиск теперь находит все, что содержит как подстроки все слова, набранные пользователем).
 9. Возможность изменение порядка шаблонов с помощью перетаскивания их мышью.
 10. Подсветка имен графиков из текущей панели во время редактирования.
 11. Улучшена поддержка композиционных моделей (добавлен список компонент и стадий сепараторов).
 12. Возможность показать список параметров в виде дерева для быстрого поиска при редактировании.
- Интерфейс:
 1. Каждая модель запускается в отдельном процессе для повышения надежности работы при непредвиденном завершении одного из расчетов.
 2. Улучшена панель отчета (добавлена возможность полного скрытия панели и вывод информации о количестве сообщений разных категорий).
 3. Выгрузка траекторий скважин в файл в формате ключевого слова WELLTRACK (колонки X, Y, Z, Measured Depth) на вкладке "Профиль Скважины".
 4. Для 2D карт была добавлена опция "Проекция траекторий", при выборе которой траектории скважин (для которых они заданы) проецируются на показываемую плоскость.
 5. Редактирование коэффициента эксплуатации скважины из диалога "Свойства скважины".
 6. В диалог загрузки данных по скважинам добавлена возможность загружать файлы с иерархией групп скважин. Для применения изменений требуется перечитывание модели.
 - Большие модели. Для моделей, посчитанных на кластере с опцией экспорта всех результатов, возможно просмотреть 3D карты на компьютерах с ограниченным количеством оперативной памяти. Для этого нужно открыть модель в режиме "Открыть большую модель". Возможности:
 1. Показ кубов, выгруженных с помощью ключевого слова RPTRST.
 2. Показ скважин с индикацией текущего статуса.
 3. Показ линий тока, если они были выгружены с помощью аргумента командной строки `-ecl-sln`.
 4. Возможность показа срезов по I, J, K.
 5. Индикатор прогресса загрузки данных.

20.5. Совместимость с предыдущими версиями

Создание прогноза в текущей версии 4.1.0 в моделях с ГРП (ключевые слова WFRACP, COMPFAC) невозможно, если расчет базовой модели выполнен в предыдущей версии 4.0.4. Для корректных результатов нужно пересчитать исходную модель в 4.1.0.

21. Версия 4.0.4 tNavigator

21.1. Расчетная часть

В расчетной части tNavigator версии 4.0.4 добавлена следующая функциональность:

1. Для моделей форматов E1 и E3 поддержан процесс закачки щелочи. Поддержаны ключевые слова: ALKALINE, ALKADS, ALSURFAD, ALPOLADS, ALSURFST, WALKALIN.
2. Для моделей форматов E1 и E3 поддержан процесс закачки ПАВ. Поддержаны ключевые слова: SURFACT, SURF, SURFADS, SURFROCK, SURFST, SURFCAPD, SURFVISC, WSURFACT.
3. Для моделей форматов E1 и E3 поддержан процесс полимерного заводнения. Поддержаны ключевые слова: POLYMER, SPOLY, PLYADS, PLYROCK, PLYVISC, PLYMAX, PLMIXPAR, PLYSHEAR, WPOLYMER.
4. Для моделей форматов E1 и E3 поддерживаются
 - опция TRANPORV ключевого слова PETOPTS;
 - операции CON, CON+, WELL по контролю групповых ограничений в словах GCONPROD, GCONPRI;
 - ключевое слово WELLOPEN;
 - ключевое слово COMPLMPL;
 - контроль на скважине по газо-жидкостному отношению (ключевое слово WBHGLR);
 - групповой контроль закачки в пластовых условиях (ключевое слово GCONINJE RESV);
 - задание PVT региона для скважины (параметр 11 ключевого слова WELSPECS);
 - ограничения по дебиту ШФЛУ и тепловому (NGL и CVAL) – поля WCONPROD 18 и 20, WCONHIST поле 12, WELTARG NGL, WELTARG CVAL;
 - создание *.end файла, содержащего общее число ошибок (проблем, предупреждений) в модели;
 - изменение ROCKV в EDIT секции с использованием арифметических операций;
 - ключевое MULTREGT в моделях двойной пористости.
5. В MPI версии поддерживаются:
 - ключевое слово WCONINJP;
 - ключевое слово GRUPNET;
 - использование карт MULTNUM, FLUXNUM, OPERNUM из предыдущих секций в арифметических операциях.

21.2. Модуль геологического моделирования

В модуле геологического моделирования версии 4.0.4 добавлены в расчетную часть:

- опция для предварительной интерполяции кривых в послойной интерполяции;
- трехмерная интерполяция;
- расчет регионов Вороного с заданием радиуса (послойный и трехмерный);
- расчет фильтра (куба из 0 и 1) по траекториям с заданием радиуса;
- расчет фильтра (куба из 0 и 1) по перфорациям с заданием радиуса;
- создание ОФП регионов по скважинным данным;
- расчет компонентов связности (по кубу ACTNUM);
- выгрузка "USER файлов" для секции GRID
- опция для создания "связанного с моделью" проекта; после редактирования объектов модели изменения запоминаются в "USER файлах";
- функция "block" для секции GRID (для арифметики);
- Для работы с WORKFLOW (пакетами расчетов) реализована возможность удаления расчета из списка.

В модуле геологического моделирования версии 4.0.4 добавлены в визуализационную и интерактивную части:

- визуализация единиц измерения;
- оптимизация отрисовка карт и горизонтов в 2D;
- опция "показывать сетку" для карт и горизонтов;
- опция сглаживания для изолиний;
- линейки с масштабом в 2D;
- возможность выравнивания скважин по маркерам и глубине для скважинного профиля;
- опция создания и редактирования маркеров на скважинном профиле с возможностью отмены изменений;
- кнопки навигации в 3D: вид сверху, сбоку, снизу и т.д.;
- опция полупрозрачности для горизонтов в 3D;

- фильтры для 3D-сеток (по I,J,k и по данным куба);
- возможность наблюдать за изменением параметров при интерактивном изменении 2D сетки;
- интерактивное редактирование кубов в 3D (кисточка);
- окна для просмотра информации и статистики для некоторых объектов.

