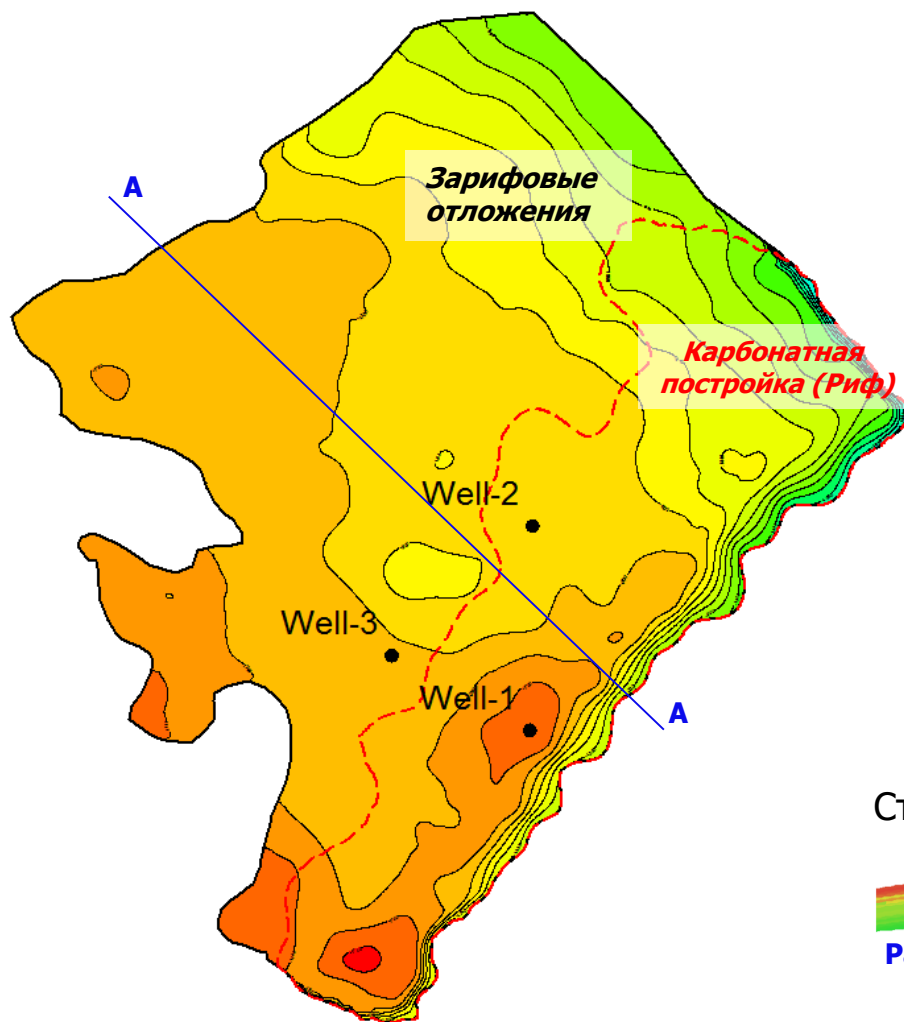


УЧЕТ ДАННЫХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН ПРИ СТОХАСТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОНИЦАЕМОСТИ

Л.Н. Матвеевко,
Геолог отдела геолого-технологического
обеспечения разработки зарубежных
месторождений

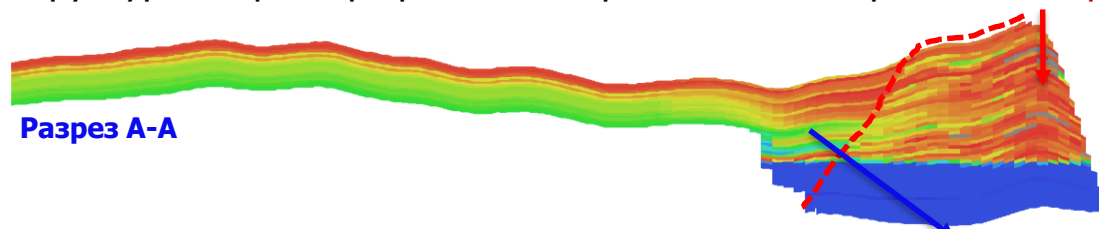
А.О. Ветлова,
Инженер отдела геолого-технологического
моделирования зарубежных месторождений

