

# Последовательное индикаторное моделирование (SIS)

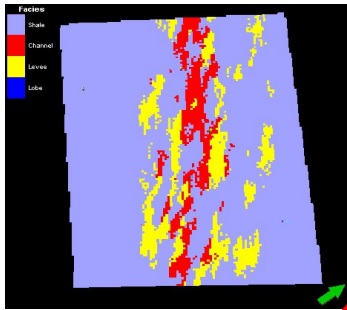


Методы моделирования дискретных свойств в Petrel

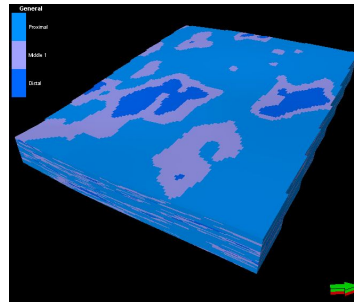
- Стохастические методы, изучаемые в этом курсе:

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

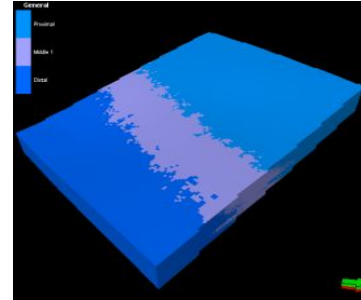
**SISIM**



**TGSIM**

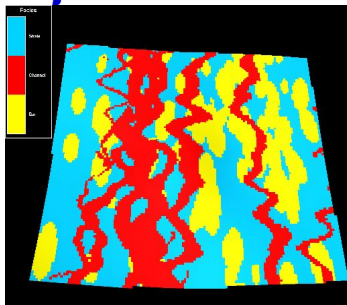


**TGSIM with trends**

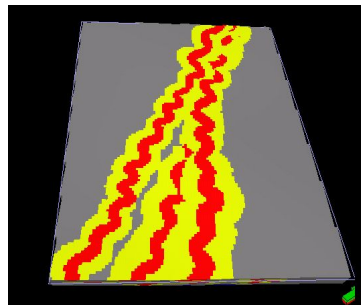


Основанные на объектах: задаются геометрическими объектами

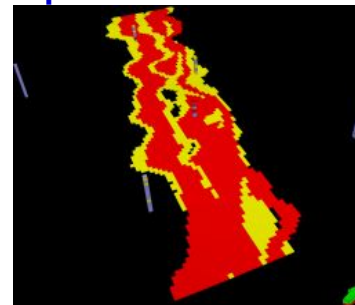
**Object**



**Fluvial**



**AdaptiveChannel**



# Sequential Indicator Simulation (SIS)

## Обзор



**SIS** – это стохастический (основанный на ячейках) алгоритм моделирования, использующей перемасштабированные ячейки как основу для соотношения моделируемых фаций. Вариограмма обеспечивает распределение и связность фаций. Метод применяется для моделирования фациальных тел, не имеющих четкой формы, или при небольшом количестве входных данных.

- **Входные данные:**

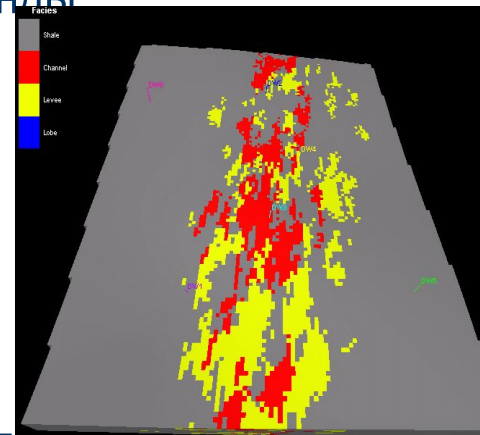
- Соотношение фаций, вероятности фаций и 1D, 2D, 3D тренды
- Разные вариограммы для разных фаций

- **Внутренние методы:**

- Простой кригинг (общее среднее – устойчивый)
- Обычный кригинг (локальное среднее – больше данных)

