

# **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1**

## **Моделирование процессов и систем в пакете Simulink системы**

### **MATLAB. Построение простейших моделей (2 ч)**

**Цель и содержание:** изучить основные приемы работы с системой компьютерной математики MATLAB приобрести навыки построения моделей систем в пакете Simulink

**Организационная форма занятий:** решение проблемных задач, разбор конкретных ситуаций

**Вопросы для обсуждения на лабораторном занятии:** построение простейших моделей в пакете Simulink системы MATLAB.

### **Теоретическое обоснование**

Система компьютерной математики MATLAB относится к инструментальным средствам, которые предназначены для решения задач в различных областях человеческой деятельности (научных, экономических, инженерных, физических и т. д.), позволяющим производить моделирование, разработку и отладку различных систем и устройств.

Для работы с системой MATLAB необходим IBM – совместимый компьютер с процессором Pentium II и выше, операционная система Windows XP и выше.

Эффективность использования среды MATLAB определяется:

- достаточно простым интерфейсом пользователя;
- большим количеством моделей функциональных устройств (в частности, элементов систем связи);
- возможностью создавать свои модели;
- разнообразием видов анализа функциональных устройств и систем.

Система MATLAB является интерактивной системой для выполнения инженерных и научных расчетов, ориентированной на работу с массивами

данных. Система использует математический сопроцессор и допускает возможность обращения к программам, написанным на языках Fortran, C и C++.

Система MATLAB имеет собственный язык программирования, средства для спектрального анализа и синтеза, быстрого преобразования Фурье (БПФ), обработки изображений, Wavelet-анализа, имеет большие возможности для работы с сигналами, для расчета и проектирования систем связи, цифровых и аналоговых фильтров, различных вычислительных систем, моделирования информационных процессов и систем.

При помощи командного окна (рисунок 1.1) можно осуществлять все вычисления в режиме калькулятора. При этом можно осуществлять присвоения различным переменным значений и далее пользоваться ими в командном окне.

Программирование в среде MATLAB осуществляется путем создания М-файлов с расширением \*.m (рисунок 1.2).

Пакет Simulink позволяет осуществлять моделирование поведения динамических нелинейных систем. Для начала работы необходимо создать новый файл с расширением \*.mdl (Simulink model), в котором с помощью библиотек Simulink (рисунок 1.3) пользователь осуществляет графическую сборку любой системы из отдельных блоков, хранящихся в библиотеках Simulink.

В результате получаем модель исследуемой системы (S-модель).[3]

Рассмотрим наиболее часто встречающиеся блоки Simulink, которые будут необходимы при моделировании информационных процессов и систем.

На рисунке 1.4 представлены источники сигналов и другие элементы, входящие в состав библиотеки Sources.