Объект исследования



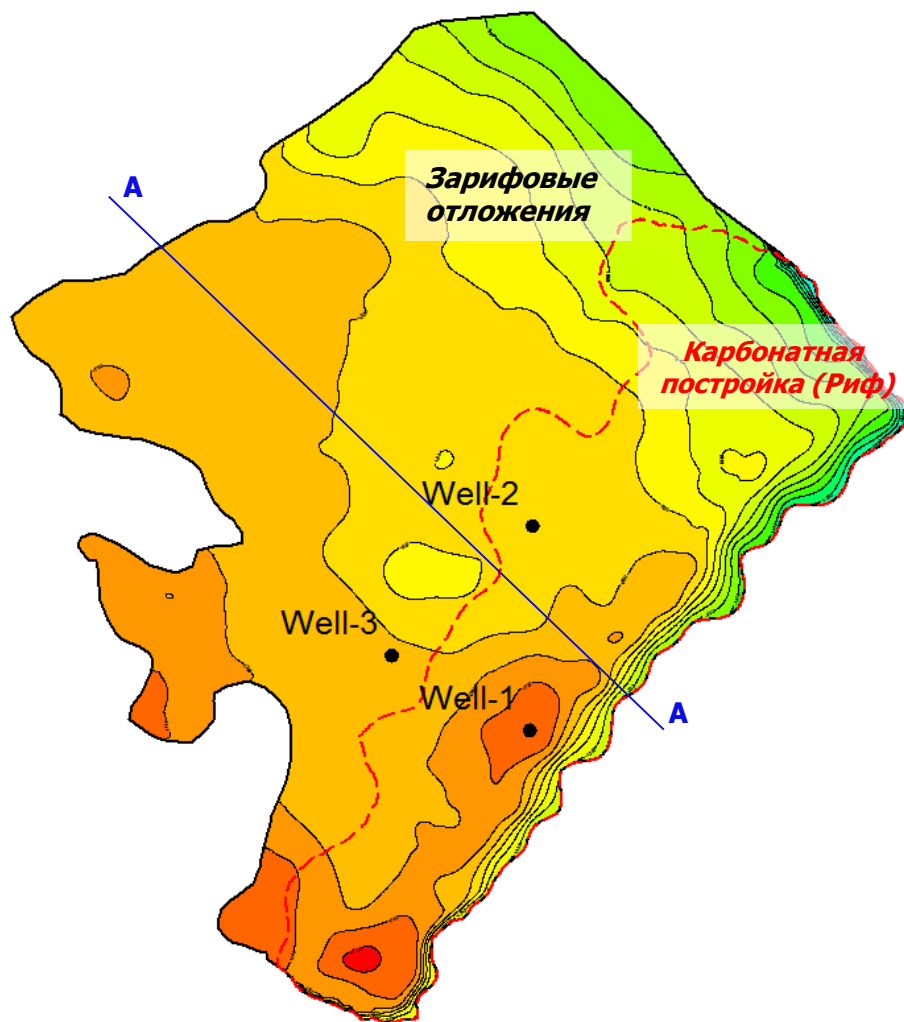
Параметры		Рифовые отложения	Зарифовые отложения
Тип коллектора		карбонатный	карбонатный
Площадь нефтеносности, тыс.м ²		87 063	203 889
Средняя эффективная нефтенасыщенная толщина, м		52	28
Коэффициент пористости		0,233	0,185
Коэффициент нефтенасыщенности пласта		0,834	0,694
Проницаемость, 10-3мкм2	По ГДИ, до / после КО	739 (Well-1)	31.8 / 291 (Well-2); 20.6 / 20.6 (Well-3)
	По керну	424.4 (Well1)	-
Коэффициент песчанистости		0,84	0,77
Начальное пластовое давление (на уровне барицентра), МПа		23,2	23,2
Плотность нефти в поверхностных условиях, г/см3		0,889	0,889

Структурно-стратиграфическая карбонатная постройка – «Риф»



Литологически ограниченные зарифовые отложения – «Зариф»

Объект исследования

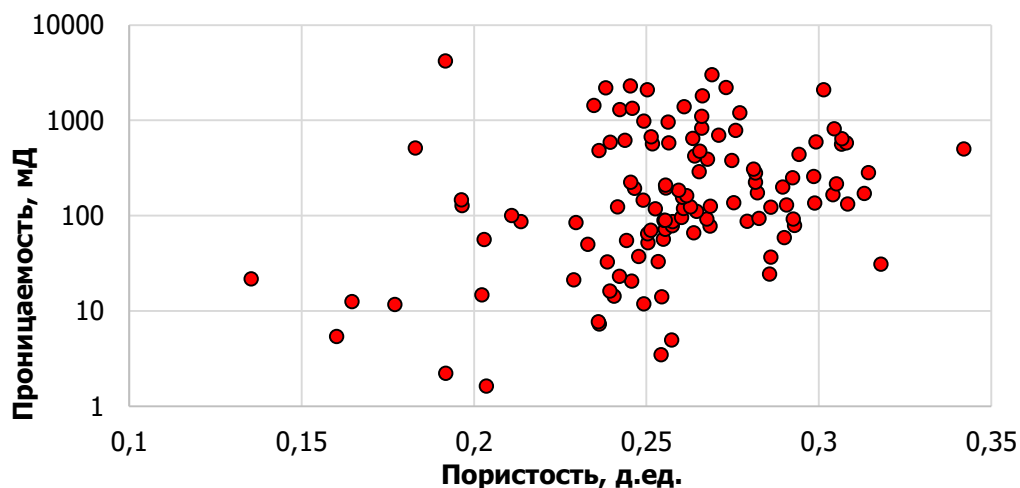


Нефтяное месторождение на стадии поиска и оценки запасов

- ✓ Незначительный охват разведочными скважинами: (3 скважины, проведены ГДИ)

Анализ керна по скв. Well-1 выявил высокую неоднородность карбонатного коллектора по проницаемости

- ✓ среднегеометрическое значение - 95,39 мД
- ✓ пределы изменения: 1 - 5000 мД



Геолого-технологическая модель

1 Тип используемой модели

Модель одинарной среды с трехфазной изотермической моделью нелетучей нефти BlackOil

2 Параметры сетки

Общее количество ячеек ГМ превышает 37 млн. (активных - более 5 млн.)
Для сокращения времени счета проведена процедура ремасштабирования

3 Задание свойств пластовых флюидов

PVT-модель создана на основе кондиционной глубинной пробы пластовой нефти, которая легла в основу для обоснования подсчетных параметров нефти (ПО Tempest-PVTx (ROXAR))

4 Коэффициент вытеснения и ОФП

Приняты по аналогии с объектом Мишриф месторождения-аналога

5 Начальное состояние

Распределения остаточной водо- и нефтенасыщенности приняты по аналогии с объектом Мишриф месторождения-аналога

7 Распределение ФЕС

Недостаточно данных для корректного распределения ФЕС в пространстве

8 Настройка текущего состояния

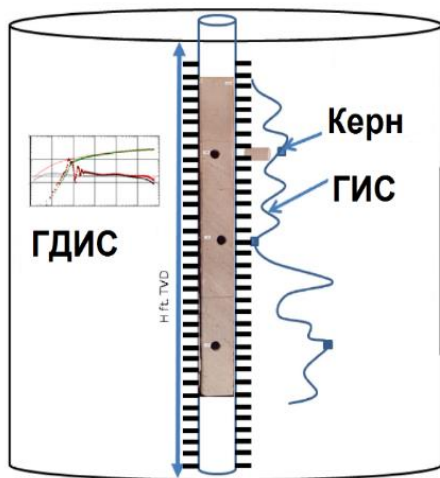
Настройка проводилась на данные ГДИ, так как на текущую дату месторождение не разрабатывается

Методы распределения ФЕС

Стандартный подход

Петрофизическая зависимость проницаемости от пористости, полученная на основе:

- Исследований керна;
- ГДИС;
- Данных пласта-аналога.



