

ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ГРП

ИБРАГИМОВА Д. РНМ-16-04.05

ЛОКАЛЬНОЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ СЕТКИ

+

Большая точность расчёта

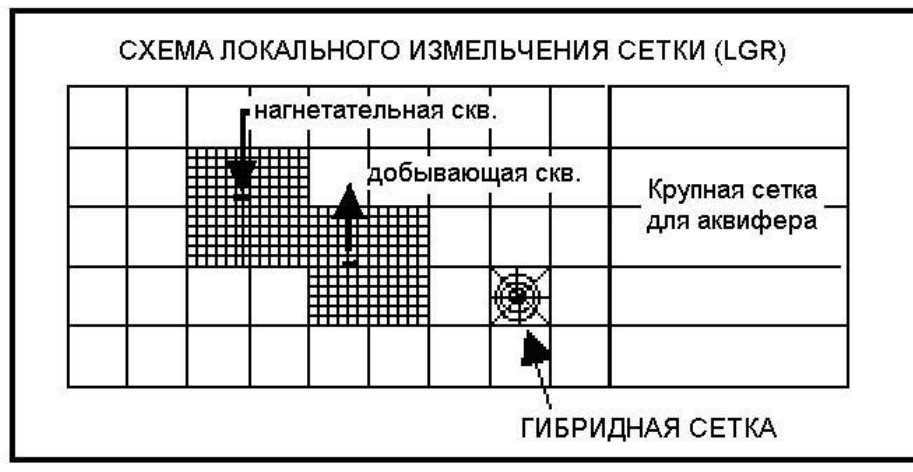
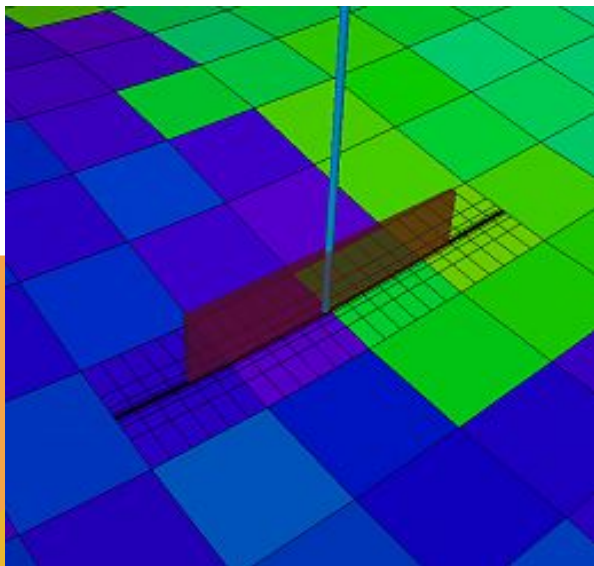
Учёт процессов, происходящих в трещине

-

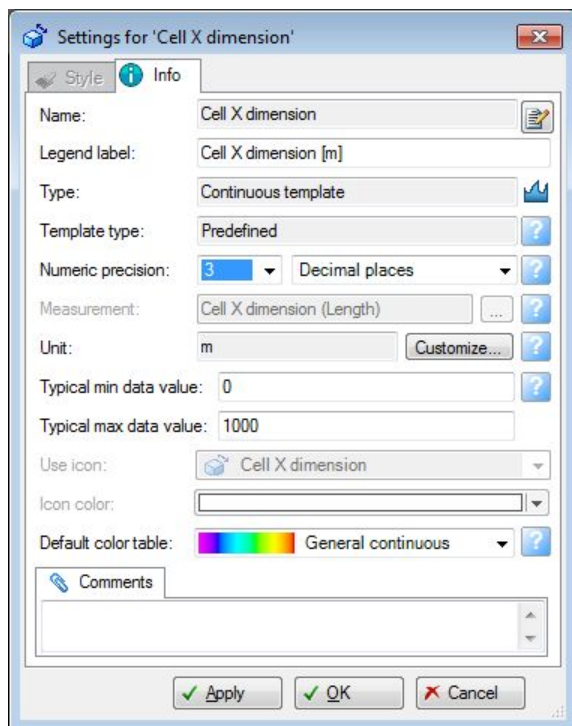
Значительное время расчёта

Трудности:
1. Физическое задание трещин в *tartan*-сетках (PETREL)

