

# ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ГРП

ИБРАГИМОВА Д. РНМ-16-04.05

# ЛОКАЛЬНОЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ СЕТКИ

+

Большая точность расчёта

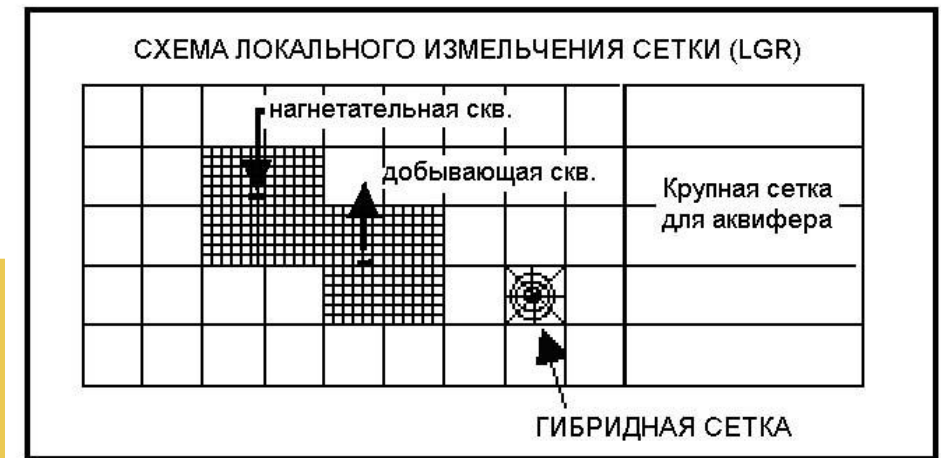
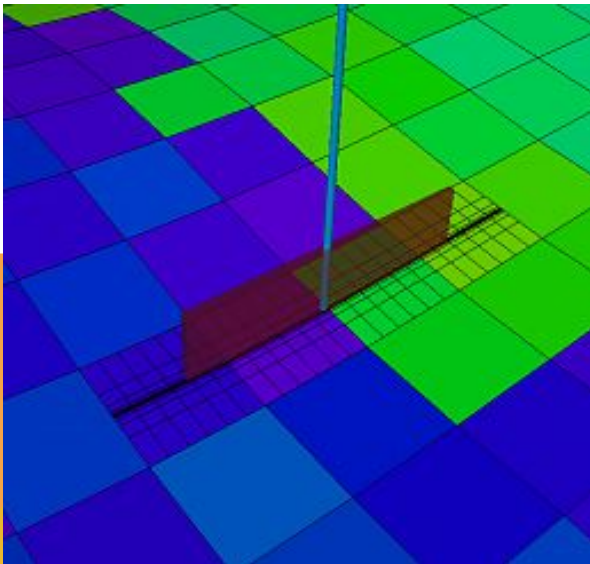
Учёт процессов, происходящих в трещине

-

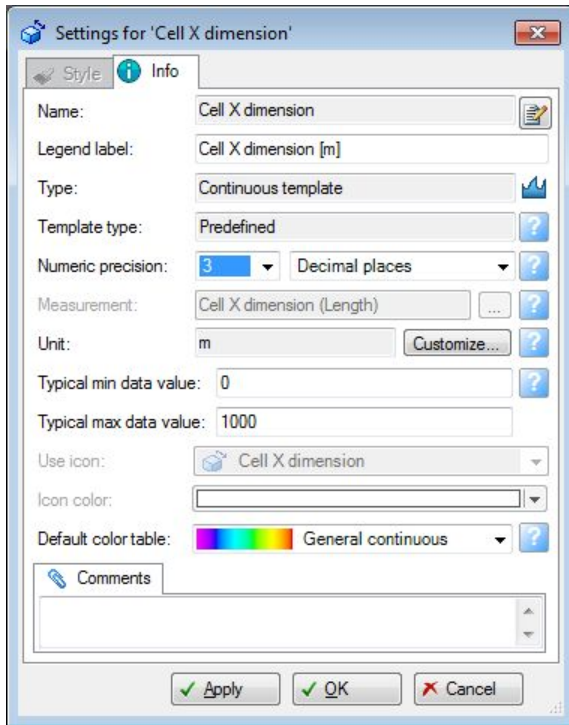
Значительное время расчёта

Трудоемкое физическое задание трещин в *tartan*-сетках (PETREL)

