

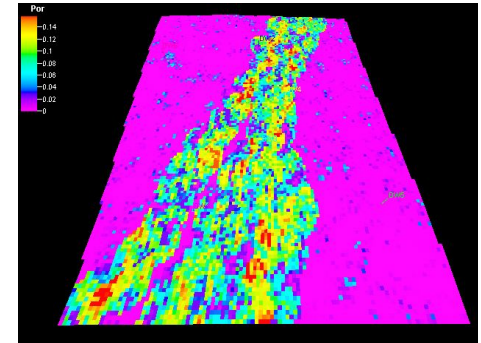
# Гауссово моделирование

## Алгоритмы в Petrel



- **Sequential Gaussian Simulation (Последовательное гауссово моделирование)**

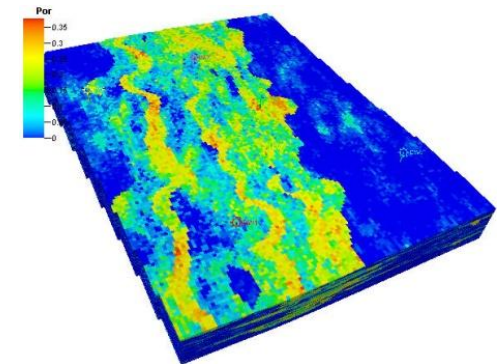
Широко используемый стохастический метод GSLIB, основанный на кригинге. Сохраняет распределение входных данных, следует вариограмме и трендам.



- **Gaussian Random Function Simulation**

Быстрее, чем SGS, и лучше воспроизводит входную статистику. Не последовательный, что позволяет его распараллелить с помощью разложения:

**Условное моделирование = Кригинг + Безусловное моделирование**



Безусловное моделирование использует алгоритм быстрого преобразования Фурье, который хорошо воспроизводит вариограмму.

# Гауссово моделирование

## Преобразование данных



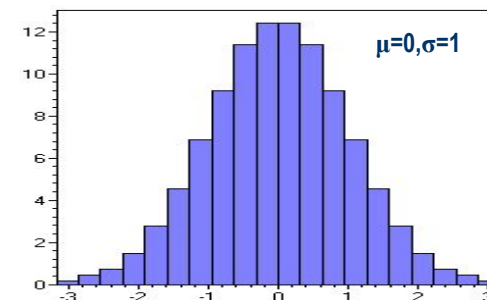
**SGS** и **GRFS**, требования:

1. **Стационарность** (нет пространственных трендов, нет зависимости от местоположения)
2. **Стандартное нормальное распределение**  
(среднее = 0, ст. отклонение = 1)

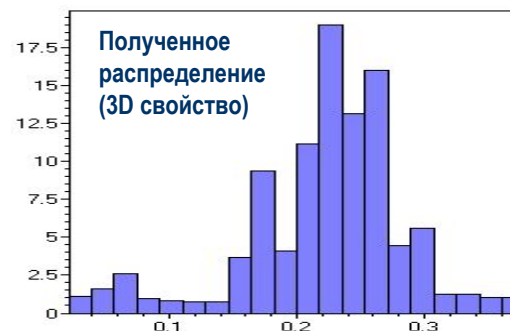
Результат моделирования автоматически преобразуется обратно. Соблюдаются пространственные тренды и распределение исходных данных.



Преобразование к нормальному



Обратное преобразование



# Гауссово моделирование

## Настройки для зон – Свойство и вариограмма



### Выбор свойства и зоны:

Проверьте, что выбранное вами свойство перемасштабировано (имеет суффикс [U]) и установите зону.

### Выбор метода:

Выберите в качестве метода для зоны **SGS** или **GRFS**.

### Вариограмма:

Задайте **Range**, **Orientation**, **Nugget** и **Type** ...или возьмите вариограмму, созданную в процессе **Data analysis**

Modeling settings Edit hints

Overwrite Existing property:  $\Phi$  PHI [U] Status: Is upscaled

Common Zone settings Seed 7539

Zones: ZoneA (Main\_pay)

Facies: No conditioning to facies. The zone is modeled in one single operation.

