

НАУЧНО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО
ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

Отчет по лабораторной работе №1
Моделирование линейных динамических систем

Выполнил студент группы R3380
Преподаватели

Мовчан И.Е.
Лопарев А.В., Золотаревич В.П.

Санкт-Петербург
2024

1 Цель работы

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

2 Модель вход-выход

Согласно данным из 11 варианта, построим схему моделирования динамической системы вида

$$y^{(2)} + 0.8y' + 30y = 3u' + 30u,$$

переписываемую через оператор дифференцирования $s = \frac{d}{dt}$:

$$y = \frac{1}{s}(3u - 0.8y) + \frac{1}{s^2}(30u - 30y).$$

Вводя новые переменные $z_1 = y$ и $z_2 = y' - 3u + 0.8y$ (выходы интеграторов), можем смоделировать систему в simulink:

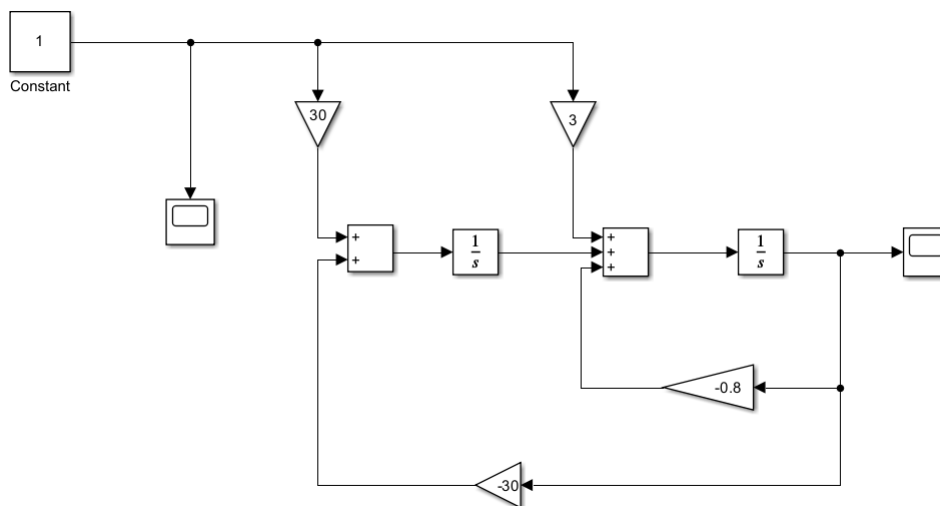


Рис. 1: Схема модели вход-выход

Теперь, если задать вход $u = 1(t)$, то нулевым начальным условиям по непрерывности слева входа будут соответствовать условия

$z_1(0) = y(0) = 0$, а $z_2(0) = y'(0) - 3u(0-) + 0.8y(0) = 0$ (аналогично для входа $2 \sin(t)$).

Графики $u(t)$ и $y(t)$ (при интервале времени от 0 до 15) будут следующими:

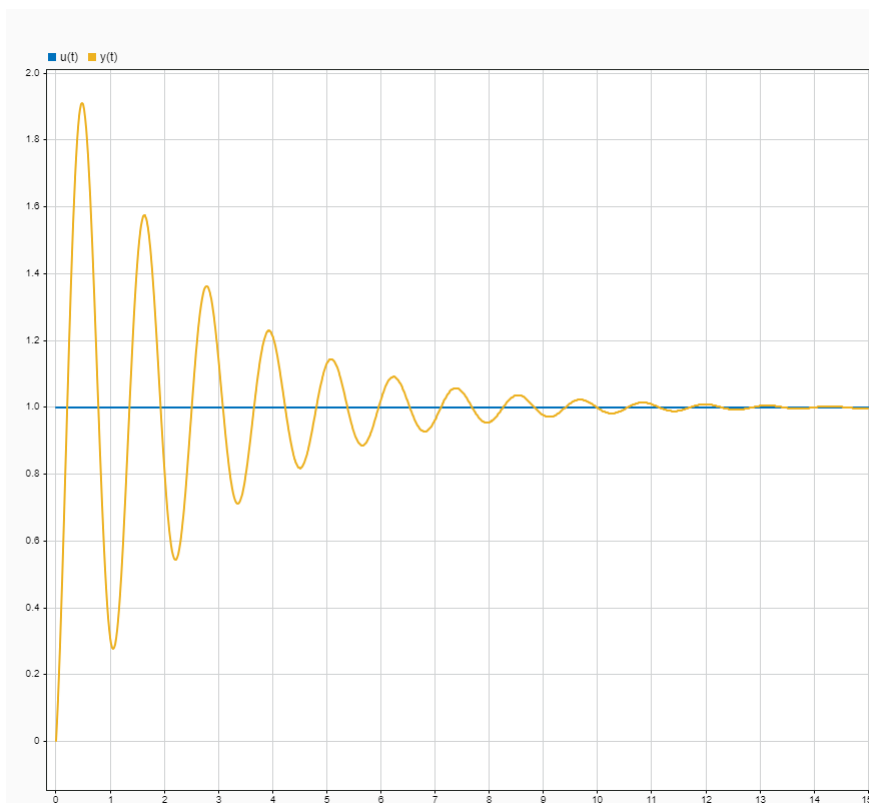


Рис. 2: Графики модели вход-выход при $u = 1(t)$

Аналогичные рассуждения для $u = 2 \sin(t)$ дают рисунок 3 (схема представлена на рисунке 4):

Попробуем теперь поставить ненулевые начальные условия (согласно варианту) $y(0) = 1$, $y'(0) = 0.5$, а в качестве входной сигнал оставить нулевым. Тогда $z_1(0) = y(0) = 1$, а $z_2(0) = y'(0) - 3u(0) + 0.8y(0) = 0.5 + 0.8 = 1.3$; график $y(t)$ с интервалом времени от 0 до 15 секунд представлен на рисунке 5.

