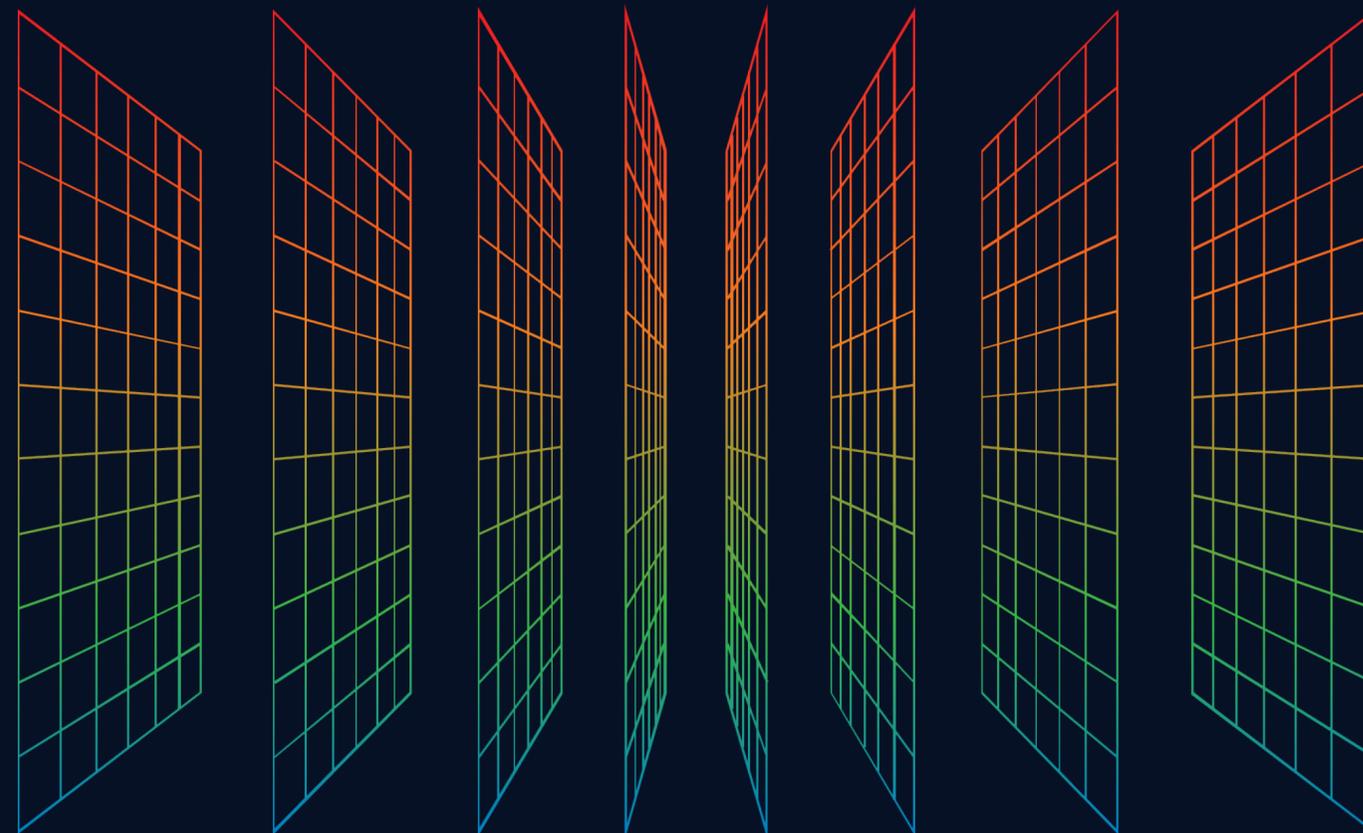


Адаптация моделей Материального баланса



Роман Шакиров

2023г.



Содержание

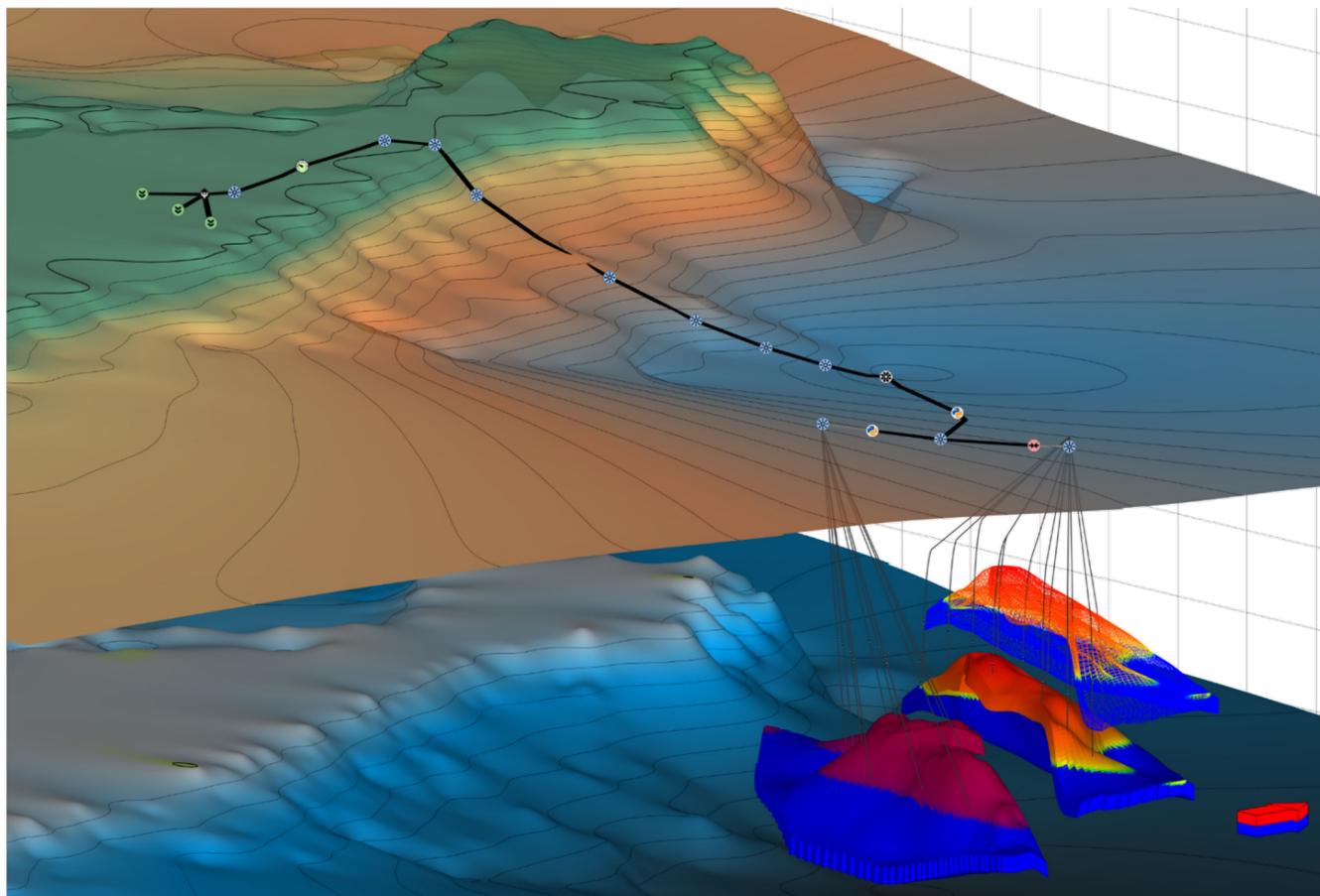
- Введение
- Подходы к адаптации моделей МБ
- Создание проекта модели МБ
- Подготовка проекта к адаптации
- Настройка модели

Содержание

Введение

Полномасштабная модель пласта

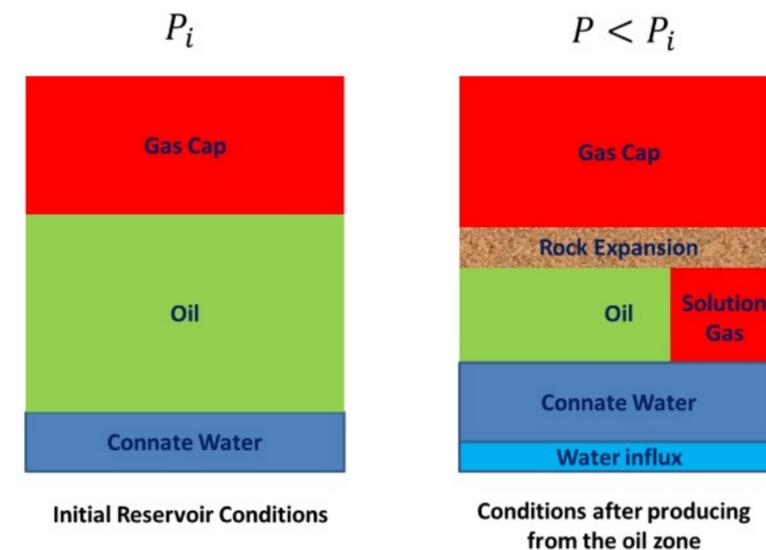
- Детальная физическая модель
- Учет всех геологических особенностей пласта
- Время счета напрямую зависит от размера и сложности модели



Модель материального баланса

- Упрощенная физическая модель на основе УМБ
- Упрощенная модель пласта без учета геологических особенностей
- Минимальное время счета

$$\begin{aligned}
 & \text{Secondary Drive Indices} \\
 & \text{Gas Injection} \quad \text{Water Injection} \\
 & (G_p - G_i) \left(\frac{B_g - B_o R_v}{1 - R_v R_s} \right) + N_p \left(\frac{B_o - B_g R_s}{1 - R_s R_v} \right) + (W_p - W_i) B_w = \\
 & \text{Solution Gas Drive} \quad \text{Rock Compaction Drive} \\
 & \text{Primary Drive Indices} \quad G_i (B_{tg} - B_{tgi}) + N_i (B_{to} - B_{toi}) + W_i (B_w - B_{wi}) + V_f c_f (P_i - P) + W_e \\
 & \text{Gas Cap Drive} \quad \text{Connate Water Expansion} \quad \text{Water Drive} \\
 & \text{Reservoir Expansion (rb)}
 \end{aligned}$$



Модель МатБаланса

Модель материального баланса [МБ] представлена в виде простейшей гидродинамической модели.

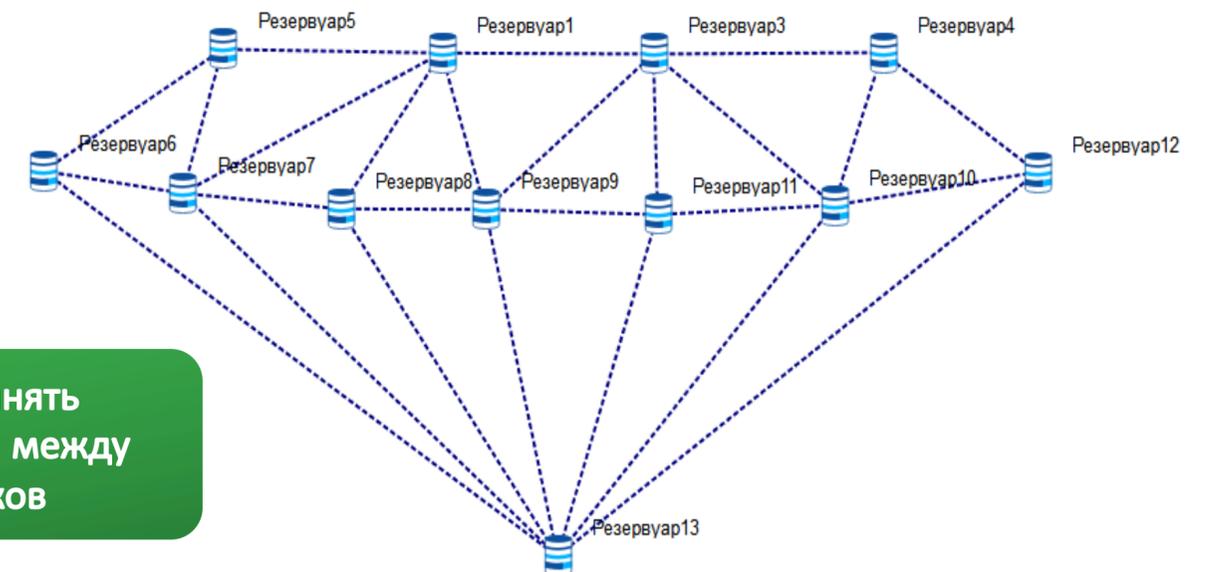
Расчет происходит не на полномасштабной сеточной модели пласта, а на упрощенной модели пласта, представляющей собой 1 блок сетки с назначенными параметрами резервуара и объемами запасов

Взаимодействие скважины и модели резервуаров



Модель Матбаланса:

- объединяет неограниченное количество резервуаров, между которыми поддержан расчет перетоков с заданными проводимостями;
- рассчитывается в полностью неявном виде [в основе расчетного ядра – физическая модель, созданная на базе подходов Симулятора]
- Для расчета притока скважин используются либо исторические дебиты, либо модели притока на основе IPR



Модель МатБаланса позволяет объединять неограниченное количество резервуаров, между которыми поддержан расчет перетоков

Преимущества

-  **Скорость работы и простота использования**
-  **Инструменты автоматизации создания и модификации проектов**
-  **Конвертация из ГДМ в режиме одной кнопки, поддержка различных форматов исходных данных**

Вкладка Схема – интерактивное создание проекта

- Интерактивное создание объектов:
 - Скважин
 - Резервуаров
 - Аквиферов
- Интерактивное определение связей между резервуарами
 - Проводимость
 - Направление
 - Перепад давления
- Запуск автоадаптации
- Настройки визуализации и автоматического расположения объектов

Продуктивные пласты:

#	Резервуар
1	Резервуар 1
2	Резервуар 2
3	Резервуар 3
4	Резервуар 4

Проводимость, сП.пласт.м3/сут/бар:

	Имя	Значение
1	"Резервуар 1" ...	10000
2	"Резервуар 2" ...	10000
3	"Резервуар 3" ...	10000

Резервуар

	Давление, бар	Опорная глуб...	Сжимаемость ...	Свойства флю...	Rs, ст.м3/ст.м3	Давление нас...	Rv,
Резервуар 1	200	2000	1e-05	На основе о...	86	162.680145	
Резервуар 2	200	2000	1e-05	На основе о...	86	162.680145	
Резервуар 3	200	2000	1e-05	На основе о...	86	162.680145	
Резервуар 4	200	2000	1e-05	На основе о...	86	162.680145	

Объемы и запасы

	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	На
Резервуар 1	Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100
Резервуар 2	Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100
Резервуар 3	Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100
Резервуар 4	Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100

Объекты и связи, заданные на
Схеме, определяют параметры
расчетного варианта

Вкладка Схема – интерактивное создание проекта

Добавить Резервуар

Создать Резервуар
Reservoir1

Выбрать существующий Резервуар:

- Tank_1
- Tank_2
- Tank_3
- Tank_4
- Tank_5
- Tank_6
- Tank_7
- Tank_8
- Tank_9
- Tank_10

OK Отмена

Схема

Скважина 1, Скважина 2, Скважина 3, Скважина 4

Резервуар 1, Резервуар 2, Резервуар 3, Резервуар 4

Аквифер 1, Аквифер 2, Аквифер 3, Аквифер 4

Продуктивные пласты:

#	Резервуар
1	Резервуар 1
2	Резервуар 2
3	Резервуар 3
4	Резервуар 4

Проводимость, сП.пласт.м3/сут/бар:

	Имя	Значение
1	"Резервуар 1" ...	10000
2	"Резервуар 2" ...	10000
3	"Резервуар 3" ...	10000

Резервуар

Резервуар	Давление, бар	Опорная глуб...	Сжимаемость ...	Свойства флю...	Rs, ст.м3/ст.м3	Давление нас...	Rv,	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	На
Резервуар 1	200	2000	1e-05	На основе о...	86	162.680145		Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100
Резервуар 2	200	2000	1e-05	На основе о...	86	162.680145		Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100
Резервуар 3	200	2000	1e-05	На основе о...	86	162.680145		Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100
Резервуар 4	200	2000	1e-05	На основе о...	86	162.680145		Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100

Объемы и запасы

Резервуар	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	На
Резервуар 1	Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100
Резервуар 2	Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100
Резервуар 3	Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100
Резервуар 4	Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100

0%

731 18 670 0

Вкладка Схема – интерактивное создание проекта

Добавить Резервуар

Создать Резервуар
Reservoir1

Выбрать существующий Резервуар:

- Tank_1
- Tank_2
- Tank_3
- Tank_4
- Tank_5
- Tank_6
- Tank_7
- Tank_8
- Tank_9
- Tank_10

OK Отмена

Свойства проводимости

	Имя	Проводимость, сП.пласт.м3/сут/б...	Направление	Пороговое давлен... бар
1	"Резервуар 2" -> "Резервуар 3"	10000	Из "Резервуар 2" в "Резервуар 3"	0
2	"Резервуар 1" -> "Резервуар 2"	10000	Из "Резервуар 1" в "Резервуар 2"	20
3	"Резервуар 3" -> "Резервуар 4"	10000	Из "Резервуар 3" в "Резервуар 4"	150

