

Раздел 4. Гидродинамическое (фильтрационное) моделирование

Тема ЛЕКЦИЯ 16 (4.5) СОСТАВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПК TEMPEST (ROXAR)

Учебные вопросы лекции:

1. Секция GRID
2. Секция INITIALIZATION
3. Секция RECURRENT

1. Секция INPUT

Секции запускающего файла



Секция GRID

Секция GRID



GRID - открытие секции GRID

PRINT - печать данных секции GRID

PRINT {NONE MAP NOMA PPCE ACTIVE array1 array2...NNC}

NONE - данные секции GRID не будут выведены

MAP - определяет, что все массивы будут записаны в файл GRID для дальнейшей обработки.

NOMA - не выводит данные в файл GRID

PPCE - добавляет отображение процессора для каждой ячейки в файл grid для отображения в Tempest. Эта опция относится только к параллельным расчетам.

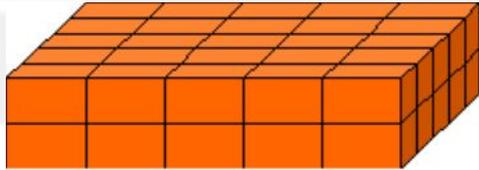
ACTIVE - записывает значения только для активных ячеек в файлы grid и arra.

array1 - обозначенные массивы выводятся в out файл.

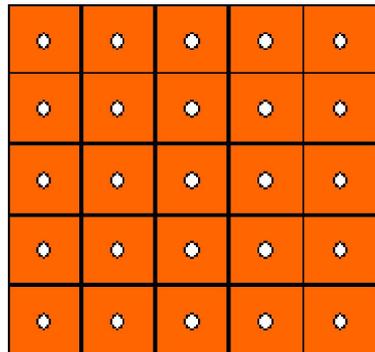
NNC - выводит список всех несоседних соединений.

Секция GRID

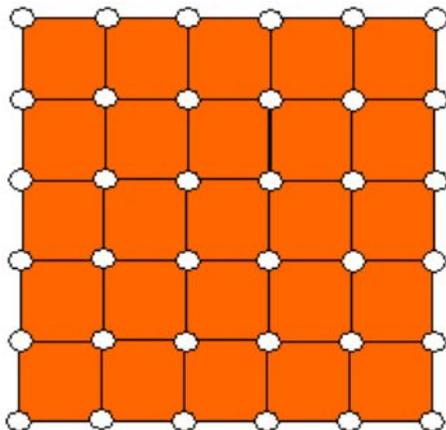
Значение опций POINT и BLOC



Рассмотрим модель, содержащую 5x5x2 ячеек:



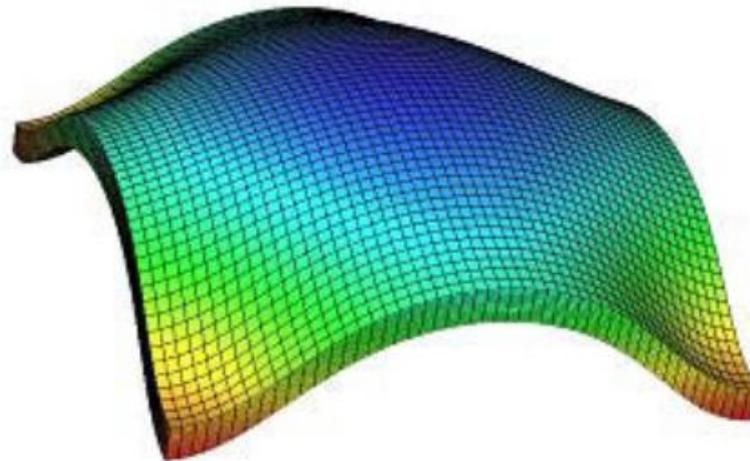
Чтобы задать для одного слоя модели параметр (например, пористость) в режиме BLOCK нам надо ввести 25 чисел, задающих значения в центре каждой ячейки:



Чтобы задать для одного слоя модели параметр (например, пористость) в режиме POINT нам надо ввести 36 чисел, задающих значения в узлах сетки:

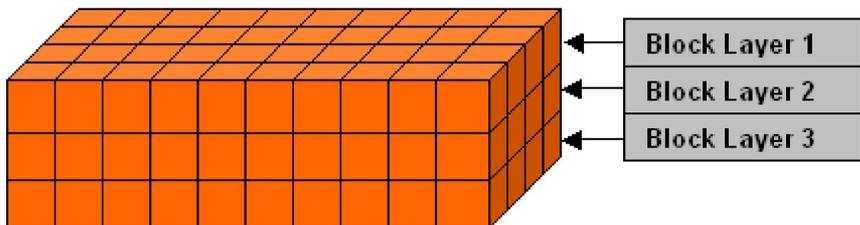
Секция GRID

Внутри MORE всегда сохраняет данные о свойствах породы в блочной форме, поэтому, если заданы точечные данные, они автоматически интерполируются на центры ячеек. Даже если параметры сетки вводятся в блочном режиме, геометрию сетки лучше задавать по узлам. Например, приведённая ниже сетка, получена интерполяцией глубин углов блоков:

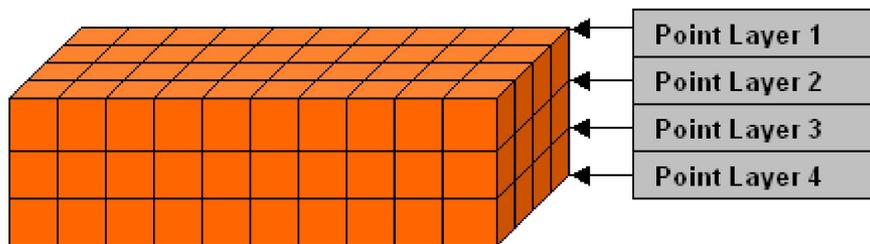


Секция GRID

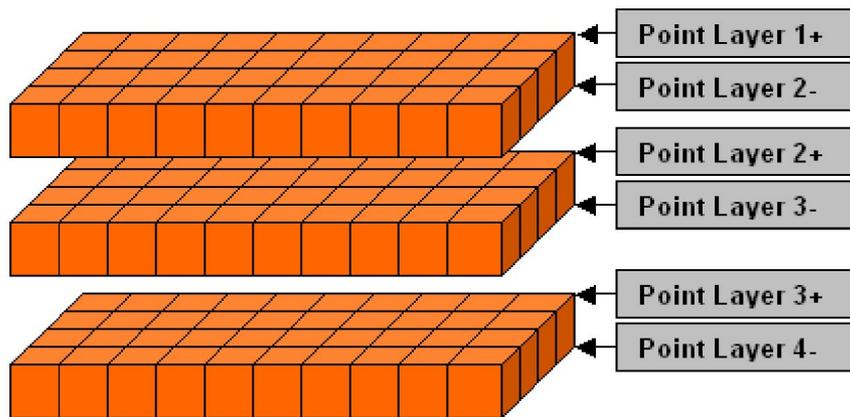
Обработка массивов. Трактовка слоев MORE (VERT).



Это соответствует режиму ввода слоистой неоднородности **VERT BLOC**



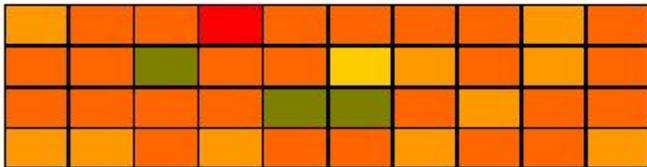
Это соответствует режиму ввода слоистой неоднородности **VERT PONT**



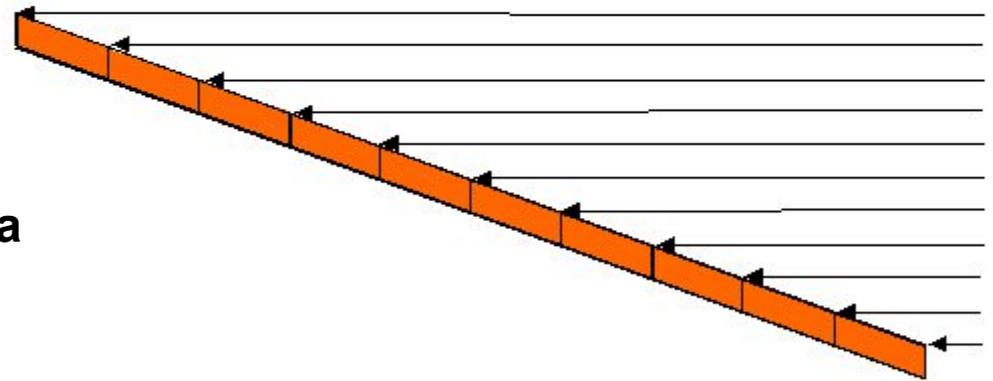
Это соответствует режиму ввода слоистой неоднородности **VERT DISC**

Секция GRID

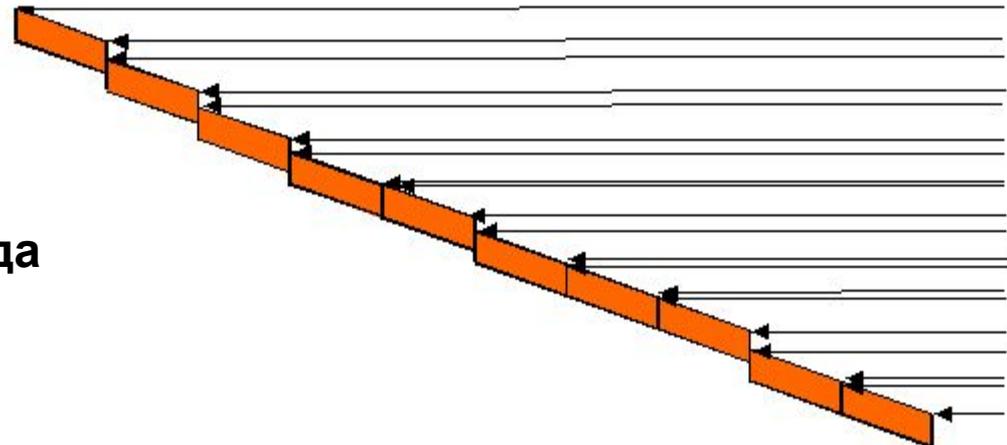
Обработка массивов. Трактовка слоев MORE (HORI).