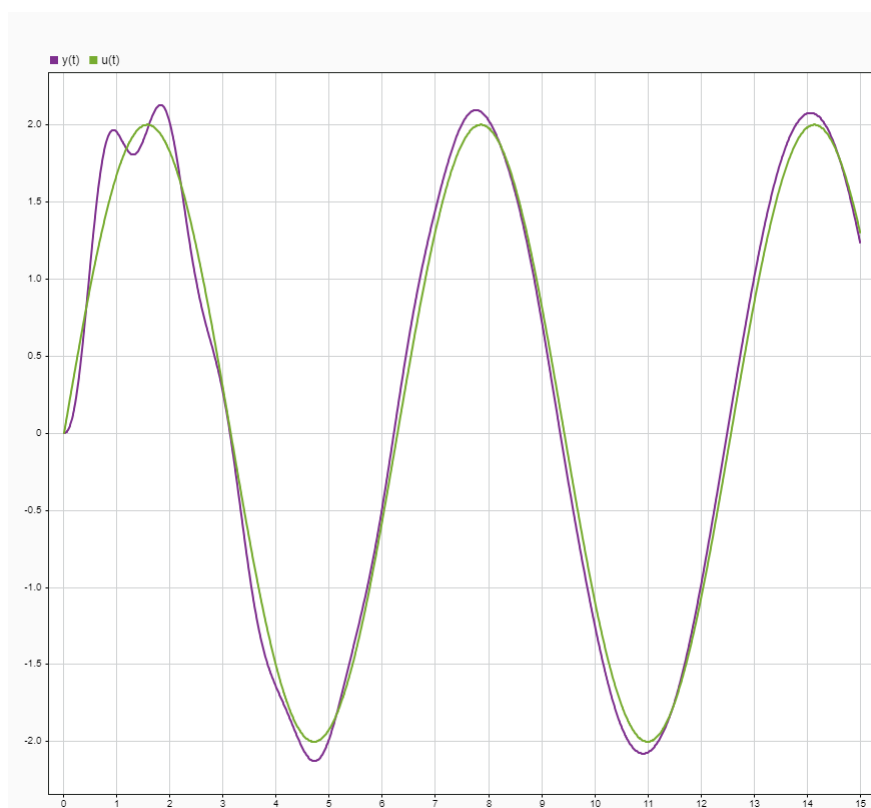


Рис. 3: Графики модели вход-выход при $u = 2 \sin(t)$

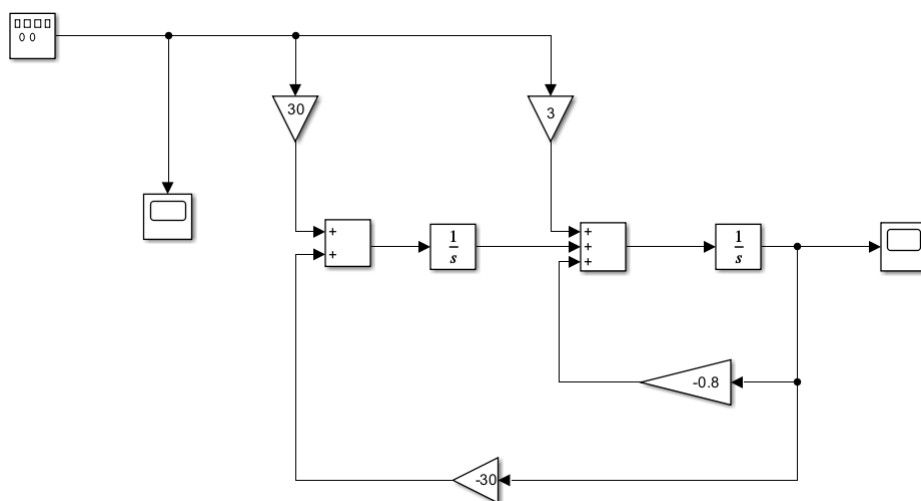


Рис. 4: Схема модели вход-выход при $u = 2 \sin(t)$

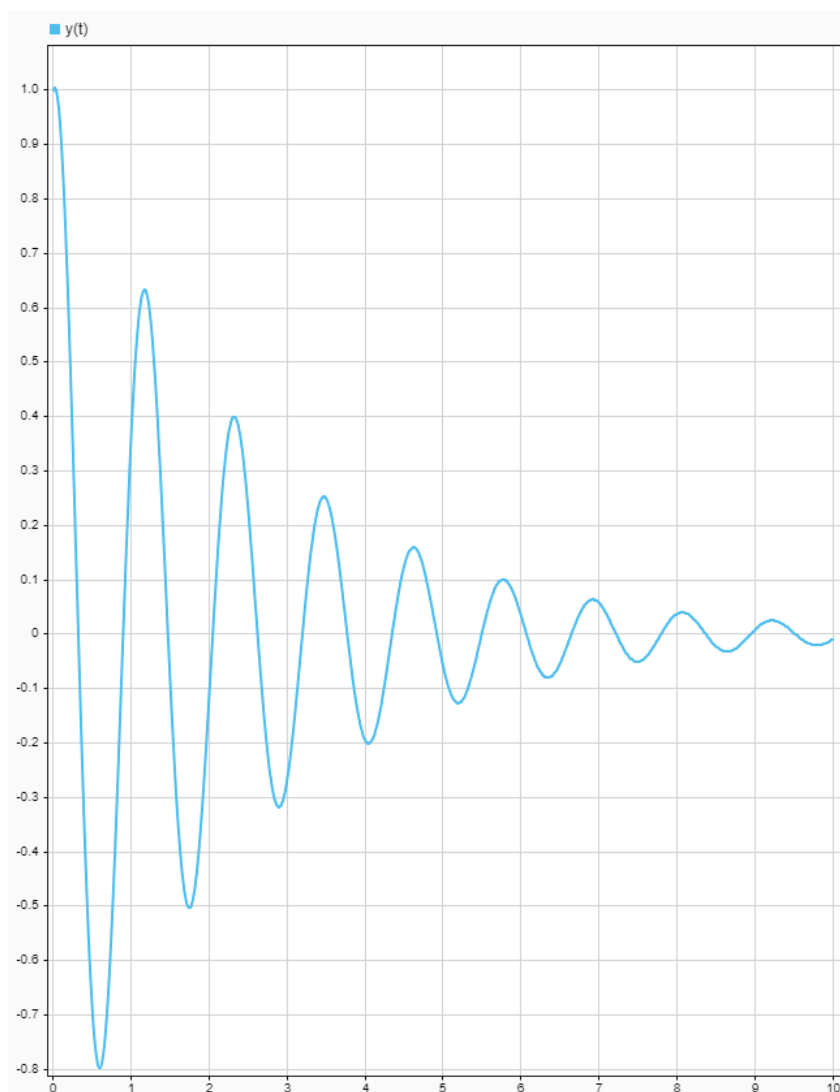


Рис. 5: График выходного сигнала с ненулевыми начальными условиями

3 Модель вход-состояние-выход

Модель задаётся системой:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = 0 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + 0 \cdot u \\ \dot{x}_2 = -4 \cdot x_1 - 1 \cdot x_2 + 2 \cdot x_3 + 2 \cdot u \\ \dot{x}_3 = 0 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 - 2 \cdot x_3 + 1 \cdot u \\ y = 1 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0.5 \cdot x_3 \end{cases}$$