Заккрыть

Продуктивные пласты:

- Резервуар
- 1 Резервуар 1
- 2 Резервуар 2
- 3 Резервуар 3
- 4 Резервуар 4

Проводимость, сП.пласт.м3/сут/бар:

	Имя	Значение
1	"Резервуар 1" ...	10000
2	"Резервуар 2" ...	10000
3	"Резервуар 3" ...	10000

Резервуар

Резервуар	Давление, бар	Опорная глуб...	Сжимаемость ...	Свойства флю...	Rs, ст.м3/ст.м3	Давление нас...	Rv,
Резервуар 1	200	2000	1e-05	На основе о...	86	162.680145	
Резервуар 2	200	2000	1e-05	На основе о...	86	162.680145	
Резервуар 3	200	2000	1e-05	На основе о...	86	162.680145	
Резервуар 4	200	2000	1e-05	На основе о...	86	162.680145	

Объемы и запасы

Резервуар	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	На
Резервуар 1	Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100
Резервуар 2	Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100
Резервуар 3	Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100
Резервуар 4	Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100

0%

731 18 670 0

Вкладка Схема – интерактивное создание проекта

Добавить Резервуар

Создать Резервуар
Reservoir1

Выбрать существующий Резервуар:

- Tank_1
- Tank_2
- Tank_3
- Tank_4
- Tank_5
- Tank_6
- Tank_7
- Tank_8
- Tank_9
- Tank_10

OK Отмена

Добавить аквифер

Создать аквифер
AquiferSettings1

Select an Existing Aquifer

- Аквифер 1
- Аквифер 3
- Аквифер 2
- Аквифер 4

OK Отмена

Свойства проводимости

	Имя	Проводимость, сП.пласт.м3/сут/б...	Направление	Пороговое давл... бар
1	"Резервуар 2" -> "Резервуар 3"	10000	Из "Резервуар 2" в "Резервуар 3"	0
2	"Резервуар 1" -> "Резервуар 2"	10000	Из "Резервуар 1" в "Резервуар 2"	20
3	"Резервуар 3" -> "Резервуар 4"	10000	Из "Резервуар 3" в "Резервуар 4"	150

Закреть

Свойства аквифера

Тип аквифера: Картер-Трейси

Дополнительные настройки аквифера

Тип геометрии аквифера
<По умолчанию>

Отношение внутреннего радиуса к внешнему радиусу аквифера
2

Настройки по ограничению потока
<По умолчанию>

Настройки капиллярного давления
<По умолчанию>

Учитывать гравитационный эффект

Солвер аквифера
<По умолчанию>

Параметр солвера аквифера

	Заголовок	Значение	Ед.изм.
1	Опорная глубина	2000	м
2	Начальное давление на базовой ...	0	бар абс.
3	Проницаемость	100	мДарси
4	Пористость		
5	Общая сжимаемость аквифера	1e-05	1/бар
6	Внутренний радиус	5000	м
7	Мощность	20	м
8	Угол влияния	360	
9	Номер таблицы PVT для воды		
10	Номер таблицы для функции ...		
11	Начальная концентрация соли		кг/ст.м3
12	Начальная температура		С
13	Запретить обратный переток		

Закреть

Объемы и запасы

Имя	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	На
Резервуар 1	Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100
Резервуар 2	Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100
Резервуар 3	Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100
Резервуар 4	Задано	0.2	0	500000	0	100000000	100

Продуктивные пласты:

- Резервуар 1
- Резервуар 2
- Резервуар 3
- Резервуар 4

Проводимость, сП.пласт.м3/сут/бар:

	Имя	Значение
1	"Резервуар 1" ...	10000
2	"Резервуар 2" ...	10000
3	"Резервуар 3" ...	10000

731 18 670 0

Вкладка Схема – интерактивное создание проекта

Свойства проводимости

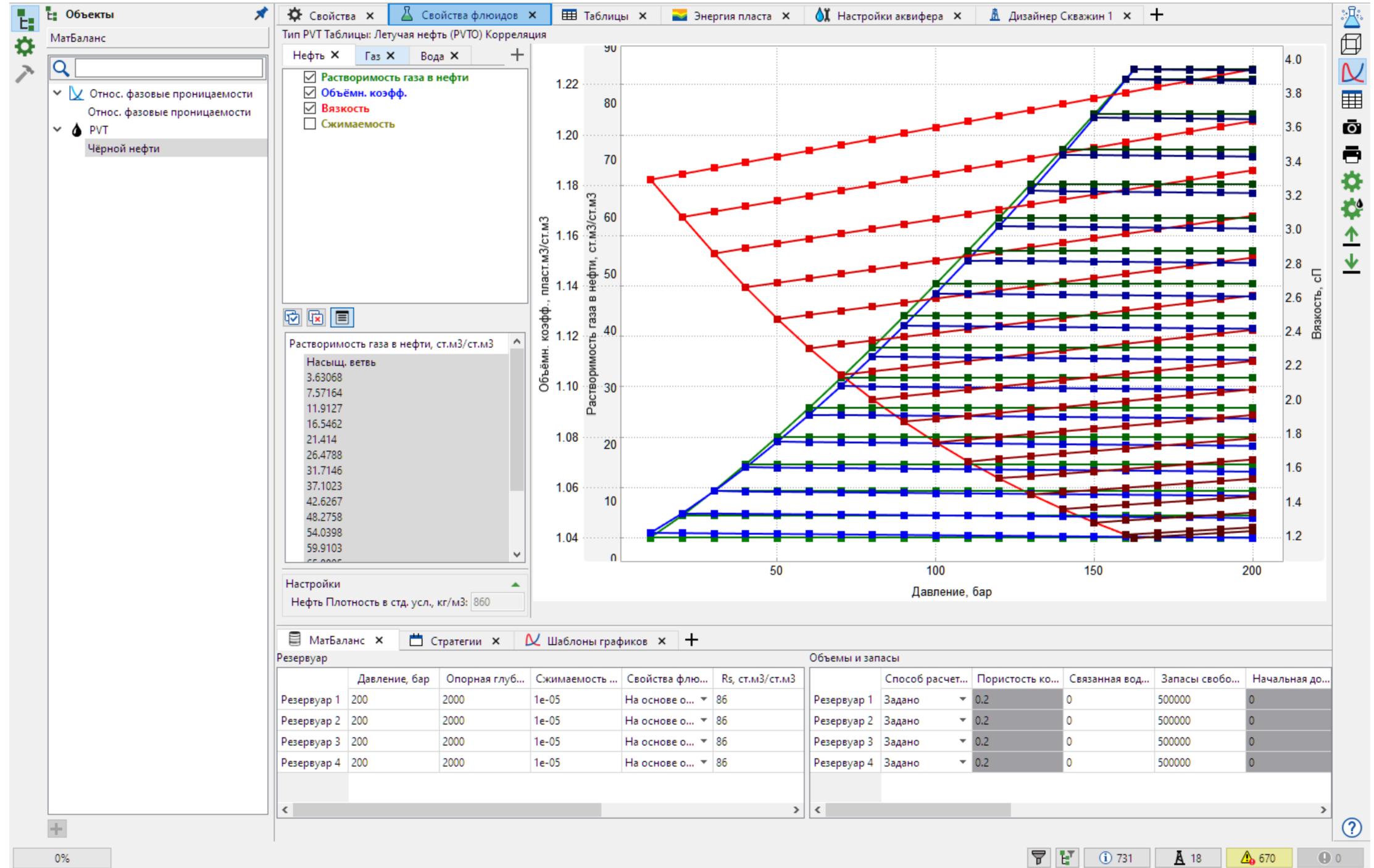
Имя	Проводимость, сП.пласт.м3/сут/б...	Направление	Пороговое давл... бар
1 "Резервуар 2" -> "Резервуар 3"	10000	Из "Резервуар 2" в "Резервуар 3"	0
2 "Резервуар 1" -> "Резервуар 2"	10000	Из "Резервуар 1" в "Резервуар 2"	20
3 "Резервуар 3" -> "Резервуар 4"	10000	Из "Резервуар 3" в "Резервуар 4"	150

Свойства аквифера

Заголовок	Значение	Ед.изм.
1 Опорная глубина	2000	м
2 Начальное давление на базовой ...	0	бар абс.
3 Проницаемость	100	мДарси
4 Пористость		
5 Общая сжимаемость аквифера	1e-05	1/бар
6 Внутренний радиус	5000	м
7 Мощность	20	м
8 Угол влияния	360	
9 Номер таблицы PVT для воды		
10 Номер таблицы для функции ...		
11 Начальная концентрация соли		кг/ст.м3
12 Начальная температура		С
13 Запретить обратный переток		

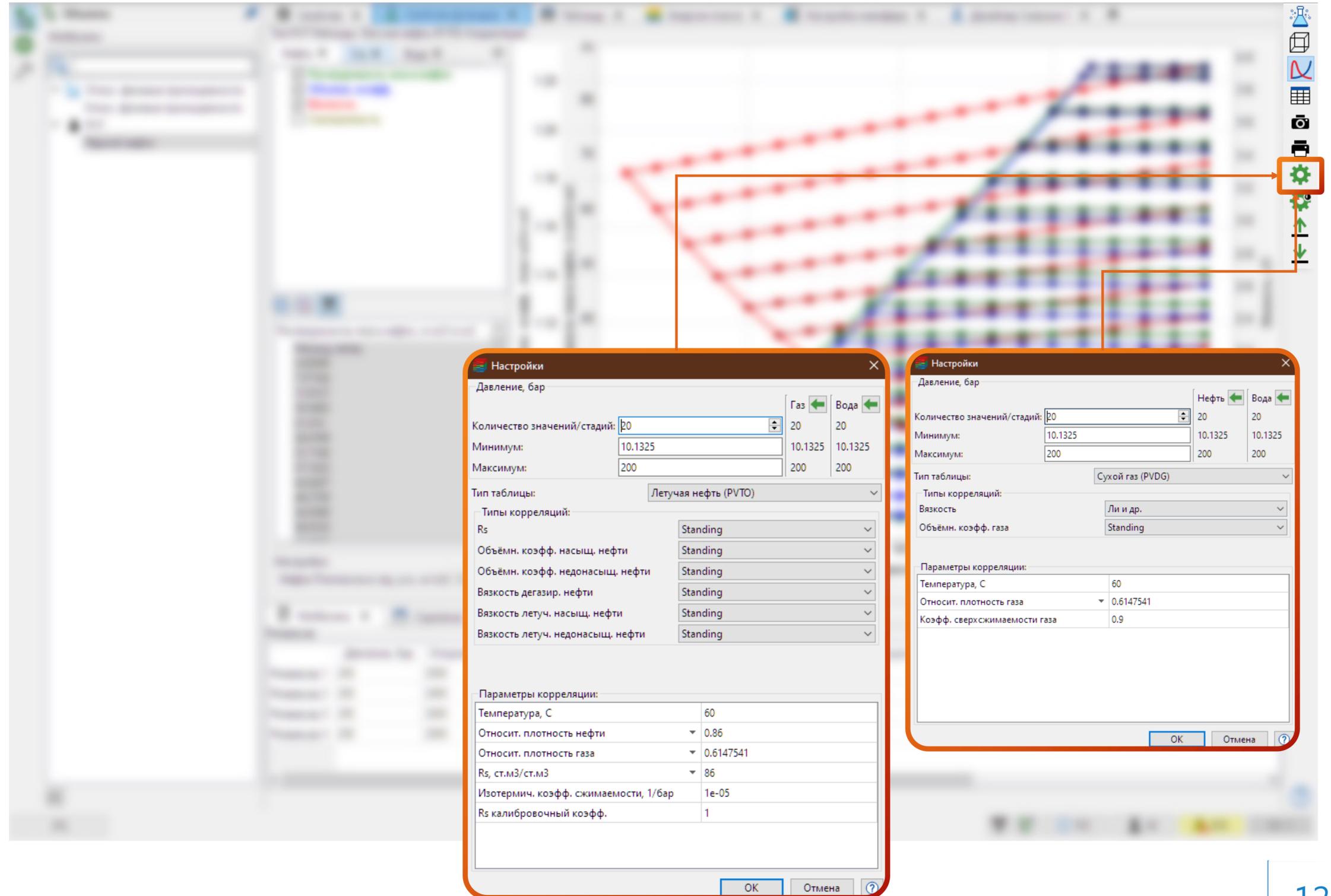
PVT-данные

- Поддержаны различные способы определения PVT-свойств:
 - Корреляции [Standing, Lasater итд.]
 - Подключение готовых проектов PVT-Дизайнера
 - Импорт таблиц
 - Адаптация на результаты лабораторных экспериментов



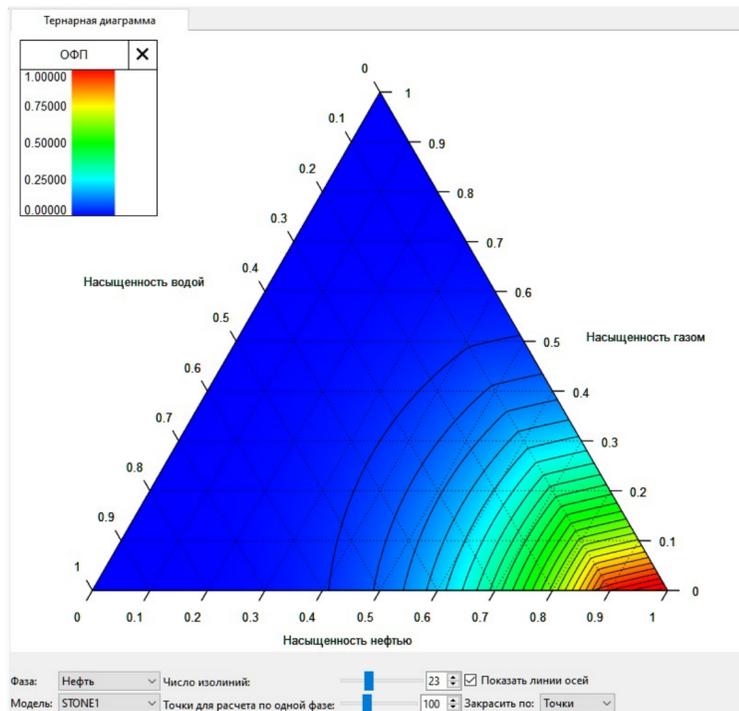
PVT-данные

- Поддержаны различные способы определения PVT-свойств:
 - Корреляции [Standing, Lasater итд.]
 - Подключение готовых проектов PVT-Дизайнера
 - Импорт таблиц
 - Адаптация на результаты лабораторных экспериментов



ОФП-данные

- Поддержаны различные способы определения относительных фазовых проницаемостей:
- Корреляции [Corey, LET], Подключение готовых проектов ОФП-Дизайнера, Импорт таблиц [SWOF/SGOF итд]
- Множественное редактирование вариантов ОФП
- Поддержана адаптация ОФП на по данным добычи



Объекты: МатБаланс

Настройки: RP Project Variant 1 Matched by MBA for result "Result_2_aqu"

Свойства: Вода/Нефть vs Насыщ, водой (Corey) + Газ/Нефть vs Насыщ, газом (Corey)

Показать производные: Вода/нефть, Газ/нефть

Пребывающий вариант конфигурации

Опции:

Имя варианта	Нефть/Газ/Вода
Тип модели	Нефть/Газ/Вода
Тип ключ. слов	Корреляция Corey
Предустановленный тип	Корреляция Corey
Исп. таблицу для капиллярн. давления	Корреляция LET
Исп. модель Бейкера для воды	Функции насыщенности (Семейство 1)
Исп. модель Бейкера для газа	Функции насыщенности (Семейство 2)
Add Miscible	<input type="checkbox"/>
Исп. насыщенности жидкостью	<input type="checkbox"/>

Исп. j-функцию вместо кап. давления: Исп. j-функцию вместо кап. давления:

Параметр	Значение	Параметр	Значение
1 SWL, минимальная насыщенность водой	0	1 SGL, минимальная насыщенность газом	0
2 SWU, максимальная насыщенность водой	1	2 SGU, максимальная насыщенность газом	1
3 SWCR, критическая насыщенность водой	0	3 SCGR, критическая насыщенность газом	0
4 SOWCR, остаточная насыщенность нефтью в системе вода-нефть	0	4 SOGCR, остаточная насыщенность нефтью в системе газ-нефть	0
5 K _{ROW} = K _{ROW} (SWL), должно быть равно K _{ROG} (SGL)	1	5 K _{ROG} = K _{ROG} (SGL), должно быть равно K _{ROW} (SWL)	1
6 K _{ORW} = K _{ORW} (SWCR), должно быть меньше или равно K _{ORW}	1	6 K _{ORG} = K _{ORG} (SCGR), должно быть меньше или равно K _{ORG}	1
7 K _{RW} = K _{RW} (1 - SOWCR - SGL)	1	7 K _{RG} = K _{RG} (1 - SOGCR - SWL)	1
8 K _{RWU} = K _{RW} (SWU), должно быть больше или равно K _{RWR}	1	8 K _{RGU} = K _{RG} (SGU), должно быть больше или равно K _{RGR}	1
9 P _{ROW} = P _{ROW} (SWCR), капиллярное давление в системе нефть-вода	0	9 P _{ROG} = P _{ROG} (1 - SOGCR - SWL), капиллярное давление в системе нефть-газ	0
10 n _{OW} , степень при K _{ROW}	4	10 n _{OG} , степень при K _{ROG}	4
11 n _W , степень при K _{RW}	4	11 n _G , степень при K _{RG}	4
12 n _{RC} , степень при P _{ROW}	4	12 n _{RC} , степень при P _{ROG}	4
13 S _{ROG} , точка, где капиллярное давление становится нулём	-1	13 S _{ROG} , точка, где капиллярное давление становится нулём	-1

Давление, бар

Относ. прониц.