21.3. Модуль автоматизированной адаптации

В модуле автоматизированной адаптации версии 4.0.4 добавлены:

- Автоматическая конвертация таблиц фазовых форматов SWFN, SGFN и SOF3 в корреляции Кори (по выбору пользователя в GUI).

21.4. Модуль удаленного графического интерфейса

В модуле удаленного графического интерфейса версии 4.0.4:

- Добавлена возможность просмотра только результатов по графикам без полной подгрузки результатов модели.

21.5. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 4.0.4 добавлены:

- Настраиваемые пользователем шаблоны для графиков, позволяющие:
 - осуществлять быстрый выбор набора графиков на экране;
 - настраивать цвета, толщины, вид значков и названий графиков;
 - настраивать тип и цвет шрифтов;
 - настраивать подписи к графикам и единицы измерения;
 - показывать несколько наборов графиков в одном окне;
 - экспортировать и импортировать шаблоны из файла.
- Возможность сравнивать графики любых двух из всех подгруженных результатов расчета во вкладке "Расчитанные и исторические" и более удобное меню.
- Возможность раскрашивать по-разному линии тока, выходящие из разных скважин.
- Возможность быстрого выбора ограничения показываемых блоков по слоям в 3D карте.
- Возможность просмотра только результатов по графикам без полной подгрузки результатов модели.

22. Версия 4.0.3 tNavigator

22.1. Расчетная часть

В расчетной части tNavigator версии 4.0.3 добавлена следующая функциональность:

1. Для композиционных термических моделей формата E3 поддержаны:
 - Контроль по полному молярному дебиту (параметр 14 ключевого слова WCONPROD).
 - Контроль по жирному газу (параметр 13 ключевого слова WCONPROD, параметр 11 ключевого слова WCONHIST, опция WGRA ключевого слова WELTARG).
 - Расчет трения для мультисегментных скважин по корреляционным формулам (параметры в ключевых словах WELSEGS, COMPSEGS).
2. Для термических моделей формата E3 поддержаны:
 - Задание контроля по дебиту пара (15 параметр WCONPROD, опция STRA слова WELTARG).
 - Задание лимита по добываемому пару на добывающих скважинах.
 - Закачка многокомпонентного газа.
3. Для моделей формата E1 поддержаны:
 - Расчет трения для мультисегментных скважин по корреляционным формулам (параметры в ключевых словах WELSEGS, COMPSEGS).
 - Альтернативные формулы притока в ствол скважин: R-G, P-P, GPP (параметр 8 ключевого слова WELSPECS).
 - Выгрузка линий тока в бинарные файлы SLNSPEC, SLNxxxx (опцией командной строки `-ecl-sln` или из графического интерфейса).
 - Вторичное ограничение по обводненности для скважин – (secondary water cut limit, параметры 11–12 ключевого слова WECON).
 - Выключение всех компрессоров (ключевое слово COMPOFF).
 - Удаление и перевод скважин в списках скважин (WLIST DEL и MOVE).
 - Задание ALQ в ключевых словах WCONHIST и WCONPROD.
 - Зависимость от температуры конечных точек относительных фазовых проницаемостей при масштабировании в температурной опции (ENPTVT, ENKRVT, ENPCVT).
4. Для моделей формата MO поддержаны:
 - Расчет в MPI версии напрямую (без промежуточной конвертации).

- Пересчет забойного давления скважины на эквивалентном радиусе (ключевые слова и события PREX, P-RE).

5. В MPI версии поддержаны:

- Модели формата MO.
- Расчет перетоков FLOWW, FLOWO, FLOWG, FLOWWZ, FLOWOZ, FLOWGZ.
- Использование COPYBOX при равенстве копируемых блоков.
- Для GDFILE уменьшен объем требуемой оперативной памяти.

22.2. Модуль геологического моделирования

В модуле геологического моделирования версии 4.0.3 добавлены:

- Локальное интерактивное редактирование 3D сетки.
- Локальное интерактивное редактирование горизонтов.
- Локальная интерполяция кубов.
- Отображение изолиний для карт и горизонтов.
- Создание и редактирование объектов для PVT, ОФП, равновесия.
- Операция создания карт с регионами Вороного по маркерам.
- Новые функции для арифметики: INTERPOLATE_ML_TRIVIAL, INTERPOLATE_ML_IDW, INTERPOLATE_ML_SGS, INTERPOLATE_ML_KRIGING.
- Отрисовка кривых ГИС цилиндрами в 3D.
- Создание и редактирование палитр.
- Улучшена работа со скважинным профилем.
- Улучшено создание геологического проекта по гидродинамической модели, добавлены:
 - Загрузка неактивных блоков.
 - Загрузка регионов FIPNUM, SATNUM, EQLNUM, PVTNUM, ACTNUM.
 - Загрузка PVT, ОФП, равновесия.

22.3. Модуль автоматизированной адаптации

В модуле автоматизированной адаптации версии 4.0.3 добавлены:

- Автоматическая конвертация таблиц фазовых в корреляции Кори (по выбору пользователя в GUI).
- Прогнозная целевая функция.
- Возможность настройки на заданное пользователем ВНР, ТНР и пластовое давление.
- Добавлена возможность подгрузки в проект адаптации моделей из другого проекта.

Также повышена надёжность очереди заданий (реализован запуск расчетов в отдельных процессах, добавлено резервное копирование файлов по таймеру).

22.4. Модуль удаленного графического интерфейса

В модуле удаленного графического интерфейса версии 4.0.3:

- Добавлена поддержка в указания типа очереди заданий в момент инсталляции. Поддержаны:
 - LSF
 - PBS/torque
 - SGE (Sun Grid Engine)
- Добавлена поддержка устаревших версий PBS/torque (ниже 2.3).

22.5. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 4.0.3 добавлены:

- Экспорт технологических показателей разработки газового месторождения в табличной форме.
- Поддержка слова FIPOWG (формат E1/E3) в режиме просмотра результатов расчета.
- Возможность сохранять и загружать шаблоны настроек визуализации моделей (цвета графиков и пр.).
- Возможность использовать сдвиг по цвету вместо пиктограмм для подгруженных результатов расчета.
- Возможность приближения по одной из осей в графиках.

