

Усеченное гауссово моделирование

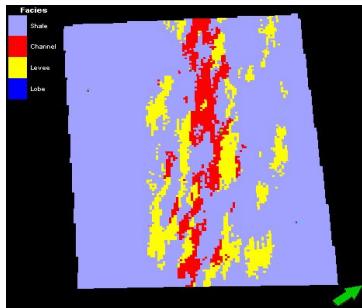
Методы моделирования дискретных свойств в Petrel



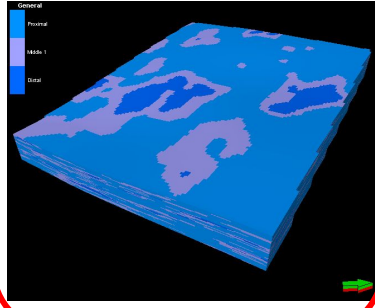
- **Стохастические методы**

Основанные на ячейках: описываются вариограммами, трендами и т. д.

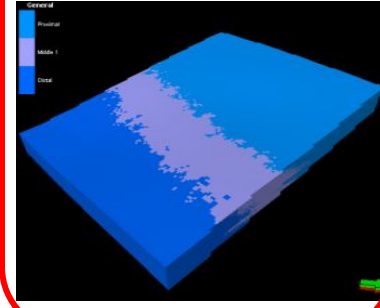
SIS



TGS

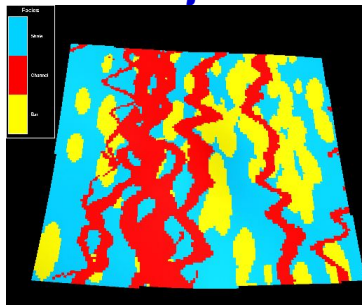


TGS with trends

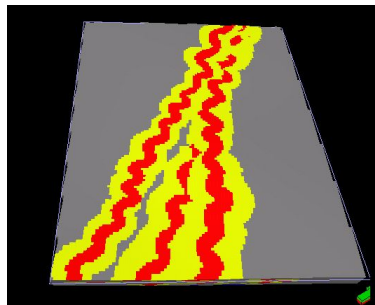


Основанные на объектах: задаются геометрическими объектами

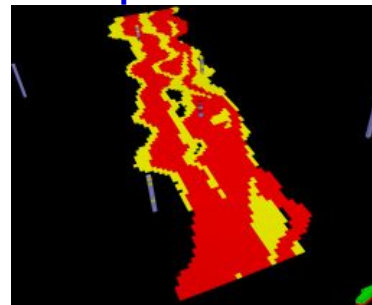
General object



Fluvial



Adaptive Channel



Усеченное гауссово моделирование

Алгоритм



Обзор метода:

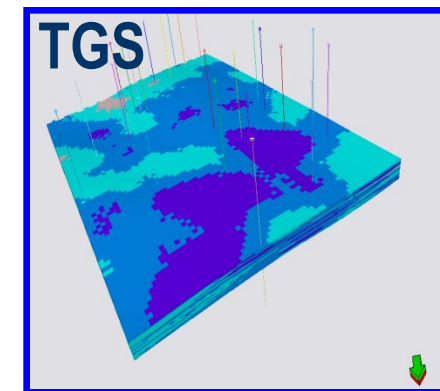
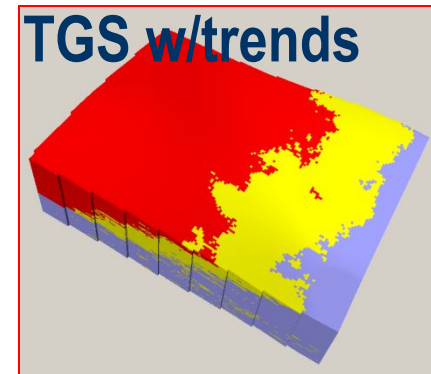
- Стохастический метод, создающий крупномасштабную фациальную модель на основе заданных порядка фаций.

История:

- 'Facies Transition Simulation' вплоть до **Petrel 2005**.
- Изменен в **Petrel 2007.1** и стал 'Truncated Gaussian with trends'.
- В **Petrel 2007.1** появился новый алгоритм 'Truncated Gaussian Simulation'.

Преимущества:

- Соблюдает фациальные переходы/порядок.
- Следует скважинным данным и соотношению фаций.
- Стохастический, множественные реализации.



Усеченное гауссово моделирование

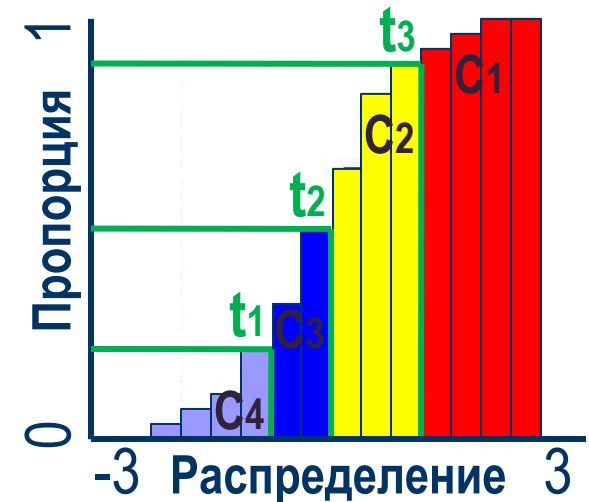
Теория



Усеченное гауссово моделирование рассчитывает нормированное непрерывное свойство методом Гаусса и затем с помощью отсечек разбивает на фации.

