Национальный исследовательский университет ИТМО
(Университет ИТМО)

Факультет систем управления и робототехники

Дисциплина: Теория автоматического управления

Отчет по лабораторной работе №10.

«Альтернативные методы стабилизации системы»

Вариант 6

Студенты:
Кулижников Е.Б.
Евстигнеев Д.М.
пустое место
Группа: *R33423*
Преподаватель:
Парамонов А.В.

Санкт-Петербург
2022

- **Цель работы**

Изучить освоение альтернативных методов (не модальных) стабилизации линейных объектов

- **Ход работы**

Данные для 6 варианта:

№	A	B	C
6	$\begin{bmatrix} -1 & 2 \\ 9 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$	$[6 \quad 0]$

№	β	r	α
6	-3,2	$\frac{\lvert\beta\rvert}{3,3}$	3,5

Исходные матрицы:

$$A = \begin{bmatrix} -1 & 2 \\ 9 & 0 \end{bmatrix} \; B = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} \; C = [6 \quad 0]$$

1. Вычислить параметры матрицы линейных стационарных обратных связей.

1.1. Для обеспечения желаемой степени сходимости матрица рассчитывается в соответствии с уравнениями

$$A^T P + PA - vK^T RK + 2\alpha P = -Q$$
$$K = R^{-1} B^T P, \text{где } v = 2, R = 1, Q = I$$

Для дальнейшего удобства расчеты будем производить в утилите Wolfram или среде MatLab:

Для решения использовалась следующая программа

```
A=[-1 2; 9 0];
A_T=transpose(A);
B=[1;2];
B_T=transpose(B);
C=[6 0];
beta=-3.2;
r=abs(beta)/3.3;
alpha=3.5;
v=2;
R=1;
Q=eye(2);
[K P]= lqr(A+alpha*eye(2),B,Q,R/2)
K=inv(R)*B_T*P;
```

В итоге работы программы получилось, что матрица линейных стационарных обратных связей равна:

$$K = [6.9710 \quad 4.1575]$$

1.2. Для обеспечения качественной экспоненциальной устойчивости 8 матрица рассчитывается в соответствии с системой уравнений

$$\begin{cases} (A - BK - \beta I)^T P(A - BK - \beta I) - r^2 P = -Q \\ K = (R + B^T PB)^{-1} B^T P(A - \beta I) \end{cases}, \text{где } R = 0, Q = I.$$

Преобразуем код из прошлого пункта для решения новой системы, путем добавления функции solve и новых переменных и выражений:

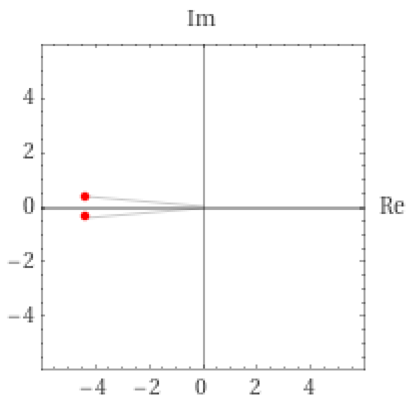
```
. . .
syms p11 p12 p22 k1 k2;
P=[p11 p12; p12 p22];
K=[k1 k2];
equ1=transpose(A-B*K-beta*eye(2))*P*(A-B*K-beta*eye(2))-r^2*P == -Q;
equ2= K == inv(R+B_T*P*B)*B_T*P*(A-beta*eye(2));
% equs= [equ1 equ2];
sol1=solve([equ1; equ2], [p11, p12, p22, k1, k2]);
sp1_1=double(sol1.p11);
sp1_2=double(sol1.p12);
sp2_2=double(sol1.p22);
for i=1:2
eig([sp1_1(i) sp1_2(i); sp1_2(i) sp2_2(i)]);
end
P=[sp1_1(2) sp1_2(2); sp1_2(2) sp2_2(2)];
K=double([sol1.k1(2) sol1.k2(2)]);
```

$$K = [4.3898 \quad 2.1008]$$

3. Проведение проверочного расчета, который основан на построении расположения корней первой подсистемы системы на комплексной плоскости и вычислением корней характеристического полинома второй подсистемы и сравнение их с корнями требуемого характеристического полинома.

```
ans =

  -4.3215 + 0.3646i
  -4.3215 - 0.3646i
```