- Зависимость приближения на 2D карте от положения мыши.
- Возможность для моделей двойной проницаемости в диалоге редактирования скважины выбрать систему пористости интервалов перфораций.
- Возможность экспорта значений с 2D карт с учетом траекторий.

23. Версия 4.0.2 tNavigator

23.1. Расчетная часть

В расчетной части tNavigator версии 4.0.2 добавлена следующая функциональность:

1. Для композиционных моделей формата E3 поддерживаются:

- Возможность задания композиционных свойств и типа уравнения состояния для расчетов в поверхностных условиях (ключевые слова ACFS, BICS, EOSS, OMEGAAS, OMEGABS, MWS, PCRITS, SSHIFTS, TCRITS, VCRITS, ZCRITS).
- Зависимость относительных фазовых проницаемостей и капиллярного давления от сил поверхностного натяжения (ключевые слова PARACHOR, MISCIBLE, MISCNUM, MISCSTR, MISCEXP).
- Выбор другого вычисления капиллярных сил для газа (ключевое слово FORMOPTS).
- Масштабирование фазовых по составу (ключевые слова ENKRVC, ENPCVC, ENPTVC, EPSCOMP).
- Возможность расчета запасов FIP регионов с учетом сепараторов (ключевые слова FIELDSEP, FIPSEP).
- Инициализация модели с помощью опции NEI (ключевое слово NEI), поддержан 11 параметр ключевого слова EQUIL, а так же существенно улучшена инициализация модели в случае задания 10 параметра EQUIL равным 2 или 3.
- Корреляция L_i для критической температуры (ключевые слова FACTLI, LILIM).
- Опция NOMIX для вычисления относительных фазовых проницаемостей нефти и газа вблизи критической точки.
- Ключевое слово WELLINJE для задания режимов работы нагнетательных скважин.
- Ключевое слово GRUPFUEL для задания количества газа, отобранного из группы в качестве топлива и недоступного для обратной закачки.
- Учет газогенераторных установок при пересчете дебитов в поверхностные условия (ключевые слова GPTABLE, GPTABLE3, аргумент 7 ключевого слова FIELDSEP, аргумент 8 ключевого слова FIPSEP, аргумент 9 ключевого слова SEPCOND).
- Подгрузка и выгрузка композиционных свойств, указанных в секции SUMMARY.
- Существенно увеличена скорость работы flash особенно для однофазных углеводородных областей, добавлена перебалансировка загруженности при расчете композиционных свойств.

- Улучшена поддержка моделей с множественными EOS и EQUIL регионами.
 - Добавлена поддержка композиционных моделей в формате MO.
2. Для термических моделей формата E3 поддержаны:
- Сочетание масштабирования по составу (температуре) и по блокам (5-й параметр ключевого слова ENDSCALE).
 - Задание K-values с помощью таблиц (ключевое слово KVTABTn).
3. Для моделей формата E1 поддержаны:
- Направленные относительные фазовые проницаемости, в том числе для моделей двойной пористости (параметры DIRECT и IRREVERS ключевого слова SATOPTS, ключевые слова KRNUMX, KRNUMX-, KRNUMY, KRNUMY-, KRNUMZ, KRNUMZ-, KRNUMMF, IMBNUMX, IMBNUMX-, IMBNUMY, IMBNUMY-, IMBNUMZ, IMBNUMZ-, IMBNUMMF).
 - Опция гравитационного дренирования для моделей двойной пористости (ключевые слова GRAVDR, SIGMAGD, SIGMAGDV, GRAVDRM, DZMTRX, DZMTRXV).
 - Опция водогазового воздействия (ключевые слова WCYCLE, WELLWAG).
 - Опция оптимизации газлифта (ключевые слова LIFTOPT, GLIFTOPT, WLIFTOPT, GLIFTLIM).
 - Опция группового контроля с открытием скважин по приоритету (ключевые слова PRIORITY, GCONPRI).
 - Задание различных условий сепарации для моделей черной нефти (ключевые слова GSEPCOND, SEPVALS).
 - Задание экономических ограничений для жидкости (аргумент 14 ключевого слова WECON).
 - Уменьшение осцилляции управляющих дебитов в силу конусообразования (аргумент 9 ключевого слова GUIDERAT).
 - Построение FIP регионов, представляющих начальные газовую, нефтяную и водяную зоны (ключевое слово FIPOWG).
 - Модель изменения смачиваемости для ПАВ, расчет концентрации адсорбированного ПАВ (ключевые слова SURFWNUM, SURFADDW, SURFADS, SURFROCK).
 - Для моделирования полимера bright-water реализован эффект, когда множитель проницаемости не возрастает при понижении концентрации полимера.
4. Для моделей формата MO поддержаны:
- Композиционные модели, включая опцию закачки CO_2 .

- Опция водогазового воздействия (ключевое слово и событие WWAG).
- Задание ограничений по накопленным значениям (параметры COIL, CWAT, CGAS, CLIQ, CWIN, CGIN).
- Задание коэффициента эксплуатации (ключевое слово WWEF).

5. В MPI версии поддержаны:

- Численные акфиверы (ключевые слова AQUENUM, AQUICON).
- Опция расчета температуры (TEMPERATURE).
- Опция трассировки плотности нефти (API tracking).
- Опция расчета солей BRINE (ключевые слова SALT, SALTVD и др.).
- Опция расчета трассеров TRACER (ключевые слова TRACERS, AQANTRC и др.).
- Опция расчета ПАВ SURFACT.
- Ключевое слово ADDZCORN.
- Ключевое слово WELSOMIN.
- Опция расчета гистерезиса HYST.
- Опция IRREVERS ключевого слова ROCKCOMP.
- Вычисление средних давлений WBP4, WBP5, WBP9, даже в случае расположения блоков сетки на разных узлах кластера.
- Ключевое слово ARITHMETIC.
- Несоседние соединения (NNC) блоков сетки, расположенных на разных узлах кластера.
- Ключевые слова SATNUM, PVTNUM в секции SCHEDULE.
- Ключевое слово WFRA.
- Экспорт карт FIPXXX в бинарный INIT файл.
- Ключевое слово PCSH (MO).
- Создание файлов, указанных в опции –touch-after, и в случае, когда расчет модели не доходит до конца.
- Вывод отчета по добывающим и нагнетательным скважинам после каждого расчетного шага при использовании уровня логов WELL LOW ключевого слова REPORTFILE.
- Улучшена межпоточная балансировка загруженности в рамках одного вычислительного узла при вычислении свойств смеси в блоках сетки.