Керн - прямое измерение проницаемости (проницаемость по инертн.газу)

ГДИС - измерение эффективной проницаемости пластового флюида масштаб – сотни м

Геостатистическое моделирование (стохастическое)

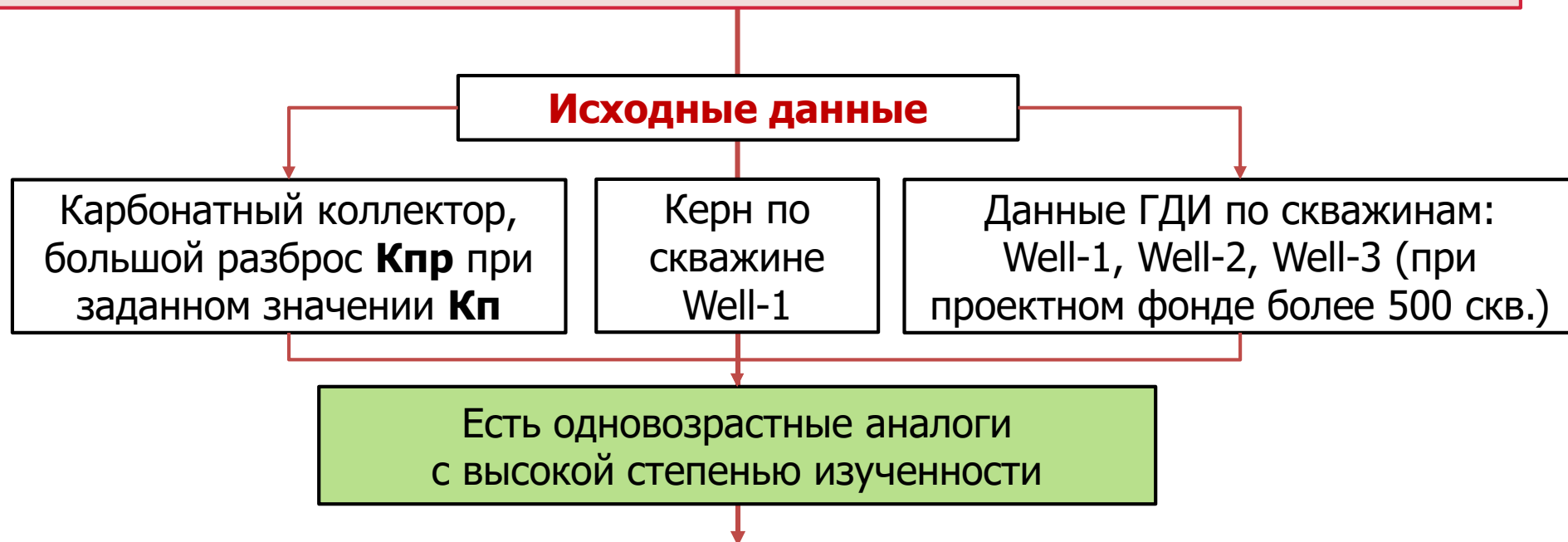
Позволяет получить множество равновероятностных реализаций, используя входящие данные:

- Скважинные данные и их распределения (гистограммы);
- Вариограммы (пространственная модель);
- Фациальная модель;
- Пространственные тренды (карты и ГСР).

Цель работы, схема принятия решения

ЦЕЛЬ:

Задать распределение ФЕС для месторождений на стадии поиска и оценки запасов при ограниченном количестве исходных данных



РЕШЕНИЕ:

Стохастическое распределения куба проницаемости с использованием данных ГДИ месторождения аналога

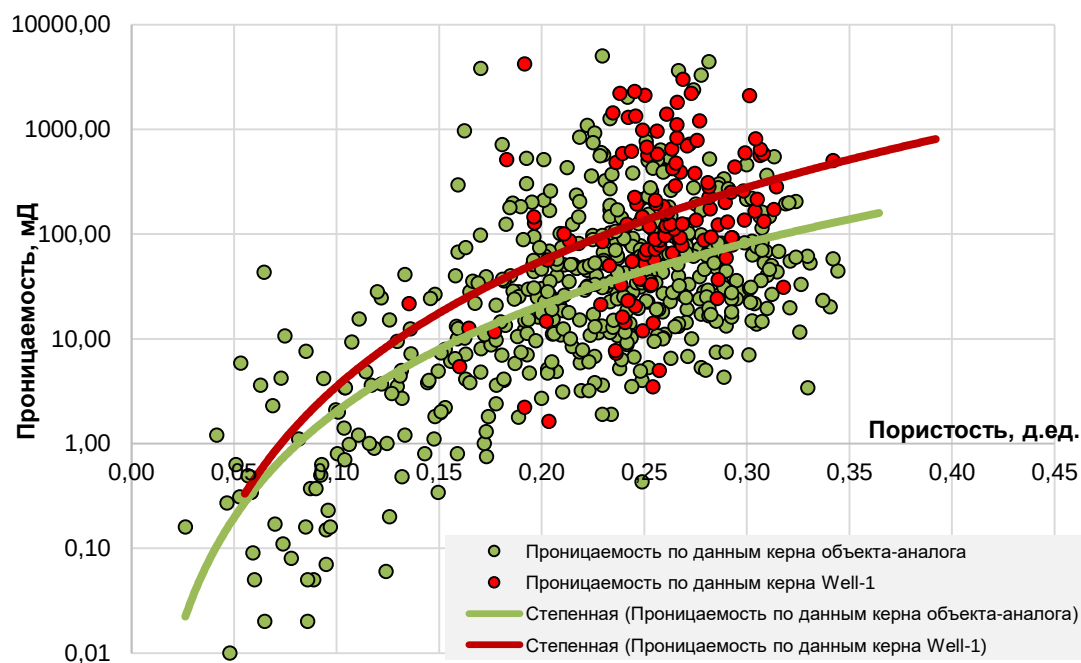
Исходные данные

1 Данные ГДИ объекта-аналога,
который характеризуется более высокой
степенью изученности