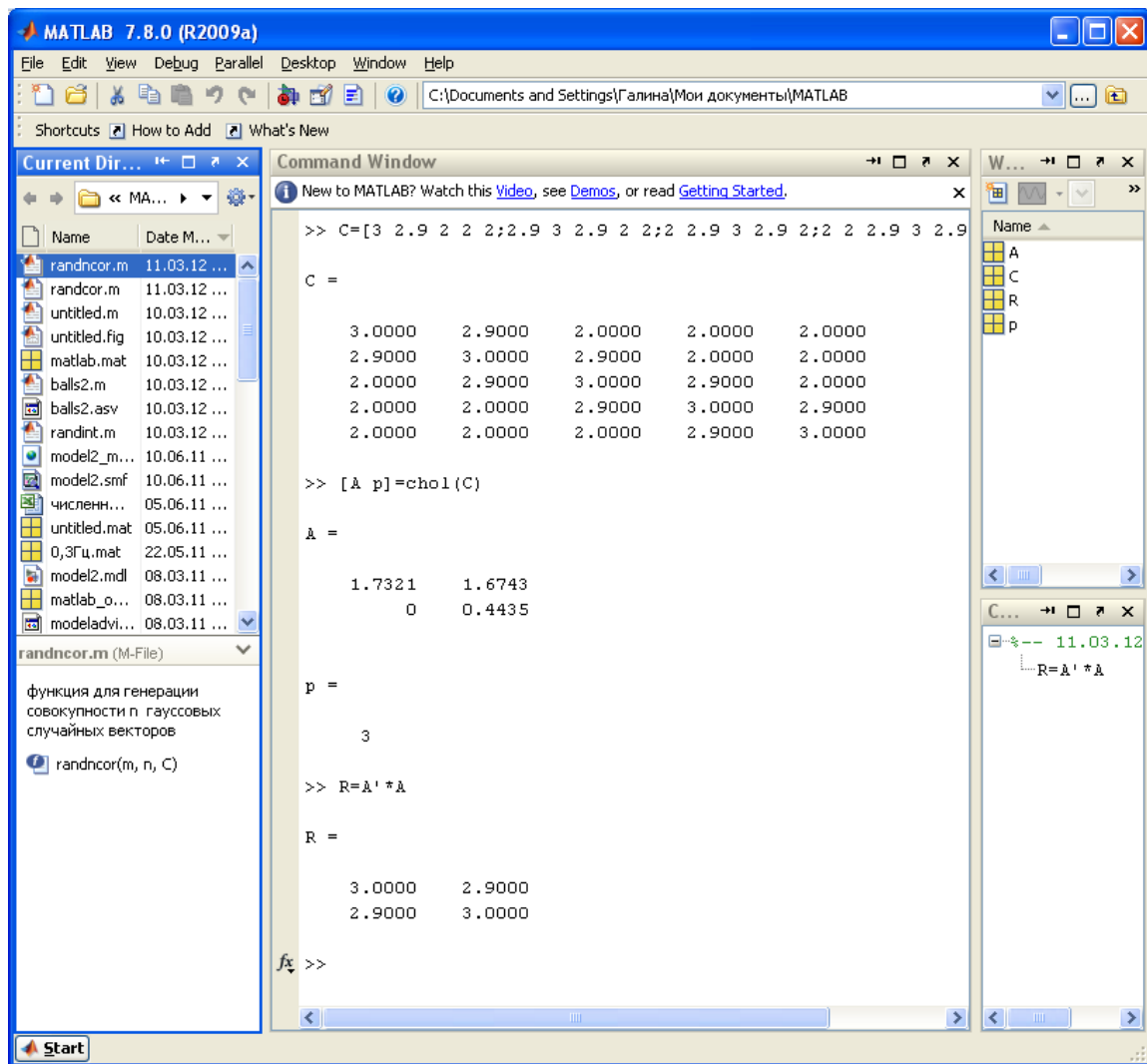


Рисунок 1.1 –Интерфейс системы MATLAB

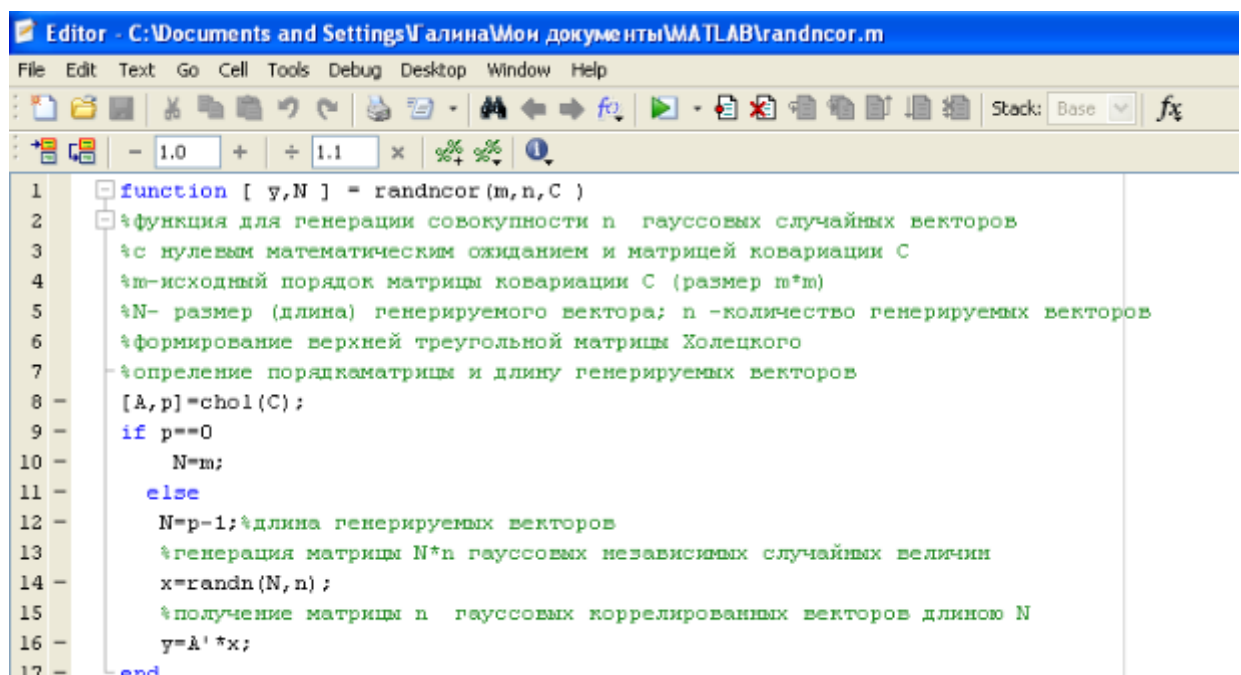


Рисунок 1.2 – Окно М-файла

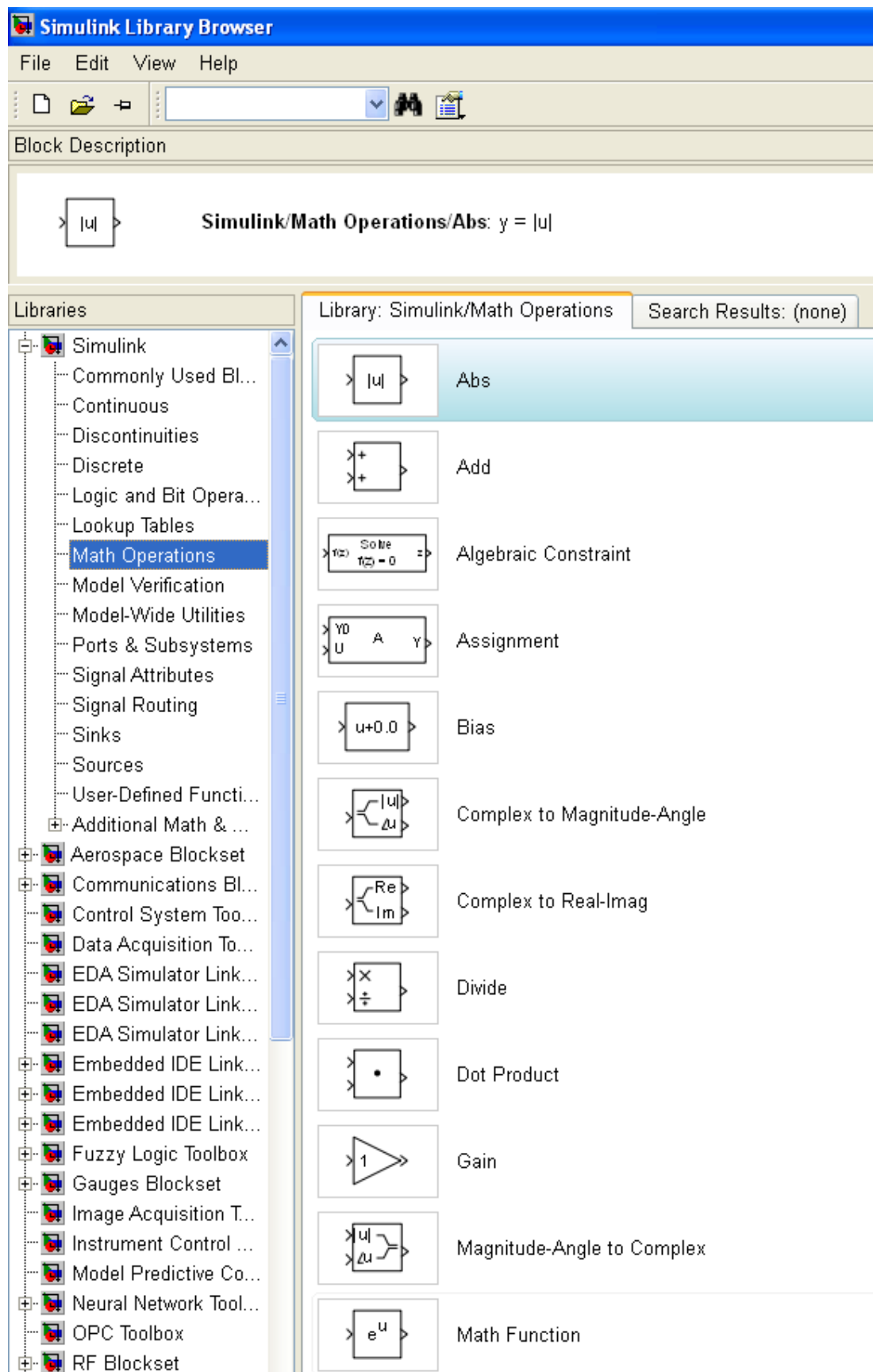


Рисунок 1.3 – Библиотеки Simulink. Блоки математических операций

Рассмотрим некоторые блоки математических операций (рисунок 1.3):

- **Abs** предназначен для вычисления абсолютного значения входного сигнала.
- **Add** предназначен для вычисления алгебраической суммы двух (или более) сигналов.
- **Gain** умножает входной сигнал на заданный коэффициент.
- **Divide** перемножает или делит два (или более) сигналов.
- **MathFunction** преобразует входной сигнал по заданной из списка функции (например, возведение в квадрат, корень квадратный, логарифм и т.д.).