23.2. Модуль геологического моделирования

В модуле геологического моделирования версии 4.0.2 добавлены:

- Новое окно "таблицы" для просмотра, редактирования, фильтрации объектов по скважинам в табличном виде (маркеров, кривых ГИС, перфораций, данных добычи и т.п.).
- Сохранение "рабочего пространства".
- Методы интерполяции карт и горизонтов:
 - Простой, обычный, универсальный кригинг.
 - Простой, обычный, универсальный кригинг с учетом анизотропии.
 - Последовательная гауссовская симуляция с учетом анизотропии.
 - Метод наименьших квадратов.
- Методы послойной интерполяции кубов:
 - Простой, обычный, универсальный кригинг.
 - Простой, обычный, универсальный кригинг с учетом анизотропии.
 - Последовательная гауссовская симуляция с учетом анизотропии.
 - Метод наименьших квадратов.
- Создание секции SCHEDULE при создании гидродинамической модели.
- Операция для осреднения кривых ГИС в ячейки трехмерной сетки.
- Операция для создания кривой ГИС по геологическому кубу.
- Операция создания сетки с учетом нескольких, разных по характеристикам, слоев.
- Поддержано удаление объектов любого типа (маркеров, кривых ГИС, перфораций, данных добычи и т.п.).
- Поддержана загрузка объектов из текстовых файлов в табличном формате с выбором порядка столбцов (маркеров, инклинометрии скважин, перфораций, данных добычи и т. д.).
- Поддержано редактирование и сохранение параметров для рисования объектов.
- Улучшен интерфейс для навигации по визуализационным окнам.
- Реализовано создание геологического проекта по гидродинамической модели.

23.3. Модуль автоматизированной адаптации

В модуле автоматизированной адаптации версии 4.0.2 добавлены:

- Возможность изменять порядок задач в локальной очереди заданий.
- Возможность автоматического выключения компьютера по окончании всех расчётов в локальной очереди заданий (только под Windows).
- Фоновая загрузка данных (особенно важно для большого числа вариантов).
- Целевые функции по скважинам.
- Целевые функции по сумме объектов.
- Целевые функции по закачанной воде и газу.
- Алгоритм Нелдера-Мида.
- Данные по группам и скважинам отображаются на графиках, кроссплотах, гистограммах.
- Улучшена работа с переменными адаптации:
 - Можно использовать арифметические выражения как при задании, так и при использовании переменных.
 - Тип переменной (вещественная/целочисленная) задаётся в data-файле.
- Улучшены кроссплоты:
 - Можно выбрать произвольный параметр по оси X.
 - Модели на кроссплоте раскрашиваются в цвета экспериментов.
 - Можно просматривать переменные на кроссплотах.
- Улучшен интерфейс графиков "торнадо".

23.4. Модуль удаленного графического интерфейса

В модуле удаленного графического интерфейса версии 4.0.2:

- Добавлена возможность конфигурации настроек по умолчанию для клиента на сервере, что значительно облегчает обучение пользователей. Настройки включают в себя:
 - количество потоков по умолчанию;
 - количество используемых слотов в очереди заданий по умолчанию;
 - имя очереди по умолчанию.

23.5. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 4.0.2:

- Добавлен условный оператор if в арифметических операциях для карт.
- Улучшена работа с моделями двойной пористости (редактирование карт для матрицы и трещины, отображение гистограмм по матрице и трещине и др.).
- Добавлена возможность указать программу для просмотра PDF файлов с документацией.

24. Версия 4.0.1 tNavigator

24.1. Расчетная часть

В расчетной части tNavigator версии 4.0.1 добавлена следующая функциональность:

1. Для композиционных моделей формата E3 поддержаны:
 - Рестарт как в консольной так и в графической версиях.
 - Просмотр результатов расчета композиционных моделей во время расчета на кластере.
 - Множественные EOS регионы.
 - Повышена скорость расчета композиционных моделей.
 - Улучшена работа алгоритмов определения фазового состава вблизи критической точки.
 - Улучшена поддержка режима совместимости с другими симуляторами в области вычисления флэш и фазовой идентификации.
 - Параметры VFP таблиц, специфичные для композиционных моделей.
 - D-фактор в формуле притока в скважину для композиционных моделей.
2. Для моделей формата E1 поддержаны:
 - Гистерезис относительных фазовых проницаемостей.
 - Опция трассировки плотности нефти (API tracking).
 - Многофазная закачка (значение MULTI для 3-го аргумента WCONINJE, WCONINJH, WCONINJP).
 - Возможность использования UDQ в слове ACTIONW.
 - Значения LIFT и GUID для 2-го аргумента слов WTMULT и WELTARG.
 - Задание "упрощенной" поверхностной сети (слова GNETPUMP, GRUPNET, до этого была поддержана только "продвинутая" NETWORK опция).
 - Задание опорной глубины для вычисления осредненных давлений в блоках со скважинами (WPAVEDEP).
 - Зависимость продуктивности скважин от их обводненности (слова PIMULTAB и WPITAB).
 - Задание групповых контролей на разные закачиваемые фазы у одной группы (аргументы 3, 4, 5 слова WGRUPCON).
 - Модели с LGR и заданием геометрии внутри локального измельчения (с помощью COORD/ZCORN и TOPS/DX/DY/DZ).
 - Опции вычисления проводимостей между регионами (5-й аргумент ключевого слова MULTREGT).

- Задание сетки в бинарном виде для моделей с LGR (слово GDFILE для моделей с LGR).
- Ключевое слово NNCGEN.
- Улучшение расчета проводимостей для значения ALL 5-ого аргумента ключевого слова PINCH.
- Опции командной строки –touch-before, –touch-after для создания указанных пользователем файлов до и после расчета модели.

