

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
“САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИТМО”

ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

Лабораторная работа №1:
«Формы представления линейных систем»
по дисциплине Теория автоматического управления

Вариант №8

Выполнил: Студент группы
R33362 Осинина Т. С
Преподаватель: Перегудин А.А.

Задание №1. Одноканальная система в форме вход-выход.

Выполните моделирование при входном воздействии $u(t) = 1(t)$ и нулевых начальных условиях. Приведите в отчете схему моделирования и графики входного воздействия $u(t)$ и выхода $y(t)$.

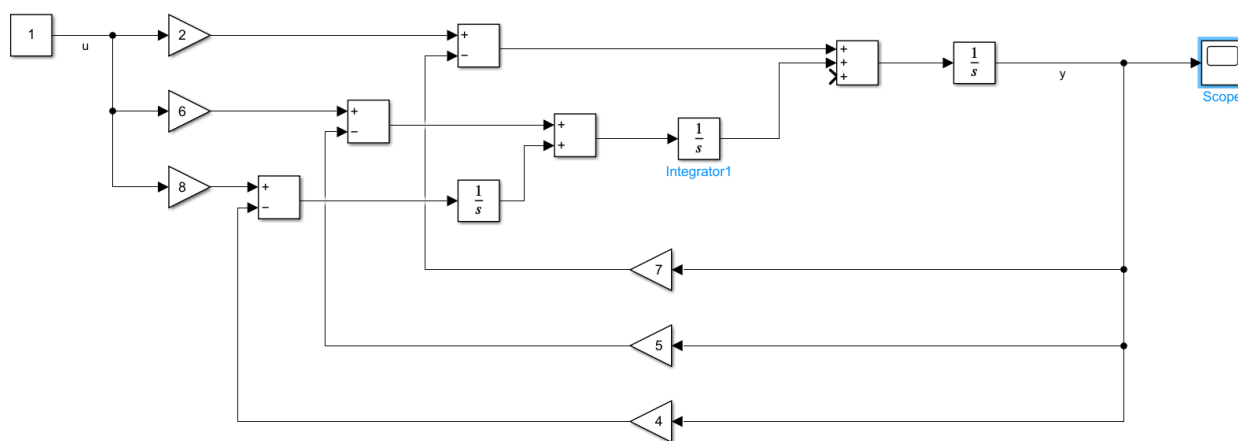
Приводим выражение к удобному виду:

$$y''' + 7y'' + 5y' + 4y = 2u'' + 6u' + 8u$$

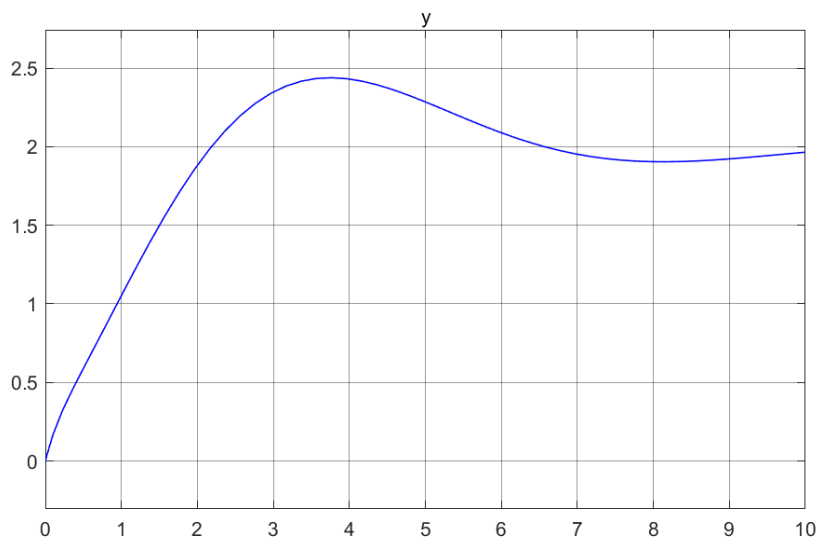
$$y''' = 2u'' + 6u' + 8u - 7y'' - 5y' - 4y$$

$$y = \frac{1}{p} \left(2u - 7y + \frac{1}{p} \left(6u - 5y + \frac{1}{p} (8u - 4y) \right) \right)$$

По конечному выражению строим схему:



1. Схему моделирования входного воздействия и выхода



2. График входного воздействия и выхода

Задание №2. Переход от формы вход-выход к форме вход-состояние-выход

Определите передаточную функцию системы. Постройте математические модели вход-состояние-выход в канонической управляемой, канонической наблюдаемой и жордановой форме. Выполните моделирование четырех полученных форм представления системы при входном воздействии $u(t) = 1(t)$ и нулевых начальных условиях. Приведите в отчете схемы моделирования и графики входного воздействия $u(t)$ и выхода $y(t)$, сделайте выводы.