Насыщенность

ОФП воды (Variant 1)

ОФП нефти (Variant 1)

Капиллярное давление (Variant 1)

Объемы и запасы

глуб...	Сжимаемость ...	Свойства ф...	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы се
Резервуар 1	Задано	На основе	Задано	0.2	0	500000
Резервуар 2	Задано	На основе	Задано	0.2	0	500000
Резервуар 3	Задано	На основе	Задано	0.2	0	500000
Резервуар 4	Задано	На основе	Задано	0.2	0	500000

100%

861 109 670 0

Загрузка данных по Резервуарам

- Загрузка данных добычи по резервуарам из внешних файлов
- Загрузка с помощью прямой вставки в таблицу добычи регионов
- Расчет производных параметров
- Определение веса каждой точки для адаптации

Загрузка данных добычи/закачки

Импорт добычи регионов

Region Production Table Name: [RegionProductionTable4]

Обновить все

Имена файлов

Добыча по регионам Настройки единиц измерения

Предпросмотр

Разделитель: Все пробелы Пропустить строк: 1

Детали предпросмотра: 50 Комментарий:

Имя отч. рег. Регион Reservoir Nan Дата Среднее давл Pressure Weig Дебит нес

N/A: -

Заменить нулями отсутствующие значения

Формат даты: DD.MM.YYYY

Первая дата: 26.07.2023 0:00:00

Формат времени: HH:MM:SS

Фильтр по датам

OK Отмена

The screenshot displays the software interface with several panels:

- Объекты (Objects):** Shows a tree view under 'FIPNUM' containing 'Резервуар 1', 'Резервуар 2', 'Резервуар 3', and 'Резервуар 4'.
- Настройки (Settings):** Shows a tree view under 'Стандартные шаблоны' (Standard templates) with 'Накопл. показатели' (Accumulation indicators) selected. Sub-items include 'Накопл. нефть (И)', 'Накопл. вода (И)', 'Накопл. газ (И)', and 'Давление' (Pressure).
- Таблицы (Tables):** A table with columns: Reservoir Name, Дата (Date), Среднее давле... бар (Average pressure, bar), Вес (Weight), Добыча нефти, ст.м3 (Oil production, st.m3), Добыча воды, ст.м3 (Water production, st.m3), Добыча газа, ст.м3 (Gas production, st.m3). The table contains 16 rows of data for Reservoir 1 and Reservoir 2 from 2023 to 2024.
- График (Graph):** A line graph showing 'Объем жидкости, тыс. ст.м3' (Liquid volume, thousand st.m3) on the left y-axis and 'Давление, бар' (Pressure, bar) on the right y-axis. The x-axis is 'Дата' (Date) from 01.2023 to 01.2024. Two series are plotted: 'Резервуар 1: Накопл. нефть (И)' (Reservoir 1: Oil accumulation) and 'Резервуар 1: Значение среднего давления' (Reservoir 1: Average pressure value).

Содержание

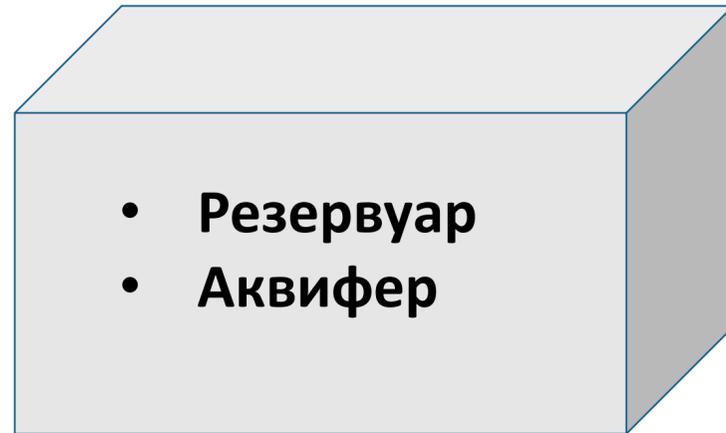
- Методические подходы
- Графические методы анализа МБ

Подходы к адаптации моделей МБ

Неоднозначность результатов

Известные величины

- N_p
- G_p
- W_p
- cf
- Swi
- PVT



Неизвестные параметры

Известные величины

- Динамика пластового давления

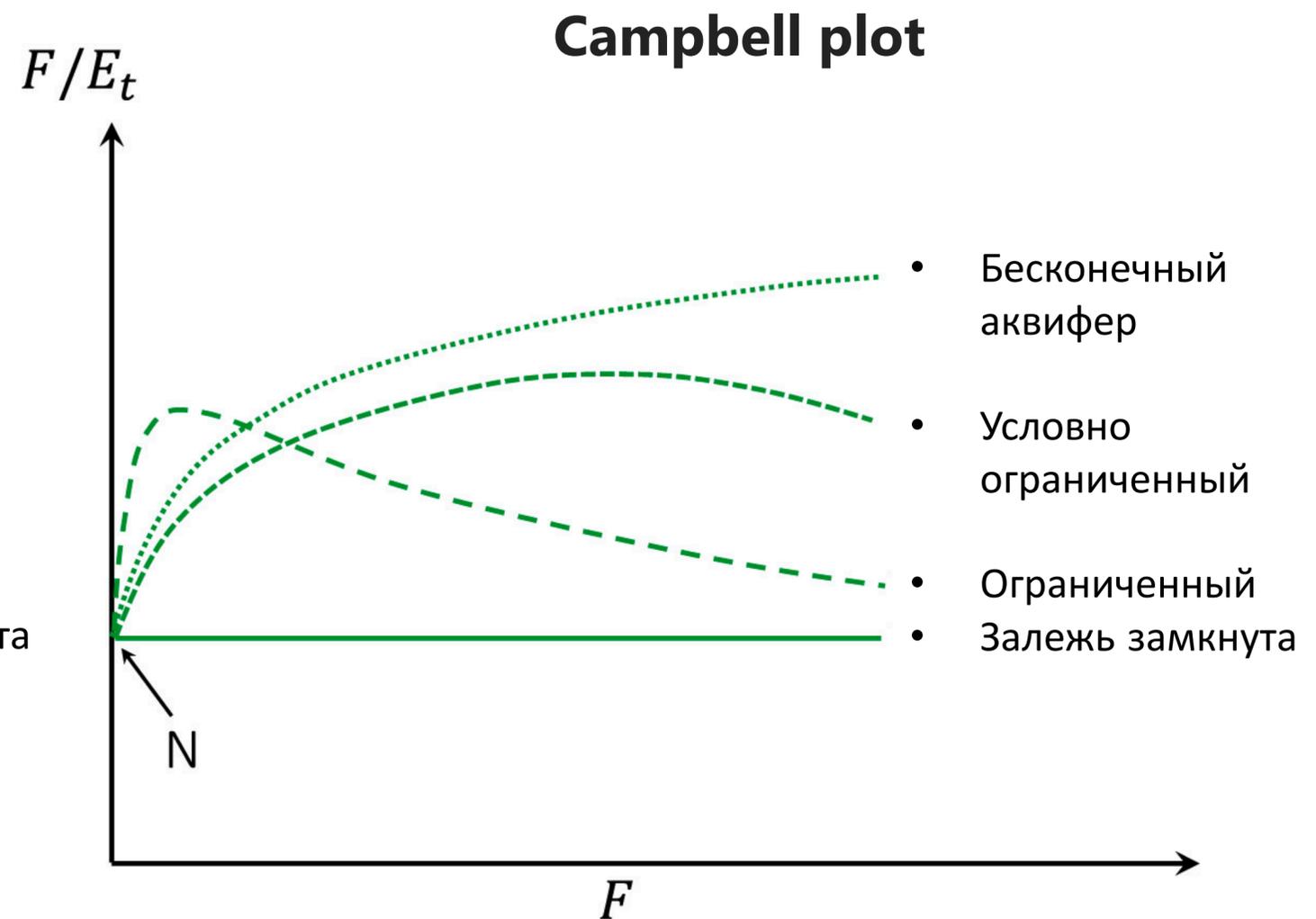
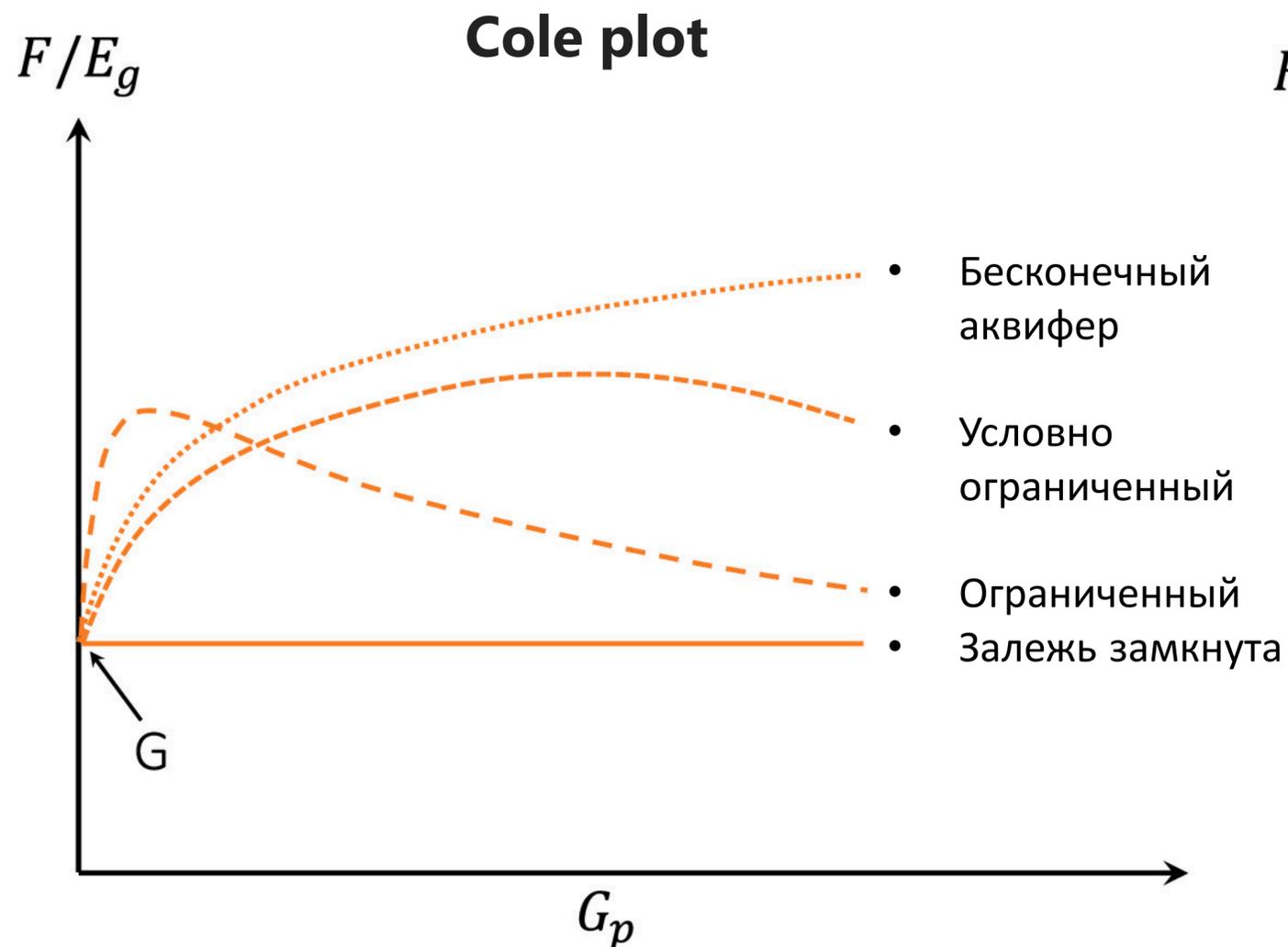


Обобщенная концепция рабочего процесса



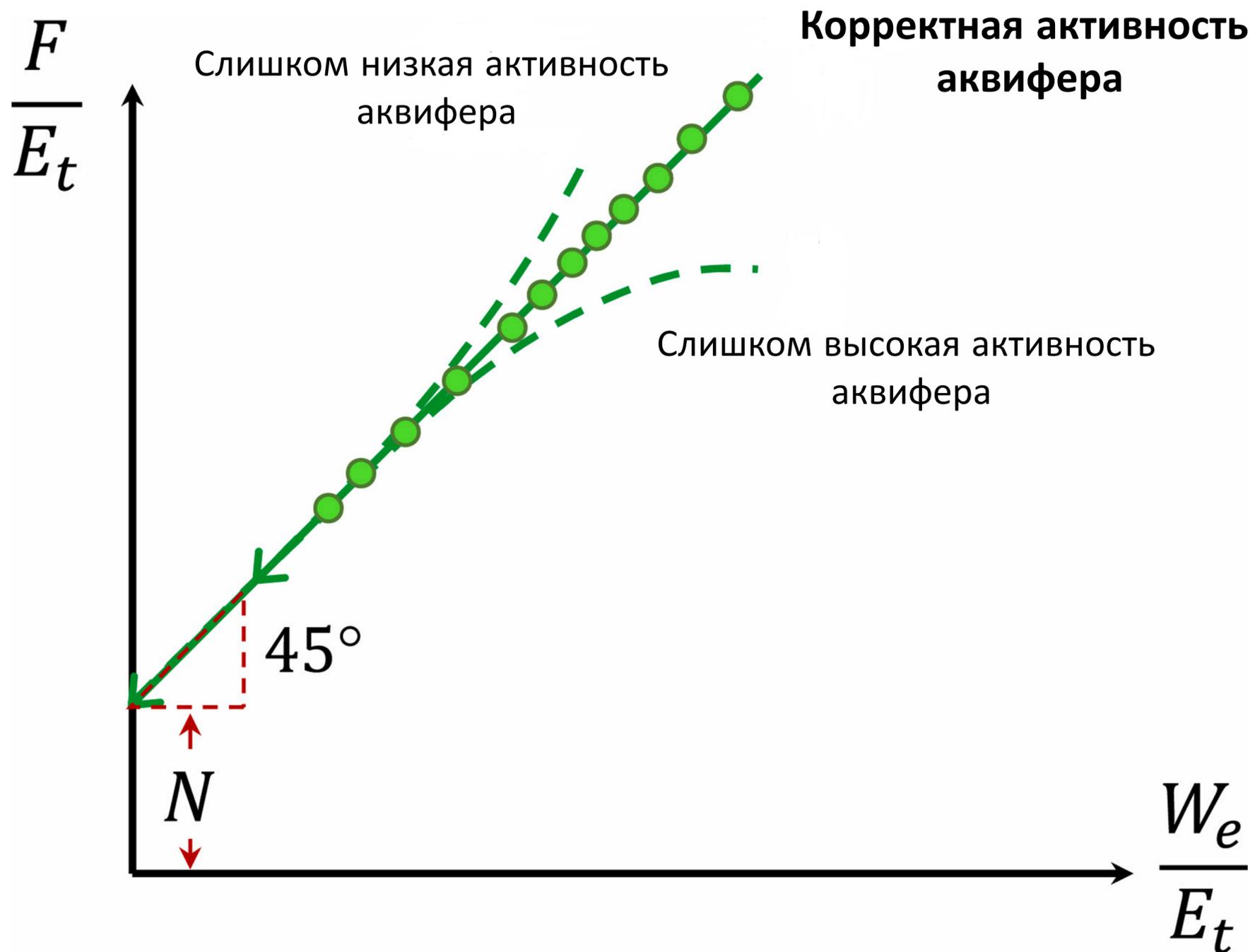
Диагностика и концепция

- Разработка концепции на основе знаний о геологии месторождения или района + **методы МБ**
- Определение концептуальной модели системы резервуар-аквифер, а также определение «мощности» аквифера