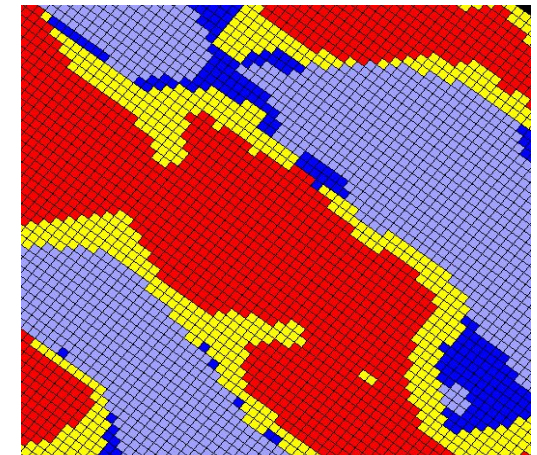
Процесс:

- Исходное **соотношение фаций** берется из скважинных данных.
- При построении непрерывного свойства используется одна вариограмма для всех фаций.
- После этого свойство последовательно урезается по отсечкам (**t1-3**).



Результат:

- Фации (от **красной** до **фиолетовой**) задаются последовательным разбиением на классы (C1-4). **Красная** может быть только после **желтой** и никакой другой.
- **Одинаковая анизотропия** для всех фаций.

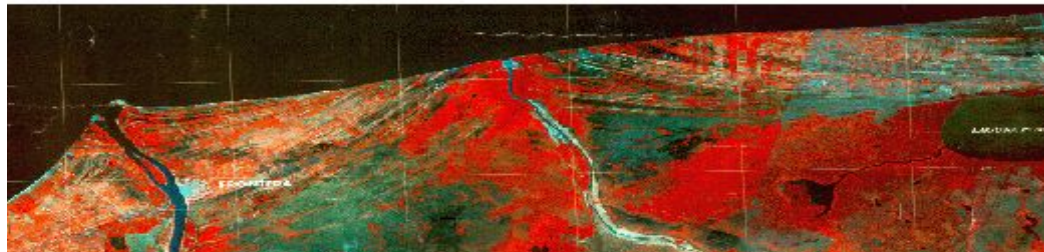




Усеченное гауссово моделирование

Когда используют TGS?

TGS обычно используют для стохастических безусловных сред. Примером может служить береговой склон.



Усеченное гауссово моделирование

Фации и соотношение



Нужно задать последовательность фаций и долю каждой фации:

- **Порядок фаций** важен для данного метода (измените порядок фаций, если он некорректен)

- Задайте **Global fraction** из перемасштабированных ячеек, скважинных данных, вручную или вероятностным трендом

Facies modeling with 'Property Mod...'

Modeling settings | Edit hints

Existing property: TGS_Model [U]
Status: Is upscaled

Common | Zone settings

Zones: ZoneA (Main_pay)

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

Method for zone/facies: Truncated Gaussian simulation

Facies

3: Channel [0 %]	0: Proximal [36.67 -> 36.67 %]
4: Levee [0 %]	1: Middle 1 [21.9 -> 21.9 %]
6: No name [0 %]	5: Middle 2 [8.57 -> 8.57 %]
7: No name [0 %]	2: Distal [32.86 -> 32.86 %]

Fraction

Trust fraction or trends

Global fraction:

Upscaled cells	32.86 %	# Cells: 69
Well data	3.56 %	# Samples: 112
Manual	32.86 %	

Property trend

Probability given by a property:

Probability given 1D and 2D trends:

Vertical

Horizontal

Усеченное гауссово моделирование

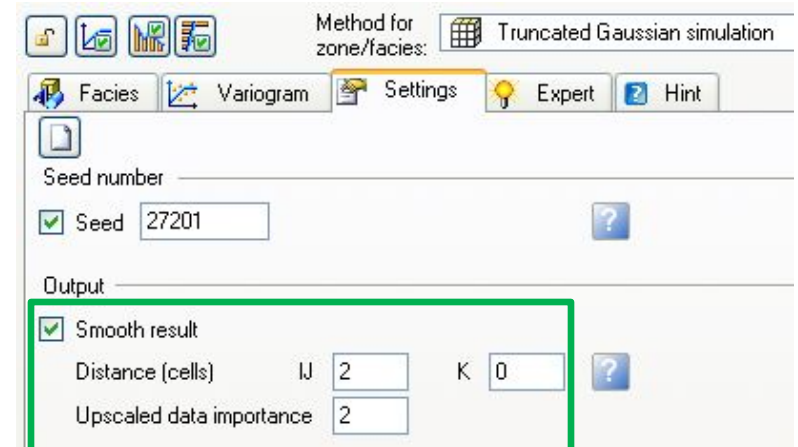
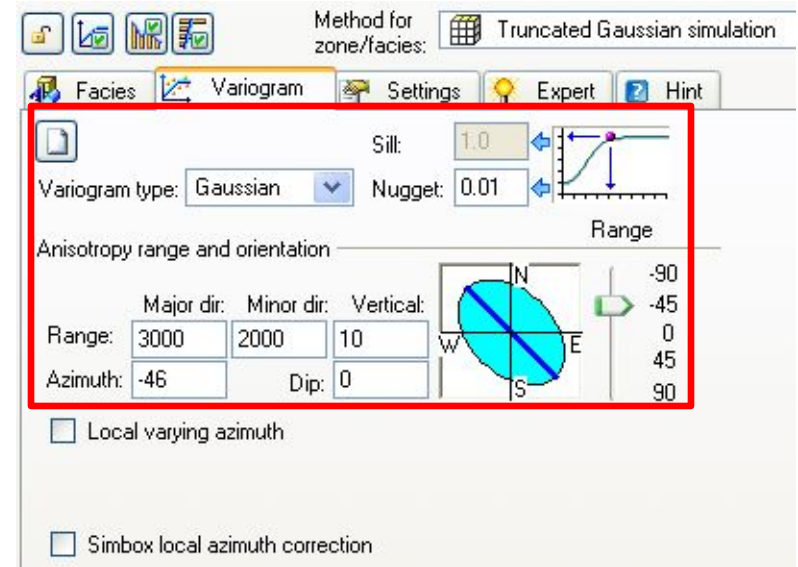


Вариограммы и сглаживание

Метод моделирует только одно случайное гауссово свойство:

- В закладке **Variogram** всем фациям соответствует одна вариограмма
- Для вариограммы рекомендуется тип **Gaussian**

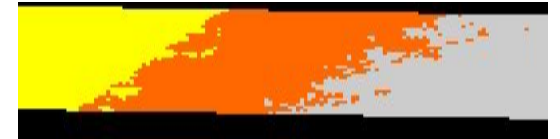
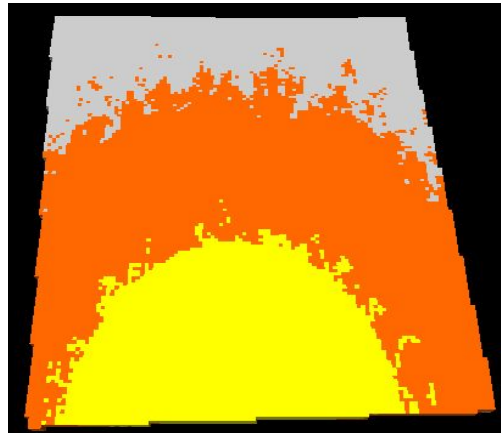
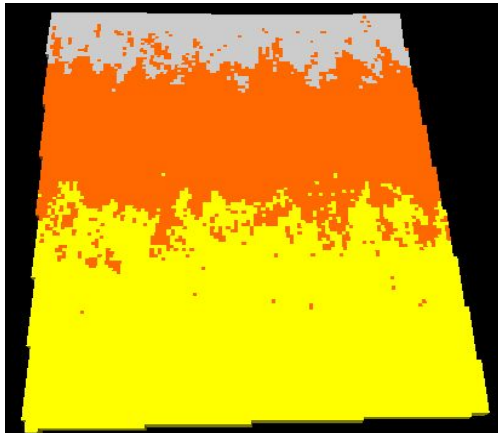
- В закладке **Settings** параметром **smooth result** можно задать силу сглаживания фациальных переходов (в количестве ячеек по направлениям I, J и K).



Усеченное гауссово моделирование с трендами

Алгоритм

- Основанный на ячейках алгоритм, используется для моделирования переходов между упорядоченными фациями
- Граница между фациями может задаваться прямой или кривой линией
- Границу между фациями можно менять интерактивно
- Эффект взаимопроникновения на границах фаций
- Задание настроек взаимопроникновения



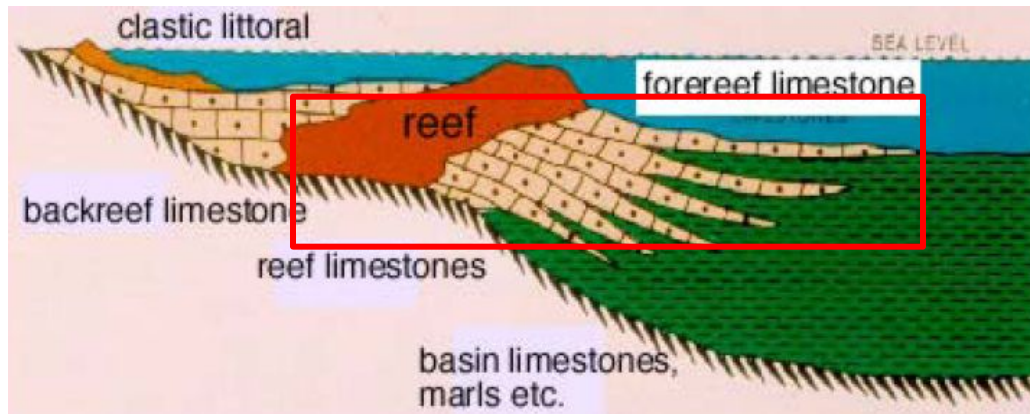
Усеченное гауссово моделирование с трендами

Когда использовать TGS w/trends ?