**2 Распределение
проницаемости по глубине**
по данным керн скважины Well-1



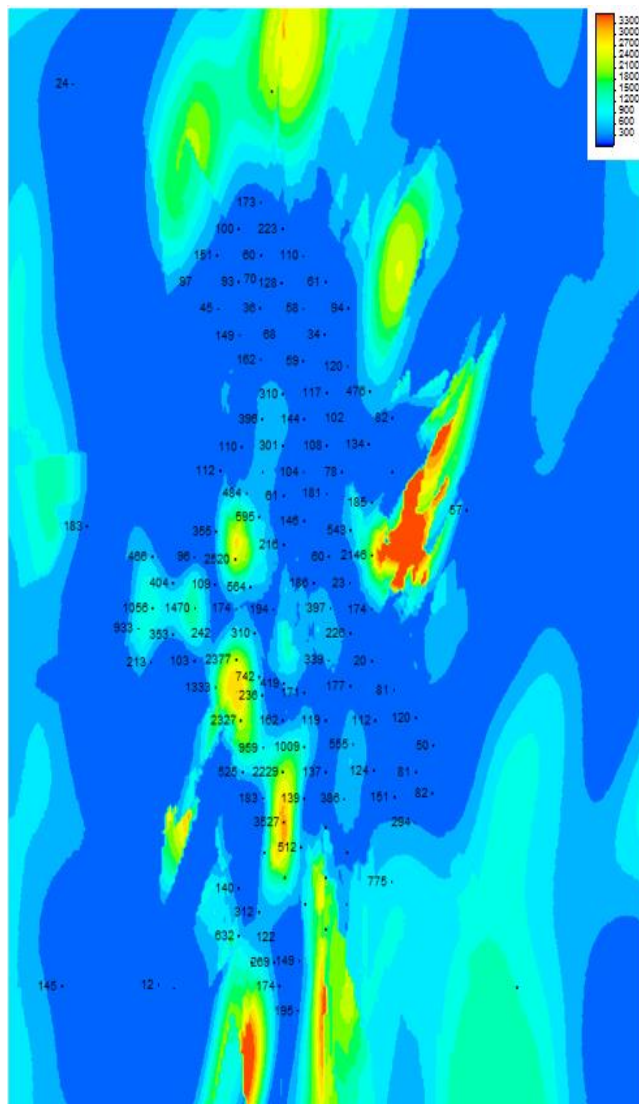
3 Кросс-плот проницаемости от пористости
по данным исследований керн скважины Well-1 и объекта-аналога



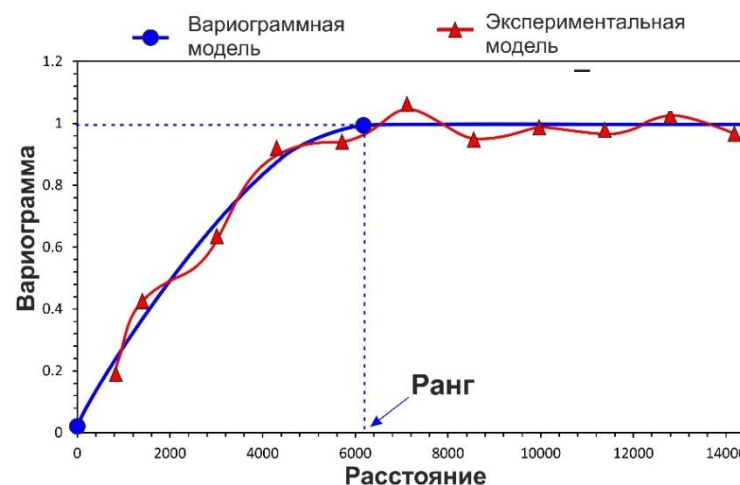
4 Данные результатов ГДИ
скважин объекта исследования

Скважины	Well-1	Well-2		Well-3	
	без КО	до КО	после КО	до КО	после КО
Кпр по ГДИС, мД	739	31.8	31.8	20.6	20.6

Карта проницаемости по данным ГДИ объекта-аналога



Вариограммный анализ на основе данных ГДИ объекта-аналога

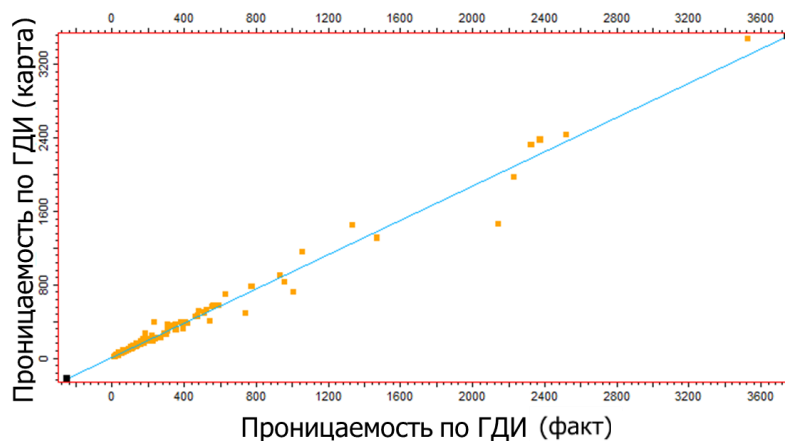


Тип вариограммной модели

- Экспоненциальная

Радиус корреляции (ранг)