2. Эквивалентное задание трещин (LGR с ячейками, превышающими диаметр скважины)



TARTAN-СЕТКИ



В Petrel

Увеличение количества знаков после запятой:

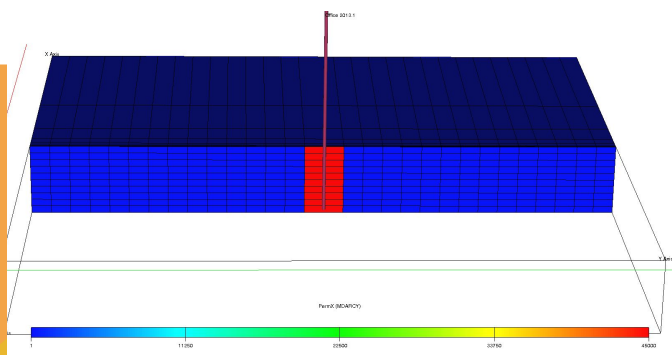
Templates – Geometrical templates – Cell X dimension

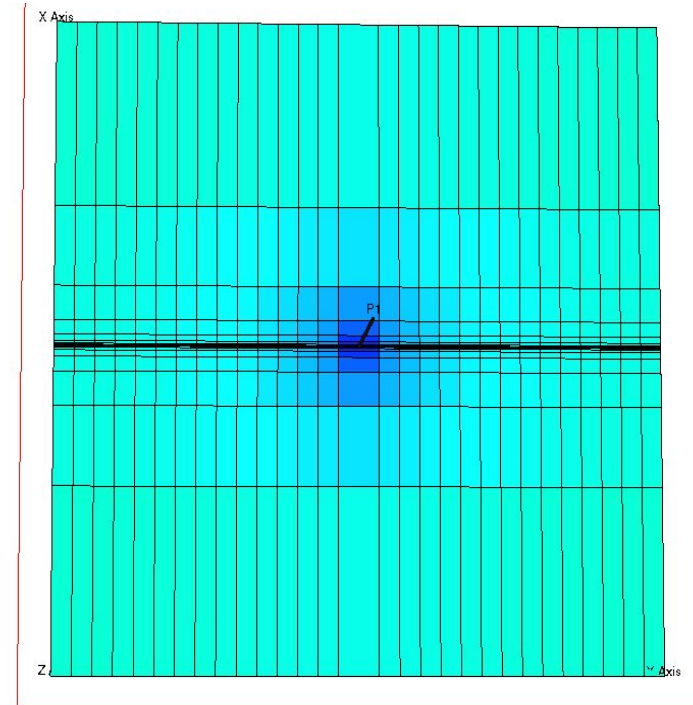
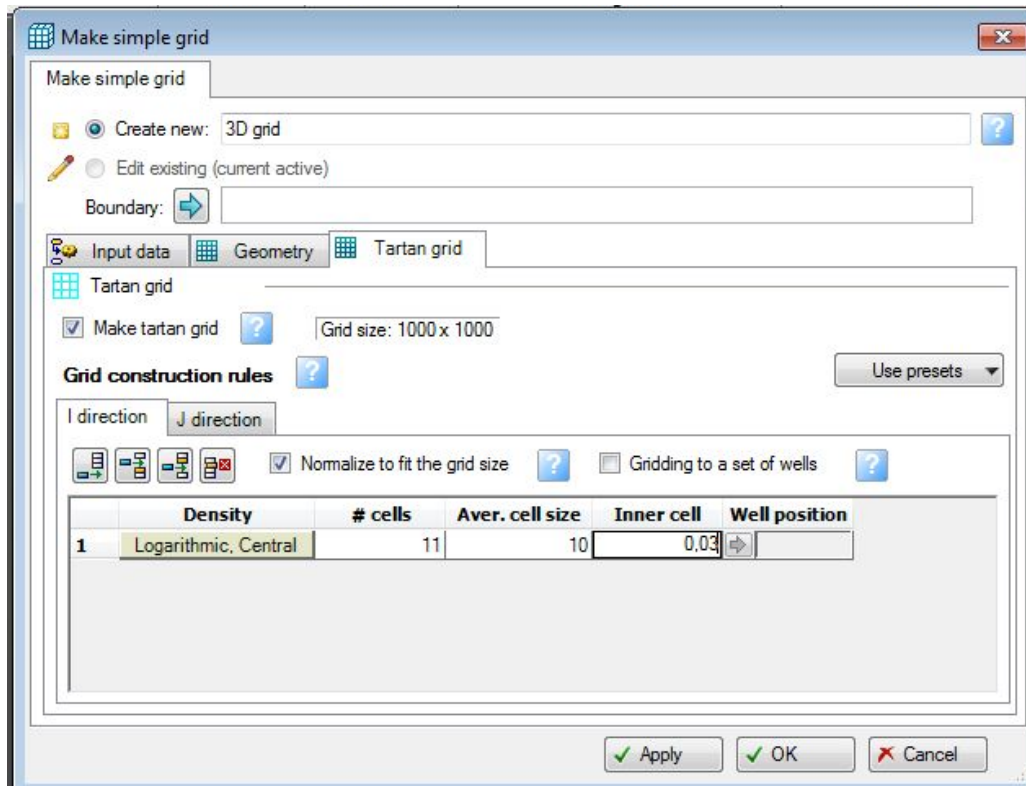
Processes – Utilities – Make simple grid – Tartan