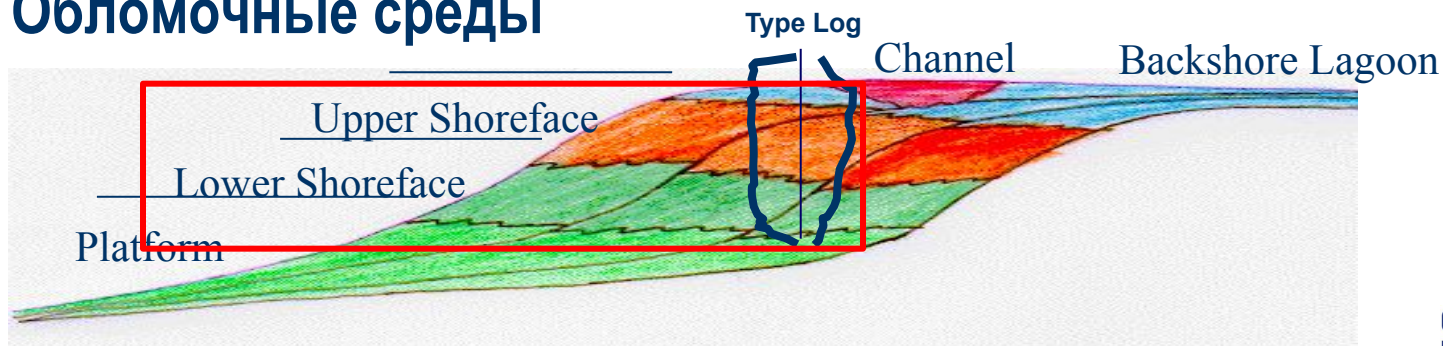


TGS w/trends обычно используется для фациального моделирования в **Карбонатных напластованиях** и **фронте дельты** с выраженными следами проградации/ретроградации

Карбонаты

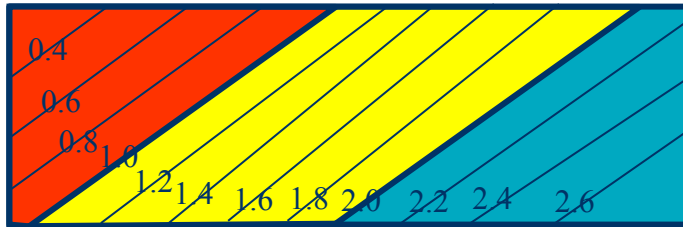


Обломочные среды



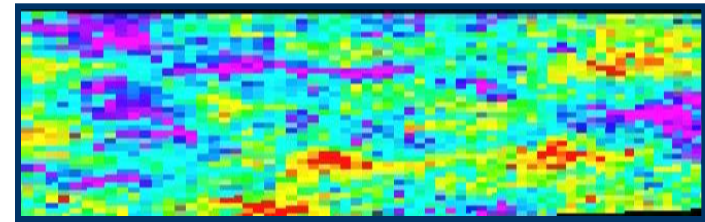
Усеченное гауссово моделирование с трендами

Теория

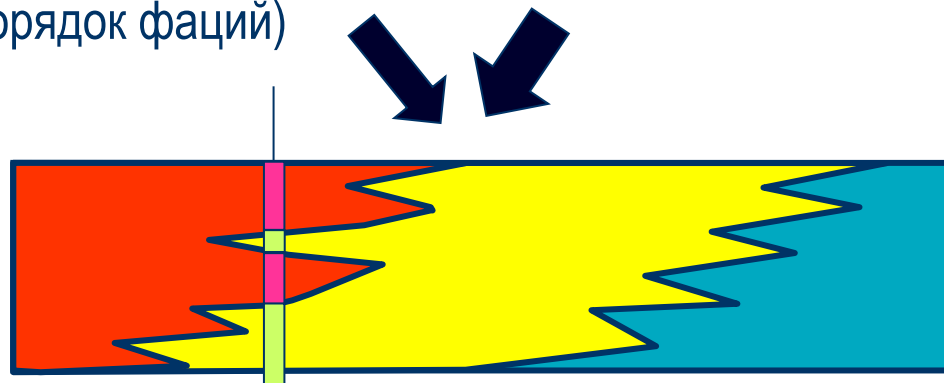


Детерминистический тренд основанный на скважинных данных и интерпретации (чтобы задать границы и порядок фаций)

+



Остаток – свойство основанное на вариограмме и скважинных данных (для эффекта взаимопроникновения)

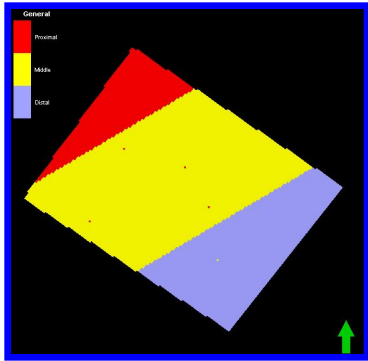


Объединяем эти два свойства и задаем отсечки – получаем финальную фаціальную модель