3. Для моделей формата MO поддерживаются:

- Задание VFP таблиц.
- Использование пользовательских файлов формата E1 в моделях формата MO (например, для задания таблиц свойств проппанта или автораскрытия трещин ГРП).
- Система единиц FIELD.

4. В MPI версии поддерживаются:

- Рестарт для композиционных моделей.
- Гистерезис.
- Вывод бинарных PLT файлов (ключевые слова WRFT, WRFTPLT).
- Вывод бинарных файлов, управляемых словом OUTSOL в SCHEDULE секции.
- Выгрузка набора векторов по ключевому слову ALL в секции SUMMARY.
- Опция STORE ключевого слова ROCKOPTS.
- Опция SMARTMB ключевого слова RUNCTRL.
- Введен автоматический рестарт с начала отчетного шага с минимальным начальным шагом по времени, если расчет по той или иной причине не сошелся.

24.2. Модуль геологического моделирования

В модуле геологического моделирования версии 4.0.1 добавлены:

- Калькулятор всех объектов.
- История создания объектов. Инструмент для пересчета объектов с другими параметрами.
- Скважинный профиль с редактированием маркеров.
- Инструмент для создания и редактирования системы координат (используется для построения сетки).

- Учет полигона (например, лицензионного участка) при построении сетки.
- Инструмент для создания и редактирования полигонов.
- Инструмент для создания и запуска модели (секции RUNSPEC, GRID, PROPS (с корреляциями), SOLUTION).
- Окно с информацией о ходе расчетов.

24.3. Модуль автоматизированной адаптации

В модуле автоматизированной адаптации версии 4.0.1 добавлены:

- Возможность работы с целочисленными переменными адаптации.
- Сценарий адаптации фазовых проницаемостей, заданных через корреляции Кори.
- Опция "Подключиться к модели" (просмотр результатов для считающихся моделей).
- Для любого варианта проекта адаптации можно посмотреть таблицу параметров "Информация о варианте". Содержимое таблицы экспортируется в html.

24.4. Модуль удаленного графического интерфейса

В модуле удаленного графического интерфейса версии 4.0.1:

- Изменен дизайн главного окна, появилась возможность настраивать расположение и вид элементов управления.
- Появилась возможность добавления множества моделей, в том числе, указанием каталога, где производится поиск всех файлов с данными.
- Добавлена возможность загрузки настроек запуска процессов с сервера.

24.5. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 4.0.1 добавлены:

- Графики покомпонентной добычи для композиционных моделей.
- Возможность подгрузки результатов расчета другой модели, рассчитываемой в данный момент.
- Отображение LGR блоков на кровле серым цветом.
- Отображение пунктиром линий, разделяющих LGR блоки.
- Возможность показа временных шагов с точностью более дня (часы, минуты).

- Возможность настройки точности чисел в таблицах для графиков.
- Симметрическая логарифмическая палитра для карт со значениями различных знаков.
- Возможность визуализации кроссплотов по регионам для исторических и рассчитанных графиков одновременно.

25. Версия 4.0.0 tNavigator

25.1. Расчетная часть

В расчетной части tNavigator версии 4.0.0 добавлена следующая функциональность:

1. Поддержан расчет композиционных моделей формата E3:
 - Реализован стандартный набор опций для композиционного моделирования за исключением закачки CO₂.
 - Расчет композиционных моделей поддержан также в кластерной (MPI) версии.
 - Для композиционных моделей в графическом интерфейсе добавлены все опции визуализации.
2. Поддержан расчет моделей "черной нефти" формата IM.
3. Добавлен модуль геологического моделирования, в котором поддерживаны:
 - загрузка траекторий, маркеров, кривых ГИС, горизонтов;
 - создание горизонтов по маркерам;
 - создание сетки по горизонтам;
 - интерполяция кубов по кривым ГИС (по формуле) (создание песчаности, пористости, проницаемости);
 - выгрузка сетки и кубов в формате геометрии угловой точки (COORD/ZCORN);
 - ведение и сохранение протокола всех операции с данными;
 - визуализация данных в 2D и 3D.

Модуль позволяет в едином интерфейсе создавать геологическую и гидродинамическую модели по первичной обработанной информации.

4. Добавлен модуль автоматизированной адаптации (модуль создан на базе имевшегося дизайнера экспериментов):
 - Добавлен оптимизационный алгоритм (дифференциальная эволюция), который позволяет минимизировать невязку при адаптации в автоматическом режиме, изменяя значения параметров.
 - Построение заданной пользователем в графическом интерфейсе взвешенной суммы невязок – целевой функции. Целевая функция может быть построена по любой группе скважин базовой модели. Поддерживаются добыча нефти, воды, жидкости, газа, а также обводненность и газовый фактор.
 - Возможность запуска нового алгоритма с заданного начального приближения из окна адаптации. Варианты, порожденные различными алгоритмами, сравниваются в одном окне.

- Добавлен новый алгоритм оценки чувствительности – торнадо эксперимент, что позволяет строить график торнадо.
 - Поддержана автоматизированная адаптация для моделей формата E1 и MO. Поддержано "ручное" задание переменных в формате E1 (ключевое слово DEFINES) и в MO-моделях (ключевое слово VDEF).
 - Поддержано задание переменных адаптации из графического интерфейса (сценарии адаптации ВНК и ГНК).
 - Реализовано сохранение состояния адаптации в файл, переносимый между компьютерами и операционными системами.
 - Добавлена интеграция очереди заданий с удаленной очередью заданий на кластере.
5. Добавлен модуль удаленного графического интерфейса, позволяющий с рабочего места под управлением операционной системы Windows или Linux:
- ставить модель в очередь расчета на удаленном кластере;
 - удалить модель из очереди;
 - просматривать состояние очереди;
 - просматривать состояние расчета (прогресс и сообщения расчета);
 - присоединяться к идущему расчету, визуализируя его процесс.
- Фактически использование этого модуля делает расчет на удаленном кластере таким же удобным для работы, как и расчет на локальном компьютере.
6. Для моделей формата E1 поддерживаются слова: JFUNCR, GSATPROD, GSATINJE, GCONSUMP, WELPI, RPTRST (опции FREQ и BASIC).
7. Для моделей формата MO поддерживаются слова: DPOR, DPER, DPSS, LOCAtion, ZONE. Поддержаны модели двойной пористости в формате MO. Поддержано разрезание и сборка моделей в формате MO.
8. Для моделей формата MO добавлена возможность задания трещин ГПП в формате таблицы событий (новое ключевое слово tNavigator – WFRP – аналог слова WFRACP для MO моделей).
9. Добавлена возможность задания таблиц ОФП с помощью корреляций Кори ключевыми словами COREYWO и COREYGO.
10. Улучшена поддержка опций в MPI версии:
- Поддержаны модели двойной пористости и двойной проницаемости.
 - Поддержан рестарт.
 - Поддержана запись бинарных файлов формата E1.