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



# TARTAN-СЕТКИ



**В Petrel**

**Увеличение количества знаков после запятой:**

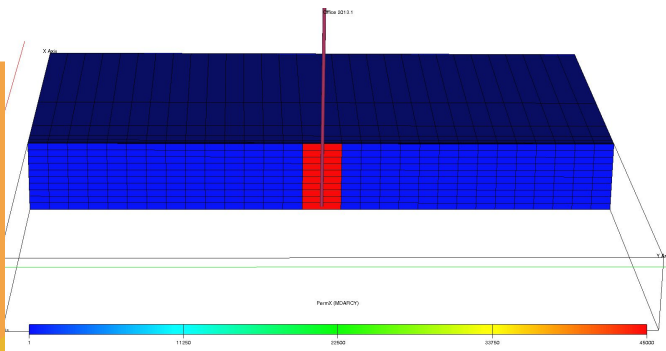
**Templates – Geometrical templates – Cell X dimension**

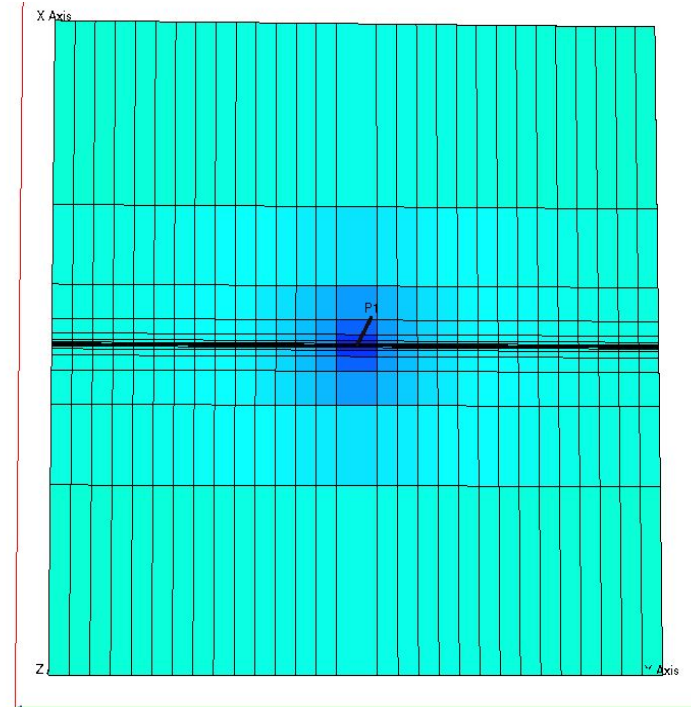
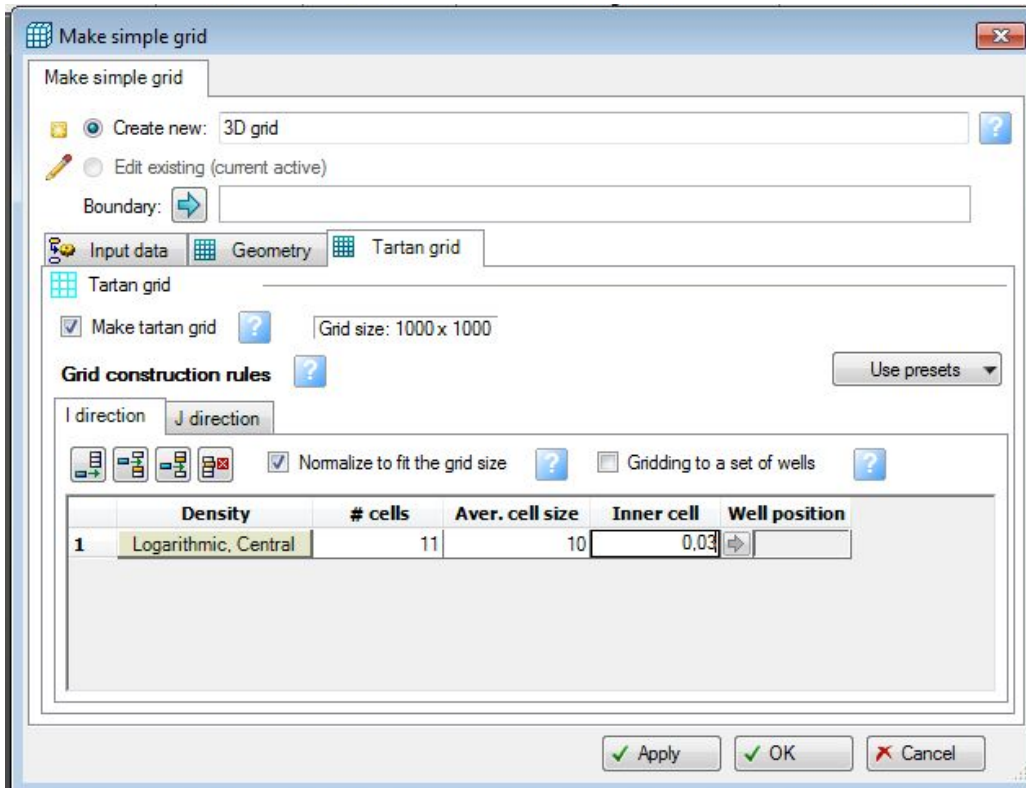
**Processes – Utilities – Make simple grid – Tartan**

