Лабораторная работа №1

“Формы представления линейных систем”

Вариант 6

Выполнил: Галкина Е. Д.

Группа: R33372

Преподаватель: Пашенко Артем Витальевич

Университет ИТМО  
2023

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ 2](#_Toc145640660)

[Задание №1 3](#_Toc145640661)

[Задание №2 5](#_Toc145640662)

[Задание №3 8](#_Toc145640663)

[Задание №4 12](#_Toc145640664)

[Задание №5 14](#_Toc145640665)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 18](#_Toc145640666)

# **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

## **Задание №1**

Формулировка задания: Одноканальная система в форме вход-выход. Возьмите коэффициенты , , , , , из таблицы 1 в соответствии с вашим вариантом и рассмотрите уравнение

Выполните моделирование при входном воздействии u(t) = 1(t) и нулевых начальных условиях. Приведите в отчете схему моделирования и графики входного воздействия u(t) и выхода y(t).

*Таблица 1. Исходные данные для заданий 1 и 2*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант |  |  |  |  |  |  |
| №6 | 9 | 3 | 6 | 12 | 7 | 7 |

Решение: Одноканальная система в форме вход-выход с коэффициентами в соответствии с вариантом, из таблицы 1 подставим в уравнение (1):

Для построения модели в MATLAB необходимо выразить :

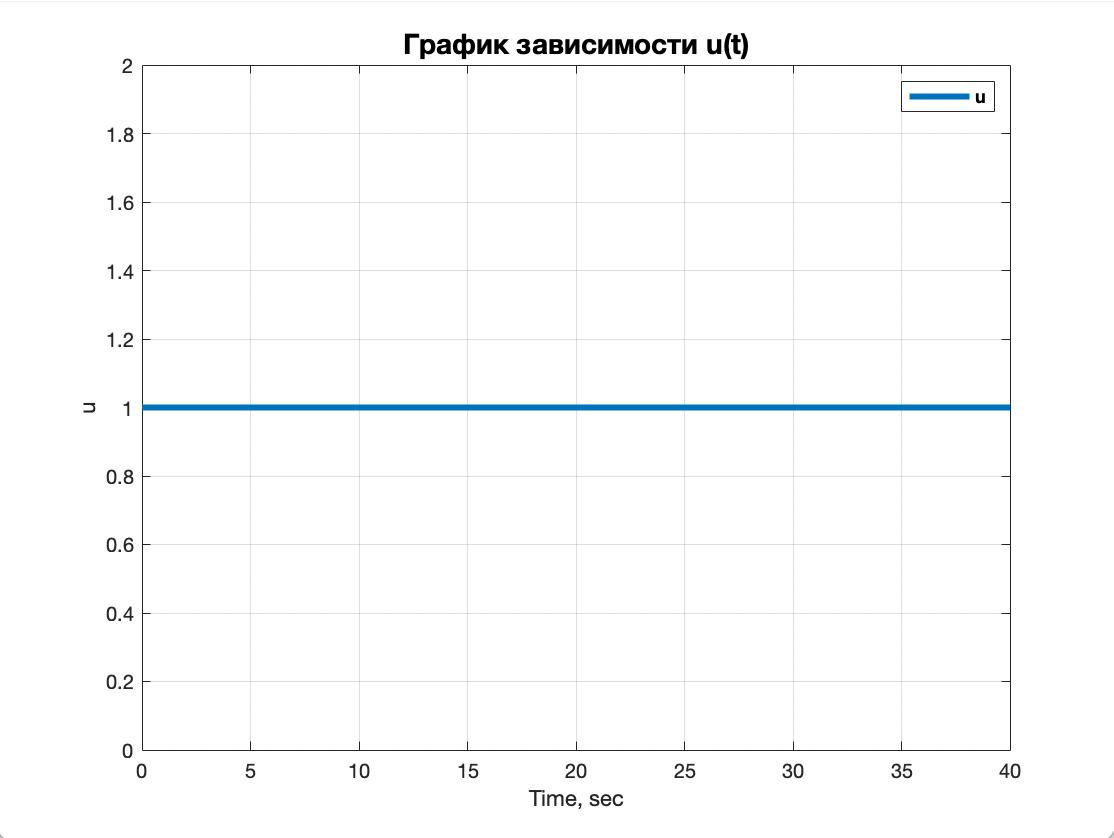
Заменим производные оператором p и выразим y:

*Изображение выглядит как диаграмма, линия, План, Технический чертеж

Автоматически созданное описание*

*Рисунок 1 - Схема моделирования 1 заданияИзображение выглядит как текст, График, линия, диаграмма

Автоматически созданное описание*



Вывод: Проанализировав уравнение по передаточной функции можно сказать, что система физически реализуема. При заданных коэффициентах и нулевых начальных условиях система приходит в равновесие через 40 секунд.