- Поддержано продолжение расчета с последнего рассчитанного шага.
 - Поддержаны композиционные и температурные модели.
11. Добавлена возможность открывать результаты расчета, идущего на кластере, на другом компьютере, если модель рассчитывается на разделяемом диске.
 12. Графический интерфейс может быть использован для просмотра уже рассчитанных моделей без использования полной лицензии (возможно его отдельное лицензирование).

25.2. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 4.0.0 добавлена поддержка визуализации новых физических моделей и новых модулей:

- композиционная модель;
- геологическое моделирование;
- автоматизированная адаптация;
- удаленный графический интерфейс.

Добавлена следующая функциональность:

1. Для карт и фильтров пользователя добавлен калькулятор с кнопками – именами карт и доступными операциями с ними. Для 2D карты Слои возможно выделение нужной области "кисточкой". Калькулятор упрощает работу с арифметикой пользователя.
2. Возможность указания имени закладываемого трассера и его концентрации в графическом интерфейсе в Свойствах скважины.
3. Возможность задания экономических ограничений для скважины в графическом интерфейсе.
4. Улучшен интерфейс задания интервалов перфорации по траектории скважины.
5. Улучшен интерфейс графиков для трассеров.
6. Работа с экономическими параметрами (задание налогов, стоимости эксплуатации, нового бурения, ГТМ).
7. Возможность проводить траекторию скважин на сечениях.
8. Динамическое создание и просмотр созданных в ГУИ и заданных в модели WELL LIST.
9. Добавлен конвертер бинарных файлов в текстовый формат.

26. Версия 3.3.4 tNavigator

26.1. Расчетная часть

В расчетной части tNavigator версии 3.3.4 добавлена следующая функциональность:

1. Улучшена работа с моделями двойной пористости:
 - поддержано локальное измельчение сетки для моделей двойной пористости;
 - поддержано изменение массивов для моделей двойной пористости в EDIT-секции.
2. Улучшен режим работы с моделями с большим количеством неактивных блоков:
 - Ускорено открытие моделей с большим количеством неактивных блоков;
 - Поддержан рестарт для моделей с большим количеством неактивных блоков.
3. Улучшена поддержка опции разрезания большой модели на сектора:
 - Поддержано разрезание моделей с большим количеством неактивных блоков;
 - Поддержано разрезание моделей с групповыми контролями.
4. Улучшена поддержка опций в MPI версии:
 - поддержано использование ключевого слова ACTION при ограничении количества сохраняемой информации;
 - поддержана опция CHECKSAT ключевого слова RUNCTRL;
 - поддержаны опции разрезания большой модели на сектора и расчета граничных условий за один запуск расчета;
 - поддержан рестарт обычной версии с расчета MPI версии.
5. Улучшена поддержка численных аквиферов.
6. Поддержан второй аргумент ключевого слова GRIDUNIT (E1).
7. Реализован метод последовательной Гауссовской симуляции (стохастический метод интерполяции), послойный и трёхмерный.
8. Добавлена защита от повреждения файлов с результатами при одновременном открытии модели несколькими экземплярами tNavigator, в том числе на разделяемом диске.
9. Введены элементы автоматизированной адаптации:
 - Добавлен дизайнер экспериментов, позволяющий создавать варианты модели со значениями переменных, изменёнными по одному из алгоритмов: перебор по сетке или латинский гиперкуб.

- Добавлен инструмент анализа чувствительности: корреляция Пирсона между переменными модели и значениями невязок основных параметров.
10. В очереди моделей появилась возможность настройки отправки уведомления на электронную почту после расчета модели.

26.2. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 3.3.4 добавлена следующая функциональность:

1. Для поддержки функции дизайнера экспериментов значительно расширены функции сравнения результатов для очереди моделей. Добавлены следующие возможности:
 - График разницы рассчитанных и исторических значений для сравнения результатов расчета.
 - Кроссплот значений по выбранным рассчитанным моделям.
 - Экспорт в текстовый файл для гистограмм, графиков и таблиц.
 - Сортировка выбранных моделей.
 - Удаление невыбранных моделей.
 - Возможность выделить выбранные модели в таблицах значений и невязок для копирования в буфер обмена.
 - Выбор отображаемых колонок в таблицах значений и невязок.
 - Скрытие параметров с одинаковыми значениями для таблиц и гистограмм.
 - Возможность установки исторических значений из модели для расчета невязки и сравнения результатов.
2. Расширена функциональность сечений-разрезов:
 - Добавлены сечения-разрезы, которые можно проводить через ломанную, заданную отдельными точками, горизонтальную скважину или несколько скважин.
 - Для сечений-разрезов в диалоге редактирования карт появилась возможность задать карту внутри или снаружи разреза (как для профилей).
 - Для разреза через скважину можно выбрать, как его проводить: через центры проперфорированных блоков или через ветвь траектории. Реализовано сглаживание (уменьшение числа точек траектории) с выбранной точностью.
 - Для разреза через несколько скважин можно выбрать фильтр или выборку скважин, через которые надо проводить разрез, а также поменять порядок скважин в списке и выбрать, что следует использовать для проведения разреза: начала, концы или середины скважин.