- Главное направление
6 725 м
- Второстепенное направление
2 613 м



Сравнение фактических значений $K_{пр}$ и значений по карте

Пределы изменения проницаемости по карте **12 – 3527 мД**

Стохастическое моделирование проницаемости

ПО Petrel (Schlumberger)

ШАГ 1 Построение карты проницаемости месторождения

- На основе карты проницаемости по данным ГДИ объекта-аналога;
- Пределы изменения K_p для распределения ФЕС задать в соответствии с анализом керна объекта-исследования – от 1 до 5000 мД (по карте ГДИ аналога: 12 – 3527 мД)

ШАГ 2 Параметры вариограммы,

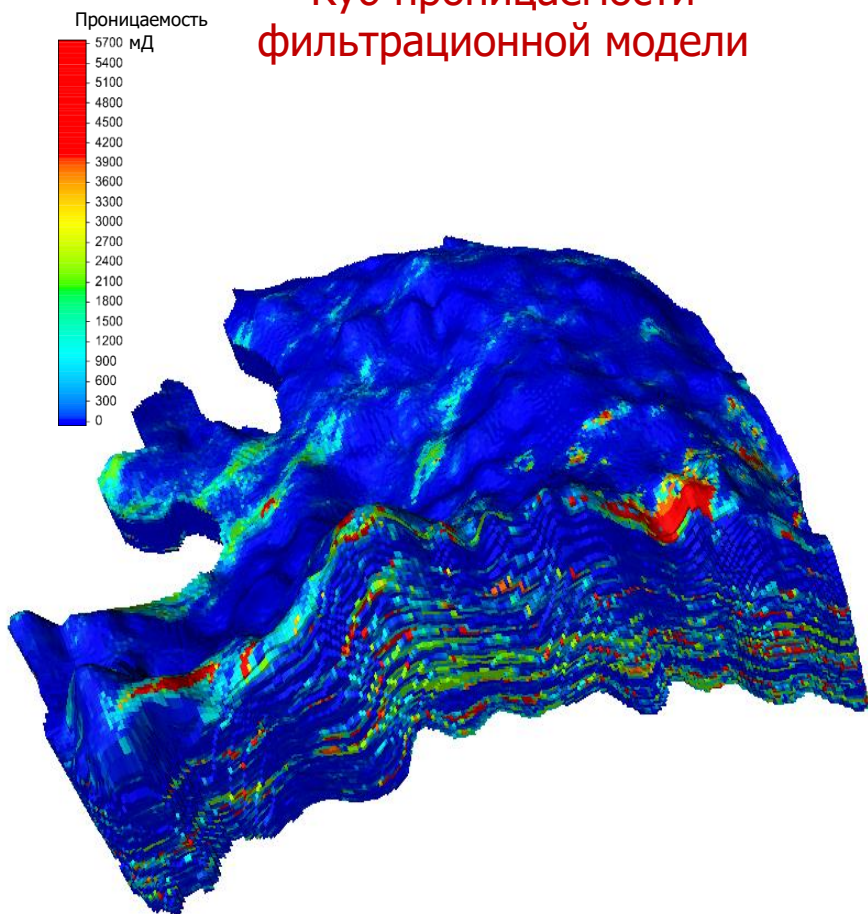
полученные при построении карты проницаемости по данным ГДИ месторождения-аналога

ШАГ 3 Создание куба проницаемости, с использованием:

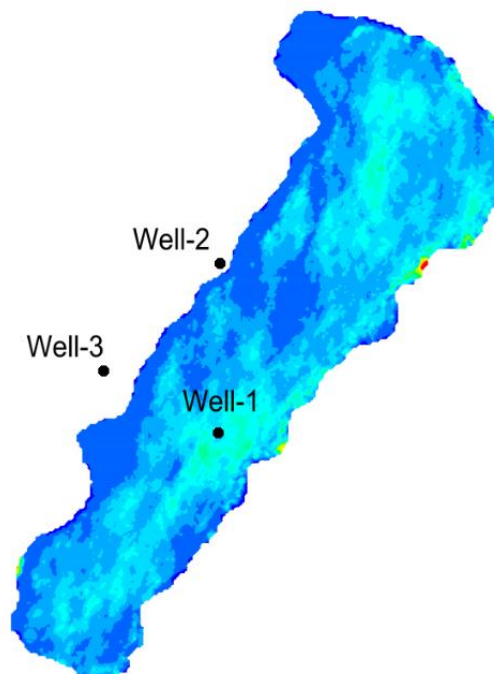
- Карты проницаемости месторождения;
- Кросс-плот проницаемости от пористости по данным исследований керна скважины Well-1 и исследований керна месторождения –аналога;
- Распределение проницаемости по глубине по данным керна скважины Well-1