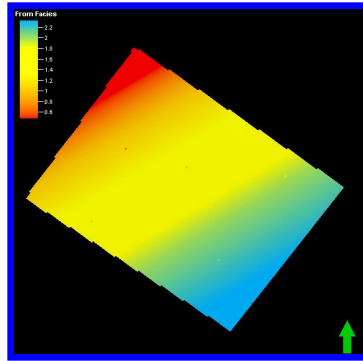
Усеченное гауссово моделирование с трендами

Процесс

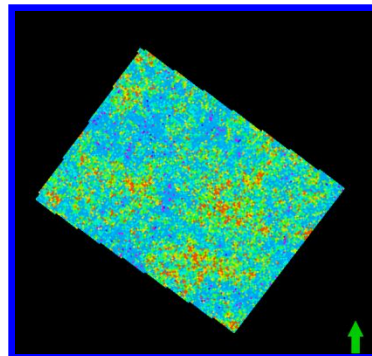
1. Зоны фациальных переходов



2. Тренд переходов – поверхность



4. Карта остаточных значений



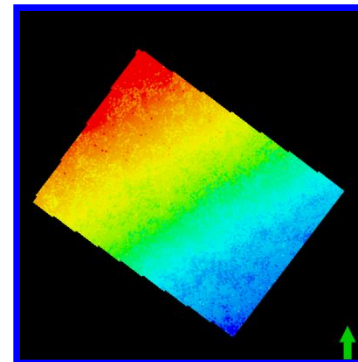
3. Для каждой скважины: значение для моделирования

Log = 2, Trend = 1.7 -> **Residual = -0.3 (остаток)**

Карта остаточных значений на скважинах



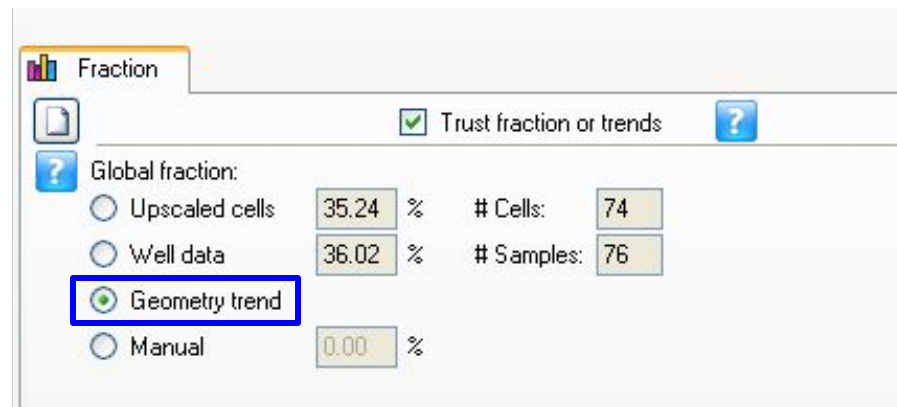
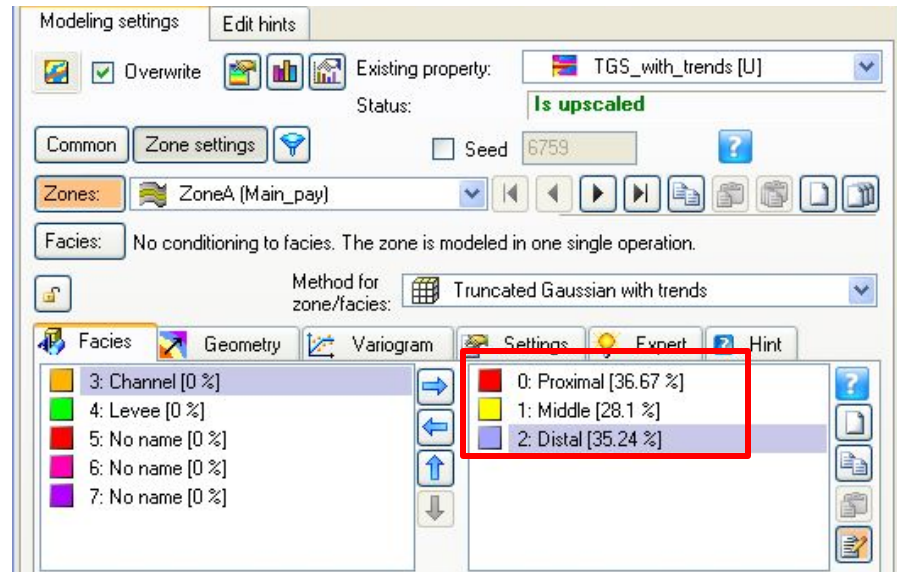
5. Тренд перехода + остаток



Усеченное гауссово моделирование с трендами

Фации

- **Фациальные переходы:**
 - Фации должны быть выбраны в **правильном порядке**
- **Соотношение фаций:**
 - Задать **Global fraction (долю)** для каждой фации
 - **Геометрический тренд** появится на закладке Geometry (следующий слайд)

