

Многофизичные модели и цифровые двойники вскрываемых бурением коллекторов

Игорь Николаевич Ельцов

Галина Владимировна Нестерова

Многофизичное моделирование процессов при бурении

Входные параметры Multi- physics simulation

Моделирование процессов деформации и разрушения при и после бурения скважины

Изменение пористости, проницаемости

Моделирование проникновения фильтрата бурового раствора в пласт с учётом напряжённо-деформированного состояния

Изменение водонасыщенности, минерализации пластовой воды

Моделирование электромагнитных откликов зондов

Изменение УЭС

Данные ГИС и ГТИ

БД петрофизических и геомеханических свойств пород PetroMechBD

БД физических и химических свойств нефтей (ИНГГ СО РАН, ИХН СО РАН)

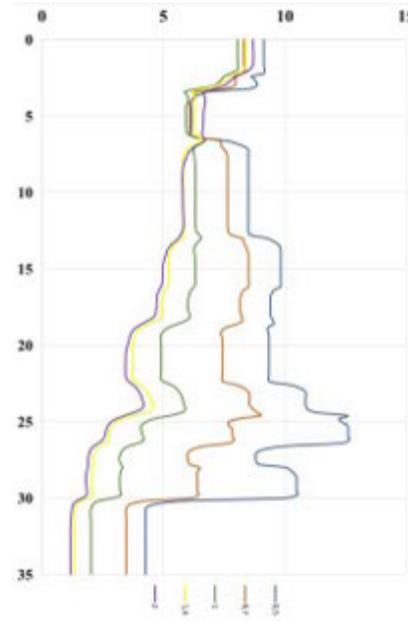
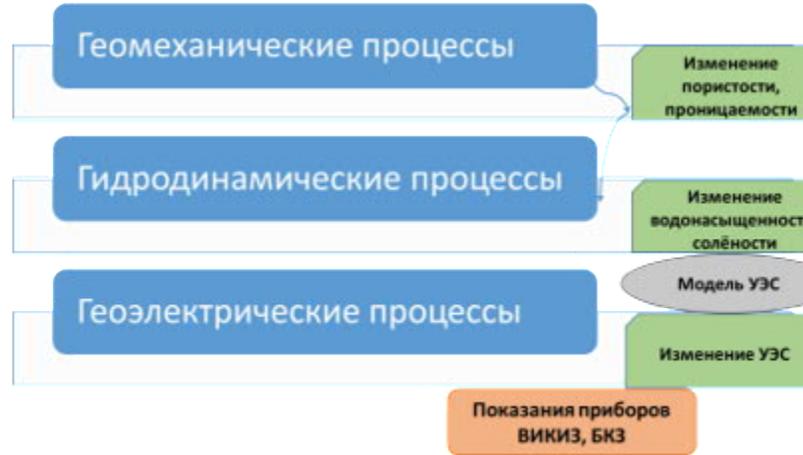
Практические и диаграммы (ПС, ВИКИЗ, БКЗ)

Синтетические и диаграммы (ПС, ВИКИЗ, БКЗ)

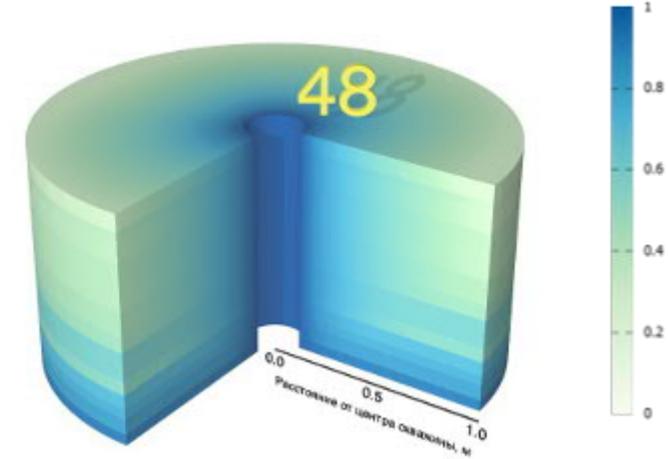
Параметризация многофизической модели коллектора

Значение	Параметры
2519	Глубина пласта, м
2600	Плотность вмещающих пород, кг/м ³
1000	Плотность бурового раствора, кг/м ³
0.63	Мин. значение коэффициента бокового распора
0.68	Макс. значение коэффициента бокового распора
12	Предел прочности пород на сдвиг, МПа
0.6	Отношение мин. и макс. проницаемостей
Арчи	Формула эффективного УЭС
0.001	Вязкость пластовой воды, Па*с
0.0025	Вязкость пластовой нефти, Па*с
20	Проницаемость неизменённого пласта, мД
0.164	Пористость пласта
2	Показатель степени для водонасыщенности
3	Показатель степени для нефтенасыщенности
0.05	Относительное превышение давления на внешнем контуре ГК над пластовым давлением
1e-9	Сжимаемость флюидов, 1/Па
0.35	Начальная водонасыщенность в пласте
0.95	Водонасыщенность ФБР
0.02	Минерализация пластовой воды, кг/л
0.002	Минерализация бурового раствора, кг/л
0.005	Проницаемость глинистой корки, мД
0.6	Пористость глинистой корки
0.045	Содержание глинистых частиц в буровом растворе

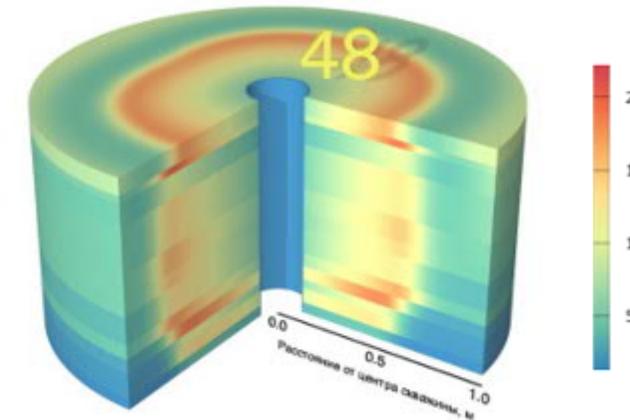
Что моделируется?