Ставим галочку «**Make Tartan Grid**»

Density – logarithmic, central

Нечётное кол-во ячеек





ПРОДУКТИВНОСТЬ СКВАЖИНЫ

+

Легко корректируется

Используется ключевое слово **WPIMULT**

Не учитываются параметры трещины
Подходит только для экспресс-оценок

$$Q = PI \cdot \Delta P$$

СКИН-ФАКТОР

+

Легко корректируется

Даёт хорошую сходимость, если размеры ячеек сравнимы с полудлиной
- трещин (50-100 м)

Не учитываются параметры трещины
указывается в ключевых словах COMPDAT и WPIMULT

$$Q = \frac{2\pi k_1 h}{\mu} \frac{p_c - p_w}{\ln R_c / r_w + s_f},$$

$$s_f = \ln r_w / r_f < 0$$

**Формула эквивалентного скин-фактора М.
Экономидеса для трещины бесконечной
проводимости**

$$S = \ln \frac{4r_{\text{СК}}}{L}$$

Зависимость М.Пратса для трещины
ограниченной проводимости

Формула Астафьева для трещины
неограниченной проводимости

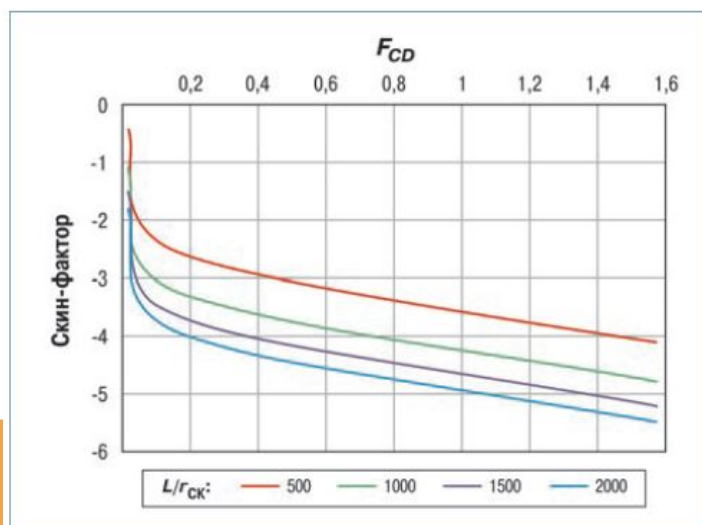


Рис. 1. Зависимость эквивалентного скин-фактора от безразмерной проводимости трещины F_{CD} при различном соотношении $L/r_{\text{СК}}$

$$S = -\ln \frac{l}{2r_w} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n(2nF_{CD} + 1)}$$