$$y''' + 7y'' + 5y' + 4y = 2u'' + 6u' + 8u$$

Составляем передаточную функцию:

$$w(p) = \frac{2p^2 + 6p + 8}{p^3 + 7p^2 + 5p + 4}$$

Далее составляем матрицы А, В, С для канонически управляемой формы

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -4 & -5 & -7 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$C = [8 \ 6 \ 2]$$

Далее составляем матрицы А, В, С для канонически неуправляемой формы

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -4 \\ 1 & 0 & -5 \\ 0 & 1 & -7 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 8 \\ 6 \\ 2 \end{bmatrix}$$

$$C = [0 \ 0 \ 1]$$

Код для преобразования матрицы в Жорданову форму:

```
A=[0 1 0; 0 0 1; -4 -5 -7;]
```

```
B=[0;0;1;]
```

```
C=[8 6 2;]
```

```
A_1=[0 0 -4; 1 0 -5; 0 1 -7;]
```

```
B_1=[8;6;2;]
```

```
C_1=[0 0 1;]
```

```
[P, Z] = jordan(A)
```

```
[P1, Z1] = cdf2rdf(P,Z)
```

```
A1 = P1^(-1)*A_1*P1;
```

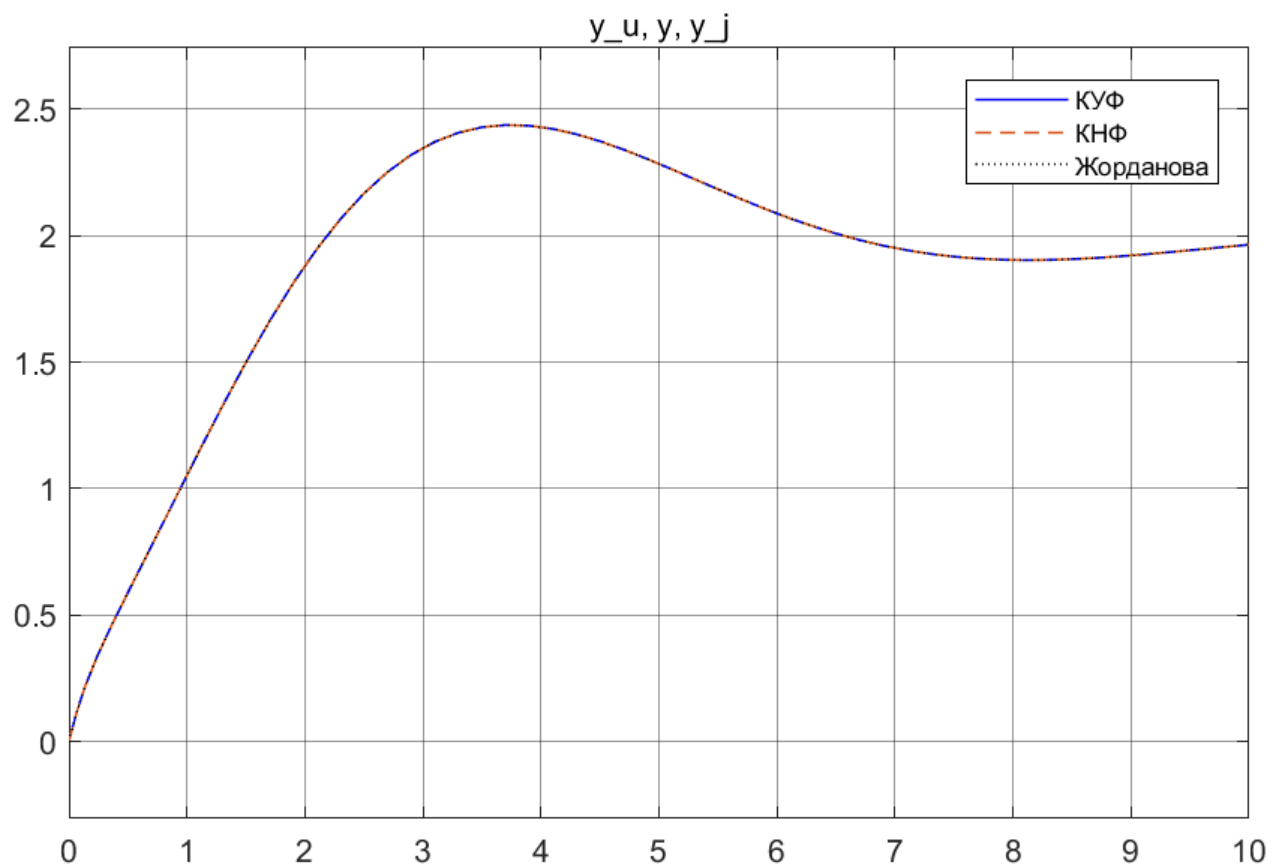
```
B1 = P1^(-1)*B_1;
```

```
C1 = C_1*P1;
```