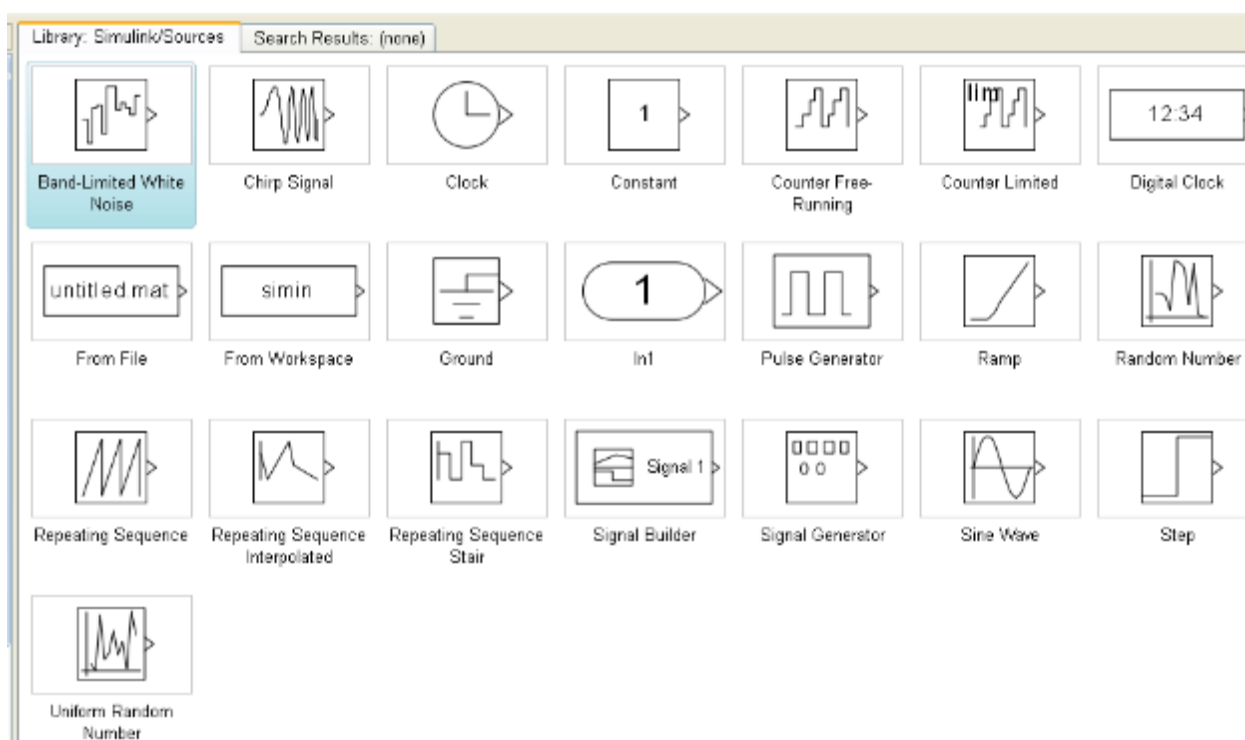


Рисунок 1.4 – Блоки библиотеки Simulink/Sources

Рассмотрим часто встречающиеся блоки (рисунок 1.4):

- **From Workspace** – блок считывания данных из рабочей области;
- **From File** – блок считывания данных из файла;

- **Sine Wave** формирует синусоидальный сигнал с заданной частотой, амплитудой, фазой и смещением;
- **Signal Generator** формирует один из четырех видов периодических сигналов (синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, случайный сигналы);
- **Ramp** формирует линейный сигнал;
- **Step** формирует ступенчатый сигнал;
- **Random Number** формирует случайный сигнал с нормальным распределением уровня сигнала.

**Аппаратура и материалы.** Для выполнения лабораторной работы необходимо использовать следующее: аппаратное обеспечение: персональный компьютер MDT750/ i75930K/ 4 D8192D42133; мультимедиа-проектор Epson; магнитно-маркерная доска и программное обеспечение: операционную систему Windows 7 и выше; Microsoft Office, систему компьютерной математики MATLAB R2011b и выше.

**Указания по технике безопасности.** Студенты должны следовать общепринятой технике безопасности для пользователей персональных компьютеров. Не следует самостоятельно производить ремонт технических средств, установку и удаление программного обеспечения. В случае обнаружения неисправностей необходимо сообщить об этом администратору компьютерного класса (обслуживающему персоналу лаборатории).

### **Методика и порядок выполнения работы**

Выполните предложенные задания, предварительно рассмотрев приведенные в примеры.

#### **Задание 1.1.** Построение простейших моделей

Построить модель сигнала вида  $x(t) = A\sin(\omega t + \varphi) + t^m$  на интервале  $[a; b]$ , и результаты моделирования вывести на виртуальный осциллограф. Параметры сигналов приведены в таблице 1.1. Номер варианта соответствует номеру, под которым студент записан в списке группы.

На рисунке 1.5 приведен один из вариантов построения сигнала:  $x(t)=1,5\sin(\pi t+\pi/3)+t^2$  с помощью функциональных блоков. Сигнал  $1,5\sin(\pi t+\pi/3)$  задан в окне диалога параметров блока Sine Wave – Source Block Parameters: Sine Wave(рисунок 1.6).

Таблица 1.1 – Параметры сигнала

| № варианта | Амплитуда, А | Частота, $\omega$ | Фаза, $\varphi$ | Степень, $m$ | Интервал, $[a; b]$ |
|------------|--------------|-------------------|-----------------|--------------|--------------------|
| 1.         | 0,5          | $2\pi$            | $\pi/3$         | 2            | [0; 3]             |
| 2.         | 2,5          | $3\pi/4$          | $\pi/6$         | 3            | [0; 1]             |
| 3.         | 1,5          | $2\pi/3$          | $\pi/8$         | 2            | [0; 5]             |
| 4.         | 4,5          | $\pi/4$           | $5\pi/4$        | 4            | [0; 6]             |
| 5.         | 3,5          | $3\pi/2$          | $3\pi/5$        | 3            | [0; 7]             |
| 6.         | 8,5          | $\pi/8$           | $3\pi/4$        | 1,5          | [0; 4]             |
| 7.         | 7,5          | $5\pi/4$          | $2\pi/3$        | 3,5          | [0; 1,5]           |
| 8.         | 9,5          | $3\pi/5$          | $\pi/4$         | 2            | [0; 2,5]           |
| 9.         | 0,9          | $\pi/3$           | $3\pi/2$        | 4            | [0; 1,8]           |
| 10.        | 0,45         | $\pi/6$           | $\pi/12$        | 3            | [0; 3,2]           |