- **Результат:**

- Свойство, следующее входным данным (моделирование по ячейкам)
- Стохастика: множественные реализации могут быть использованы для анализа неопределенностей



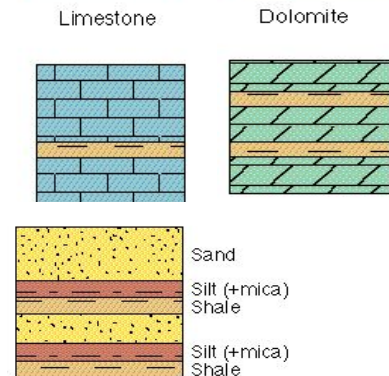
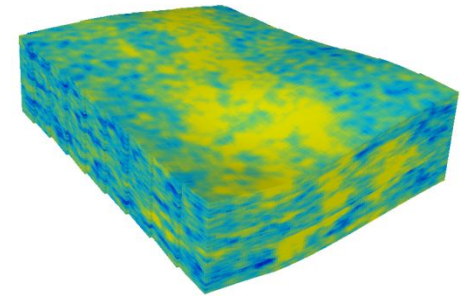
# Sequential Indicator Simulation (SIS)



## Когда использовать SIS?

**SIS** используется для различных сред, чаще всего при небольшом количестве входных данных (скважин). Принимается во внимание:

- **Сейсмика**
  - Если доступен куб с атрибутами, в SIS могут быть включены:
    - **3D вероятностные тренды** из сейсмики
    - **Вероятность атрибута** из сейсмики в процессе Data analysis
    - **Горизонтальные ранги вариограммы**, полученные из перемасштабированной сейсмики
- **Фациальная среда**
  - В **карбонатах** обычно нет конкретных тел или строгих взаимосвязей фаций
  - **Обломочные** среды без определенной формы/связности фациальных тел

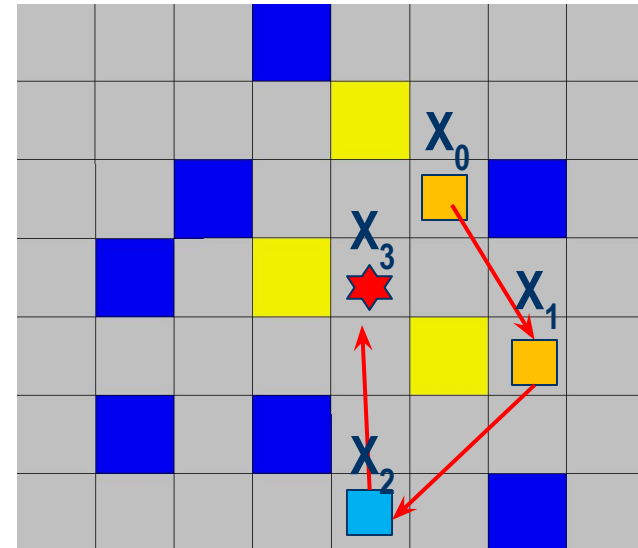
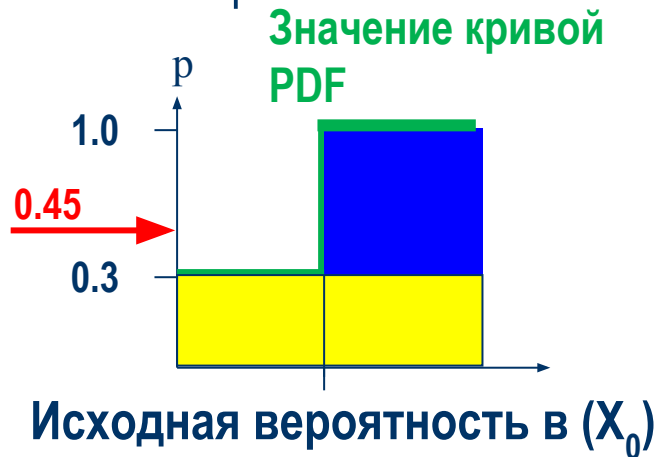


