ЛУКОЙЛ
НЕФТЯНАЯ КОМПАНИЯ

Всегда в движении!

Опыт построения и применения интегрированных моделей

30.10.2019 г.

Агупов Михаил Андреевич
Инженер I категории отдела интегрированного моделирования

Жизненный цикл интегрированной модели

Интегрированное моделирование

Компонентное исполнение интегрированной модели (IPM PETEX)

Оперативное планирование

Упрощенная модель пласта (MBAL)

Модели скважин (Prosper)

Модель системы сбора (GAP)

Стратегическое планирование

Геолого-гидродинамическая модель (Tempest)

Интегратор (Resolve)

Модели скважин (Prosper)

Модель системы сбора (GAP)

Решаемые задачи

до 1 года

- формирование технологических режимов
- управление недоборами
- расчет потенциалов отдельных узлов
- уточнение и приоритизация ГТМ
- расчет оптимизационных мероприятий
- уточнение норм отбора
- экспертное сопровождение ИМ

от 1 года

- формирование вариантов стратегии разработки
- создание вариантов концептуальных моделей обустройства
- корректировка проектов разработки и обустройства месторождений
- расчет уровней добычи с учетом влияния наземной инфраструктуры
- формирование предложений норм отбора и программы ГТМ

Проект №1

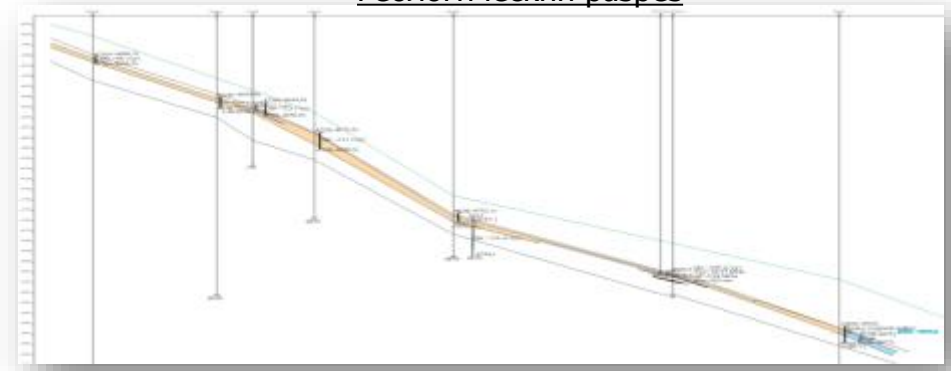
Разрабатывается с 1968 года
1 нефтяной объект
Действующий фонд 19 скважин

Задачи:

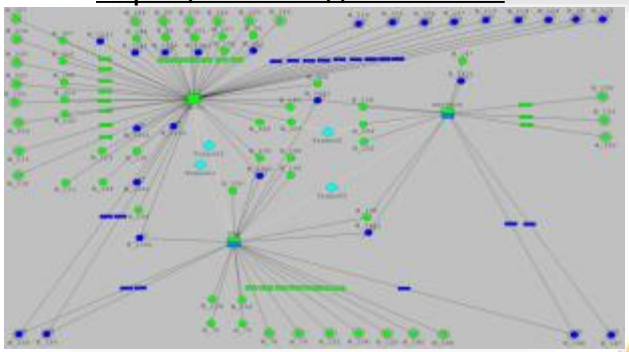
- Оценка эффективности системы ППД (закачка воды), поиск оптимальных режимов работы
- Оценка влияния наземной инфраструктуры на расчетные показатели добычи
- Оценка проектных решений по техническому переоснащению системы сбора
- Тестирование систем мониторинга в реальном времени (WebScada)