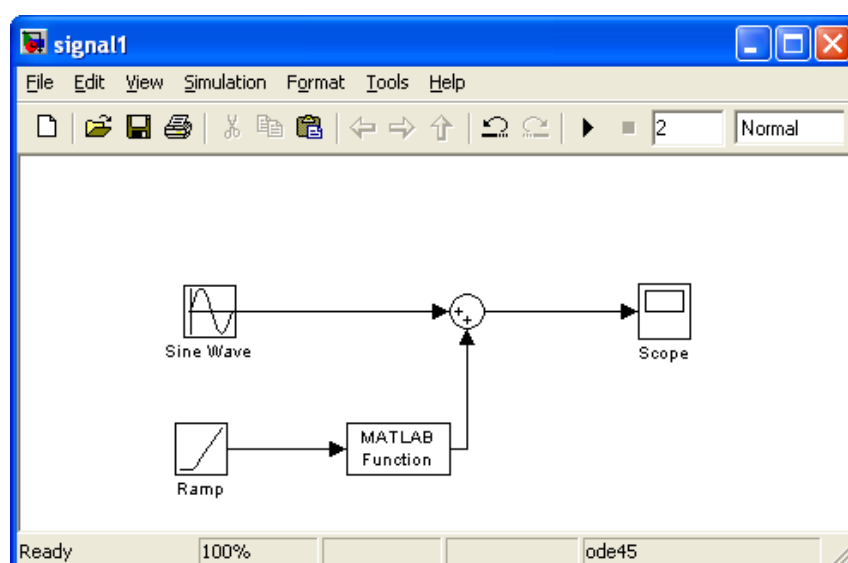


Рисунок 1.5 – Структурная схема модели сигнала  $x(t)=1,5\sin(\pi t+\pi/3)+t^2$

Для сигнала  $t^2$  использовались два блока – блок линейного сигнала и блок математической функции, для которого в соответствующем окне была введена функция в степени 2 (рисунок 1.7).

Интервал моделирования задан в пределах от 0 до 2 в диалоговом окне Configuration Parameters меню Simulation (рисунок 1.8).

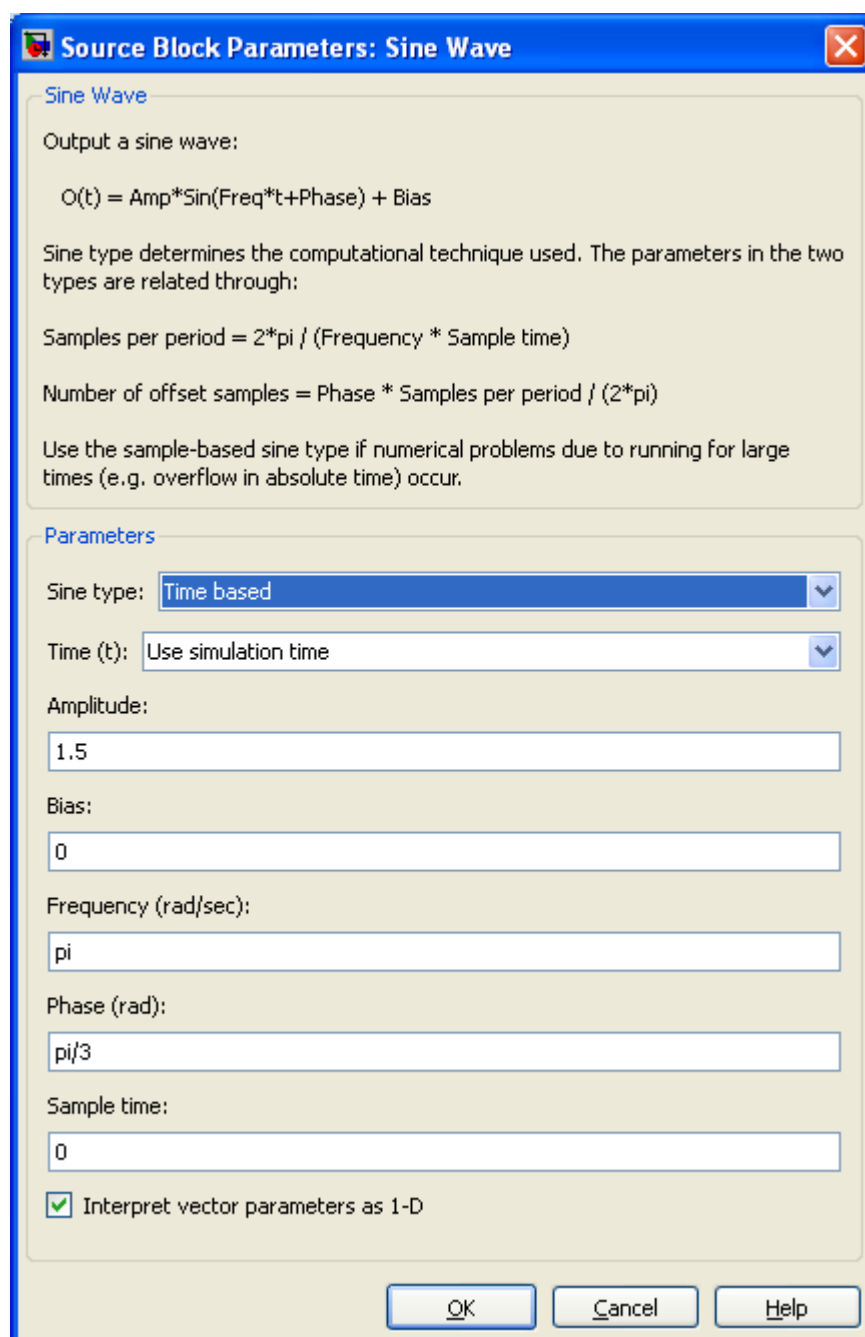


Рисунок 1.6— Окно диалога параметров блока Sine Wave с заданными параметрами сигнала

Результаты моделирования работы выведены на экран виртуального осциллографа (рисунок 1.9).