Линейный анализ Havlena and Odeh, 1963

$$\frac{F}{E_t} = N + \frac{W_e}{E_t}$$

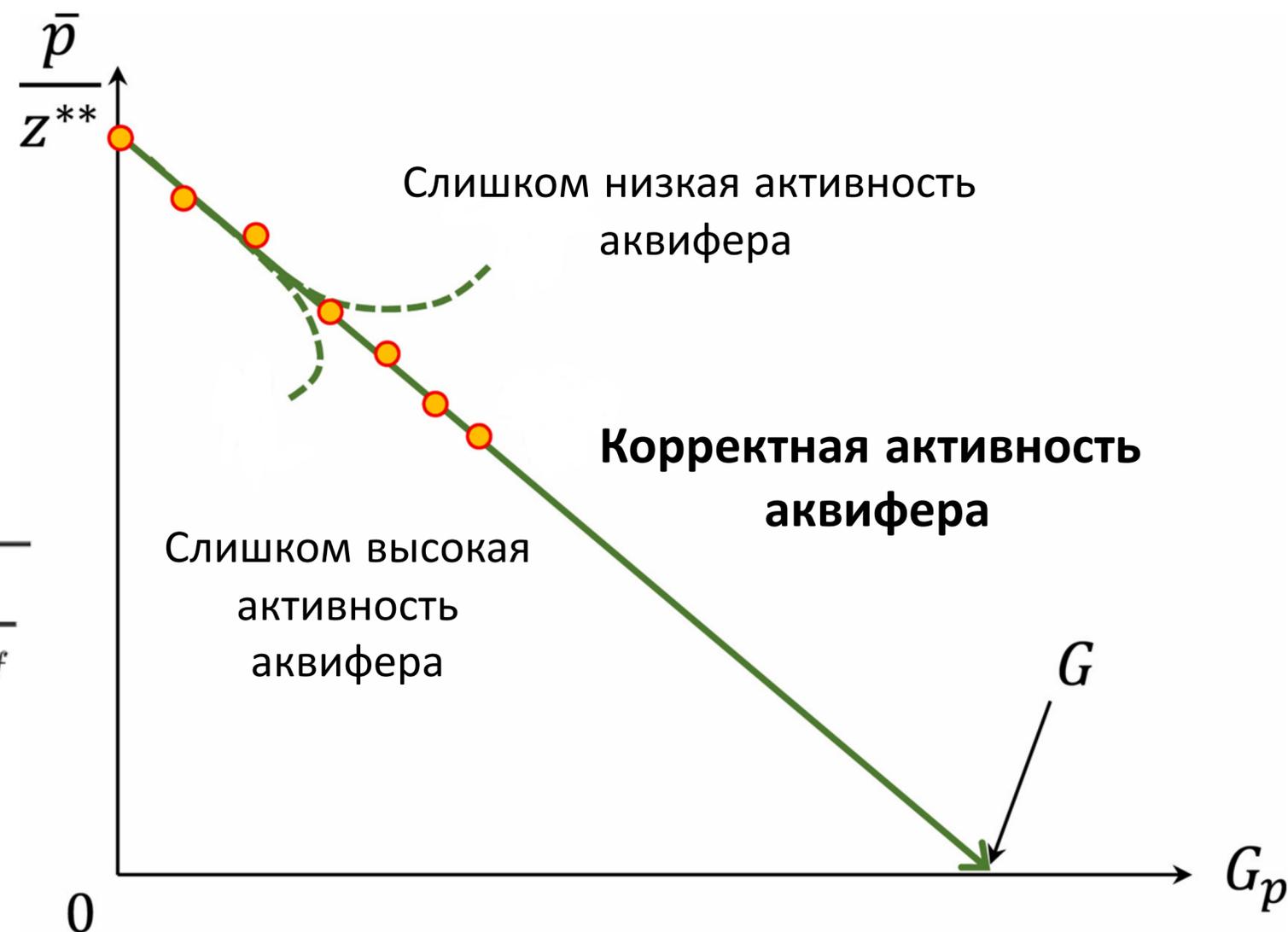


Линейный анализ для газовых залежей P/z^{**}

$$\frac{\bar{p}}{z^{**}} = \frac{p_i}{z_i^{**}} \left(1 - \frac{G_p}{G} \right)$$

Где:

$$z^{**} = \frac{\bar{p}}{\left[\frac{1}{S_{gi}} \frac{\bar{p}}{z} (S_{gi} - c_{fw} - c_{wir} - c_d) + \frac{p_i}{z_i} \left(\frac{G}{G_f} - 1 \right) \right] \frac{G}{G_f}}$$



Модификация Shahamat и Clarkson [2018] [FMB]

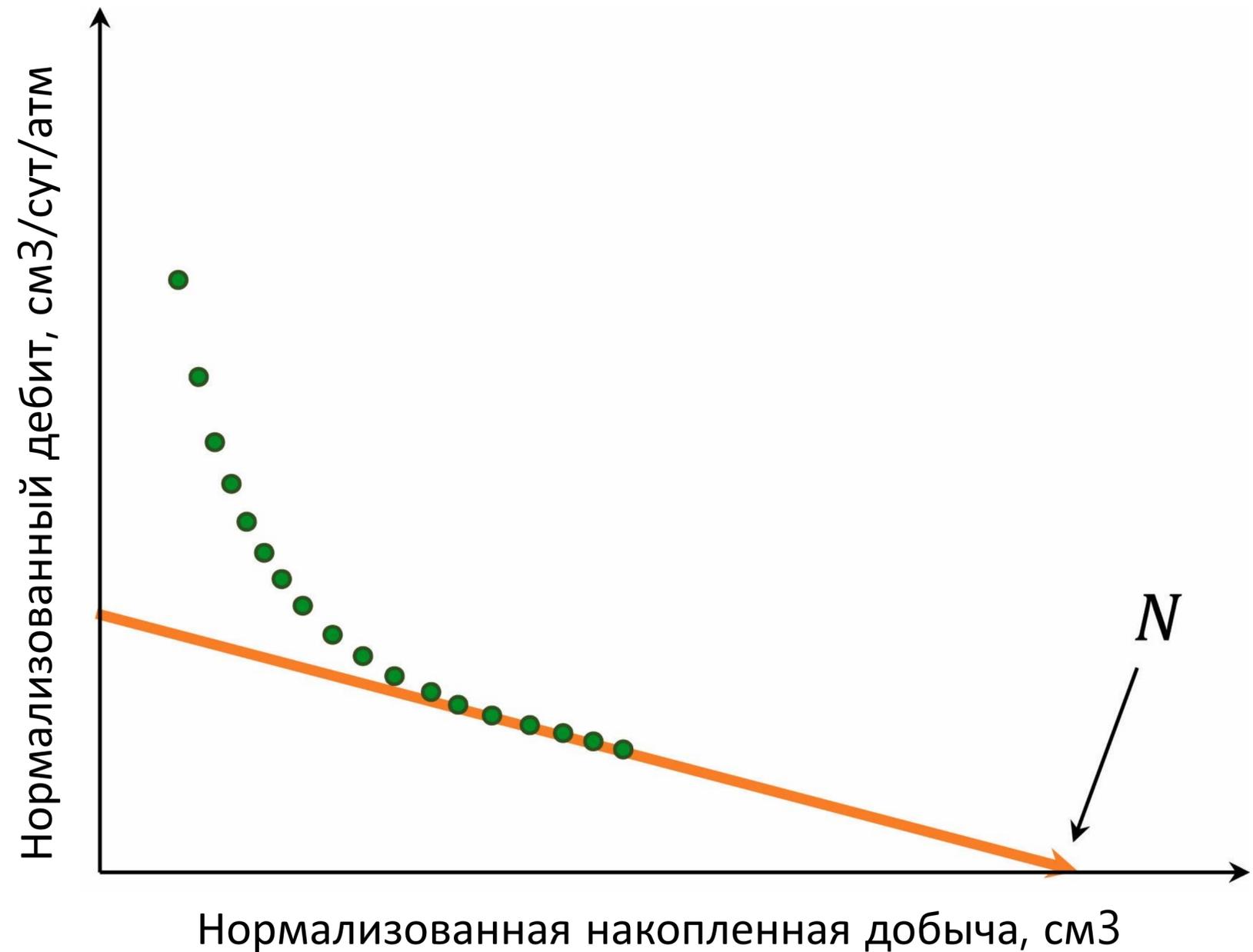
- Используется для прогноза добычи и запасов ТРИЗ, например для низкопроницаемых коллекторов
- Метод использует забойное давление вместо пластового т.к. в подобных коллекторах получить надежные данные по КВД довольно сложно

Нормирование дебита

$$\frac{q_o}{(p_{pi} - p_{pwf})}, \frac{q_g}{(p_{pi} - p_{pwf})}, \frac{q_w}{(p_i - p_{wf})}$$

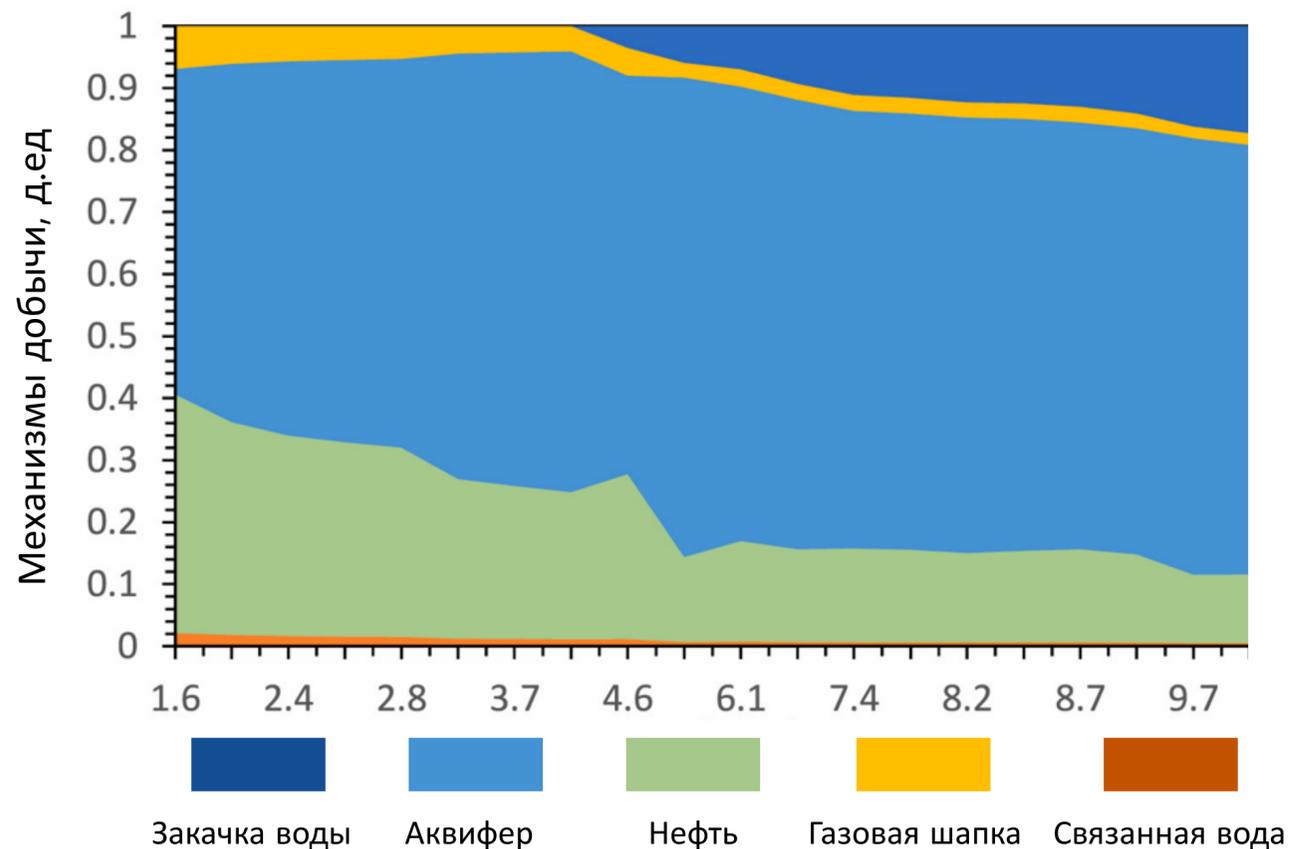
Нормирование накопленной добычи

$$\frac{(p_{pi} - p_{pavg})N}{(p_{pi} - p_{pwf})}, \frac{(p_{pi} - p_{pavg})G}{(p_{pi} - p_{pwf})}, \frac{(p_i - p_{avg})W}{(p_i - p_{wf})}$$



Механизмы добычи

- Расчет механизмов добычи – метод анализа режима работы залежи с помощью оценки доли влияния каждого элемента расширения, входящего в уравнение Материального Баланса



Расширение нефти
и растворенного
газа

$$\frac{N(B_t - B_{ti})}{N_p[B_t + (R_p - R_{si})B_g]} + \frac{NB_{ti}(1+m)c_{e,fw}\Delta\bar{p}}{N_p[B_t + (R_p - R_{si})B_g]}$$

Влияние порового
объема связанной
ВОДЫ

Влияние газовой
шапки

$$\frac{\frac{mNB_{ti}}{B_{gi}}(B_g - B_{gi})}{N_p[B_t + (R_p - R_{si})B_g]} + \frac{W_{inj}B_{winj}}{N_p[B_t + (R_p - R_{si})B_g]}$$

Влияние закачки
ВОДЫ

Влияние аквифера

$$\frac{W_e - W_p B_w}{N_p[B_t + (R_p - R_{si})B_g]} + \frac{G_{inj}B_{ginj}}{N_p[B_t + (R_p - R_{si})B_g]} = 1$$

Влияние закачки
газа

Адаптация моделей МБ в ТНавигатор

- Создание проекта модели МБ
- Подготовка проекта к адаптации
- Настройка модели

Объекты

МатБаланс

Скважины

- Фильтры по скважинам
- Видимые скважины
- Настройки аквиферов
- Резервуары МатБаланса

Настройки

Режим просмотра пар: Одновременная

- Зависимости
- Резервуар
- Объемы и запасы

Свойства 1 x Свойства флюидов x Таблица скважин 1 x Таблицы x Дизайнер Скважин 1 x

Схема | Вывод результатов | Данные по скважинам | Менеджер проектов: варианты | Workflow | Coupling

МатБаланс x Стратегии x Шаблоны графиков x

Зависимости

Проект PVT	Тип флюида	Проект ОФП

Резервуар

Давление, бар	Опорная глуб...	Сжимаемость ...	Свойства флю...	Rs, ст.м3/ст.м3	Давление нас...	Rv, ст.м3/ст.м3	Давление нача...

Объемы и запасы

Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	Нач. запасы в...	Радиус резерв...	Кровля резерв...	Подошва резе...	Коэффициент ...	Газо-нефтяно...	Водо-нефтяно...

Продуктивные пласты:

Резервуар

+ Добавить - Удалить

Проводимость, сП.пласт.м3/сут/бар:

Имя	Значение

Объекты

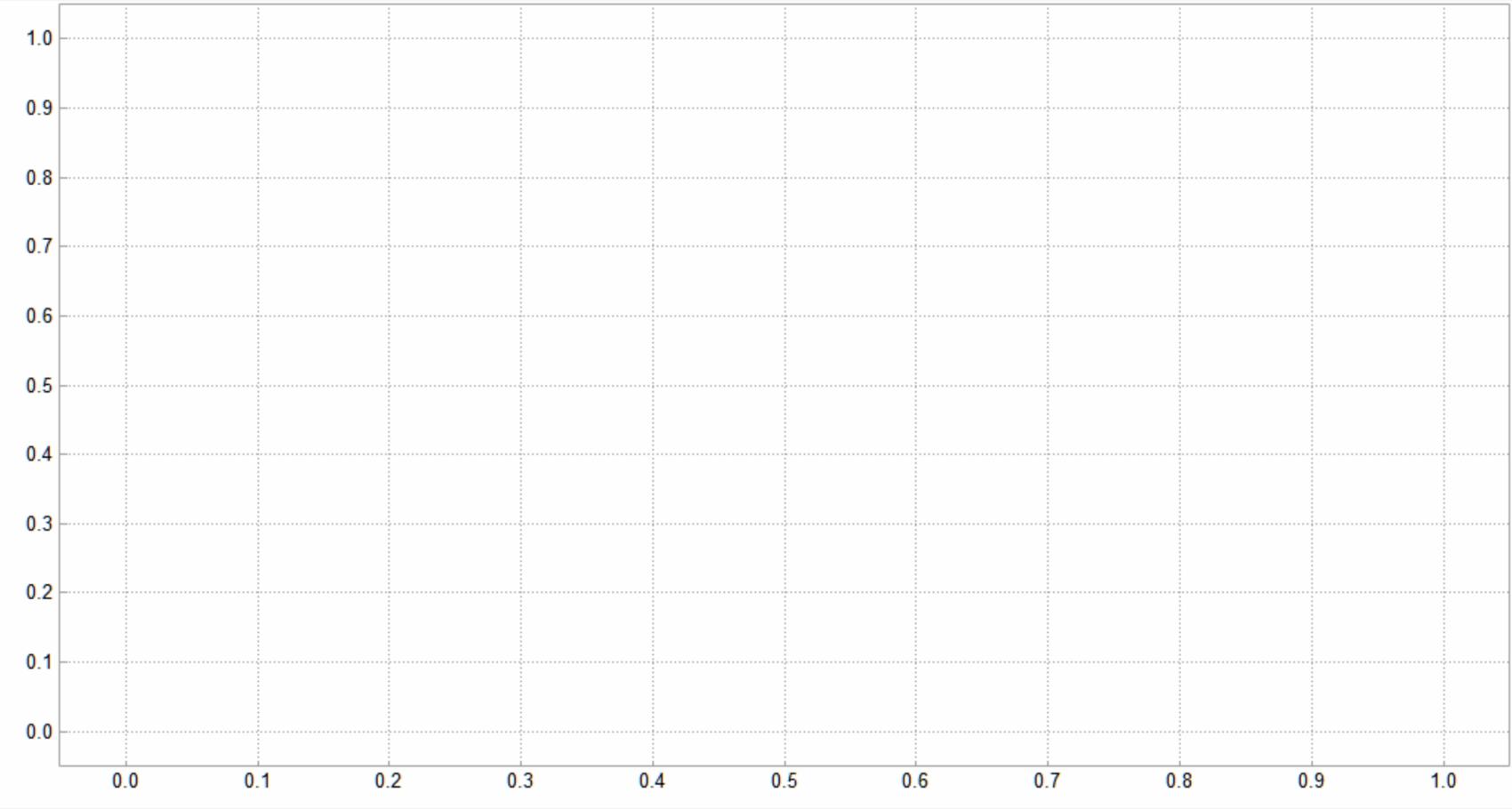
МатБаланс

- Относ. фазовые проницаемости
- Относ. фазовые проницаемости
- PVT
 - Чёрной нефти

