Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО

Курсовой проект

**СИНТЕЗ СЛЕДЯЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВНЕШНИХ ВОЗМУЩЕНИЙ ДЛЯ МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

**Вариант 4**

Выполнили:

Студент группы R33423

Ворков Н.Р

Преподаватель:

Парамонов А.В

г. Санкт-Петербург

2022

**Цель:**

Решить проблему слежения за задающим воздействием при условии возмущений по входу и по выходу

**1. Представление объекта управления в виде модели вход-состояние выход и назначение произвольных ненулевых начальных условий.**

Объект управления:

Возмущающее воздействие

Задающее воздействие

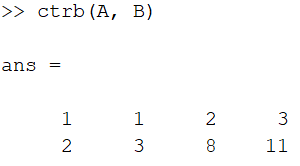
Сигналы доступные прямому измерению:

Желаемые параметры замкнутой системы:

Произвольные начальные условия:

**2. Проверка объекта управления на свойство полной управляемости по состоянию и по выходу и наблюдаемости относительно регулируемых и выходных переменных.**

Проверка управляемости по состоянию:



Rang = 2 => система полностью управляема

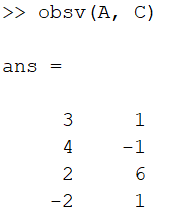
Проверка управляемости по выходу:

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

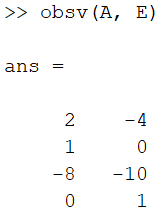
Rang = 2 => система полностью управляема

Проверка наблюдаемости относительно регулируемых переменных:



Rang = 2 => система полностью наблюдаема

Проверка наблюдаемости относительно выходных переменных:



Rang = 2 => система полностью наблюдаема

**3. Проверка на вырожденность передаточных матриц от управляющих воздействий к регулируемым и выходным переменным.**

Код проверки на вырожденность передаточных матриц от управляющих воздействий к регулируемым переменным:

sys\_ctrl=collect(C\*inv(s\*eye(2)-A)\*B+D)

det\_sys\_ctrl=det(sys\_ctrl)

pretty(sys\_ctrl)

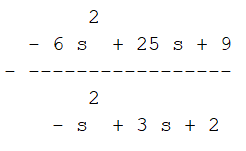
pretty(det\_sys\_ctrl)

Вывод матрицы передаточных функций:

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Вывод определителя матрицы передаточных функций:



Код проверки на вырожденность передаточных матриц от управляющих воздействий к выходным переменным:

sys\_out=collect(E\*inv(s\*eye(2)-A)\*B+F)

det\_sys\_out=det(sys\_out)

pretty(sys\_out)

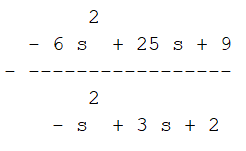
pretty(det\_sys\_out)

Вывод матрицы передаточных функций:

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Вывод определителя матрицы передаточных функций:



**4. Определение математической модели возмущающего воздействия.**

**Построение возмущающего воздействия f1:**

Формирование матриц Г1 и H­1

**Построение возмущающего воздействия f2:**

Формирование матриц Г1 и H­1

**5. Определение математической модели задающего воздействия.**

Формирование матриц Г1 и H­1

Формирование единого генератора

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Код матлаб

z0=[-0.4; -5.5; 0.3; 3.8; -0.1; 8.9]

Gg=[ 0 1 0 0 0 0;  
 -36 0 0 0 0 0;  
 0 0 0 1 0 0;  
 0 0 -16 0 0 0;  
 0 0 0 0 0 1;  
 0 0 0 0 -81 0]  
   
H1=[ 8 0 0 0 0 0;  
 2 0 0 0 0 0]  
   
H2=[ 0 0 3 0 0 0;  
 0 0 8 0 0 0]  
   
Hg=[ 0 0 0 0 1 0;  
 0 0 0 0 2 0]

