

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

Отчет

по Лабораторной работе №9

«Анализ точности системы управления»

по дисциплине «Теория автоматического управления»

Вариант №6

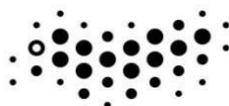
Авторы: Кулижников Е.Б.

Евстигнеев Д.М.

Факультет: СУиР

Группа: R33423

Преподаватель: Парамонов А.В.



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Санкт-Петербург, 2021

Цель работы:

Изучение принципов построения наблюдателей неизменяемого состояния.

Исходные данные:

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

№	D	$t_{\text{пн}}, \text{с}$	σ_H	Размерность наблюдателя
6	-1	1,1	6	пониженная

Ход работы:

1) Определим коэффициенты желаемого характеристического полинома для конструирования наблюдателя и вычислим матрицу линейных обратных связей K . Так как заданное перерегулирование равно 6% будем использовать полином Баттерворта:

$$a(s) = s^2 + 1.414\omega s + \omega^2, \text{ где } \omega = \frac{t_{\text{пн}}^*}{t_{\text{пн}}} = \frac{2.9}{1.1} = 2.64 \rightarrow a(s) = s^2 + 3.73s + 6.97$$

$$\Gamma = \begin{bmatrix} 0 & -6.97 \\ 1 & -3.73 \end{bmatrix} \quad H = [0 \quad 1]$$

$$N_H = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -3.73 \end{bmatrix} \rightarrow \det(N_H) \neq 0 \rightarrow \text{матрицы } \Gamma \text{ и } H \text{ полностью наблюдаемые}$$

Из уравнения $M\Gamma - AM = BH$ найдем матрицу M :

$$M = \begin{bmatrix} -0.0334 & -0.0612 \\ -0.0473 & -0.3002 \end{bmatrix}$$

$$K = -HM^{-1} = [-6.6367 \quad 4.6833]$$

2) Решим матричное уравнение типа Сильвестра вида $GC = M_H A - F_H M_H$ относительно M_H , Пару G и F_H выберем произвольно, так чтобы они были полностью управляемыми. Пусть $F_H = -2.84$; $G = 4.85$

$$M_H = [-6.4695 \quad 4.556]$$

$$\text{Теперь найдем } N \text{ из условия матричного соотношения } N = \begin{bmatrix} C \\ M_H \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 & 0 \\ -6.4695 & 4.556 \end{bmatrix}$$

3) Синтезируем наблюдатель полной размерности, используя представление объекта в каноническом наблюдаемом базисе

$$D(\lambda) = \det(\lambda I - A) = \lambda^2 + \lambda - 18$$

$$A_l = \begin{bmatrix} 0 & 18 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \quad C_l = [0 \quad 1]$$

Сформируем желаемую матрицу замкнутой системы F_l

$$F_l = \begin{bmatrix} 0 & -6.97 \\ 1 & -3.73 \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases} A_l = PAP^{-1} \\ C_l = CP^{-1} \\ P^{-1}F_lP = A - LC \end{cases}$$

