

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
Кафедра бизнес-информатики и систем управления производством

Отчет по лабораторной работе №1 на тему:
«Моделирование линейных динамических систем»

по дисциплине
«Математическое моделирование»

Направление подготовки:
01.03.04 Прикладная математика

Выполнила:

Студентка группы БПМ-19-2
Багильдинская Мария Сергеевна

Проверил:

Доцент кафедры ИК
Добриборщ Дмитрий Эдуардович

Вариант №3

Цель работы. Ознакомление с пакетом прикладных программ SIMULINK и основными приемами моделирования линейных динамических систем.

Порядок выполнения работы.

1. Исследование модели вход-выход.

1.1. В соответствии с вариантом задания (см. табл.1.1), построить схему моделирования линейной динамической системы (1.1).

1.2. Осуществить моделирование системы при двух видах входного воздействия — $u = 1(t)$ и $u = 2 \sin t$ — и нулевых начальных условиях. На экран выводить графики сигналов $u(t)$ и $y(t)$. Продолжительность интервала наблюдения выбрать самостоятельно.

1.3. Осуществить моделирование свободного движения системы, т.е. с нулевым входным воздействием и ненулевыми начальными условиями, заданными в табл.1.2. На экран выводить $y(t)$.

2. Исследование модели вход-состояние-выход.

2.1. В соответствии с вариантом задания (см. табл.1.3), построить схему моделирования линейной динамической системы (1.2а).

2.2. Осуществить моделирование линейной динамической системы при двух видах входного воздействия: $u = 1(t)$ и $u = 2 \sin t$. На экран выводить графики сигналов $u(t)$ и $y(t)$. Для всех вариантов начальное значение вектора состояния нулевое.

2.3. Осуществить моделирование свободного движения системы с начальными условиями, приведенными в табл.1.4. На экран выводить $y(t)$

Ход работы

1. Исследование модели вход-выход.

1.1 Построение схемы моделирования линейной динамической системы

Исходная модель вход-выход имеет вид

$$\ddot{y} + 2\ddot{y} + 4\dot{y} + 5y = 5\ddot{u} + 7,5u$$

Замена: $s = d/dt$

$$s^3y + s^22y + s4y + 5y = s^25u + 7,5u$$

$$s^3y = s^25u + 7,5u - s^22y - s4y - 5y$$

$$s^3y = s^2(5u - 2y) - s4y + (7,5u - 5y) \mid : s^3$$

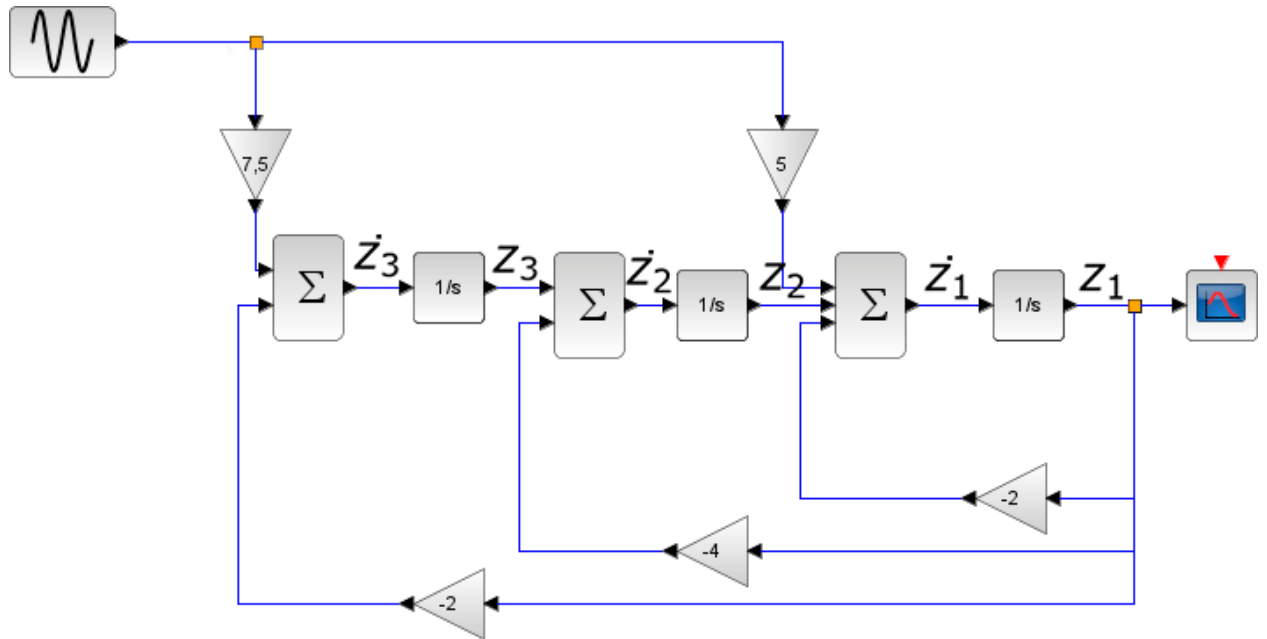
$$y = \frac{1}{s}(5u - 2y) + \frac{1}{s^2}(-4y) + \frac{1}{s^3}(7,5u - 5y)$$

