

Последовательное индикаторное моделирование (SIS)

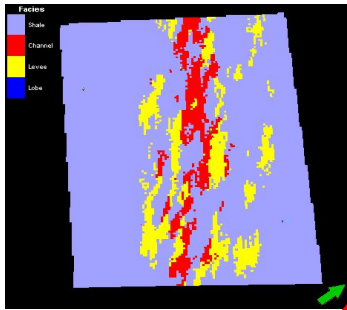


Методы моделирования дискретных свойств в Petrel

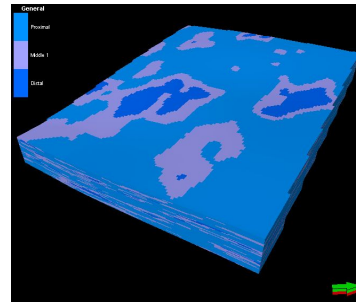
- Стохастические методы, изучаемые в этом курсе:

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

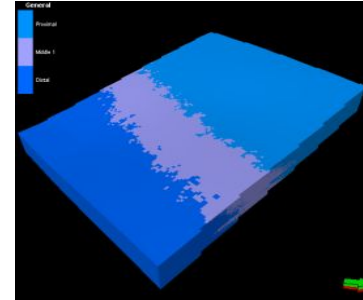
SISIM



TGSIM

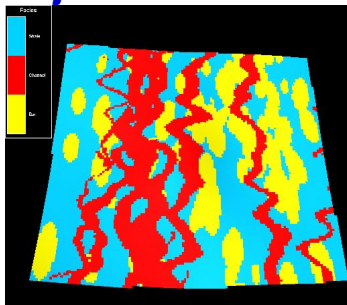


TGSIM with trends

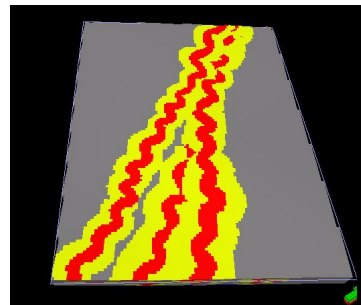


Основанные на объектах: задаются геометрическими объектами

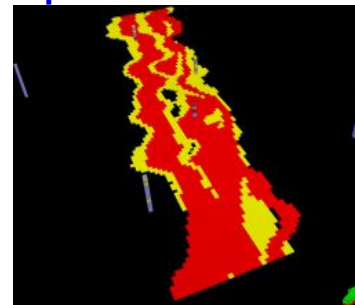
Object



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:**

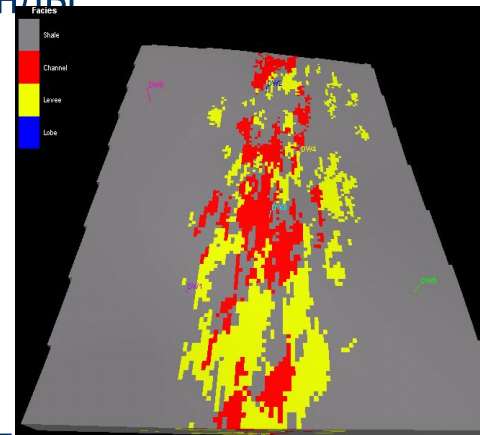
- Соотношение фаций, вероятности фаций и 1D, 2D, 3D тренды
- Разные вариограммы для разных фаций

- **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



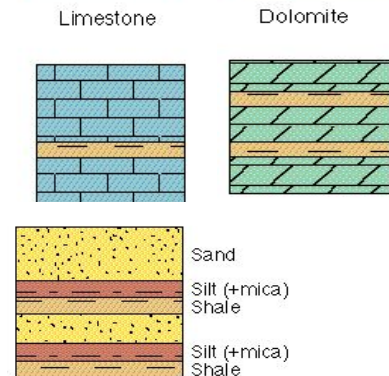
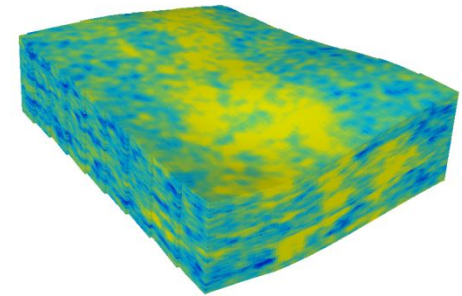
Sequential Indicator Simulation (SIS)



