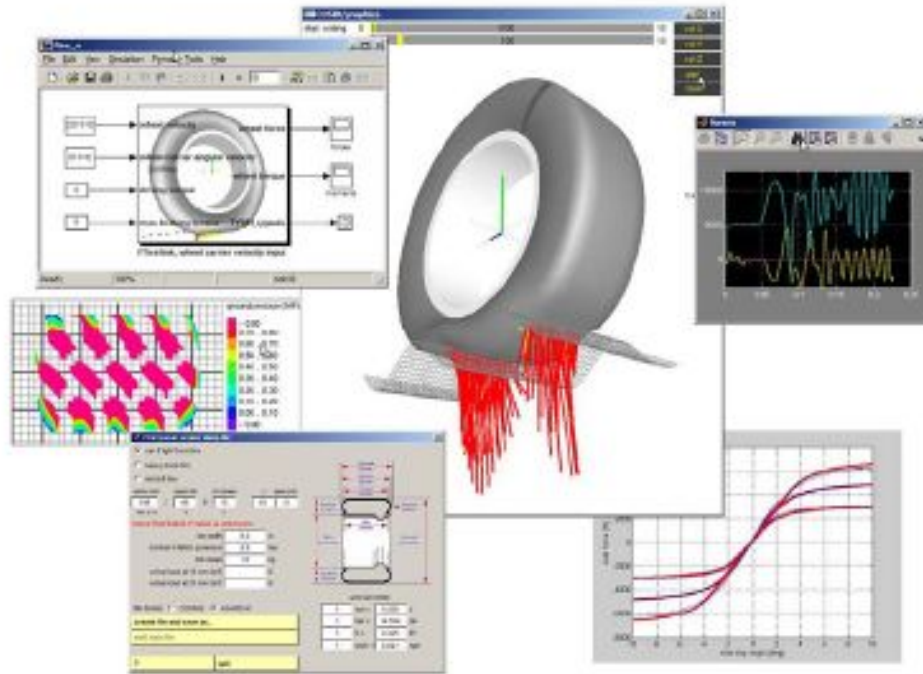


Введение в моделированию Simulink

Лекция #8



 **MATLAB**
SIMULINK



Структура



Stateflow – это среда для моделирования и симуляции комбинаторной и последовательной логики принятия решений, основанных на машинах состояний и блок-схемах.

Gauges Blockset – это пакет расширения Simulink, который позволяет оснащать модели графическими приборами и измерительным оборудованием.

Code Generation Tools – инструментальные средства генерации кодов.

Application Development Tools – инструментальные средства разработки приложений.

Toolboxes u MathWorks Partner Products – пакеты прикладных программ.

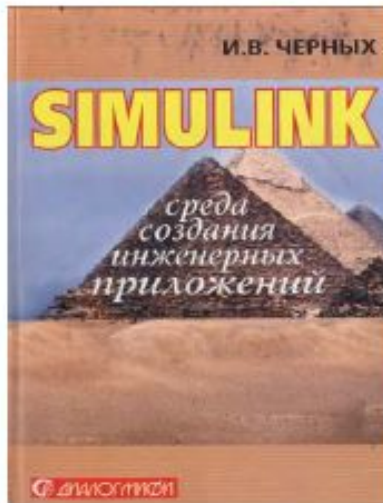
Data Access Tools – инструментальные средства доступа к данным.

Simulink – это графическая среда имитационного моделирования, позволяющая при помощи блок-диаграмм в виде направленных графов, строить динамические модели, включая дискретные, непрерывные и гибридные, нелинейные и разрывные системы.