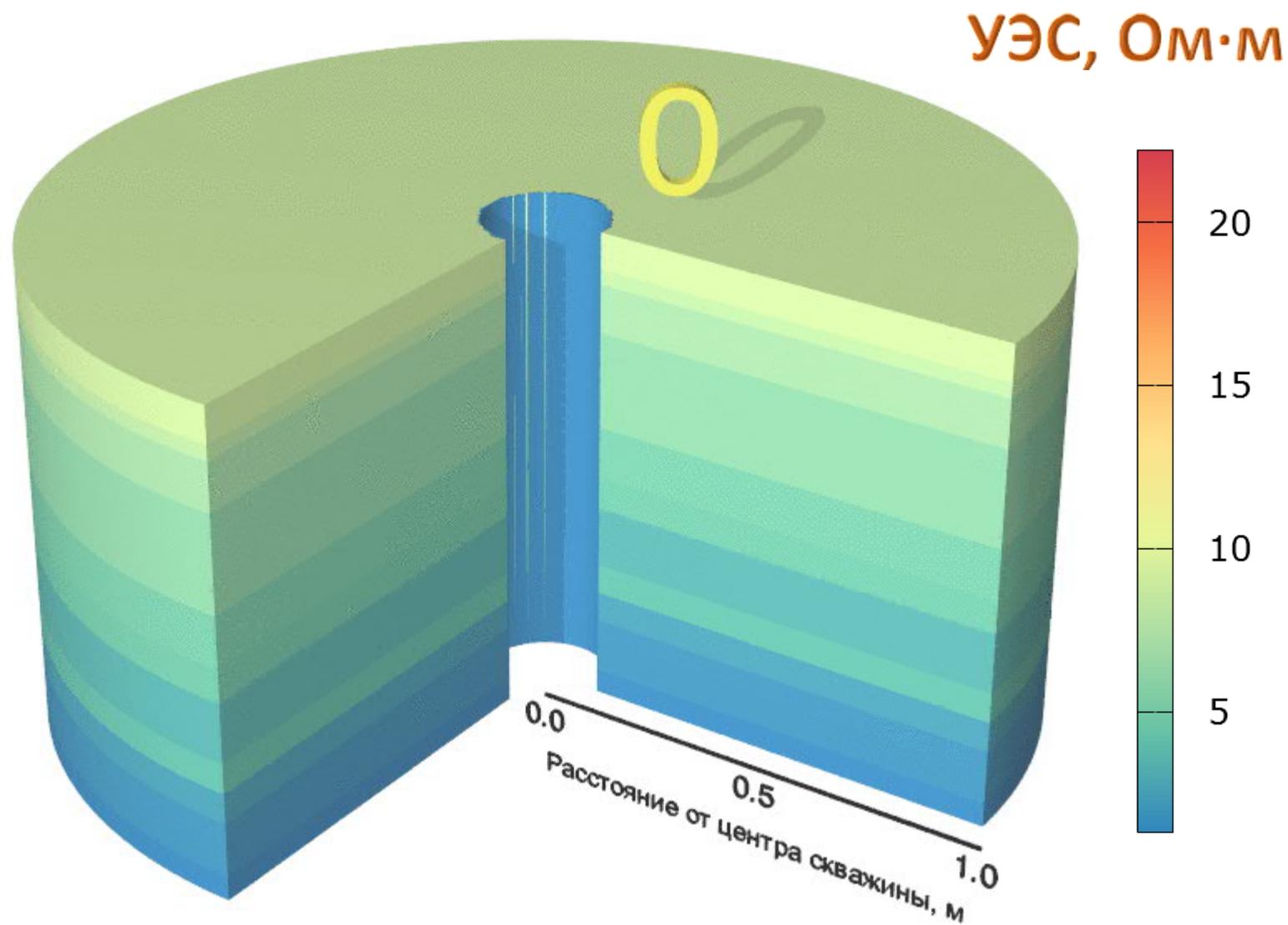
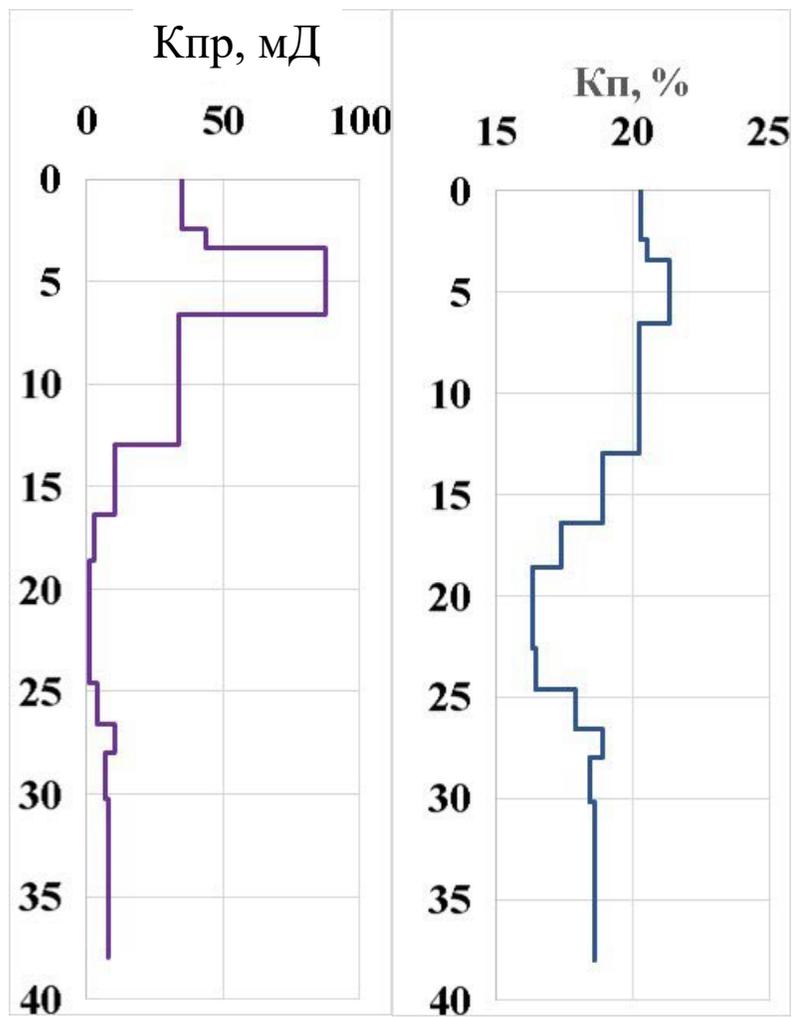
Цифровой двойник пласта