Это соответствует режиму ввода
HORI BLOC



Это соответствует режиму ввода
HORI PONT



Это соответствует режиму ввода
HORI DISC

Секция GRID

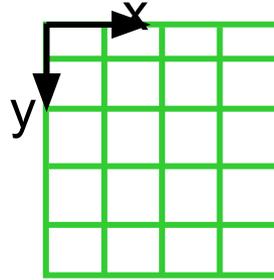
Пример задания сетки

Размерность сетки

SIZE $n_x n_y n_z$ {RADI CART}

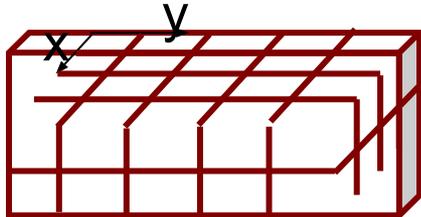
Размер блоков - в направлениях Y и X

X-DI и **Y-DI**
{CONS VARI LOGA}
<data>



Задание глубины и толщины пластов

DEPT, THIC



Определение z-положения

Z-DI

Пример:

SIZE 10 10 5 /

X-DI

CONSTANT

3048 total x-length

Y-DI

CONSTANT

3048 total y-length

DEPTH 1 ST LAYER TOP

CONSTANT

1524

THICKNESS UNIF

CONS

60

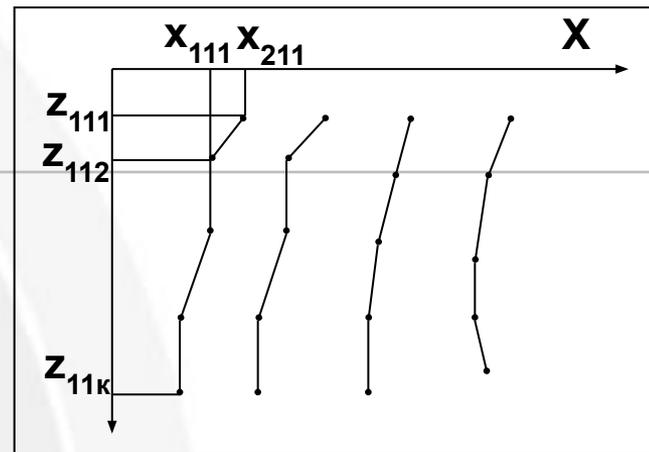
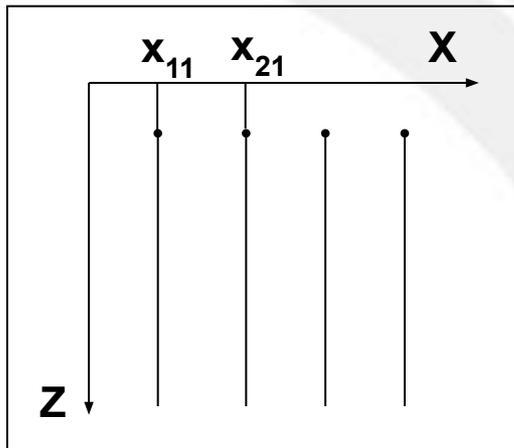
Секция GRID

Импорт сетки в MORE

Задание числа ячеек **SPECgrid**

Координаты сетки **COOR {X&Y ZXY}**

<data>

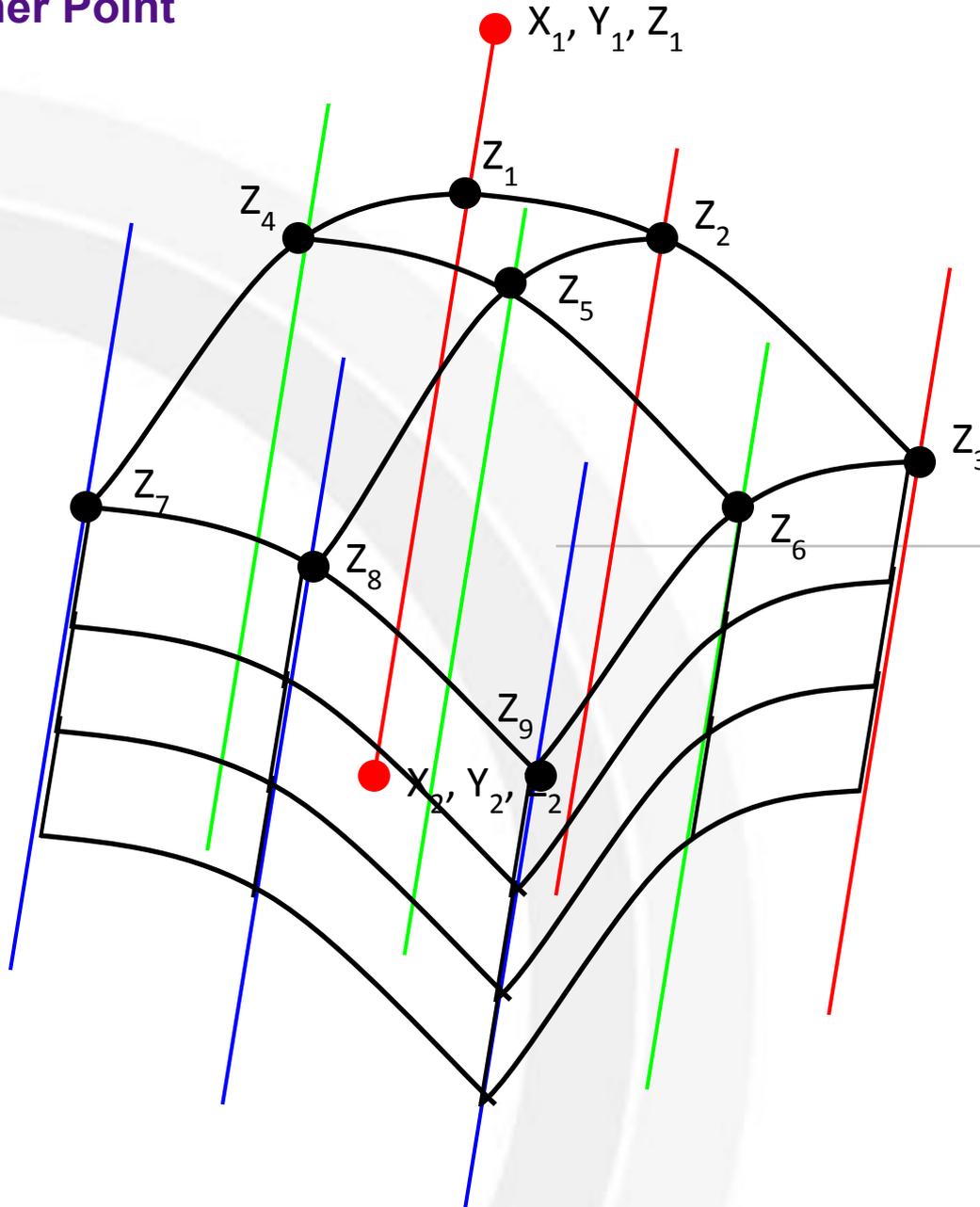


Задание глубины **ZCORn**

Определение активных ячеек **ACTN**

Секция GRID

Сетка Corner Point



Секция GRID

Значение глубины для пересчета забойных давлений в скважинах

DATUm datum {ТОРС}

datum – глубина, все забойные давления пересчитываются на эту глубину

{ТОРС} - если используется аргумент ТОРС, то глубина приведения забойного давления будет привязана к верхнему вскрытому интервалу перфорации скважины (или просто к первой ячейке, через которую проходит скважина, если нет вскрытых интервалов)

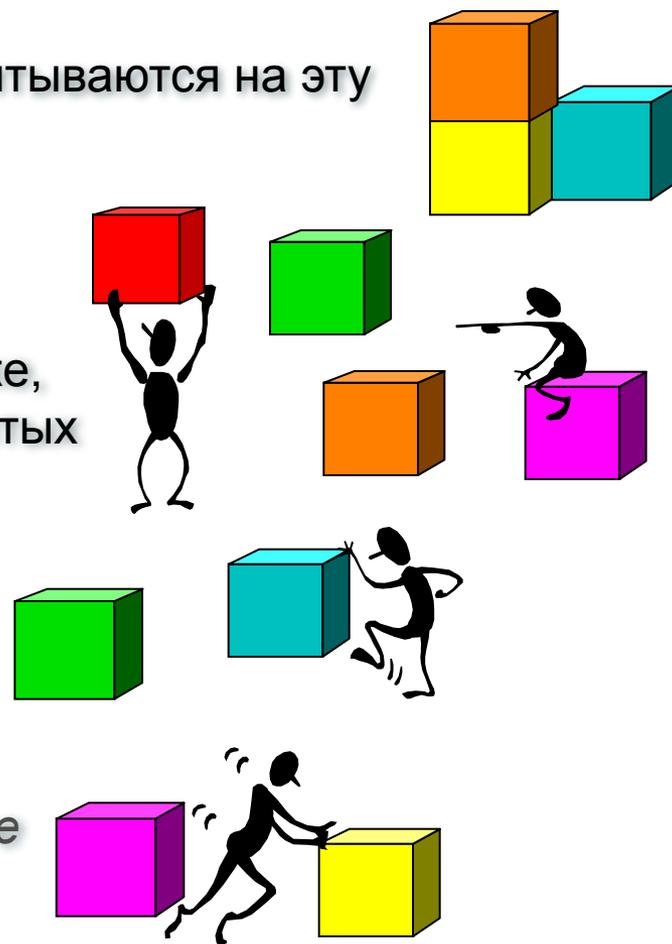
Пример:

DATU 1500.

/Глубина приведения составит 1500

DATU 2500 ТОРС

*/Глубина приведения составит 2500, но забойные
/давления будут посчитаны по отношению к
/верхнему вскрытию.*



INT...



