Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра технічної кібернетики

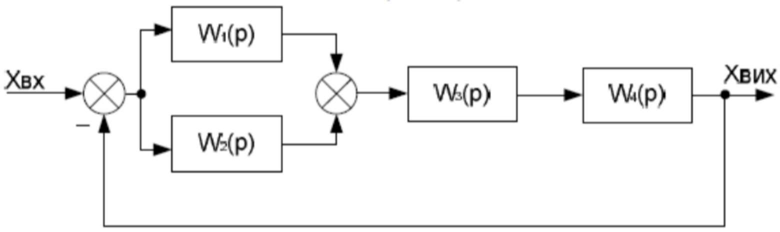
Теорія автоматичного управління - 1
Комп’ютерний практикум № 6
«Аналіз якості систем автоматичного управління»

**Перевірив:**
ст. вик. каф. ТК
Цьопа Н. В.

**Виконали:**
Студенти групи ІК-72
Мащенко Б. В.
Міщенко Р. В.

Київ
НТУУ «КПІ імені Сікорського»
2019

**Варіант 10-12**




| ПФ | **X варіант** | **XI варіант** | **XII варіант** |
|---|---|---|---|
| $W_1(p) = k_1$ | $k_1 = 2$ | $k_1 = 5$ | $k_1 = 0.1$ |
| $W_2(p) = \dfrac{k_2}{p}$ | $k_2 = 2$ | $k_2 = 5$ | $k_2 = 6$ |
| $W_3(p) = \dfrac{k_3}{T_3 p + 1}$ | $k_3 = 5 \quad T_3 = 10$ | $k_3 = 0.2 \quad T_3 = 15$ | $k_3 = 0.5 \quad T_3 = 20$ |
| $W_4(p) = \dfrac{k_4}{T_4 p + 1}$ | $k_4 = 0.5 \quad T_4 = 10$ | $k_4 = 2 \quad T_4 = 15$ | $k_4 = 5 \quad T_4 = 5$ |

Завдання 1

In[∘]:=
```
k1 = 5;
k2 = 1;
T2 = 15;
k3 = 20;
T3 = 10;
W = k1 * (k2 / (T2 * p + 1)) * (k3 / (T3 * p + 1));
F = Simplify[W / (1 + W)]
    упростить
```

Out[∘]=

$$\frac{100}{101 + 25\,p + 150\,p^2}$$

In[∘]:=
```
K = 100;
```

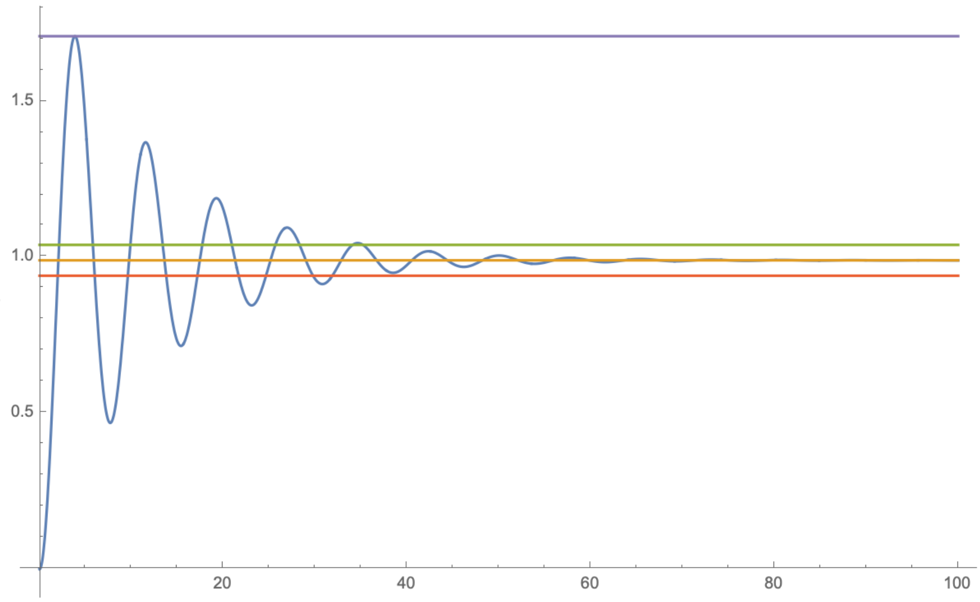
```
result = DSolveValue[{(K + 1) y[t] + 25 y'[t] + 150 y''[t] == K * HeavisideTheta[t], y[0] == 0, y'[0] == 0}, y[t], t];
```
решение дифференциального уравнения тета-функция Хевисайда

```
hSenter = K/(K + 1);
hMax = FindMaximum[result, {t, 0, 100}];
```
найти максимум

```
Plot[{result, hSenter, hSenter + 0.05 * hSenter, hSenter - 0.05 * hSenter, hMax}, {t, 0, 100}, PlotRange → All]
```
график функции отображаемы··· всё

```
sigma = (FindMaxValue[result, {t, 0, 100}] - hSenter)/hSenter * 100
FindRoot[result == hSenter + 0.05 * hSenter, {t, 35}]
```
найти корень