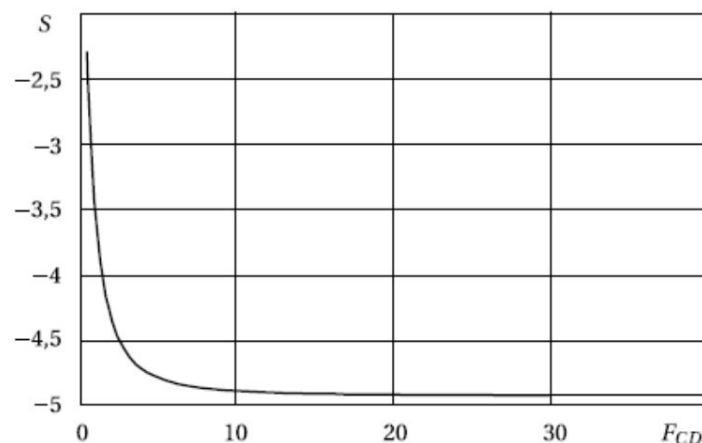


Рис. 2. Зависимость величины скин-фактора S от величины F_{CD}

НАПРАВЛЕННЫЕ МНОЖИТЕЛИ ПРОВОДИМОСТИ

+

Вносятся минимальные изменения в модель

-

Возникновение эффекта MULT и Skin
Можно использовать, если трещина выходит за границы ячеек (создаёт гидродинамическую связь с ранее разобщёнными объектами)

Указывается в ключевых словах **MULTX/MULTX-**, **MULTY/MULTY-**

СОЗДАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

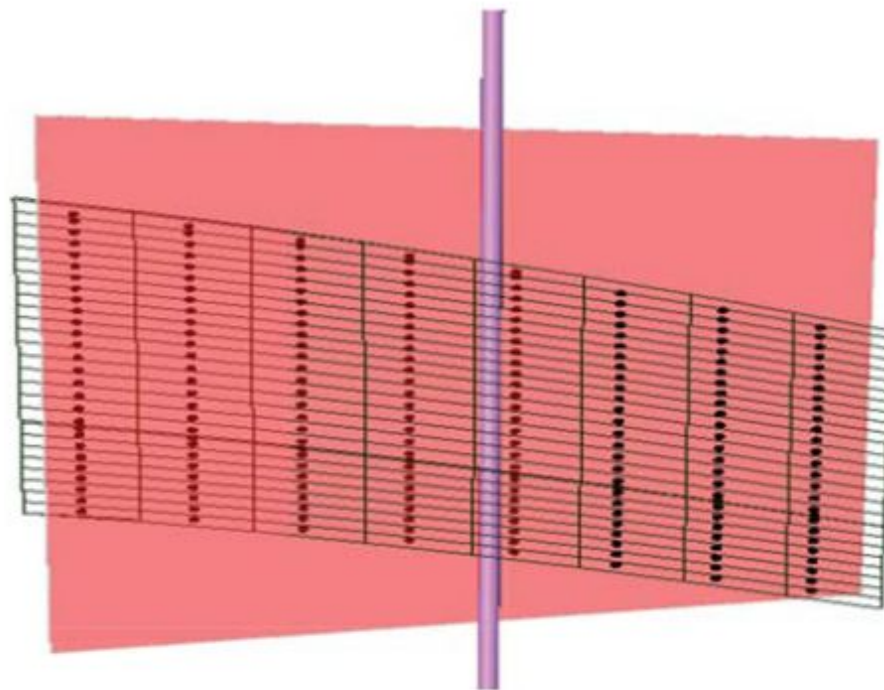


Рис. 1. Ячейки сетки, вскрытые трещиной (розовая плоскость), для которых создаются дополнительные соединения

СОЗДАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

+

Сетка не изменяется

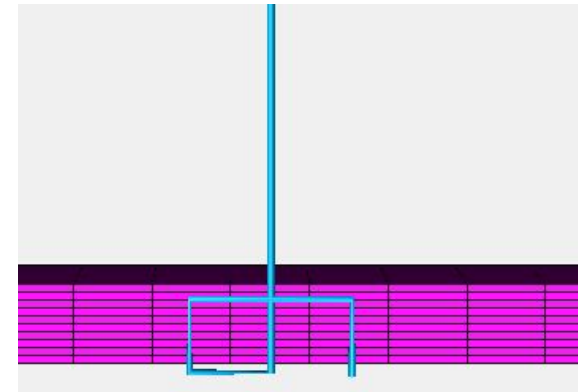
Возможность гибкого варьирования параметров трещины