Решая данную систему уравнений, находим P и L

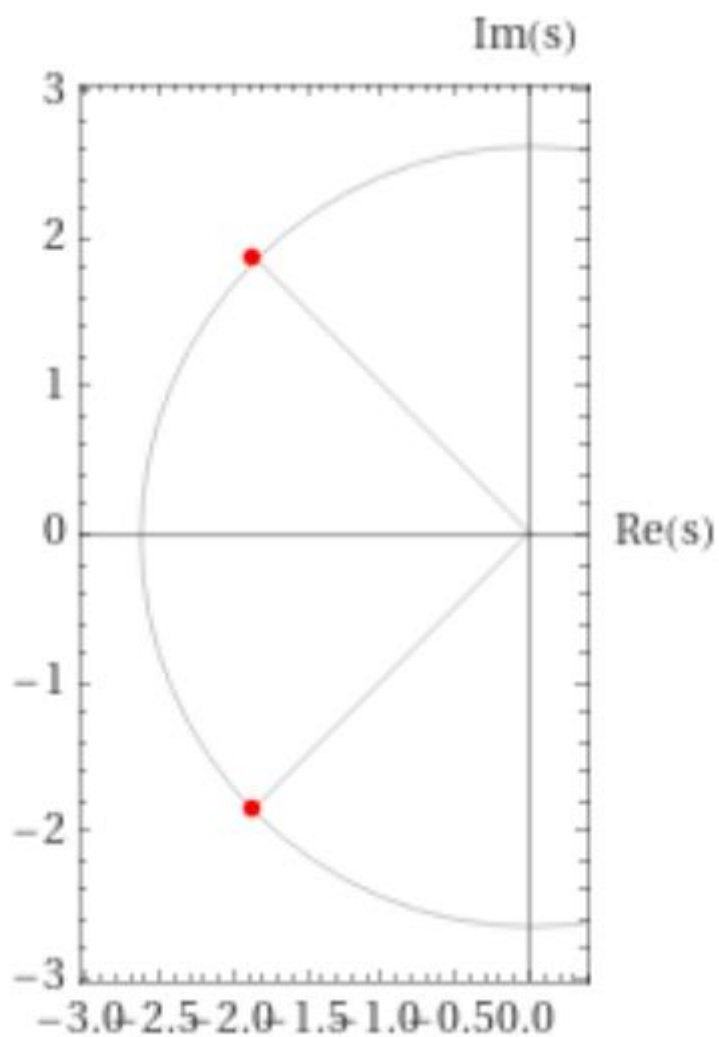
$$P = \begin{bmatrix} 0 & 12 \\ 6 & 0 \end{bmatrix}, \quad L = \begin{bmatrix} 0.455 \\ 2.081 \end{bmatrix}$$

4) Проверочные расчеты:

$s^2 + 3.73s + 6.97$ – желаемый характеристический полином

$$\lambda_{1,2} = -1.865 \pm 1.869i$$

Положение желаемых корней на комплексной плоскости:



Проверка расчетов в MatLab:

```
>> eig(F1)

ans =

    -1.8650 + 1.8686i
    -1.8650 - 1.8686i
```