Настройки

- PVT Data
 - Вариант 1

Тип PVT Таблицы:



Зависимости

	Проект PVT	Тип флюида	Проект ОФП
Месторождение 1	Не задано	Не задано	Не задано

Резервуар

	Давление, бар	Опорная глуб...	Сжимаемость ...	Свойства флю...	Rs, ст.м3/ст.м3	Давление нас...	Rv, ст.м3/ст.м3	Давление нача...
Месторождение 1	101.3	1000	1e-05	На основе о...	27.816308	60	27.816308	60

Объемы и запасы

	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	Нач. запасы в...	Радиус резерв...	Кровля резерв...	Подошва резе...	Кoeffициент ...	Газо-нефтяно...
Месторождение 1	Задано	0.2	0	100000000	0	100000000	100000000	10000	1000	1100	1	1000

Объекты

МатБаланс

Относ. фазовые проницаемости

Относ. фазовые проницаемости

PVT

Чёрной нефти

Настройки

PVT Data

Вариант 1

Растворимость газа в нефти, ст.м3/ст.м3

Насыщ. ветвь

3.63068

7.57164

11.9127

16.5462

21.414

26.4788

31.7146

37.1023

42.6267

48.2758

54.0200

Настройки

Нефть Плотность в std. усл., кг/м3: 860

Свойства 1 x Свойства флюидов x

Тип PVT Таблицы: Летучая нефть (PVTO)

Нефть x Газ x Вода x

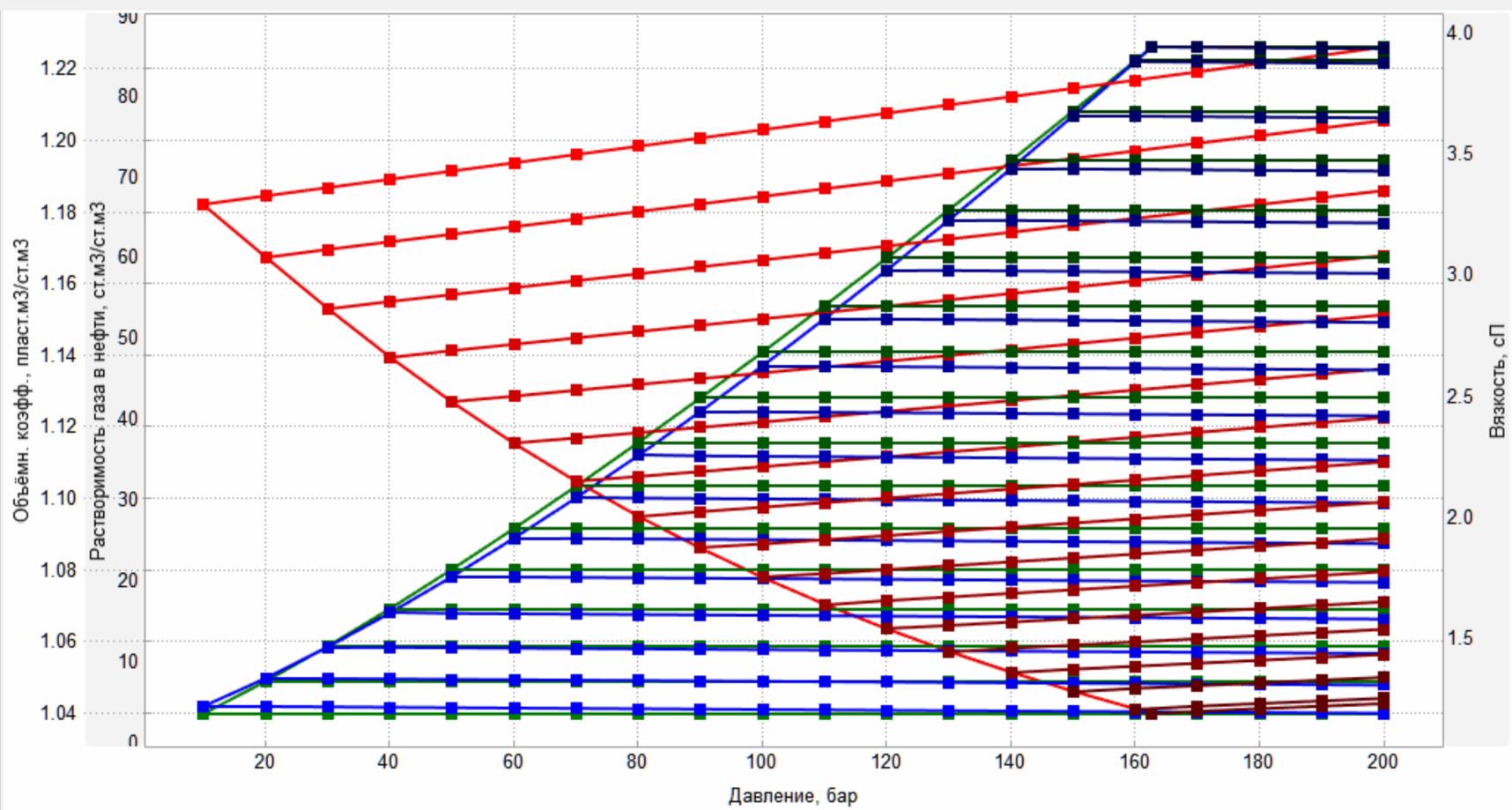
Растворимость газа в нефти

Объёмн. коэфф.

Вязкость

Сжимаемость

МатБаланс x Стратегии x Шаблоны графиков x



МатБаланс x Стратегии x Шаблоны графиков x

Зависимости

	Проект PVT	Тип флюида	Проект ОФП
Месторождение 1	Не задано	Не задано	Не задано

Резервуар

	Давление, бар	Опорная глуб...	Сжимаемость ...	Свойства флю...	Rs, ст.м3/ст.м3	Давление нас...	Rv, ст.м3/ст.м3	Давление нача...
Месторождение 1	101.3	1000	1e-05	На основе о...	27.816308	60	27.816308	60

Объемы и запасы

	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	Нач. запасы в...	Радиус резерв...	Кровля резерв...	Подошва резе...	Кoeffициент ...	Газо-нефтяно...
Месторождение 1	Задано	0.2	0	100000000	0	100000000	100000000	10000	1000	1100	1	1000

Объекты

МатБаланс

- Относ. фазовые проницаемости
 - Относ. фазовые проницаемости
- PVT
 - Чёрной нефти

Настройки

- RP Project
 - Variant 1

Свойства 1 × Свойства флюидов × Таблица скважин 1 × Таблицы × Дизайнер Скважин 1 × +

МатБаланс × Стратегии × Шаблоны графиков × +

Зависимости

	Проект PVT	Тип флюида	Проект ОФП
Месторождение 1	Вариант 1 (P...▼	Нефть ▼	Variant 1 (RP ...▼

Резервуар

	Давление, бар	Опорная глуб...	Сжимаемость ...	Свойства флю...	Rs, ст.м3/ст.м3	Давление нас...	Rv, ст.м3/ст.м3	Давление нача...
Месторождение 1	234	2340	1e-05	На основе о... ▼	86	162.680145		

Объемы и запасы

	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	Нач. запасы в...	Радиус резерв...	Кровля резерв...	Подошва резе...	Кэффициент ...	Газо-нефтяно...
Месторождение 1	Задано ▼	0.2	0.05	30000000	0.2	100000000	100000000	10000	1000	1100	1	1000

Объекты

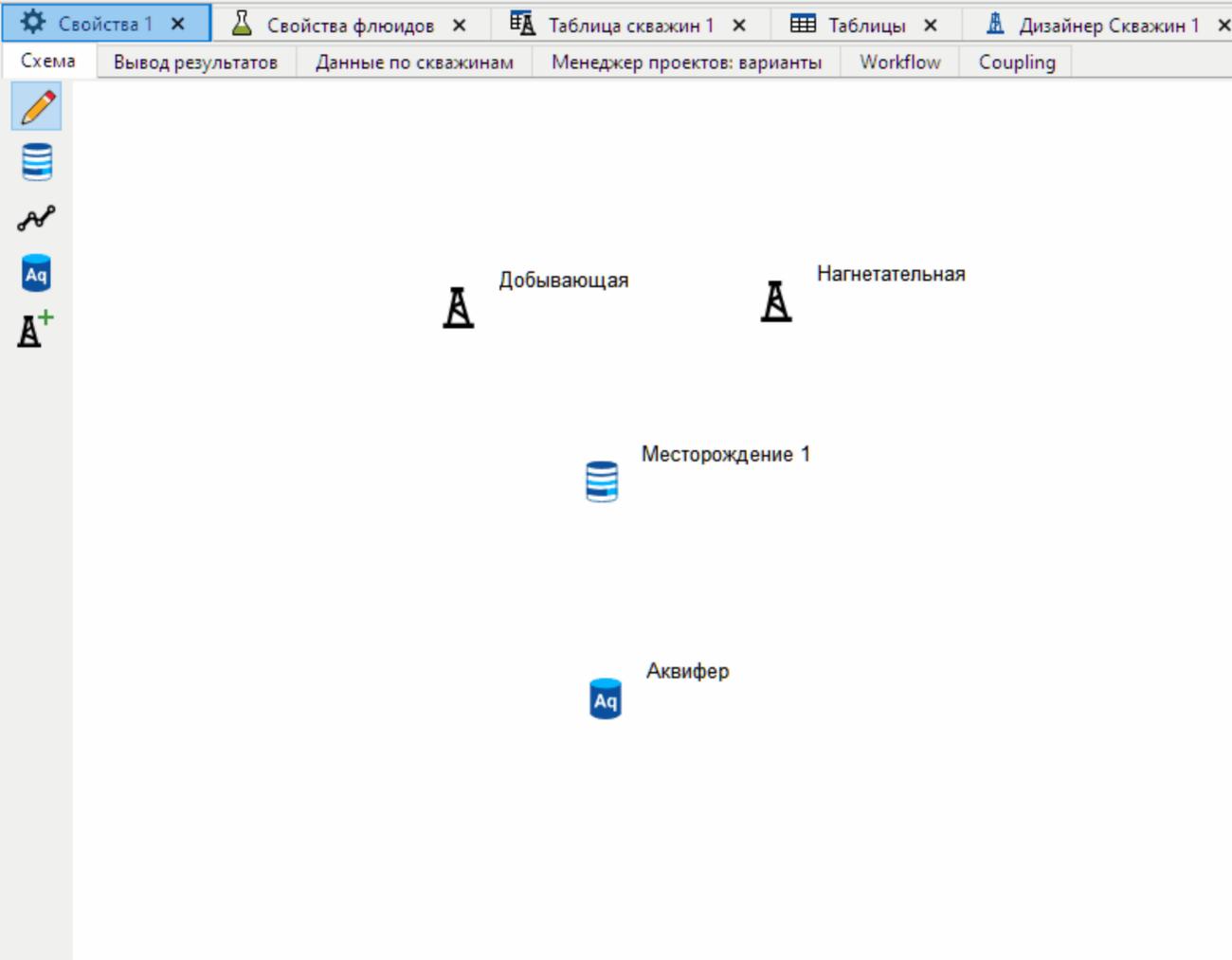
МатБаланс

Имя Статус

- Месторождение 1

Настройки

Тип модели: Модель МатБаланса



Продуктивные пласты:

#	Резервуар
1	Месторождение 1

+ Добавить - Удалить

Проводимость, сП.пласт.м3/сут/бар:

Имя	Значение
-----	----------

МатБаланс x Стратегии x Шаблоны графиков x +

Зависимости

	Проект PVT	Тип флюида	Проект ОФП
Месторождение 1	Не задано	Не задано	Не задано

Резервуар

	Давление, бар	Опорная глуб...	Сжимаемость ...	Свойства флю...	Rs, ст.м3/ст.м3	Давление нас...	Rv, ст.м3/ст.м3	Давление нача...
Месторождение 1	101.3	1000	1e-05	На основе о...	86	162.680145		

Объемы и запасы

	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	Нач. запасы в...	Радиус резерв...	Кровля резерв...	Подошва резе...	Кэффициент ...	Газо-нефтяно...
Месторождение 1	Задано	0.2	0	100000000	0	100000000	100000000	10000	1000	1100	1	1000

Объекты

МатБаланс

Имя Статус

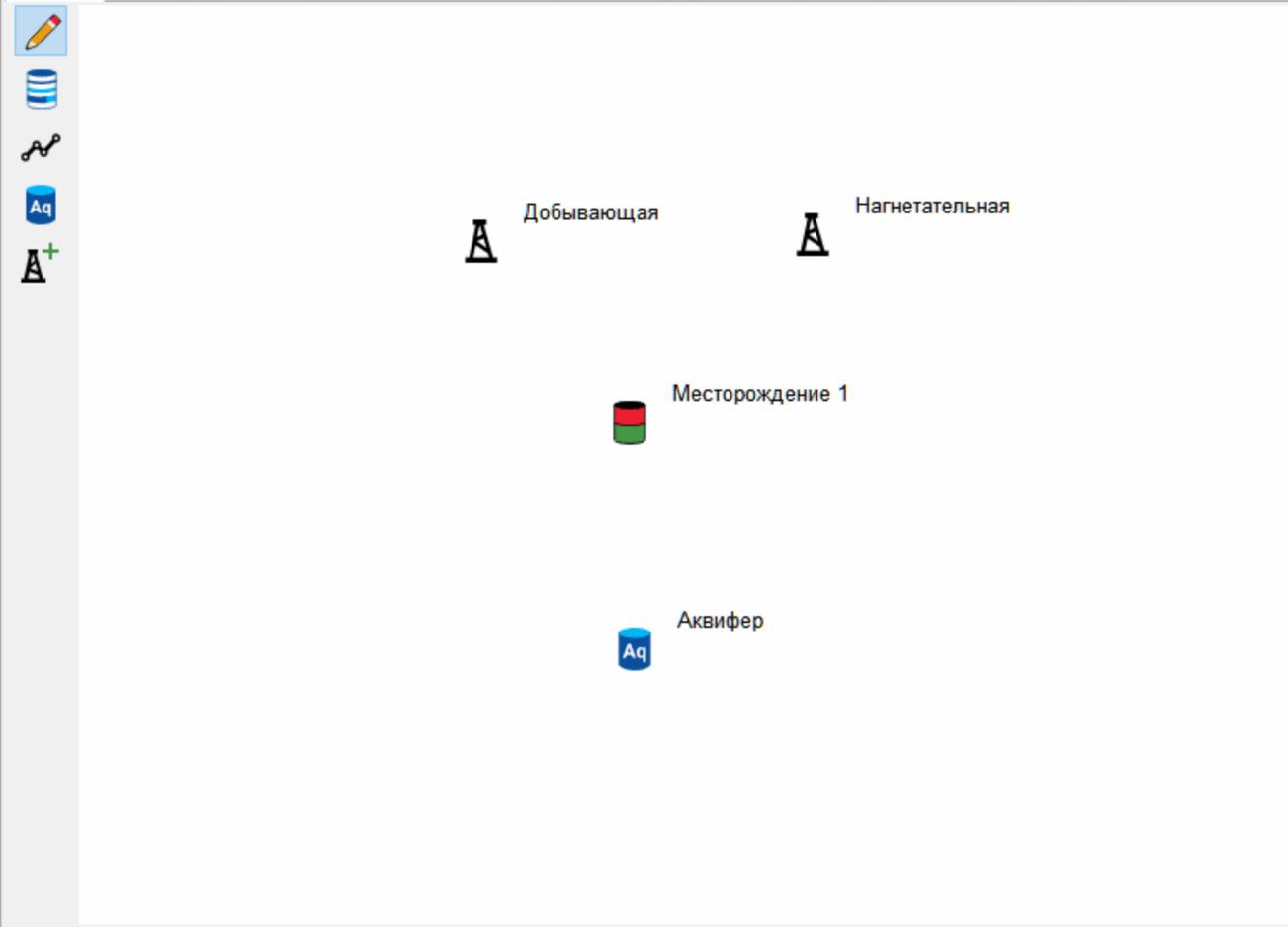
> Месторождение 1

Настройки

Тип модели: Модель МатБаланса

Свойства 1 x Свойства флюидов x Таблица скважин 1 x Таблицы x Дизайнер Скважин 1 x

Схема Вывод результатов Данные по скважинам Менеджер проектов: варианты Workflow Coupling



Продуктивные пласты:

#	Резервуар
1	Месторождение 1

+ Добавить X Удалить

Проводимость, сП.пласт.м3/сут/бар:

Имя	Значение
-----	----------

МатБаланс x Стратегии x Шаблоны графиков x

Зависимости

	Проект PVT	Тип флюида	Проект ОФП
Месторождение 1	Вариант 1 (P...)	Нефть	Variant 1 (RP ...)