**6. Формирование модели ошибок.**

**7. Формирование требуемых компонентов системы управления (наблюдатели, встроенные модели).**

**Расчет матрицы K**

**Изображение выглядит как текст, часы, датчик

Автоматически созданное описание**

Код программы:

Q = eye(2); R = 0;

syms p11 p12 p22 p21 k11 k12 k21 k22;

P = [p11 p12; p21 p22];

k = [k11 k12; k21 k22];

eqn1 = ((A-B\*k-beta\*eye(2))' \*P\*(A-B\*k-beta\*eye(2)) - r^2\*P == -Q);

eqn2 = (k == inv(R+B'\*P\*B)\*B'\*P\*(A-beta\*eye(2)));

sol = solve([eqn1; eqn2], [p11, p12, p21,p22, k11, k12, k21, k22])

P = double([sol.p11 sol.p12 ;sol.p21 sol.p22])

K = double([sol.k11 sol.k12; sol.k21 sol.k22])

eig(A - B\*K)

**Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание**

**Расчет матриц Mg и Lg**

По полученной системе уравнений из пункта 6 можно вывести матричное уравнение Франкиса- Девисона:

**Изображение выглядит как текст, часы, датчик

Автоматически созданное описание**

Код матлаб

syms m1 m2 m3 m4 m5 m6 m7 m8 m9 m10 m11 m12 l1 l2 l3 l4 l5 l6 l7 l8 l9 l10 l11 l12

Lg=[l1 l2 l3 l4 l5 l6;

l7 l8 l9 l10 l11 l12];

Mg=[m1 m2 m3 m4 m5 m6;

m7 m8 m9 m10 m11 m12];

eqn1 = B\*Lg==Mg\*Gg-(A-B\*K)\*Mg-Bf\*H1;

eqn2 = D\*Lg==Hg-(C-D\*K)\*Mg;

sol = solve([eqn1; eqn2], [l1, l2, l3, l4, l5, l6, l7, l8, l9, l10, l11, l12, m1, m2, m3, m4, m5, m6, m7, m8, m9, m10, m11, m12]);

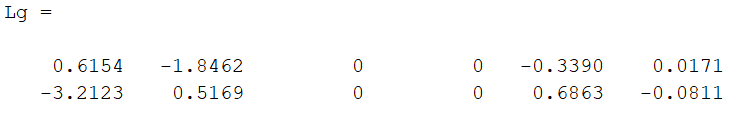
Lg=double([sol.l1 sol.l2 sol.l3 sol.l4 sol.l5 sol.l6;

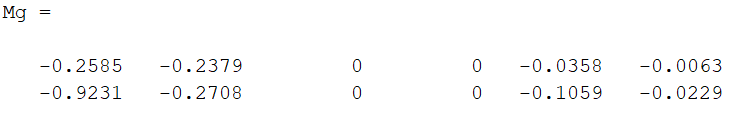
sol.l7 sol.l8 sol.l9 sol.l10 sol.l11 sol.l12])

Mg=double([sol.m1 sol.m2 sol.m3 sol.m4 sol.m5 sol.m6;

sol.m7 sol.m8 sol.m9 sol.m10 sol.m11 sol.m12])

Вывод программы





**8. Формирование эталонной модели на основе требуемых показателей качества.**

**Синтез наблюдателя состояний возмущающего воздействия**

Пусть наблюдатель состояния возмущающего воздействия повторяет сигнал с точностью по полиному Ньютона, тогда:

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Ранг матрицы равен 2, следовательно система матриц наблюдаема

**9. Расчёт параметров всех необходимых компонентов замкнутой системы (наблюдатели, стабилизирующая, следящая и компенсирующая компоненты).**

**Расчет матриц invMg и L\_**

Код матлаб

A\_ = [Gg zeros(6, 2); Bf\*H1 A]

B\_ = [zeros(6,2);B]

E\_ = [H2-Hg E]

Mg=sylvester(-A\_', Gn\_, E\_'\*Hn\_)

invMg=inv(Mg)