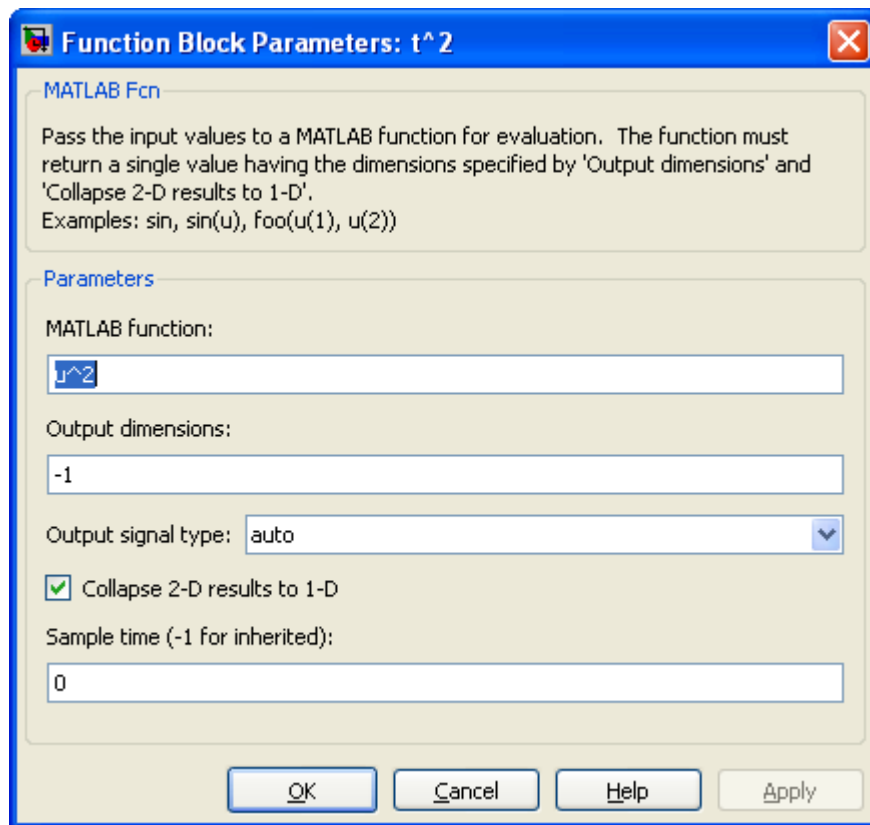


Рисунок 1.7. Параметры функции  $t^2$

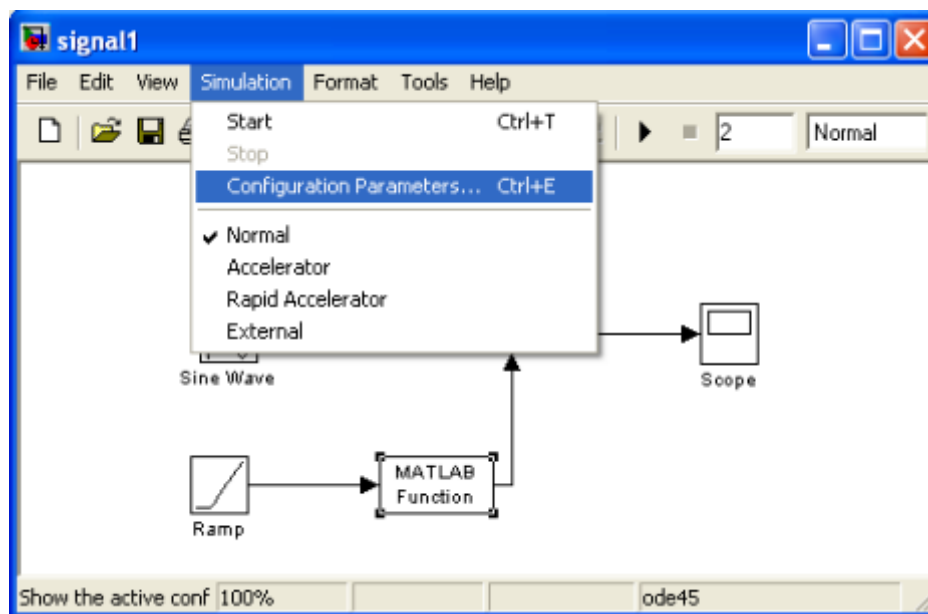


Рисунок 1.8 – Вызов окна диалога Configuration Parameters меню Simulation

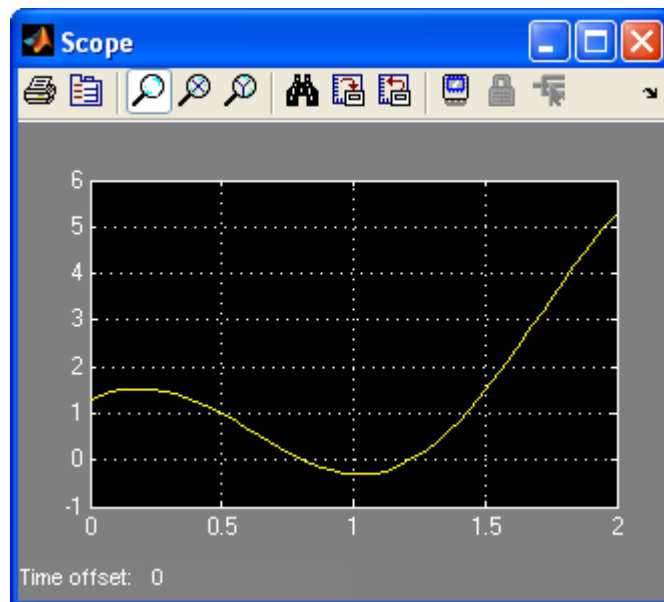


Рисунок 1.9 –График заданного сигнала на экране виртуального осциллографа

**Задание 1.2.** Моделирование сигнала заданной формы

1.  $x(t) = (2 + \sin(2t))^2$ .
2.  $x(t) = (2 + 0,5\sin(2t))^{1/2}$ .
3.  $x(t) = te^{-t}\cos(2\pi t + \pi/4)$
4.  $x(t) = 1.5 + 0.7t - 0.05t^2 - (e^{-3t} + t^3)^{1/3}$

**Задание 1.3.** Моделирование интегрированного сигнала

В системах связи помехи и замирания, воздействующие на сигнал при его прохождении по каналу связи, имеют статистический характер и могут быть описаны при помощи различных законов распределений. В частности, замирания в канале связи при отсутствии прямой видимости между абонентом и базовой станцией имеют рэлеевский закон распределения; аддитивные помехи (шумы) часто описываются нормальным (гауссовским) законом распределения; временные интервалы между вызовами в сетях связи обычно имеют экспоненциальный закон распределения и т.д.

Построить модель для имитации смеси сигналов:

- синусоидального сигнала и белого шума;
- синусоидального сигнала и гауссова шума (с математическим ожиданием  $m=0$ , и дисперсией  $\sigma^2=0.01$ );

– синусоидального сигнала и шума с равномерным распределением.

Расположение источников сигналов в пакете Simulink:

1) Шум с равномерным распределением – Communications

Blockset/Comm Sources – рисунок 1.10: Uniform Noise Generator (Noise Lower Bound =0, Noise Upper Bound =1, Seed 0, Sample Time 0.01);

2) Гауссов шум – Communications Blockset/Comm Sources – рисунок 1.10: Gaussian Noise Generator (Mean Value  $M=0$ , Variance  $\sigma^2=1$ , Initial Seed 0, Sample Time 0.01);

3) Белый шум: Simulink/Sources – рисунок 1.4: Band – Limited White Noise;

4) Синусоидальный сигнал/Simulink–Sources– рисунок 1.4: Sine Wave (Amplitude 1, Frequency 1, Phase 0, Sample Time 0).