Резервуар

	Давление, бар	Опорная глуб...	Сжимаемость ...	Свойства флю...	Rs, ст.м3/ст.м3	Давление нас...	Rv, ст.м3/ст.м3	Давление нача...
Месторождение 1	234	2340	1e-05	На основе о...	86	162.680145		

Объемы и запасы

	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	Нач. запасы в...	Радиус резерв...	Кровля резерв...	Подшва резе...	Коэффициент ...	Газо-нефтяно...
Месторождение 1	Задано	0.2	0.05	30000000	0.2	100000000	100000000	10000	1000	1100	1	1000

Объекты

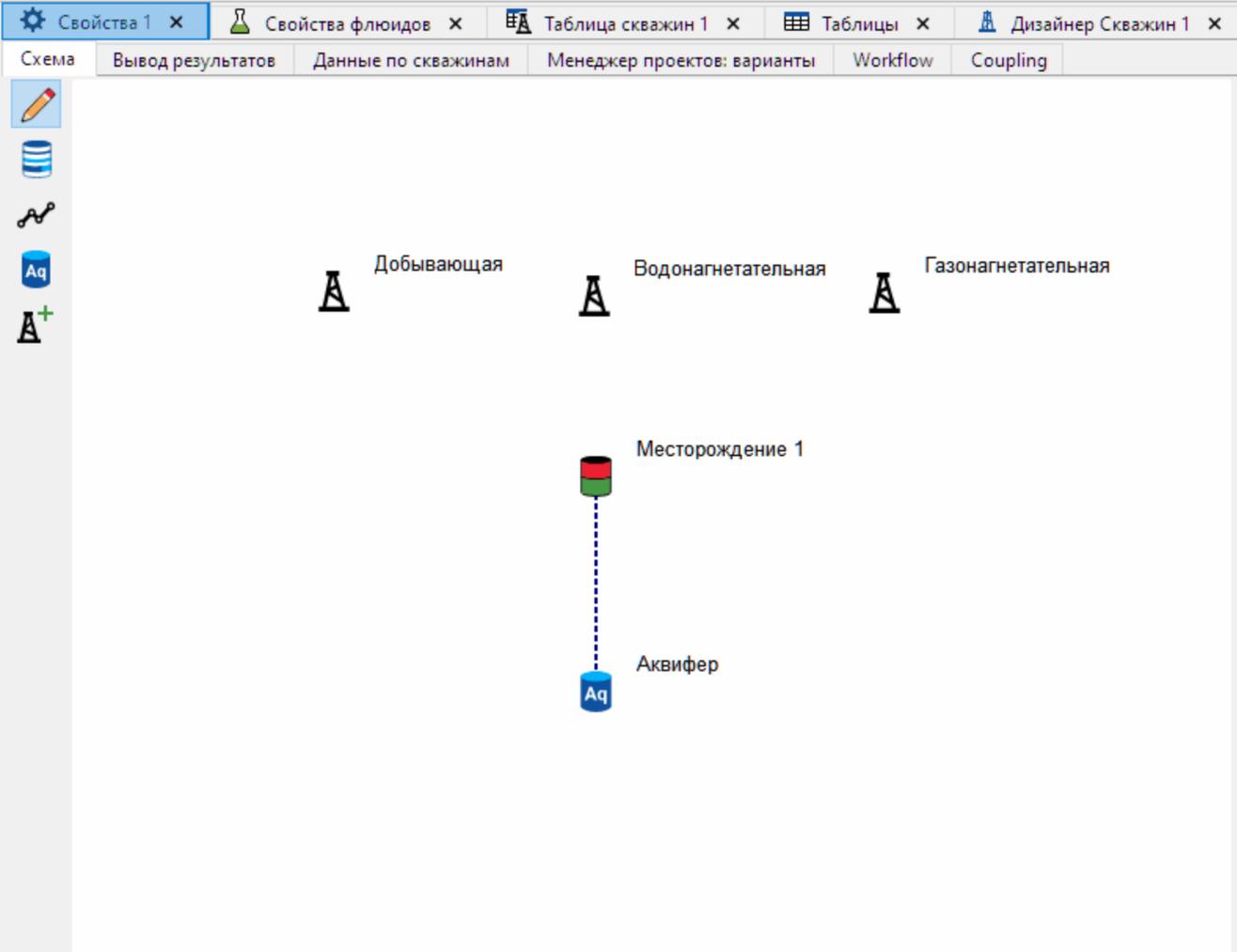
МатБаланс

Имя Статус

- Месторождение 1

Настройки

Тип модели: Модель МатБаланса



Продуктивные пласты:

#	Резервуар
1	Месторождение 1

+ Добавить - Удалить

Проводимость, сП.пласт.м3/сут/бар:

Имя	Значение
-----	----------

Зависимости

	Проект PVT	Тип флюида	Проект ОФП
Месторождение 1	Вариант 1 (P...)	Нефть	Variant 1 (RP ...)

Резервуар

	Давление, бар	Опорная глуб...	Сжимаемость ...	Свойства флю...	Rs, ст.м3/ст.м3	Давление нас...	Rv, ст.м3/ст.м3	Давление нача...
Месторождение 1	234	2340	1e-05	На основе о...	86	162.680145		

Объемы и запасы

	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	Нач. запасы в...	Радиус резерв...	Кровля резерв...	Подошва резе...	Кэффициент ...	Газо-нефтяно...
Месторождение 1	Задано	0.2	0.05	30000000	0.2	100000000	100000000	10000	1000	1100	1	1000

Объекты

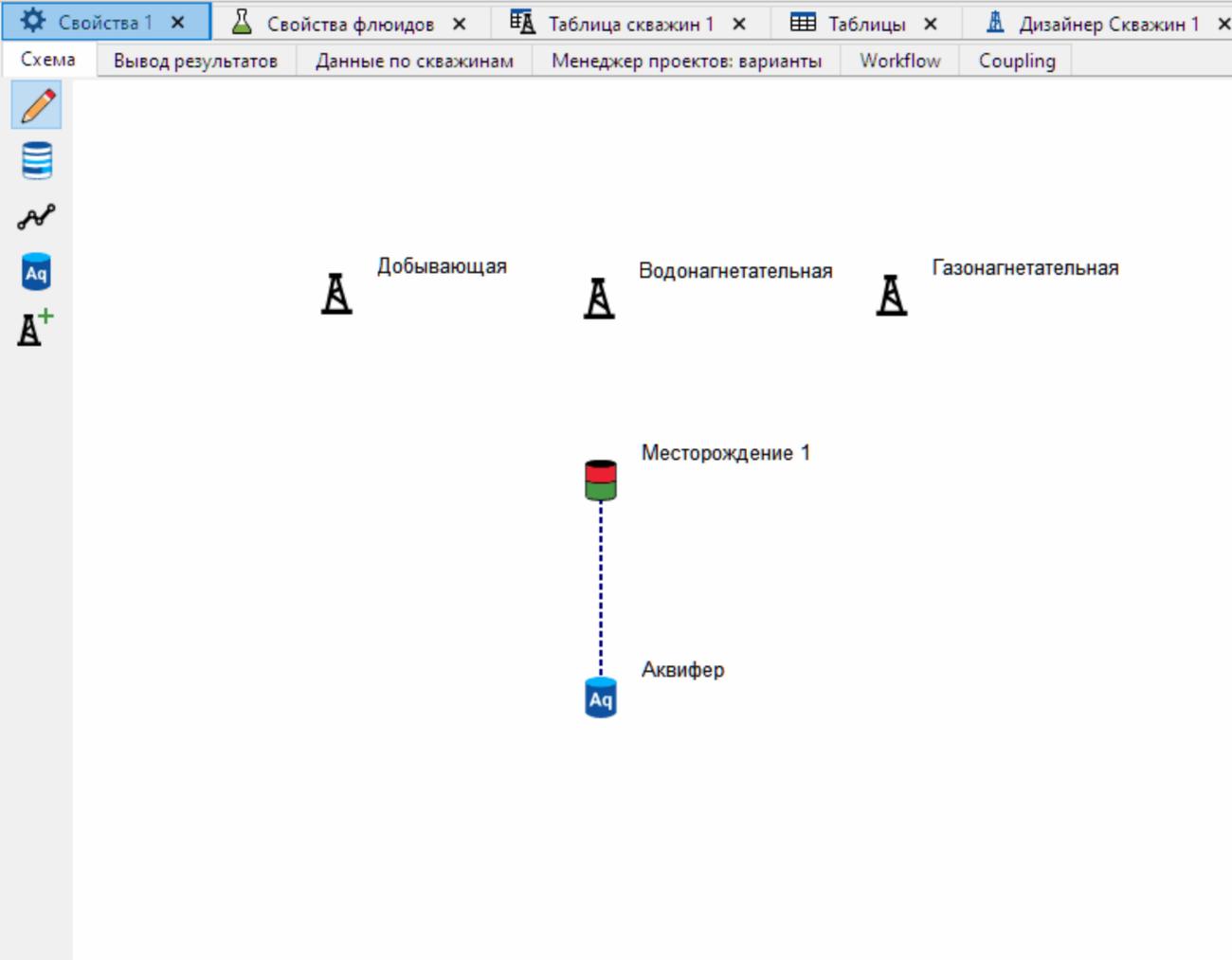
МатБаланс

Имя Статус

- Месторождение 1

Настройки

Тип модели: Модель МатБаланса



Продуктивные пласты:

#	Резервуар
1	Месторождение 1

+ Добавить - Удалить

Проводимость, сП.пласт.м3/сут/бар:

Имя	Значение
-----	----------

Зависимости

	Проект PVT	Тип флюида	Проект ОФП
Месторождение 1	Вариант 1 (P...)	Нефть	Variant 1 (RP ...)

Резервуар

	Давление, бар	Опорная глуб...	Сжимаемость ...	Свойства флю...	Rs, ст.м3/ст.м3	Давление нас...	Rv, ст.м3/ст.м3	Давление нача...
Месторождение 1	234	2340	1e-05	На основе о...	86	162.680145		

Объемы и запасы

	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	Нач. запасы в...	Радиус резерв...	Кровля резерв...	Подошва резе...	Кэффициент ...	Газо-нефтяно...
Месторождение 1	Задано	0.2	0.05	30000000	0.2	100000000	100000000	10000	1000	1100	1	1000

МатБаланс

- Groups
 - Таблицы конструкции скважин
 - Таблицы добычи скважин
 - Накопленные
 - Накопленные + Дебиты
 - Таблицы добычи групп
 - Таблицы добычи регионов
 - Давления по месторождению

Свойства 1 x Свойства флюидов x Таблица скважин 1 x Таблицы x Дизайнер Скважин 1 x

	Скважина	Дата	Дебит нефти, ст.м3/сут	Дебит воды, ст.м3/сут	Дебит газа, ст.м3/сут	Дебит жидкости, ст.м3/сут	Дебит жидкост... пласт м3/сут	Приёмистость... ст.м3/сут	Приёмистость... ст.м3/сут	Приёмистость... ст.м3/сут	Приёмистость... пласт м3/сут	Добыча нефти, ст.м3	Добыча...
1	Добывающая	01.04.1976	1599.633333	11.833333	135324.033333			0	0			0	0
2	Добывающая	01.05.1976	6369.483871	58.774194	520460.903226			0	0			47989	355
3	Добывающая	01.06.1976	7174.233333	67.766667	579111.1			0	0			245443	2177
4	Добывающая	01.07.1976	7280.677419	66.645161	578526.483871			0	0			460670	4210
5	Добывающая	01.08.1976	6109.645161	56.677419	483388.83871			0	0			686371	6276
6	Добывающая	01.09.1976	7548	77.535714	601048.607143			0	0			875770	8033
7	Добывающая	29.09.1976	6419.516129	71.83871	508633.096774			0	0			1087114	10204
8	Добывающая	30.10.1976	6721	77	530480.633333			0	0			1286119	12431
9	Добывающая	29.11.1976	7205.032258	76.806452	572935.225806			0	0			1487749	14741
10	Добывающая	30.12.1976	7412.233333	80.966667	602334.166667			0	0			1711105	17122
11	Добывающая	29.01.1977	7200.83871	75.935484	689651.83871			0	0			1933472	19551
12	Добывающая	01.03.1977	7375.709677	69.064516	728135.806452			0	0			2156698	21905
13	Добывающая	01.04.1977	6236.533333	56.8	671462.966667			0	0			2385345	24046
14	Добывающая	01.05.1977	6934.129032	64.322581	788709.129032			0	0			2572441	25750
15	Добывающая	01.06.1977	7389.266667	75.166667	921150.7			0	0			2787399	27744
16	Добывающая	01.07.1977	4665.096774	46.032258	677225.129032			0	0			3009077	29999
17	Добывающая	01.08.1977	6023.967742	63.548387	828710.83871			0	0			3153695	31426
18	Добывающая	01.09.1977	6682.344828	67.448276	1087997.965517			0	0			3340438	33396
19	Добывающая	30.09.1977	7286.096774	78.16129	1053653.032258			0	0			3534226	35352
20	Добывающая	31.10.1977	7539.366667	81.6	1180811.4			0	0			3760095	37775
21	Добывающая	30.11.1977	7493.645161	81.322581	1346499.419355			0	0			3986276	40223
22	Добывающая	31.12.1977	7648.266667	86.933333	1401923.733333			0	0			4218579	42744

Добавить скважины в таблицу Добавить временные шаги в таблицу Выбрать непустые столбцы

Зависимости

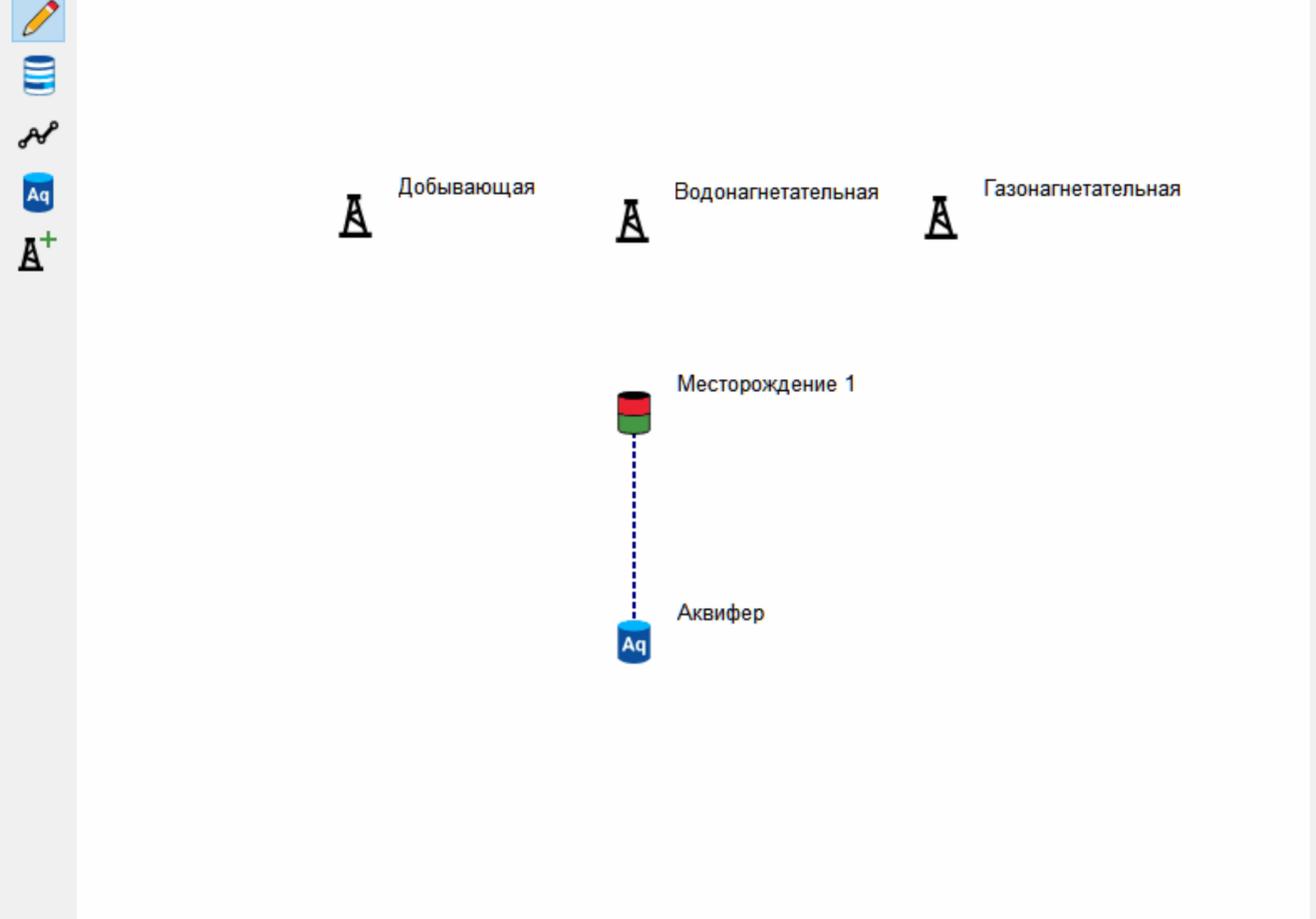
	Проект PVT	Тип флюида	Проект ОФП
Месторождение 1	Вариант 1 (P...)	Нефть	Variant 1 (RP ...)