Соответствующая схема моделирования:

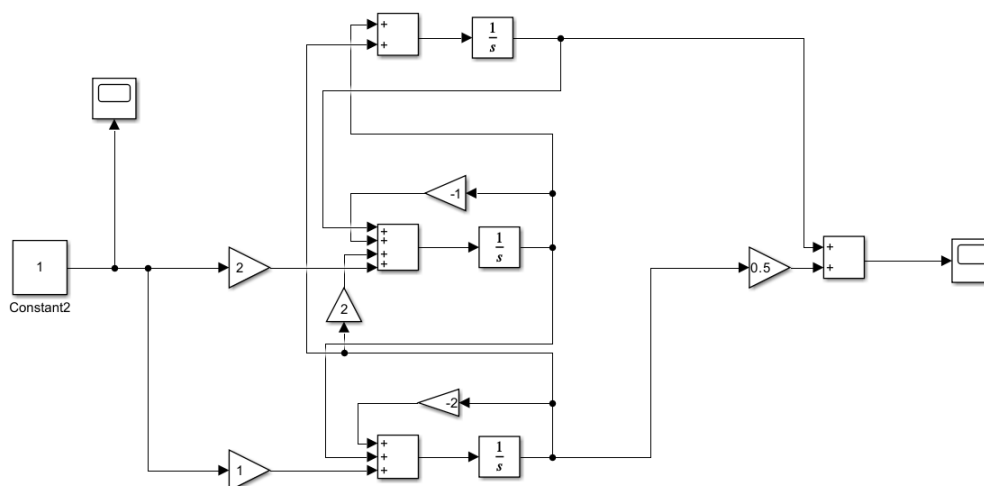


Рис. 6: Схема модели вход-выход при $u = 1(t)$

Графики $u(t)$ и $y(t)$ при $u = 1(t)$ и $u = 2 \sin(t)$ и нулевых начальных условиях представлены на рисунках 7 и 8, а для ненулевых начальных условий $x_1(0) = 0.5$, $x_2(0) = -2$, $x_3(0) = 0$ и константном нулевом на входе на рисунке 9