## **Задание №2**

Формулировка задания: Переход от формы вход-выход к форме вход-состояние-выход. Возьмите коэффициенты , , , , , из задания 1. Определите передаточную функцию системы. Постройте математические модели вход-состояние-выход в одной из канонических форм: канонической управляемой для четных и канонической наблюдаемой для остальных вариантов. Выполните сравнительное моделирование полученных форм представления системы при входном воздействии u(t) = 1(t) и нулевых начальных условиях. Приведите в отчете схемы моделирования и графики входного воздействия u(t) и выхода y(t), сделайте выводы.

Решение: Уравнение (2) преобразуем из формы вход-выход к форме состояния вход-состояние-выход с помощью формулы (4):

В формуле (4) , , - состояния, , , , , , - коэффициенты.

Так же матрицы включающие в себя коэффициенты имеют отдельные названия.

матрица А, матрица состояния системы;   
 матрица B, управления

, наблюдения

Так же в отдельных случаях, когда относительный порядок системы равен нулю, существует матрица D, матрица связи, она просачивается сразу на выход.

Подставив соответствующие коэффициенты получим:

Далее воспользуемся блоком state-space (рис. 3): туда нужно ввести соответствующие матрицы (рис. 2). Матрица D отсутствует и равна нулю так как относительный порядок системы больше нуля.

*Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание  
Рисунок 2 - Пример ввода матриц в блок state-space*

***Изображение выглядит как Шрифт, текст, диаграмма, линия

Автоматически созданное описание***

*Рисунок 3 - Схема моделирования 2 задания*

***Изображение выглядит как текст, График, линия, диаграмма

Автоматически созданное описание***

Изображение выглядит как текст, График, линия, число

Автоматически созданное описание

Вывод: график выхода так же имеет затухающие колебания и через 40 секунд система успокаивается. Графики выхода первого и второго задания получились одинаковые.

## **Задание №3**

Формулировка задания: Многоканальная система в форме вход-выход. Возьмите коэффициенты *, , , , , , ,* из таблицы 2 в соответствии с вашим вариантом и рассмотрите систему

где

Выполните моделирование при входных воздействиях u1(t) = 1(t) и u2(t) = 2sin(t) и нулевых начальных условиях. Приведите в отчете схему моделирования и графики входных воздействий u1(t) и u2(t) и выходов y1(t) и y2(t).   
  
*Таблица 2: Исходные данные для задания 3*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант |  |  |  |  |  |  |  |  |
| №6 | p+19 | p+3 | p+6 | p+2 | 7 | 7 | 5 | 6 |

Решение: упростим уравнение (6) выразив y:

Найдем :

Найдем определитель матрицы A () и транспонированную матрицу c коэффициентами, соответствующими варианту:

Подставим найденные множители в (9) и до множим на матрицу B и u:

Чтобы понять какое из слагаемых относится к первому входу или выходу, представим y и u как вектор:

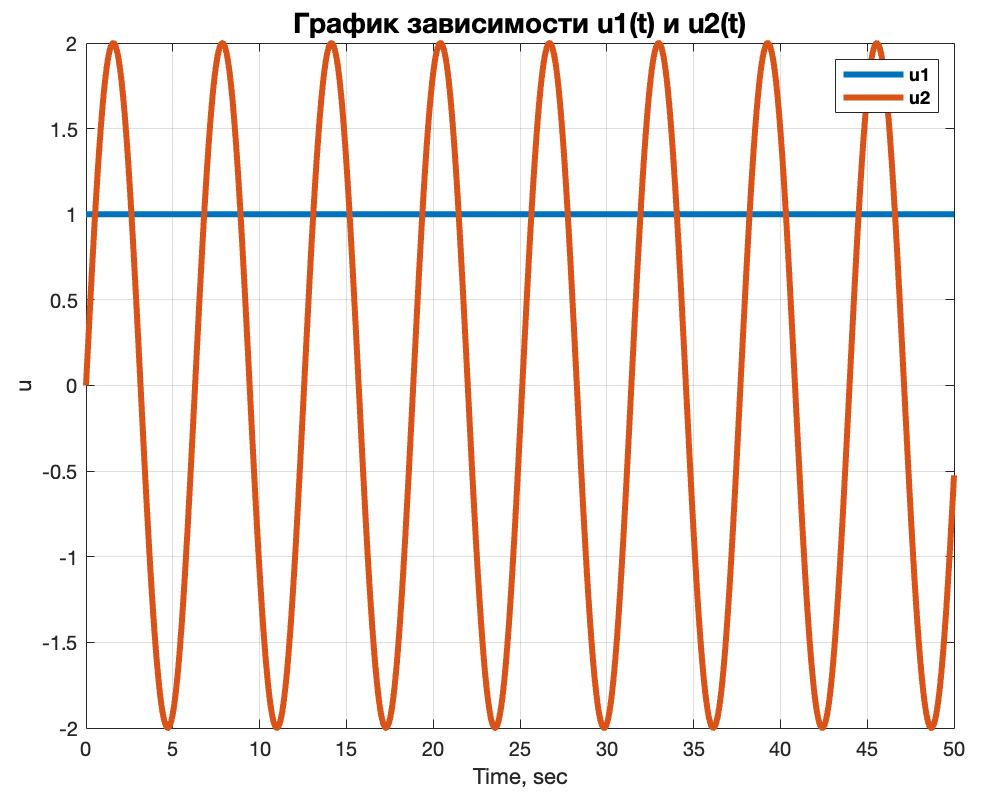
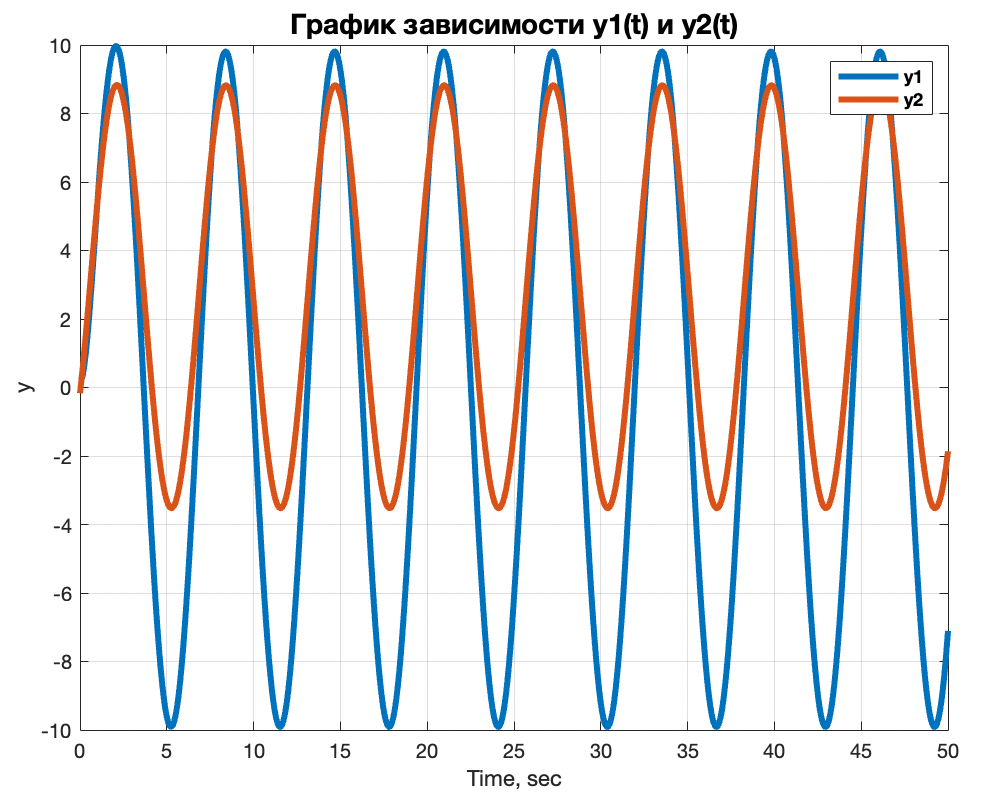
Умножив правую сторону (11), можно заметить какие из выражений относятся к каждому входу и выходу:

Благодаря выражению (12) можно построить схему моделирования:

***Изображение выглядит как диаграмма, План, Технический чертеж, линия

Автоматически созданное описание***

*Рисунок 4 - Схема моделирования 3 задания*

******

Вывод: Относительный порядок данной системы равен нулю, возможно, из-за этого система не приходит к устоявшемуся значению, но при этом амплитуда колебаний не растет.