Обозначим выходные сигналы интеграторов через z_1 , z_2 и z_3 , тогда $z_1 = 5u - 2y$

$$z_2 = -4y$$

$$z_3 = 7.5u - 5y$$

Схема моделирования системы:

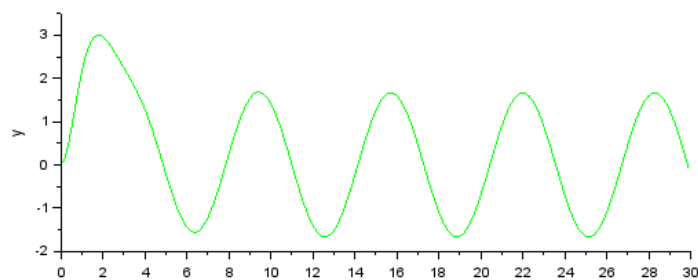
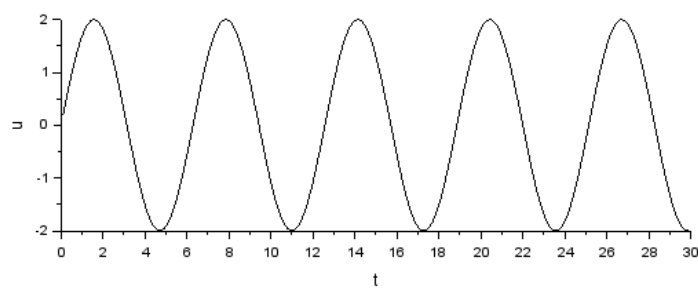


1.2 Моделирование системы при двух видах входного воздействия — $u = 1(t)$ и $u = 2 \sin t$ — и нулевых начальных условиях.

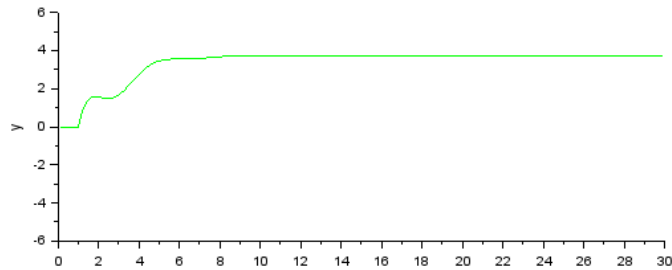
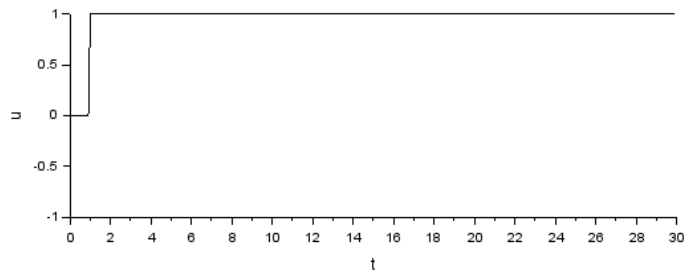
$$y(0) = \dot{y}(0) = \ddot{y}(0) = 0 \Rightarrow z_1(0) = z_2(0) = z_3(0) = 0$$

Выставим параметры блока CLOCK_с: период = 0.1 с, время инициализация = 0.1

График для входного воздействия $u = 2 \sin t$:



При $u = 1(t)$:



1.3. Моделирование свободного движения системы

По условию входное воздействие нулевое $u = 0$.