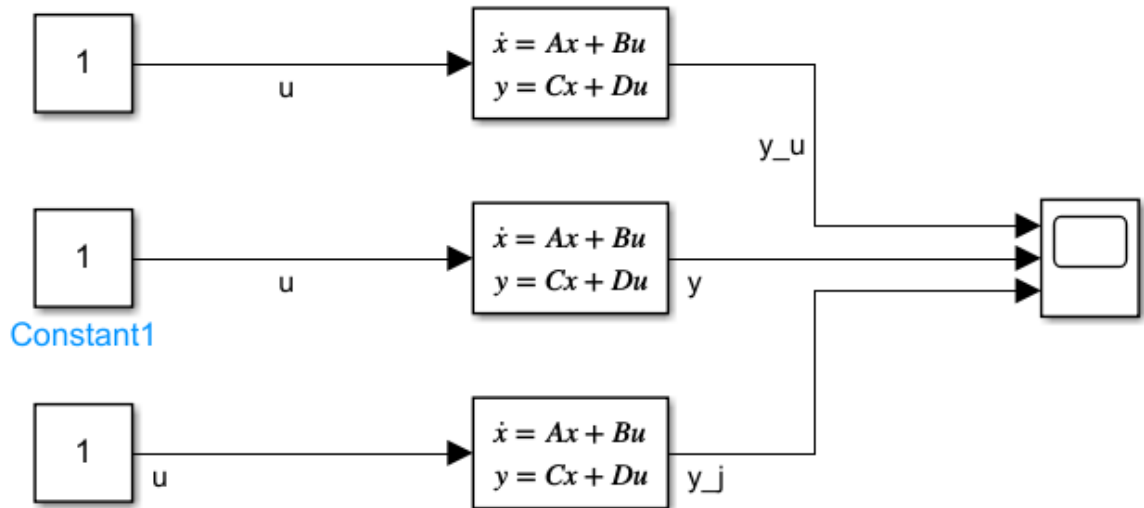
```
Aj = A1
```

```
Bj = B1
```

```
Cj = C1
```



3. График входного воздействия и выхода жордановой, канонической управляемой и неуправляемой формы



4. Схема моделирования входного воздействия и выхода жордановой, канонической управляемой и неуправляемой форм

Вывод: входное воздействие и выход не зависят от представленной формы, это мы можем увидеть на графике 3.

Задание №3. Многоканальная система в форме вход-выход

Выполните моделирование при входных воздействиях $u_1(t) = 1(t)$ и $u_2(t) = 2 \sin(t)$ и нулевых начальных условиях. Приведите в отчете схему моделирования и графики входных воздействий $u_1(t)$ и $u_2(t)$ и выходов $y_1(t)$ и $y_2(t)$

Сначала приводим к виду $y(t) = W * U$,

$$W = \begin{bmatrix} w_1(p) & w_2(p) \\ w_3(p) & w_4(p) \end{bmatrix}$$

```
syms p;
A=[p+17 p+5; p+4 p+2];
B=[6 8; 4 3];
A_obr=inv(A);
```

```
W=A_obr*B
syms u1;
syms u2;
U=[u1;u2]
S=W*U
```

Далее получаем:

$$y_1 = u_1 * ((3*(p+2))/(5*p+7) - (2*(p+5))/(5*p+7)) + u_2 * ((4*(p+2))/(5*p+7) - (3*(p+5))/(2*(5*p+7)))$$