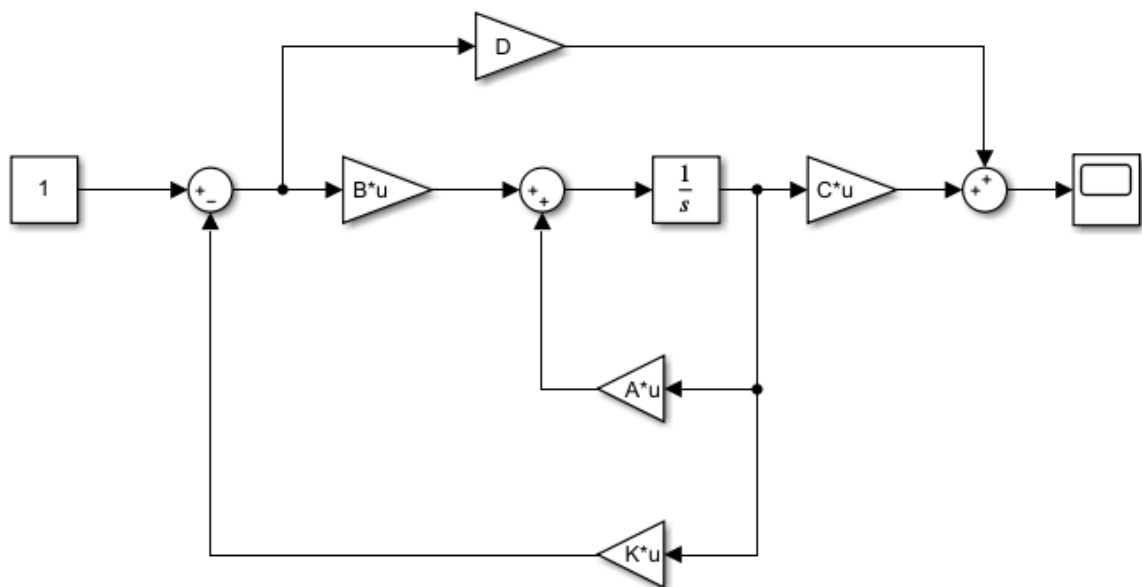


Рисунок 1 Схема моделирования замкнутой системы

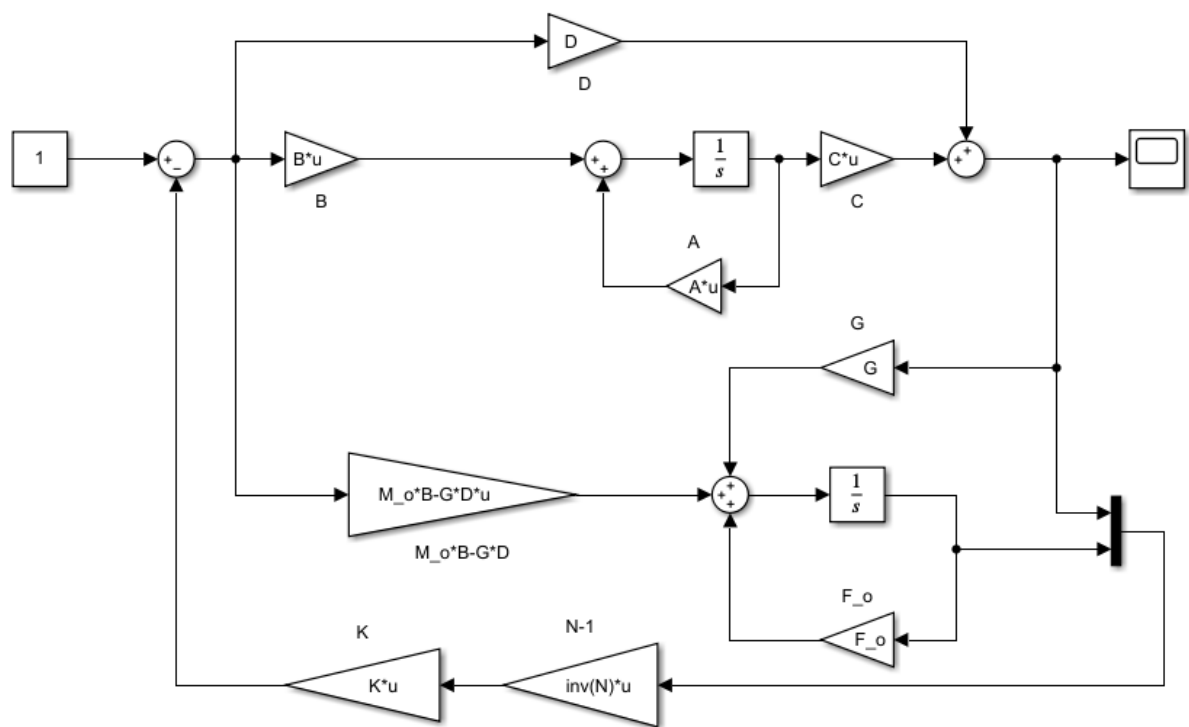


Рисунок 2 Схема моделирования