

Последовательное индикаторное моделирование (SIS)

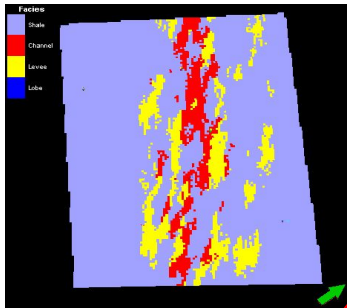


Методы моделирования дискретных свойств в Petrel

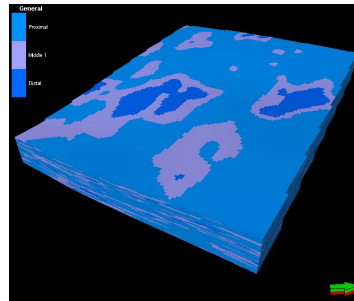
- Стохастические методы, изучаемые в этом курсе:

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

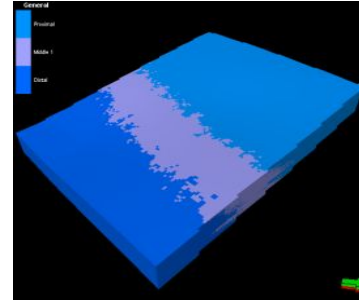
SISIM



TGSIM

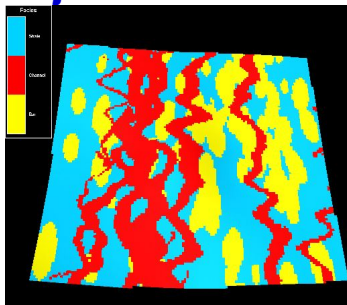


TGSIM with trends

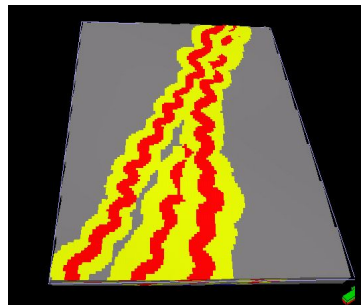


Основанные на объектах: задаются геометрическими объектами

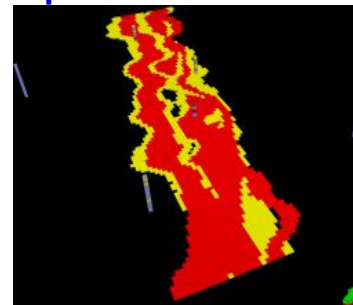
Object



Fluvial



AdaptiveChannel



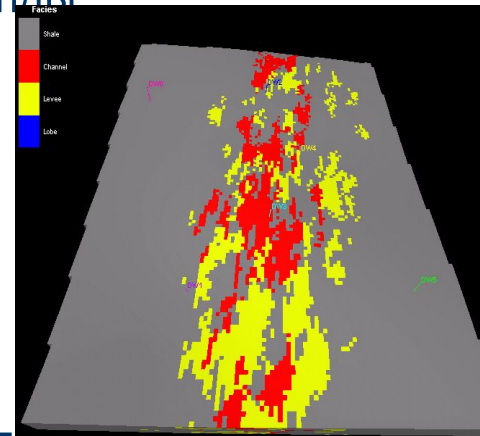
Sequential Indicator Simulation (SIS)

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



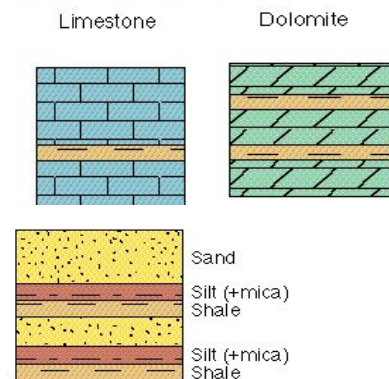
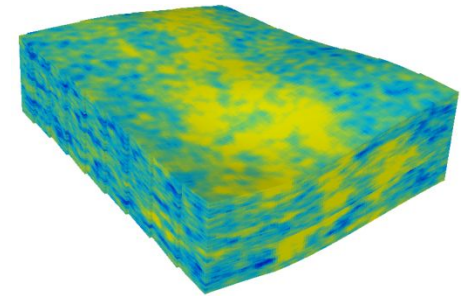
Sequential Indicator Simulation (SIS)