! Отсутствие в залежи собственной воды

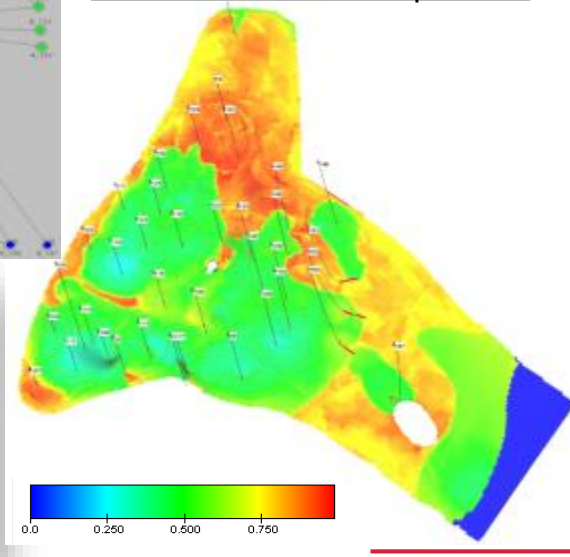
Геологический разрез



Упрощенная модель пласта



Текущая нефтенасыщенность Задонско-Елецкого горизонта



Проект №1

Оценка влияния нагнетательных скважин на добывающие

↓

Комплексный анализ разработки

↓

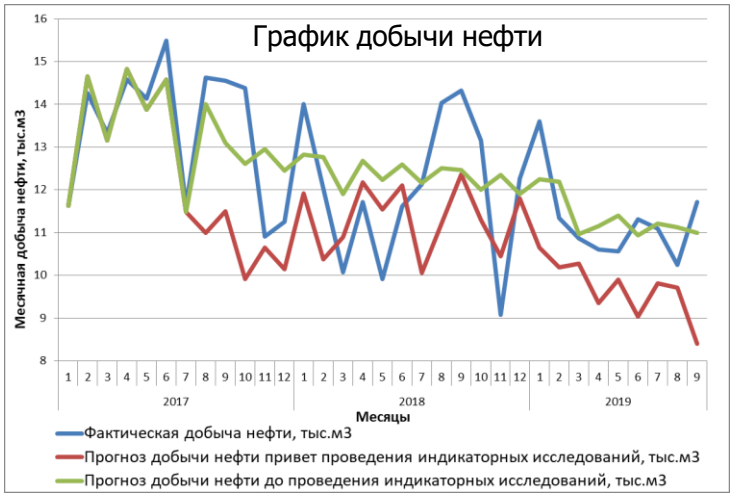
Индикаторные исследования

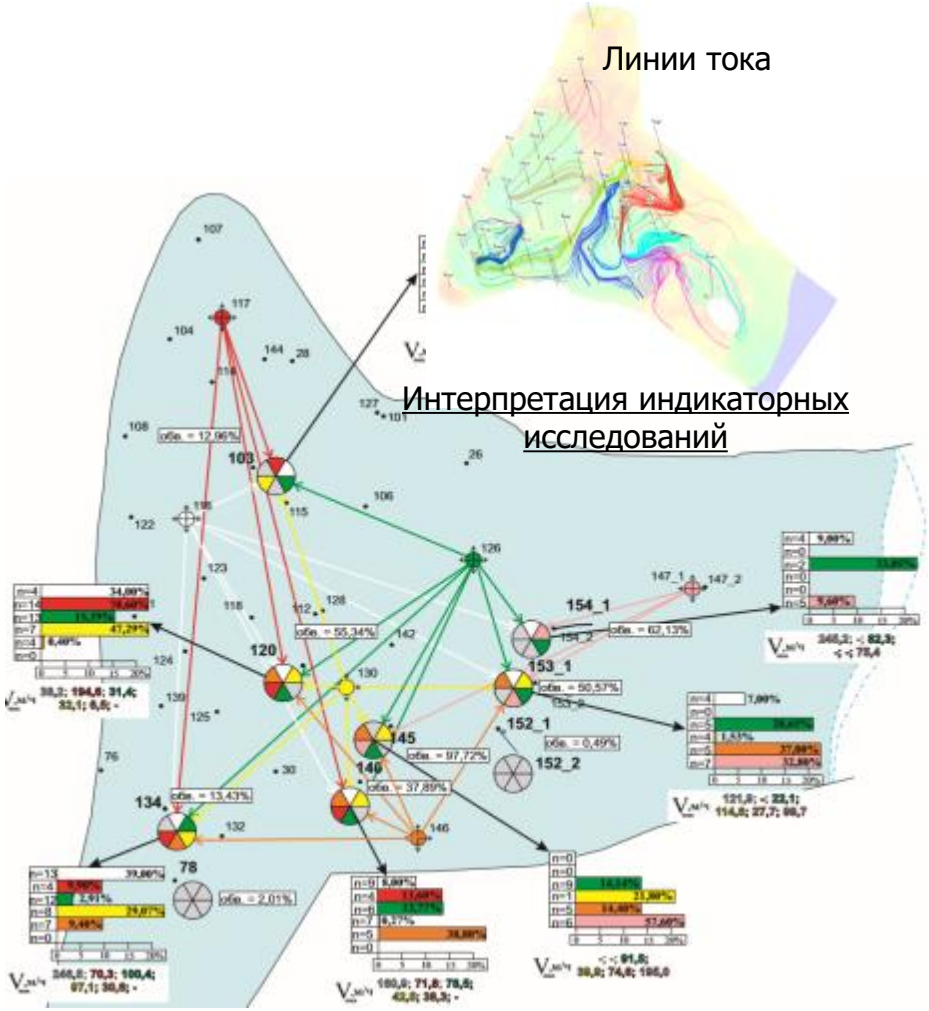
↓

Переадаптация ГГДМ по результатам исследований

↓

Увеличение качества прогноза





! Адаптация по результатам индикаторных исследований

ЛУКОЙЛ

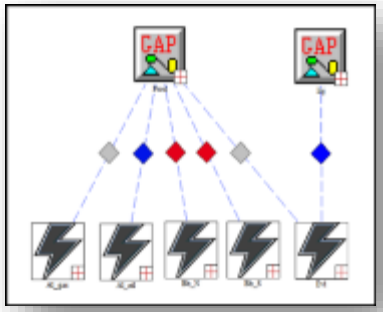
Проект №2

Разрабатывается с 1990 года
3 нефтяных и 5 газовых объектов
Действующий фонд 47 скважин,
из них 30 фонтанных

Задачи:

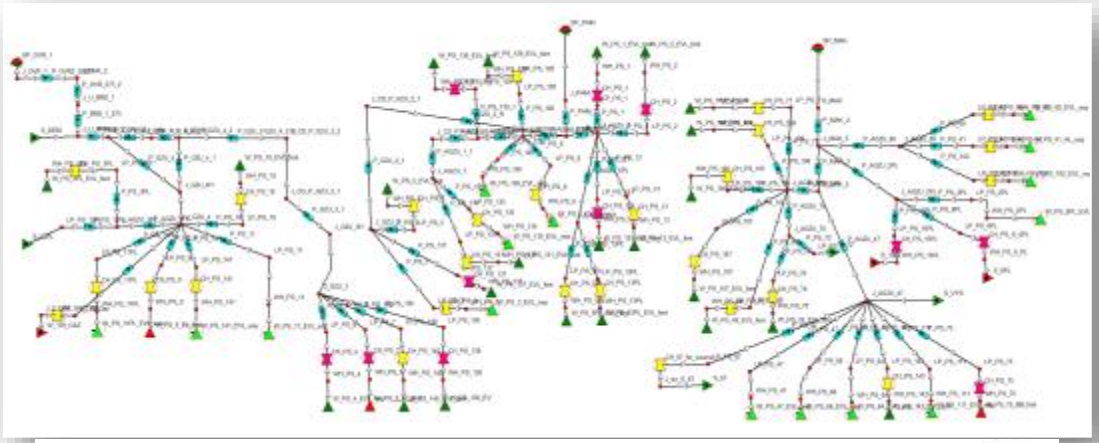
- Оценка взаимовлияния нефтяного и газового фонда в условия единой системы транспорта продукции
- Оценка влияния наземной инфраструктуры на расчетные показатели добычи
- Продление сроков фонтанирования скважин