27. Версия 3.3.3 tNavigator

27.1. Расчетная часть

В расчетной части tNavigator версии 3.3.3 добавлена следующая функциональность:

1. Изменен расчет моделей с двойной пористостью (и проницаемостью), что привело к значительному ускорению работы.
2. Добавлена поддержка Artificial Lift Quantity (ALQ) в лифтинг-таблицах и режимах работы скважин (E1).
3. Поддержан 3 аргумент WEFAC (E1).
4. Поддержан запрет cross-flow (ALLX) для моделей формата MO.
5. Поддержаны LGR в моделях формата MO.
6. Поддержаны LGR при интерполяции значений в межскважинное пространство.
7. Ускорена интерполяция значений в межскважинное пространство методом кригинга.
8. В детерминированную послойную интерполяцию добавлен параметр "радиус", который влияет на степень гладкости около скважины.
9. В редактор карт добавлены выделение компонент связности и построение диаграмм Вороного.

27.2. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 3.3.3 добавлена следующая функциональность:

1. Расчет исторических данных производится после открытия модели, что привело к значительному ускорению загрузки модели.
2. Добавлены иконки, обозначающие рассчитанный или исторический статус скважины в списке скважин.
3. Добавлена возможность воспроизведения результатов расчета.
4. Добавлена возможность автоматического создания скриншотов по нескольким временным шагам.
5. Произведено ускорение работы 2D и 3D карт для больших моделей.
6. Улучшен интерфейс для моделей двойной пористости и двойной проницаемости.

7. Добавлен автоматический выбор целочисленных уровней в изолиниях, прежнее поведение (равномерное разбиение диапазона значений на интервалы) можно вернуть в настройках.
8. Добавлена возможность загружать пользовательские контуры для профилей.
9. Улучшена навигация по логам (добавлена возможность поиска).
10. Дополнено описание арифметики, улучшена навигация по ней (добавлена возможность поиска).
11. Переработана очередь моделей:
 - очередь вынесена в отдельное окно с сохранением состояния очереди;
 - очередей можно создавать несколько с возможностью выбрать для работы одну из последних;
 - появилась визуализация исторических значений для моделей из очереди и возможность построения гистограмм значений и невязок для рассчитанных моделей;
 - добавлена возможность просмотра значений рассчитанных моделей на произвольном шаге.

28. Версия 3.3.2 tNavigator

28.1. Расчетная часть

В расчетной части tNavigator версии 3.3.2 добавлена следующая функциональность:

1. Значительно расширена поддержка опции NETWORK (E1): поддержаны компрессоры, ДКС, сброс воды в узлах сети.
2. Добавлена поддержка сепараторов (E1).
3. Улучшилась запись граничных условий при разрезании.
4. Поддержан формат ROFF для задания входных данных сетки.

28.2. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 3.3.2 добавлена следующая функциональность:

1. Изменилась команда добавления скважин: вместо Ctrl+Click стало Alt+Click. Теперь команды "Посмотреть графики по блоку" и "Добавить скважину" имеют разные управляющие последовательности.
2. Добавлено выделение ближайшей к курсору скважины на 2D карте.
3. Добавлена визуализация дерева групп и скважин в них (на всех вкладках графиков).

29. Версия 3.3.1 tNavigator

29.1. Расчетная часть

В расчетной части tNavigator версии 3.3.1 добавлена следующая функциональность:

1. Расширена поддержка открытия моделей с большим количеством неактивных блоков: поддержаны мультирезервуарные модели, реализовано разрезание таких моделей и создание краевых условий.
2. Добавлено сохранение и разрезание для мультирезервуарных моделей.
3. Поддержан расчет разрезанных моделей в MPI-версии.
4. Добавлена возможность записи граничных условий без открытия .patterns-модели.
5. Добавлен учет контроля по депрессии при расчете потенциала скважины (WELDRAW, item 4) (E1).
6. Добавлен контроль по максимальной депрессии среди перфораций (WELDRAW, item 5) (E1).
7. Поддержан контроль добычи в пластовых условиях для групп (GCONPROD RESV) (E1).
8. Поддержано слово GEFAC (E1).
9. Поддержано автоматическое открытие перфораций при достижении скважиной экономических ограничений (COMPDAT AUTO) (E1).
10. Поддержано автоматическое открытие скважин по приоритетам (слова WDRILTIM (item 1-2), WDRILPRI (item 1-2), DRILPRI (item 1-9)) (E1).
11. Убрано порождение файлов EGRID, INIT, UNRST при использовании опции -d (E1).
12. Улучшился алгоритм равномерного балансирования выделенной памяти между NUMA узлами, ускорился расчет на системах с NUMA архитектурой.
13. Добавлена гибридная секция нестационарных данных в гибридной модели. (модель E1 + MO нестационарные данные + добавочные нестационарные данные E1).
14. Поддержаны модели формата MO с температурной опцией.

29.2. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 3.3.1 добавлена следующая функциональность:

1. Добавлена новая визуализация профилей скважин и LAS файлов.
2. Добавлена интерполяция данных на 3D-картах:
 - 2.1. статистическим методом (кригинг)
 - 2.2. детерминированным методом (наименьших квадратов)
3. Добавлен упрощенный способ создания фильтров перфораций по слоям.
4. Добавлена возможность создавать компактные окна с графиками по выбранным параметрам.
5. Добавлена возможность создавать фильтр по скважинам выделяя скважины на 2D карте.
6. Реализована синхронизация фильтров по скважинам для всех окон.
7. Добавлена возможность удалять фильтр по скважинам.
8. В статистике модели значения теперь пишутся с множителями (тыс. млн.).
9. Ускорение работы интерфейса с большими моделями.
10. Добавлена возможность создавать фильтр по разломам.