Водонасыщенность



УЭС, Ом·м



Цифровой пласт

Входные модельные параметры

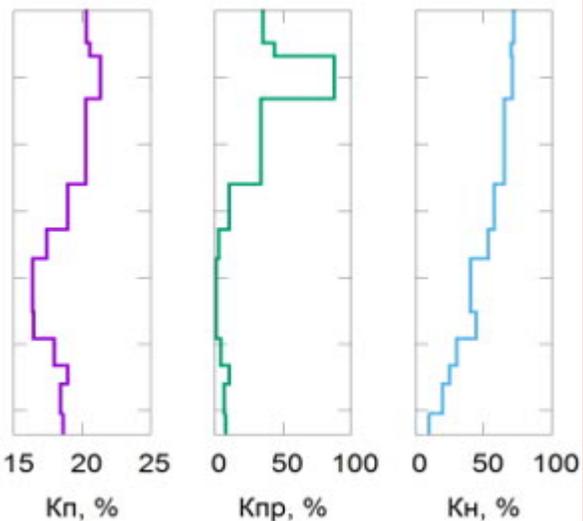
Скважина

Пласт

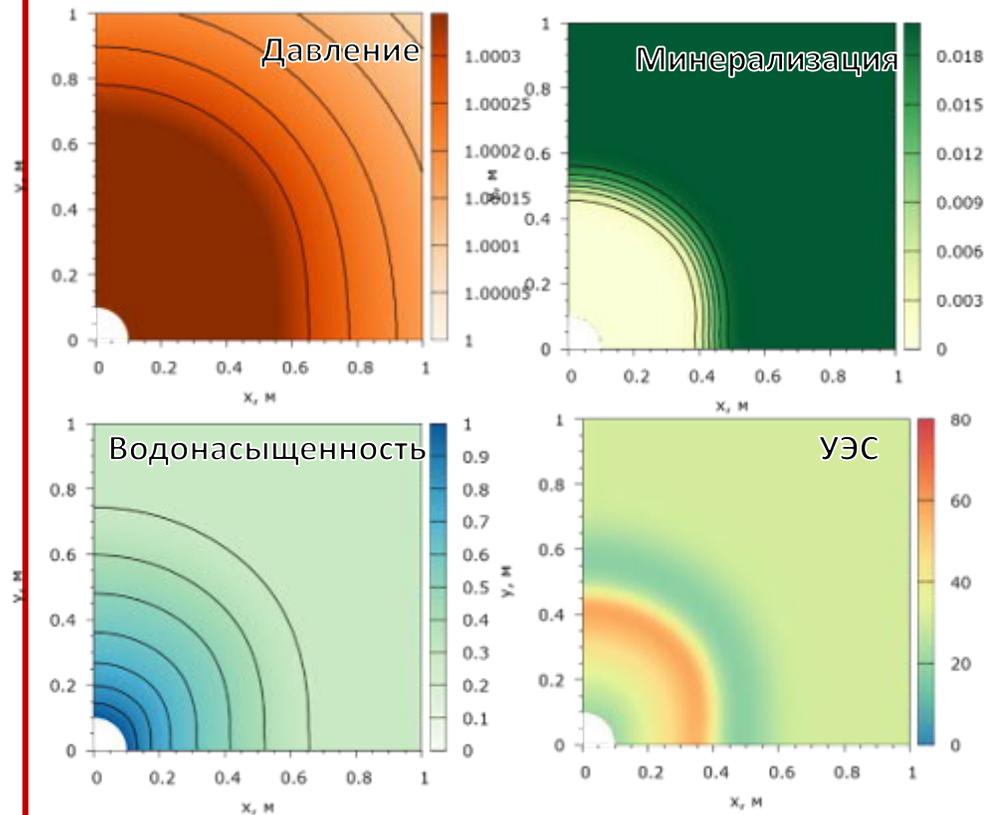
Флюиды

Модель
проницаемости