Резервуар

	Давление, бар	Опорная глуб...	Сжимаемость ...	Свойства флю...	Rs, ст.м3/ст.м3	Давление нас...	Rv, ст.м3/ст.м3	Давление нача...
Месторождение 1	234	2340	1e-05	На основе о...	86	162.680145		

Объемы и запасы

	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	Нач. запасы в...	Радиус резерв...	Кровля резерв...	Подошва резе...	Кэффициент ...	Газо-нефтяно...
Месторождение 1	Задано	0.2	0.05	30000000	0.2	100000000	100000000	10000	1000	1100	1	1000



#	Резервуар
1	Месторождение 1

+ Добавить - Удалить

Проводимость, сП.пласт.м3/сут/бар:

Имя	Значение
-----	----------

Зависимости

	Проект PVT	Тип флюида	Проект ОФП
Месторождение 1	Вариант 1 (P...)	Нефть	Variant 1 (RP ...)

Резервуар

	Давление, бар	Опорная глуб...	Сжимаемость ...	Свойства флю...	Rs, ст.м3/ст.м3	Давление нас...	Rv, ст.м3/ст.м3	Давление нача...
Месторождение 1	234	2340	1e-05	На основе о...	86	162.680145		

Объемы и запасы

	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	Нач. запасы в...	Радиус резерв...	Кровля резерв...	Подошва резе...	Кэффициент ...	Газо-нефтяно...
Месторождение 1	Задано	0.2	0.05	30000000	0.2	100000000	100000000	10000	1000	1100	1	1000

Объекты

МатБаланс

Модели

- Таблицы добычи регионов
 - Давления по месторождению
- Таблицы добычи скважин
 - Накопленные
 - Накопленные + Дебиты

Настройки

Объекты

Фильтр: FIPNUM

- Месторождение 1

Параметры

- Накопл. показатели
 - Накопл. нефть (И)
 - Накопл. вода (И)
 - Накопл. газ (И)
 - Накопл. закачка воды (И)
 - Накопл. закачка газа (И)
- Давление
 - Значение среднего давления

Шаблоны

- Стандартные шаблоны
 - Основные графики
 - Дебиты
 - Накопл. показатели
 - Запасы
 - Анализ
 - Давление
 - Статистика запуска

Свойства 1 x Свойства флюидов x Таблица скважин 1 x Таблицы x Дизайнер Скважин 1 x

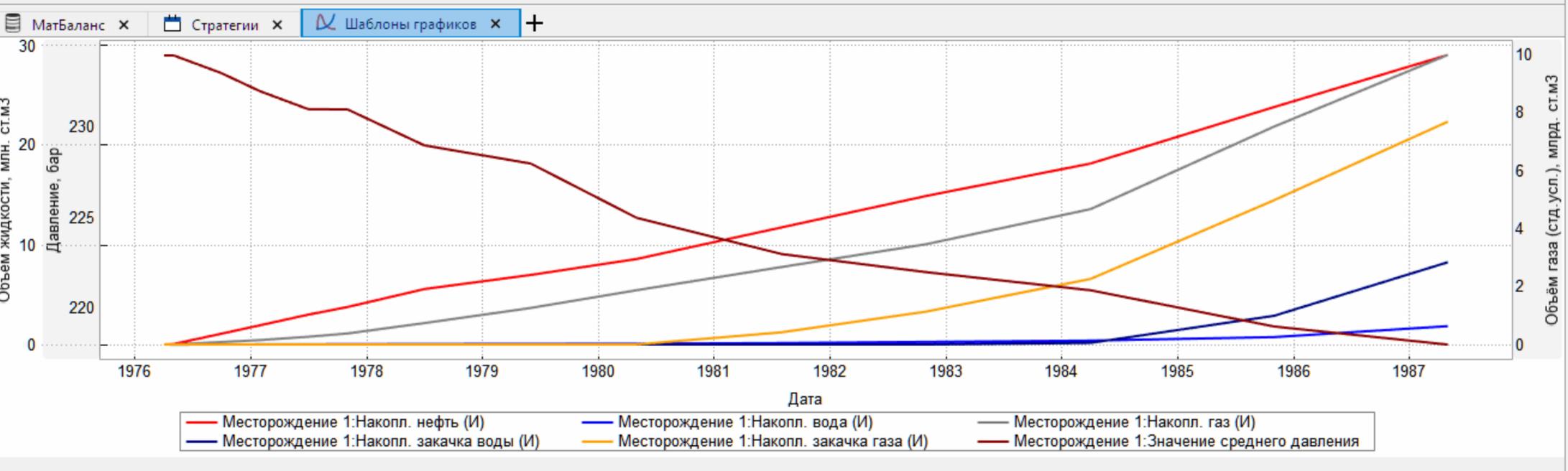
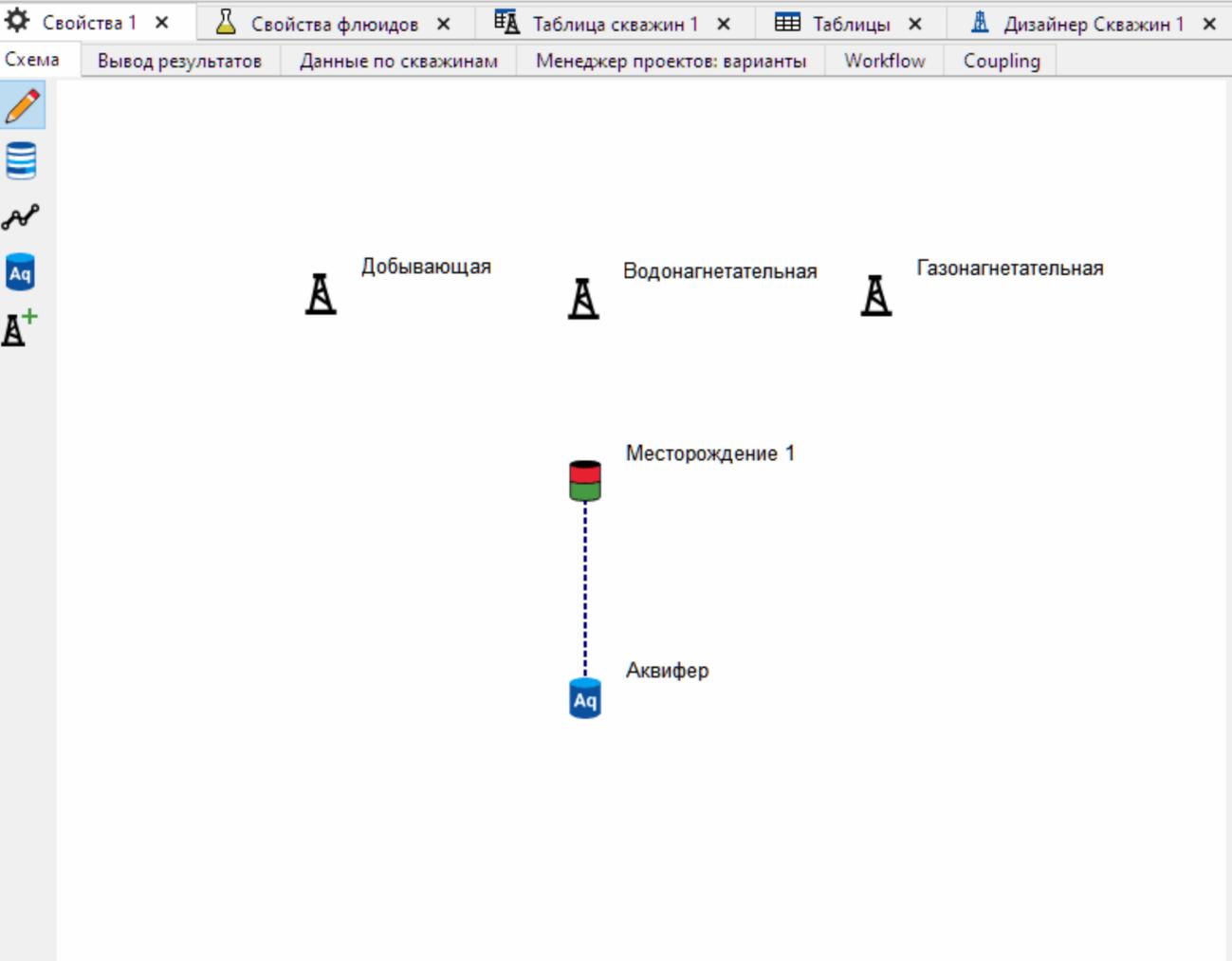
Схема Вывод результатов Данные по скважинам Менеджер проектов: варианты Workflow Coupling

Продуктивные пласты:

#	Резервуар
1	Месторождение 1

Проводимость, сП.пласт.м3/сут/бар:

Имя	Значение



Объекты

МатБаланс

Модели

- Таблицы добычи регионов
 - Давления по месторождению
- Таблицы добычи скважин
 - Накопленные
 - Накопленные + Дебиты

Настройки

Объекты

Фильтр: FIPNUM

- Месторождение 1

Параметры

- Накопл. показатели
 - Накопл. нефть (И)
 - Накопл. вода (И)
 - Накопл. газ (И)
 - Накопл. закачка воды (И)
 - Накопл. закачка газа (И)
- Давление
 - Значение среднего давления

Шаблоны

- Стандартные шаблоны
 - Основные графики
 - Дебиты
 - Накопл. показатели
 - Запасы
 - Анализ
 - Давление
 - Статистика запуска

Свойства 1 x

Свойства флюидов x

Таблица скважин 1 x

Таблицы x

Дизайнер Скважин 1 x

Схема

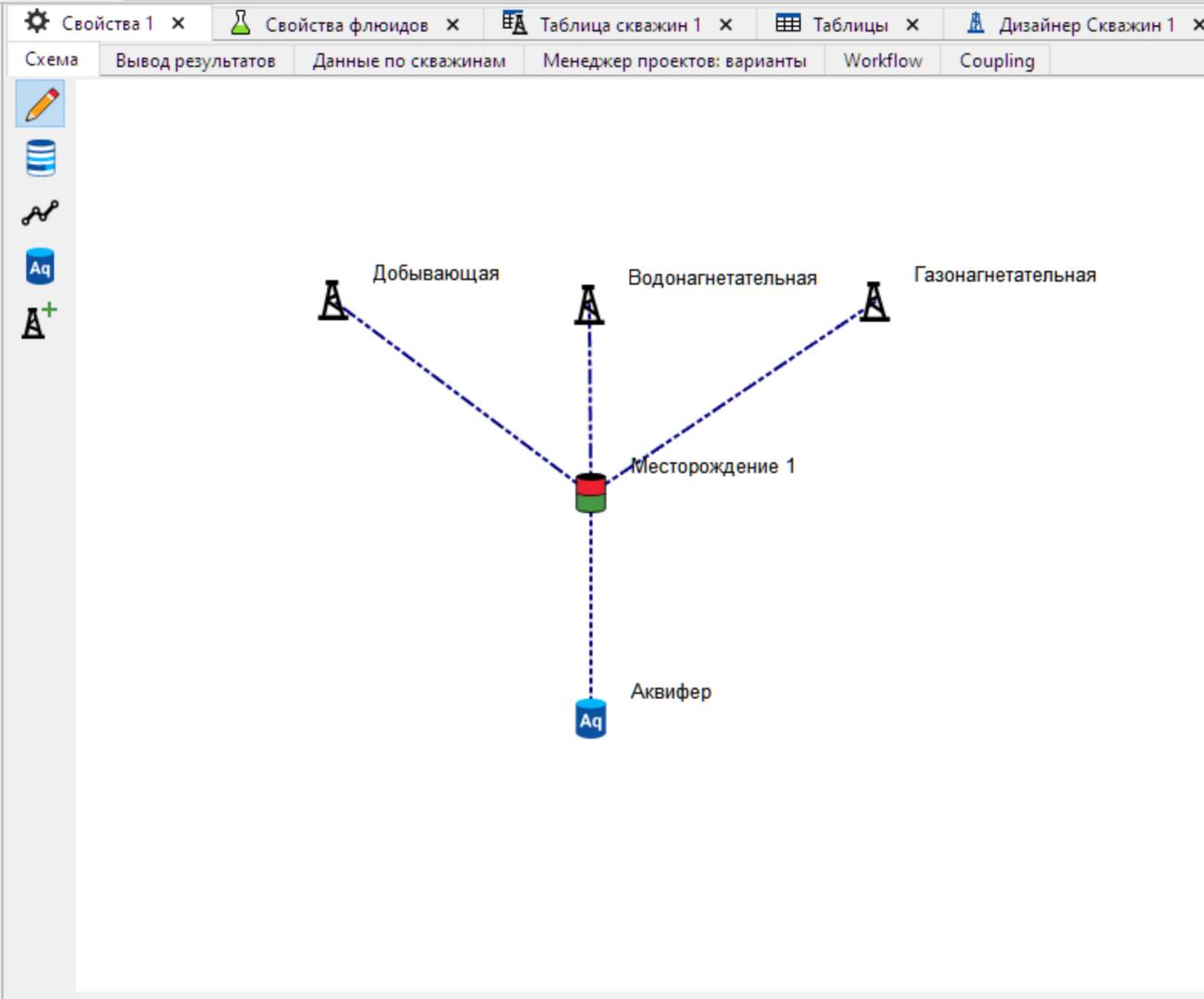
Вывод результатов

Данные по скважинам

Менеджер проектов: варианты

Workflow

Coupling



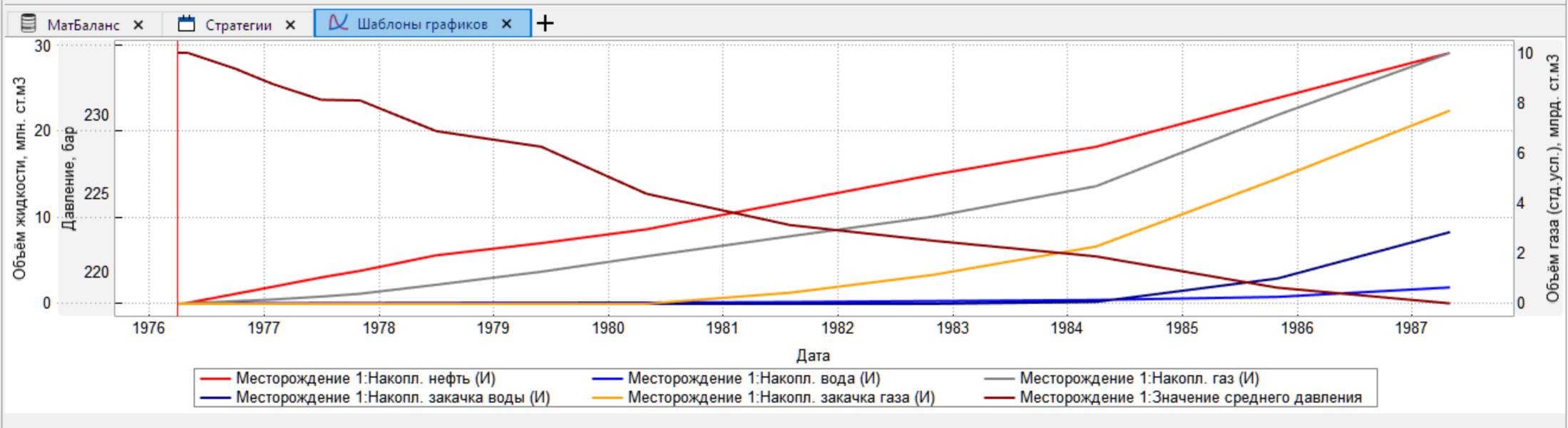
Продуктивные пласты:

Фильтр:

#	Резервуар
1	Месторождение 1

Проводимость, сП.пласт.м3/сут/бар:

Имя	Значение
-----	----------



Объекты

МатБаланс

Имя Статус

- Месторождение 1

Настройки

Тип модели: Модель МатБаланса

Свойства 1 x Свойства флюидов x Таблица скважин 1 x Таблицы x Дизайнер Скважин 1 x

Схема Вывод результатов Данные по скважинам Менеджер проектов: варианты Workflow Coupling

Продуктивные пласты:

#	Резервуар
1	Месторождение 1

Добавить Удалить

Проводимость, сП.пласт.м3/сут/бар:

Имя	Значение
-----	----------

Свойства резервуара

Зависимости

	Проект PVT	Тип флюида	Проект ОФП
Месторождение 1	Вариант 1 (P...)	Нефть	Variant 1 (RP ...)