замкнутой системы с наблюдателем

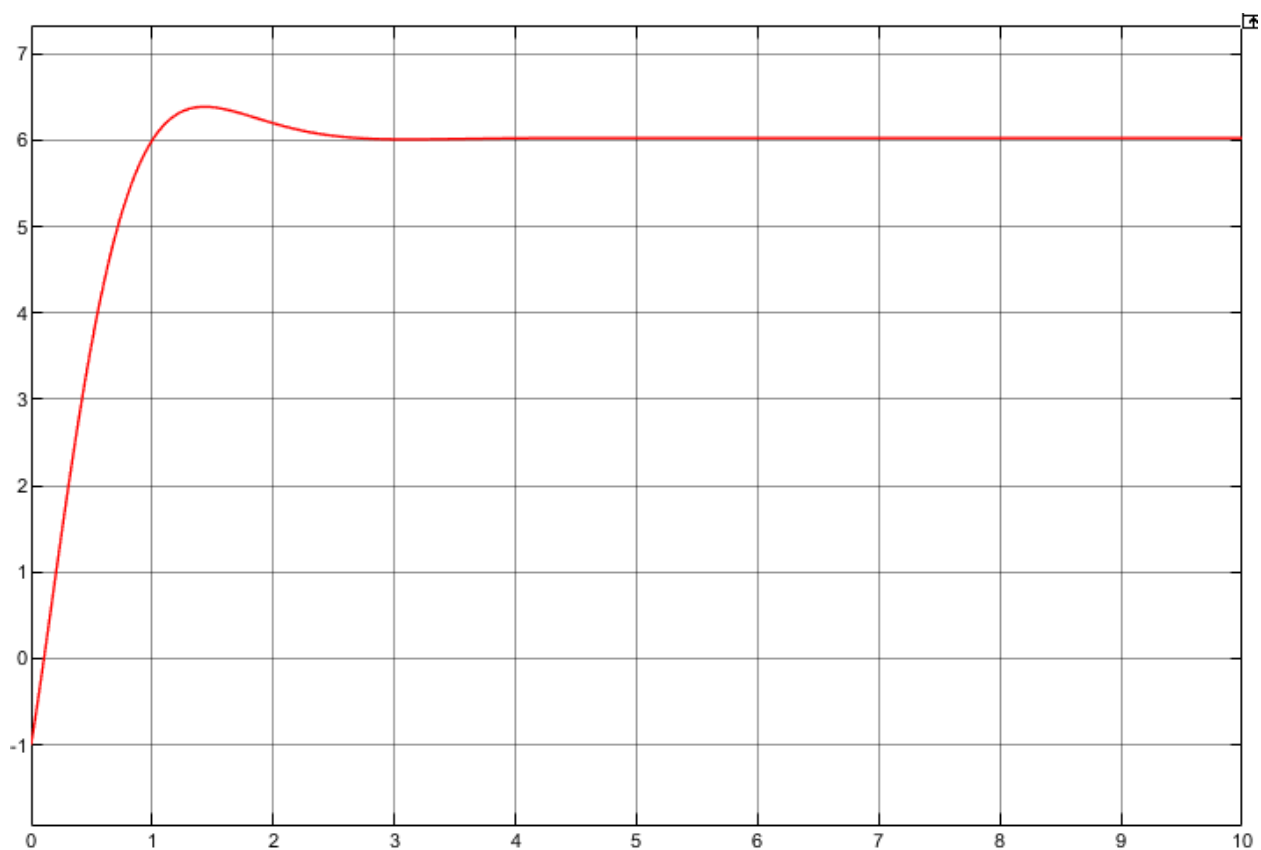


Рисунок 3 График выходного сигнала при нулевых начальных условиях объекта управления