Out[∘]=




Out[∘]= 72.5638

Out[∘]= {t → 35.2047}

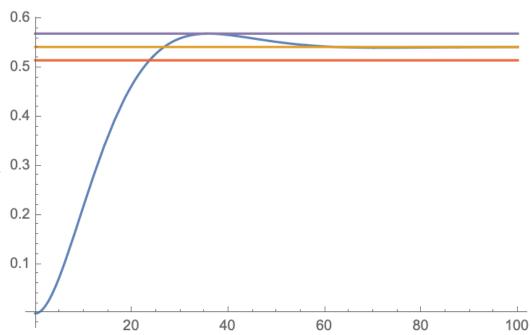
In[∘]:=
```
(*--------------------------------5--------------------------------*)
K = 1.1872389;

result = DSolveValue[{(K + 1) y[t] + 25 y'[t] + 150 y''[t] == K * HeavisideTheta[t], y[0] == 0, y'[0] == 0}, y[t], t];
```
решение дифференциального уравнения тета-функция Хевисайда

```
hSenter = K/(K + 1);
hMax = FindMaximum[result, {t, 0, 100}];
```
найти максимум

```
Plot[{result, hSenter, hSenter + 0.05 * hSenter, hSenter - 0.05 * hSenter, hMax}, {t, 0, 100}, PlotRange → All]
```
график функции отображаемы·· всё

```
sigma = (FindMaxValue[result, {t, 0, 100}] - hSenter)/hSenter * 100
FindRoot[result == hSenter + 0.05 * hSenter, {t, 30}]
```
найти корень

Out[∘]=




Out[∘]= 5.

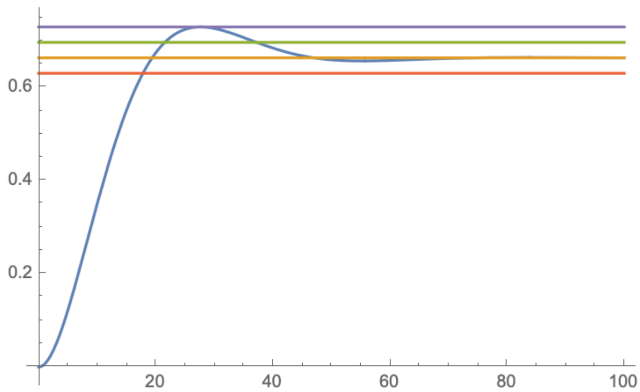
Out[∘]= {t → 35.9488}

In[∘]:=
```
(*--------------------------------10--------------------------------*)
K = 1.98076;

result = DSolveValue[{(K + 1) y[t] + 25 y'[t] + 150 y''[t] == K * HeavisideTheta[t], y[0] == 0, y'[0] == 0}, y[t], t];
```
решение дифференциального уравнения; тета-функция Хевисайда

```
hSenter = K/(K + 1);
hMax = FindMaximum[result, {t, 0, 100}];
```
найти максимум

```
Plot[{result, hSenter, hSenter + 0.05 * hSenter, hSenter - 0.05 * hSenter, hMax}, {t, 0, 100}, PlotRange → All]
```
график функции; отображаемы··· всё

```
sigma = (FindMaxValue[result, {t, 0, 100}] - hSenter)/hSenter * 100
FindRoot[result == hSenter + 0.05 * hSenter, {t, 30}]
```
найти корень

Out[∘]=



Out[∘]= 10.