Схема интеграции в конфигурации с ГГДМ

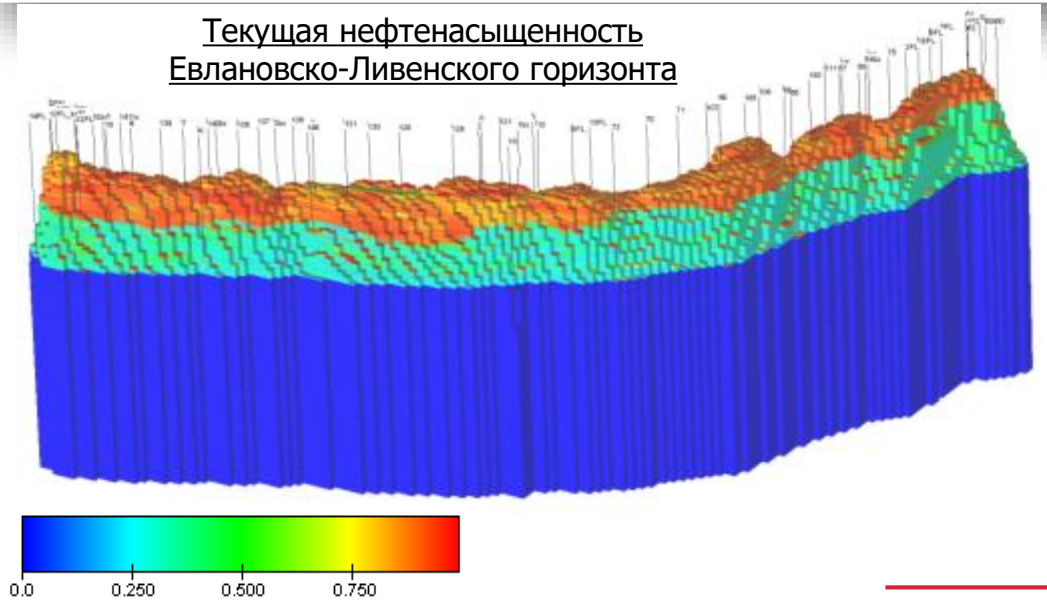


! Низкие фактические депрессии

Схема транспорта продукции



Текущая нефтенасыщенность
Евлановско-Ливенского горизонта



ЛУКОЙЛ

Проект №2

Основная особенность месторождения - работа фонтанных скважин с низкими депрессиями на пласт и скопление воды на забоях скважин, нестабильное водопроявление в устьевых пробах.

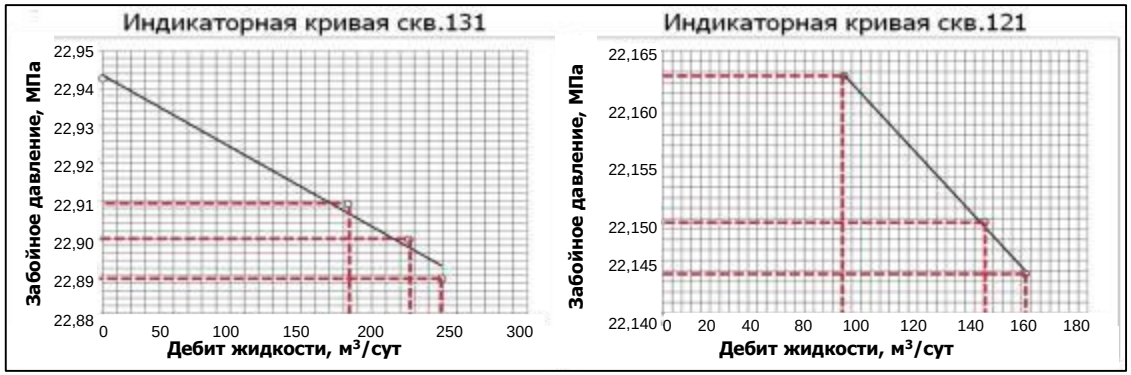
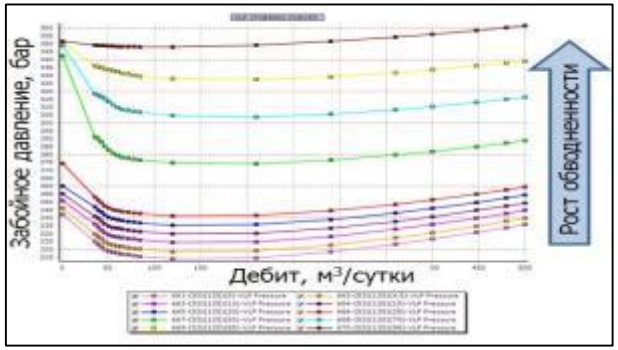


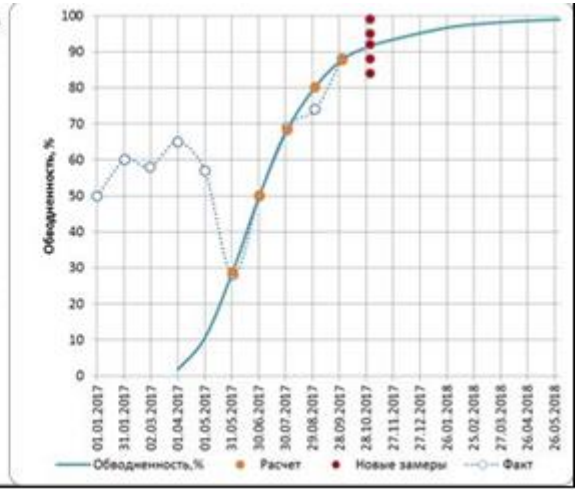
График влияния обводненности на забойное давление



Графики пересечений характеристических кривых для обводненности

График фактической динамики обводненности

График расчета обводненности на фактические и новые показатели



! Применение сглаживающей функции

Проект №3

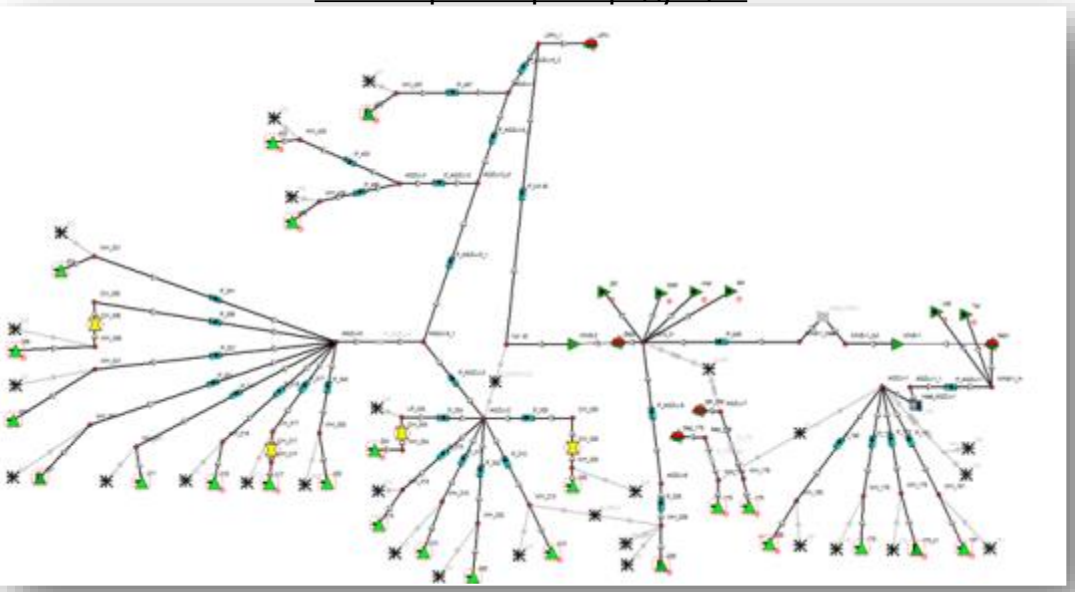
Разрабатывается с 2008 года
3 нефтяных объекта (по 3 купола)
Действующий фонд 24 скважины