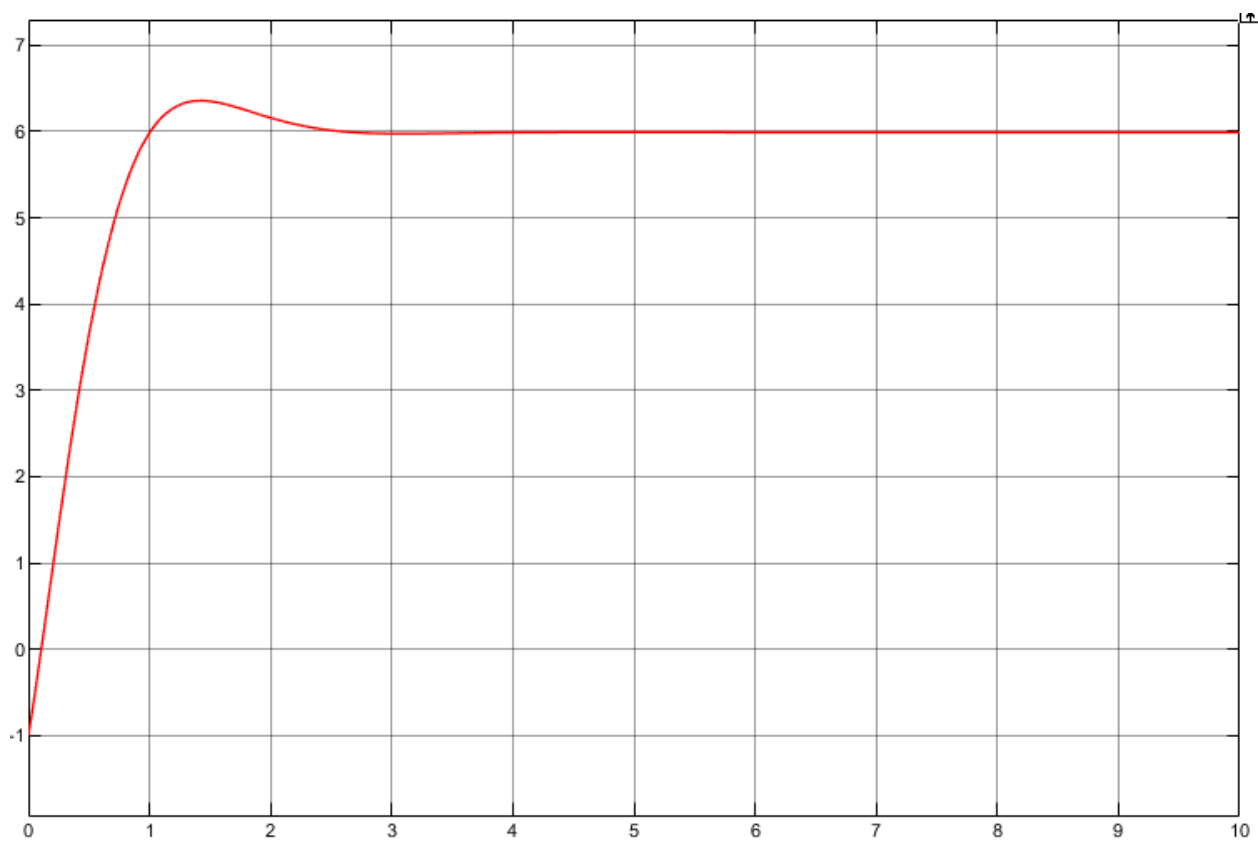


Рисунок 4 График выходного сигнала при нулевых начальных условиях наблюдателя

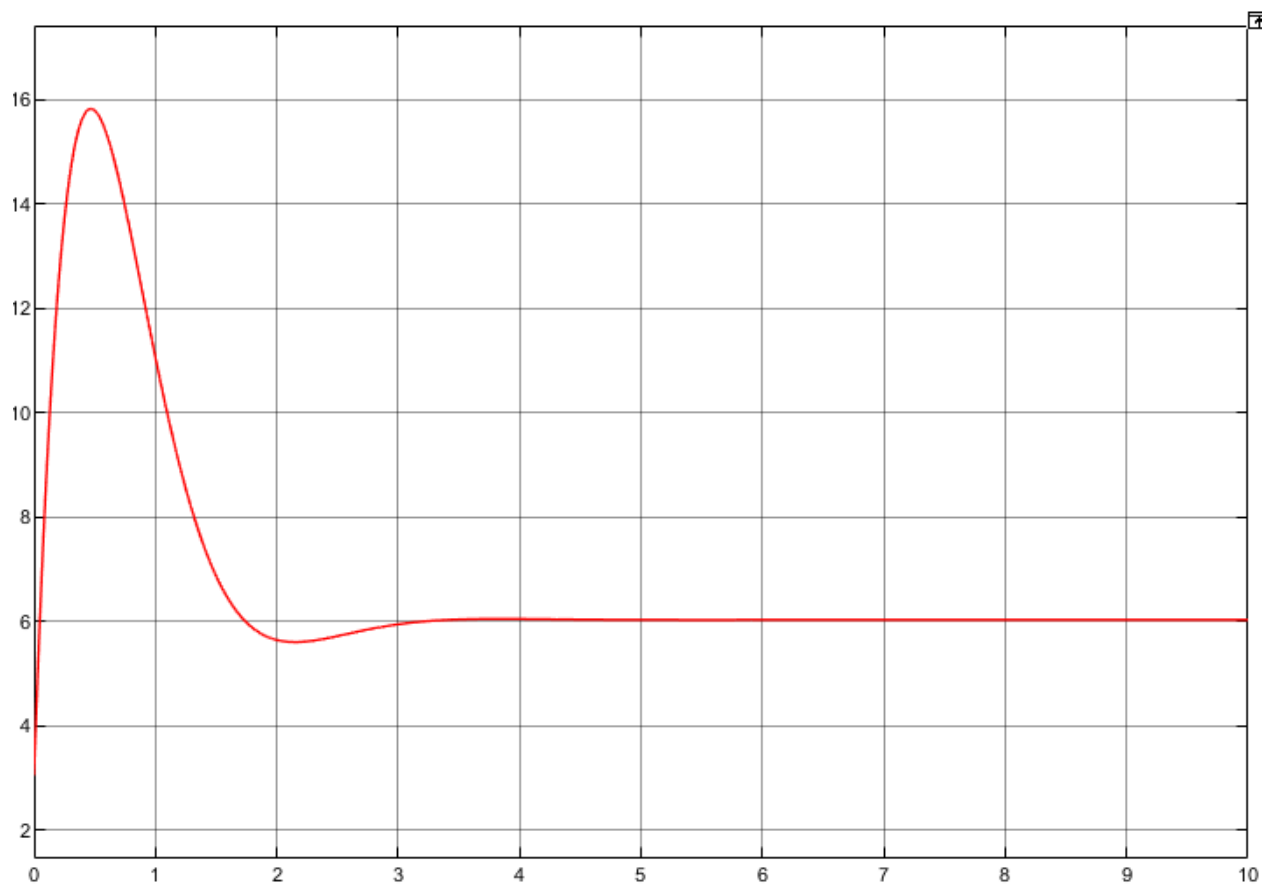


Рисунок 5 График выходного сигнала при ненулевых начальных условиях объекта управления