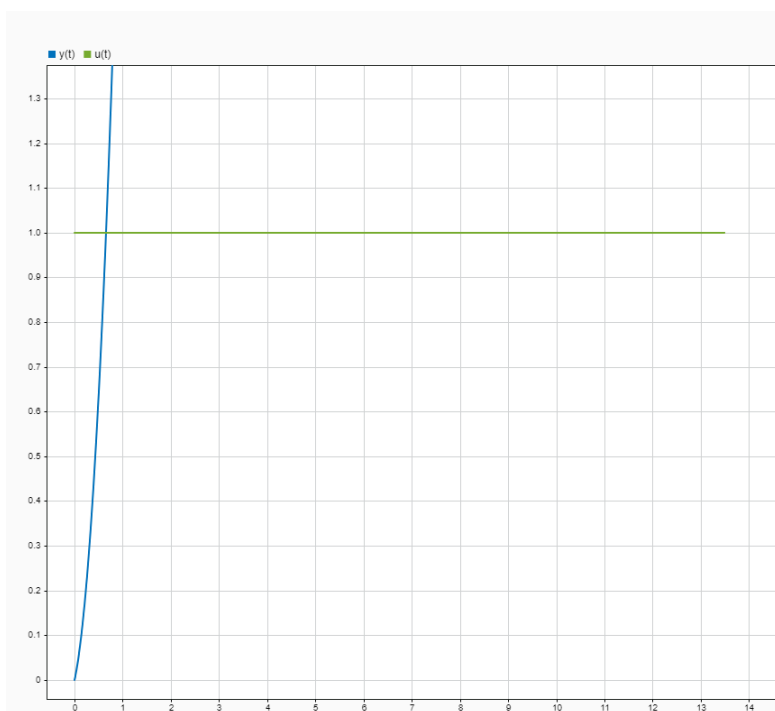


Рис. 7: Графики модели вход-состояние-выход при $u = 1(t)$

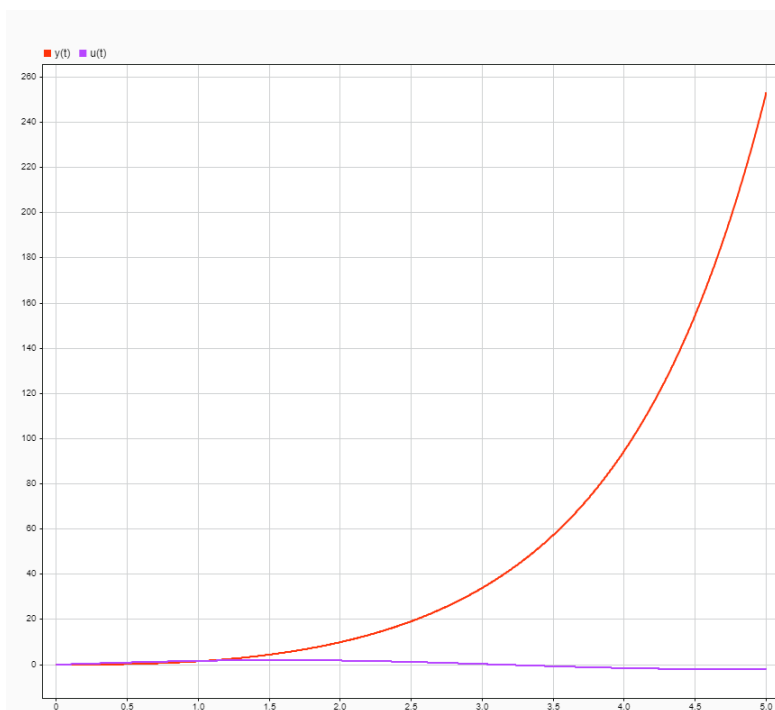


Рис. 8: Графики модели вход-состояние-выход при $u = 2 \sin(t)$

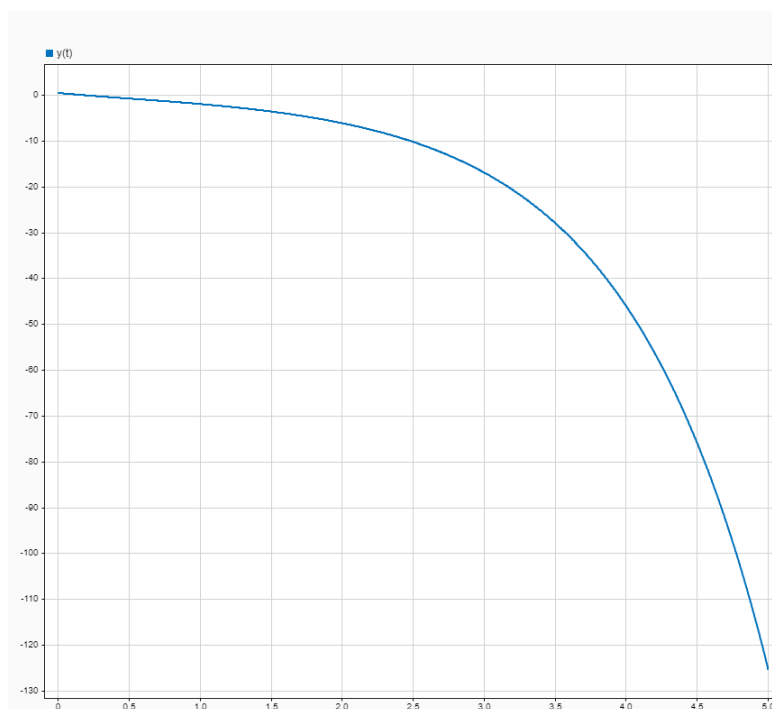


Рис. 9: График выхода модели при ненулевых начальных условиях

4 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы было изучено построение схем моделей вход-состояние-выход и вход-выход, изучен инструмент вывода графиков в simulink.