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

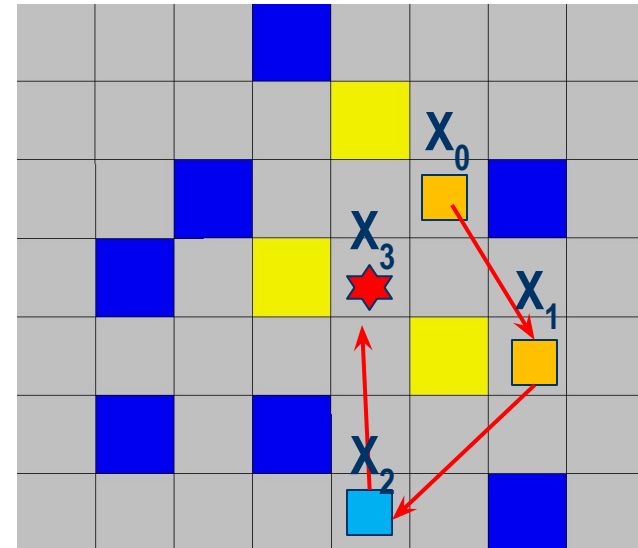
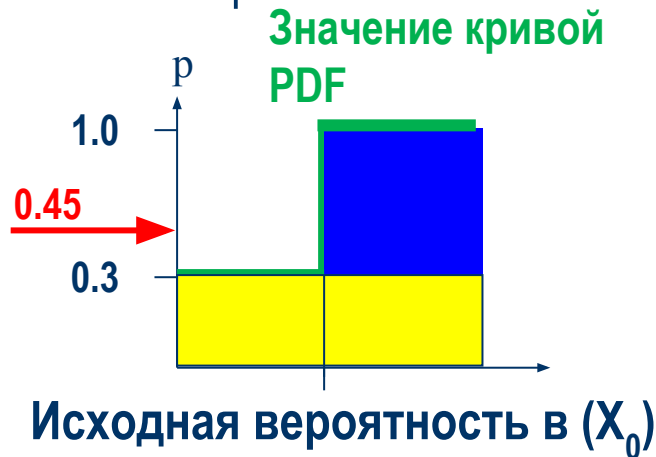


Sequential Indicator Simulation (SIS)



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

Facies modeling with 'Property Mod...'

Modeling settings | Edit hints

Existing property: **Facies_Variogram** | Status: **Is upscaled**

Common | **Zone settings** | Seed: 3769

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

Variogram | Fraction

Variogram type: Exponentia | Sill: 1.0 | Nugget: 0.1

Global fraction: Upscaled cells 13.33 % (# Cells: 28), Well data 16.58 % (# Samples: 715), Manual 13.33 %

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)

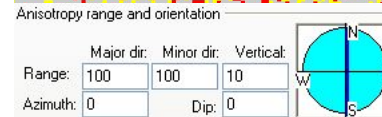


Результат

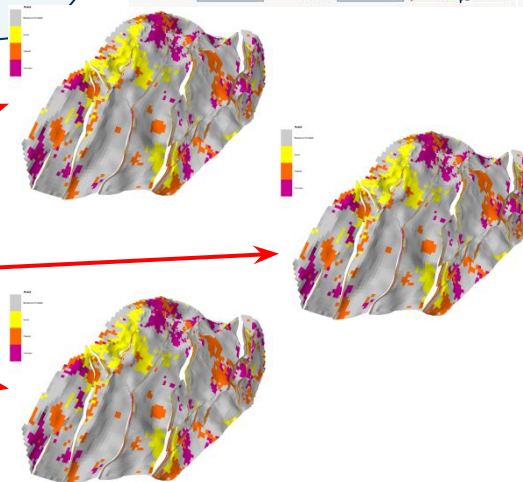
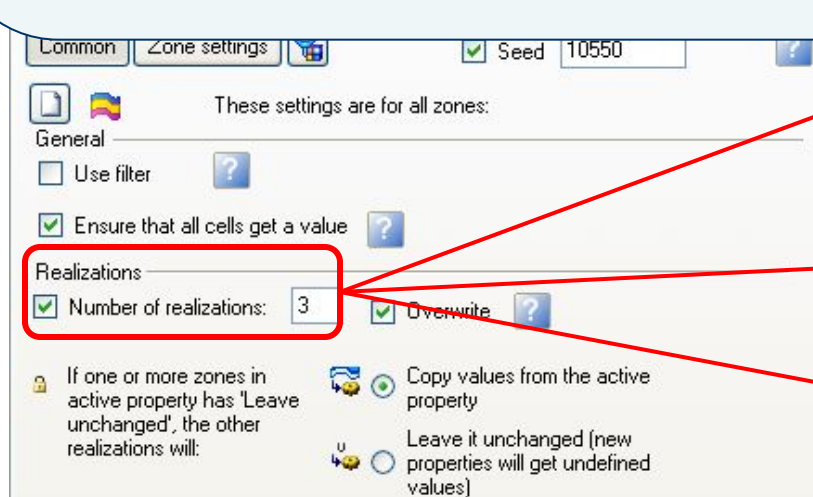
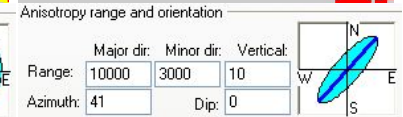
SIS – стохастический метод, основанный на кригинге

- 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

Overwrite 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 %		

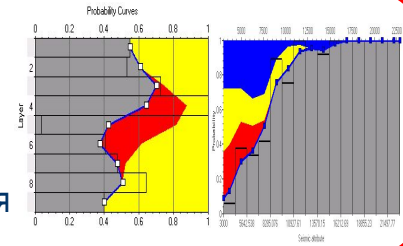
Probability given by a property:

Probability given 1D and 2D trends:

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

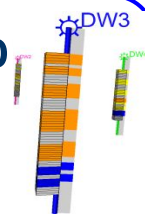
Из Data Analysis:

- кривые вероятности атрибута
- кривые вертикального соотношения



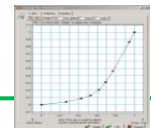
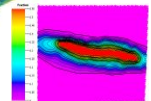
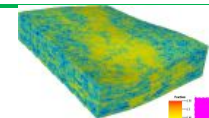
Из скважинных данных или вручную

- 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

0.55
0.5
0.45
0.4
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0

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

0.55
0.5
0.45
0.4
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0

Глубина зоны, в которой задается функция



Упражнение