! Высоковязкая нефть μ=402,8 мПа•с

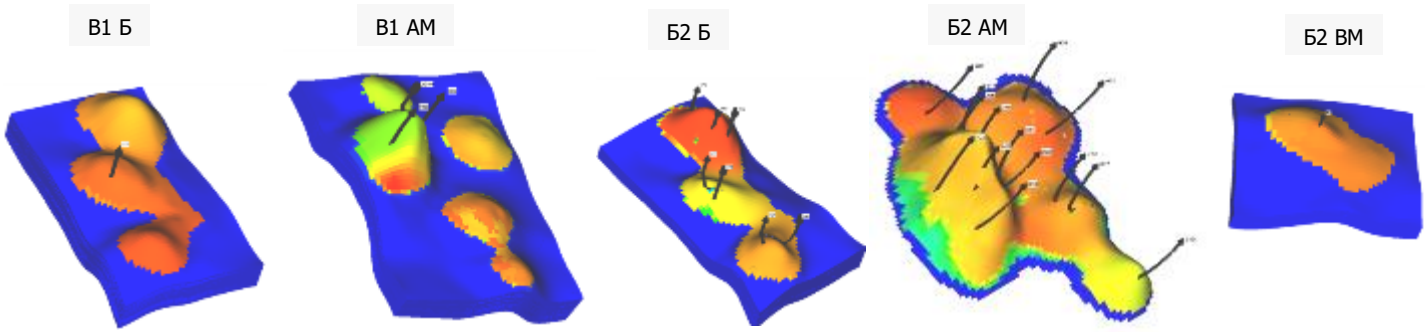
Задачи:

- Оценка эффективности внедрения ППД
- Оценка эффективности проектного фонда скважин
- Подбор оптимальных точек подачи растворителя для обеспечения стабильного транспорта УВ в условиях высокой вязкости
- Оценка влияния наземной инфраструктуры на расчетные показатели добычи

Схема транспорта продукции



Текущие нефтенасыщенности по куполам



ЛУКОЙЛ

Проект №3

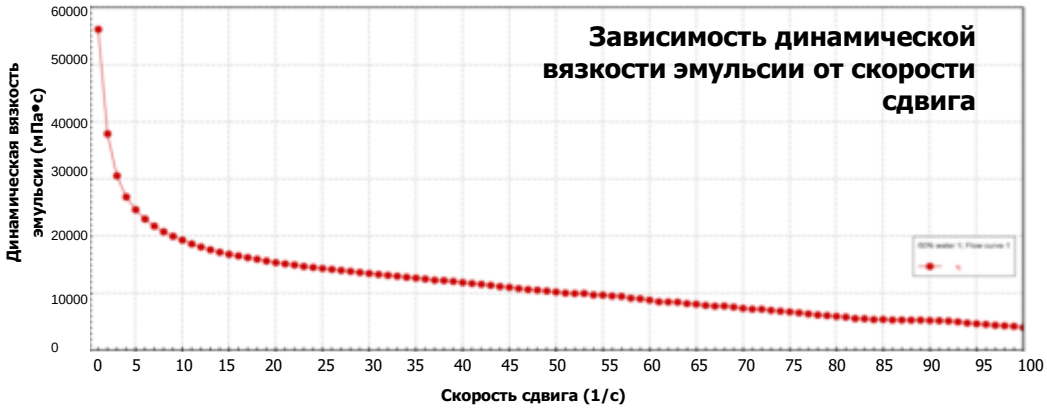
Оценка влияния вязкости нефти на параметры работы УЭЦН

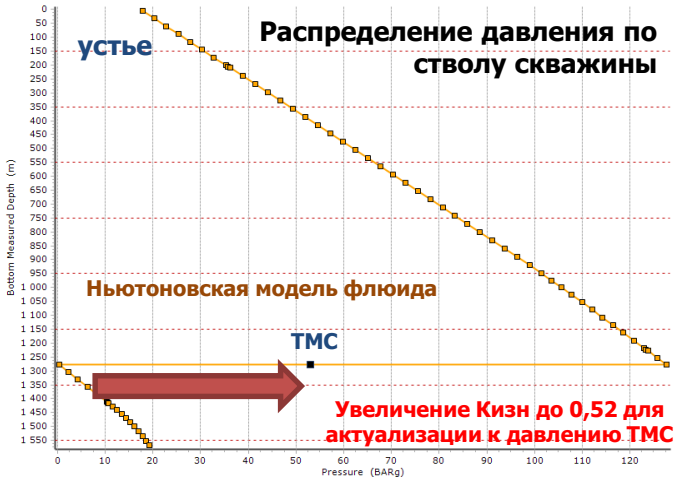
Высокий коэффициент износа → Реологические исследования → Использование модели неньютоновской жидкости → Корректный коэффициет износа

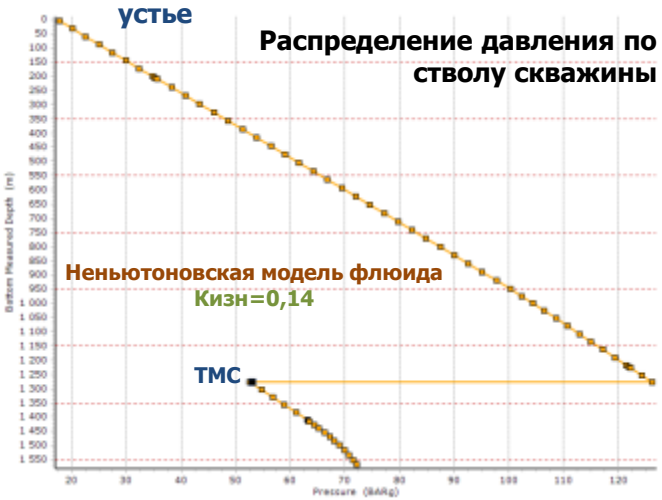
Скважина 3 (наработка 300 сут.)