## **Задание №4**

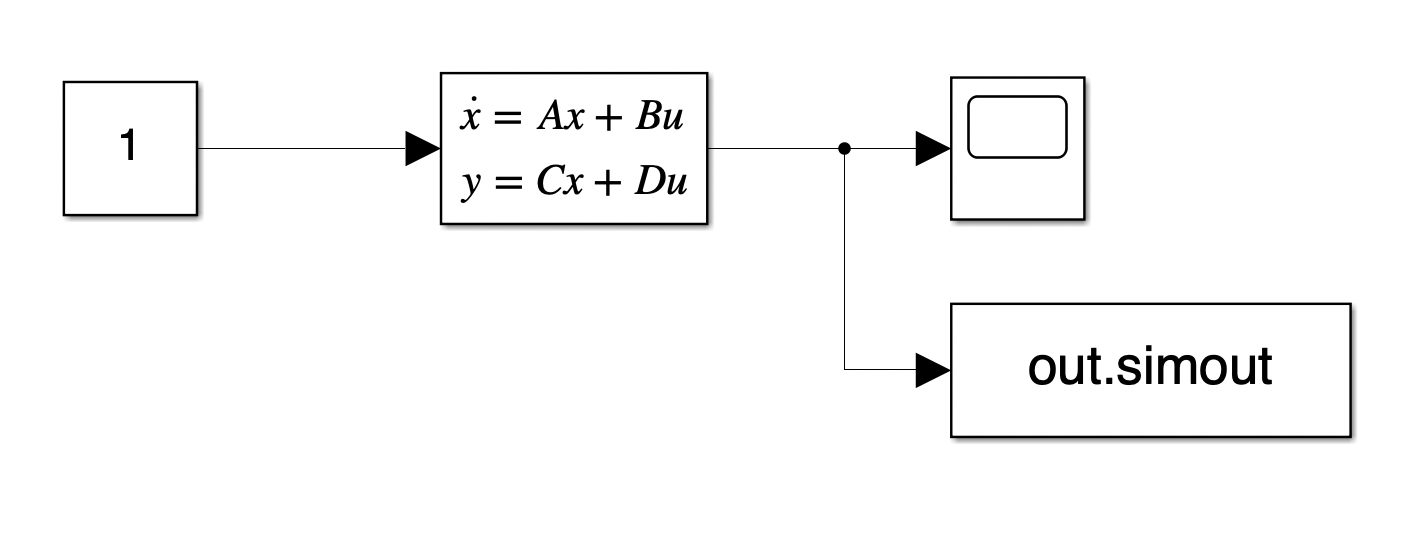
Формулировка задания: Одноканальная система в форме вход-состояние-выход. Возьмите матрицы A, B и C из таблицы 3 в соответствии с вашим вариантом и рассмотрите систему

