

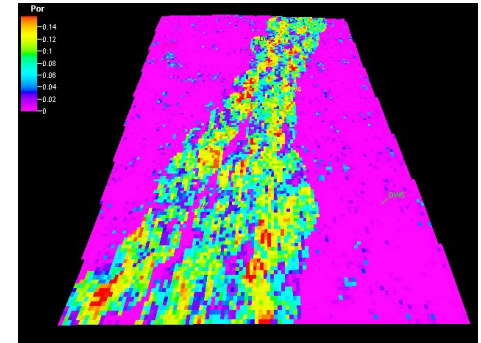
Гауссово моделирование

Алгоритмы в Petrel



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

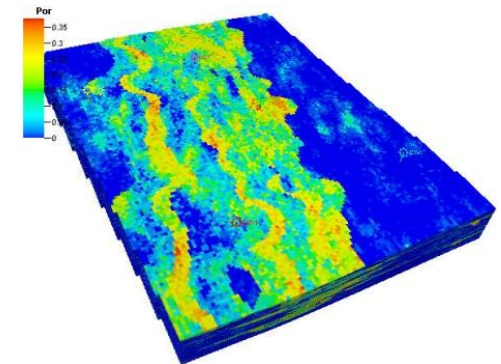
Широко используемый стохастический метод GSLIB, основанный на кригинге. Сохраняет распределение входных данных, следует вариограмме и трендам.



- **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



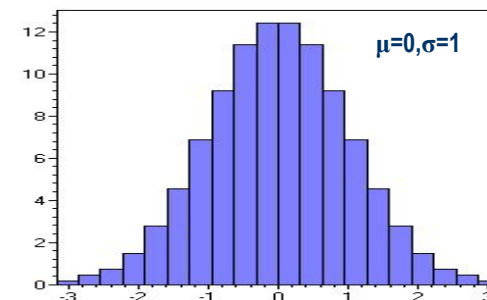
SGS и **GRFS**, требования:

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

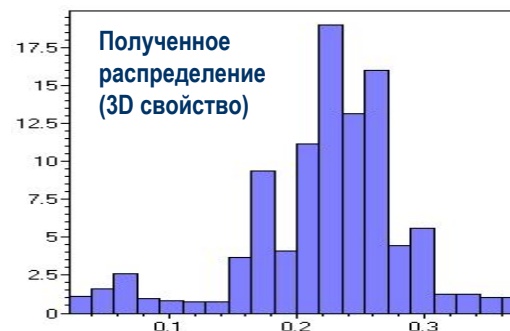
Результат моделирования автоматически преобразуется обратно. Соблюдаются пространственные тренды и распределение исходных данных.



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: **Φ 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

Major dir:	5000	5000	10
Range:	5000	5000	10
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 Co-kriging 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

Secondary property: GR [U] Status: Is upscaled

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

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)

Modeling settings Edit hints

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

Common Zone settings Seed 7539

These settings are for all zones:

General

Use filter

Ensure that all cells get a value

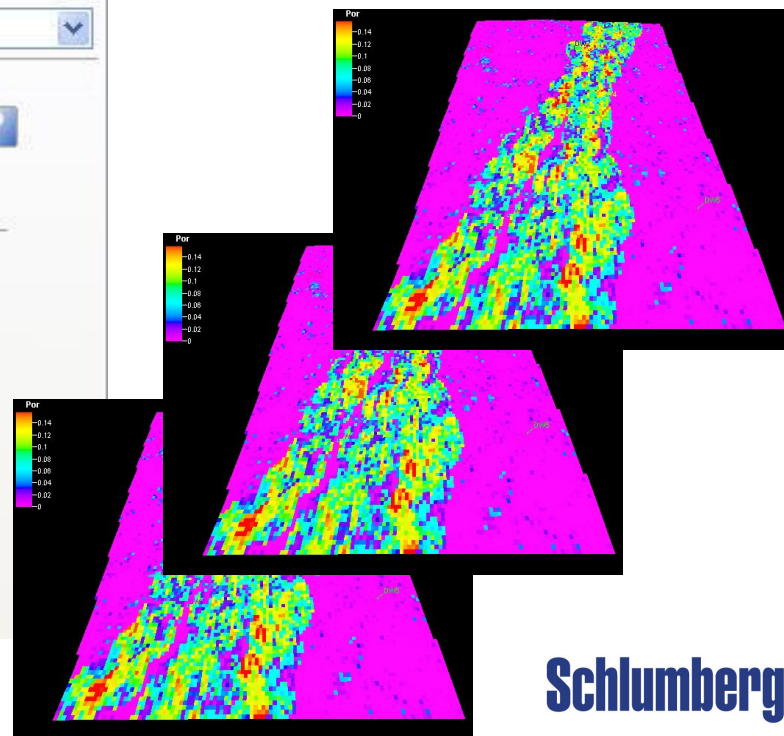
Realizations

Number of realizations: 30 Overwrite

If one or more zones in active property has 'Leave unchanged', the other realizations will:

Copy values from the active property

Leave it unchanged (new properties will get undefined values)



Гауссово моделирование

Проверка качества результата



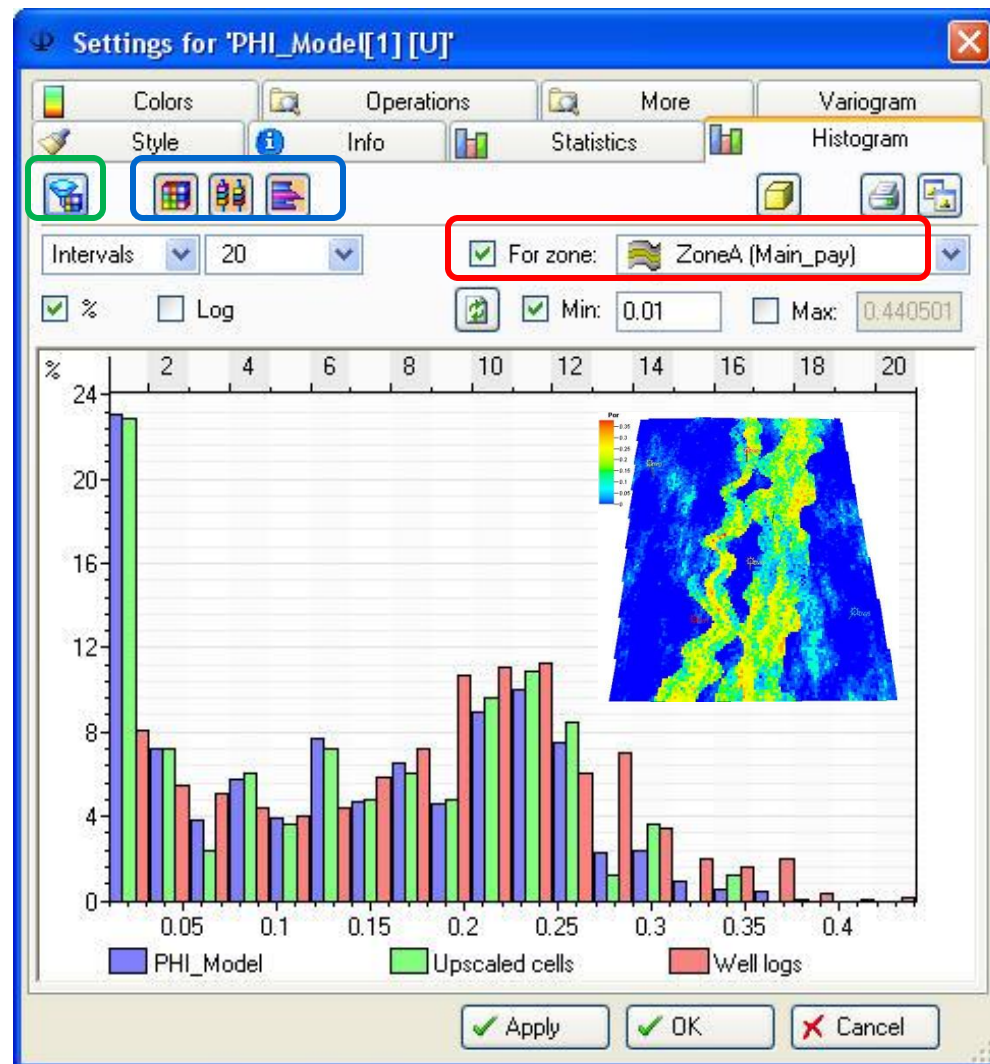
Проверка качества результата по гистограмме:

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



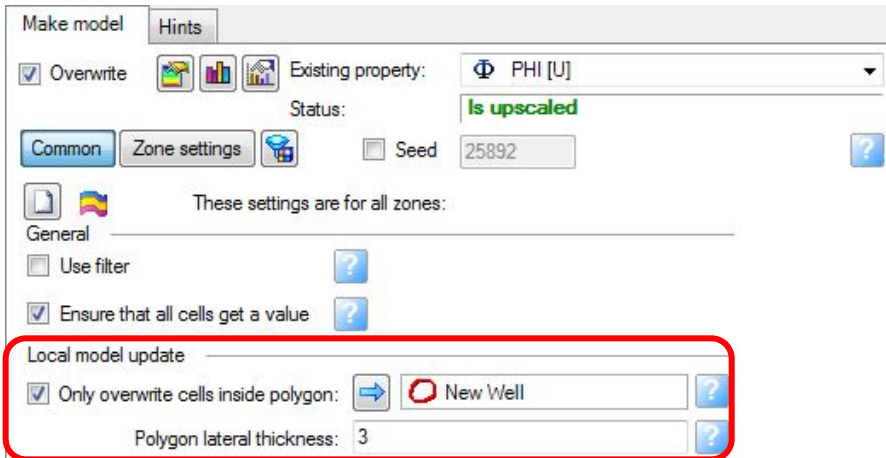
Гауссово Моделирование

Общие настройки – локальное обновление



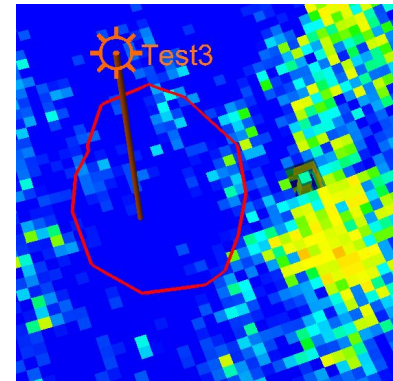
Локальное обновление:

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

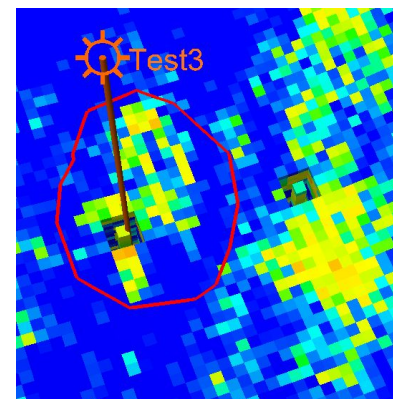


1. Задайте полигон, используя процесс **Utilities > Make/edit polygons.**

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



Исходная Модель
PHI (U)