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

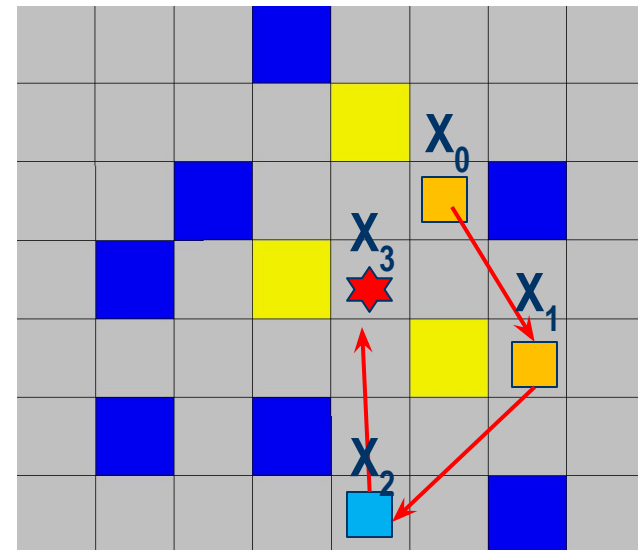
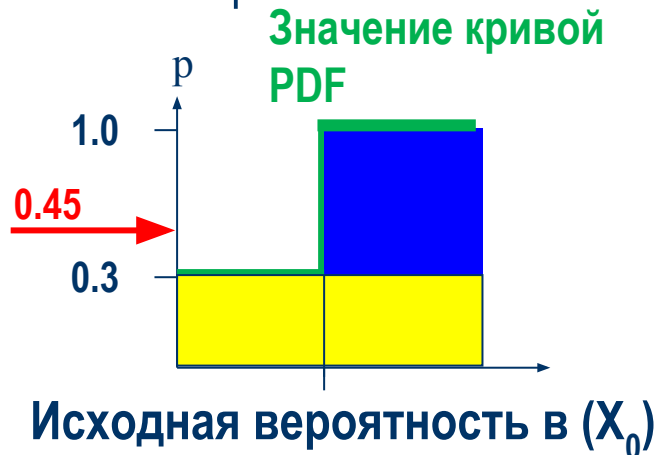


Sequential Indicator Simulation (SIS)



Теория

- Ячейка ★ (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

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

★ моделируемая чейка 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:

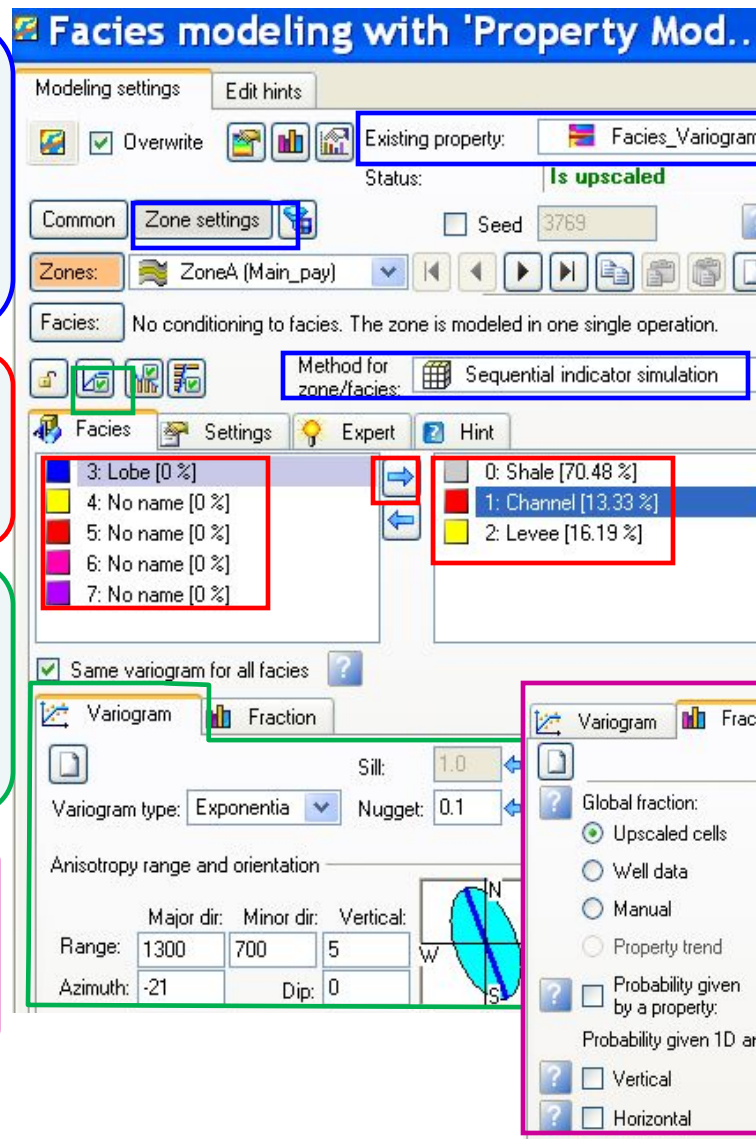
- A. Выберите фации из шаблона
- B. Вставьте с помощью голубой стрелки