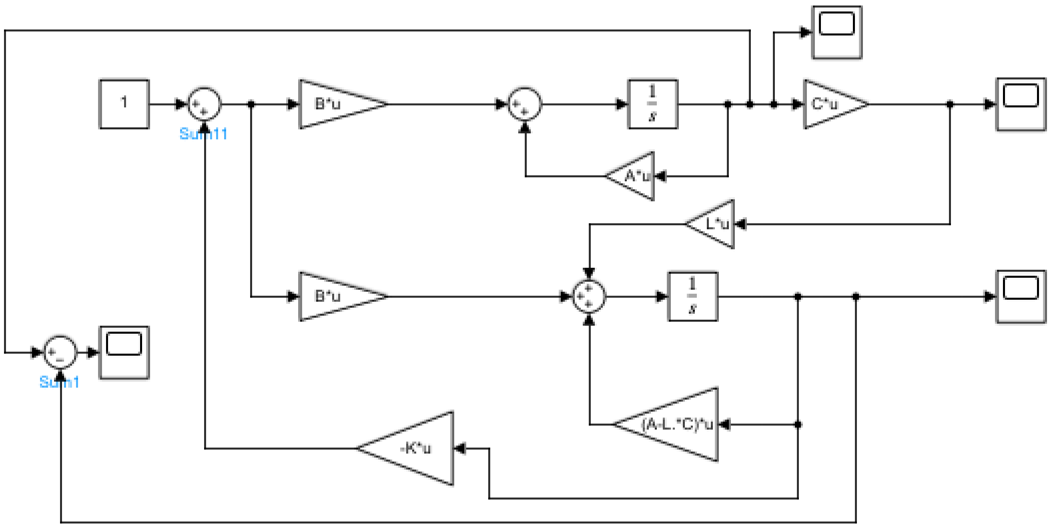



```
ans =

   -4.0203
   -2.6158
```

Корни характеристического полинома лежат в окружности с центром в $\beta = -3{,}2$ и $r = \frac{|\beta|}{3{,}3} \approx 1{,}0$. <u>Полученные значения лежат в пределах этой окружности</u>