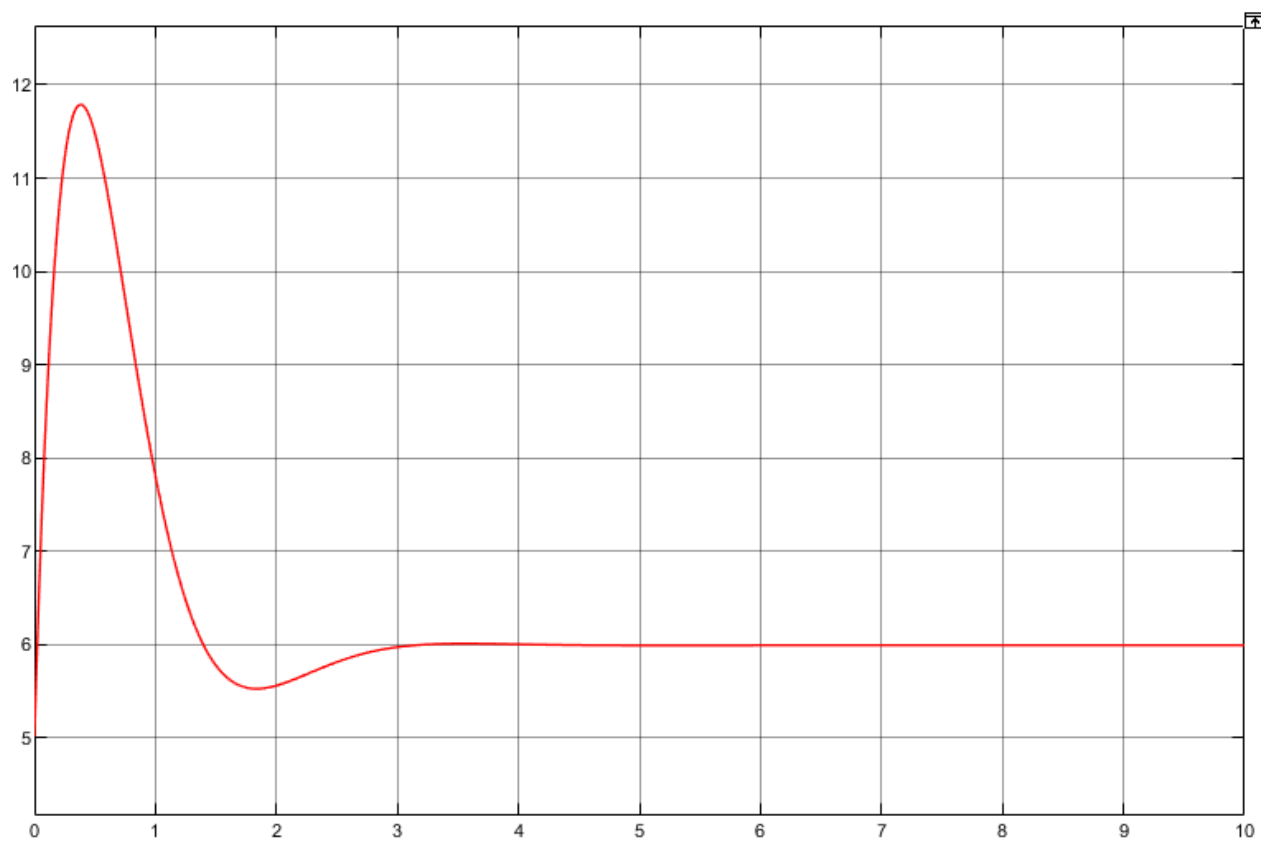


Рисунок 6 График выходного сигнала при ненулевых начальных условиях наблюдателя

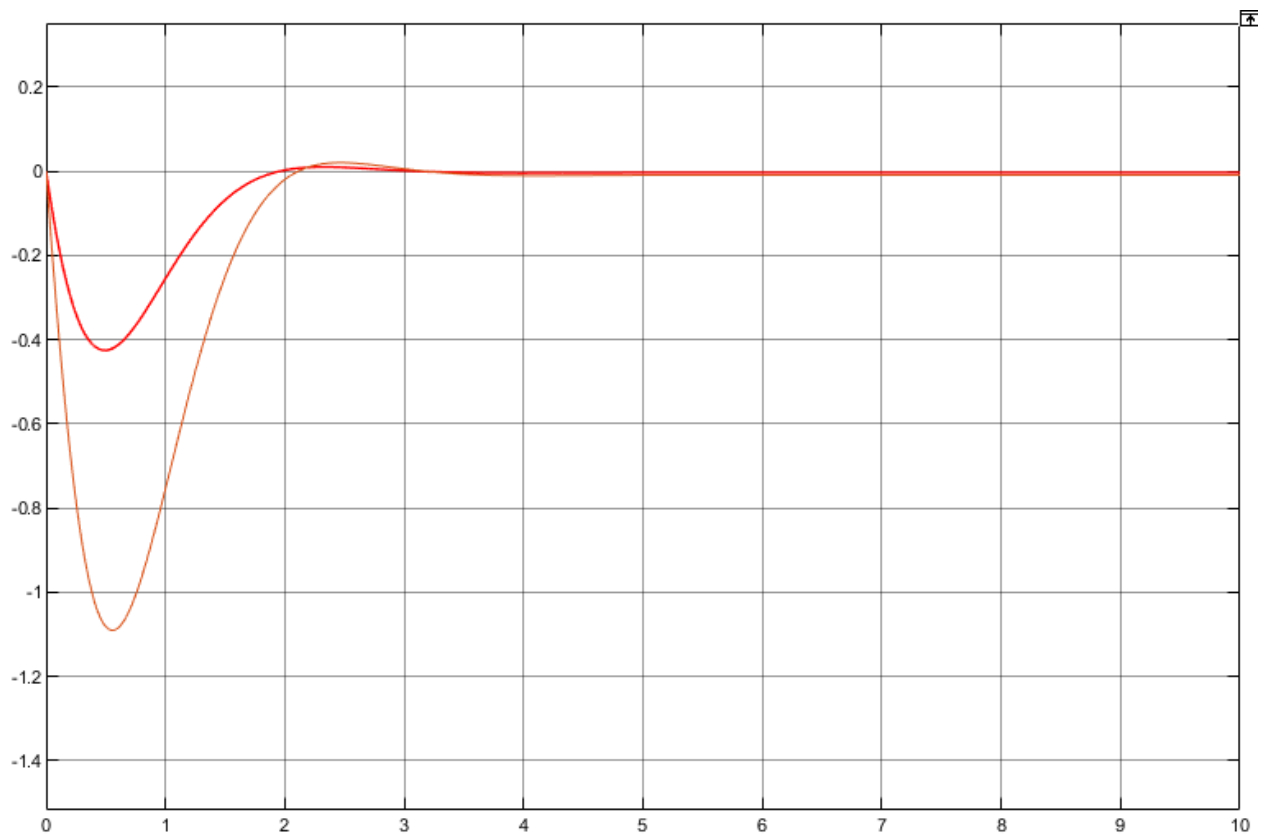


Рисунок 7 График сходимости ошибки наблюдения

Вывод:

В ходе выполнения данной лабораторной работы мы познакомились с принципами построения наблюдателей неизмеряемого состояния. Был получен желаемый характеристический полином в соответствии с заданными показателями качества. Построен наблюдатель пониженной размерности решением уравнения типа Сильвестра и полной размерности методом канонических форм.