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)

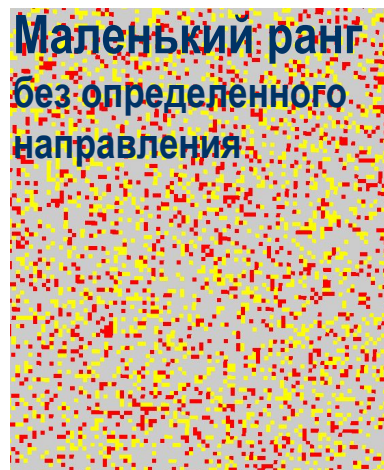
Результат



SIS – стохастический метод, основанный на кригинге

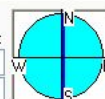
- Распределение фаций будет сохранено.
- Перемасштабированные ячейки будут учтены.
- Фации будут описаны “нечетким образом”.
- Нет фациальной зависимости.
- Количество связанных фаций зависит, главным образом, от входной вариограммы и трендов.
- Множественные реализации могут быть использованы в анализе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

Маленький ранг без определенного направления



Anisotropy range and orientation

	Major dir:	Minor dir:	Vertical:
Range:	100	100	10
Azimuth:	0	Dip:	0

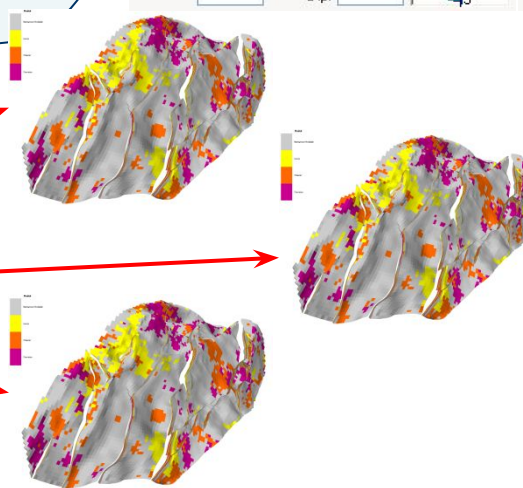
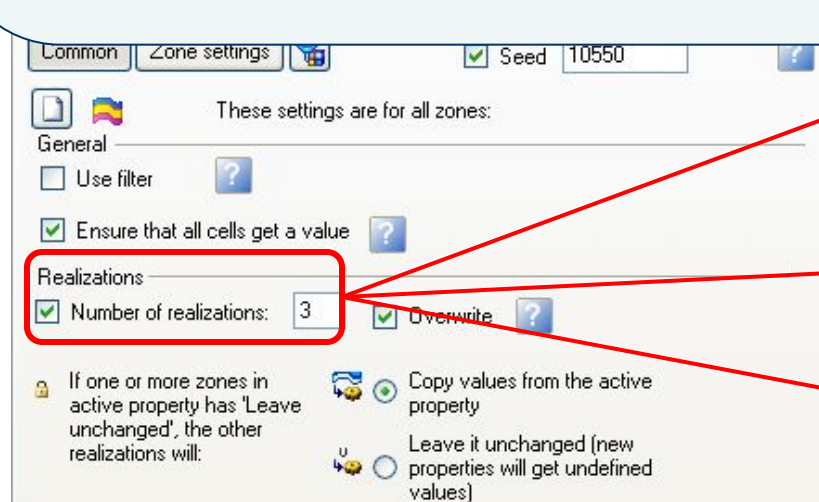
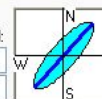