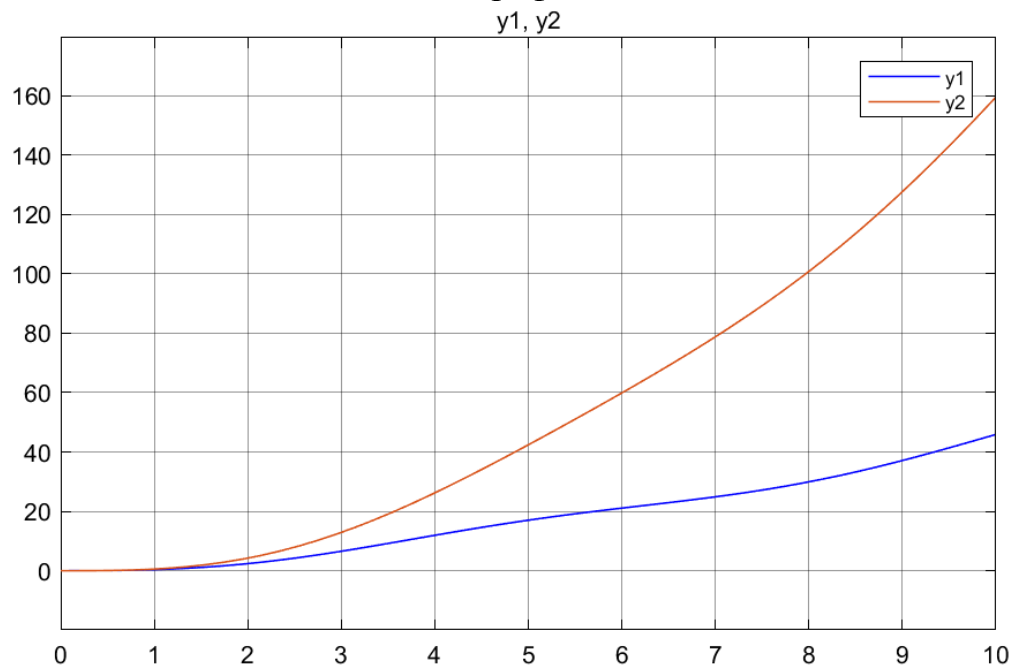
$$y_2 = -u_1 * ((3*(p+4))/(5*p+7) - (2*(p+17))/(5*p+7)) - u_2 * ((4*(p+4))/(5*p+7) - (3*(p+17))/(2*(5*p+7)))$$

Упрощаем:

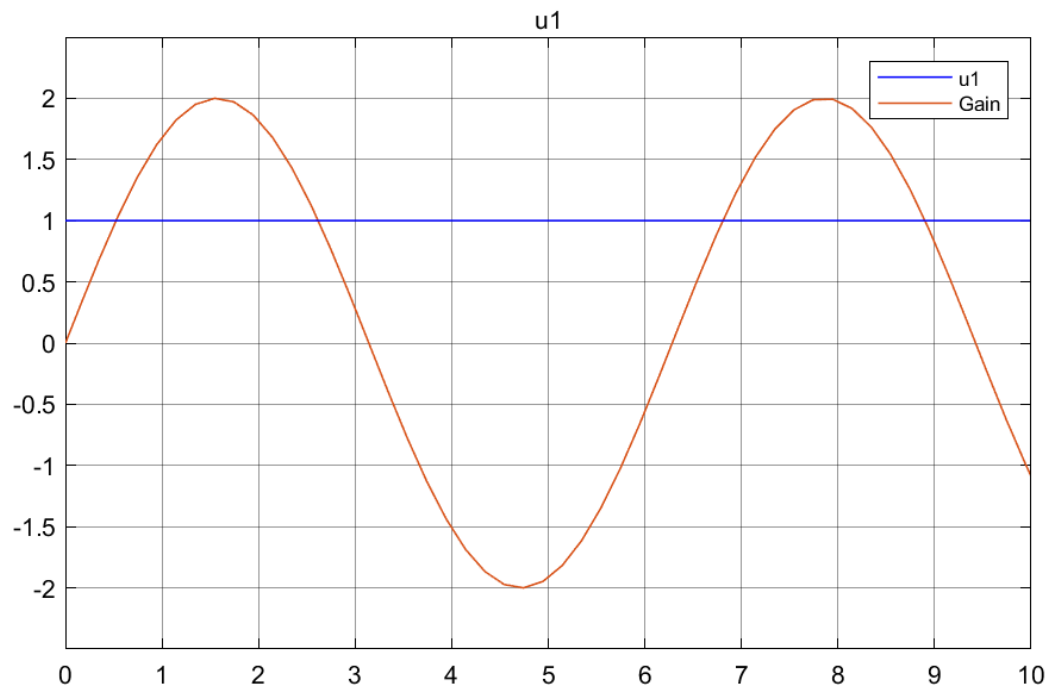
$$y_1 = \frac{1}{p(5p+7)} \left(u_1 + \frac{5}{2}u_2 + \frac{1}{p}(-4u_1 - 7u_2) \right)$$

$$y_2 = \frac{1}{p(5p+7)} \left(-u_1 - u_2 + \frac{1}{p}(22u_1 + 9,5u_2) \right)$$