Даны следующие начальные условия, по которым вычислим $z_1(0)$, $z_2(0)$ и $z_3(0)$:

$$y(0) = 1$$

$$\dot{y}(0) = -0.4$$

$$\ddot{y}(0) = 0.2$$

Из схемы получим:

$$z_1 = y$$

$$\dot{z}_1 = \dot{y} = 5u - 2y + z_2$$

$$z_2 = \dot{y} - 5u + 2y$$

$$\dot{z}_2 = -4y + z_3$$

$$z_3 = \dot{z}_2 + 4y = \ddot{y} - 5\dot{u} + 2\dot{y} + 4y$$

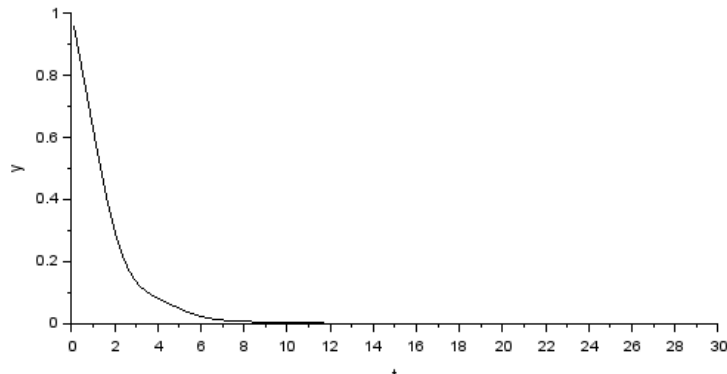
Отсюда

$$z_1(0) = 1$$

$$z_2(0) = -0.4 - 5 * 0 + 2 * 1 = 1.6$$

$$z_3 = 0.2 - 5 * 0 - 2 * 0.4 + 4 = 3.4$$

Получим следующий график:



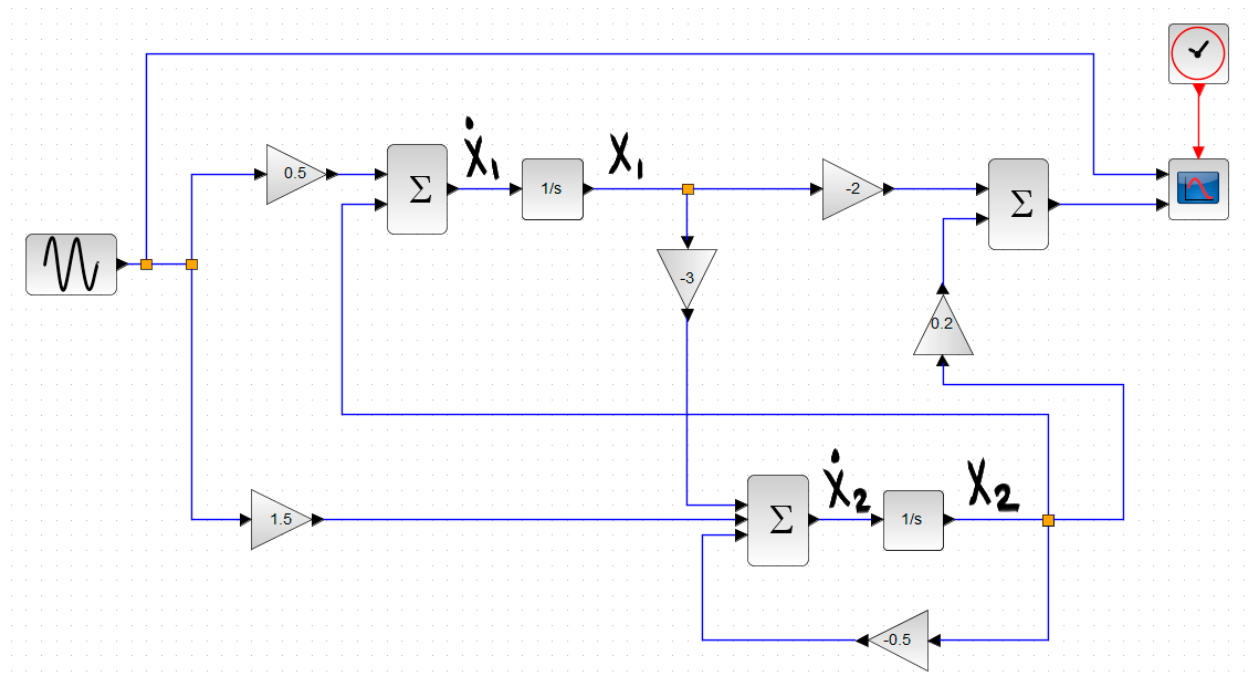
2. Исследование модели вход-состояние-выход.