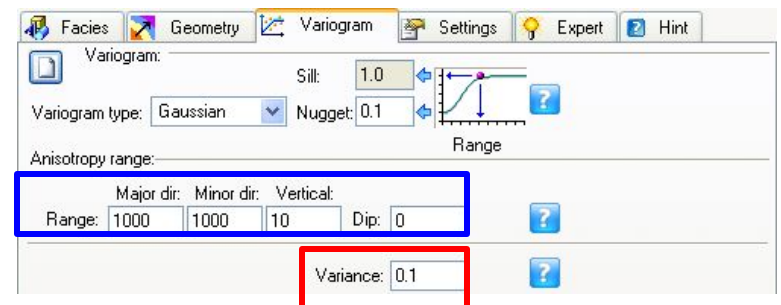
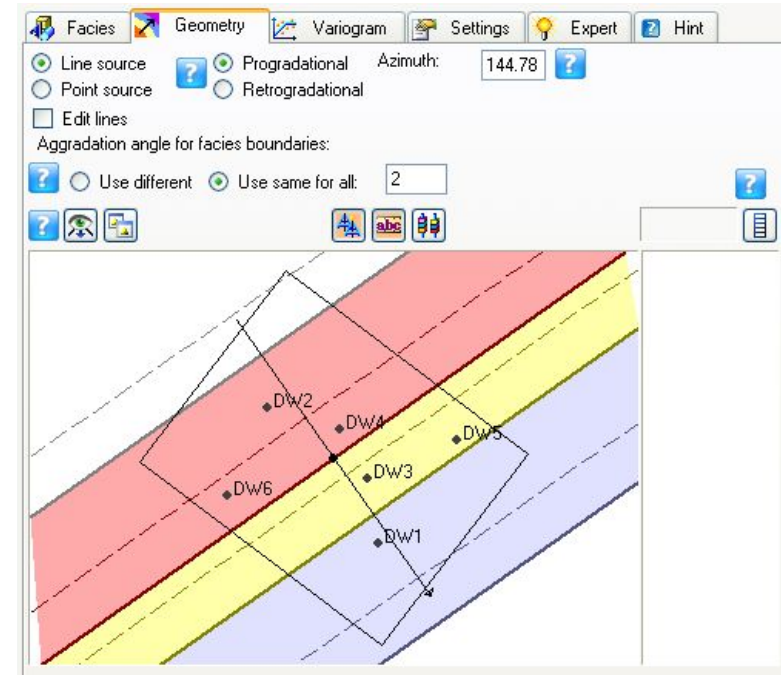


Усеченное гауссово моделирование с трендами

Геометрия (тренд) и вариограмма



- **Геометрия и тип накопления:**
 - Геометрия задает 3D трендом
 - **Линия перехода** доступна для редакции
- **Ранги вариограммы и дисперсия:**
 - Вариограмма определяет **пространственную связность**
 - Дисперсия определяет степень **взаимного проникновения** вдоль линии перехода