-

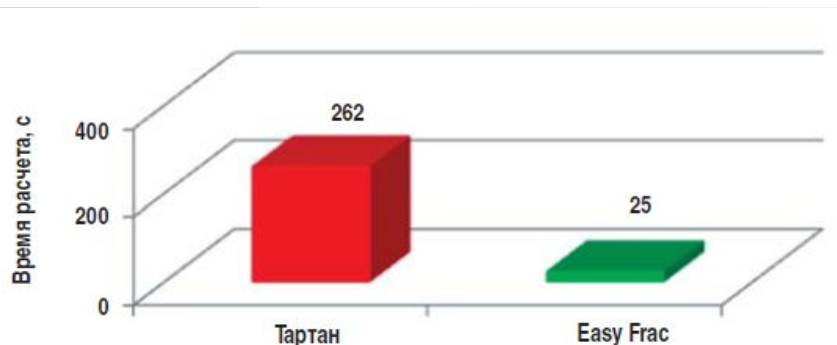
Требуется адаптация

Метод применим для моделирования

Закрывающийся ГПП (полудлина трещины
больше размера ячейки)



Используется плагин EasyFrac (Petrel),
формирующий разделы COMPDAT и
WPIMULT в секции SCHEDULE



ПСЕВДОГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ СКВАЖИНЫ

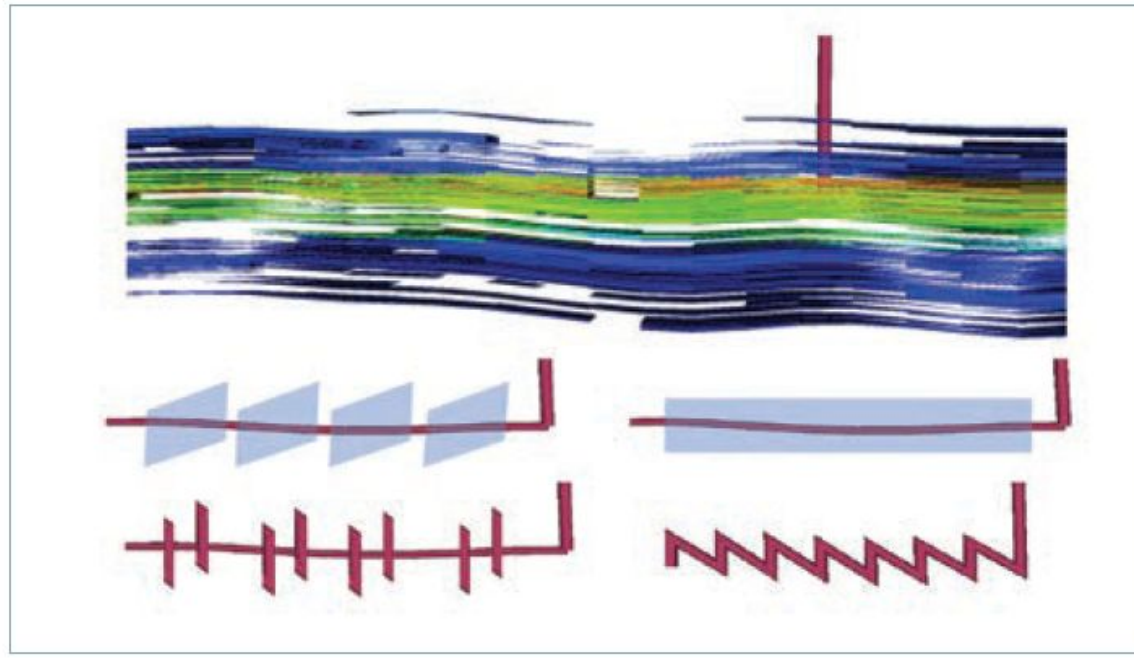
+

Сетка не изменяется

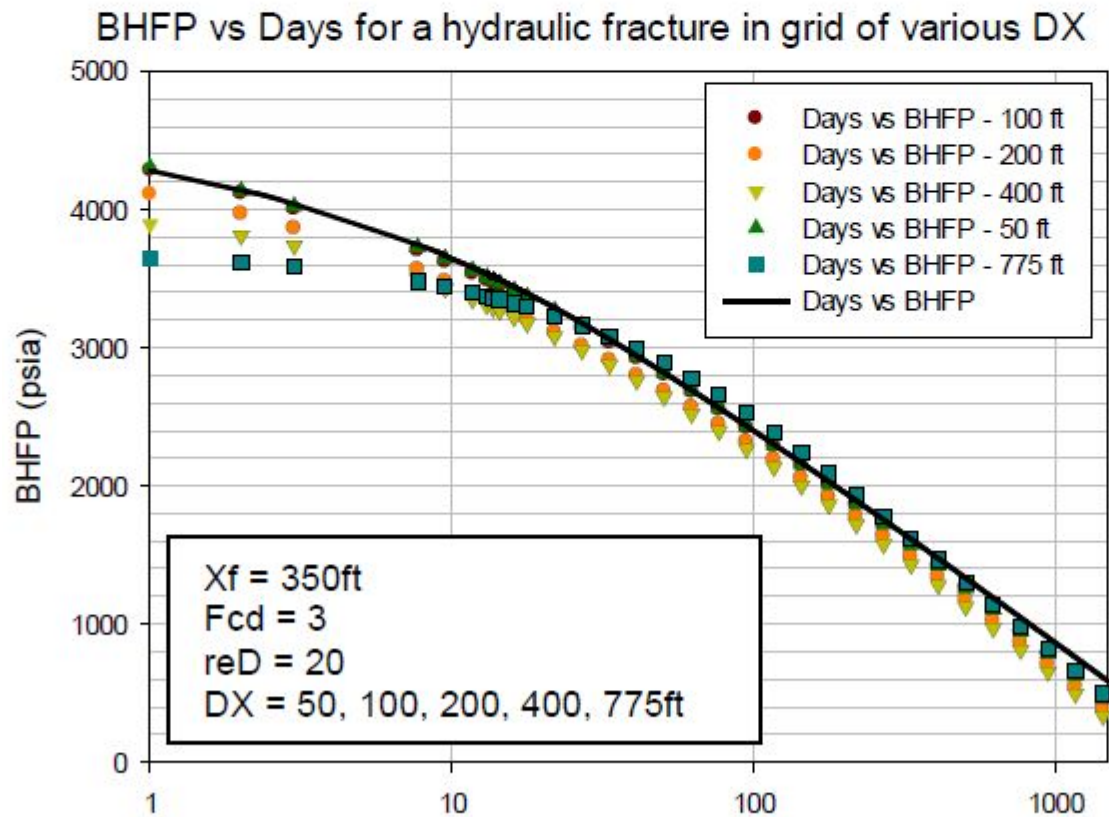
Метод применим для моделирования большеобъёмных ГРП (полудлина трещины больше размера ячейки)