**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

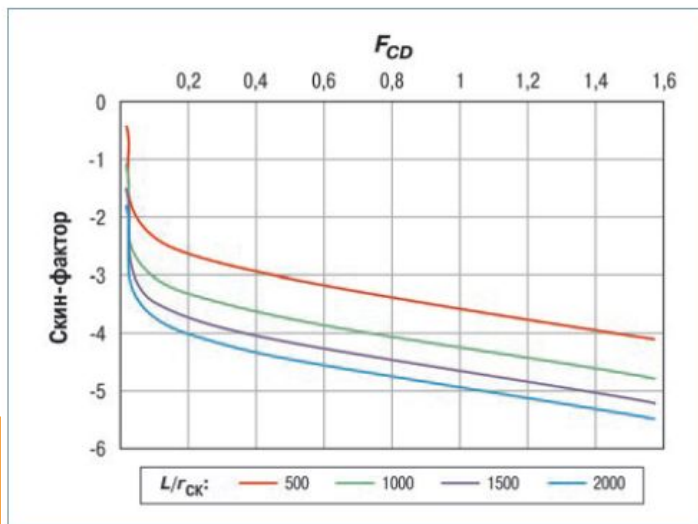


Рис. 1. Зависимость эквивалентного скин-фактора от безразмерной проводимости трещины  $F_{CD}$  при различном соотношении  $L/r_{\text{СК}}$

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

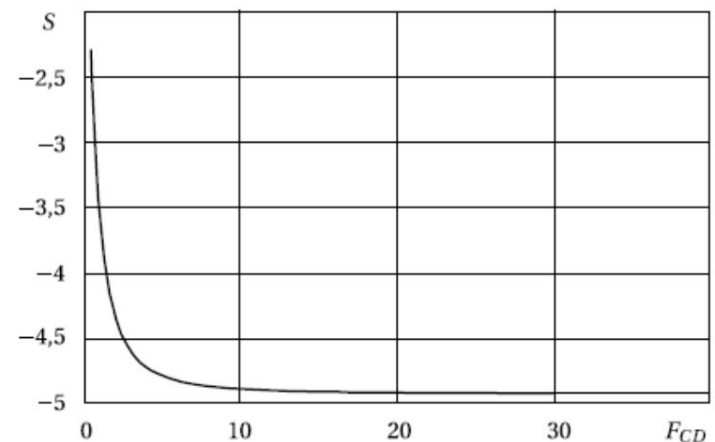


Рис. 2. Зависимость величины скин-фактора  $S$  от величины  $F_{CD}$

# НАПРАВЛЕННЫЕ МНОЖИТЕЛИ ПРОВОДИМОСТИ

+

Вносятся минимальные изменения в модель

-

**Возникли вопросы MULT и Skin**  
Можно использовать, если граница выходит за границы ячеек (создаёт гидродинамическую связь с ранее разобщёнными объектами)