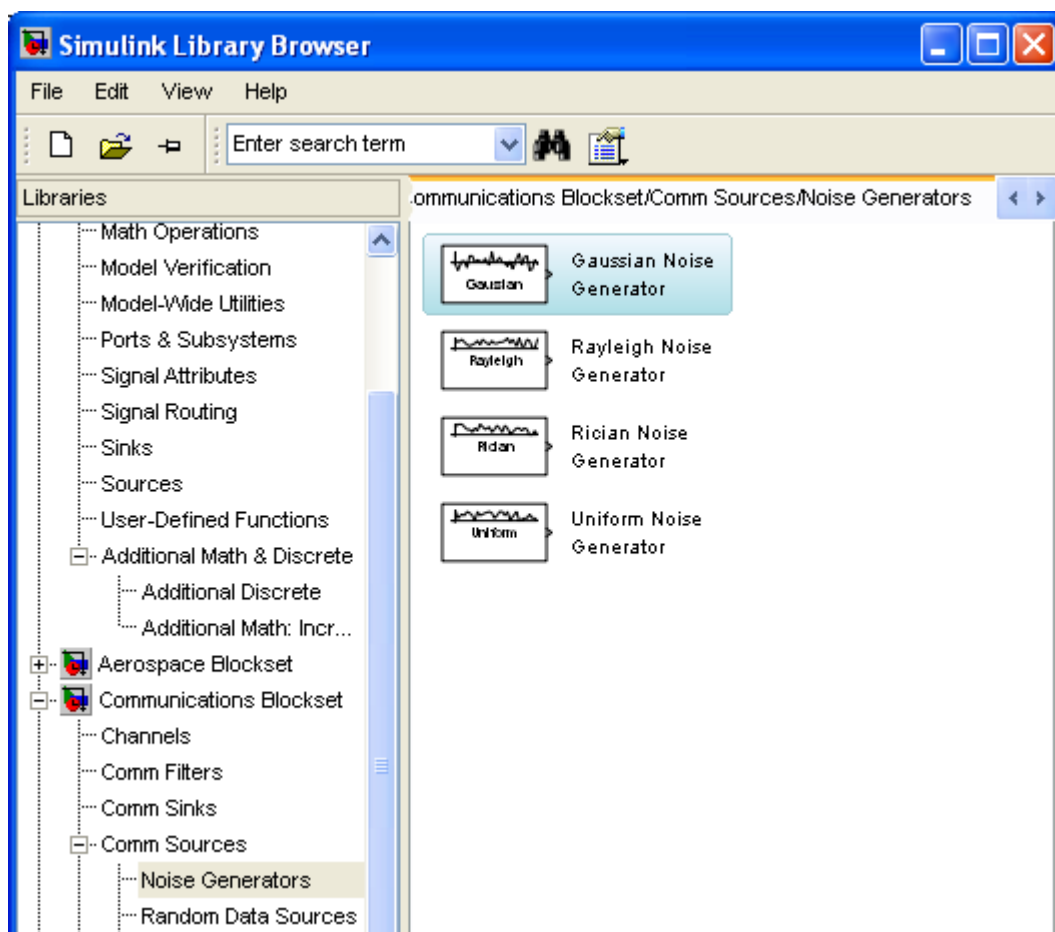


Рисунок 1.10 – Блоки библиотеки Communications Blockset/Comm Sources

Пример построения модели для имитации смеси синусоидального сигнала белого шума и график полученного в результате имитации результирующего сигнала представлены на рисунках 1.11, 1.12.

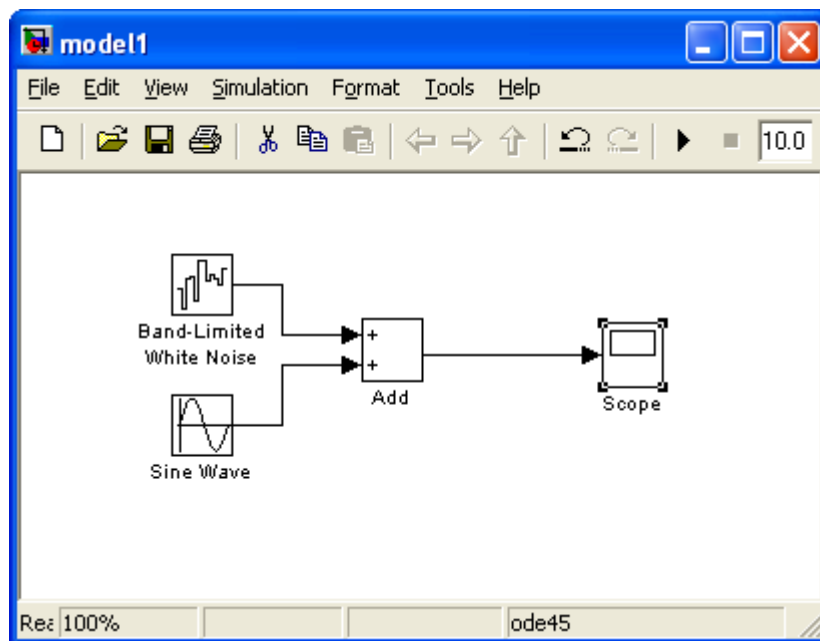


Рисунок 1.11– Модель имитации смеси сигналов синусоидального и белого шума

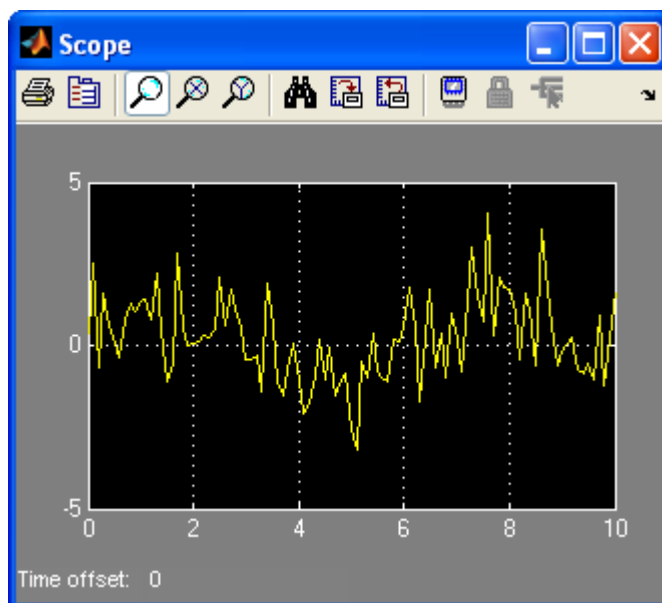


Рисунок 1.12 –Результат имитации смеси сигналов синусоидального и белого шума

**Содержание отчета и его форма**

Подготовьте отчет, в котором приведите технологию выполнения заданий.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) название работы;
- 2) цель лабораторной работы;
- 3) формулировку задания и технологию его выполнения;
- 4) ответы на контрольные вопросы;
- 5) приложение – файлы выполненных заданий.

### **Вопросы для защиты работы**

1. Для чего используется система MATLAB?
2. Как осуществляется программирование в среде MATLAB?
3. Для чего используется пакет Simulink?
4. Как с помощью Simulink можно моделировать поведение сложных систем?
5. На какой технологии основана разработка моделей средствами SIMULINK (S-модели)?
6. Для начала работы необходимо создать новый файл с расширением \*.mdl (Simulink model), в котором с помощью библиотек Simulink (рисунок 1.3) пользователь осуществляет графическую сборку любой системы из отдельных блоков, хранящихся в библиотеках Simulink.