Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО

Лабораторная работа №12

**Синтез системы управления с помощью метода внутренней (встроенной) модели на базе режекторной фильтрации**

По предмету:

“Теория автоматического управления”

**Вариант 7**

Выполнили:

Студент группы R33423

Ворков Н.Р

Преподаватель:

Парамонов А.В

г. Санкт-Петербург

2022

**Цель:**

Освоение управления линейными объектами с помощь метода внутренней (встроенной) модели на базе режекторной фильтрации

**Дано:**

Объект управления:

**1. Управление объектом в виде модели вход-выход.**

**1.1 Проверка объекта управления на сократимость нулей и полюсов.**

Нули системы:

Полюса системы:

Полюса сокращаются и находятся в правой полуплоскости, следовательно мы не можем использовать данную систему. Возьмем передаточную функцию из вариантом второго студента (Воркова Никиты, вариант 4)

Нули системы:

Полюса системы:

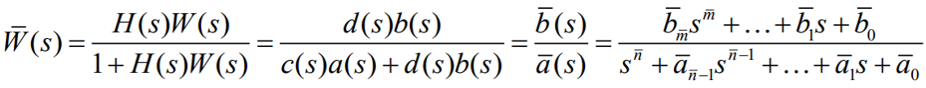
**1.2 Формирование модели задающих и возмущающих воздействий в виде вход-состояние-выход**

**1.3 Определение порядка желаемого характеристического полинома по формуле**

Так как перерегулирование нулевое, то используется полином Ньютона:

**1.4 Расчет параметров передаточной функции регулятора в соответствии с соотношениями**

Приравняем знаменатель передаточной функции замкнутой системы к желаемому характеристическому полиному

****

Код в матлаб:

b1=1;

b0=-7;

a1=-1;

a0=1;

w=13;

w2=w^2;

syms k1 k2 k3 k4 k5;

eqn1=k5+a1+k1\*b1==5\*w;

eqn2=w2+a0+k5\*a1+k1\*b0+k2\*b1==10\*w^2;

eqn3=k5\*w2+a1\*w2+k5\*a0+k2\*b0+k3\*b1==10\*w^3;

eqn4=a0\*w2+k3\*b0+k4\*b1+k5\*a1\*w2==5\*w^4;

eqn5=k5\*a0\*w2+k4\*b0==1\*w^5;

(b\_1 K\_1 x^4 + b\_0 K\_1 x^3 + b\_1 K\_2 x^3 + b\_0 K\_2 x^2 + b\_1 K\_3 x^2 + b\_0 K\_3 x + b\_1 K\_4 x + b\_0 K\_4)/(a\_1 K\_5 w^2 x + a\_0 K\_5 w^2 + a\_1 K\_5 x^3 + a\_0 K\_5 x^2 + a\_1 w^2 x^2 + a\_0 w^2 x + a\_1 x^4 + a\_0 x^3 + b\_1 K\_1 x^4 + b\_0 K\_1 x^3 + b\_1 K\_2 x^3 + b\_0 K\_2 x^2 + b\_1 K\_3 x^2 + b\_0 K\_3 x + b\_1 K\_4 x + b\_0 K\_4 + K\_5 w^2 x^2 + K\_5 x^4 + w^2 x^3 + x^5)

sol=solve([eqn1; eqn2; eqn3; eqn4; eqn5], [k1, k2, k3, k4, k5]);

K1=double(sol.k1)

K2=double(sol.k2)

K3=double(sol.k3)

K4=double(sol.k4)

K5=double(sol.k5)

**Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание**

**1.5 Проверочный расчет характеристического полинома замкнутой системы**

Полюса передаточной функции:

eig(tf(

[K1\*b1 K1\*b0+K2\*b1 K2\*b0+K2\*b0+K3\*b1 K3\*b0+K4\*b1 K4\*b0],

[1 K5+a1+K1\*b1 w2+a0+K5\*a1+K1\*b0+K2\*b1 K5\*w2+a1\*w2+K5\*a0+K2\*b0+K3\*b1 a0\*w2+K3\*b0+K4\*b1+K5\*a1\*w2 K4\*b0+K5\*a0\*w2]

))

**Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание**

Корни желаемого характеристического полинома:

double(solve(s^5+5\*w\*s^4+10\*w^2\*s^3+10\*w^3\*s^2+5\*w^4\*s+w^5==0))’

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Корни совпали с полюсами, значит коэффициенты были посчитаны верно