SIMULATION



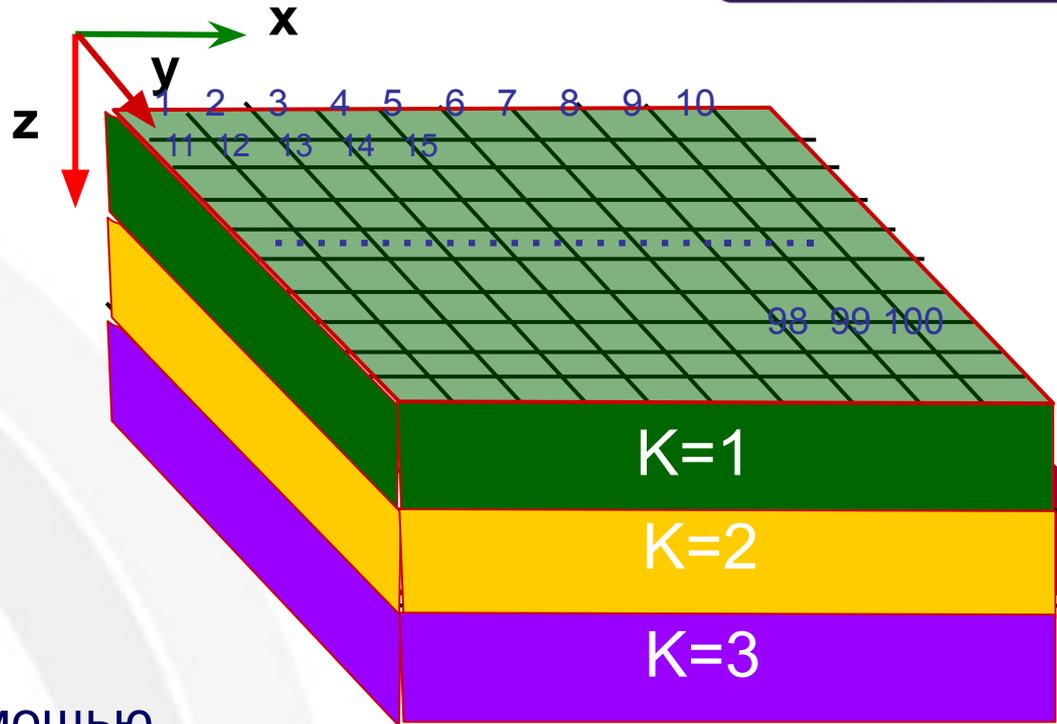
WELL & COMPLETION



PRODUCTION & PROCESS

Секция GRID

Система координат



Ось z направлена вниз

Система координат -
правосторонняя

Первый слой (K=1)
расположен вверху сетки.
Ячейки нумеруются по
направлениям x, y и z с помощью
индексов I, J и K.

При вводе значений в модель используется так называемый
“естественный” ('natural') порядок, то есть самым быстрым является x-
индекс, а самым медленным z-индекс.



Секция GRID

Ввод массивов

Основные массивы, используемые для подсчета проницаемости, глубины и порового объема

Название	Описание	По умолчанию	Другое имя
ACTN	Массив активных ячеек	1	
K_X	x-проницаемость	0	KX, K-X, PERMX
K_Y	y- проницаемость	0	KY, K-Y, PERMY
K_Z	z- проницаемость	0	KZ, K-Z, PERMZ
MULX	x-множитель сообщаемости	1	MX, M-X, M_X, MULTX
MULY	y- множитель сообщаемости	1	MY, M-Y, M_Y, MULTY
MULZ	z- множитель сообщаемости	1	MZ, M-Z, M_Z, MULTZ
PORO	Пористость	0	
NTOG	Песчанистость	1	NTG
CROC	Сжимаемость породы	0	
REFE	Приведенное давление породы	1 atm	

Секция GRID

Ввод массивов

Дополнительные массивы

Массивы для определения регионов

Название	Описание	По умолчанию	Другое имя
PVTN	Номера PVT таблиц	1	
ROCK	Номера таблиц ОФП	1	SATN
EQUI	Номер таблицы равновесия	1	EQLN

Пример:

EQUILNUM

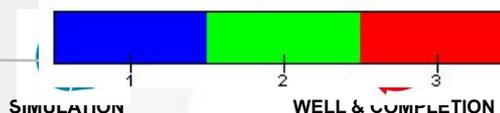
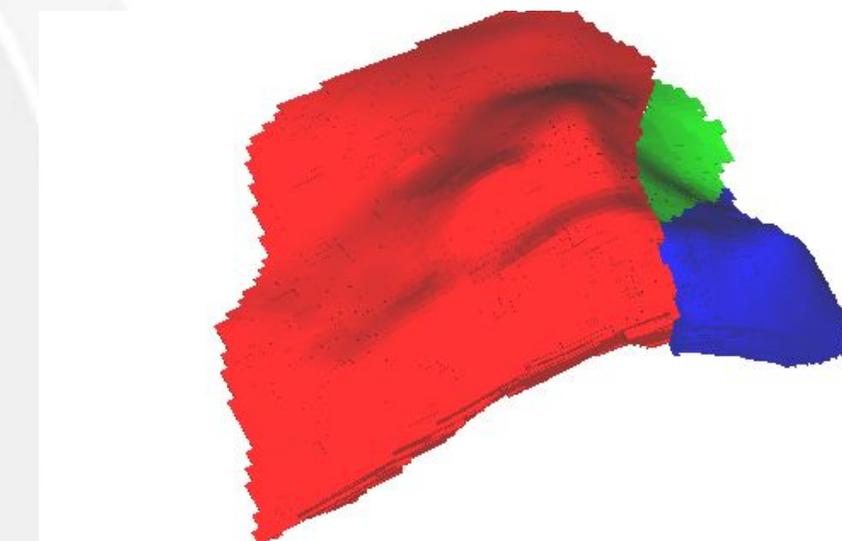
```

3      3      3      3      3
3      3      3      3      3
3      3      3      3      3
3      3      3      3      3
3      3      3      3      3
3      3      3      3      3
3      3      3      3      3
    
```

...



INT.....DN



hist : Equilibration Regions
November 02, 2006 : Step 2 (1.0 days)

PRODUCTION & PROCESS

Секция GRID

Задание массивов

Array (11:12) (UNIF VARI)

(VARI CONS ZVAR)

Array – название массива;

(11:12) – слои массива, для которых прописывается данное выражение;

UNIF – массив послойно постоянен, представлен только один слой значений

VARI – значения изменяются от слоя к слою и задаются для каждого слоя

VARI – значения изменяются внутри слоя (для одного значения z существует множество значений x и y);

CONS – все значения постоянны для одного слоя;

ZVAR – значения изменяются только послойно, для одного слоя все значения постоянны;

**Пример задания
проницаемости
для модели с
сеткой 10x10x4**

K_X

100*43 100*46
100*39 100*70 /

K_X

ZVARIABLE
43 46 39 70 /

K_X VARI

VARI
100*43 100*46
100*39 100*70 /

Как вводить слои?

Как вводить данные
для каждого слоя?



Определение пользовательских массивов

DEFIne ИМЯ массива

‘Описание массива ’

FLIP - как массив пластовых запасов.

Пример:

DEFINE KMUL

'Permeability multiplier'

KMUL UNIF

CONS

2 /

/



INT...



SIMULATION



WELL & COMPLETION



PRODUCTION & PROCESS

Секция GRID

Работа с массивами

Математические выражения обработки Сетки

$\text{array (l1:l2) = выражение}$

Если количество слоев не задано, выражение будет применено ко всей модели.

Пример:

$K_Z = 0.2 * K_X$ / проницаемость K_Z будет равна 20% от проницаемости
/ K_X для всех слоев модели

$Kz(1:2) = 0.4 * Kx$ / проницаемость K_Z будет равна 40% от K_X для первых

$Kz(3:4) = 0.2 * Kx$ / двух слоев и 20% для третьего и четвертого слоя

или

$Kz(1:2) = 0.4 * Kx(1:2)$

$Kz(3:4) = 0.4 * Kx(3:4)$



Секция GRID

Работа с массивами

Математические выражения обработки Сетки

Пример:

Отметьте, что в примере число слоёв в диапазоне одинаково для правой и левой частей выражения:

$$Kz(1:2)=0.4*Kx$$

$$Kz(3:4)=0.2*Kx(3:4)$$

Значения массива Kz в слое 1 будут использованы, чтобы определить Kz в слоях 3 и 4. Отметьте, что за исключением случаев, когда используется один слой, число слоёв в диапазонах, заданных в правой и левой частях выражения, должно совпадать.

$$Kz(1:2)=0.4*Kx$$

$$Kz(3:4)=0.5*Kz(1)$$



Математические выражения обработки Сетки

Правая часть выражения может содержать любое число ранее заданных (определённых) массивов.

Кроме имён массивов математические выражения могут включать:

- Константы в различных формах: 4, 8.3, 5.6e+4.
- Операторы +, -, /, * и **
- Скобки для задания подвыражений - можно использовать (, [и {
- Функции



Секция GRID

Работа с массивами

Функции:

SQRT(exp)	Квадратный корень.
LOG(exp)	Натуральный логарифм.
LOG10(exp)	Десятичный логарифм.
EXP(exp)	Экспонента выражения.
MAX(exp1, exp2)	Максимальное из двух выражений.
MIN(exp1, exp2)	Минимальное из двух выражений.
COS(exp)	Косинус (exp задается в радианах)
SIN(exp)	Синус (exp задается в радианах)
IEQ(exp1,exp2)	Логическая функция
SUMZ(I1:I2){exp}	Производит суммирование в заданном диапазоне слоев

Пример:

$$\text{PORO} = 0.19 * \text{IEQ}(\text{FIP}, 1) + 0.21 * \text{IEQ}(\text{FIP}, 2) + 0.37 * \text{IEQ}(\text{FIP}, 3)$$

Прямой слеш (/) обозначает деление в выражениях массива, комментарий обозначается прямым слешем со звездочкой (/*)).



Секция GRID

Работа с массивами

Изменение значений

MODI *i1 i2 j1 j2 k1 k2 ZERO NINT*

*<+ * min max>*

Пример:

MODI 4* 2 2/

1* 0,4 / Умножить все значения в слое 2 на 0.4

MODI 6* ZERO

2* 0.02 /Любые значения меньше чем 0.02 приравниваются к 0

Замена значений

REPL *i1 i2 j1 j2 k1 k2*

<data>

REPL 1 3 4 5 2 2

.12 .23 .20 .15 .18 .19 /

Заменить первые три значения в строках (4 и 5) из второго слоя



INT.....DN



SIMULATION



WELL & COMPLETION



PRODUCTION & PROCESS

Секция GRID

Работа с массивами

Замена или изменение порового объема,
сообщаемости и глубины

PVOL(TRAN,DEPT) i1 i2 j1 j2 k1 k2 {REPL MODI} ZERO

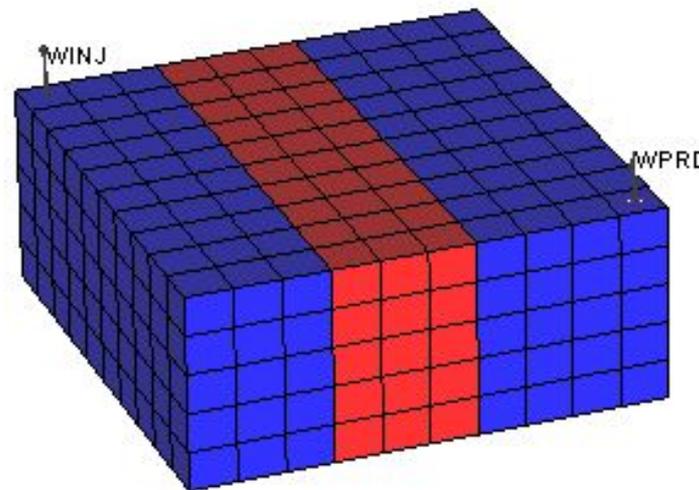
1. *<+ * min max>*

2. *<data>*

Пример:

PVOL 4 6 1 10 1 5 MODI

0 2.0 /



Секция GRID

Интерполяция

Линейная интерполяция

LINE {NOXY IN-X IN-Y X&Y}

<data>

Пример:

DEFI K_M

'Permeability mult'

K_M UNIF

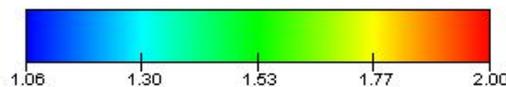
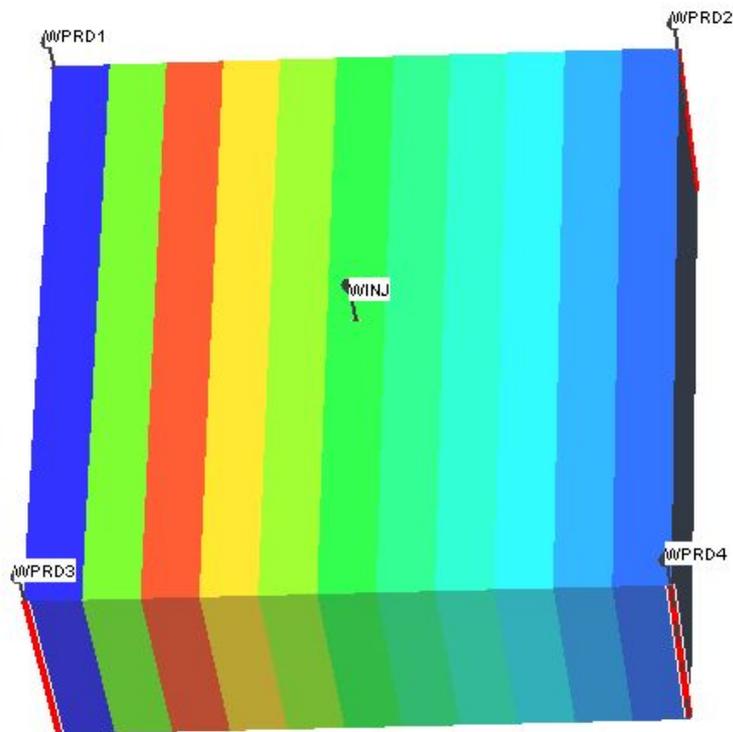
LINE IN_X

1 100 250 499 /

0.8 2 1.5 1.1 /

/

K_X=K_X*K_M



line_simple_ex : Permeability mult
January 02, 2010 : Step 2 (1.0 days)



INT.....DN



SIMULATION



WELL & COMPLETION



PRODUCTION & PROCESS

Секция GRID

Интерполяция

Взвешенная по расстоянию

INTE exp n {NOXY ALLX TRIP}

Пример:

DEFI K_M

'Permeability mult'

K_M UNIF

INTE 2.5 5 TRIP

150 150 0.5

1350 1350 1.5

150 2850 3.5

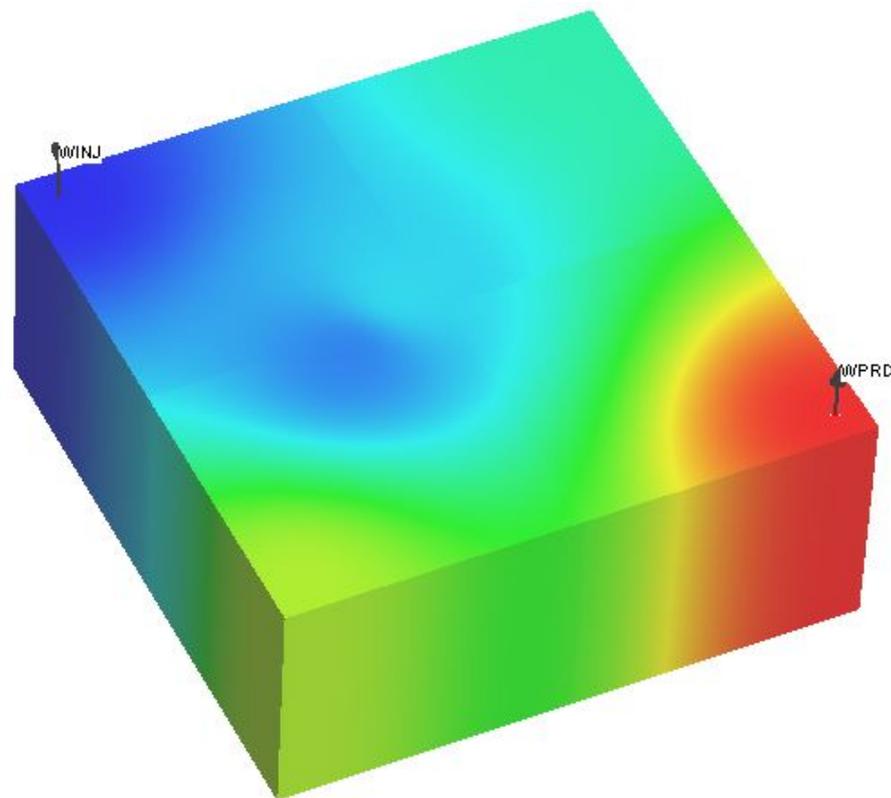
2850 2850 5

2850 150 2

950 1620 1

/

K_X=K_X*K_M



Секция GRID

Функция пористости

Функция пористости

F(PO {LOGA LINE})

LOGA – логарифмическая интерполяция

LINE – линейная интерполяция

Пример:

K_X UNIF

F(PO

–PORO K_X (mD)

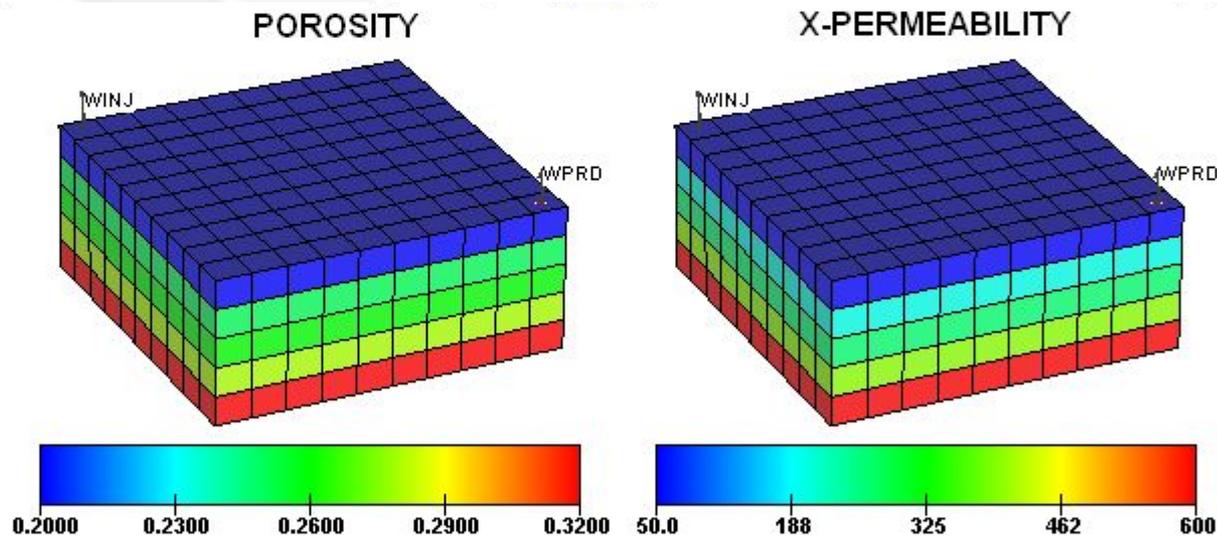
0.20 50

0.25 200

0.28 400

0.30 600 /

/



INT...



SIMULATION



WELL & COMPLETION



PRODUCTION & PROCESS

Секция GRID

Функция глубины

Функция глубины

F(DE

depth1 value1

Пример:

PORO UNIF

F(DE

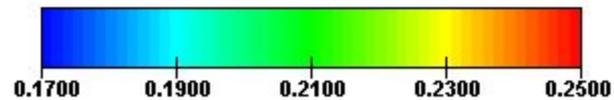
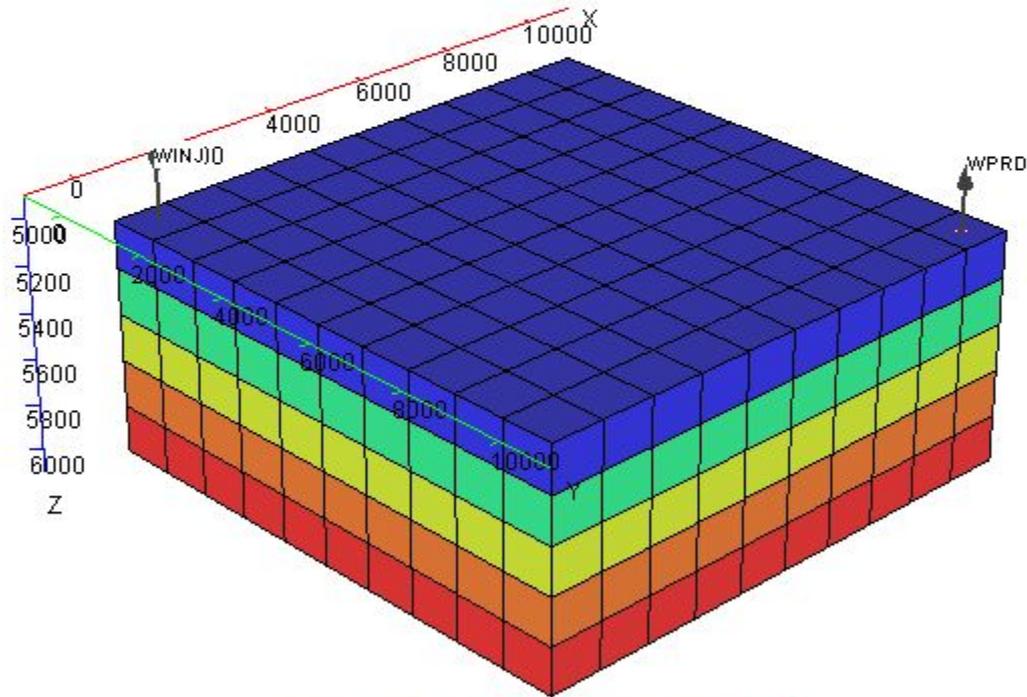
5000 0.17