Резервуар

	Давление, бар	Опорная глуб...	Сжимаемость ...	Свойства флю...	Rs, ст.м3/ст.м3	Давление нас...	Rv, ст.м3/ст.м3
Месторождение 1	234	2340	1e-05	На основе о...	86	162.680145	

Объём

	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	Нач. запас
Месторождение 1	Задано	0.2	0.05	30000000	0.2	100000000	100000000

	Давление, бар	Опорная глуб...	Сжимаемость ...	Свойства флю...	Rs, ст.м3/ст.м3	Давление нас...	Rv, ст.м3/ст.м3	Давление нача...
Месторождение 1	234	2340	1e-05	На основе о...	86	162.680145		

Объёмы и запасы

	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	Нач. запасы в...	Радиус резерв...	Кровля резерв...	Подошва резе...	Коэффициент ...	Газо-нефтяно...
Месторождение 1	Задано	0.2	0.05	30000000	0.2	100000000	100000000	10000	1000	1100	1	1000

Объекты

МатБаланс

Модели

- Таблицы добычи регионов
 - Давления по месторождению
- Таблицы добычи скважин
 - Накопленные
 - Накопленные + Дебиты

Настройки

Объекты

Фильтр: FIPNUM

- Месторождение 1

Параметры

- Накопл. показатели
 - Накопл. нефть (И)
 - Накопл. вода (И)
 - Накопл. газ (И)
 - Накопл. закачка воды (И)
 - Накопл. закачка газа (И)
- Давление
 - Значение среднего давления

Шаблоны

- Стандартные шаблоны
 - Основные графики
 - Дебиты
 - Накопл. показатели
 - Запасы
 - Анализ
 - Давление
 - Статистика запуска

Свойства 1 x Свойства флюидов x Таблица скважин 1 x Таблицы x Дизайнер Скважин 1 x

Схема Вывод результатов Данные по скважинам Менеджер проектов: варианты Workflow Coupling

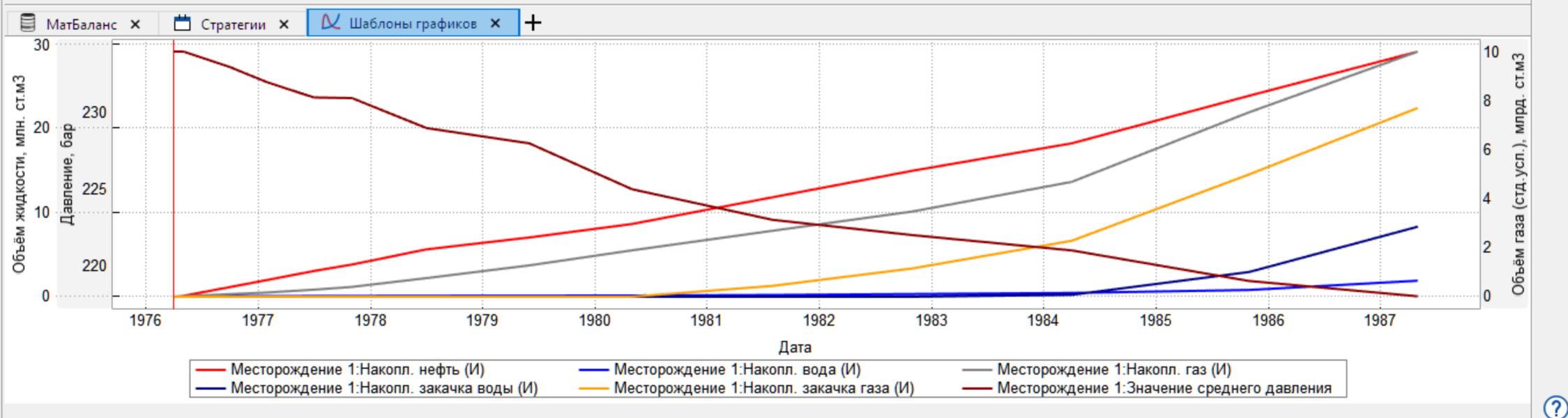
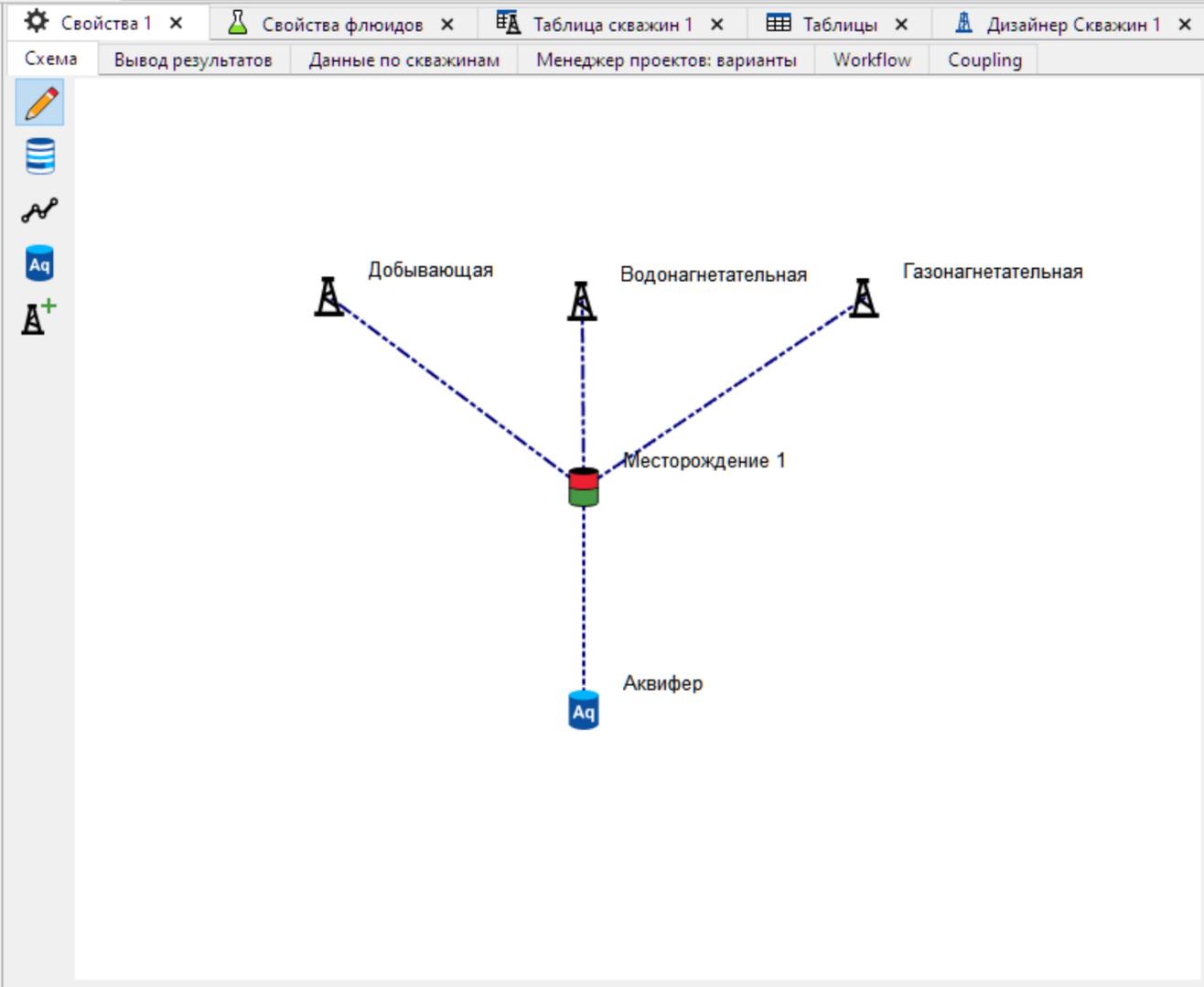
Продуктивные пласты:

#	Резервуар
1	Месторождение 1

Проводимость, сП.пласт.м3/сут/бар:

Имя	Значение
-----	----------

МатБаланс x Стратегии x Шаблоны графиков x



Объекты

МатБаланс

Имя Статус

- Месторождение 1

Настройки

Тип модели: Модель МатБаланса

Свойства 1 x Свойства флюидов x Таблица скважин 1 x Таблицы x Дизайнер Скважин 1 x

Схема Вывод результатов Данные по скважинам Менеджер проектов: варианты Workflow Coupling

Свойства аквифера

Тип аквифера: Картер-Трейси

Дополнительные настройки аквифера

Тип геометрии аквифера: <По умолчанию>

Отношение внутреннего радиуса к внешнему радиусу аквифера: 5

Настройки по ограничению потока: <По умолчанию>

Настройки капиллярного давления: <По умолчанию>

Учитывать гравитационный эффект

Солвер аквифера: <По умолчанию>

Параметр солвера аквифера:

№	Заголовок	Значение
1	Опорная глубина	2340
2	Начальное давление на базовой глубине	
3	Проницаемость	100
4	Пористость	0.2
5	Общая сжимаемость аквифера	1e-05
6	Внутренний радиус	10000
7	Мощность	50
8	Угол влияния	
9	Номер таблицы PVT для воды	
10	Номер таблицы для функции влияния	
11	Начальная концентрация соли	
12	Начальная температура	
13	Запретить обратный переток	

Закреть

Продуктивные пласты:

#	Резервуар
1	Месторождение 1

Добавить Удалить

Проницаемость, сП.пласт.м3/сут/бар:

Имя	Значение
-----	----------

	Давление, бар	Опорная глуб...	Сжимаемость ...	Свойства флю...	Rs, ст.м3/ст.м3	Давление нас...	Rv, ст.м3/ст.м3	Давление нача...
Месторождение 1	234	2340	1e-05	На основе о...	86	162.680145		

Объемы и запасы

	Способ расчет...	Пористость ко...	Связанная вод...	Запасы свобо...	Начальная до...	Нач. запасы га...	Нач. запасы в...	Радиус резерв...	Кровля резерв...	Подошва резе...	Кэффициент ...	Газо-нефтяно...
Месторождение 1	Задано	0.2	0.05	30000000	0.2	100000000	100000000	10000	1000	1100	1	1000

Объекты

МатБаланс

Модели

- Таблицы добычи регионов
 - Давления по месторождению
- Таблицы добычи скважин
 - Накопленные
 - Накопленные + Дебиты

Настройки

Объекты

Фильтр: FIPNUM

- Месторождение 1

Параметры

- Накопл. показатели
 - Накопл. нефть (И)
 - Накопл. вода (И)
 - Накопл. газ (И)
 - Накопл. закачка воды (И)
 - Накопл. закачка газа (И)
- Давление
 - Значение среднего давления

Шаблоны

- Стандартные шаблоны
 - Основные графики
 - Дебиты
 - Накопл. показатели
 - Запасы
 - Анализ
 - Давление
 - Статистика запуска

Свойства 1 x

Свойства флюидов x

Таблица скважин 1 x

Таблицы x

Дизайнер Скважин 1 x

Схема

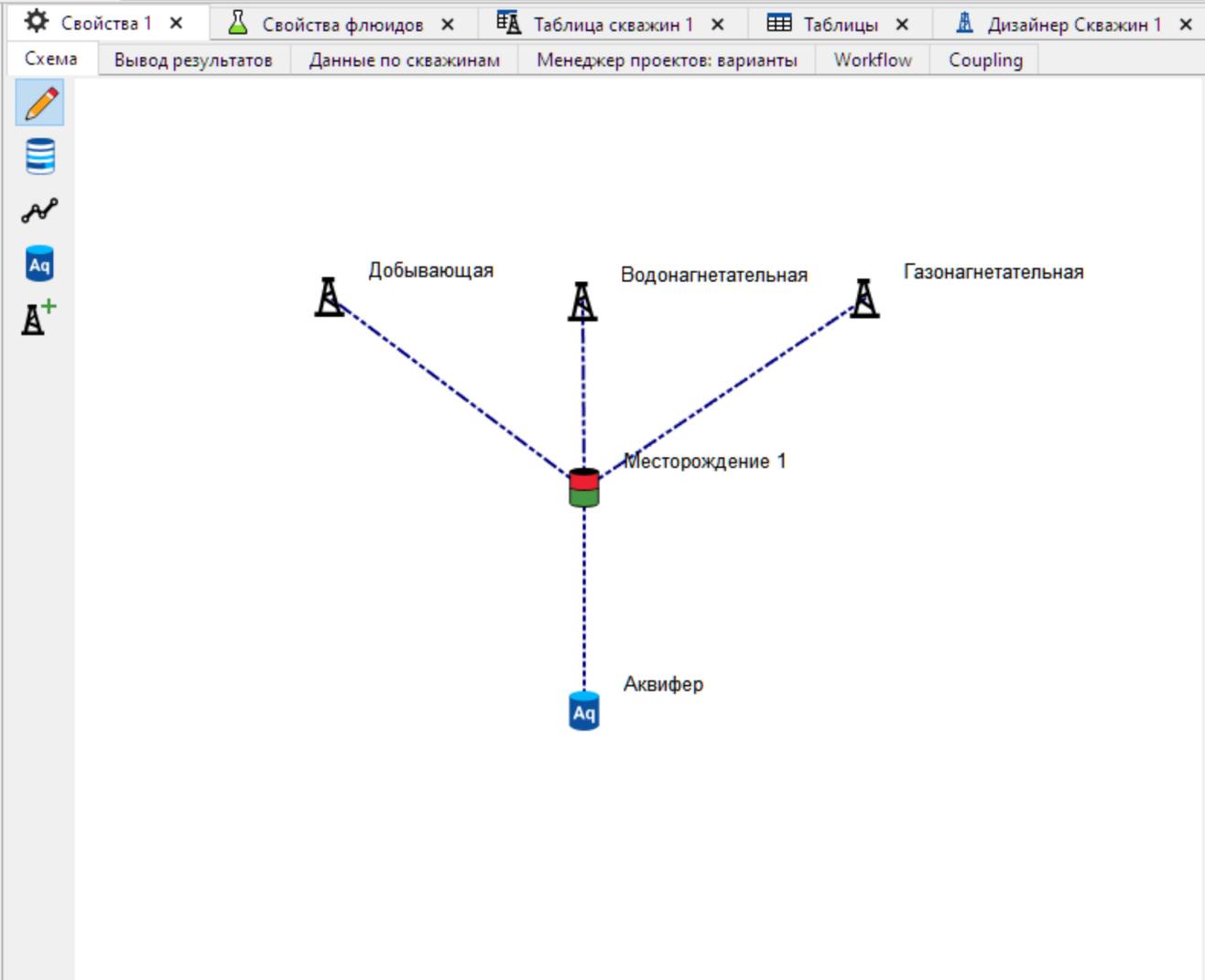
Вывод результатов

Данные по скважинам

Менеджер проектов: варианты

Workflow

Coupling



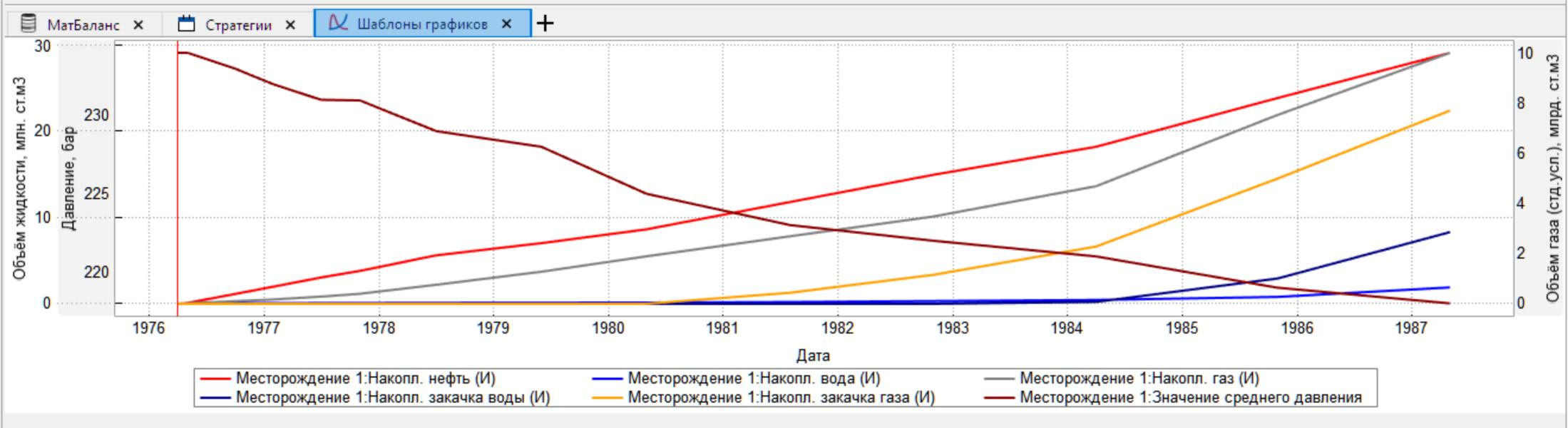
Продуктивные пласты:

Фильтр:

#	Резервуар
1	Месторождение 1

Проводимость, сП.пласт.м3/сут/бар:

Имя	Значение
-----	----------



Выводы

- Модуль МатБаланс полностью интегрирован в экосистему тНавигатор
- Простой и интерактивный интерфейс
- Использована физическая модель Симулятора
- Использование проектов РVT-Дизайнера, Дизайнера ОФП, Скважин и Сетей
- Автоадаптация на данные истории разработки
- Расширенные инструменты анализа – вкладка «Механизмы разработки»

