

# Использование Simulink для анализа данных

Алексей Островский

674 группа МФТИ, кафедра «Интеллектуальные системы»

31 марта 2010 г.

## Содержание презентации

- Введение
- Устройство Simulink
- Взаимодействие с MATLAB
- Пример
- Заключение

## Введение

**Simulink** — программа для моделирования и анализа динамических систем, разработанная компанией The Mathworks. **Simulink** интегрирован в пакет MATLAB и распространяется вместе с ним. Последняя на данный момент версия — 7.4 (часть MATLAB R2009b).

## Области применения

- Физика
- Химия
- Экономика
- Биология
- Социология

и другие области науки и техники.

## Устройство Simulink

Составные части:

- Библиотека блочных компонентов
- Редактор блок-схем

Режимы работы:

- Редактирование модели
- Симуляция
- Анализ модели

## Устройство блоков

Типичный блок включает в себя

- один или несколько входных портов;
- один или несколько выходных портов;
- редактируемые параметры.

Входные и выходные порты принимают или возвращают значения определенного типа (логические, целочисленные, вещественные с плавающей или фиксированной запятой) и определенной размерности (скаляры, вектора, матрицы).

**Важно!** Размерность портов должна быть задана до начала моделирования.

## Основные типы блоков

- Sources — источники сигналов;
- Sinks — регистрирующие устройства;
- Continuous — непрерывные по времени функции (интеграл, производная);
- Discrete — дискретные функции (сдвиг по времени);
- Logic and Bit Operations — логические операции;
- Math Operations — математические операции;
- Signal Routing — маршрутизация сигналов;
- Lookup Tables — табличные зависимости;
- Ports & Subsystems — подсистемы (блоки `if`, `while`, `for`);
- User-Defined Functions — функции, заданные пользователем.

## Структура модели

Типичная модель **Simulink** состоит из

- ввода сигналов из внешних источников либо с помощью генераторов;
- Обработки сигналов;
- Вывода сигналов с помощью графиков, сохранения в файлы или в окружение MATLAB.

Модели разделяются на непрерывные и дискретные по времени, с постоянным или переменным шагом.



## Взаимодействие Simulink и MATLAB

**Simulink** тесно связан с MATLAB. В частности, можно

- управлять **Simulink** с помощью команд MATLAB;
- загружать и сохранять переменные из окружения MATLAB;
- использовать переменные в качестве параметров блоков;
- обрабатывать сигнал функциями MATLAB;
- создавать новые блоки с помощью M (языка MATLAB).

## Прогнозирование временных рядов

Так как в моделях **Simulink** параметром является время, естественно рассмотреть задачу с зависимостью от времени, например, прогнозирование временных рядов.

## Постановка задачи

Дан временной ряд  $x(t)$ ,  $t \in [1, T]$  — целое число. Требуется спрогнозировать значение  $x(T + 1)$ .

Используется скользящий контроль с функционалом качества MAPE:

$$Q = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{|x(t) - \hat{x}(t)|}{|x(t)|}.$$

## Генерация модельных данных

Используемая для генерации формула:

$$x(t) = C_0 + C_1 B(t) + \varepsilon,$$

где  $B(t)$  — циклическая последовательность,  $\varepsilon \in N(0, \sigma^2)$ .

Параметры выбраны так, что  $\forall t \ x(t) > 0$ .

## Решение №1: Скользящее среднее

$$\hat{x}(t) = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p x(t-i),$$

где  $p$  — ширина окна.

## Решение №2: Авторегрессия

Авторегрессионная модель:

$$x(t) = \sum_{i=1}^p w_i x(t-i) + \varepsilon,$$

где  $p$  — параметр авторегрессии,  $\varepsilon \in N(0, \sigma^2)$ .

Веса  $w_i$  настраиваются с помощью линейной регрессии.

## S-функции

S-функция — описание блока **Simulink** на одном из языков MATLAB, C, C++, Ada или Fortran.

- Функции первого уровня — функциональный подход (устаревший);
- Функции второго уровня — объектно-ориентированный подход (современный).

## Структура S-функций

S-функция второго уровня, написанная на языке MATLAB состоит из:

- функции `setup`, предназначенной для задания основных свойств блока — количества входных и выходных портов, свойства портов и т.п.
- обработчиков событий, генерируемых системой **Simulink**. Например, обработчик события `Outputs` вызывается, когда считываются выходные порты блока.



## Оценка параметров

Для оценки параметров сложных моделей очень удобно применять встроенный в **Simulink** инструмент — **Parameter Estimation** (доступен в меню **Tools**). С его помощью можно:

- оценить параметры на основании экспериментальных данных;
- построить графики зависимостей параметров и функционала качества от количества итераций;
- проверить результаты на контрольной выборке.

## Другие возможности Simulink

- Lookup tables (табличные зависимости) — в сочетании с Parameters Estimation идеально подходят для аппроксимации функций;
- Neural networks blocks — средства для моделирования нейронных сетей.

Спасибо за внимание.  
Вопросы?