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



# СОЗДАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

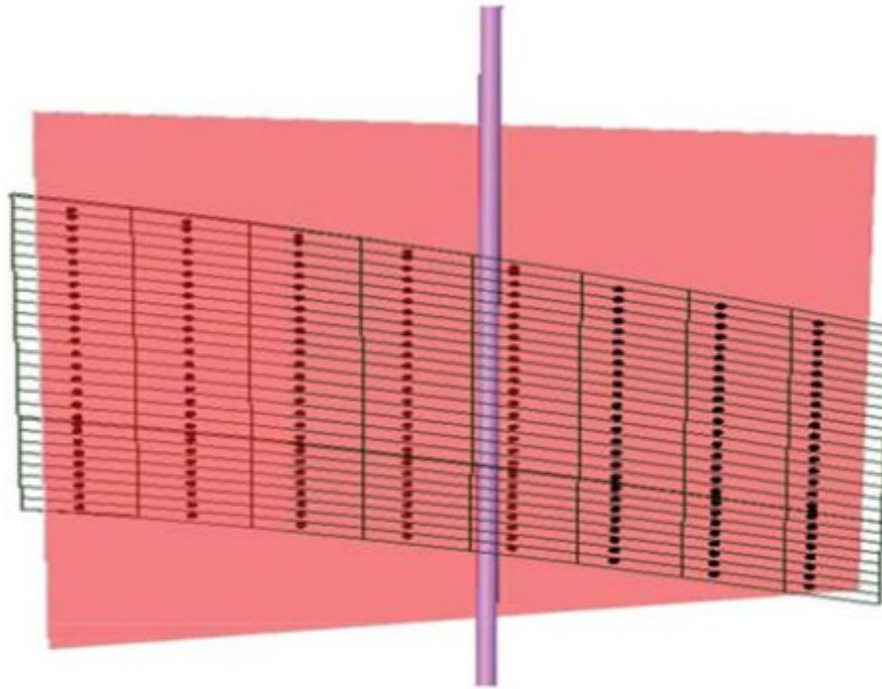


Рис. 1. Ячейки сетки, вскрытые трещиной (розовая плоскость), для которых создаются дополнительные соединения

# СОЗДАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

+

Сетка не изменяется

Возможность гибкого варьирования параметров трещины

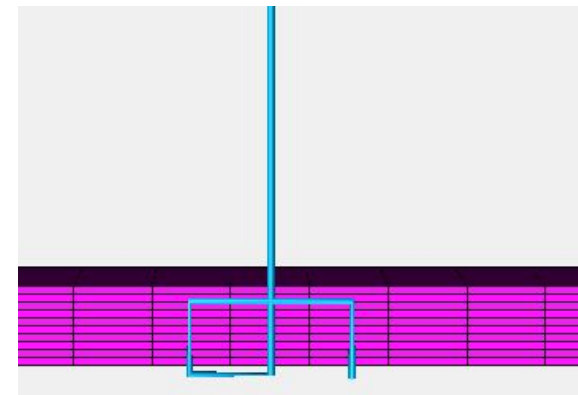
-

Требуется адаптация

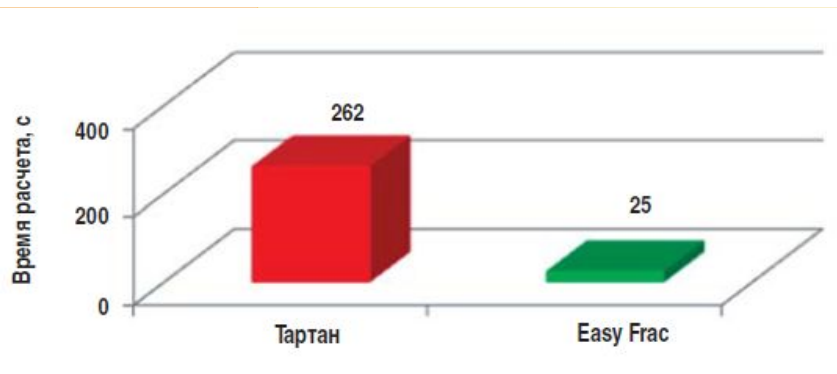
Метод применим для моделирования

Закр~~ы~~тый код

большееобъёмных ГРП (полудлина трещины  
больше размера ячейки)