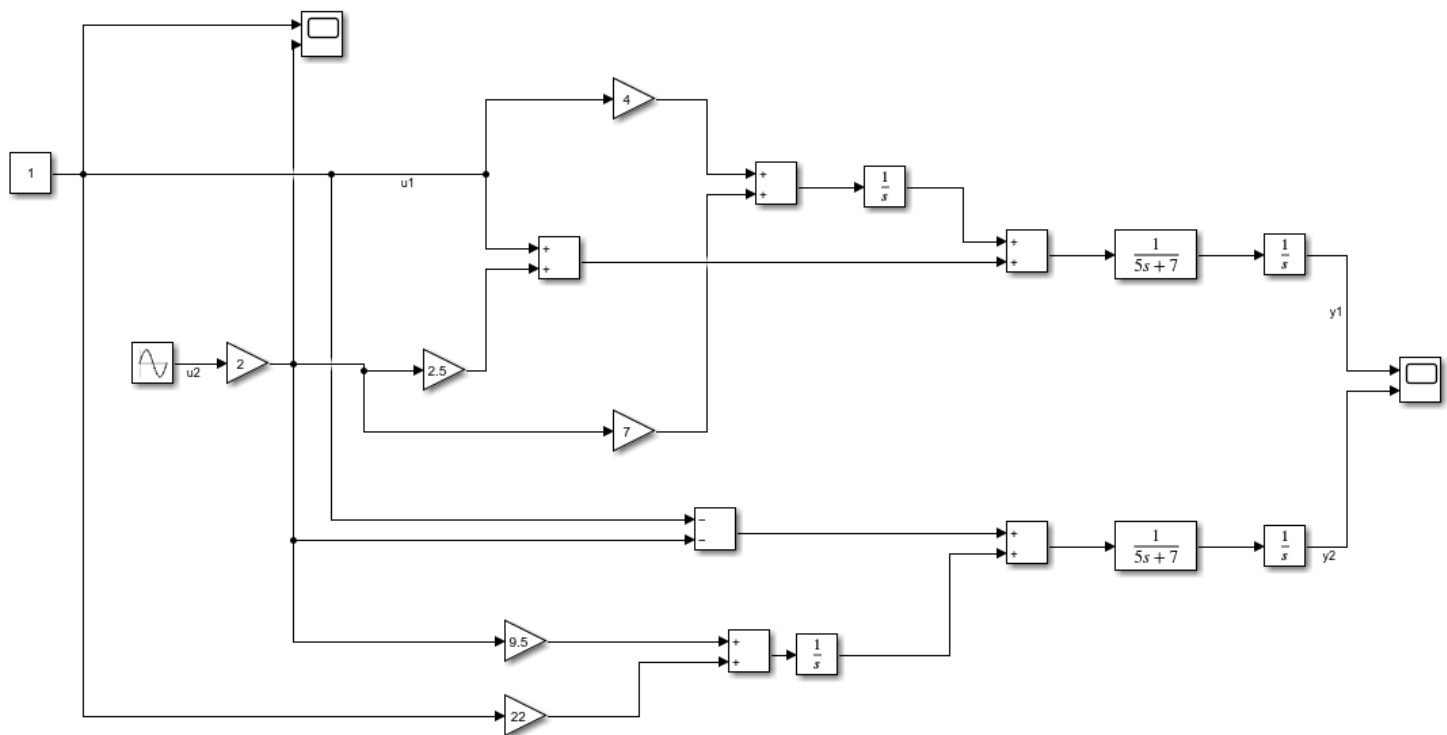
Далее составляем модель и выводим графики:



5. График $y1(t)$ и $y2(t)$



6. График $u1(t)$ и $u2(t)$



7.Схему моделирования $u1(t)$ и $u2(t)$ и $y1(t)$ и $y2(t)$

Задание 4. Одноканальная система в форме вход-состояние-выход.

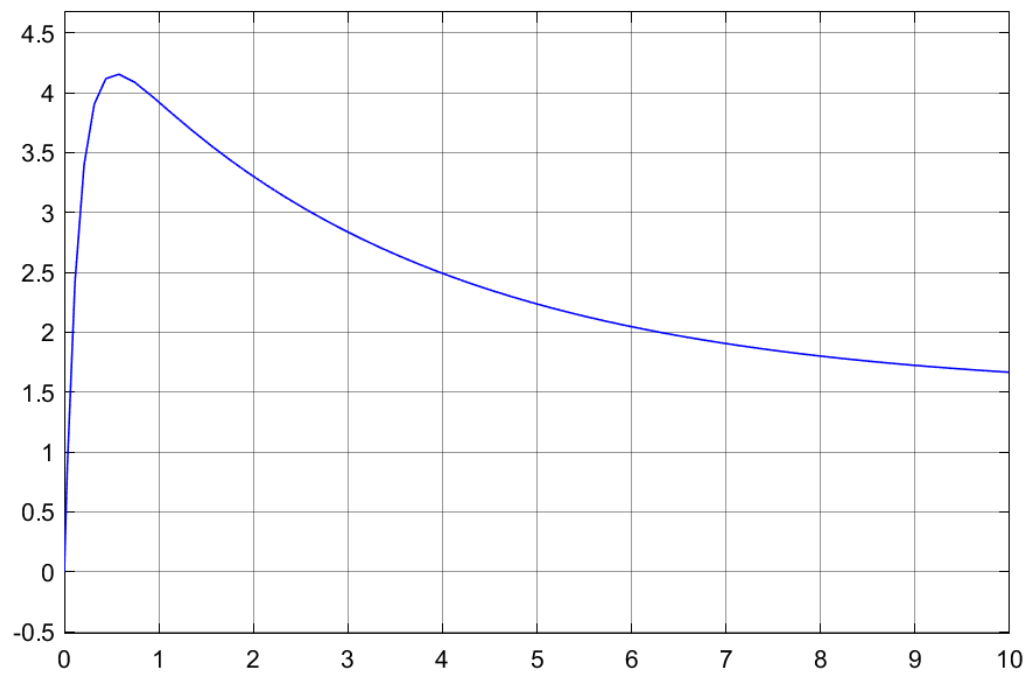
Выполните моделирование при входном воздействии $u(t) = 1(t)$ и нулевом начальном значении вектора состояния. Приведите в отчете схему моделирования и графики входного воздействия $u(t)$ и выхода $y(t)$.