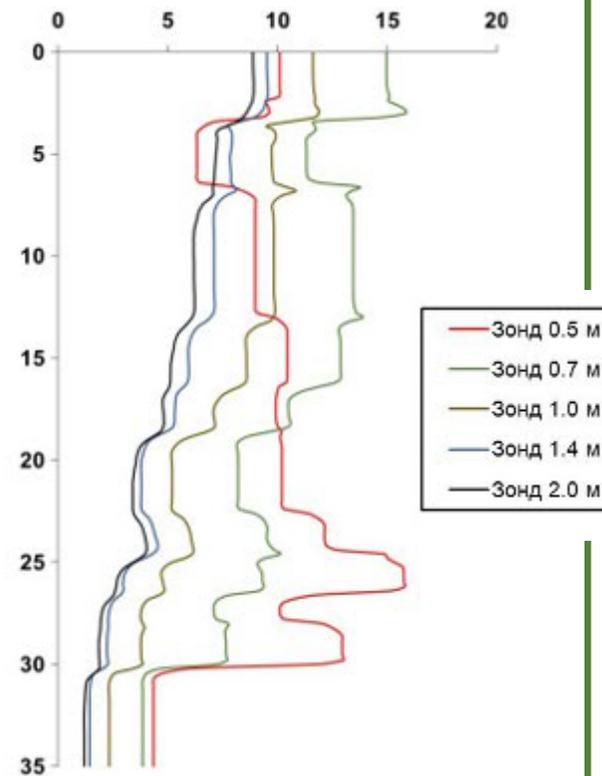
Модель УЭС



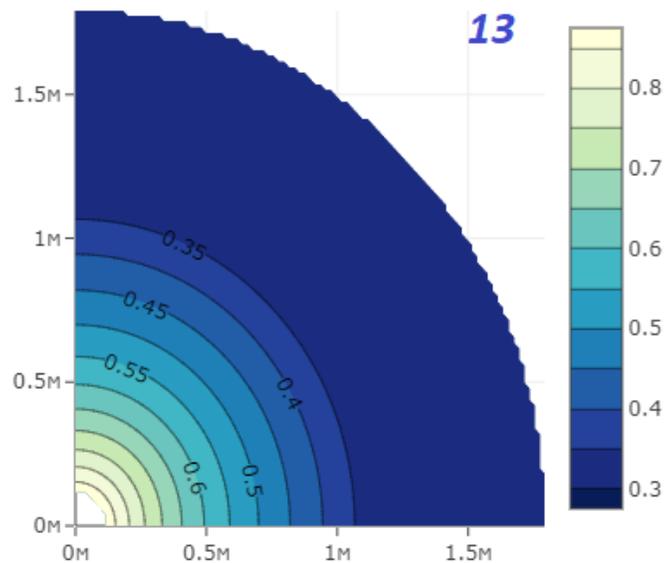
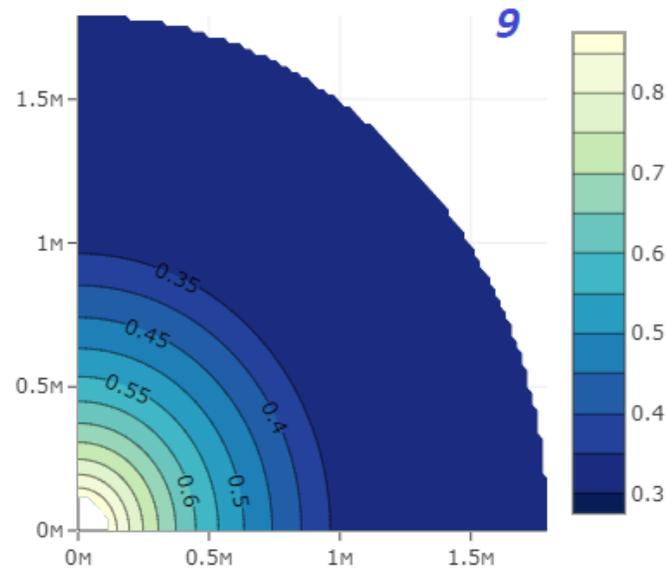
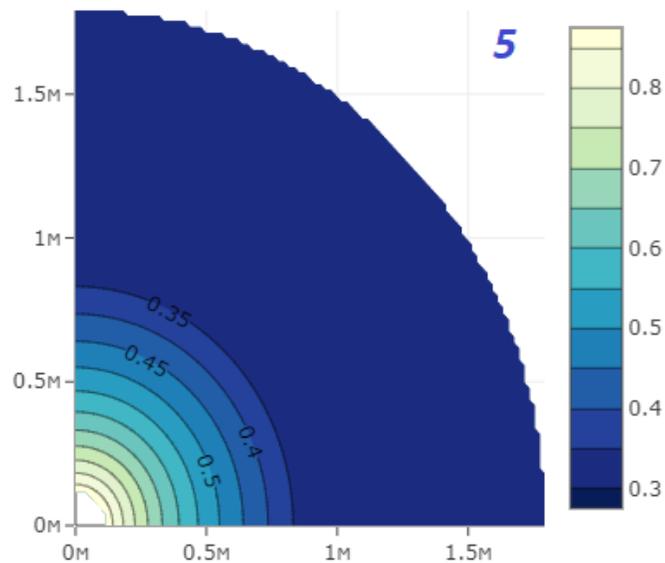
Что включает?