5200 0.18

5400 0.22

5800 0.25 /

/



INT.....DN



SIMULATION



WELL & COMPLETION



PRODUCTION & PROCESS

Секция GRID

Пример работы с массивами

```
INCLUDE
```

```
'Geology/Poro.txt'
```

```
K_X=2.12*exp(17.57*PORO)
```

```
K_Y=K_X
```

```
K_Z=K_X/10
```

```
K_Z
```

```
/well 1094
```

```
MODI 24 28 86 89 1 16 /
```

```
1* 0.1 /
```

```
/well 1138
```

```
MODI 35 37 105 107 14 14 /
```

```
2* 0.1 /
```

```
PVOL 51 70 40 53 1 19 MODI /
```

```
1* 10 /
```

Секция GRID

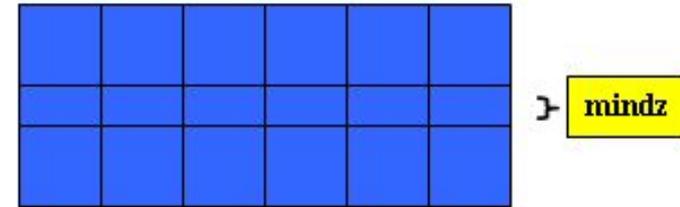
Возможные ограничения

Минимальная мощность ячейки

MINDZ

dzmin

По умолчанию: 0.1 метра

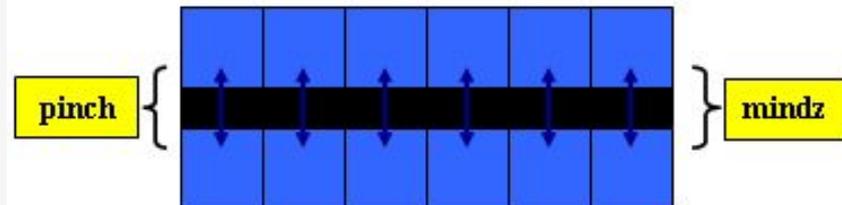
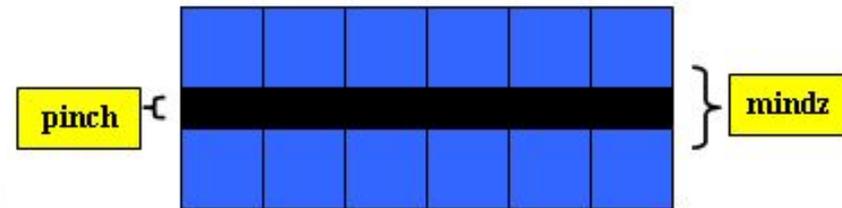


Минимально допустимый поровый объём

MINP {VALU} {MORE} {ECLI}

pvmin /

По умолчанию: $1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$



Секция GRID

Возможные ограничения

Условие создание выклинивания

PINC {ON OFF}

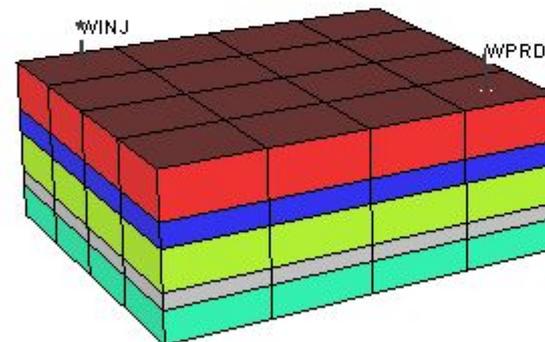
hmin /

Блокирует выклинивание

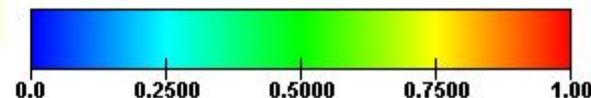
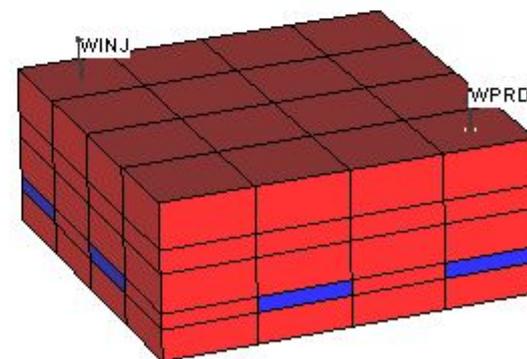
PNSW - МАССИВ

PNSW

```
16*1
16*1
16*1
0 1 0 1 1 0 1 1
0 0 0 1 1 0 1 0
16*1
```



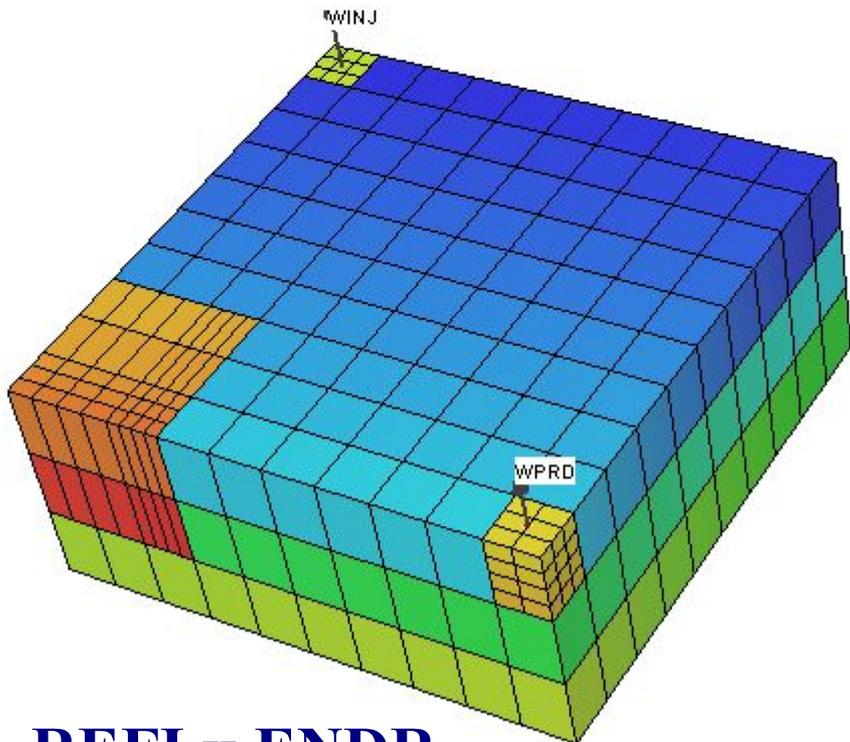
General	Depths (Dept)
Grid	Equilibration Regions (Eqln)
Groups	Grid Cell Index (Cell)
Wells	Grid I Index (I)
Layer	Grid J Index (J)
Summary	Grid K Index (K)
Initial	Net-to-gross Ratio (NTG)
Recurrent	Pinchout enable switch values (Pnsw)
Print	Porosity (Poro)
Economics	Reference Pore Volume (Rvol)
Templates	Rock Compressibilities (Croc)



Секция GRID

Локальное измельчение сетки

LGRD nx ny nz ixl ixu iyl iyu izl izu name



Пример:

```
LGRD 3 3 3 1 1 1 1 1 1 MyLGR1  
LGRD 2 3 4 10 10 10 10 1 1 MyLGR2  
LGRD 8 5 2 1 3 8 10 1 2 MyLGR3
```

REFI и ENDR

Эти ключевые слова позволяют задавать значения статических параметров для локальных измельчений.



Секция GRID

Локальное измельчение сетки

CARFIN – ключевое слово Eclipse. Аналог ключевого слова **LGRD**

CARFIN

Name ixl ixu iyl iyu izl izu nx ny nz

ENDFIN

HXFIN, HYFIN, HZFIN – используются для неравномерного разбиения сетки.

Пример:

CARFIN

```
'Lgr_1'      1 1 1 1 1 1 5 5 3 /
```

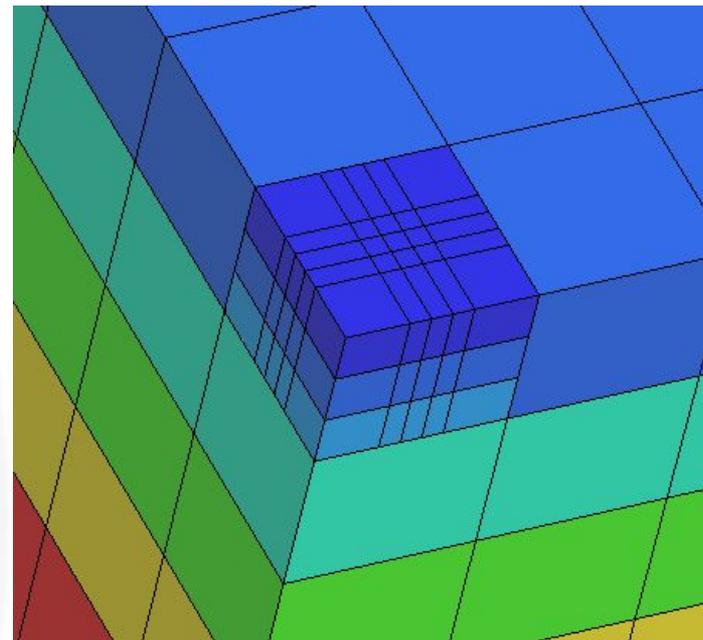
HXFIN

```
3 1 1 1 3 /
```

HYFIN

```
3 1 1 1 3 /
```

ENDFIN



Секция GRID

Определение несоседних соединений

NNC {MULT} {MORE **ECLI**} {ONPD vpd}

i1 j1 k1 i2 j2 k2 tran

/

MULT - Значения обрабатываются как множитель сообщаемости

MORE - система единиц, принятую в MORE (md-ft или md-m)

ECLI - система единиц, принятую в Eclipse (rb.cp/psi или m3.cp/bar)

ONPD vpd - использовать это несоединение только лишь, если перепад давлений между ячейками превышает значение vpd



INT...