<http://exponenta.ru/>

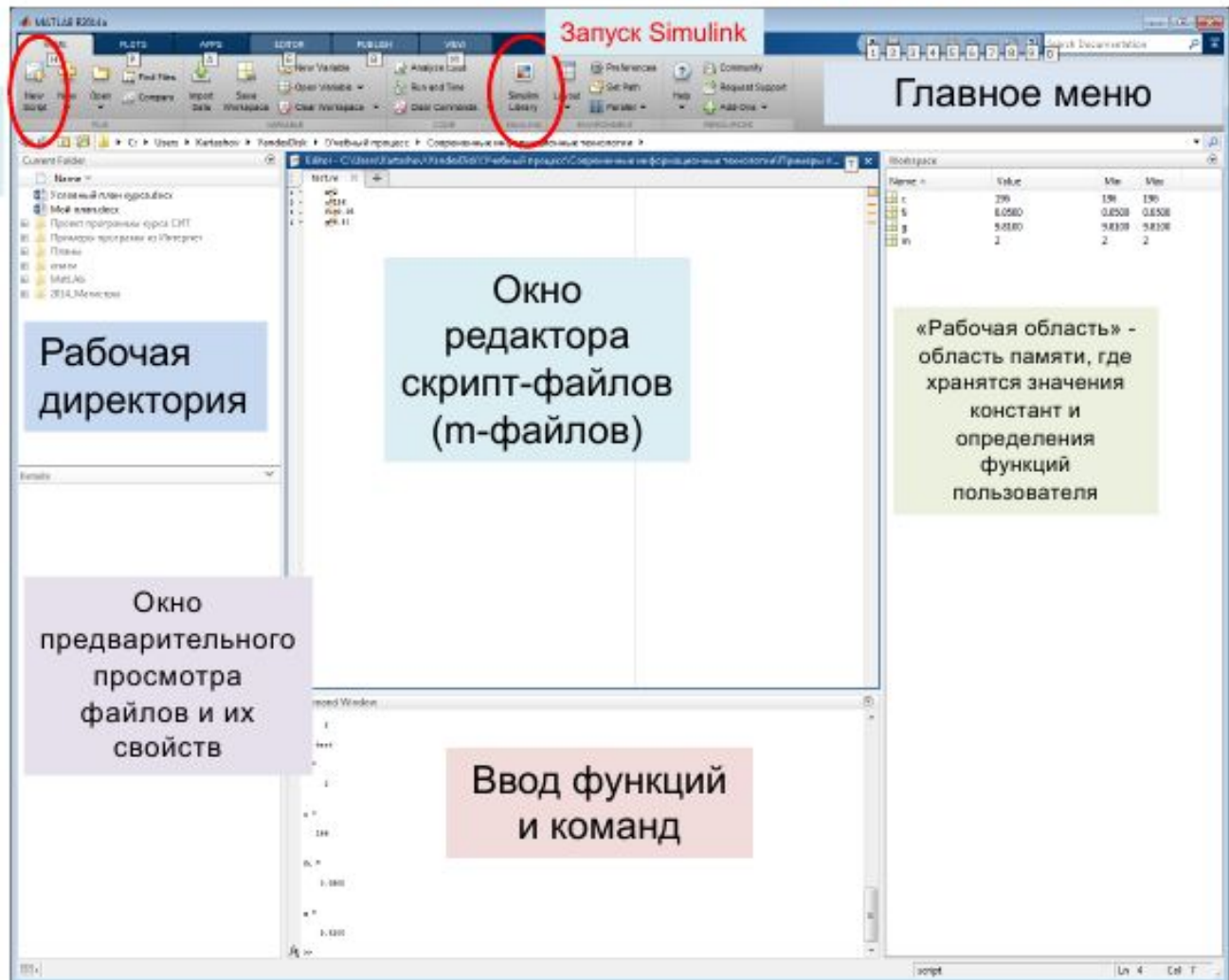
Черных И.В.
Simulink: среда создания
инженерных приложений