**1.6 Моделирование системы управления**

Модель наблюдения

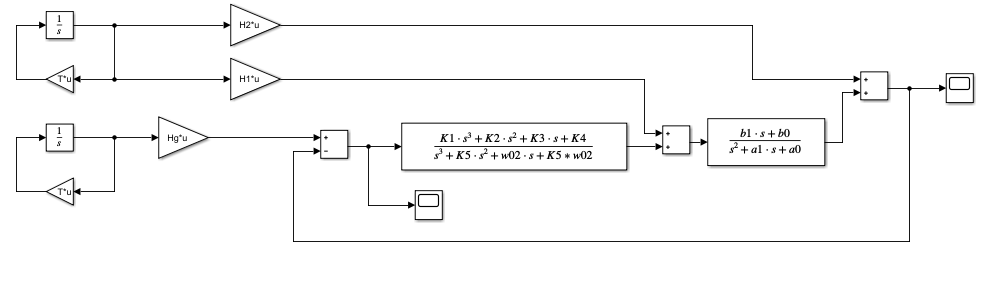
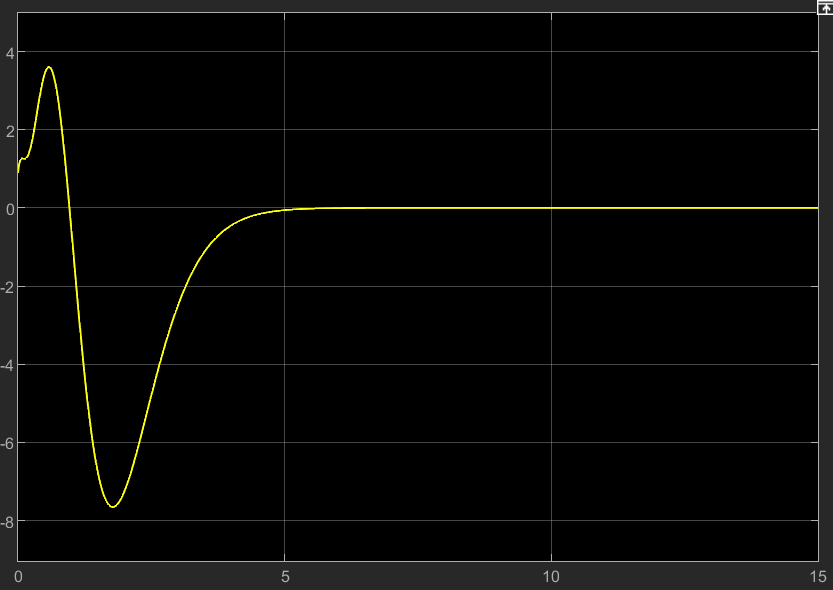
****

График выхода

****

График ошибки

****

Ошибка системы сходится в ноль, следовательно система построена верно

**2. Управление объектом в виде модели вход-состояние-выход**

**(астатический регулятор).**

**2.1 Проверка объекта управления на свойства полной управляемости и наблюдаемости**

Проверка на полную управляемость

Так как ранг равен двум, то пара матриц управляема

Проверка на полную наблюдаемость

Так как ранг равен двум, то пара матриц наблюдаема

**2.2 Формирование внешних воздействий**

**2.3 Построение встроенной модели вида**

По условию Г=0, тогда из условия полной наблюдаемости пары (Г, G) можно выбрать G=1;

**2.4 Конструирование эталонной модели на основе требуемых показателей качества**

**2.5 Нахождение матрицы и расширенной матрицы линейных стационарных обратных связей из уравнений**

Код матлаб:

A=[3 4; -2 0];

B=[2; 1];

C=[7 0];

D=[-3];

Bf=[5; 6];

T2=[0 1; 0 0];

G=1;

w2=9;

T2\_=[0 0 -w2^3; 1 0 -3\*w2^2; 0 1 -3\*w2];

H\_=[0 0 1];

A\_=[0 -G\*C; zeros(2, 1) A];

B\_=[-G\*D; B];

G\_=[G; zeros(2, 1)];

Bf\_=[0; Bf];

M\_=sylvester(-A\_, T2\_, B\_\*H\_);

invM\_=inv(M\_);

K\_=-H\_\*invM\_

Вывод:

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

**2.6 Вычисление матрицы замкнутой системы с последующим вычислением корней её характеристического полинома и сравнение их с корнями требуемого характеристического полинома**

Полюса передаточной функции:

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Корни желаемого характеристического полинома:

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Корни совпали с полюсами, значит коэффициенты были посчитаны верно