Распределение проницаемости в ГТМ

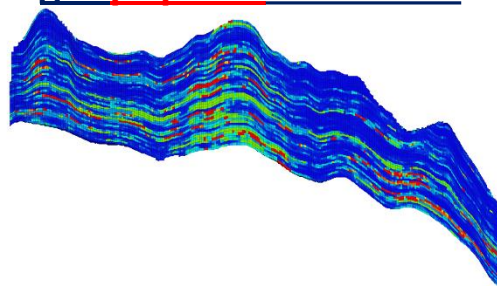
Куб проницаемости
фильтрационной модели



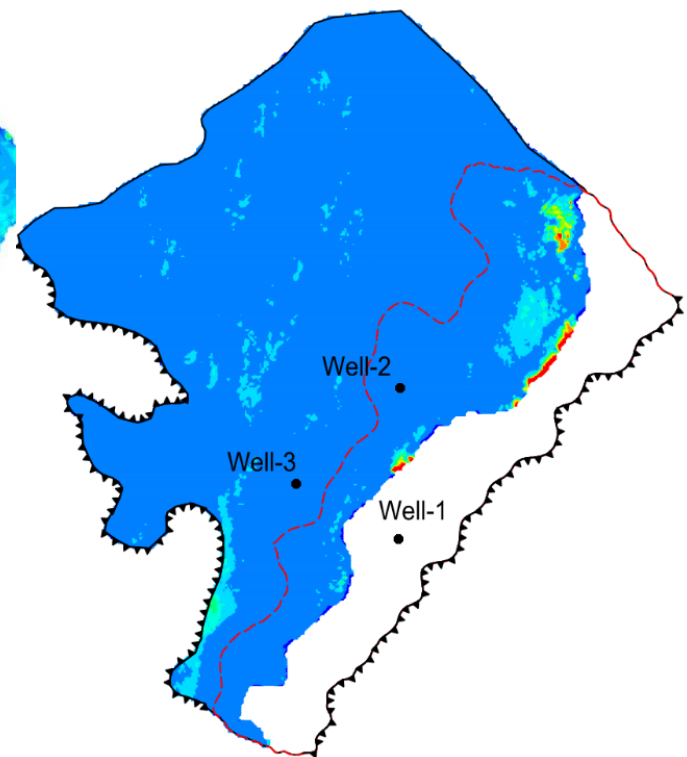
Карта проницаемости для
РИФА



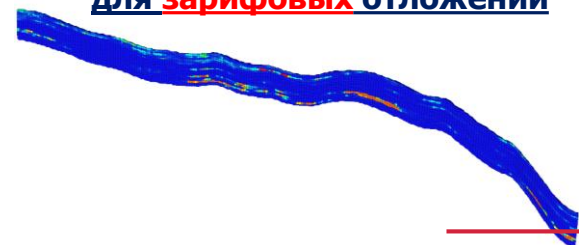
Разрез куба проницаемости
для **рифовых** отложений