Литература для
самостоятельного изучения



Дьяконов В. П.
Simulink 5/6/7:
Самоучитель



Создание скрипт-файла

Рабочая директория

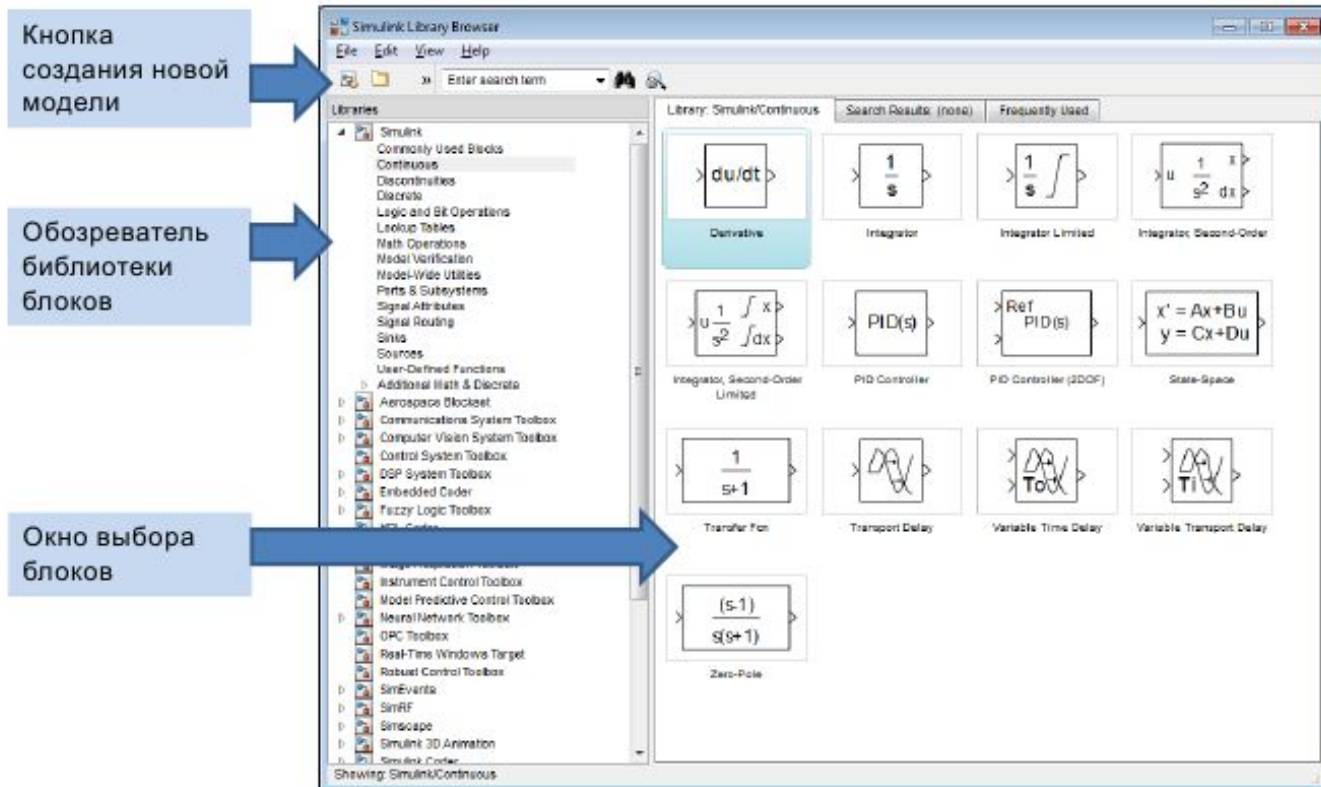
Окно редактора скрипт-файлов (m-файлов)

«Рабочая область» - область памяти, где хранятся значения констант и определения функций пользователя