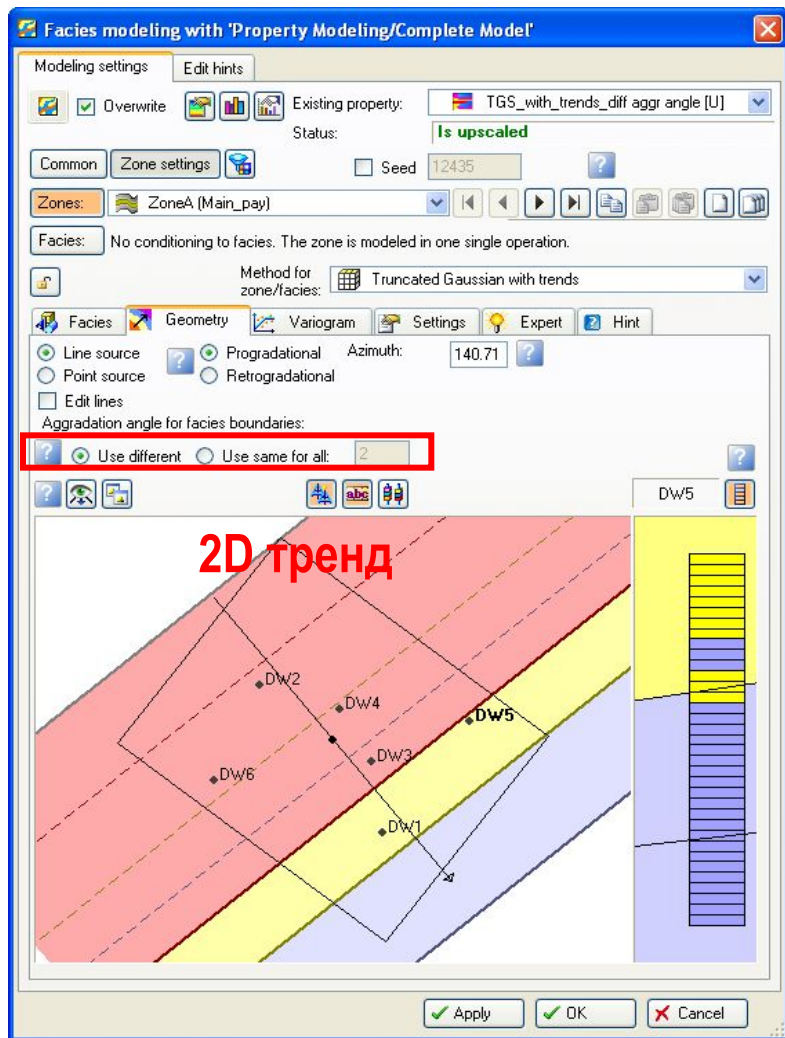


Усеченное гауссово моделирование с трендами

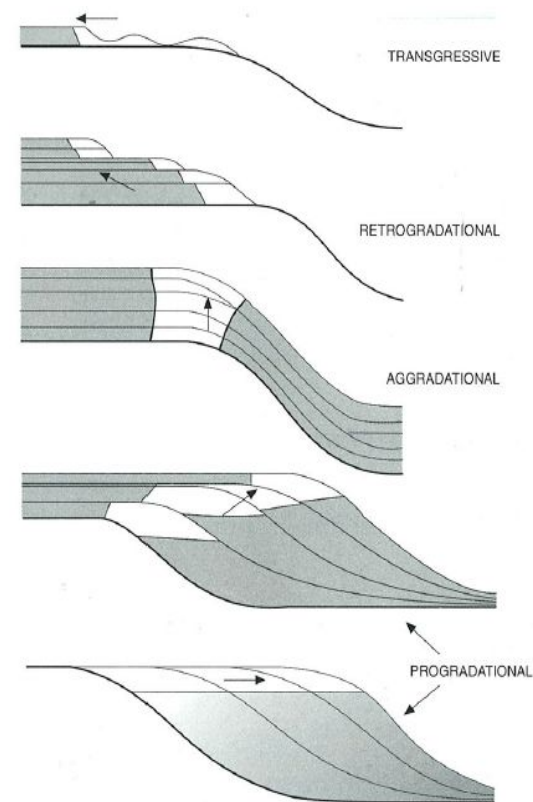


Закладка Geometry– угол аградации

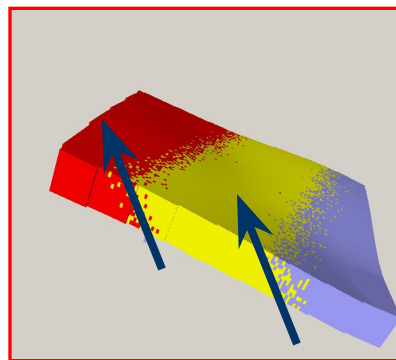
Угол аградации: угол между границей фаций и слоем грида



Depositional architecture: Galloway 1989



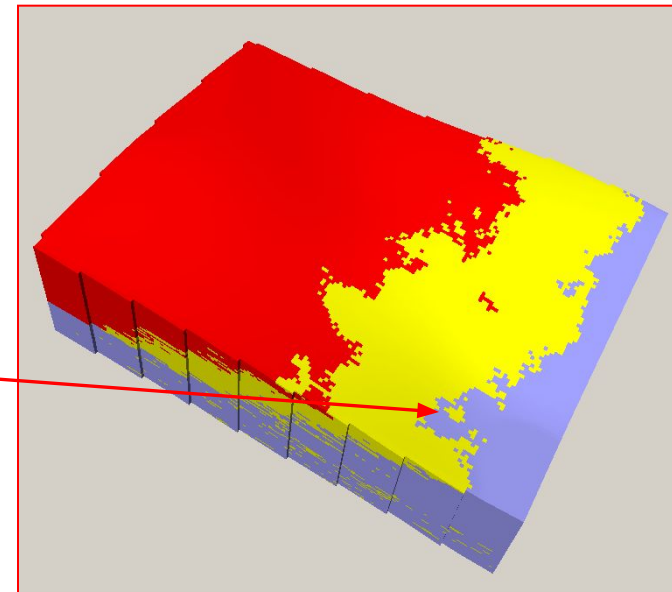
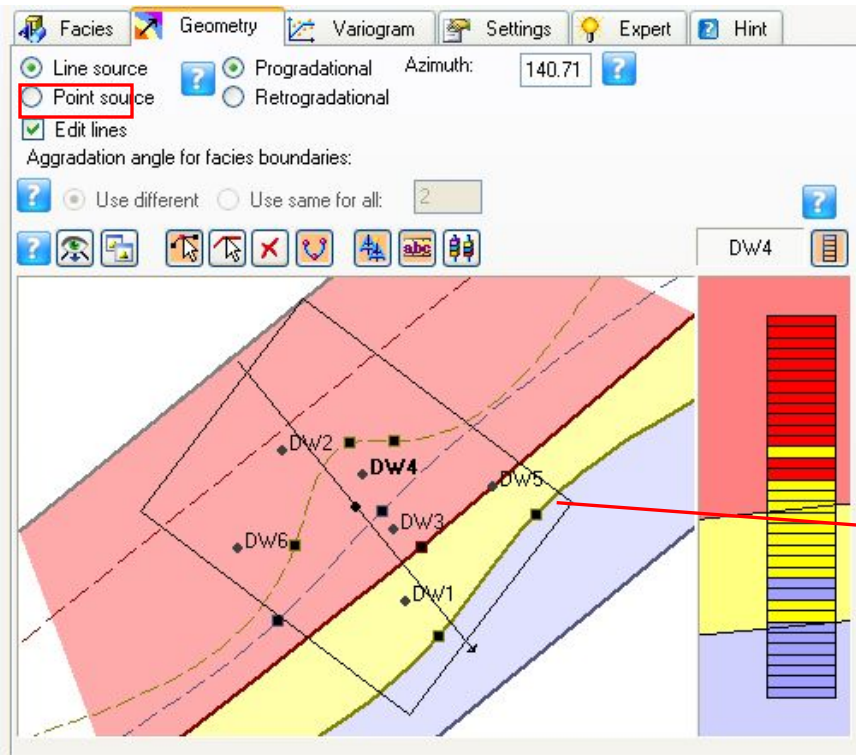
3D свойство