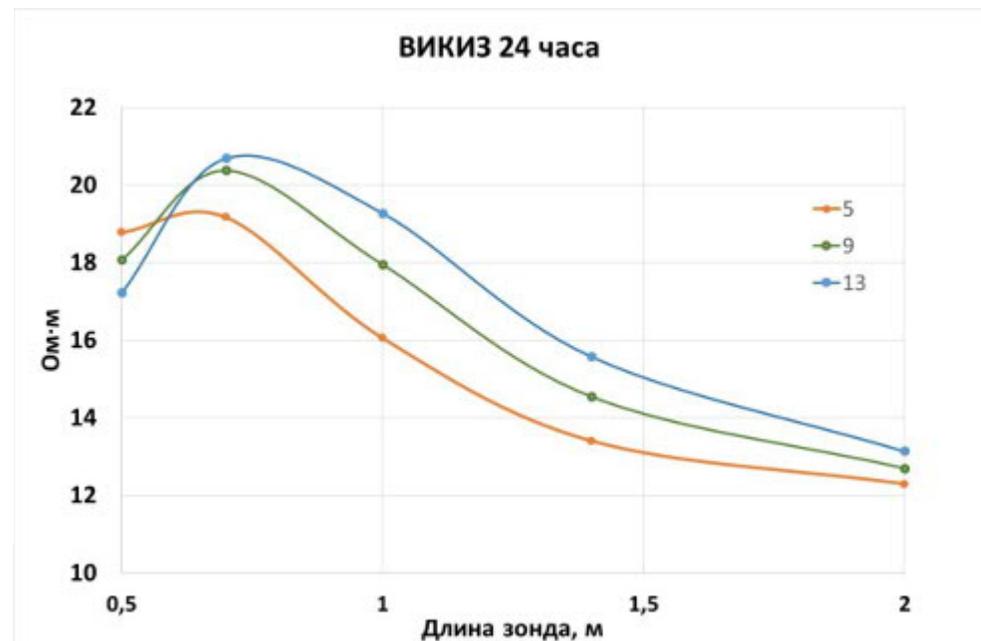
Синтетические диаграммы



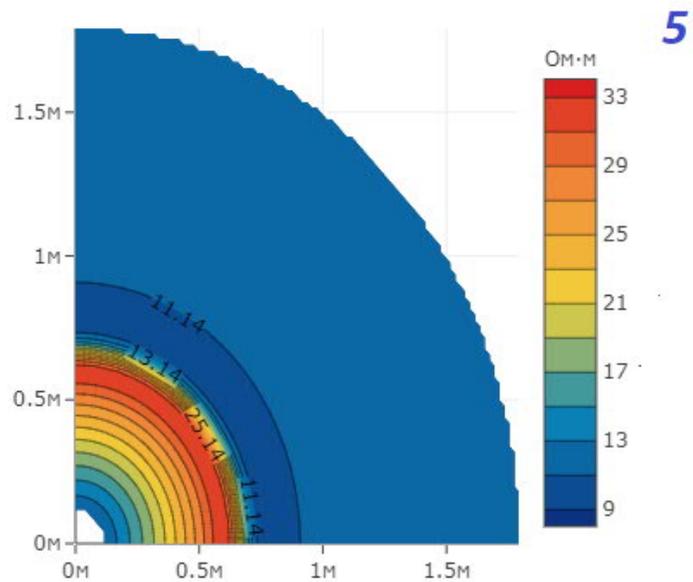
Водонасыщенность



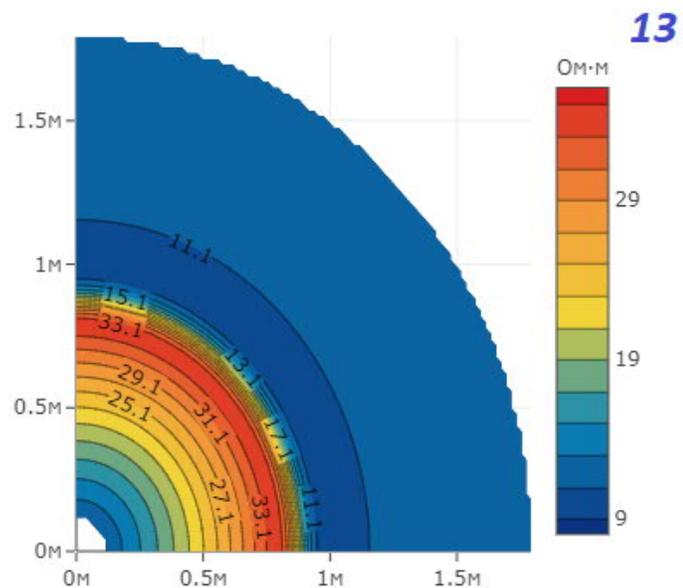
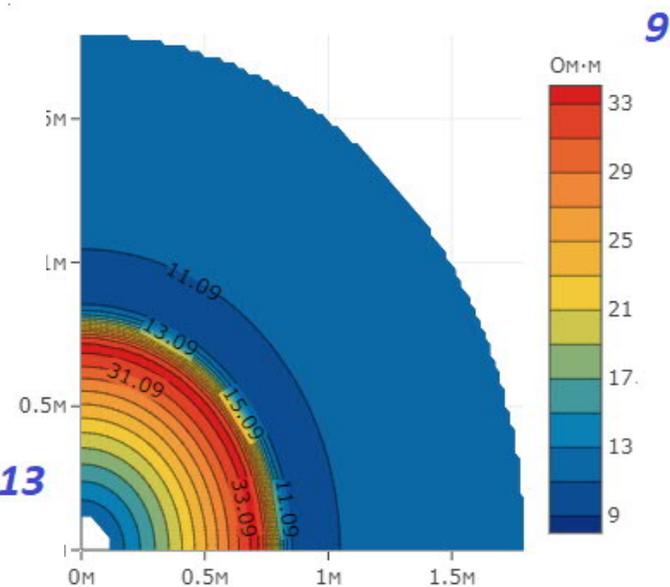
Демонстрация
сценариев бурения
скважины



