



Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина

Кафедра автоматизированных систем управления

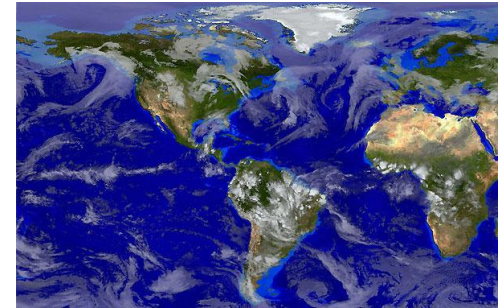
Нелинейные модели. Подходы к имитационному моделированию.

Асс. Мухина А. Г.

**Г.
Москва
2018 г.**

О феноменологических моделях

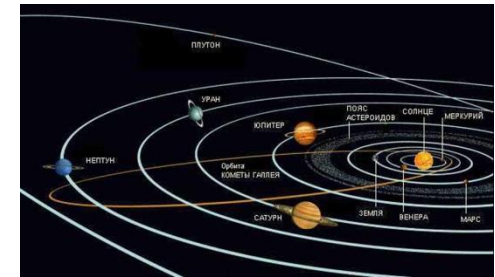
- Задача решена **феноменологически**¹, если:



Метеорологические явления как пример феноменологического моделирования

- ✓ **структура** изучаемого объекта **неточна**;

- ✓ **процессы**, протекающие на микроскопическом уровне, **труднодоступны для наблюдений**;



- ✓ **физические механизмы**, управляющие **поведением системы**, **неизвестны**

Феноменологическая теория циклов в движении планет

▶ ¹ – От англ. «phenomena» - эффект, явление

Анализ подобия и размерности

- Установление особого класса **автомодельных решений** математической формулировки задачи, отражающих физические закономерности изучаемого явления.

- Пусть

$a = f(a_1, \dots, a_n)$ – функция от n параметров
разной k – размерности, причём они независимы


- Тогда согласно π -теореме, задача сводится к **нахождению функции $n-k$ безразмерных аргументов π_1, \dots, π_{n-k}** , для определения которой достаточно 10^{n-k} опытов.
-



Автомодельные решения

- Решение некоторой системы или уравнения двух независимых переменных, в которое независимые переменные x и t входят не произвольным образом, а лишь **в комбинации**:

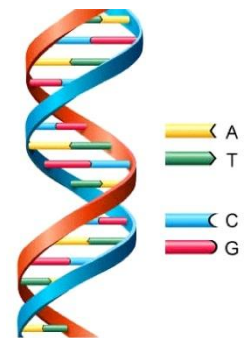
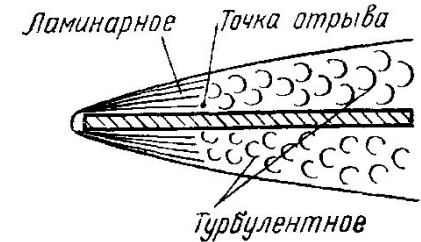
$$\begin{cases} \xi = \frac{x}{t} \\ f(x, t) = f(\xi), \end{cases}$$

- где ξ - автомодельная переменная; f - любая функция исходной системы или уравнения.
-
- 

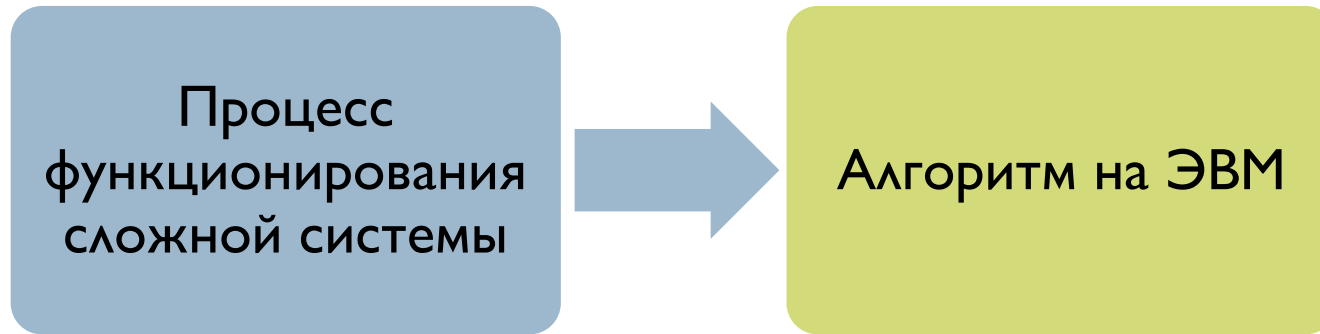
Имитационное моделирование (ИМ). Причины обращения