# Sequential Indicator Simulation (SIS)



## Теория

- Ячейка  $\star$  ( $X_3$ ) выбрана на случайном пути (определенном **Seed**).
- **PDF** (функция распределения) вычисляется, как в методе Indicator Kriging.
- **Перемасштабированные и смоделированные** ячейки используются для вычисления вероятности фации
- Смоделированное значение (**глина**) получается из кривой **PDF** с использованием метода Монте-Карло



Исходная вероятность вычисляется из перемасштабированных ячеек

$$P_{\text{sand}} = 0.3 \text{ и } P_{\text{shale}} = 0.7$$

$\star$  моделируемая ячейка  $X_3$

Перемасштабированная ячейка (глина)

Перемасштабированная ячейка (песок)

Смоделированная ячейка (глина)

Смоделированная ячейка (песок)

# Sequential Indicator Simulation (SIS)

## Настройки процесса



### 1. Выбор зоны и свойства

- A. Убедитесь, что выбрано перемасштабированное свойство (должно иметь суффикс (U)).
- B. Выберите метод SIS для одной зоны

### 2. Фации:

- A. Выберите фации из шаблона
- B. Вставьте с помощью голубой стрелки

### 3. Выриограмма:

- A. Задайте ранг, наггет и тип
- B. или используйте вариограмму из *Data Analysis*

### 4. Пропорция:

- A. **Global fraction** из перемасштабированных ячеек
- B. или вероятности (свойство/тренд)

# Sequential Indicator Simulation (SIS)

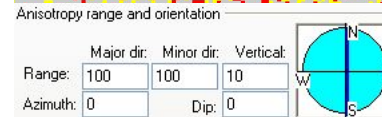


## Результат

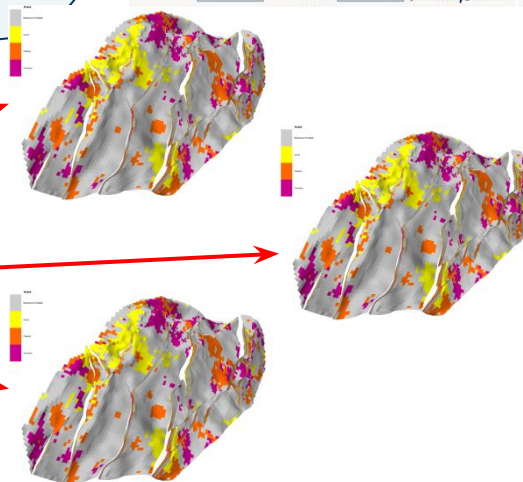
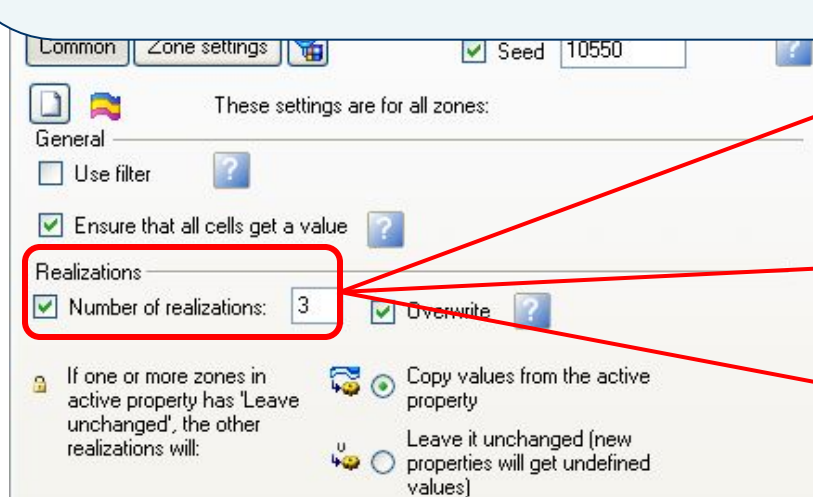
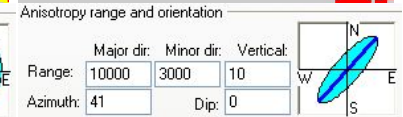
**SIS – стохастический метод, основанный на кригинге**