**2.7 Моделирование системы управления**

Модель наблюдения

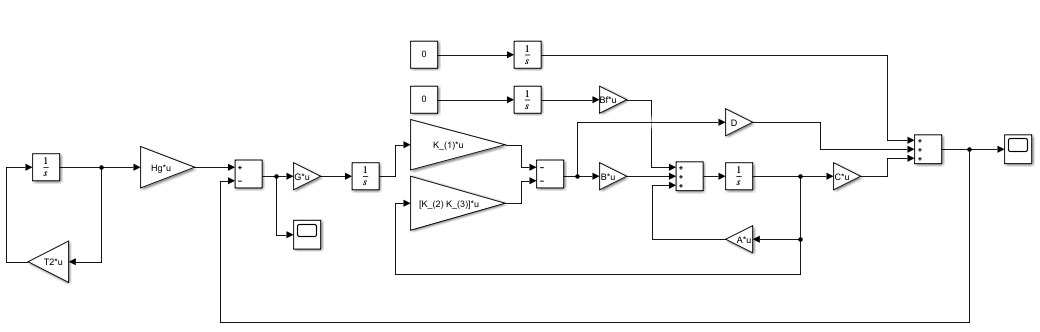
****

График выхода

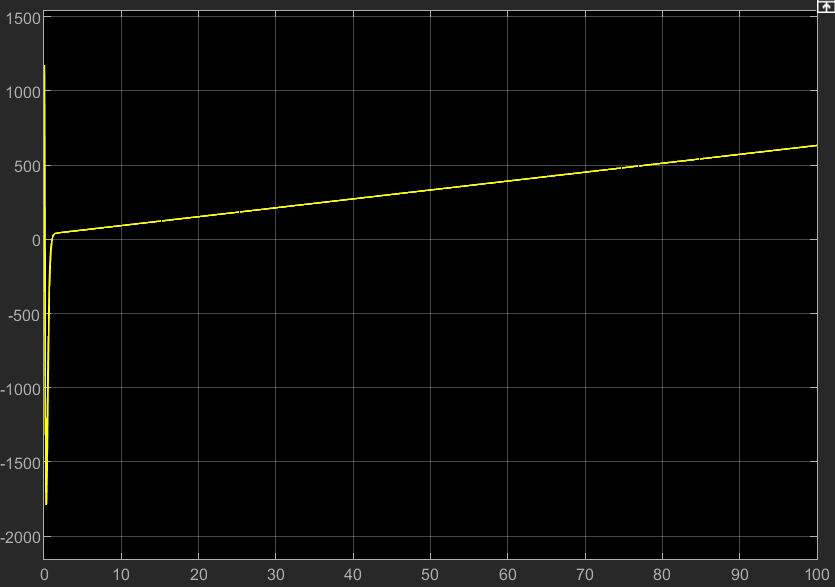
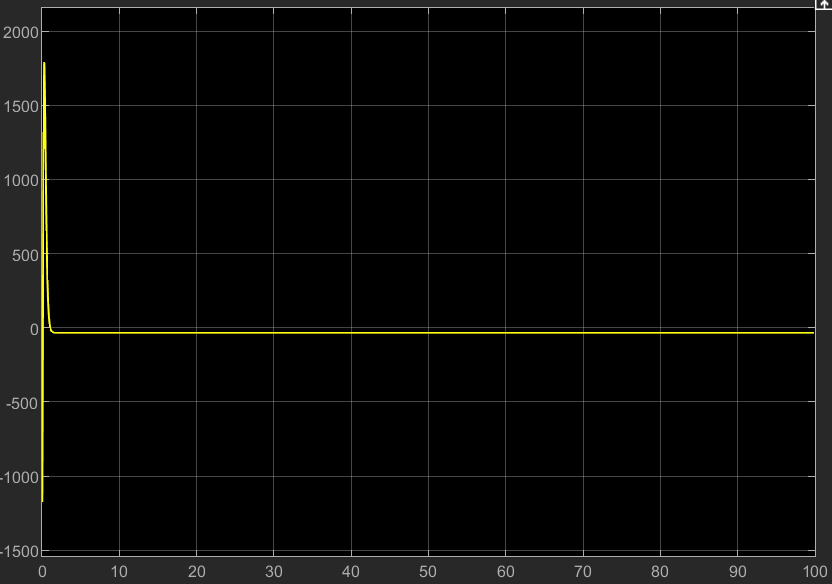
****

График ошибки

****

По графикам видно, что ошибка установилась равной нулю, следовательно модель построена верно

**3. Управление объектом в виде модели вход-состояние-выход**

**(метод встроенной модели)**

**3.1 Формирование моделей внешних воздействий в виде вход-состояние выход**

**3.2 Построение встроенной модели вида**

Пункт 1.2

**3.3 Конструирование эталонной модели на основе требуемых показателей качества**

**3.4 Нахождение матрицы и расширенной матрицы линейных стационарных обратных связей из уравнений**

% Part 3

T3=[0 1; -9 0];