L\_=(-Hn\_\*invMg)'

Вывод кода

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

**10. Вычисление матрицы замкнутой системы с последующим вычислением корней её характеристического полинома и сравнение их с желаемыми параметрами замкнутой системы.**

Gn\_ = [-4.5 1 0 0 0 0 0 0;  
 0 -4.5 1 0 0 0 0 0;  
 0 0 -4.5 1 0 0 0 0;  
 0 0 0 -4.5 1 0 0 0;  
 0 0 0 0 -4.5 1 0 0;  
 0 0 0 0 0 -4.5 1 0;  
 0 0 0 0 0 0 -4.5 1;  
 0 0 0 0 0 0 0 -4.5]

Hn\_=[1 0 0 0 0 0 0 0;

1 0 0 0 0 0 0 0]

**Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание**

**11. Компьютерное моделирование САУ.**

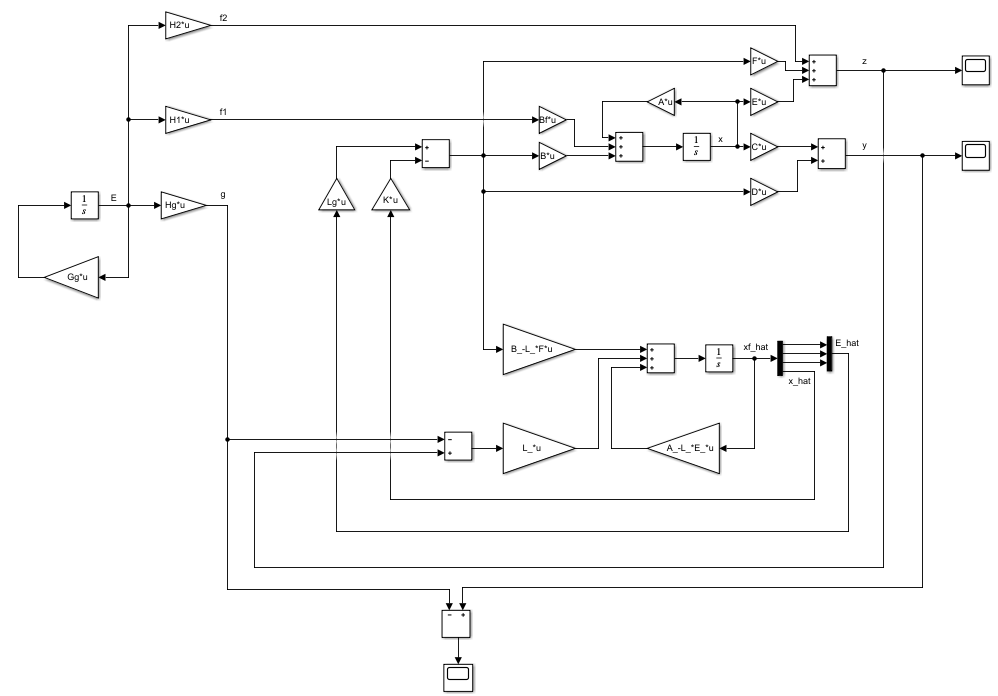
Модель системы**

График ошибки слежения:

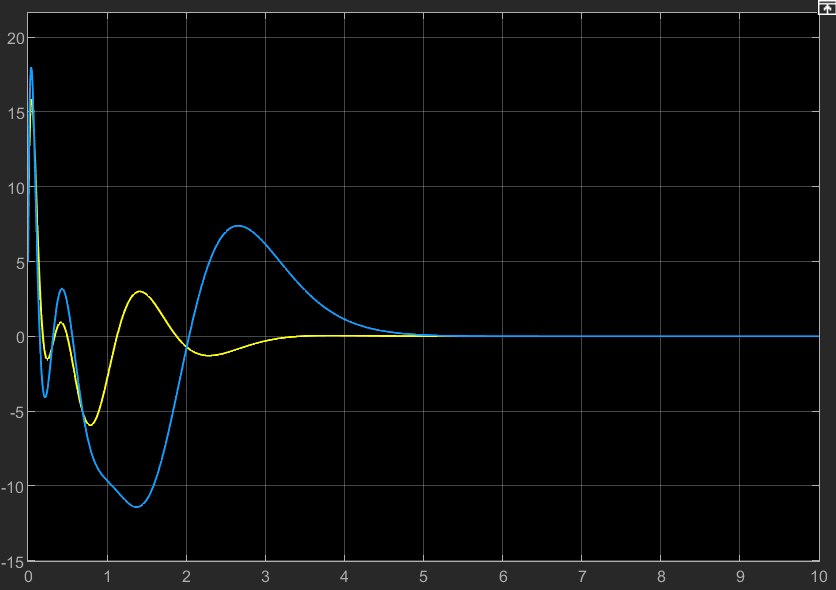
**

График вектора регулируемых переменных

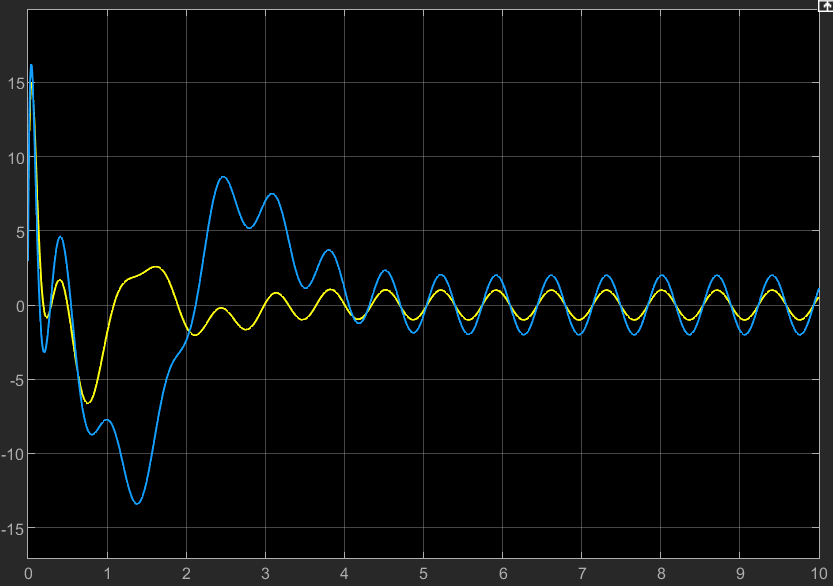
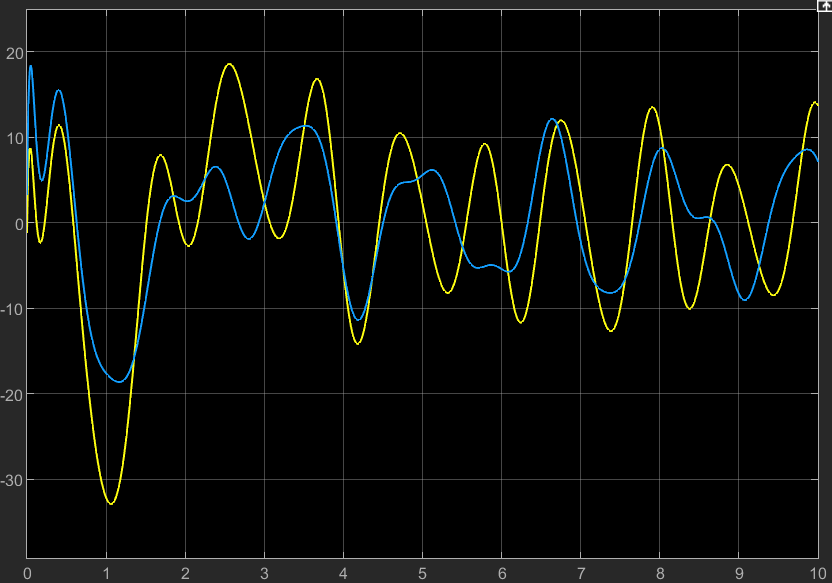
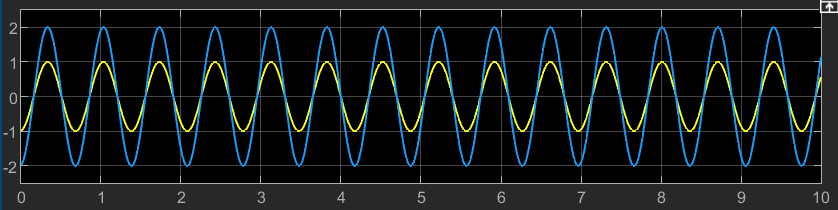
**