Усеченное гауссово моделирование с трендами

Закладка Geometry – Редактирование линий переходов

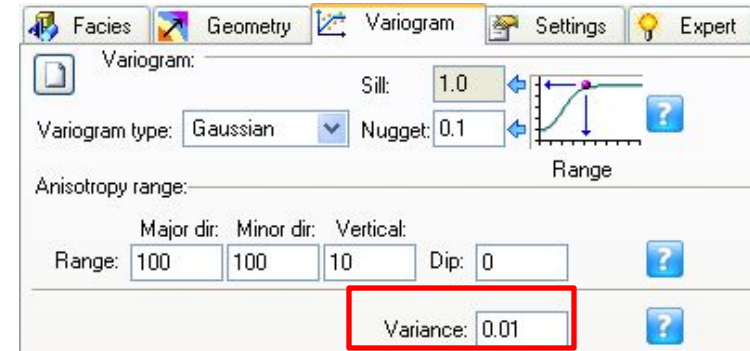
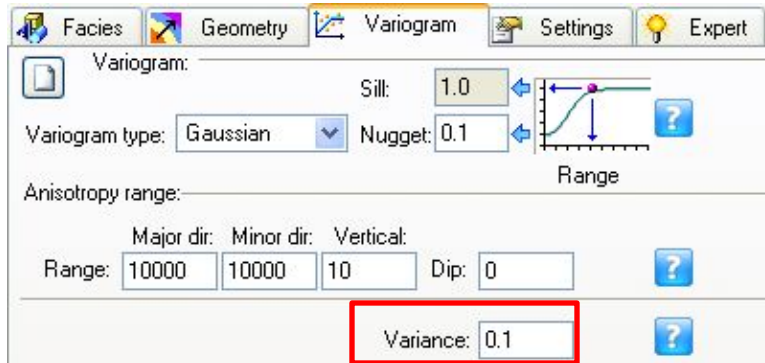
Редактирование линий: обычно используется вместе с взаимным проникновением (дисперсия)



Замечание: Не используйте большие значения дисперсии, чтобы избежать шума в фациальной картине.

Усеченное гауссово моделирование с трендами

Дисперсия и ранг вариограммы

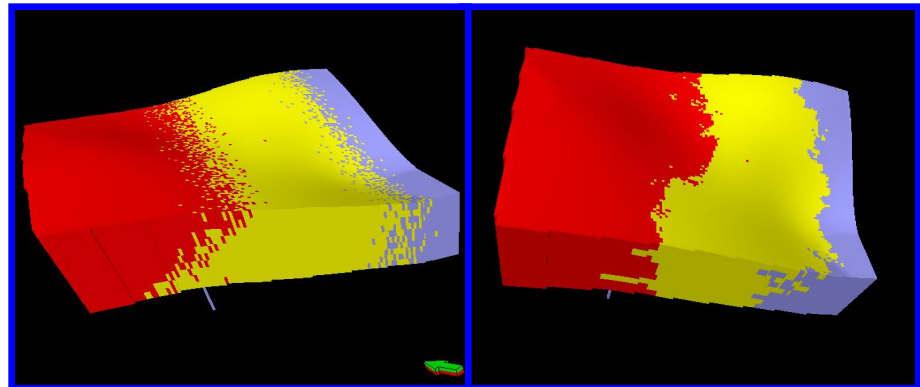
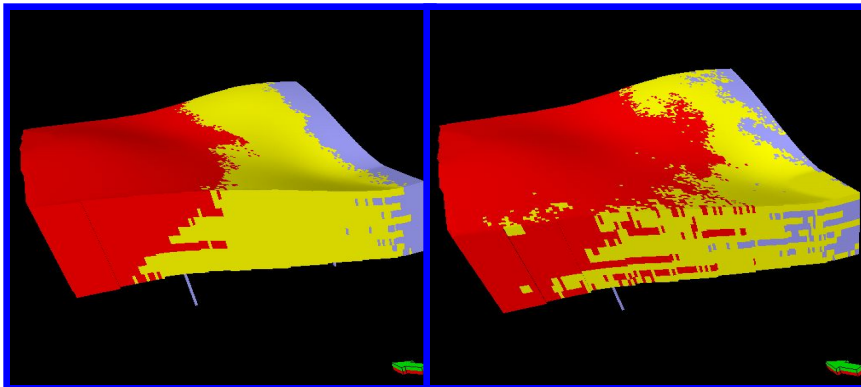


Маленький ранг

Большой ранг

Маленький ранг

Большой ранг



«СВЯЗНОЕ»
проникновение

горизонтальное
влияние остатков

«ВЫСОКОЧАСТОТНОЕ»

«НИЗКОЧАСТОТНОЕ»



Упражнение