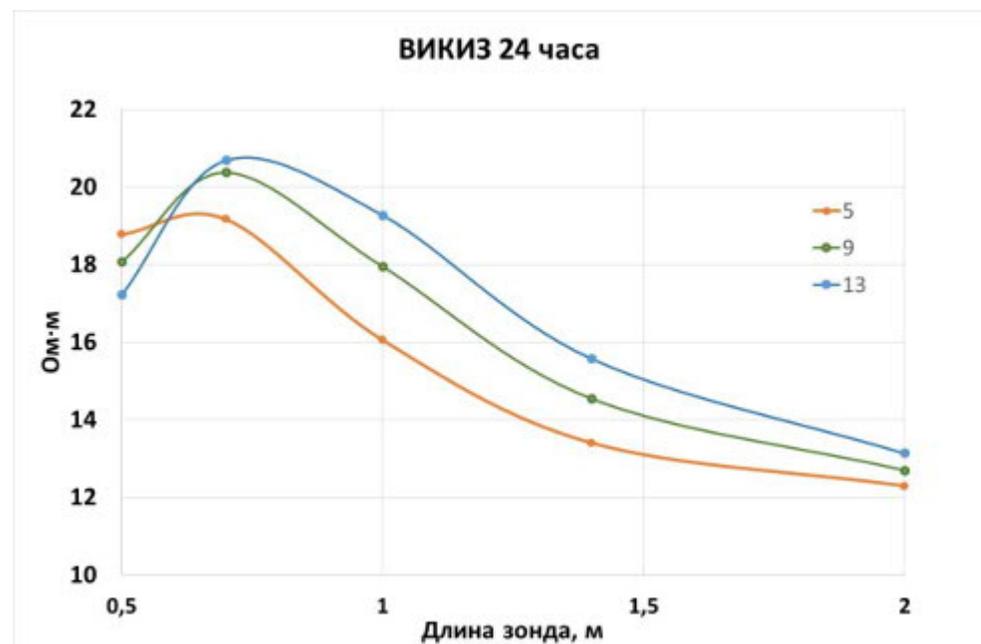
Влияние перепада давления



УЭС, Ом·м

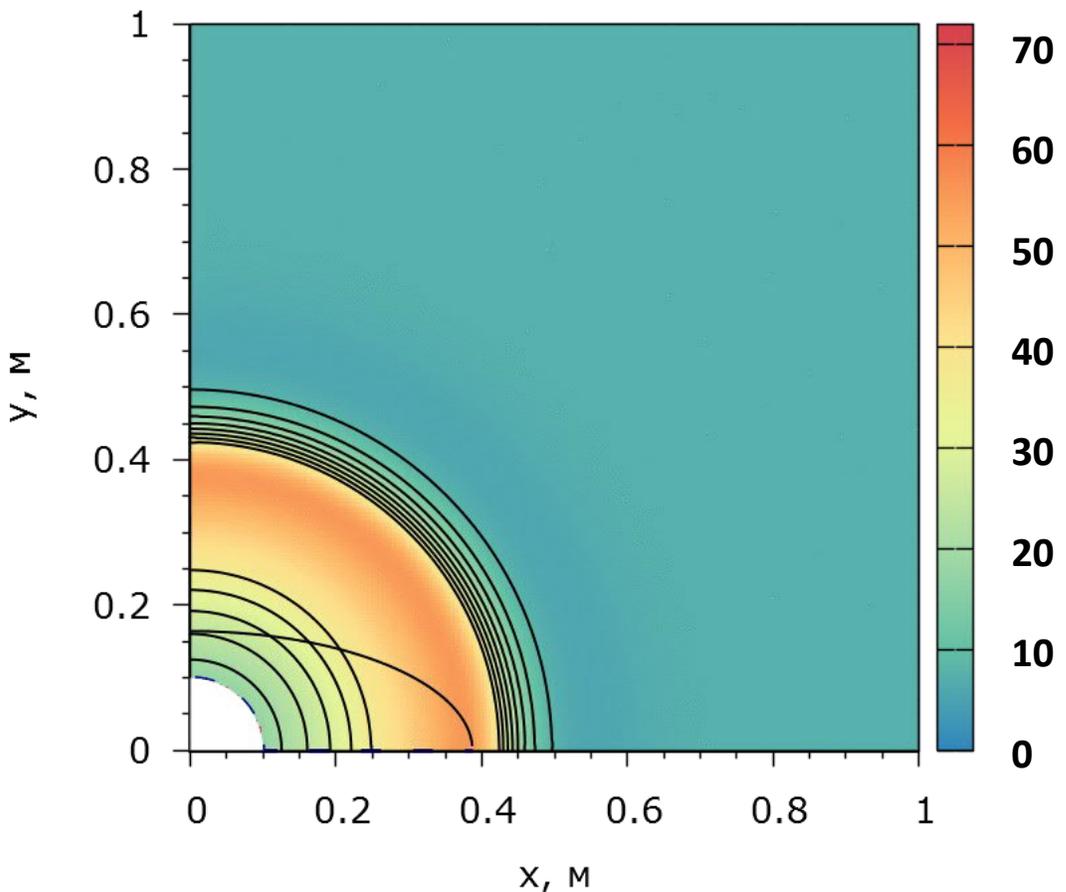


Демонстрация
сценариев бурения
скважины

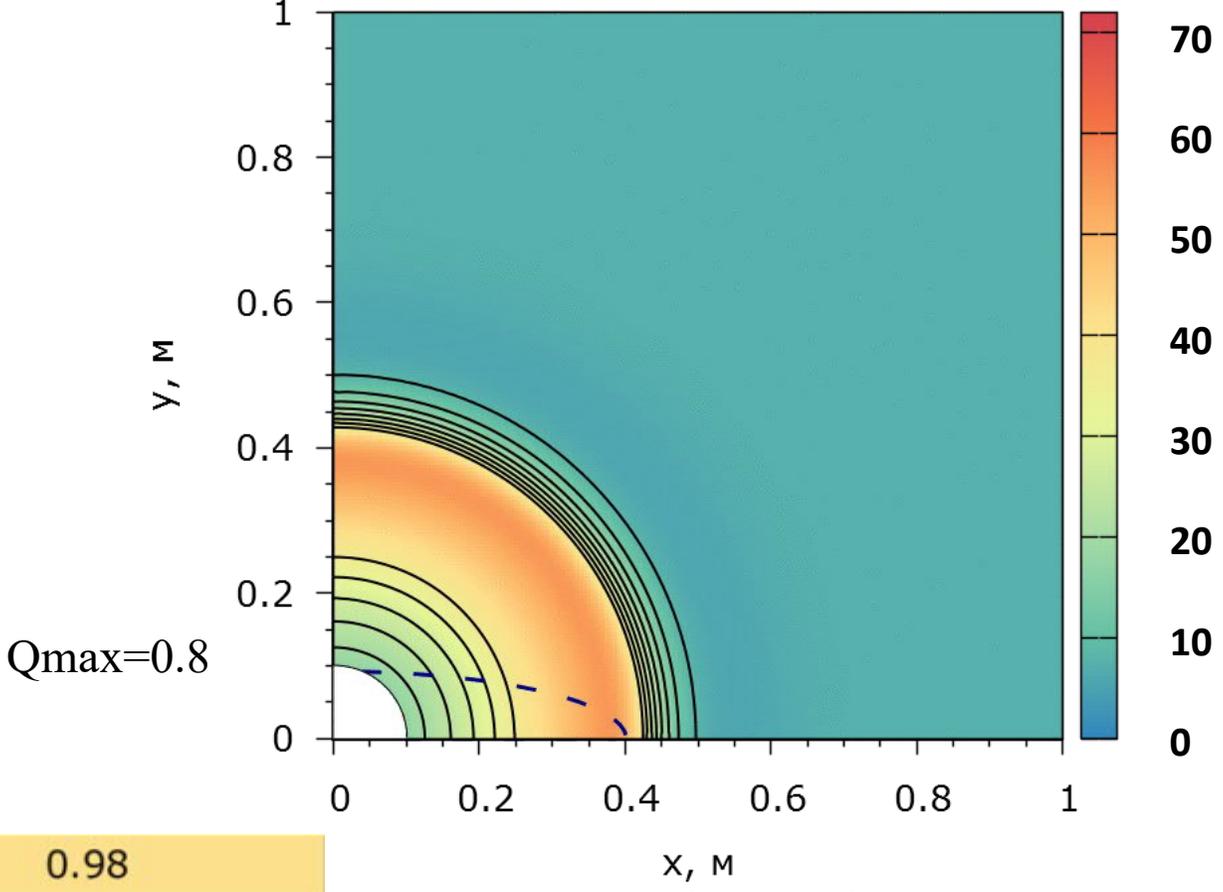


Влияние перепада давления

Демонстрация влияния параметров на развитие зоны проникновения



Полный охват ($Q_{\min}=0.69$)