2.1. Построение схемы моделирования линейной динамической системы

По заданным условиям построим следующую систему:

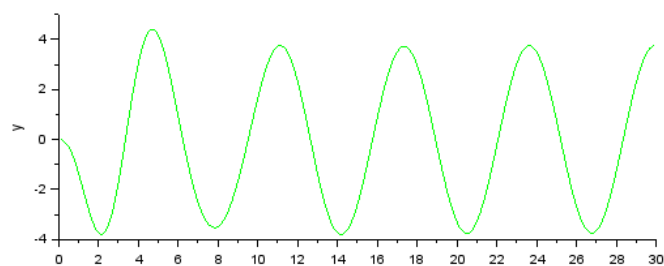
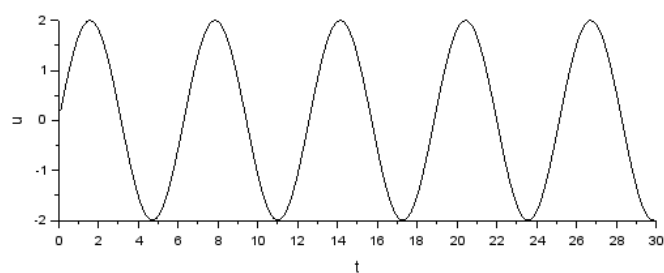
$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 + 0.5u \\ \dot{x}_2 = -3x_1 - 0.5x_2 + 1.5u \\ y = 2x_1 + 0.2x_2 \end{cases}$$

Схема моделирования линейной динамической системы:

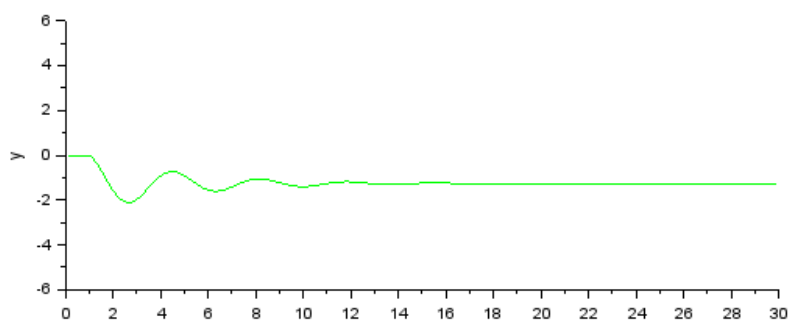
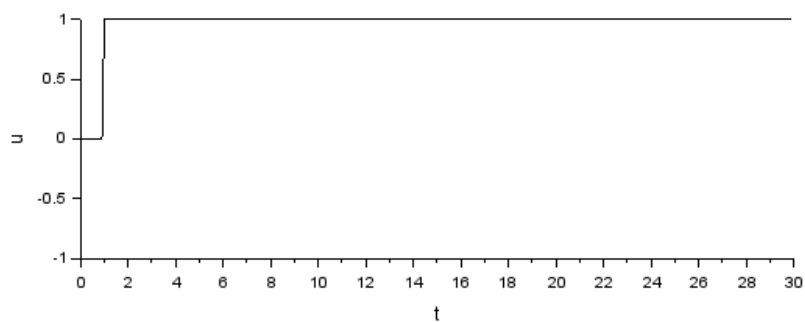


2.2. Моделирование линейной динамической системы при двух видах входного воздействия:

Графики для $u = 2\sin t$

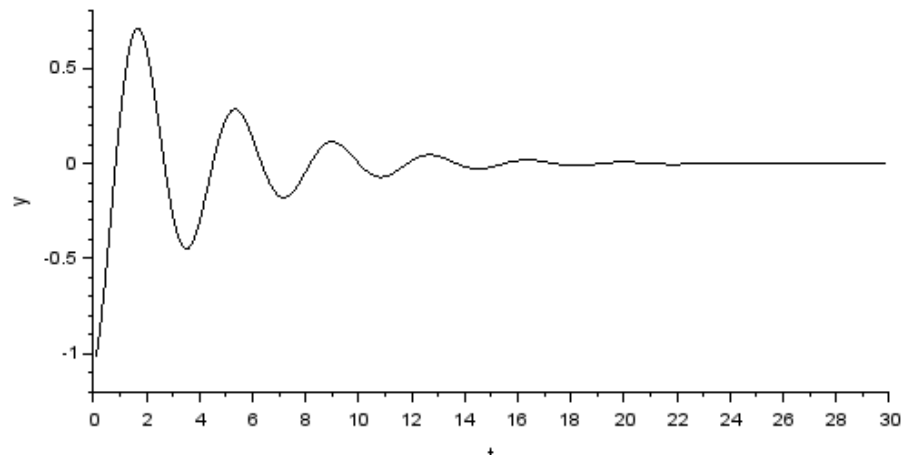


Для $u = 1(t)$



2.3. Моделирование свободного движения системы:

График для начальных условий $x_1(0) = 0.5$, $x_2(0) = -0.4$ и нулевого входного воздействия:



Вывод:

Я ознакомилась с пакетом прикладных программ SIMULINK и основными приемами моделирования линейных динамических систем.