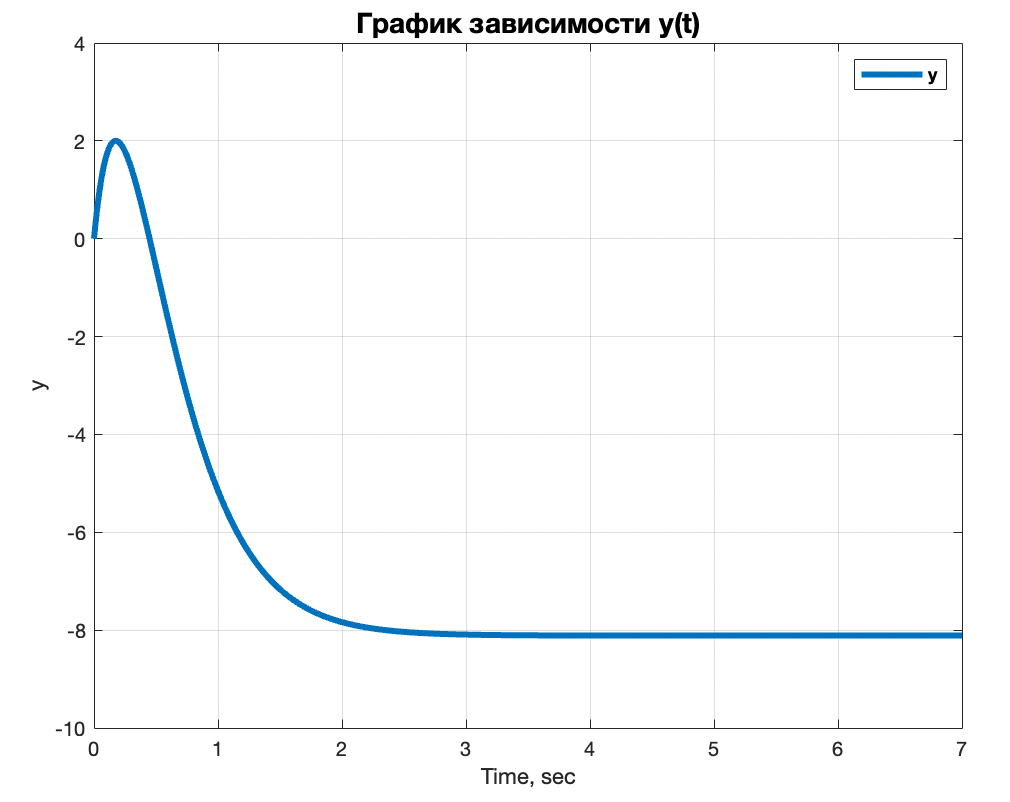
Выполните моделирование при входном воздействии u(t) = 1(t) и нулевом начальном значении вектора состояния. Приведите в отчете схему моделирования и графики входного воздействия u(t) и выхода y(t).

*Таблица 3: Исходные данные для задания 4*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | A | B | C |
| №6 |  |  |  |

Решение: заполним матрицы A, B, C согласно варианту и введем их в блок state-space (рис. 5), затем построим модель (рис. 6):

**

*Рисунок 5 - Схема моделирования 4 задания*

*Изображение выглядит как текст, линия, График, число

Автоматически созданное описание*

Вывод: путем преобразований системы как в задании 5 (уравнения (16) - (19)) было выявлено, что система реализуема, ее относительный порядок равен единице, а порядок двум.

## **Задание №5**

Формулировка задания: Многоканальная система в форме вход-состояние-выход. Возьмите матрицы A, B и C из таблицы 4 в соответствии с вашим вариантом и рассмотрите систему

Выполните моделирование при входных воздействиях u1(t) = 1(t) и u2(t) = 2sin(t) и нулевом начальном значении вектора состояния. Приведите в отчете схему моделиро- вания и графики входных воздействий u1(t) и u2(t) и выходов y1(t) и y2(t).

*Таблица 4: Исходные данные для задания 5*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | A | B | C |
| №6 |  |  |  |

Решение: перепишем уравнение (14) в матричной форме:

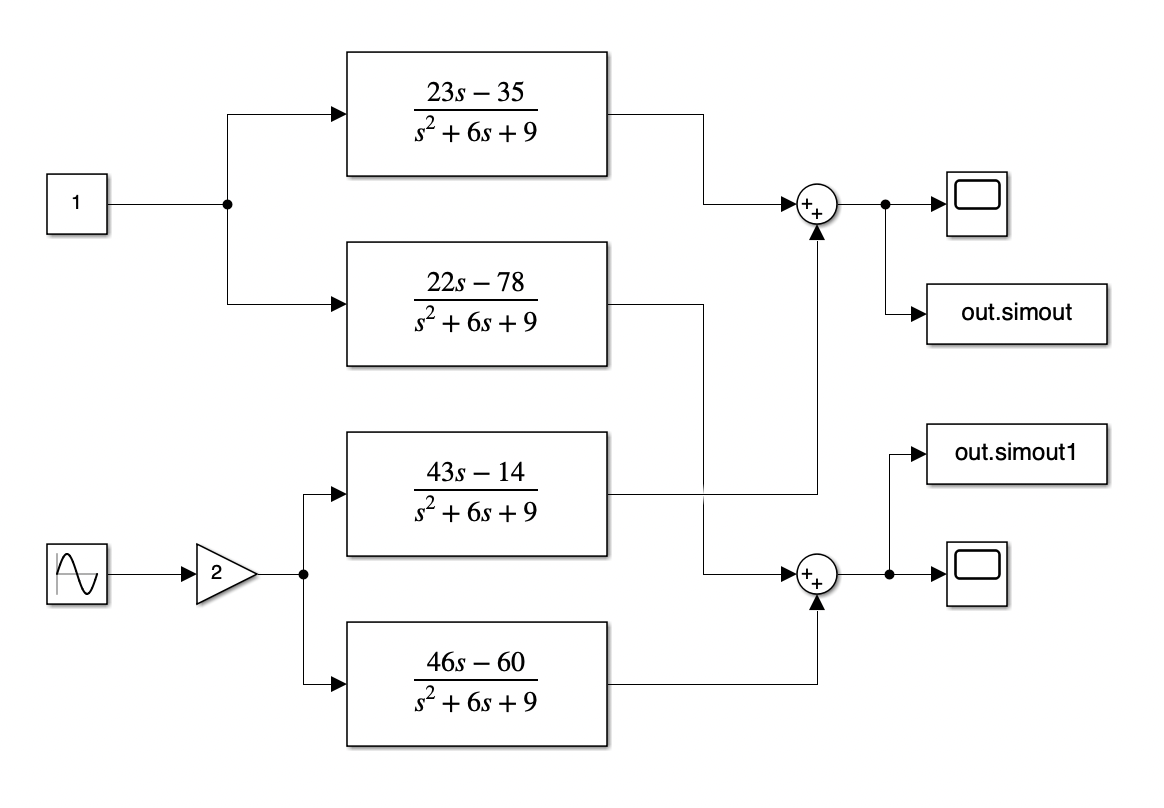
Вынесем оператор в отдельную матрицу:

Приведем подобные слагаемые:

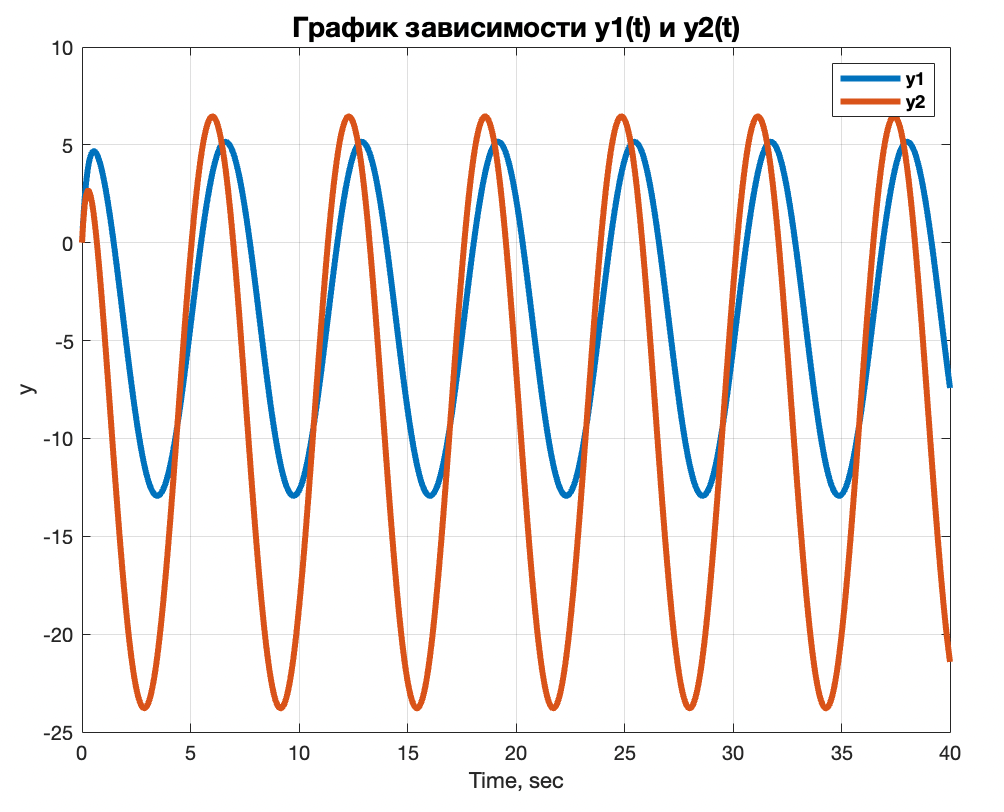
До множим на :