Method for zone/facies: Sequential Gaussian simulation

Trends Expert Hint

Variogram Distribution Co-kriging

Variogram type: Exponential Sill: 1.0 Nugget: 0.1 Range

Anisotropy range and orientation

Range:	5000	Major dir:	5000	Minor dir:	10	Vertical:	
Azimuth:	0	Dip:	0				

# Гауссово моделирование

## Настройки для зоны – Установка распределения



Выберите **Standard** или **Bivariate**

...или возьмите из **Data analysis**

При необходимости задайте **Is logarithmic**

При использовании перемасштабированного каротажа

Нет/мало перемасштабированных данных

Из функции распределения

При использовании вторичного свойства

Перемасштабированный каротаж

Из кросс-плота

Petrophysical modeling with 'Property\_model/Complete Model 2009'

Modeling settings Edit hints

Overwrite Existing property: PHI [U] Status: Is upscaled

Common Zone settings Seed: 7539

Zones: ZoneA (Main\_pay)

Facies: No conditioning to facies. The zone is modeled in one single operation.

Method for zone/facies: Sequential Gaussian simulation

Trends Variogram Expert Distribution Hint

Logarithmic

Is logarithmic

Seed: 18867

Output data range: Min: 0 Relative Max: 0 Relative Estimate

Distribution method: Standard Bivariate

Distribution: From upscaled logs Normal distribution General distribution

Distribution method: Standard Bivariate

Distribution: From upscaled logs From crossplot Number of cut values: 10

Secondary property: GR [U] Status: Is upscaled

Apply OK Cancel

Schlumberger

# Гауссово моделирование

## Общие настройки

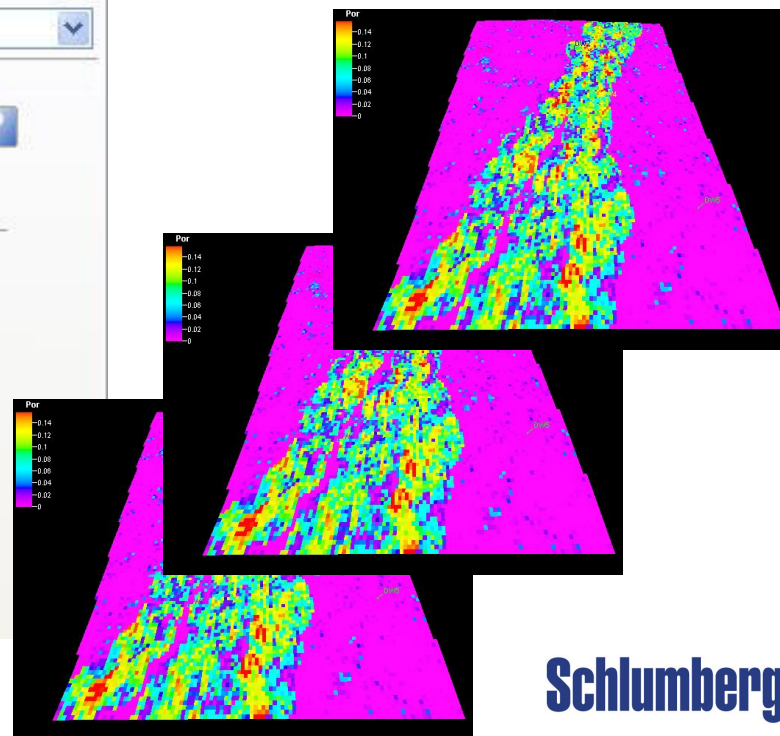
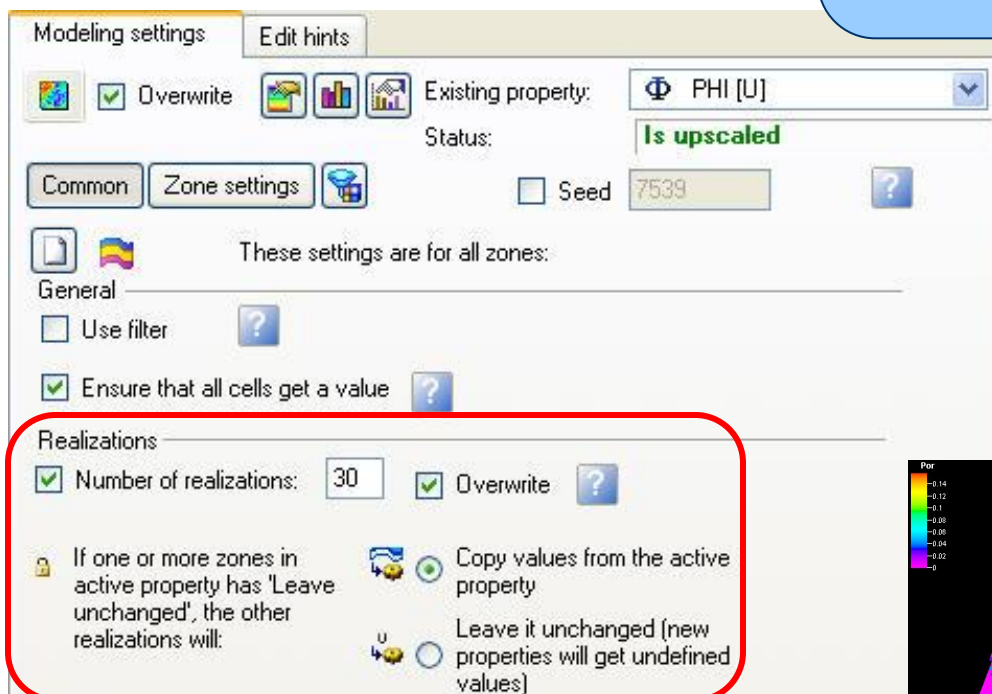