$Q_{\max}=0.8$

0.98

Неполный охват ($Q_{\min}=0.63$)

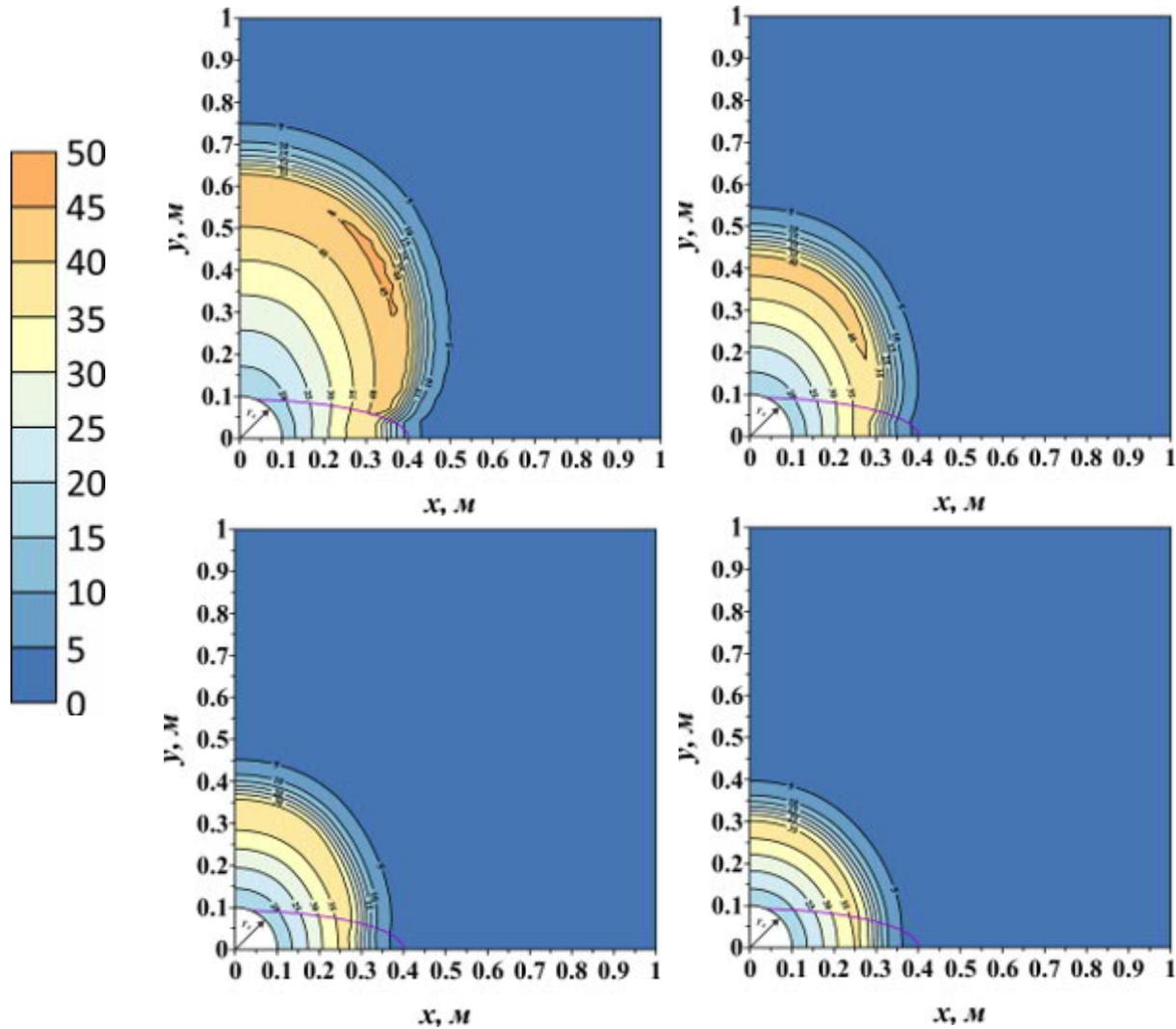
Изменение УЭС в зависимости от отношения проницаемостей пласта и изменённой прискважинной зоны

УЭС и кривые ВИКИЗ и БКЗ для разных значений уменьшения
 проницаемости Δk : $H=3000$ м $Q_h=0.63$ $Q_H=0.8$ **24 часа**