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



# ПСЕВДОГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ СКВАЖИНЫ

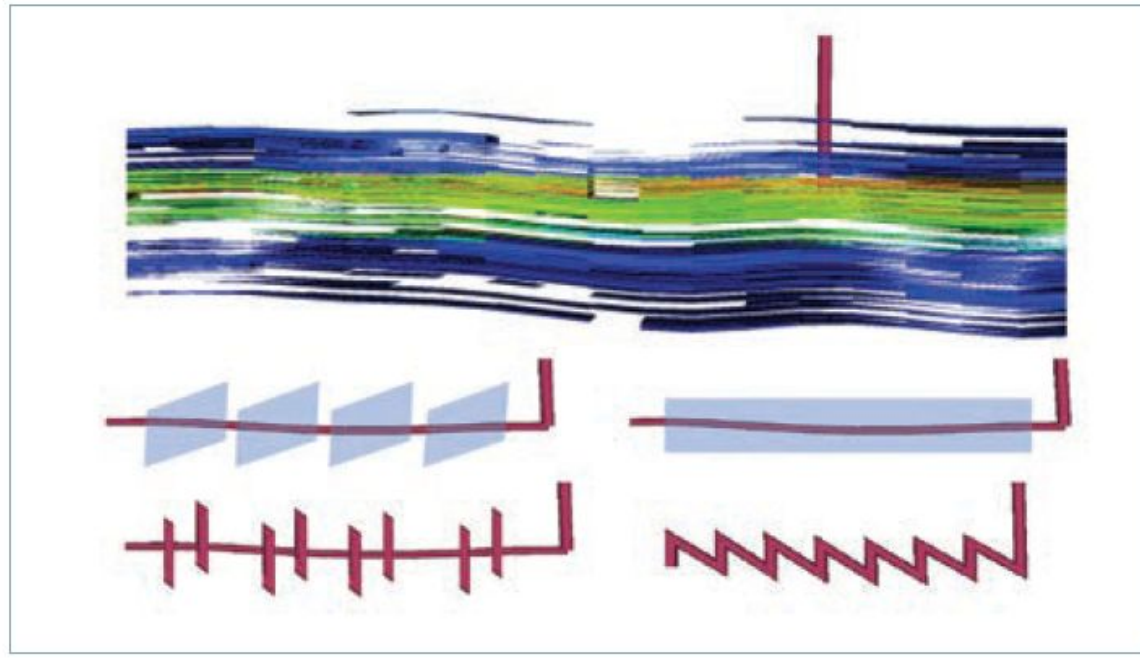
+

Сетка не изменяется

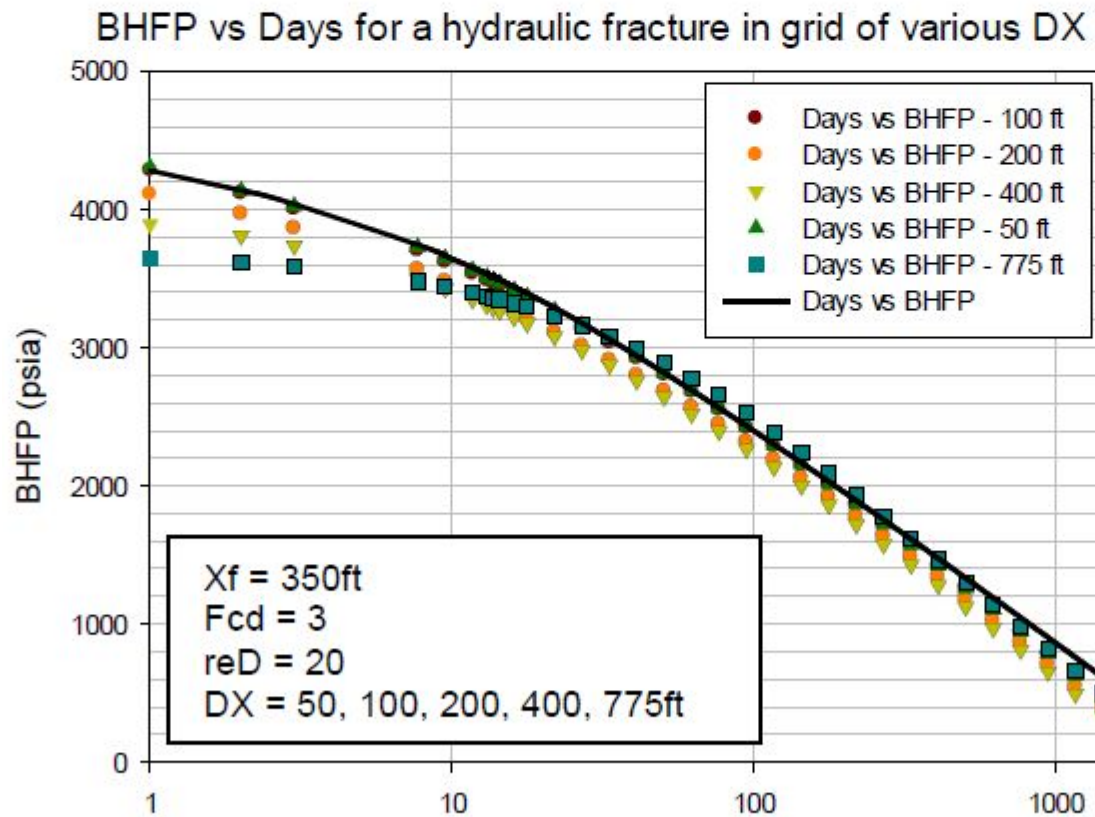
Метод применим для моделирования большеобъёмных ГРП (полудлина трещины больше размера ячейки)