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu \\ y = Cx \end{cases}$$

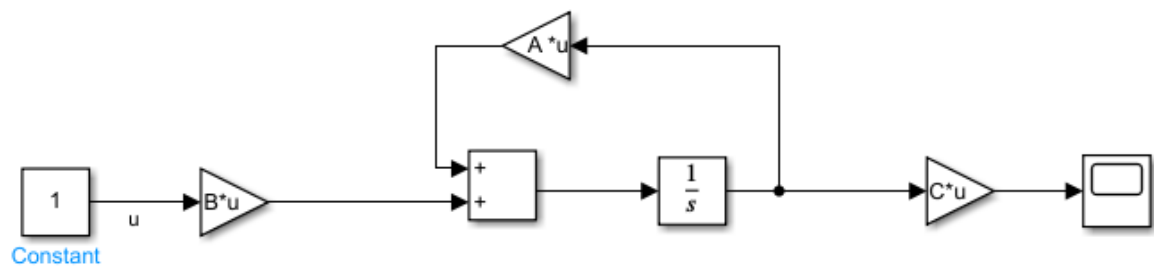
$$A = \begin{bmatrix} 0 & -2 \\ 1 & -7 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 1 \\ 5 \end{bmatrix}$$

$$C = [1 \quad 6]$$



8.График $y_1(t)$



9.Схему моделирования $y(t)$

Задание 5. Переход от формы вход-состояние-выход к форме вход-выход.

Определите передаточную функцию системы. Выполните моделирование полученной формы вход-выход при входном воздействии $u(t) = 1(t)$ и нулевом начальном значении вектора состояния. Приведите в отчете схему моделирования и графики входного воздействия $u(t)$ и выхода $y(t)$, сделайте выводы.

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu \\ y = Cx \end{cases}$$

$$W(p) = C(pI - A)^{-1}B$$

```
A=[0 -2;1 -7]
B=[1;5]
C=[1 6]
syms p;
%T=pI-A
T=[p 2; -1 p+7]
T_obr=inv(T)
W(p)=C*T_obr*B
```

T =

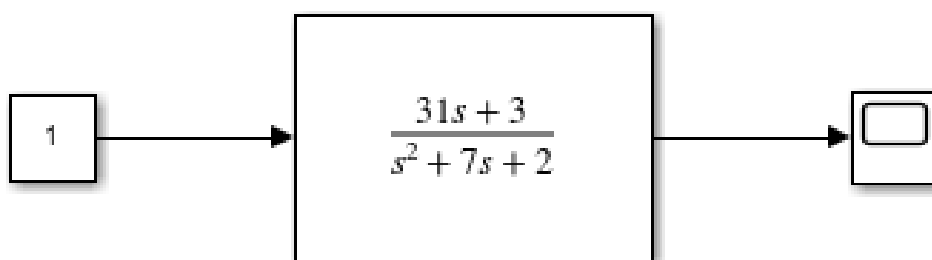
$$\begin{pmatrix} p & 2 \\ -1 & p+7 \end{pmatrix}$$