SIMULATION

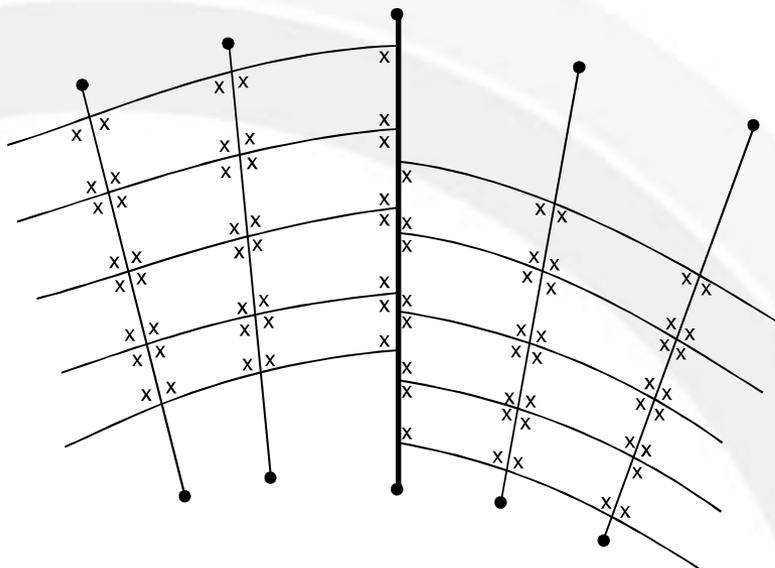


WELL & COMPLETION

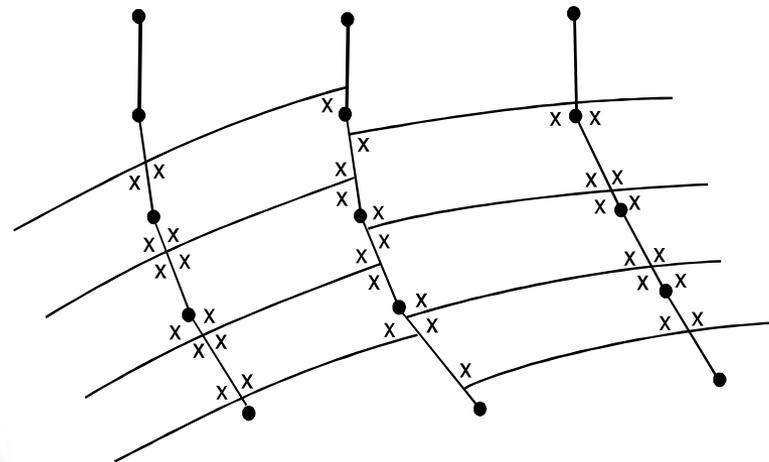


PRODUCTION & PROCESS

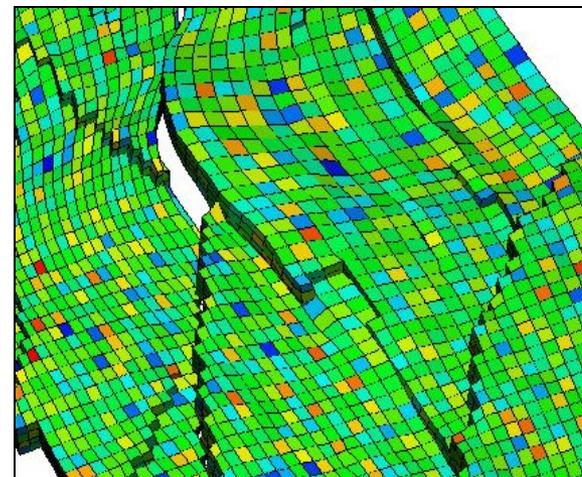
Задание разломов (вертикальные, наклонные)



Прямые разломы



Искривленные разломы



Секция GRID

Задание разломов

Задание разлома

FAULTs *faultName XL XU YL YU ZL ZU direction /*

Множитель разлома

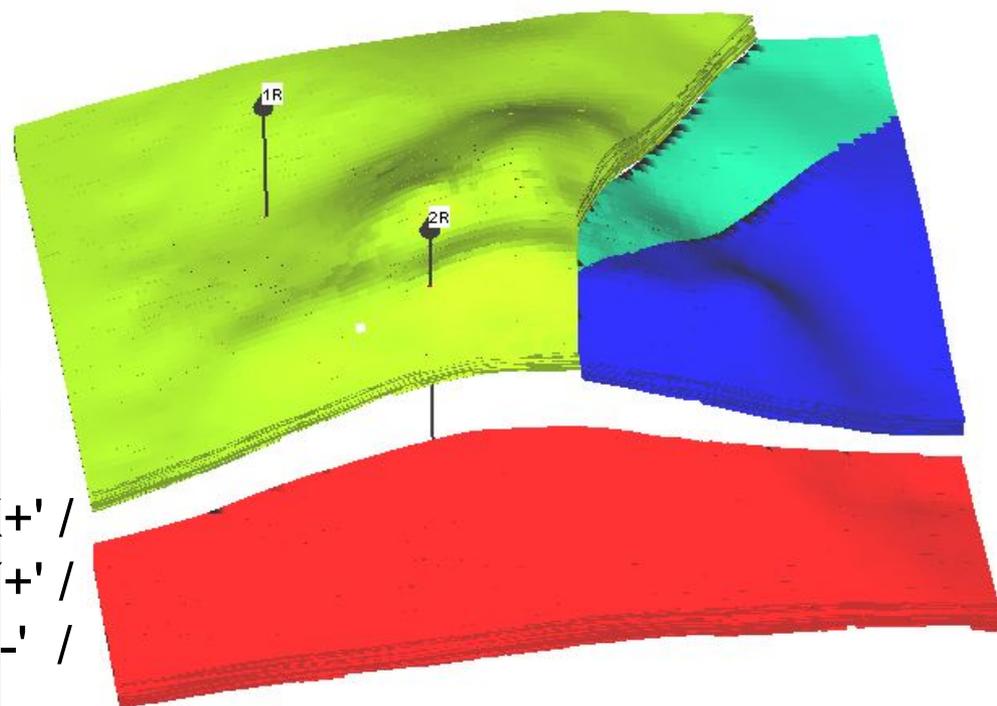
FMULT *fname xmult*

Пример:

FAULTS

'F1'	43	43	18	18	99	99	'X+' /
'F1'	43	43	18	18	99	99	'Y+' /
'F1'	43	43	18	18	99	99	'Z-' /

FMULT F1 0 /



model : Equilibration Regions
January 03, 2000 : Step 4 (2.0 days)

Cell 32.46.14 (8176.547, 6808.5317, 1573.0278) EqIn= 3.000



INT.....DN



SIMULATION



WELL & COMPLETION

35



PRODUCTION & PROCESS

Пример секции GRID

GRID

```
DATUM 1524.00 TOPC /  
HORI BLOCK  
VERT BLOCK  
INCLUDE  
'grid.mgrdecl'  
K_X VARI  
500*100.000 /  
K_Y = K_X  
K_Z = 0.1*K_X  
PORO VARI  
500*0.10000 /  
CROC UNIF  
CONS  
4.35113e-05 /  
REFE UNIF  
CONS  
1.01353 /
```



INT...



SIMULATION



WELL & COMPLETION



PRODUCTION & PROCESS

Инициализация Секция INIT

Секция INIT предназначена для задания начального состояния модели.

Определяет:

- Задание глубины и давления для расчета начального состояния;
- Начальное давление насыщения;
- Начальный фазовый состав.

Данные для начальных условий могут быть указаны как равновесной (EQUI) так и неравновесной (NEQU) опциями инициализации. Для обоих вариантов симулятор позволяет различные варианты ввода данных, включая несколько регионов по уравниванию.

Секция INIT начинается с ключевого слова INIT

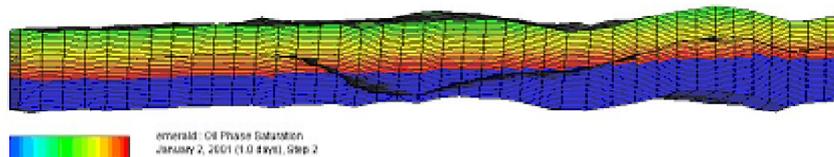
INIT {NEQU EQUI}

NEQU – неравновесная инициализация

EQUI – равновесная инициализация



Равновесная инициализация рассчитывает начальное состояние модели, исходя из условий гидростатического равновесия на основе заданных глубин контактов и значений капиллярных давлений на них.



типичная модель ВНК, полученная в результате равновесной инициализации

Система находится в равновесии, вне действия внешних сил движение флюидов не происходит.

Неравновесная инициализация - насыщенности задаются напрямую, а не рассчитываются исходя из условий капиллярно-гравитационного равновесия. Состав флюида и насыщенность могут варьироваться как по латерали, так и по вертикали. Однако такое произвольное задание начального состояния не будет стабильным.



Секция INIT

Пример расчета начального равновесного состояния

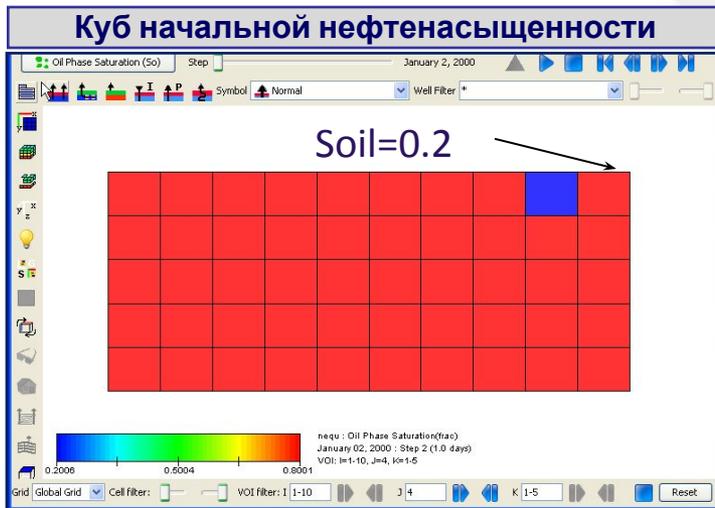
INIT EQUI

Пояснение:

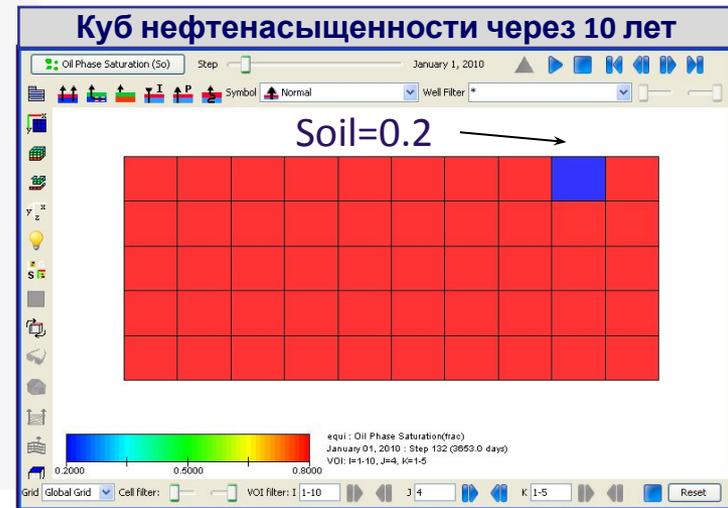
На примере задана водонасыщенная ячейка в верхней части модели. Запущен пустой расчёт (без скважин) на 10 лет.