Результаты адаптации :

Модель флюида	Коэффициент износа насоса
Ньютоновская	**0,52**
Неньютоновская	**0,14**







! Применение модели неньютоновской жидкости для настройки модели скважин

Проект №4

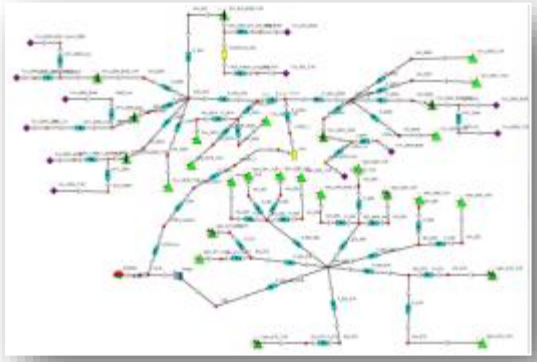
Разрабатывается с 2006 года
5 нефтяных объектов
Действующий фонд 42 скважины

! Одновременно-раздельная добыча (ОРД),
Водогазовое воздействие (ВГВ)

Задачи:

- Оценка эффективности системы ППД (расчет вариантов циклической закачки)
- Оценка эффективности проектного фонда скважин
- Оценка влияния наземной инфраструктуры на расчетные показатели добычи

Схема транспорта продукции



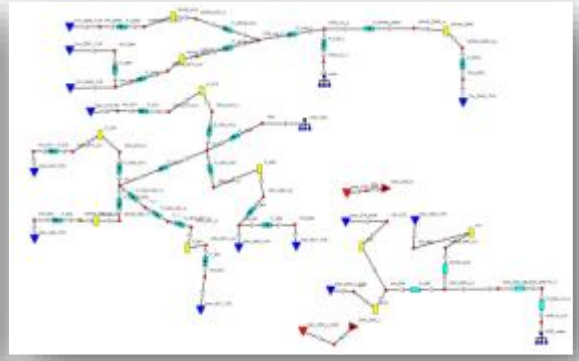
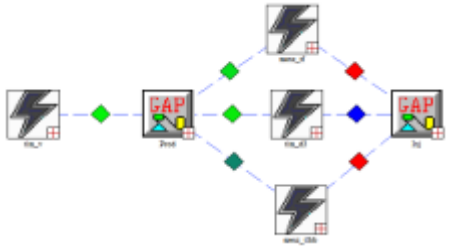
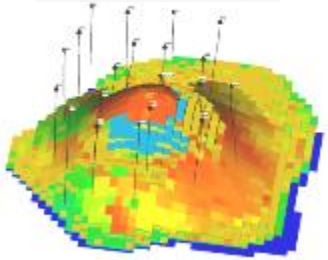


Схема интеграции в конфигурации с ГГДМ

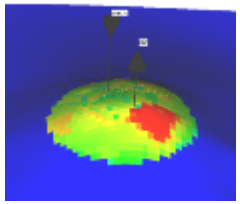


Текущие нефтенасыщенности

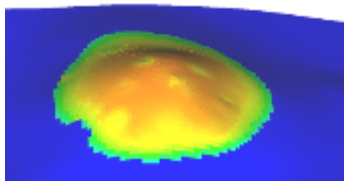
Месторождение 1 Т-Фм



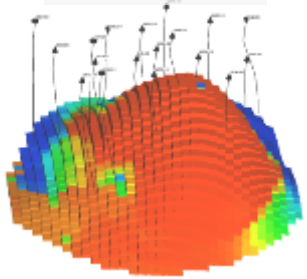
Месторождение 1 Тл-Бб



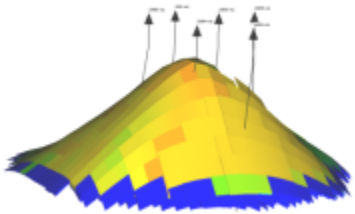
Месторождение 1 Вр-Бш



Месторождение 2 D3



Месторождение 2 vizey



Проект №4

Схема скважин ОРД в GAP

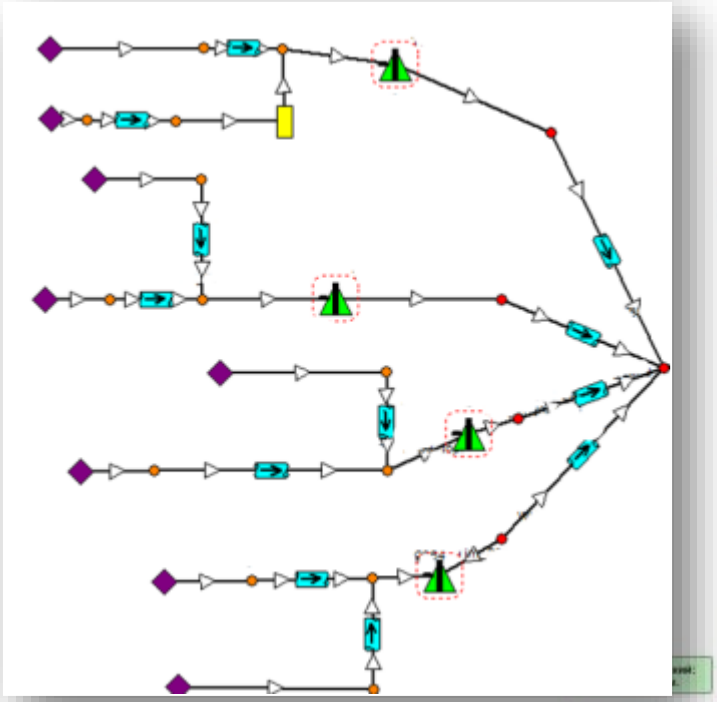
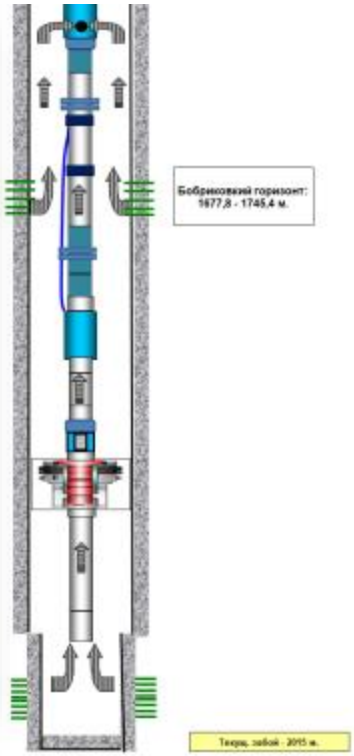


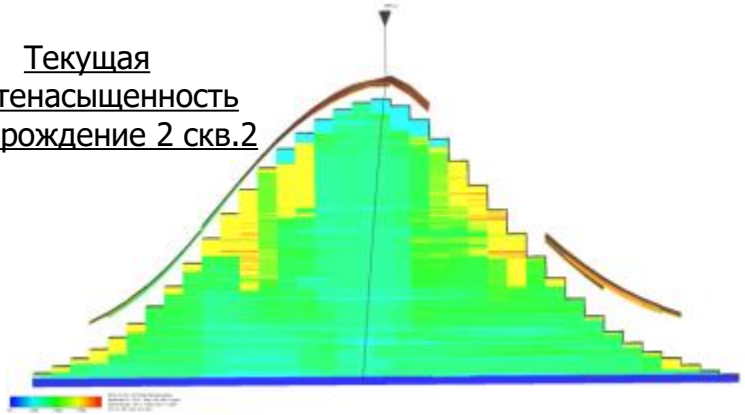
Схема ГНО скв.1



Установка ВГВ

Циклическая закачка водогазовой смеси

Текущая нефтенасыщенность месторождение 2 скв.2



Создание моделей скважин с оборудованием для ОРД

! Сформированы подходы для создания моделей скважин с ОРД и водогазового воздействия