T_obr =

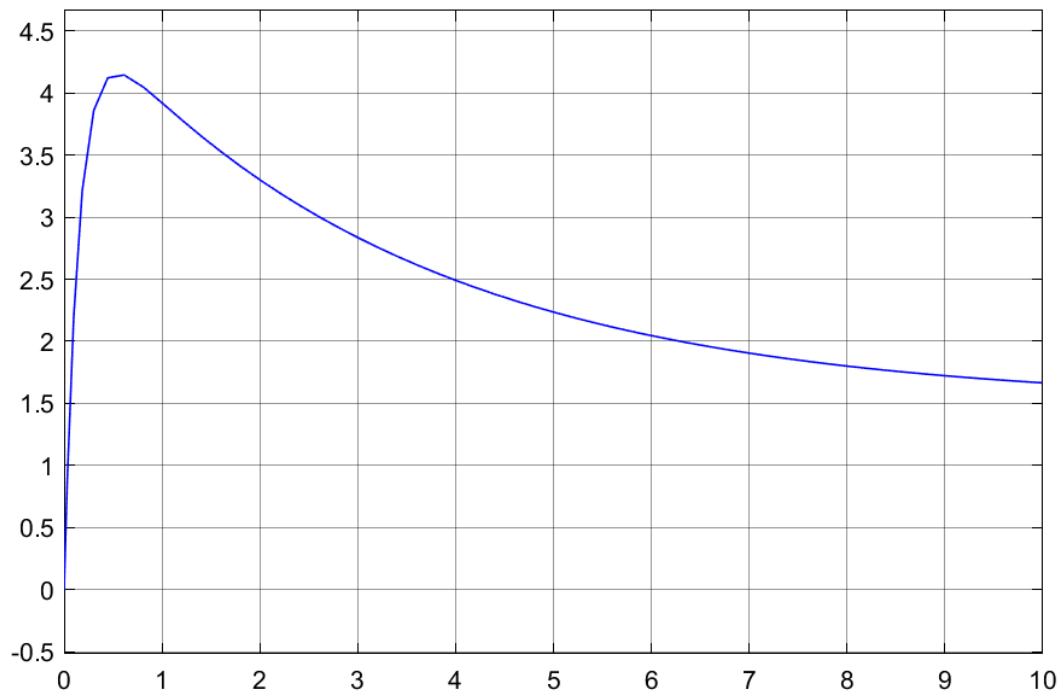
$$\begin{pmatrix} \frac{p+7}{p^2+7p+2} & -\frac{2}{p^2+7p+2} \\ \frac{1}{p^2+7p+2} & \frac{p}{p^2+7p+2} \end{pmatrix}$$