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

Гауссово моделирование

Моделирование пористости – Вторичные данные



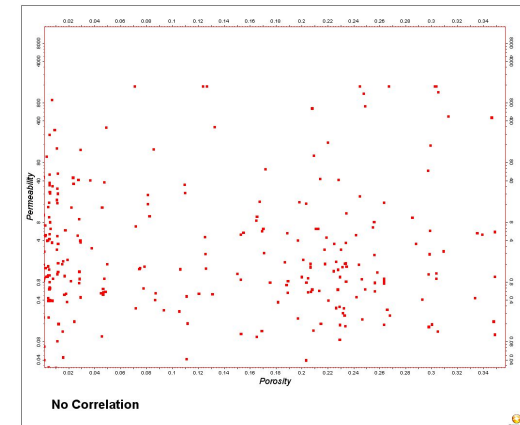
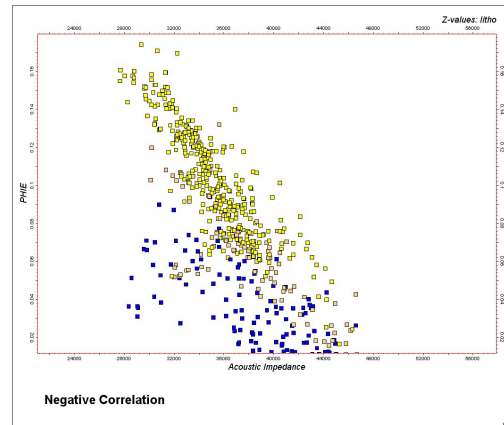
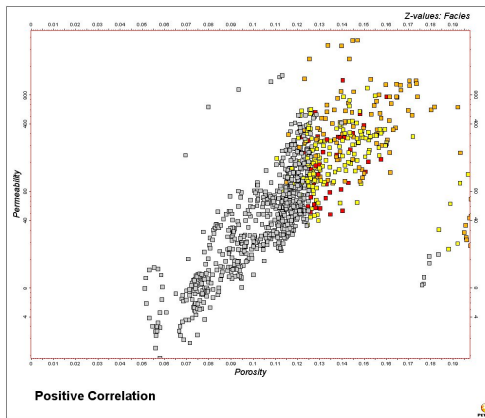
- **Пористость** обычно моделируется до проницаемости:
 - Расчет пористости – более достоверный чем проницаемости
 - Пористость лучше коррелирует с сейсмическими атрибутами
- **Сейсмические атрибуты** могут быть использованы как вторичные данные
- **Модель фаций** может быть использована как входные 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



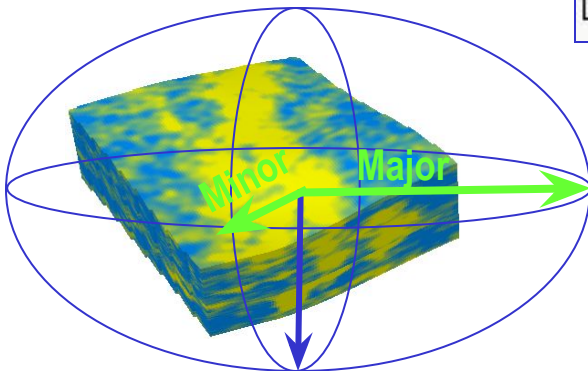
Гауссово моделирование

Горизонтальная вариограмма, построенная по коррелированному атрибуту

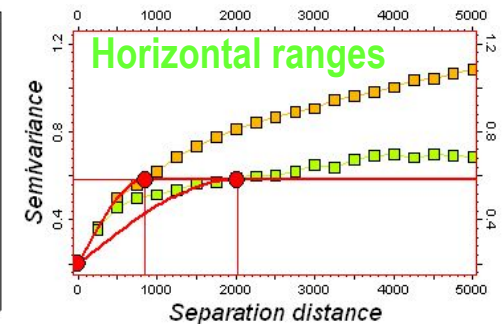
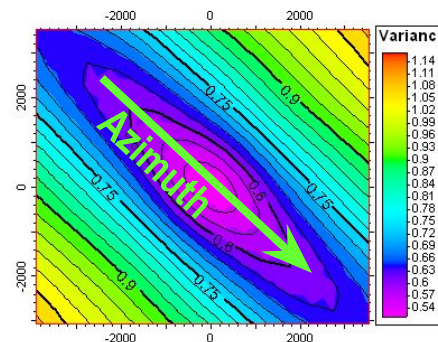


- Определить атрибут с малым шагом дискретизации
- Использовать карту вариограммы для изучения анизотропии
- Рассчитать экспериментальные вариограммы по осям главного и второстепенного направлений
- Обеспечить соответствие модели точечной вариограмме для коррелированного атрибута