- Распределение фаций будет сохранено.
- Перемасштабированные ячейки будут учтены.
- Фации будут описаны “нечетким образом”.
- Нет фациальной зависимости.
- Количество связанных фаций зависит, главным образом, от входной вариограммы и трендов.
- Множественные реализации могут быть использованы в анализе неопределенностей.

**Маленький ранг без определенного направления**



**Большой ранг направленная вариограмма**



# Sequential Indicator Simulation (SIS)

Управление общим фаціальным распределением



Modeling settings Edit hints

Existing property: Facies\_no\_trend [U]

Status: Is upscaled

Common Zone settings

Seed 10550

Zones: ZoneA (Main\_pay)

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

Method for zone/facies: Sequential indicator simulation

Facies Settings Expert Hint

- 3: Lobe [0 %]
- 4: No name [0 %]
- 5: No name [0 %]
- 6: No name [0 %]
- 7: No name [0 %]
- 0: Shale [70.48 -> 70.48 %]
- 1: Channel [13.33 -> 13.33 %]
- 2: Levee [16.19 -> 16.19 %]

Same variogram for all facies

Variogram Fraction

Trust fraction or trends

Global fraction:

<input type="radio"/> Upscaled cells	13.33 %	# Cells:	28
<input type="radio"/> Well data	16.58 %	# Samples:	715
<input checked="" type="radio"/> Manual	13.33 %		

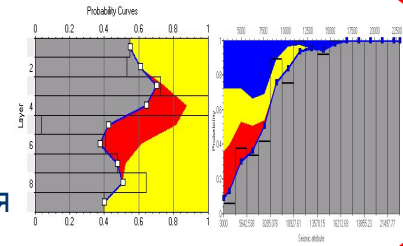
Probability given by a property:

Probability given 1D and 2D trends:

<input checked="" type="checkbox"/> Vertical	ChannelV
<input checked="" type="checkbox"/> Horizontal	Fra Channel_ind_trend

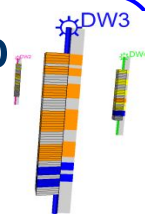
## Из Data Analysis:

- кривые вероятности атрибута
- кривые вертикального соотношения



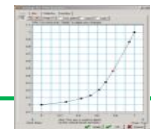
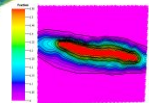
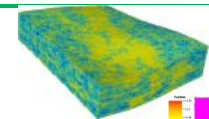
## Из скважинных данных или вручную

- на основе перемасштабированных ячеек
- исходного каротажа или вручную



## Задать распределение:

- Вероятностный куб (3D trend)
- Вероятностная поверхность (2D trend)
- Вертикальная вероятностная функция (1D trend)



# Sequential Indicator Simulation (SIS)



## Создание вертикальных трендов и карт трендов

### 1D Тренд

**Задание функции**

Create new function

This will make an initial linear function. You can edit the function interactively.

Settings

Name: Channel function

Xmin: 0 Xmax: 1

Ymin: 0 Ymax: 1

Number of points: 10

**Вероятность (0-1)**

**Вероятность песка**

Settings for 'Channel Function'

Style Info Statistics Function

Swap XY Use spline Log X Log Y

Zmin: Base Zmax: Top

### 2D Тренд

**Входные полигоны**

**Задание z значений**

123 Z = 0

**Ограничение**

Clipping Grid values outside the range will be:

Max Z-value: Unchanged 10 in % of input data

Min Z-value: Truncated 0 in % of input data

**Полученная карта**

Глубина зоны, в которой задается функция





# Упражнение