-

Псевдос



# ЭФФЕКТ СЕТКИ



# РАЗНОСТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

+

Сетка не изменяется

Высокая точность

-

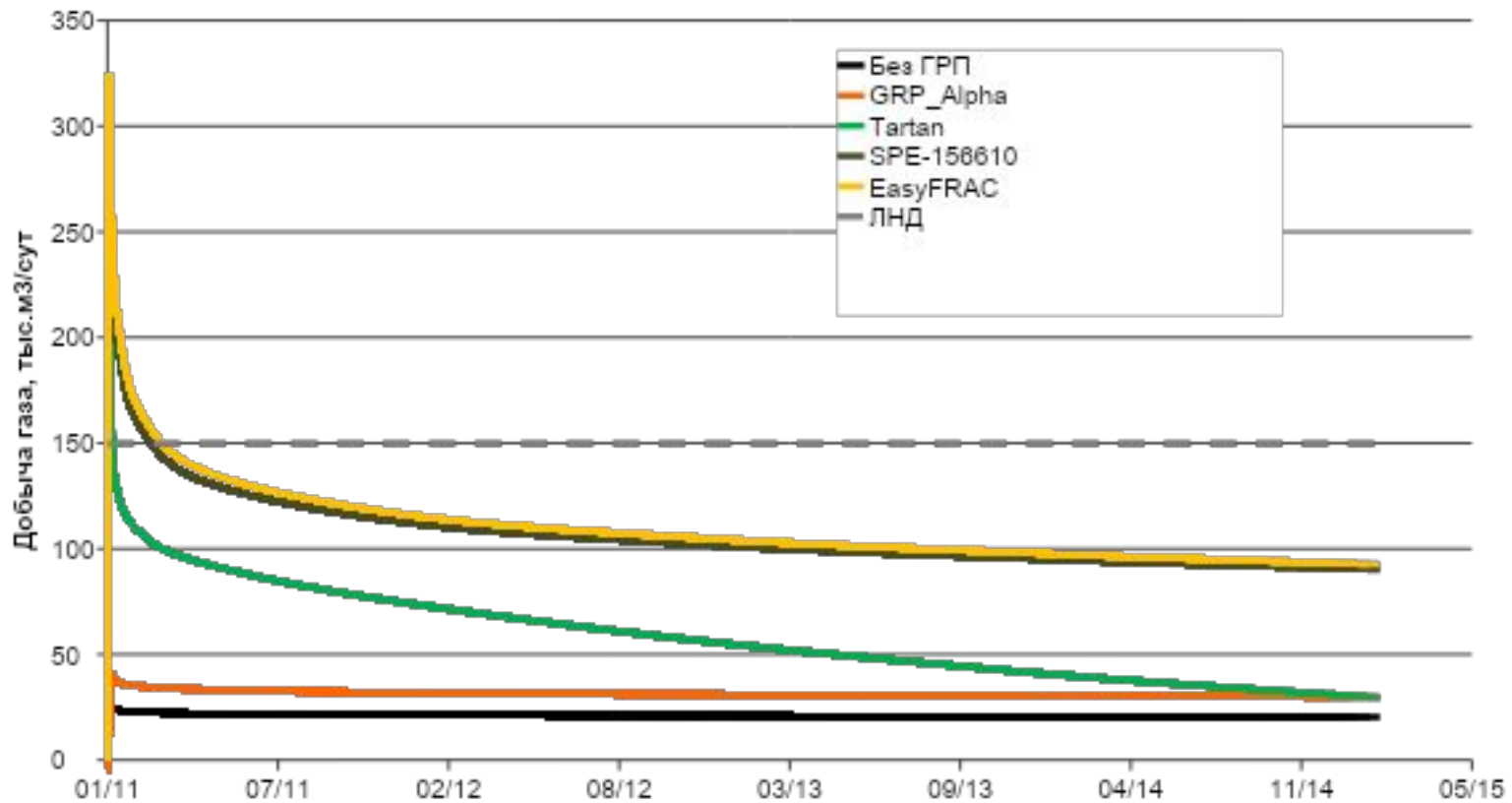
Метод основан на аналитическом решении уравнений фильтрации вблизи трещины и конечно-разностной аппроксимации течения в пласте

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 пропранта (мД)

$k$  - проницаемость пласта (мД)

$w$  - ширина трещины (м)

$x_f$  - полудлина трещины (м)

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

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