Проект №5

Разрабатывается с 2009 года
6 нефтяных объектов
Действующий фонд 150 скважин

! Сверхнизкая проницаемость - 0,87 x10^{-3} мкм^2

Задачи:

- Оценка проектных решений по системе сбора и транспорта
- Оценка эффективности ППД (с точки зрения энергетического состояния залежи)

Схема проведения МГРП

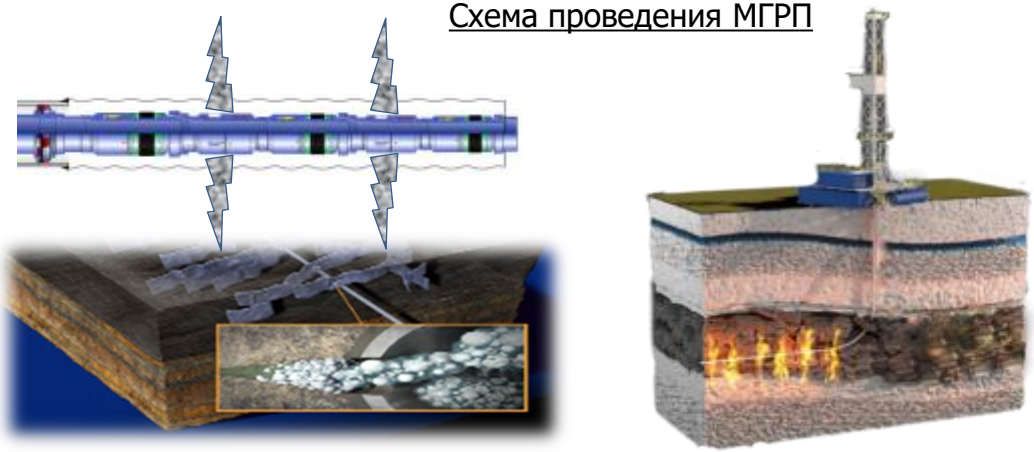
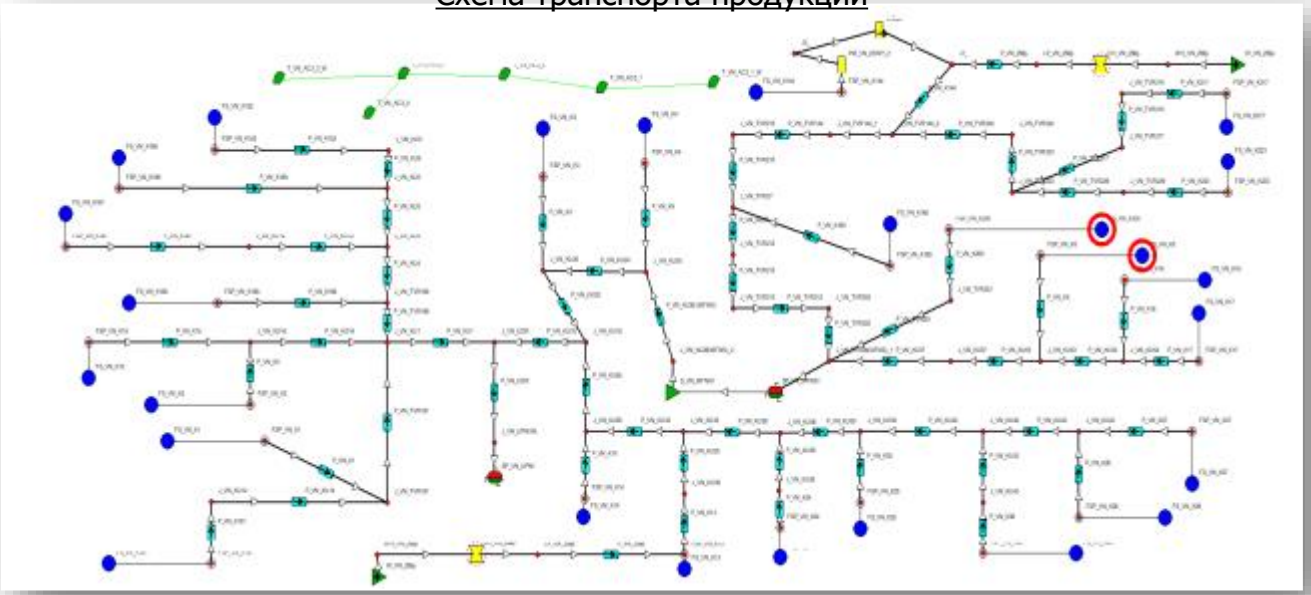


Схема транспорта продукции



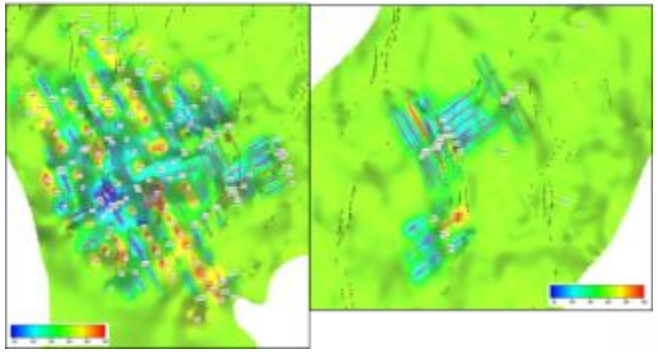
ЛУКОЙЛ

Проект №5

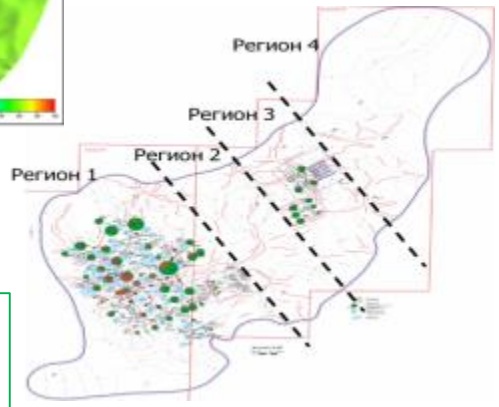
Особенности месторождения:

- целевая залежь (пласт $АС_3$) имеет большую площадь (более 800 млн. м^2);
- коллектор сверхнизкопроницаемый (0,87 х10^{-3} мкм^2);
- нефть маловязкая (0,77 мПа·с);
- залежь имеет два разбуренных участка, находящихся на большом (~4000м) расстоянии друг от друга;
- разработка ведется горизонтальными скважинами (длина ГС 1000 м) с МГРП;
- разрабатывается на режиме поддержания пластового давления (ППД) путем закачки воды в пласт;
- радиус дренирования скважин (~100м)
- действующий фонд скважин на момент построения модели - 150 единиц.