Задайте настройки, общие для зон:

- Использование фильтра
- Все ячейки получили значение
- **Количество реализаций**

**Реализации:**

Могут быть использованы для исследования областей неопределенности, однако не нужны в модуле **Uncertainty analysis** (где Seed выступает как переменная)





# Гауссово моделирование

## Проверка качества результата



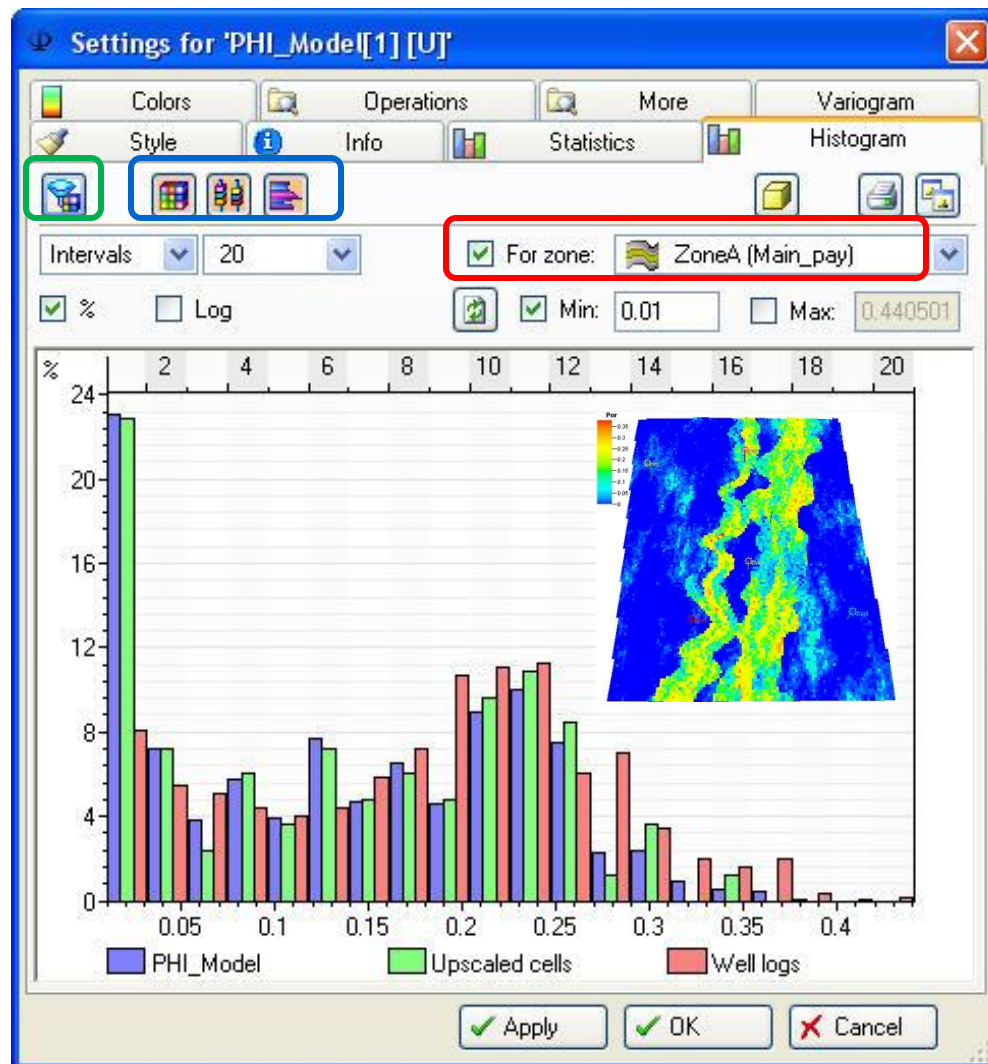
Проверка качества результата по гистограмме:

Зайдите в **Settings** > закладка **Histogram** свойства для проверки распределения

Фильтр:

Доступные фильтры:

- По зонам
- Оригинальный каротаж, перемасштабированные ячейки или 3D свойство
- Фильтр свойств 3D модели



# Гауссово Моделирование

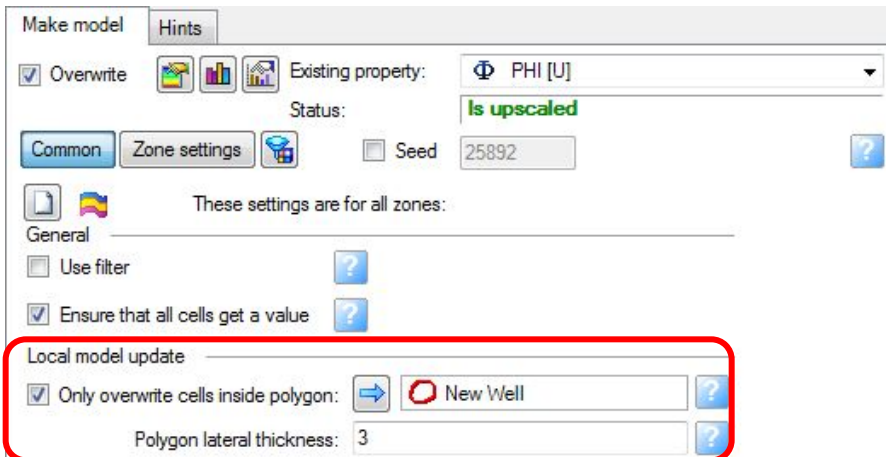
## Общие настройки – локальное обновление



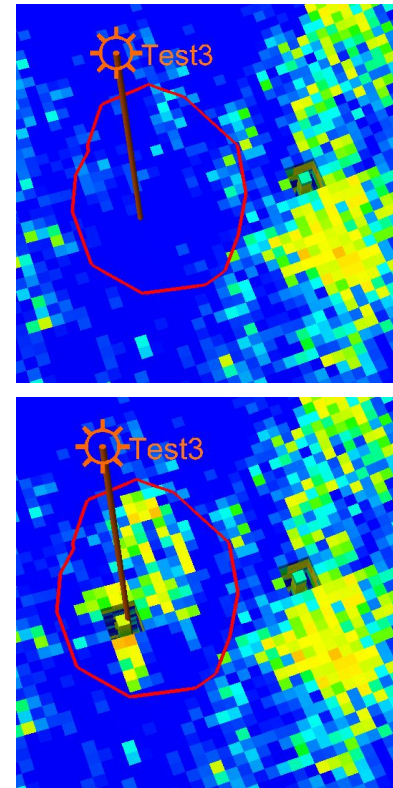
### Локальное обновление:

Данная опция позволяет обновление Фаций или Петрофизической Модели в области, ограниченной полигоном.

2. Добавьте полигон в закладку **Petrophysical modeling > Common**



1. Задайте полигон, используя процесс **Utilities > Make/edit polygons**.



Исходная Модель  
PHI (U)

PHI (U) модель после  
локального  
обновления с  
использованием  
НОВЫХ  
СКВАЖИННЫХ  
данных

# Гауссово моделирование

## Моделирование пористости – Вторичные данные



- **Пористость** обычно моделируется до проницаемости:
  - Расчет пористости – более достоверный чем проницаемости
  - Пористость лучше коррелирует с сейсмическими атрибутами
- **Сейсмические атрибуты** могут быть использованы как вторичные данные
- **Модель фаций** может быть использована как входные данные:
  - Модель пористости может быть сглажена вдоль границ тел фаций для предотвращения резких контактов значений пористости