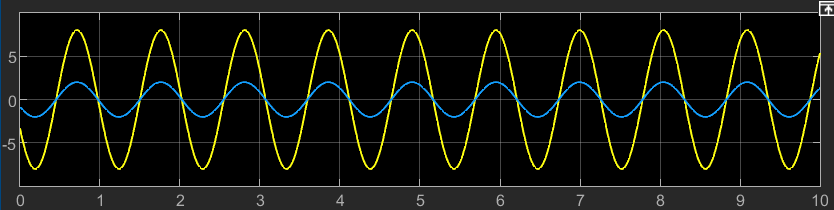
График вектора выходных переменных

**

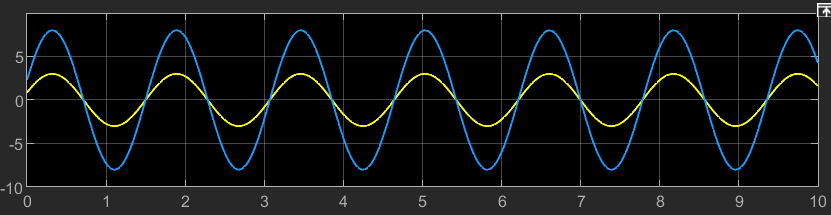
*График управляющего воздействия*

**

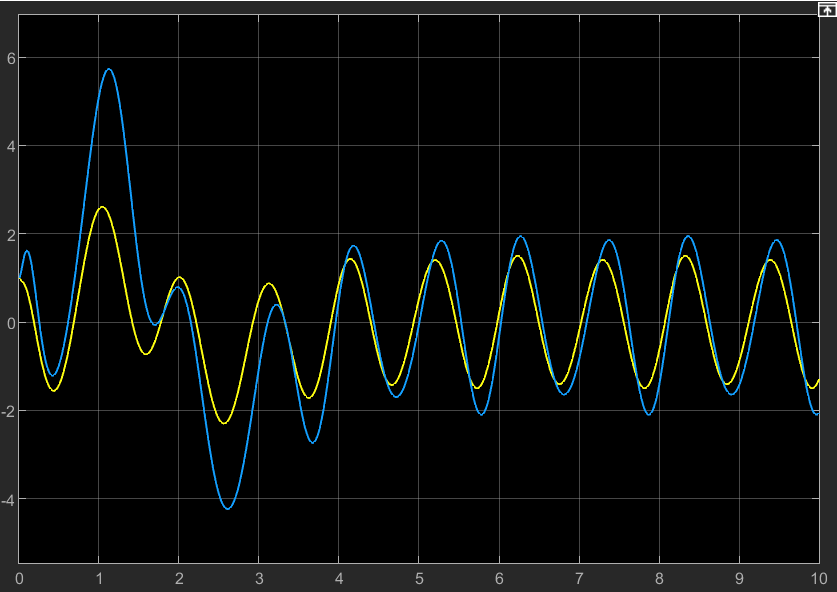
*График возмущающего воздействия f1*

**

*График возмущающего воздействия f2*

**

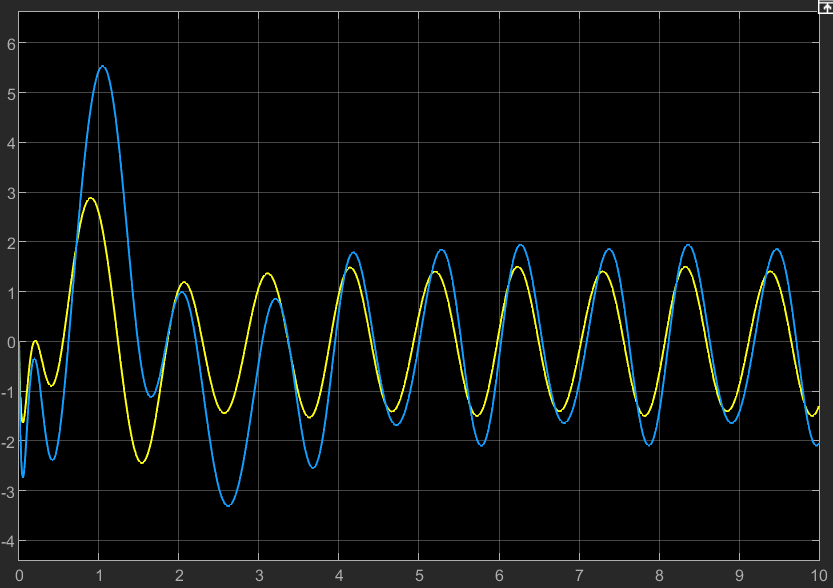
*График состояния объекта*

**

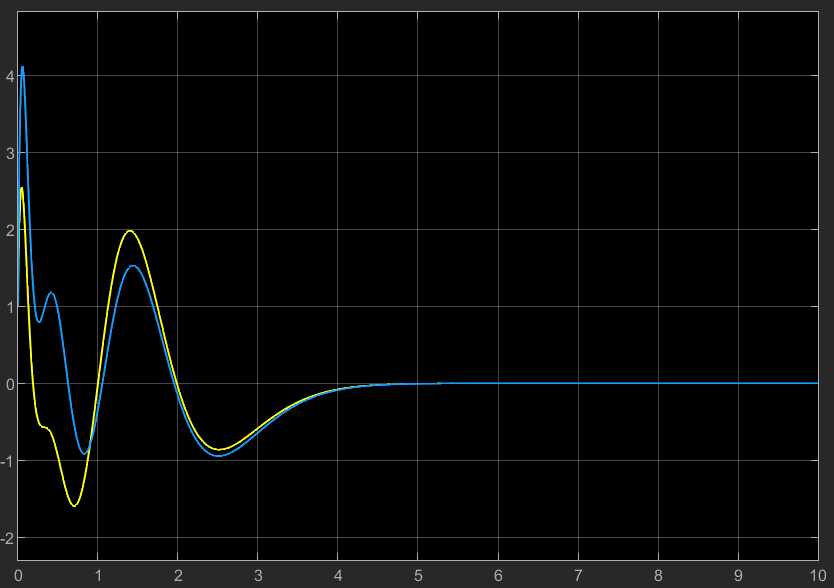
*График наблюдателя состояния управляющего воздействия*

**

*График наблюдателя состояния объекта управления*

**

*График ошибки состояния*

**

**Вывод:**

В ходе выполнения курсовой работы была решена задача слежения за задающим воздействием в условиях внешних возмущений по входу и по выходу в многоканальной системе. Для этого был применен метод внутренней модели на базе уравнения Франкиса-Дэвисона. Построен наблюдатель состояния объекта управления и состояния задающего воздействия. В результате выполнения лабораторной работы был получен график зависимости g-y. Значения которого стремятся к нулю при времени стремящемуся к бесконечности, значит задача слежения выполнена верно.