Карта пластовых давлений из ГДМ

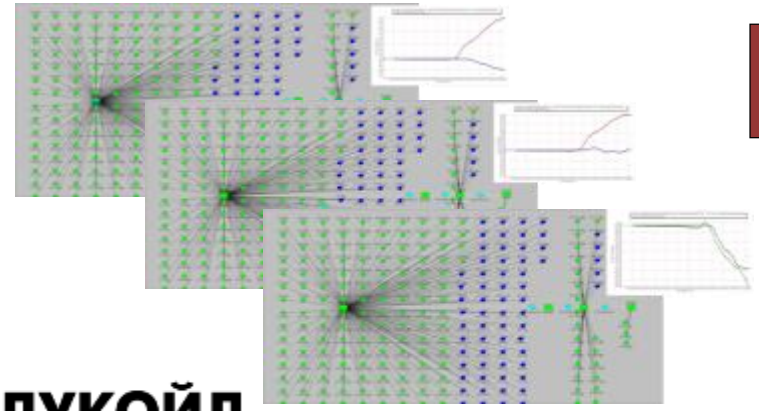


Карта накопленных отборов

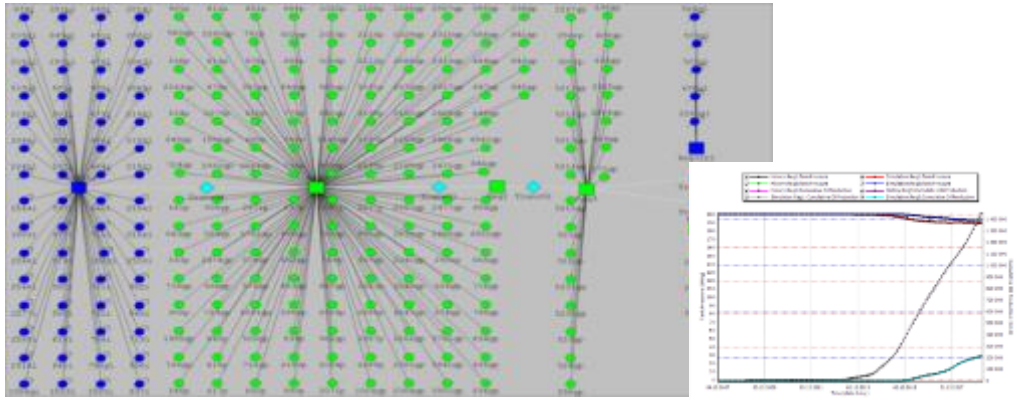


! Создан подход к построению моделей материального баланса для месторождений со сверхнизкой проницаемостью

Варианты построения упрощенной модели пласта



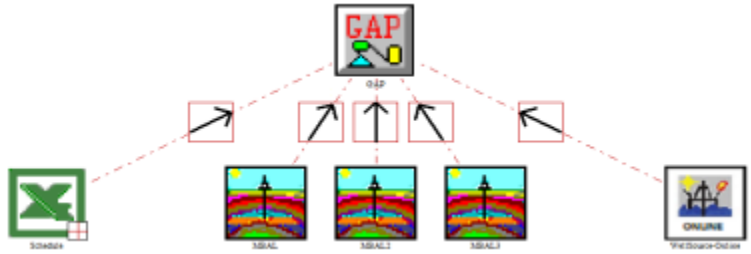
Итоговый вариант упрощенной модели пласта



