ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

по дисциплине: «Моделирование систем управления»

Выполнил

студент группы СУА–21

Васильев В.А.

Проверил

Волуева О.С.

Донецк

2025

**Лабораторная работа №1**

**АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ И РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ БАЗЫ ДАННЫХ**

**Вариант №1**

**Цель работы:** Приобретение практических навыков в получении описания объекта управления в канонической форме наблюдаемости (КФН) и канонической форме управляемости (КФУ) по схемам моделирования. Проверка результатов путем моделирования в пакете Matlab/Simulink.

**Порядок выполнения работы:**

1. Согласно варианту, получить описание объекта управления (ОУ) во временной области (в пространстве состояний) в КФУ и КФН:

КФУ получить для ОУ, заданного посредством передаточной функции; КФН – для ОУ, заданного матричной передаточной функцией.

При получении КФУ сначала построить структурную схему моделирования ОУ, а затем по этой структуре написать векторно-матричные уравнения динамики ОУ.

При получении КФН необходимо перейти к дифференциальному уравнению n-го порядка, преобразовать его в систему из n дифференциальных уравнений 1-го порядка (форма Коши) и по данной системе написать векторно-матричные уравнения динамики ОУ, а также построить структурную схему моделирования ОУ в КФН.

2. Проверить свои результаты с помощью пакета прикладных программ Matlab – Simulink:

2.1 Полученную в п.1 модель ОУ в КФУ задать в m.файле. Построить переходные характеристики переменных состояния и выхода объекта.

2.2 Провести моделирование структурной схемы ОУ в КФУ, полученной в п.1 с помощью Simulink. Сравнить результаты, полученные пунктах 2.1 и 2.2.

2.3 Полученную в п.1 модель ОУ в КФН задать в m.файле. Построить переходные характеристики переменных состояния и выхода объекта.

2.4 Провести моделирование структурной схемы ОУ в КФН, полученной в п.1 с помощью Simulink. Сравнить результаты, полученные пунктах 2.3 и 2.4.

2.5 Сделать выводы о способах описания КФУ, КФН.

**Исходные данные:**



**Ход работы:**

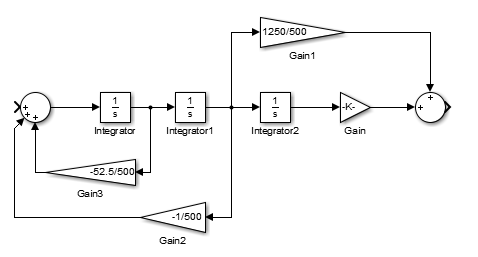
1. Согласно варианту, получим описание объекта управления (ОУ) во временной области (в пространстве состояний) в КФУ и КФН:

Представим функцию ОУ в наглядном виде, раскрыв скобки:

а) КФУ:

делим на 500s2:

Построим схему моделирования КФУ:



Представим уравнения динамики и уравнения выхода в векторно-матричной форме:

– уравнение динамики

– уравнение выхода

б) КФН:

– первое уравнение

*y = x1*

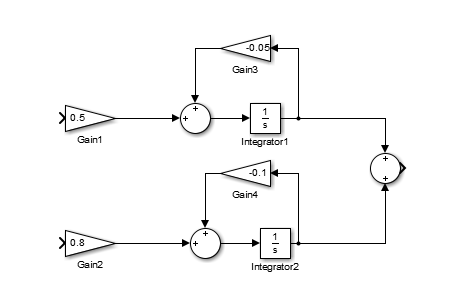
– второе уравнение

*y = x2*

Представим систему ОУ в форме Коши:

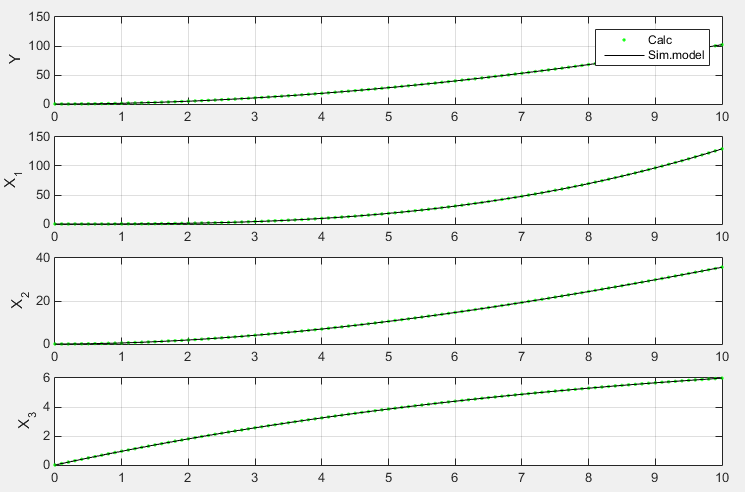
Представим уравнения динамики и уравнения выхода в векторно-матричной форме:

Построим схему для моделирования КФН:



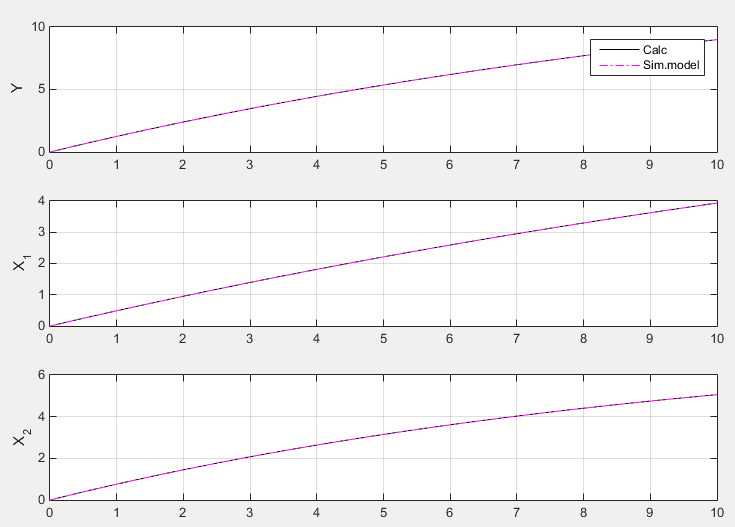
2. Проверим свои результаты с помощью пакета прикладных программ Matlab – Simulink:

2.1. Проведем моделирование модели и структурной схемы ОУ в КФУ, полученной в п.1 с помощью Simulink. Сравним полученные результаты:



Результаты моделирования математически заданной модели и структурной схемы КФУ совпадают, что свидетельствует о правильности представления как модели, так и схемы.

2.2. Проведем моделирование модели и структурной схемы ОУ в КФУ, полученной в п.1 с помощью Simulink. Сравним полученные результаты:



Результаты моделирования математически заданной модели и структурной схемы КФН совпадают, что свидетельствует о правильности представления как модели, так и схемы.

**Вывод:** в ходе выполнения лабораторной работы были приобретены практические навыки в получении описания объекта управления в канонической форме наблюдаемости (КФН) и канонической форме управляемости (КФУ) по схемам моделирования. Результаты проверены путем моделирования в пакете Matlab/Simulink.

В ходе работы были получены математические модели КФУ и КФН путем математических преобразований. Затем, каждая из форм была представлена сначала в виде структурной схемы с помощью прикладного пакета Simulink, а затем и в математически задана в исполнительном файле (.m – файле). Было проведено моделирование обоих способов описания как для КФУ, так и для КФН. На основании полученных результатов можно выяснить, что оба метода дают одинаковый результат, либо незначительно расходятся. Таким образом, выбор способа описания не принципиален.

Лист программы для моделирования и построения форм управляемости:

**Для КФУ:**

clc

clear all

sim('KFUsim');

A = [0 1 0; 0 0 1; 0 -1/500 -52.5/500];

B = [0; 0; 1];

C = [50/500 1250/500 0];

D = 0;

ss\_kfu = ss(A, B, C, D);

[ymn, tmn, xmn] = step(ss\_kfu, 10);

figure(1)

subplot(4, 1, 1)

plot(tmn, ymn, 'g.'); grid;

hold on

plot(tKFU, yKFU, 'k'); ylabel('Y'); legend('Calc', 'Sim.model')

subplot(4, 1, 2)

plot(tmn, xmn(:, 1), 'g.'); grid;

hold on

plot(tKFU, x1KFU, 'k'); ylabel('X\_1');

subplot(4, 1, 3)

plot(tmn, xmn(:, 2), 'g.'); grid;

hold on

plot(tKFU, x2KFU, 'k'); ylabel('X\_2');

subplot(4, 1, 4)

plot(tmn, xmn(:, 3), 'g.'); grid;

hold on

plot(tKFU, x3KFU, 'k'); ylabel('X\_3');

**Для КФН:**

sim('KFNsim');

A2 = [-0.05 0; 0 -0.1];

B2 = [0.5; 0.8];

C2 = [1 0; 0 1];

D2 = 0;

ss\_kfn = ss(A2, B2, C2, D2);

[ymn2, tmn2, xmn2] = step(ss\_kfn, 10);

figure(2)

subplot(3, 1, 1)

plot(tmn2, ymn2(:, 1) + ymn2(:, 2), 'k'); grid on;

hold on

plot(tKFN, yKFN, 'm-.'); ylabel('Y'); legend('Calc', 'Sim.model')

subplot(3, 1, 2)

plot(tmn2, xmn2(:, 1), 'k'); grid on;

hold on

plot(tKFN, x1KFN, 'm-.'); ylabel('X\_1');

subplot(3, 1, 3)

plot(tmn2, xmn2(:, 2), 'k'); grid on;

hold on

plot(tKFN, x2KFN, 'm-.'); ylabel('X\_2');