W(p) =

$$\frac{30p}{p^2+7p+2} - \frac{4}{p^2+7p+2} + \frac{p+7}{p^2+7p+2}$$



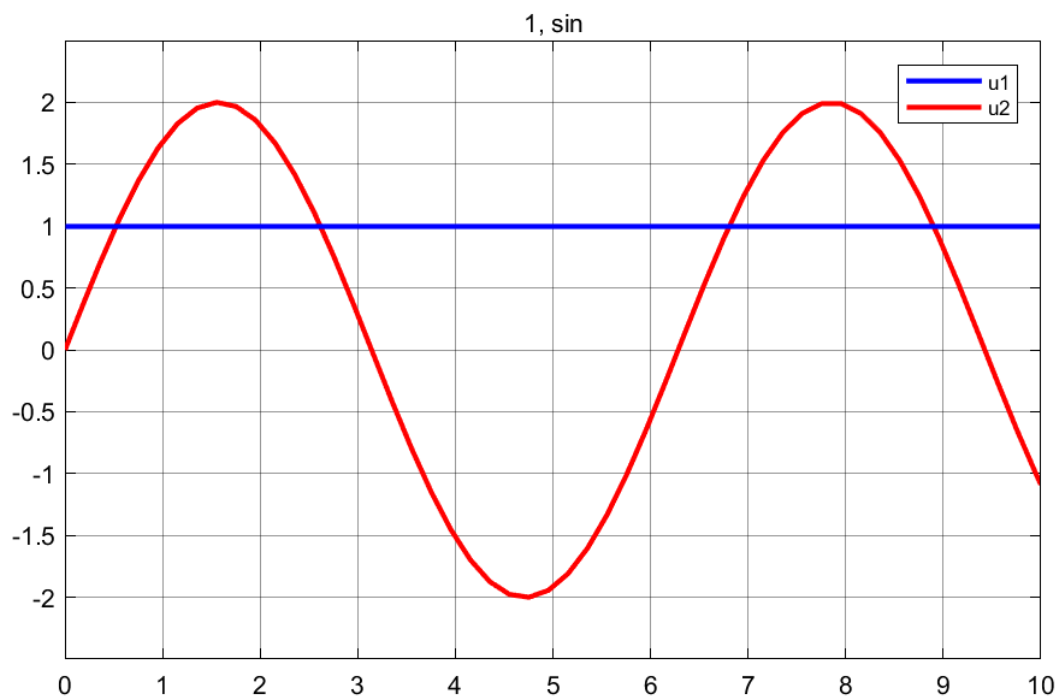
10. Схему моделирования $y(t)$



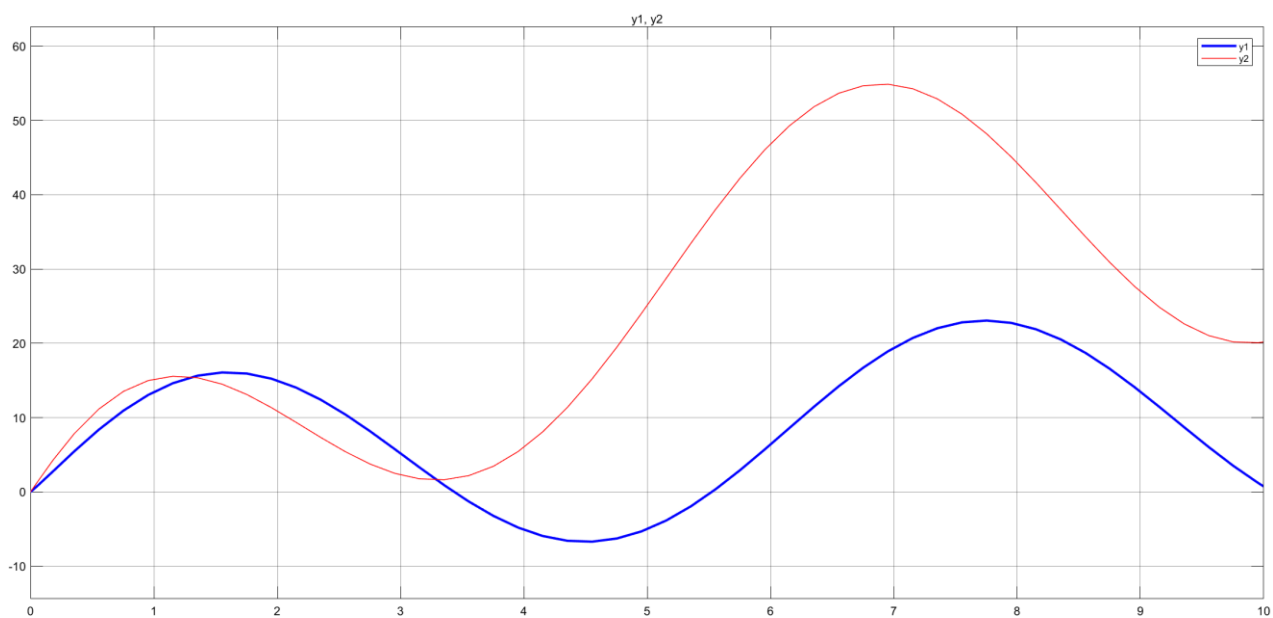
11. График $y_1(t)$

Задание 6. Многоканальная система в форме вход-состояние-выход.

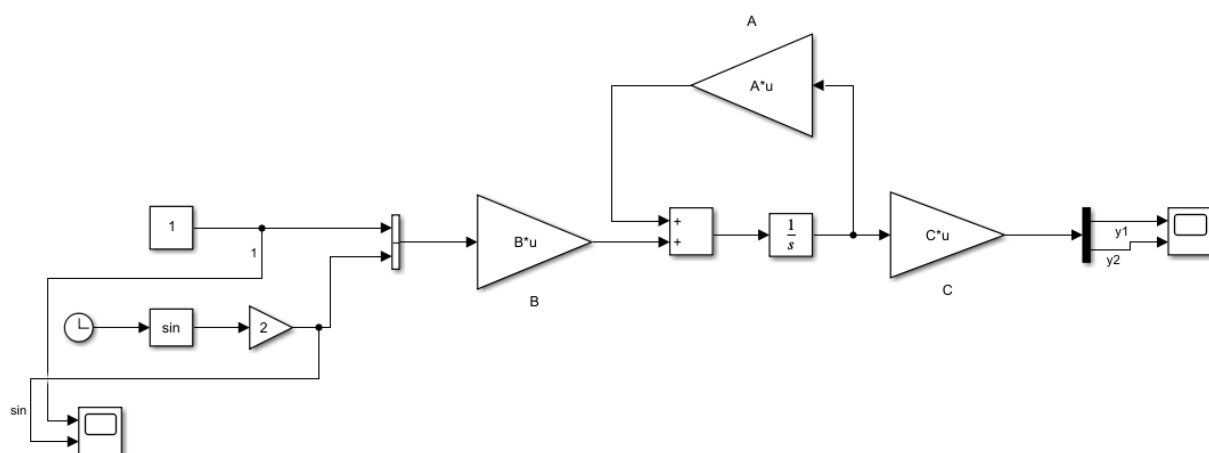
Выполните моделирование при входных воздействиях $u_1(t) = 1(t)$ и $u_2(t) = 2 \sin(t)$ и нулевом начальном значении вектора состояния. Приведите в отчете схему моделирования и графики входных воздействий $u_1(t)$ и $u_2(t)$ и выходов $y_1(t)$ и $y_2(t)$.



12. График $u_1(t)$ и $u_2(t)$



13. График $y_1(t)$ и $y_2(t)$



14. Схему моделирования $u_1(t)$ и $u_2(t)$ и $y_1(t)$ и $y_2(t)$