Окно предварительного просмотра файлов и их свойств

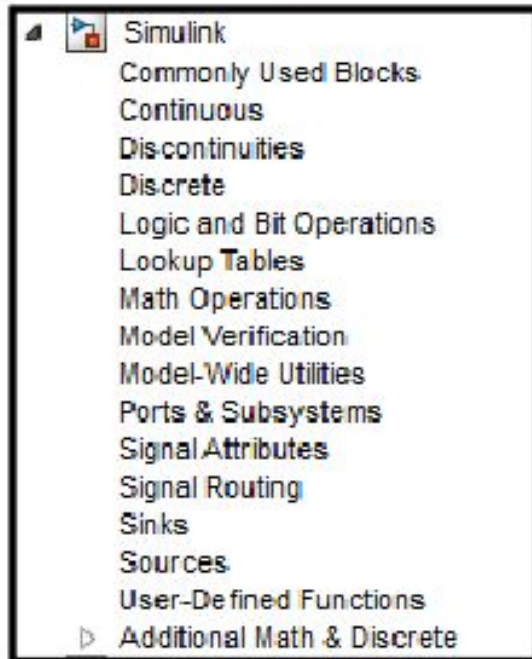
Ввод функций и команд

Окно библиотеки блоков Simulink



Разделы библиотеки Simulink

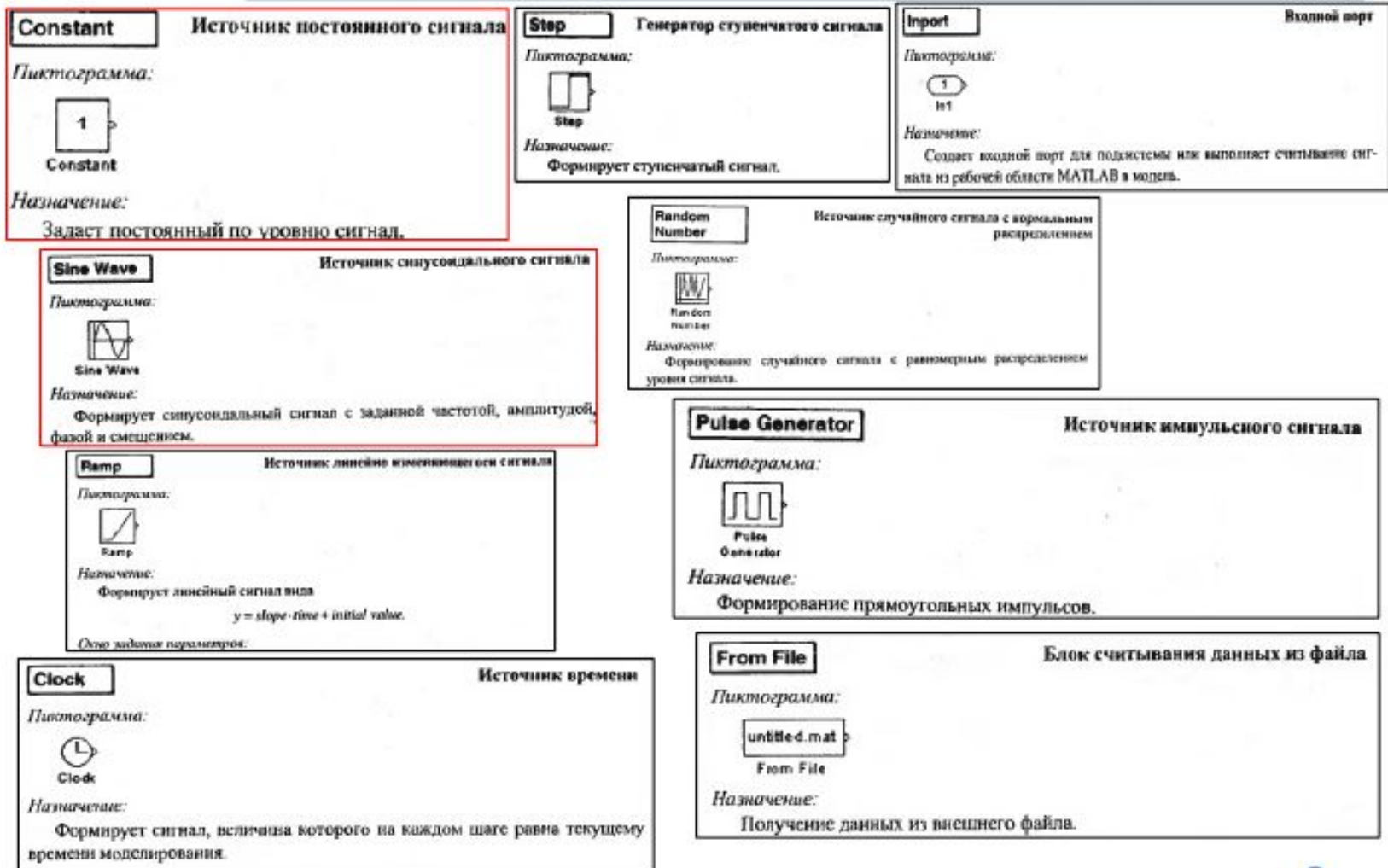
Краткое описание основных разделов:



- Continuous – блоки аналоговых элементов;
- Discontinuous – блоки нелинейных элементов;
- Discrete – блоки дискретных элементов;
- Look-Up Tables – блоки таблиц;
- Math Operations – блоки элементов, определяющих математические операции;
- Model Verification – блоки проверки свойств сигналов;
- Model-Wide Utilities – раздел дополнительных утилит;
- Ports&Subsystems – порты и подсистемы;
- Signal Attributes – блоки задания свойств сигналов;
- Signal Routing – блоки маршрутизации сигналов;
- Sinks – блоки приема и отображения сигналов;
- Sources – блоки источников сигнала;
- User-Defined Function – функции, определяемые пользователем.



Sources – источники сигналов



Sinks – приемники сигналов

Scope Осциллограф

Пиктограмма:



Scope

Назначение:

Построение графиков исследуемых сигналов в функции времени. Позволяет наблюдать за изменением сигналов в процессе моделирования.

Floating Scope Изменяющийся осциллограф

Пиктограмма:



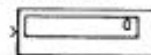
Floating Scope

Назначение:

Построение графиков исследуемых сигналов в функции времени. Осциллограф Floating Scope по сути есть обычный осциллограф Scope, который перешел в режим вывода произвольно назначаемых сигналов.

Display Цифровой дисплей

Пиктограмма:



Display

Назначение:

Отображает значение сигнала в виде числа.

Terminator Конечный приемник

Пиктограмма:



Terminator

Назначение:

Блок применяется как заглушка для сигнала, поступающего с выхода другого блока. В том случае, когда выход блока оказывается не подключенным по входу другого блока, Simulink выдает предупреждение в командном окне системы MATLAB. Для исключения таких ситуаций следует использовать блок Terminator.

Stop Simulation Блок остановки моделирования

Пиктограмма:



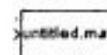
Stop Simulation

Назначение:

Обеспечивает завершение процесса моделирования, если входной сигнал блока становится не равным нулю.

To File Блок записи в файл

Пиктограмма:



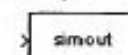
To File

Назначение:

Блок записывает в файл данные, поступающие на его вход.

To Workspace Блок записи в рабочую область MATLAB

Пиктограмма:



To Workspace

Назначение:

Блок записывает данные, поступающие на его вход, в рабочую область системы MATLAB.

Output Выходной порт

Пиктограмма:



Out

Назначение:

Создает выходной порт для подсистемы или для модели верхнего уровня иерархии.

Блоки непрерывных моделей

Integrator Интегратор

Пиктограмма:




Integrator

Назначение:
Интегрирование входного сигнала.

Derivative Блок вычисления производной

Пиктограмма:



Derivative

Назначение:
Выполняет численное дифференцирование входного сигнала.

Блоки дискретных моделей

Memory

Блок задержки на один такт

Пиктограмма:



Memory

Назначение:

Выполняет задержку входного сигнала на один такт дискретности.

Dead Zone

Зона нечувствительности

Пиктограмма:



Dead Zone

Назначение:

Реализует нелинейную зависимость типа "зона нечувствительности".