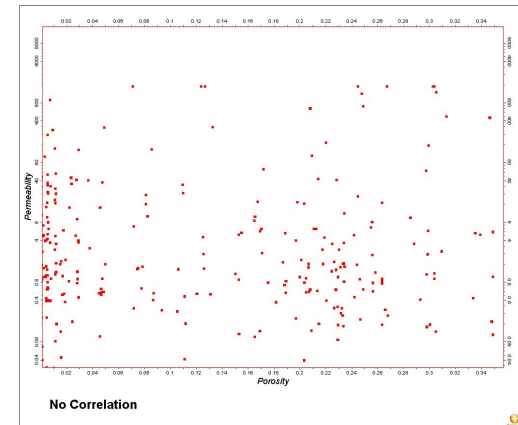
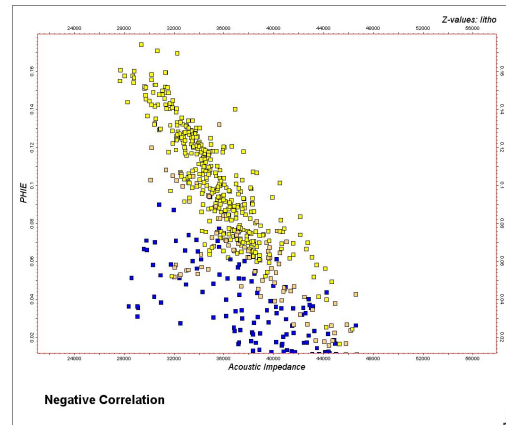
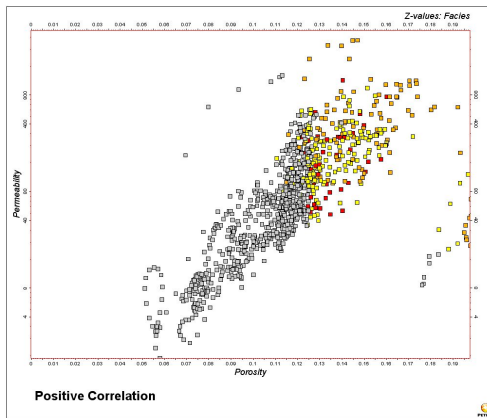


# Гауссово моделирование

## Корреляция с вторичным свойством



- Исследование зависимости **двух переменных** (моделируемое первичное свойство и вторичное)
- **Количество данных** показательно для определения зависимости между переменными.
- Если зависимость существует, возможно моделирование с использованием вторичной переменной
- **Хорошая корреляция** обеспечивает непротиворечивую модель



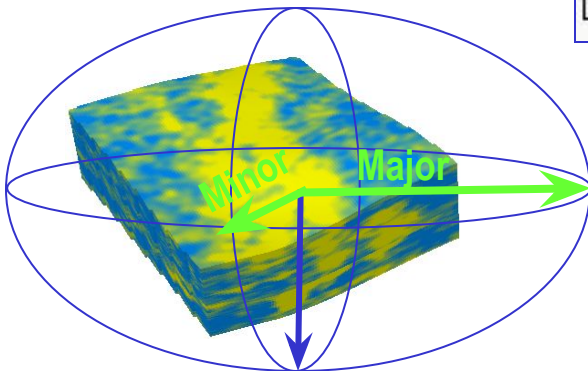
# Гауссово моделирование

## Горизонтальная вариограмма, построенная по коррелированному атрибуту

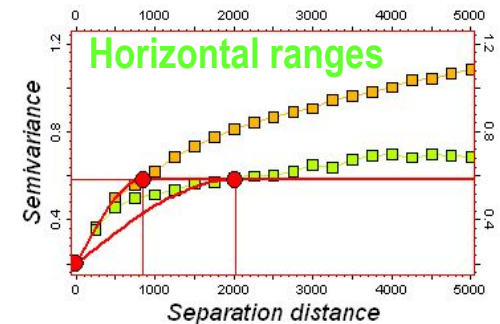
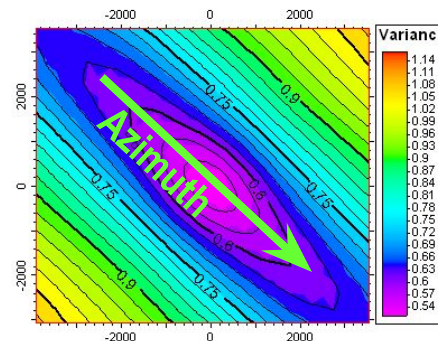


- Определить атрибут с малым шагом дискретизации
- Использовать карту вариограммы для изучения анизотропии
- Рассчитать экспериментальные вариограммы по осям главного и второстепенного направлений
- Обеспечить соответствие модели точечной вариограмме для коррелированного атрибута

### Вторичные данные



Major dir:	134	Type:	Spherical	Major range:	2100
Minor dir:	44	Sill:	1	Minor range:	950
Dip:	0	Nugget:	0.3	Vertical range:	24