Карта проницаемости для
ЗАРИФА

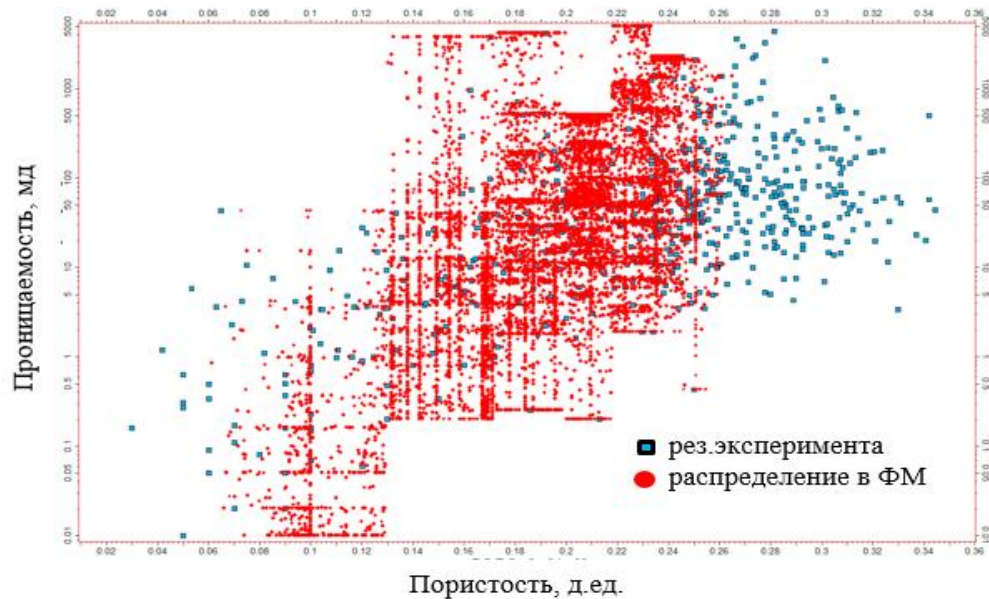


Разрез куба проницаемости
для **зарифовых** отложений

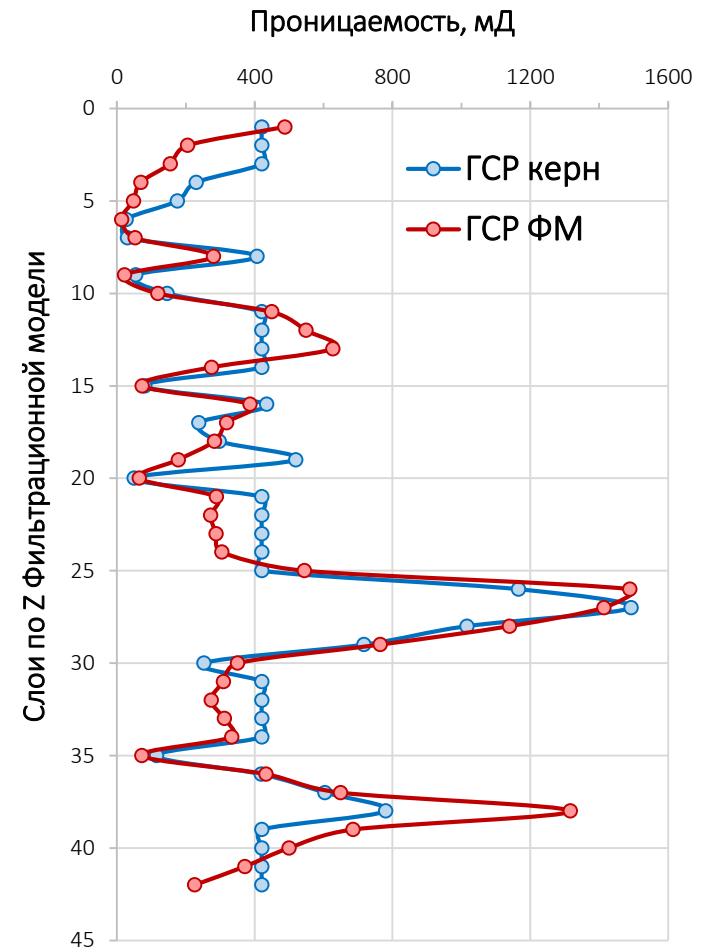


Распределение проницаемости в ГТМ

Сопоставление $K_{пр}$ по керну с распределением $K_{пр}$ в ФМ



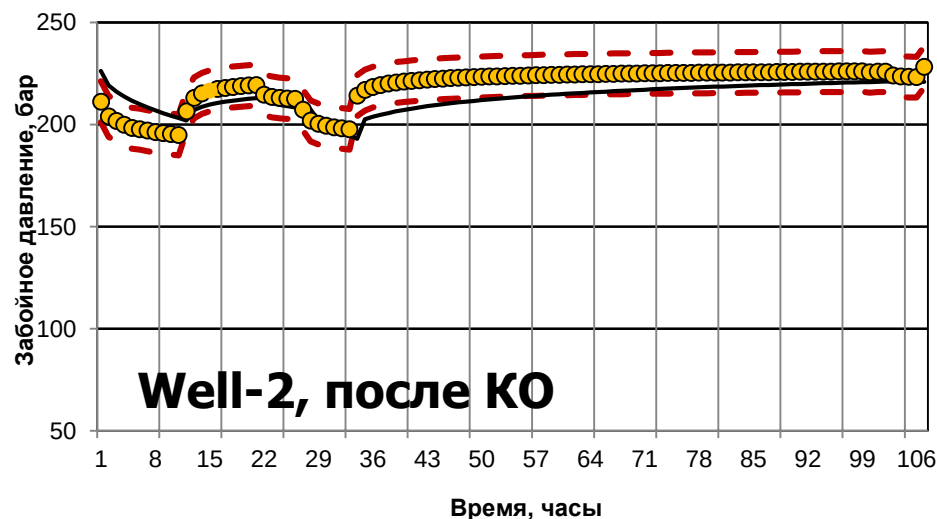
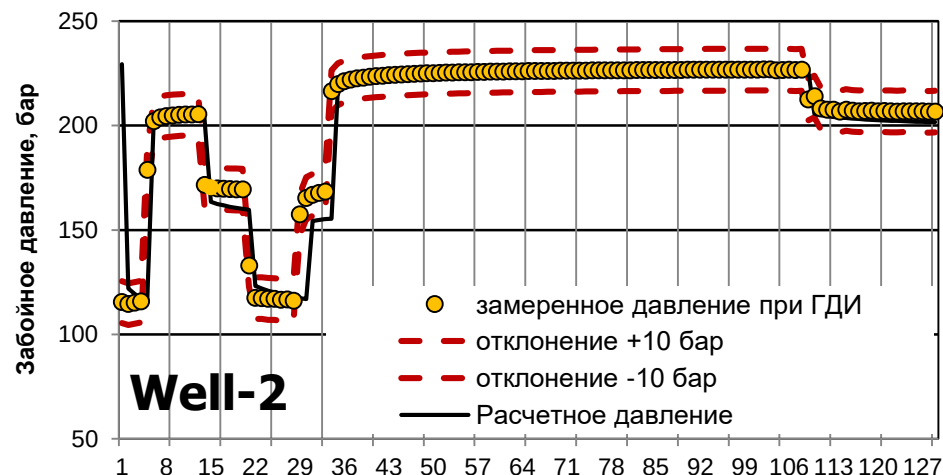
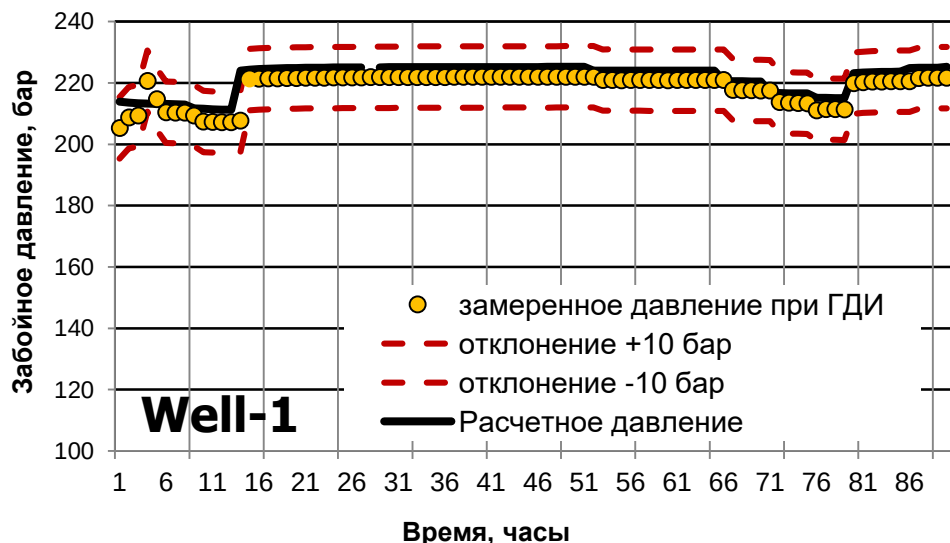
Регионы	Средняя проницаемость по полученной карте, мД	Средняя проницаемость по полученному кубу, мД
РИФ	515	548
Зариф	135	100