Saturation

Ограничитель

Пиктограмма:



Saturation

Назначение:

Выполняет ограничение величины сигнала.

Math Operations – математические блоки

Sum Сумматор

Пиктограмма:



Назначение:
Выполняет вычисление суммы текущих значений сигналов.

Sign Блок определения знака сигнала

Пиктограмма:



Sign

Назначение:
Определяет знак входного сигнала.

Product Блок умножения и деления

Пиктограмма:




Product

Назначение:
Выполняет вычисление произведения текущих значений сигналов.

Gain, Matrix Gain Усилитель

Пиктограмма:



Gain

Назначение:
Выполняет умножение входного сигнала на постоянный коэффициент.

Abs Блок вычисления модули

Пиктограмма:




Abs

Назначение:
Выполняет вычисление абсолютного значения величины сигнала.

Math Function Математическая функция

Пиктограмма:



Math Function

Назначение:
Выполняет вычисление заданной математической функции входного сигнала u .

Dot Product Блок: скалярного произведения

Пиктограмма:




Dot Product

Назначение:
Выполняет вычисление скалярного произведения двух векторов.

Trigonometric Function Тригонометрическая функция

Пиктограмма:



Trigonometric Function

Назначение:
Выполняет вычисление выбранной тригонометрической функции.

Math Operations – математические блоки (2)

Relational Operator Блок выполнения операций отношения

Пиктограмма:



Relational Operator

Назначение:
Блок сравнивает текущие значения входных сигналов.

Logical Operation Блок выполнения логических операций

Пиктограмма:



AND
Logical Operator

Назначение:
Реализует одну из базовых логических операций.

Mux Мультиплексор

Пиктограмма:



Mux

Назначение:
Объединяет входные сигналы в вектор.

Demux Демультиплексор

Пиктограмма:




Demux

Назначение:
Разделяет входной векторный сигнал на отдельные составляющие.

Switch Переключатель

Пиктограмма:




Switch

Назначение:
Выполняет переключение входных сигналов по сигналу управления.

Look-Up Tables – блоки задания таблиц

Look-Up Table Одномерная таблица

Пиктограмма:

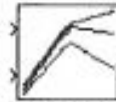


Look-Up
Table

Назначение:
Задаст в табличной форме функцию одной переменной.

Look-Up Table (2D) Двумерная таблица

Пиктограмма:

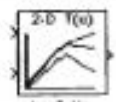


Look-Up
Table (2-D)

Назначение:
Задаст в табличной форме функцию двух переменных.

Look-Up Table (n-D) Многомерная таблица

Пиктограмма:



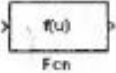
Look-Up
Table (n-D)

Назначение:
Задаст в табличной форме функцию многих переменных.

Функции, определенные пользователем

Fcn Блок задания функции

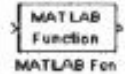
Пиктограмма:



Назначение:
Задаст выражение в стиле языка программирования C.

MATLAB Fcn Блок задания М-функции

Пиктограмма:



Назначение:
Задаст выражение в стиле языка программирования MATLAB.

S-function S-функция

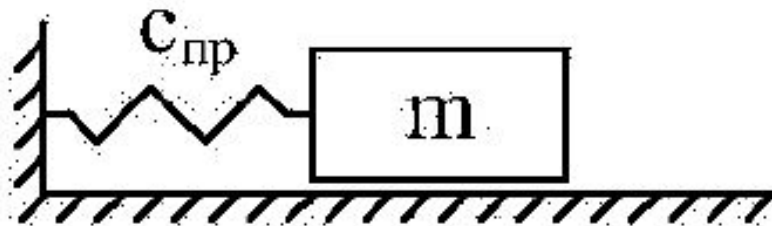
Пиктограмма:



Назначение:
Подключение S-функции к модели.