Гравитационное разделение фаз не происходит, т.к. сила гравитации уравновешена капиллярной силой, которая подобрана симулятором.

Возможно подключение массива начальной водонасыщенности SWAT и массива начальной газонасыщенности SGAS.



INT...DN



WELL & COMPLETION

PRODUCTION & PROCESS

SIMULATION

Секция INIT

Пример расчета начального неравновесного состояния

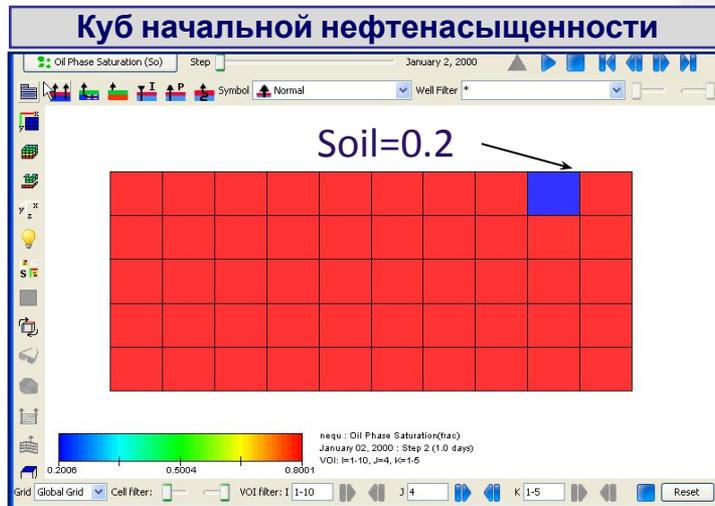
INIT NEQU

Пояснение:

На примере задана водонасыщенная ячейка в верхней части модели. Запущен пустой расчёт на 10 лет.

На рисунке происходит гравитационное разделение фаз. Капиллярная сила задана равной 0.

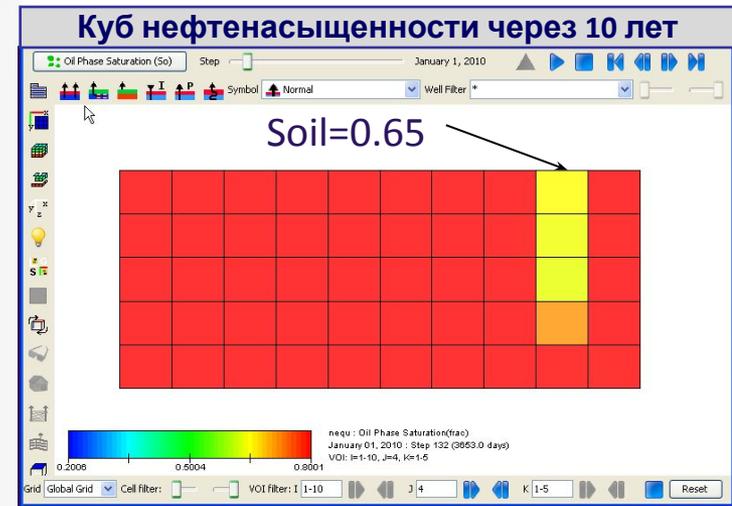
Возможно подключение массивов: SWAT (Начальная водонасыщенность), SGAS (Начальная газонасыщенность), PSAT (Давление насыщения), PRES (Начальное давление), TEMP (начальная температура).



INT.....DN



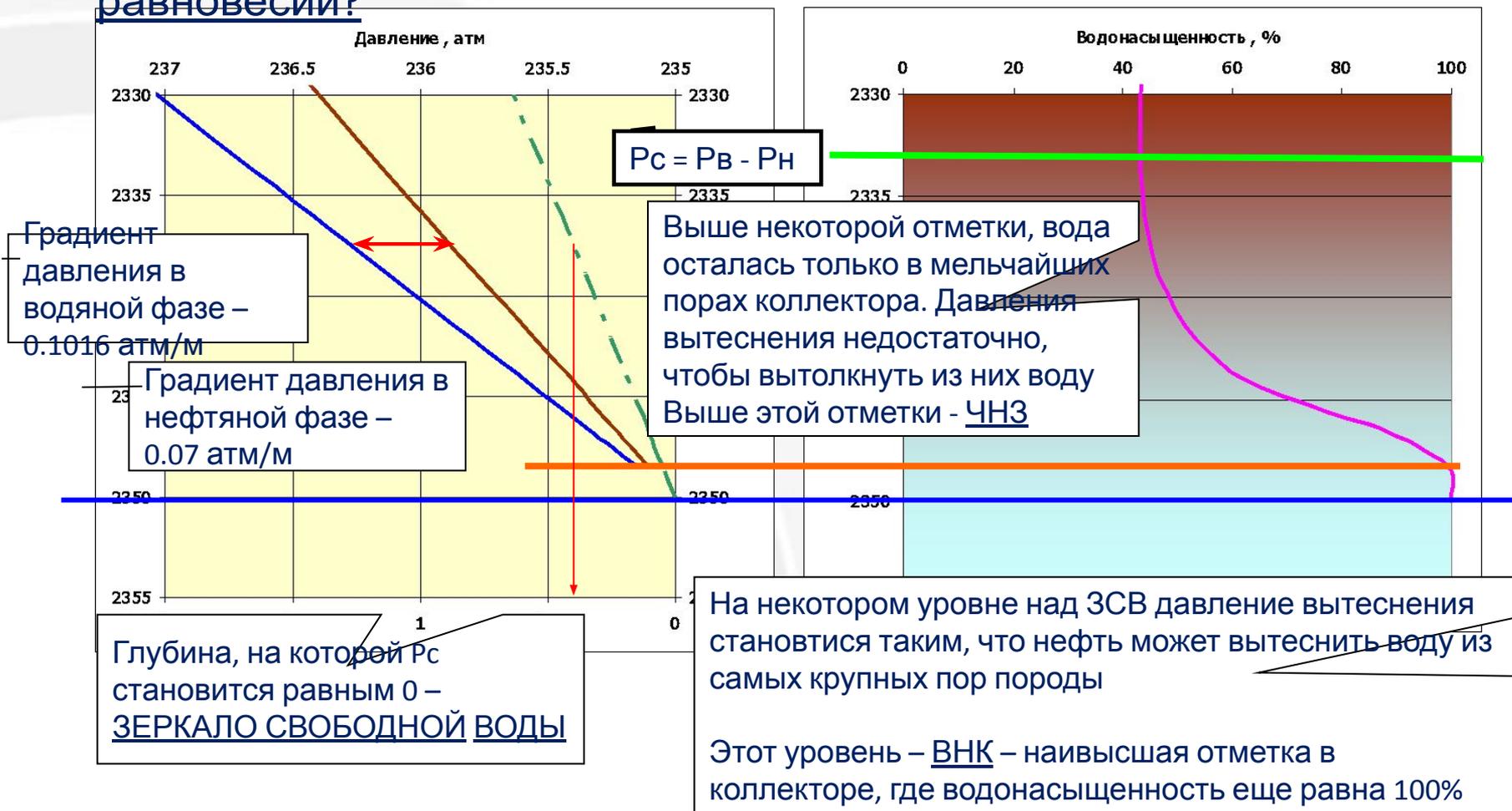
SIMULATION



WELL & COMPLETION

PRODUCTION & PROCESS

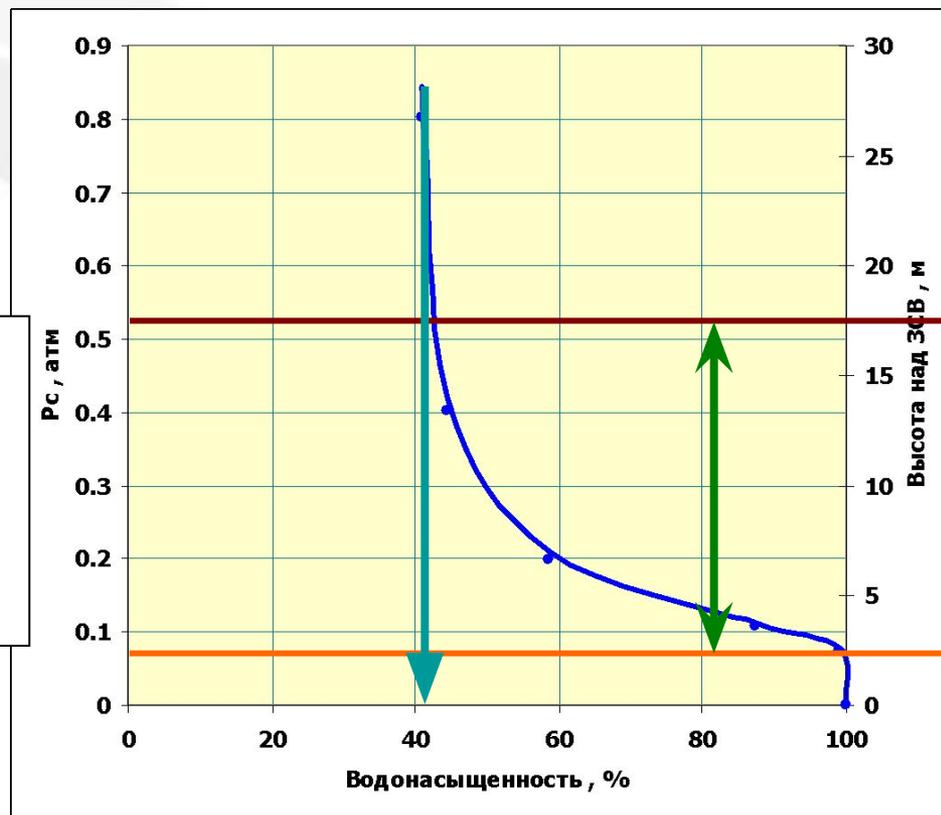
Как распределяются вода и нефть в равновесии?