4. Провести компьютерное моделирование замкнутой системы



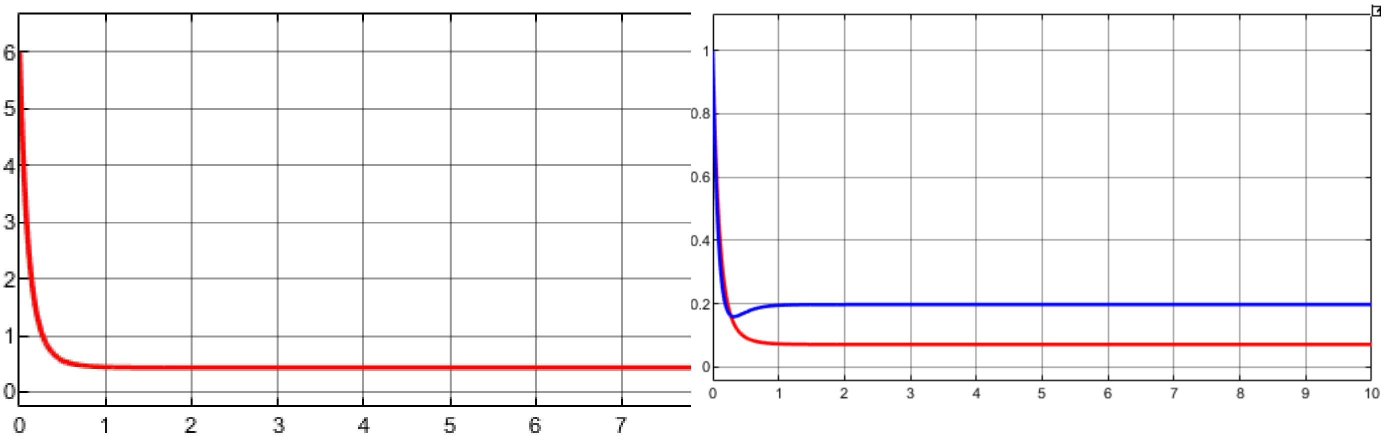


Рис.1 Графики выходной переменной и состояний первой подсистемы

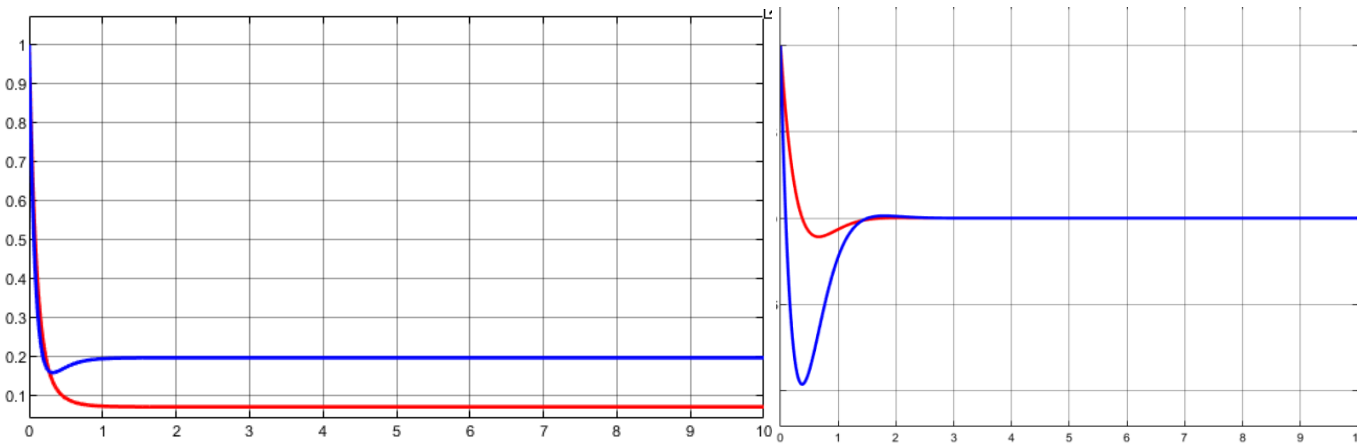


Рис. 2 График состояний наблюдателя первой подсистемы и невязка

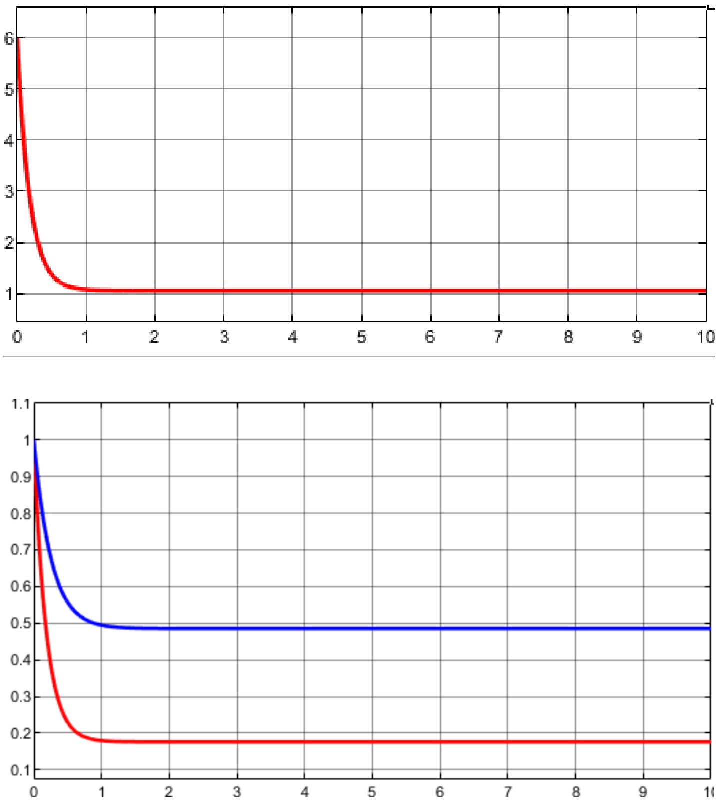


Рис. 3 Графики выходной переменной и состояний второй подсистемы

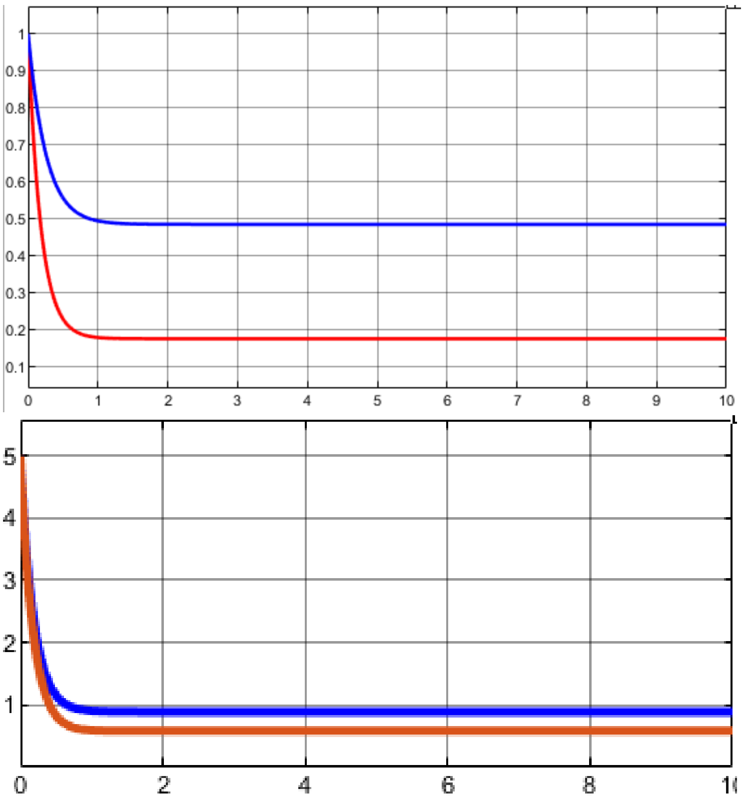


Рис. 4 График состояний наблюдателя второй подсистемы и невязка

Вывод: в итоге проделанной работы мы освоили как стабилизировать системы с помощью альтернативного управления, познакомились с новыми методами регулирования