$\Delta k = 5$

$\Delta k = 2.5$

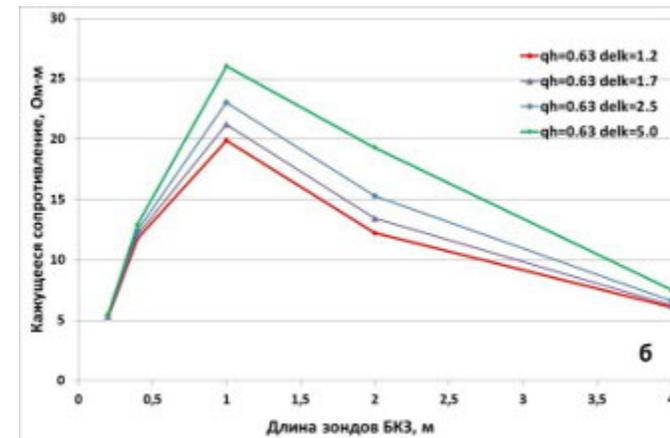
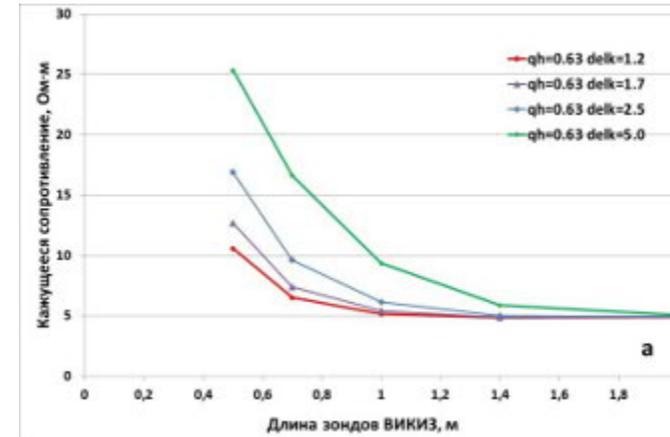
ВИКИЗ



$\Delta k = 1.67$

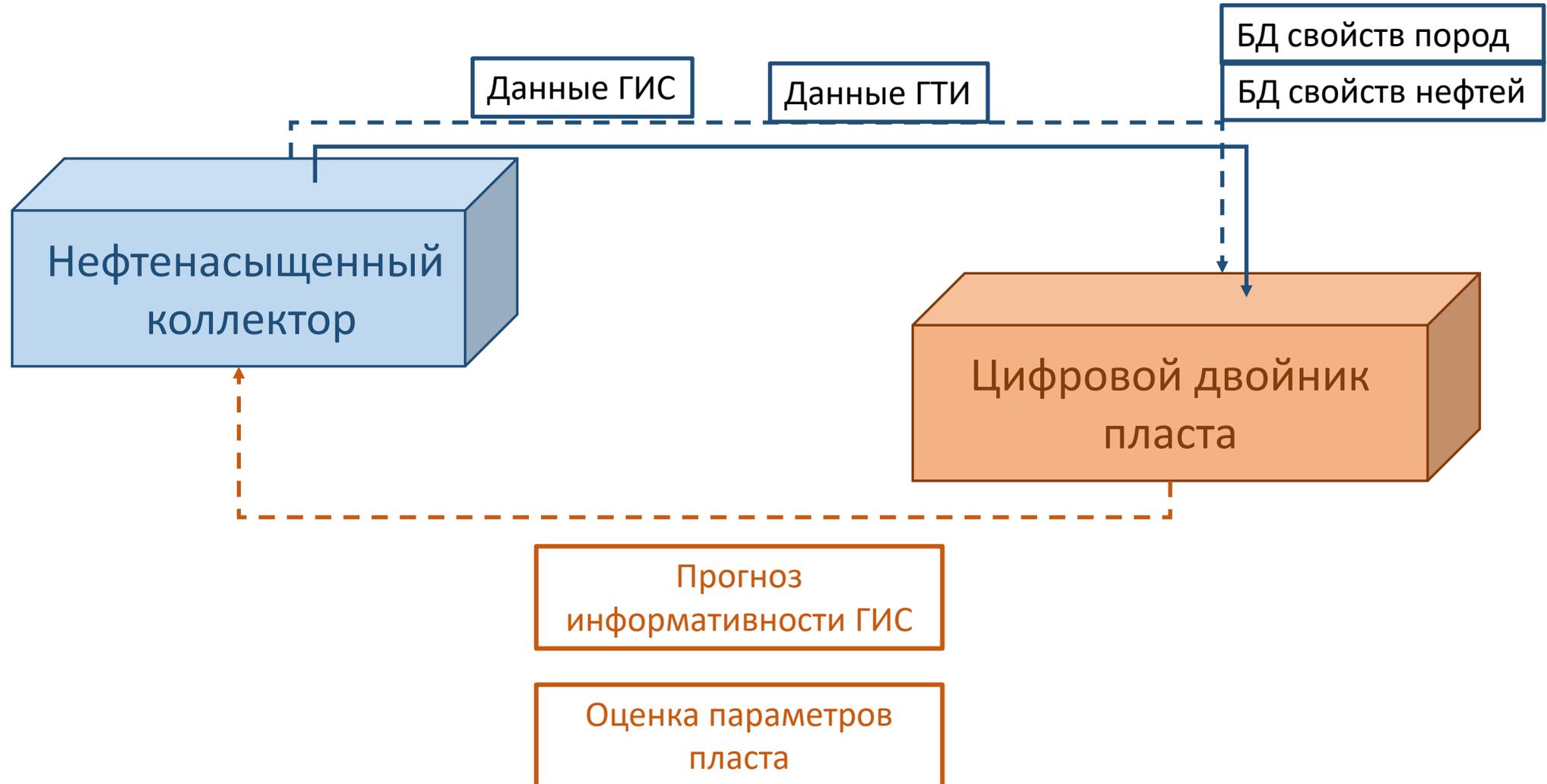
$\Delta k = 1.25$

БКЗ



Интеграция данных между физическим объектом и его виртуальным аналогом

Цифровой двойник пласта



Спасибо за внимание!

Игорь Николаевич Ельцов

YeltsovIN@ipgg.sbras.ru

Галина Владимировна Нестерова

NesterovaGV@ipgg.sbras.ru