Секция INIT

Контакты

Величина
•Остаточной
•Неуменьшаемой
•Связанной
водонасыщенности



Нижняя граница ЧНЗ

Переходная зона

Высота поднятия ВНК над уровнем ЗСВ



Виды давлений

- **Пластовое давление** - это давление, под которым в продуктивном пласте находятся нефть, газ и вода. За $P_{пл}$ принимается давление в некоторой точке пласта, не подверженной воздействию воронок депрессии соседних скважин, замеренное после остановки скважины и установления в пласте относительного статического равновесия.
- **Начальное пластовое давление**, синоним - **статическое пластовое давление** - величина давления в продуктивном пласте до начала его разработки. За начальное пластовое давление обычно принимают статическое забойное давление первой скважины, вскрывшей пласт, замеренное до нарушения статического равновесия, т.е. до отбора сколько-нибудь значительного количества жидкости или газа.
- **Динамическое пластовое давление (в скважине)**, синоним - **текущее пластовое давление** - это пластовое давление, замеренное на определенную дату в скважине, находящейся под влиянием других действующих скважин, после ее остановки и установления в пласте относительного статического равновесия.
- **Забойное давление** - это давление в пласте у забоя действующей скважины при установившемся режиме ее работы
- **Пластовое давление, приведенное по глубине** - это пластовое давление, замеренное и пересчитанное на единую условно принятую горизонтальную плоскость, соответствующую:
 - абсолютной отметке ВНК или ГВК;
 - уровню моря;
 - средней точке объема залежи;
 - середине этажа нефтеносности и т.п.
- **Давление насыщения пластовой нефти** - давление, при котором начинается выделение из нее первых пузырьков растворенного газа.

Секция INIT

Задание глубин контактов и давлений при равновесной инициализации

EQUI

href pref hgoc psgoc hwoc pswoc /
/

href – приведенная глубина, м

pref – давление на приведенной глубине, Бар

hgoc – глубина ГНК, м

psgoc – капиллярное давление на глубине ГНК, Бар

hwoc – глубина ВНК, м

pswoc – капиллярное давление на глубине ВНК, Бар

Пример:

EQUI

1500 150 1000 0 1500 0 /

1620 170 1000 0 1620 0 /

/



INT.....DN



SIMULATION



WELL & COMPLETION

45



PRODUCTION & PROCESS

Секция INIT

Задание константы начального состояния пласта при равновесной инициализации

CONS nreg

temp psat compos /

nreg – индекс региона равновесия

temp – температура для свойств флюида, 0C

psat – начальное давление насыщения, Бар

compos – начальный композиционный состав (при работе с композиционной моделью)

Пример:
CONSTANT 1
 90 40 /

Применение. Пластовую температуру и давление насыщения можно задавать константами в следующих случаях:

- Модель двухфазная.
- Модель трехфазная, но нет данных по зависимости глубины от P_{sat} .
- Модель трехфазная, P_{sat} не значительно меняется по глубине или невысокая мощность пласта.
- Свойства нефти, соответствующие заданным давлениям насыщения симулятор рассчитывает из таблиц OPVT, секция FLUID.



Секция INIT

Задание параметров как функции от глубины при равновесной инициализации пласта

F(DEP nreg

h temp psat compos /

nreg – индекс региона равновесия

h – глубина, м

temp – температура для свойств флюида, 0C

psat – начальное давление насыщения, Бар

compos – начальный композиционный состав (при работе с композиционной моделью)

Пример:

F(DEPTH)

/DEPTH	T	Psat
1300	1*	50
1500	1*	50
/		

Применение. Пластовую температуру и давление насыщения необходимо задавать как функции глубины в следующих случаях:

- Для трехфазной модели.
- Psat значительно меняется по глубине, высокая мощность пласта.
- Изменение температуры по глубине влияет на расчет для высоковязких нефтей.
- Свойства нефти, соответствующие заданным давлениям насыщения симулятор рассчитывает из таблиц OPVT, секция FLUID.

Зависимость нефтегазового отношения и газового фактора от глубины

Начальная зависимость нефтегазового отношения от глубины

RVVD nreg

d1 Rv1 /

Начальная зависимость газового фактора при растворенном газе от глубины

RSVD nreg

d1 Rs1 /



Секция INIT

Сдвигка капиллярных давлений

Возможно использование ключевого слова SWAT при **равновесной** инициализации. При этом вводятся дополнительные капиллярные давления, позволяющие сделать заданное пользователем поле насыщенности равновесным.

Настройка сдвигки начальных капиллярных давлений

PCSH MIN LIM FULL OFF

MIN - Добавляет минимальные сдвиги для ячеек, содержащих две подвижные фазы.

LIM - Сдвиги $P_{\text{сog}}$ считаются только для ячеек ниже ГНК, заданного с помощью EQUI. Сдвиги $P_{\text{сow}}$ считаются только для ячеек выше ВНК, заданного с помощью EQUI.

FULL - Сдвигает капиллярные давления во всех ячейках пласта таким образом, что все фазы распределяются так, что лежат на кривых их гидростатических давлений.

OFF - Запрещает сдвиг капиллярных давлений.



Секция INIT

Задание водонапорных горизонтов

Модель водоносной области Картера-Трейси

AQCT name depth perm poro Compr radius θ h Pinit viscw
[EQUI] [NOBAck]

name – название водонапорного горизонта

depth – глубина водонапорного горизонта

perm – проницаемость

poro – пористость

compr – сжимаемость

radius – внутренний радиус водонапорного горизонта

θ – Угловое простираие водонапорного горизонта

h – высота водонапорного горизонта

Pinit – начальное давление водонапорного горизонта

viscw – вязкость воды

[EQUI] – функция равновесия водонапорного горизонта

[NOBAck] – функция отключения потока воды из водонапорного горизонта

Пример:

AQCT AQ1 3390 200 0.3 0.00005 10000 360 150 1* 0.39 NOBA /

Модель водоносной области Картера-Трейси

AQCT *name depth perm poro Compr radius θ h Pinit viscw*
[EQUI] [NOBAck]

Модель водоносной области Фетковича

AQFE *name depth volume compr PI Pinit* [EQUI] [NOBAck]



Подсоединение водонапорного горизонта

AQCO *name ixl ixu iyl iyu izl izu Face /*



грань ячейки, указать одну из
x-, x+, y-, y+, z-, или z+

```
AQST AQ1 7450 10 0.1 0.00001 1000 360 50 4000 0.3 /
AQCO AQ1 4* 17 17 Z- /
```

(Подсоединение к подошве 17-слойной модели.)

Подсоединение водонапорного горизонта на заданной глубине (в секции **GRID**)

AQCD *nameA depth nreg /*



INT.....DN



SIMULATION



WELL & COMPLETION



PRODUCTION & PROCESS

Пример секции INIT

INIT EQUI

--* Dref(m) Pref(barsa) GOC(m) Pcgo(bar) OWC(m) Pcow(bar)

EQUI

1500.00 160 2* 1660.00 0.00000 /

/

-- Temp(C) PSat(barsa)

CONS 1

121.111 0.00000 /

INCLUDE

'Sw.inc'

PCSH MIN



INT.....DN



SIMULATION



WELL & COMPLETION



PRODUCTION & PROCESS

Секция RECURRENT

RATE - Контроль за выдачей отчетов показателей скважин и групп скважин

RATE *tprinc* {DAY MONT YEAR}{EXACT}
{STAT}{FIELD}{GROUP}{WELL}{SLIM}{CRAT}{LRAT}

tprinc Временной интервал между отчётами. RATE используется совместно с FREQ для определения моментов выдачи отчётов.

DAY *tprinc* задан в днях.

MONT *tprinc* задан в месяцах.

YEAR *tprinc* задан в годах.

EXACT Выбирать временные шаги таким образом, чтобы отчеты выдавались точно на заданные даты.

STAT Выдача пакета показателей 'Statistics' статистических данных.

FIELD Выдача пакета показателей 'Field' по месторождению.

GROUP Выдача пакета показателей 'Group' по группам скважин.

WELL Выдача пакета показателей 'Well' по скважинам.

SLIM Выдача пакета показателей 'Slimtube' (коэффициент извлечения, поровые объемы закаченного флюида).

CRAT Выдача дебитов и накопленной добычи скважин по перфорациям.

LRAT Выдача дебитов и накопленной добычи скважин по слоям.

Частота вывода данных

FREQuency *nstdout* *naltout* *nqtotal* /



INT...



SIMULATION



WELL & COMPLETION



PRODUCTION & PROCESS

- Вывод динамических массивов

ARRA {DAYS MONT YEAR DATE} EQUA END

time1 time2 ... /

- Основные динамические массивы

GENE {PRES}{FLIP}{CPU}{REST}{CMPL}

{WELL}{GROUP}{AQUI}{RTEM}{CPLY}



INTRODUCTION



SIMULATION



WELL & COMPLETION



PRODUCTION & PROCESS

Выгрузка дополнительных массивов

STOR {viso, visg, visw, kro, krg, krw, mobo, mobg, mobw, deno, deng, denw, pcgs, pcws, Rs, pvol}

viso, visg, visw Вязкость фаз;

kro, krg, krw Относительная проницаемость фаз;

mobo, mobg, mobw Подвижность фаз (K_r/visc);

deno, deng, denw Плотности фаз;

pcgs, pcws Сдвигка капиллярных давлений для стабилизации начального решения;

pcog, pcow Капиллярные давления в системах нефть-газ, и нефть-вода;

pvol Текущий поровый объем.



Типы скважин (**WELL**, *Events*)

Вертикальные

Наклонные

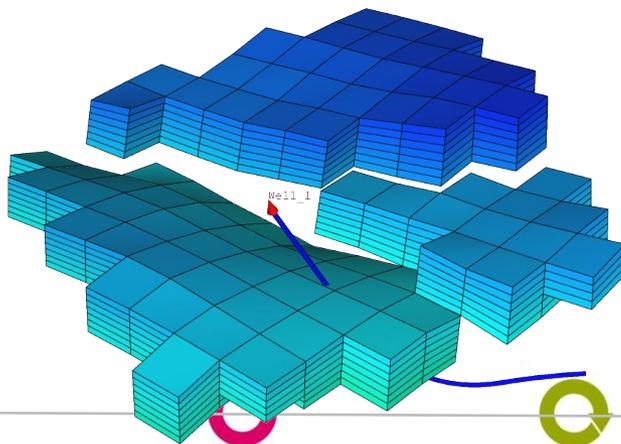
Горизонтальные

Способы описания траекторий скважин в Tempest-MORE

Только для вертикальных скважин:

LOCA – координаты скважины

ZONE – перфорация



INT.....DN

Для любых типов скважин:

Географические координаты

TFIL (ТТАВ) – траектория скважины

COMP – перфорация

Events – события

По блокам сетки

CIJK – траектория + перфорация

Events – события



Вопросы для самоконтроля

1. Регламент по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений. РД 153-39.0-047-00. Утвержден и введен в действие Приказом Минтопэнерго России N 67 от 10.03.2000.
2. Тынчеров К.Т., Горюнова М.В. Практический курс геологического и гидродинамического моделирования процесса добычи углеводородов: учебное пособие / К.Т.Тынчеров, М.В.Горюнова – Октябрьский: издательство Уфимского государственного нефтяного технического университета, 2012, 150 с.
3. Закревский К.Е., Майсюк Д.М., Сыртланов В.Р «Оценка качества 3D моделей» М.: ООО «ИПЦ Маска», 2008 - 272 стр.



Окончание...

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!