30. Версия 3.3.0 tNavigator

30.1. Расчетная часть

В расчетной части tNavigator версии 3.3.0 добавлена следующая функциональность:

1. Поддержка двойной пористости и двойной проницаемости (E1) как при расчете (в том числе для расчета трассеров, солей, полимеров, температурной опции), так и в графическом интерфейсе.
2. Поддержана опция ограничения скорости обратного растворения газа (DRSDT).
3. Увеличено количество поддерживаемых параметров в следующих словах (E1): WELDRAW, WECON, WECONINJ, GECON, PPCWMAX, GPMAINT, WCUTBACK, GCONINJE, GCONPROD.
4. Поддержано множественное задание групповых контролей (E1, MO).
5. Поддержка слова WFRAC для формата MO и его расширений, ранее доступных только в моделях формата E1, таких, как FLOWFUNC.
6. Поддержан рестарт в моделях формата MO.
7. Улучшена поддержка различных систем единиц (FIELD, METRIC), в том числе и в пользовательских арифметических выражениях (E1, MO).
8. Поддержана секция SUMMARY в формате E1: при заказе экспорта результатов в бинарные файлы E1 (UNRSMRY) они сохраняются в соответствии с указанными в секции SUMMARY полями, также добавлен графический интерфейс для выбора экспортируемых полей.
9. Поддержаны ключевые слова OUTSOL и RPTRST в формате E1: при заказе экспорта результатов в бинарные файлы E1 (UNRST) они сохраняются в соответствии с указанными в этих словах полями, также добавлен графический интерфейс для выбора экспортируемых карт.
10. В слове GDFILE помимо бинарных сеток формата EGRID поддерживаны сетки формата GRID (E1).
11. Добавлен режим гибридной модели: до секции нестационарных данных модели она имеет формат E1, секция описания траекторий, событий, режимов работы скважин имеет формат MO.
12. В модель ПАВ добавлен учет адсорбции (E1).
13. В модель полимеров Bright Water добавлен учет температуры.
14. Ускорен расчет исторических данных при загрузке модели (E1, MO).

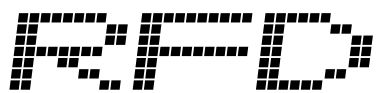
15. Температурная опция расширена за рамки E1: а) можно учесть теплоемкость неактивных блоков и распространение теплового потока через неактивные блоки, б) можно задать теплообмен с окружающей средой (кровля и подошва пласта).
16. Добавлена возможность сжатой записи событий перфорации при сохранении модели (востребовано при разрезании-склеивании модели и желании дальнейшей ручной правки) (E1).
17. Поддержаны даты до 1900 года (E1, MO).
18. Для уменьшения объема записываемых данных генерация файла перетоков между FIP регионами осуществляется только по запросу пользователя (E1, MO).
19. Добавлена первая реализация геомеханической опции.
20. Добавлена поддержка значений по умолчанию во входных картах.
21. В кластерной версии: добавлена поддержка GDFILE, мультирезервуарных моделей, всех видов группового контроля, опциональной записи всего набора файлов с результатами (E1).
22. Для консольной версии (в том числе кластерной): поддержана возможность явного задания из командной строки набора файлов с результатами, которые надо породить. Например, при расчете на кластере можно указать запись результатов только для групп и скважин, таким образом уменьшив размер требуемого дискового пространства и сократив время работы. Порожденные графики затем можно просмотреть в графическом интерфейсе.
23. Для консольной версии (в том числе кластерной): введена опция командной строки `-thread-bind-to-cpu` для явного указания привязки вычислительных потоков к логическим процессорам.
24. Произведены улучшения в балансировке между NUMA узлами используемой программой оперативной памяти.
25. Произведены улучшения в использовании процессорного кэша.
26. Значительно увеличилась скорость расчета секторных моделей с краевыми условиями (FLUX).
27. Улучшилась поддержка разнообразных опций при расчете на локально измельченной сетке (LGR) (вложенные LGR, опции PINCH, линии тока).
28. Произведены улучшения при расчете начального равновесия (значительное ускорение в ряде случаев, поддержка опций транзитной зоны и точности равновесия и т.д.).

30.2. Графический интерфейс

В графическом интерфейсе tNavigator версии 3.3.0 добавлена следующая функциональность:

1. Добавлена возможность перечитать только нестационарные данные модели (данные по скважинам) для форматов E1, MO, гибридного формата. Это позволяет значительно ускорить работу при адаптации модели, если менялись только данные скважин и перфораций.
2. Локальное измельчение сетки (LGR) поддержано во всех частях графического интерфейса: при отрисовке 2D и 3D карт, отрисовке изолиний, в пользовательской арифметике, при редактировании карт, при добавлении новых скважин.
3. Добавлен диалог добавления перфораций с использованием траектории. Теперь, если у скважины загружена траектория, то перфорации можно добавить в стиле "from - to" в TVD или MD (E1, MO).
4. Добавлена возможность догрузки скважинных данных и сохранение их в таблично-текстовом формате (наподобие формата MO).
5. Добавлена карта тернарной диаграммы для насыщенностей.
6. Если включена карта-фильтр, то при выборе пункта "Скважины" показывается сумма по всем перфорациям, попавшим в фильтр.
7. Добавлена возможность переименовывать профили и фильтры по скважинам. Соответственно, вместо номера профиля теперь используется его имя.
8. В пользовательских арифметических выражениях можно использовать кубы масштабирования относительных фазовых проницаемостей, даже если они не были явно заданы (E1, MO), а также карты соединений аквиферов.
9. Добавлена настройка контроля точности на подписях к изолиниям.
10. Улучшена поддержка загрузки кубов из файлов формата .grdecl (теперь можно загружать данные внутри BOX / ENDBOX конструкции).
11. Добавлены карты минимума и максимума при 2D визуализации.
12. Добавлено создание фильтра скважин с учётом сводной таблицы адаптации.
13. Добавлена возможность сортировать скважины по данным из сводной таблицы адаптации.
14. Добавлена возможность присвоения пользовательского имени для ежегодного сводного отчёта.
15. Добавлена визуализация ROCKTAB (E1), KVSP (MO) данных.

16. Добавлена визуализация векторных полей для геомеханической опции.
17. Добавлена возможность сохранять снимок карты или графика в буфер обмена по нажатию кнопки фотоаппарат.
18. Добавлена возможность импортирования фильтра по скважинам из буфера обмена.
19. Множители (тыс., млн.) в таблицах и графиках теперь одинаковые для графиков на одной оси.



 Rock Flow Dynamics

Тел.: +7 (499) 409-05-00

Адрес: 117418, г. Москва, Профсоюзная ул. 25А

E-mail: tnavigator@rfdyn.ru

Для получения более актуальной информации посетите <http://rfdyn.ru>

© Rock Flow Dynamics. Все права защищены.

Версия от 15.03.2019