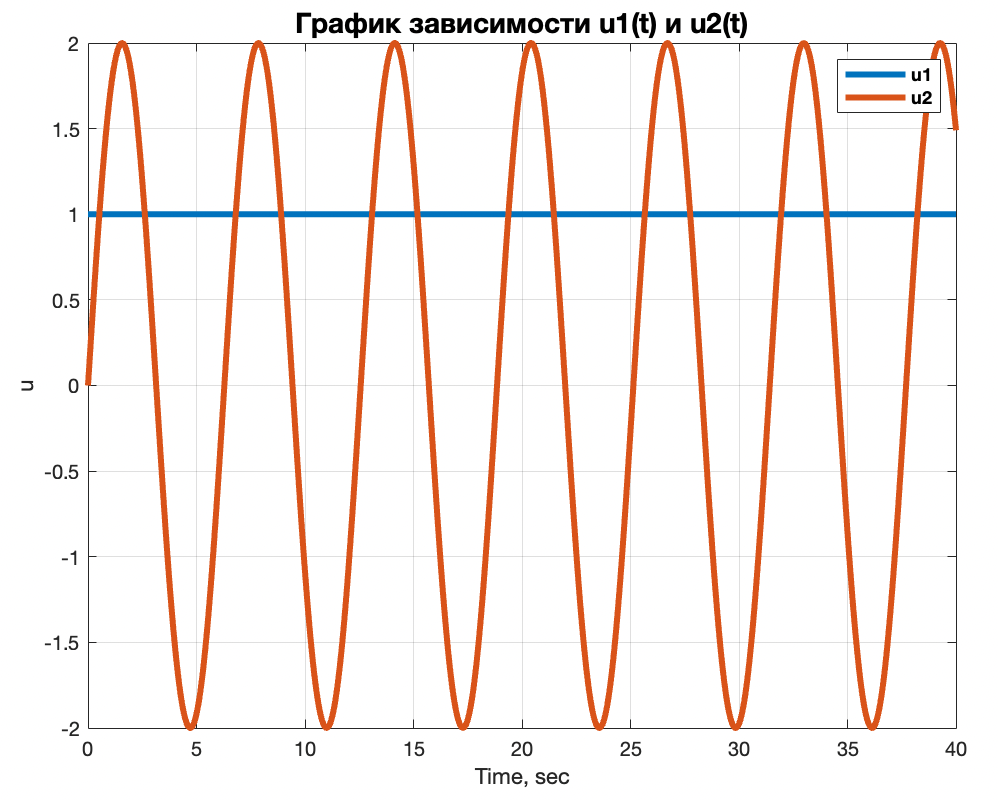
Подставим правую часть (17) в (15) в матричной форме:

Далее найдем обратную матрицу как в задании 3 и получим аналогичное выражение:

****

*Рисунок 7 - Схема моделирования 5 задания*



****

Вывод: система реализуема, но колебания незатухающие, скорее всего это говорит о том, что реализуемость системы не связана с ее результативностью и достижению ей затухания.

# **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе данной работы я научилась работать в MATLAB, построила различные графики. Так же попыталась выявить закономерность колебаний выхода от передаточной функции, но заметить закономерность не вышло, потому что колебания выхода становились незатухающими из-за подающегося на вход синуса, таким образом на выход повлияло начальное состояние системы, а не передаточная функция. Зависимости между входами и выходами в многоканальной системе не удалось заметить: в одном случае (5 задание), когда на вход подается константа амплитуда выхода меньше, чем так, где на вход подавался синус. В 3 задании противоположная ситуация. Следовательно связь между входом и выходом в этом случае контролируется самой передаточной функцией, это связано с тем, что входные сигналы как бы перемешиваются.   
Задание 4 и 1 я попробовала сравнить на достижение системой равновесия. Передаточная функция в двух случаях имеет одинаковые параметры. Но графики сильно отличаются амплитудой и количеством колебаний. Это говорит о том, что весомо повлиять на систему могут не только порядок и реализуемость, но и численные коэффициенты.