-

Псевдос



ЭФФЕКТ СЕТКИ



РАЗНОСТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

+

Сетка не изменяется

Высокая точность

-

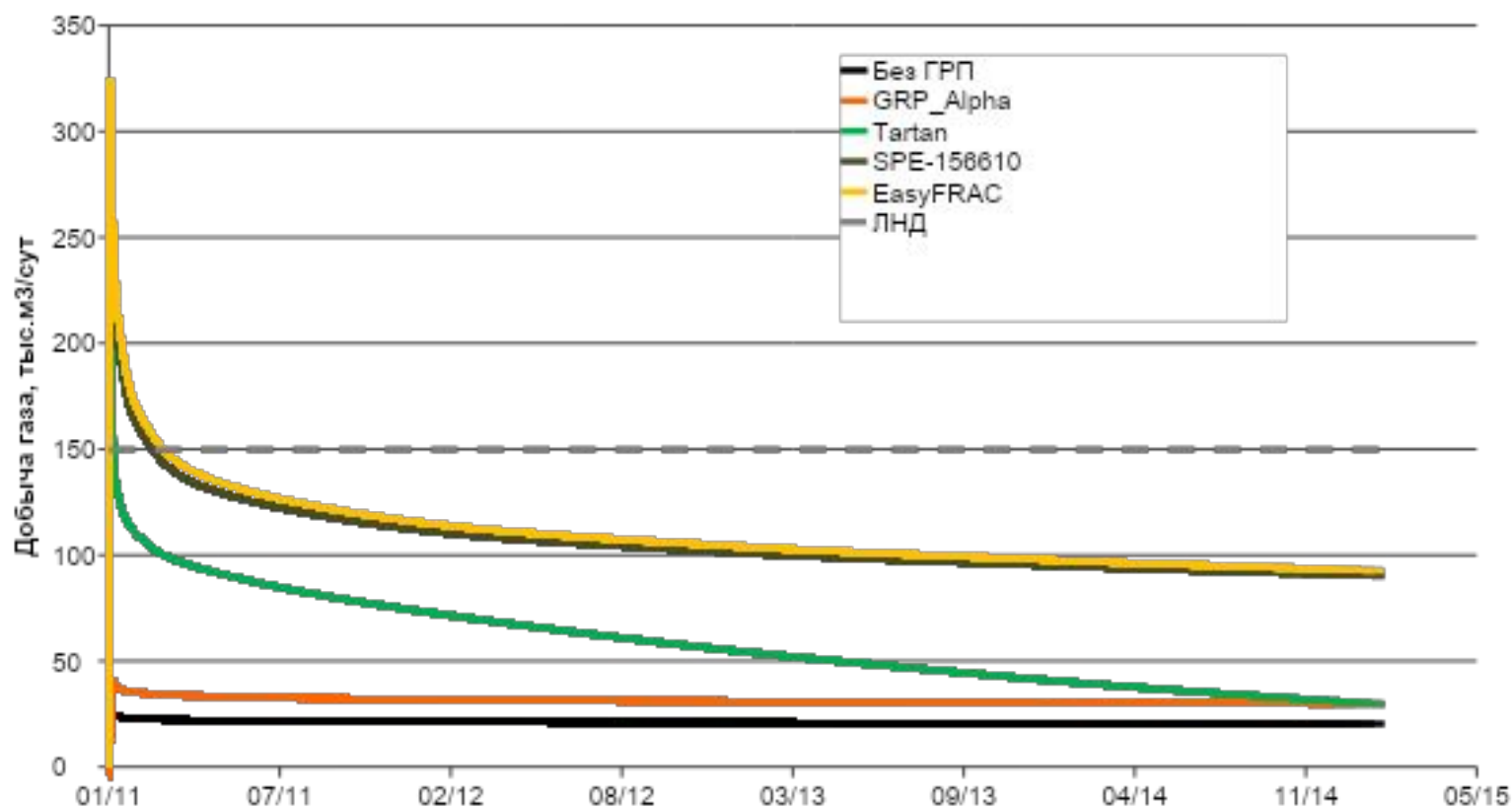
Метод основан на аналитическом решении уравнений фильтрации вблизи трещины и конечно-разностной аппроксимации течения в пласте

Не во всех симуляторах присутствует автоматизированное решение

Трещина моделируется как совокупность стоков, расположенных по одному в каждом расчётном блоке, через который она проходит.

Ключевое слово **FRACTURE** в PH-КИН (BOS)

ДИНАМИКА ДОБЫЧИ НА СКВАЖИНЕ С ГРП



ПРОБЛЕМА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ ТРЕЩИНЫ

	Xf, м	FC, мД*м	Fcd	Wf, мм
Отчёт ГРП	193	1271	11,1	7,41
ГДИС	163	2200	22,5*	-
Адаптированный EasyFrac	160	189,45*	1,97*	4,21

*- расчётный параметр

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

ПАРАМЕТРЫ ТРЕЩИНЫ ГРП

$$F_{CD} = \frac{k_f w}{k x_f}$$

k_f - проницаемость проппанта (мД)

k - проницаемость пласта (мД)

w - ширина трещины (м)

x_f - полудлина трещины (м)

Неограниченная проводимость ($F_{CD} > 10$)

Ограниченная проводимость ($F_{CD} < 10$)