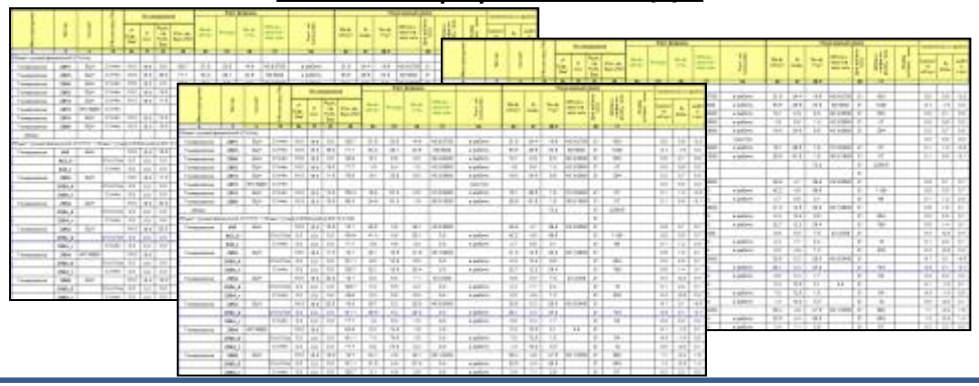
ЛУКОЙЛ

Пример автоматизации процессов построения ИМ

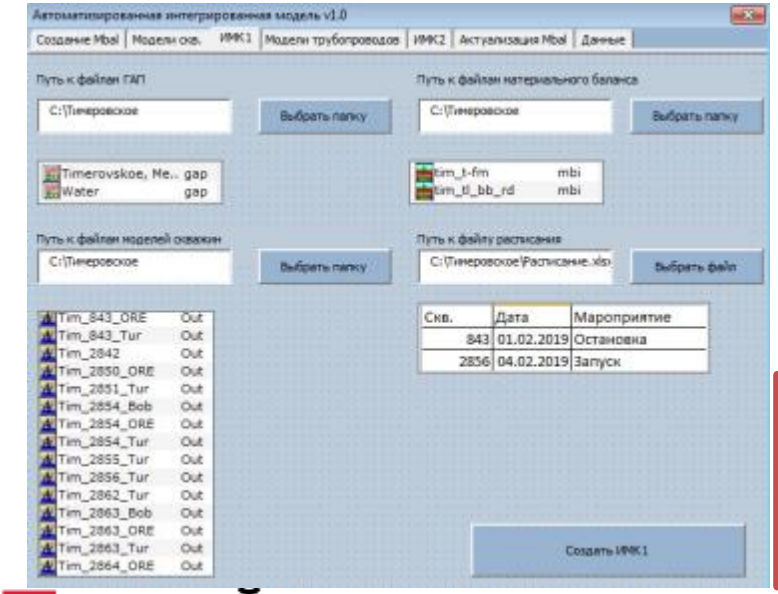
Схема построения интегрированной модели



Вывод в форме ТР НГДО

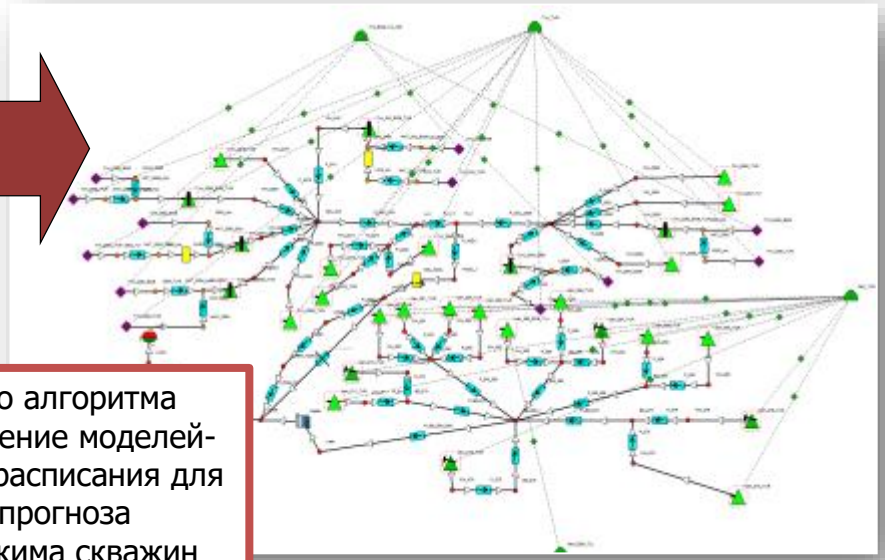


Интерфейс загрузки данных



VBA-макрос

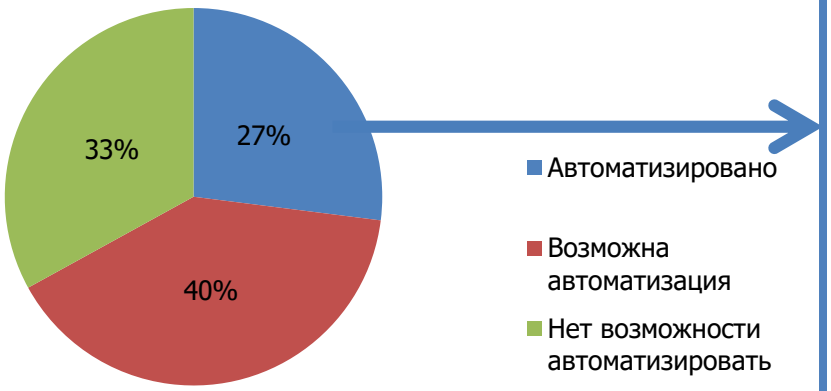
Интегрированная модель



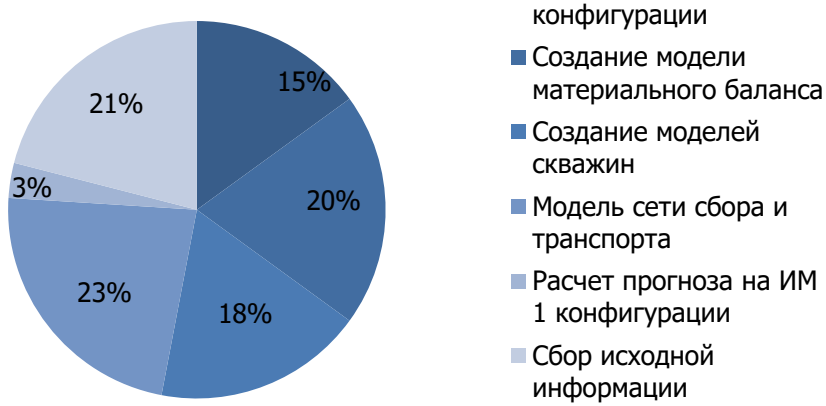
При помощи данного алгоритма производится объединение моделей-компонент, занесение расписания для скважин, расчет прогноза технологического режима скважин

Технологическая эффективность применения автоматизации

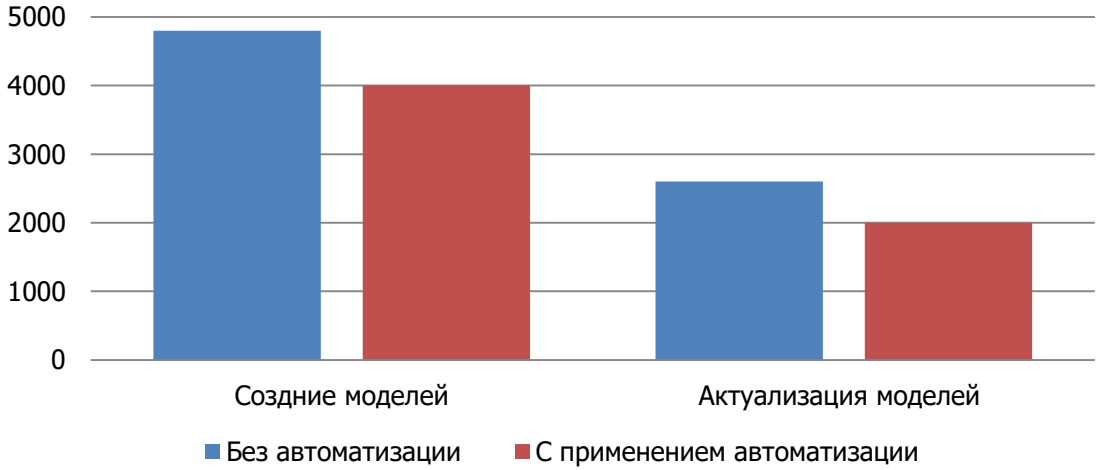
Автоматизированные операции



Автоматизация жизненного цикла ИМ



Сокращение времени создания и актуализации ИМ от применения автоматизации



Итоги работы

- Совершенствование интегрированных моделей с использованием новых подходов для случаев:

  - отсутствия пластовой воды в залежи и наличия системы ППД
  - низких фактических депрессий
  - высокой вязкости нефти
  - одновременно-раздельной добычи
  - водогазового воздействия
  - сверхнизкой проницаемости пород
  - малоэффективной закачкой

- Автоматизированы операции по созданию и актуализации ИМ

ЛУКОЙЛ
НЕФТЯНАЯ КОМПАНИЯ

Всегда в движении!