Моделирование свободных колебаний груза на пружине на горизонтальном столе без трения

$m=2\text{кг}$; $C_{\text{пр}}=196\text{Н/м}$



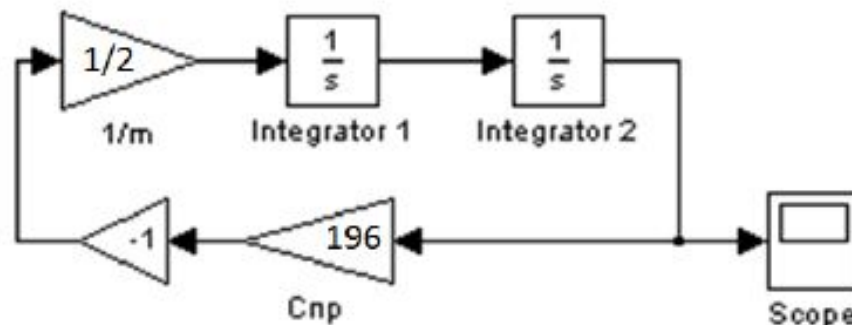
Дифференциальное уравнение движения:

$$m \cdot \ddot{x} + C_{\text{пр}} \cdot x = 0$$

Перемещение груза относительно положения равновесия:

$$x = \int \int \ddot{x}$$

Блок-схема программы в Simulink

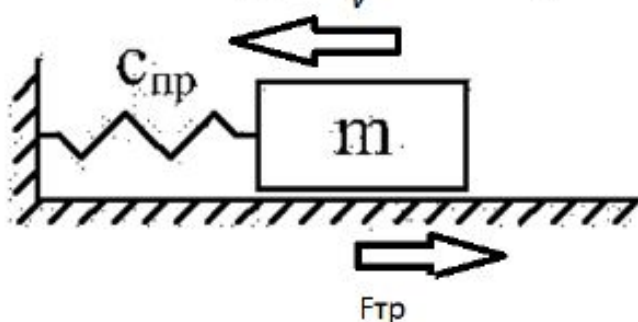


Ускорение груза:

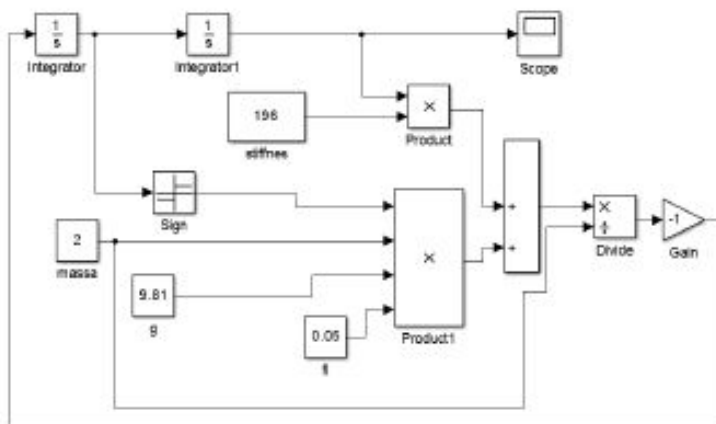
$$\ddot{x} = -1 \cdot \frac{1}{m} C_{\text{пр}} \cdot x$$

Моделирование свободных колебаний груза на пружине на горизонтальном столе с сухим трением

$m=2\text{кг}$; $C_{\text{пр}}=196\text{Н/м}$; $f_{\text{тр}}=0.5$



Блок-схема программы в Simulink



Дифференциальное уравнение движения:

$$m \cdot \ddot{x} + c_{\text{ПР}} \cdot \dot{x} = F_{\text{тр}}$$

Перемещение груза относительно положения равновесия:

$$x = \iint \ddot{x} dt$$

Ускорение груза:

$$\ddot{x} = -1 \cdot \frac{1}{m} c_{\text{ПР}} \cdot x + F_{\text{тр}}$$

Сила трения:

$$F_{\text{тр}} = -f \cdot \text{sign}(\dot{x}) \cdot m \cdot g$$