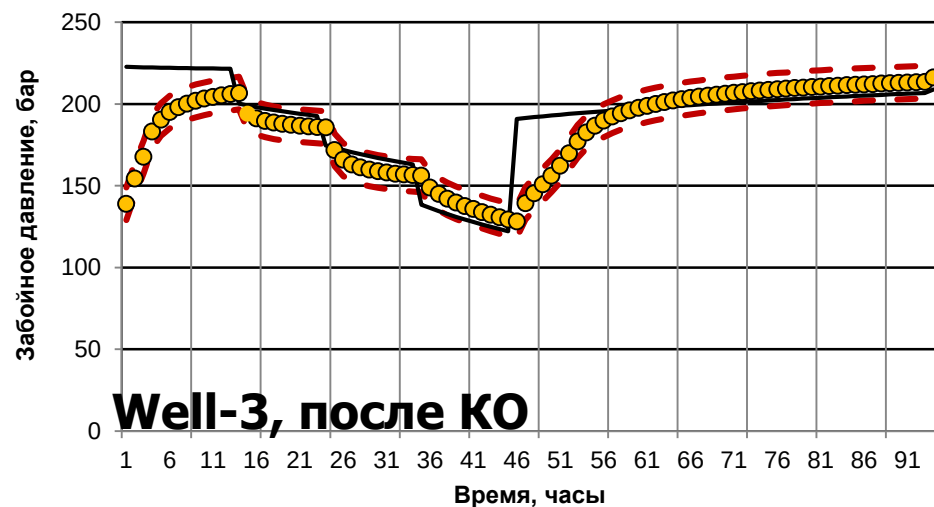
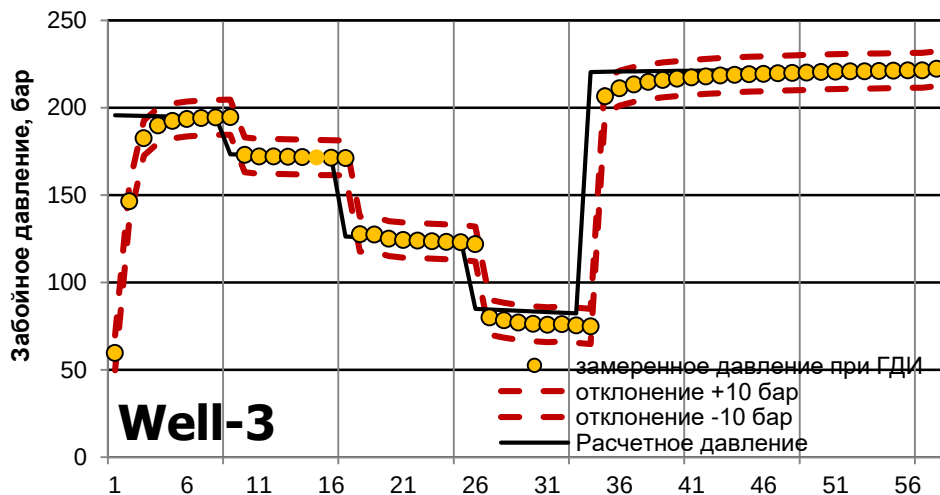
Стохастическое моделирование позволило достигнуть хорошей сходимости ФЕС в фильтрационной модели с исходными данными

Настройка текущего состояния объекта

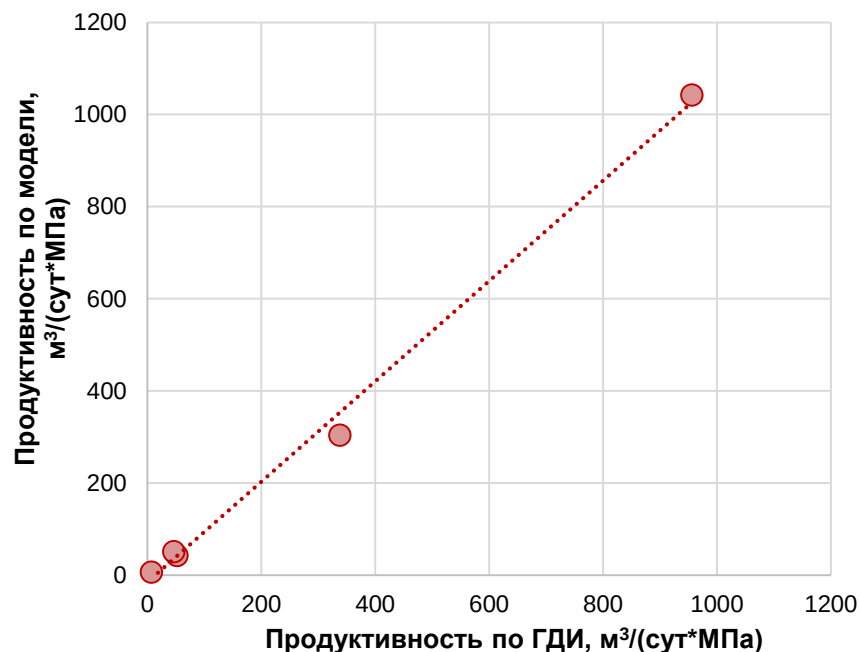
1. При настройке модели объекта временной интервал моделирования был принят равным одному дню;
2. На скважинах задавались фактические показатели добычи нефти и забойные давления;
3. Отклонение до 10 бар – допустимый диапазон отклонений.



Настройка текущего состояния объекта



Кросс-плот результатов настройки продуктивности по скважинам



Рассчитанные параметры фильтрационной модели лежат в допустимых пределах области неопределенности исторических данных, полученных по результатам ГДИ

Выводы

1

Концепция, реализованная в работе, позволяет учесть данные различного масштаба и степени достоверности для создания наиболее полной и информативной геолого-технологической модели месторождений, на стадии поиска и оценки запасов

2

Описанная концепция реализована в Workflow (алгоритмизированная последовательность действий), что позволяет в сжатые сроки получить распределение проницаемости для любого месторождения.



Всегда в движении!