Модели, имитирующие поведение реального объекта, используются, если:

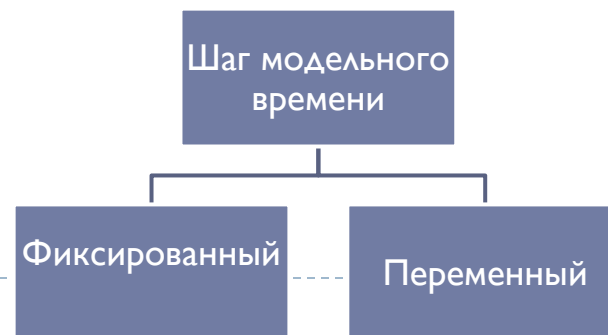
- 1) отсутствует завершённая постановка задачи;
- 2) математику расчётов сложно реализовать в явном виде;
- 3) интересует поведение отдельных компонентов системы;
- 4) наблюдение за явлением в реальности достаточно сложно (продуктивный пласт, движение флюида по трубопроводу, ДНК);
- 5) необходима проверка новых стратегий и правил.



Концепция имитационного моделирования

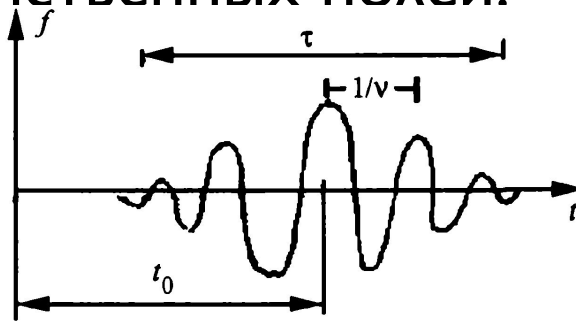


- ✓ Максимальное использование информации о системе;
- ✓ Модель как структуры системы, так и **времени функционирования**:
 - 1) **реального**;
 - 2) **модельного (синхронизация событий)**;
 - 3) **машинного (затраты временных ресурсов)**.



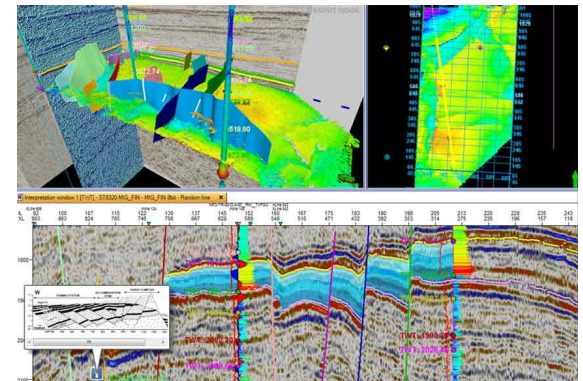
Вейвлет-анализ

- Проблема анализа сейсмических сигналов, в которых требуется выделить как **время (положение)** всплеска в сигнале, так и его **спектральный состав (масштаб)**.
- Вейвлеты используются как при анализе временных сигналов, так и при исследовании структуры пространственных полей.



Функция Габора

как пример вейвлет-представления.



4D-сейсмика.

Использование фрактальных характеристик при анализе объектов нефтегазодобычи

Фрактальные характеристики временных рядов замеров (применяются в качестве диагностических критериев, определяющих состояние объектов управления):

- Размерность Хаусдорфа (дробная);
- Показатель Херста (Hurst Exponent - H).

Для последовательностей, имеющих фрактальные свойства, величина показателя степени Херста должна отвечать условию **$0,55 < H < 0,95$** .

Иновации:

D_μ – размерность мин. покрытия; μ - индекс фрактальности. Минимальный масштаб, необходимый для определения μ с приемлемой точностью, на два порядка меньше, чем соответствующий масштаб для определения показателя Херста H .

Таким образом, $\mu(t)$ – индикатор локальной стабильности временного ряда. **$\mu = 1 - H$ (при $D \equiv D_\mu$).**



Благодарю за внимание!