G3=[1; 1];

w3=11;

T3\_=[0 0 0 -w3^4; 1 0 0 -4\*w3^3; 0 1 0 -6\*w3^2; 0 0 1 -4\*w3]

H3\_=[0 0 0 1]

A3\_=[T3 -G3\*C; zeros(2,2) A]

B3\_=[-G3\*D; B]

G3\_=[G3; zeros(2, 1)]

Bf3\_=[zeros(2, 1); Bf]

M3\_=sylvester(-A3\_, T3\_, B3\_\*H3\_);

invM3\_=inv(M3\_);

K3\_=-H3\_\*invM3\_

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

**3.5 Вычисление матрицы замкнутой системы с последующим вычислением корней её характеристического полинома и сравнение их с корнями требуемого характеристического полинома**

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Учитывая небольшую погрешность, можно считать, что собственные числа замкнутой системы удовлетворяют желаемым корням.

**3.6 Моделирование системы управления**

Модель наблюдения

**Изображение выглядит как объект, антенна

Автоматически созданное описание**

График выхода

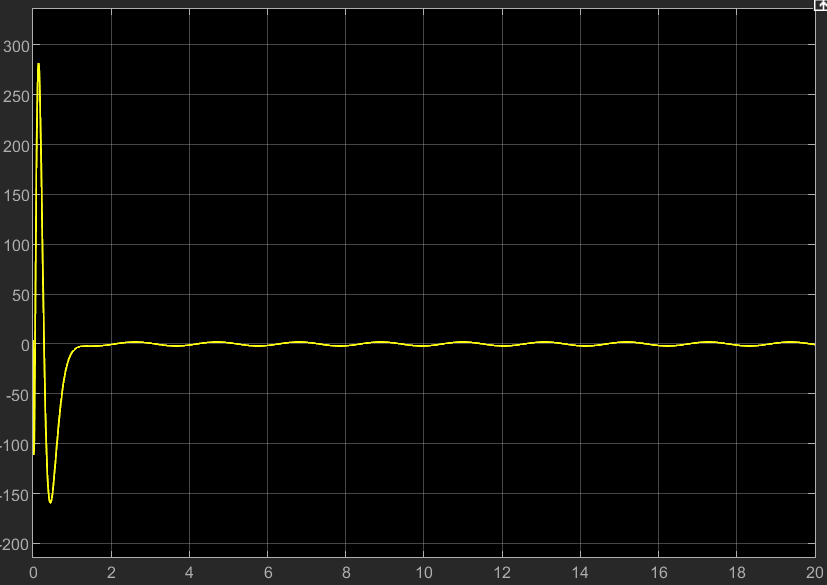
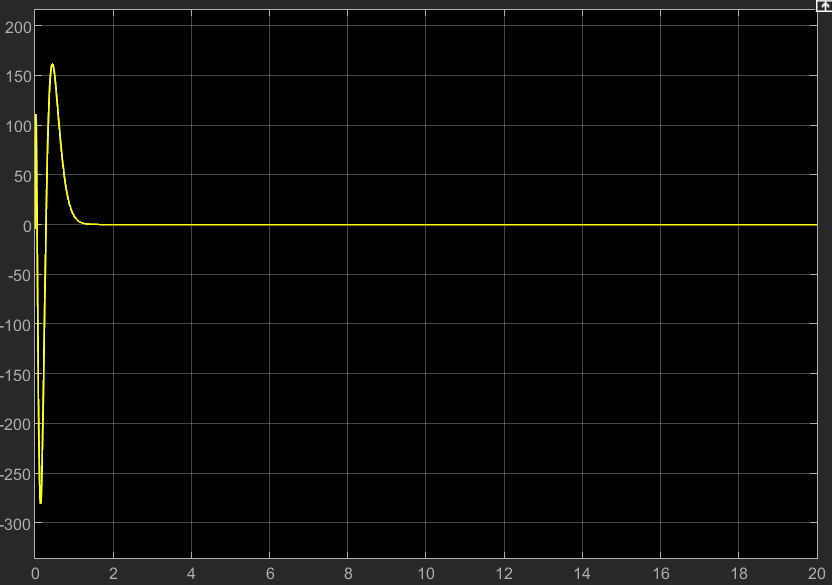
****

График ошибки

****

По графикам видно, что ошибка установилась равной нулю, следовательно модель построена верно

**Вывод:**

В ходе выполнения данной лабораторной работы были изучено и освоено управление линейными объектами с помощью методов встроенной модели и использование астатического регулятора с заданными показателями качества. Были исследованы управления объектом в виде модели вход-выход и вход-состояние-выход.