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

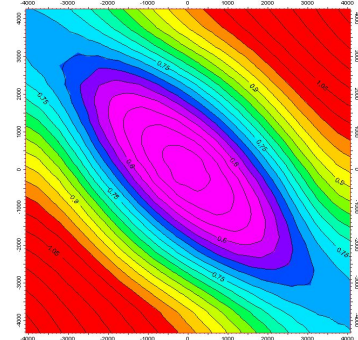
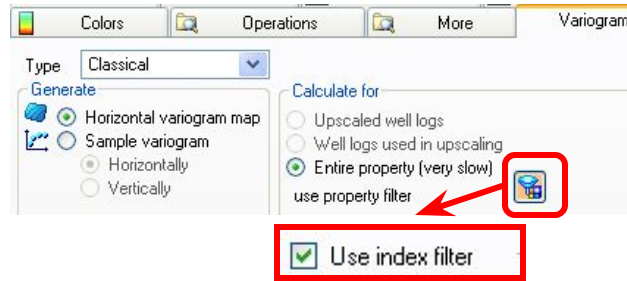
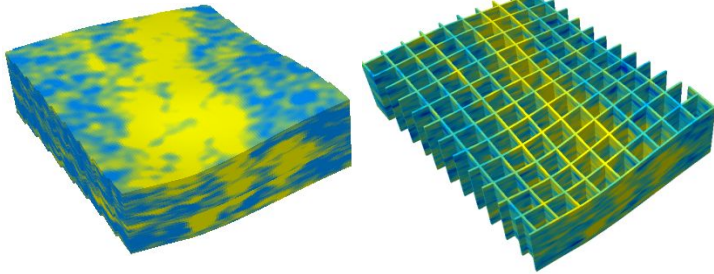


Гауссово моделирование

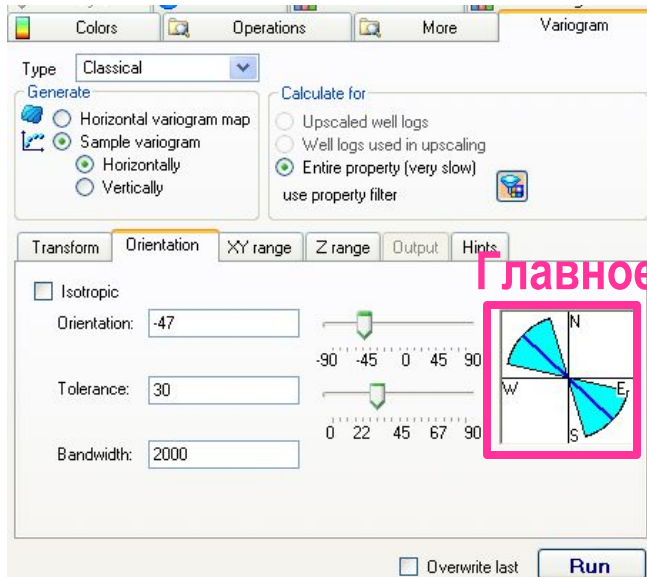
Карты вариограмм и экспериментальные вариограммы в Petrel



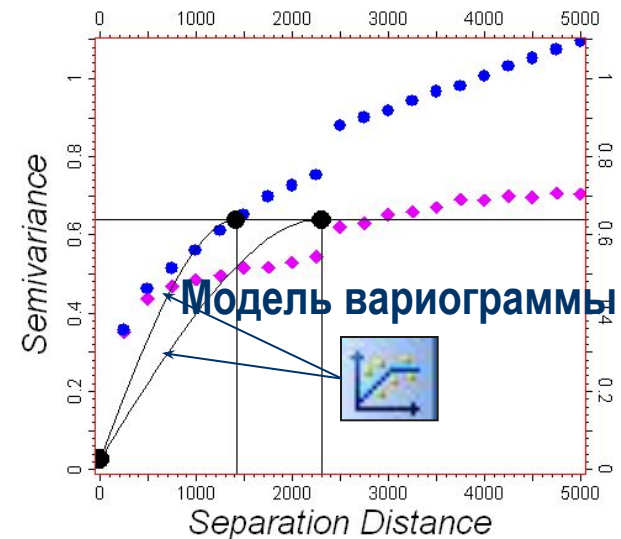
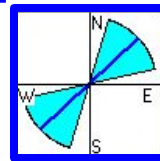
- Карта горизонтальной вариограммы – Определите направление анизотропии



- Экспериментальная вариограмма – Определите ранг в главном и второстепенном направлении



Второстепенное





Упражнение