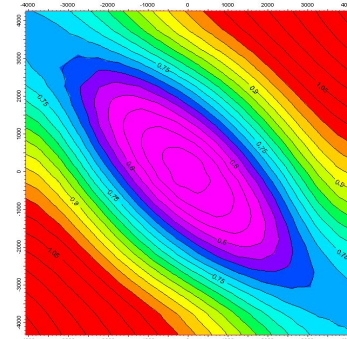
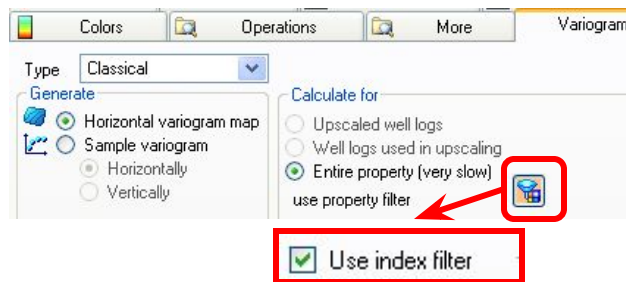
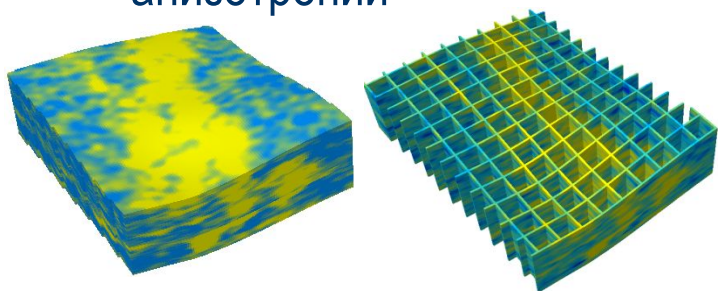


# Гауссово моделирование

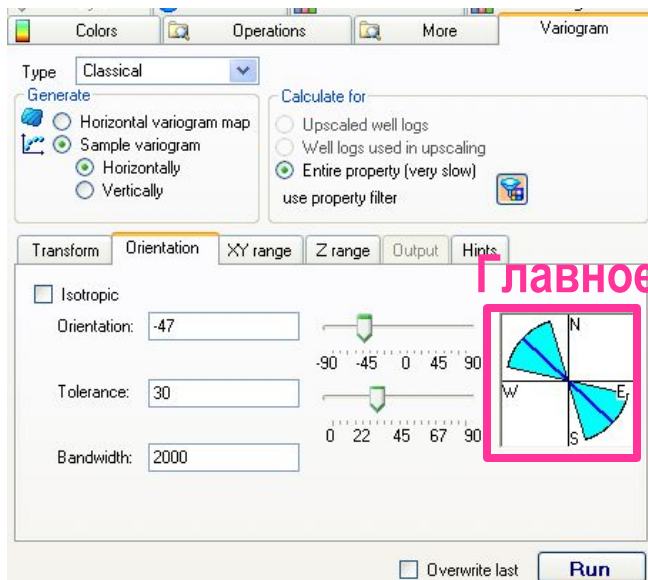
## Карты вариограмм и экспериментальные вариограммы в Petrel



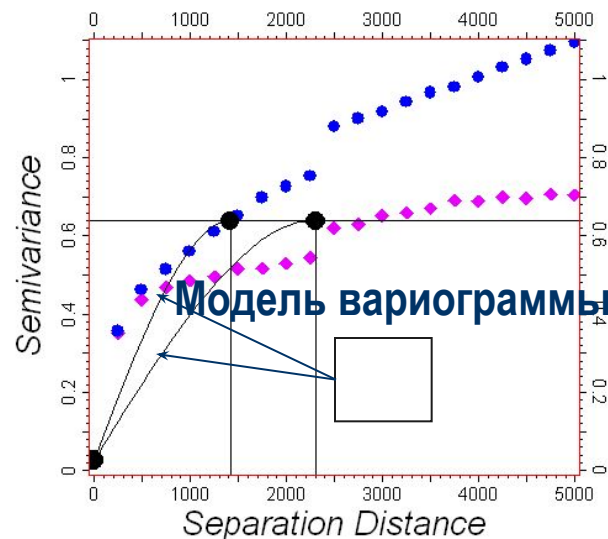
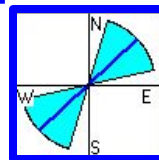
- Карта горизонтальной вариограммы – Определите направление анизотропии



- Экспериментальная вариограмма – Определите ранг в главном и второстепенном направлении



Второстепенное





# Упражнение