Большой ранг направленная вариограмма



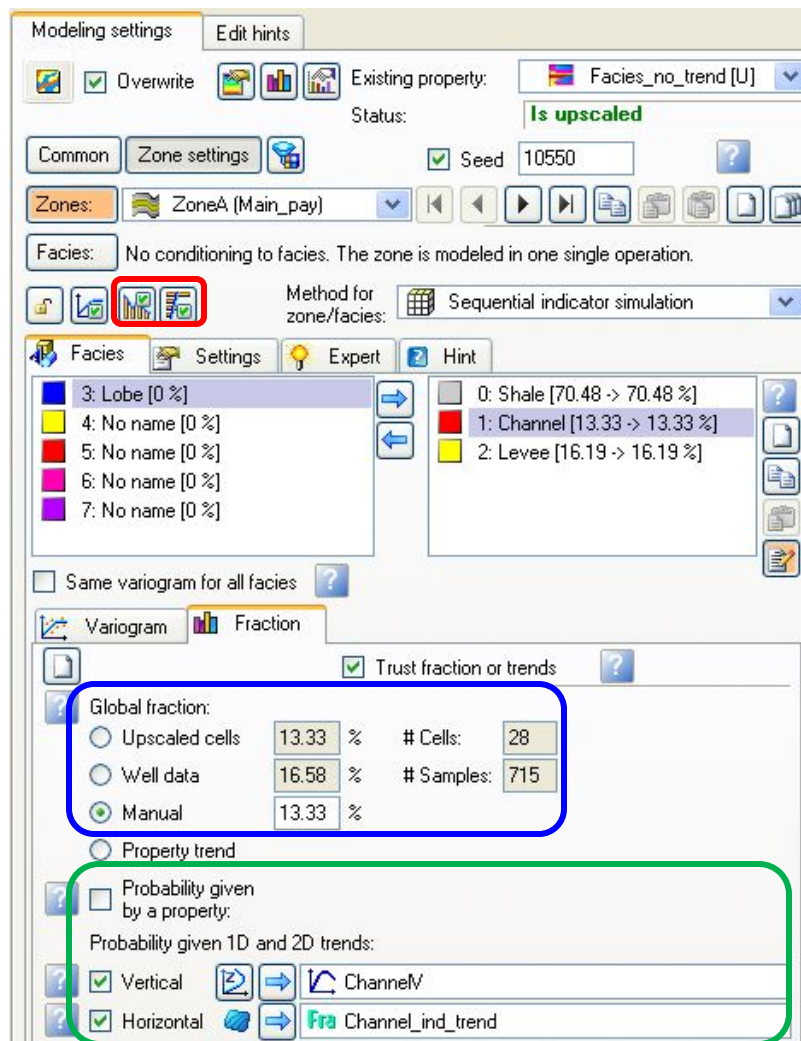
Anisotropy range and orientation

	Major dir:	Minor dir:	Vertical:
Range:	10000	3000	10
Azimuth:	41	Dip:	0



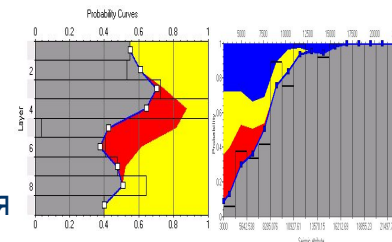
Sequential Indicator Simulation (SIS)

Управление общим фациальным распределением



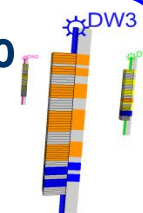
Из Data Analysis:

- кривые вероятности атрибута
- кривые вертикального соотношения



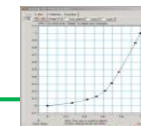
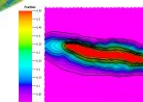
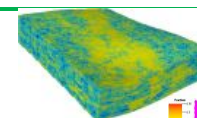
Из скважинных данных или вручную

- на основе перемасштабированных ячеек
- исходного каротажа или вручную



Задать распределение:

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

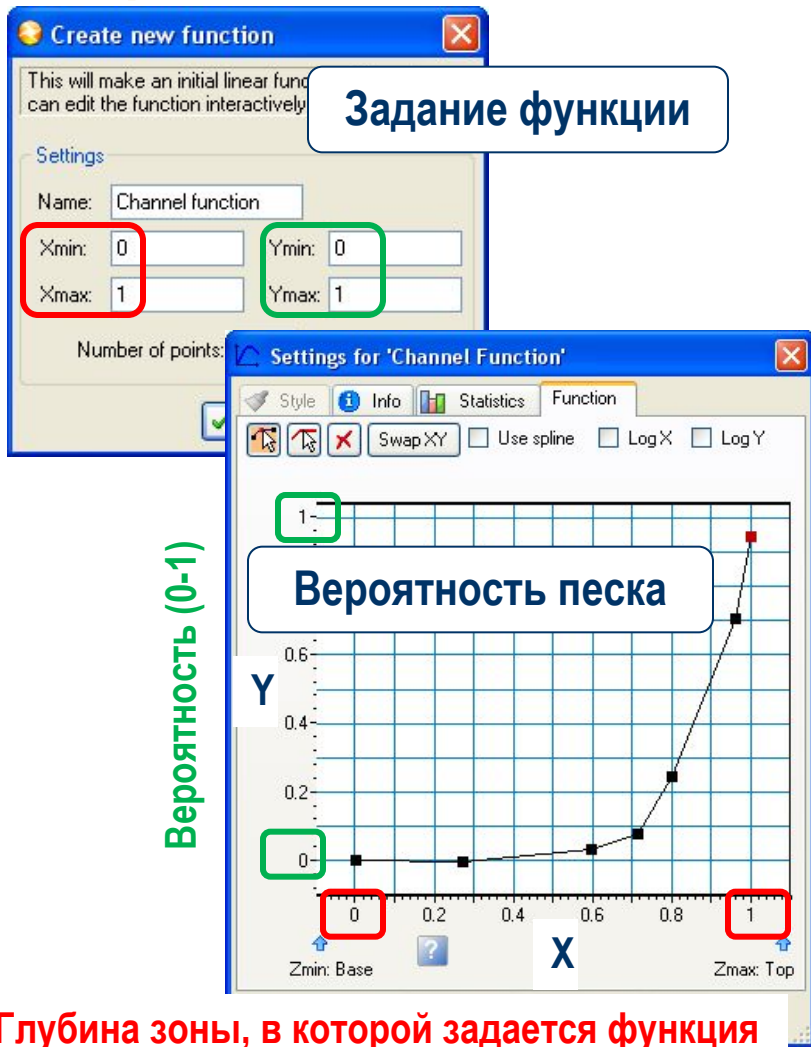


Sequential Indicator Simulation (SIS)

Создание вертикальных трендов и карт трендов

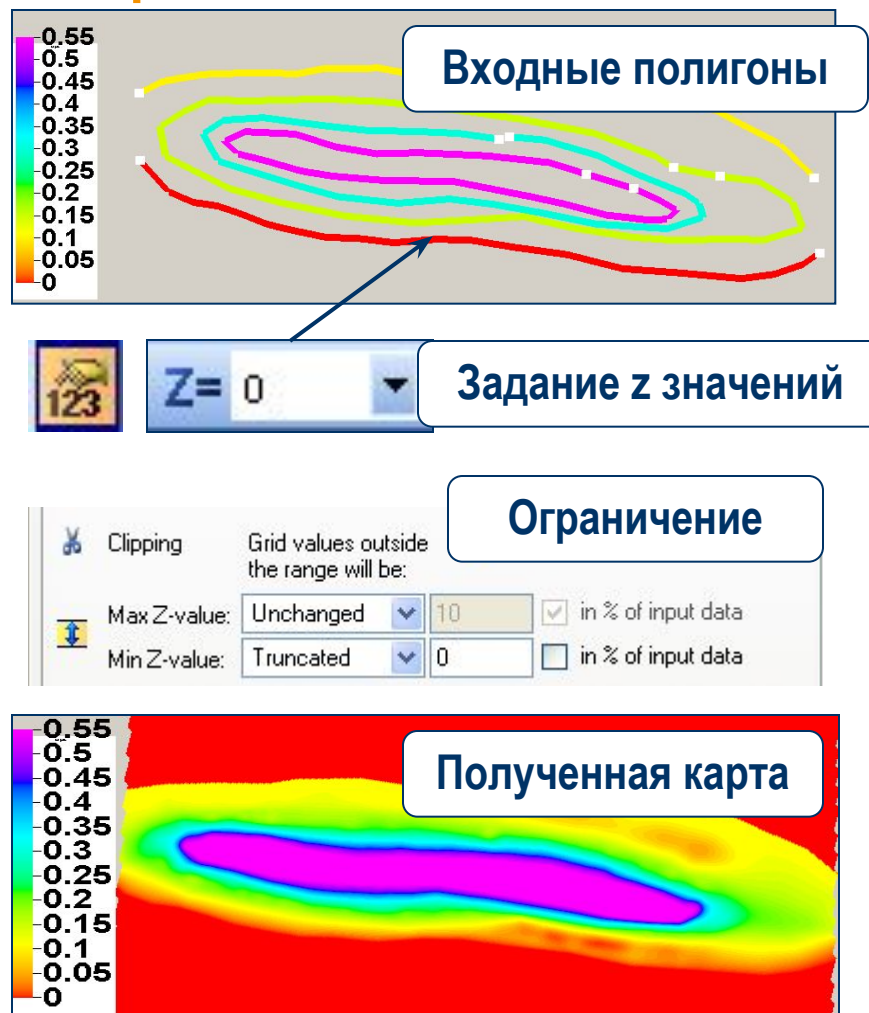


1D Тренд



Глубина зоны, в которой задается функция

2D Тренд





Упражнение