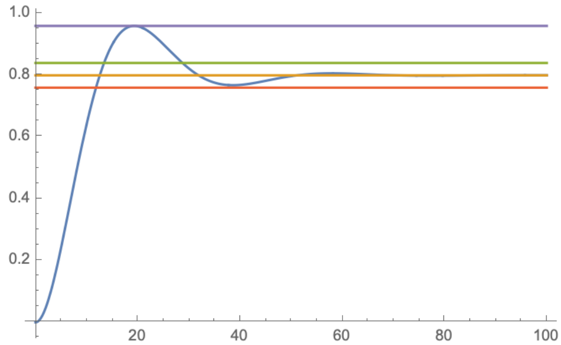
Out[∘]= {t → 37.2228}

In[∘]:=
```
(*--------------------------------20--------------------------------*)
K = 4.01066;

result = DSolveValue[{(K + 1) y[t] + 25 y'[t] + 150 y''[t] == K * HeavisideTheta[t], y[0] == 0, y'[0] == 0}, y[t], t];
```
решение дифференциального уравнения; тета-функция Хевисайда

```
hSenter = K/(K + 1);
hMax = FindMaximum[result, {t, 0, 100}];
```
найти максимум

```
Plot[{result, hSenter, hSenter + 0.05 * hSenter, hSenter - 0.05 * hSenter, hMax}, {t, 0, 100}, PlotRange → All]
```
график функции; отображаемы··· всё

```
sigma = (FindMaxValue[result, {t, 0, 100}] - hSenter)/hSenter * 100
FindRoot[result == hSenter + 0.05 * hSenter, {t, 35}]
```
найти корень

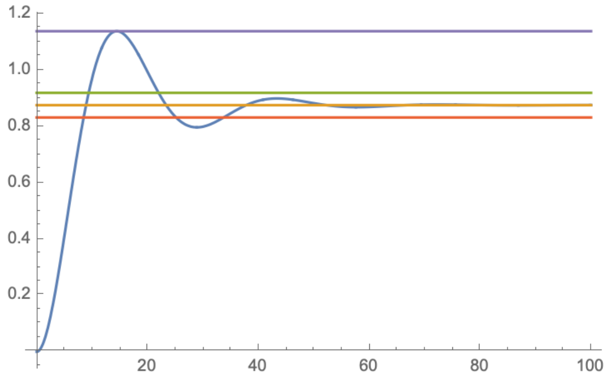
Out[∘]=



Out[∘]= 20.

Out[∘]= {t → 28.7445}

```
In[∘]:= (*-------------------------------30---------------------------------*)
K = 7.1341;

result = DSolveValue[{(K + 1) y[t] + 25 y'[t] + 150 y''[t] == K * HeavisideTheta[t], y[0] == 0, y'[0] == 0}, y[t], t];
         |решение дифференциального уравнения                        |тета-функция Хевисайда

hSenter = K/(K + 1);
hMax = FindMaximum[result, {t, 0, 100}];
       |найти максимум

Plot[{result, hSenter, hSenter + 0.05 * hSenter, hSenter - 0.05 * hSenter, hMax}, {t, 0, 100}, PlotRange → All]
|график функции                                                                     |отображаемы⋯ |всё
sigma = (FindMaxValue[result, {t, 0, 100}] - hSenter)/hSenter * 100
FindRoot[result == hSenter - 0.05 * hSenter, {t, 33}]
|найти корень
```

Out[∘]=




Out[∘]= 30.

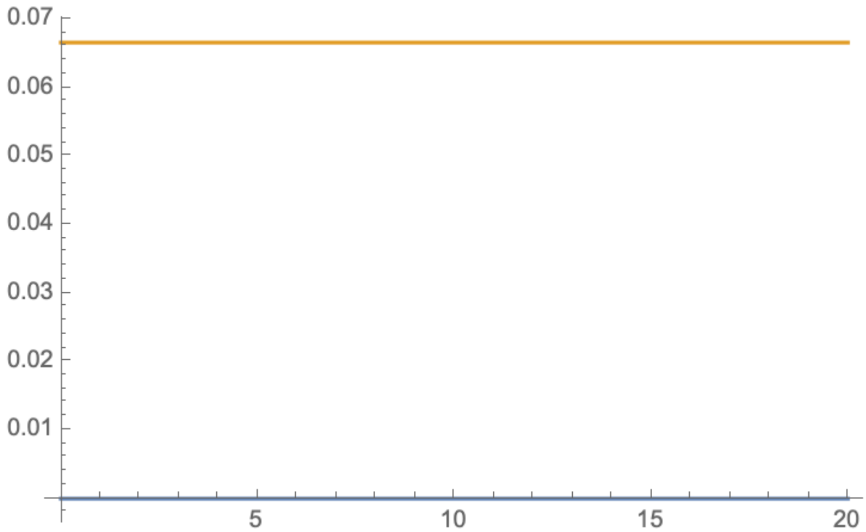
Out[∘]= {t → 33.7205}

Завдання 2

```
(*----------------------Часть 2--------------------------*)

In[•]:= k1 = 0.1;
k2 = 6;
k3 = 0.5;
T3 = 20;
k4 = 5;
T4 = 5;
v = 2;
a = 9.8;
W1 = k1;
W2 = k2/s;
W3 = k3/(T3*s + 1);
W4 = k4/(T4*s + 1);
W = FullSimplify[(W1 + W2)*W3*W4];
    упростить в полном объёме
Fe = Simplify[1/(1 + W)];
     упростить

Print["Функція за помилкою ", Fe]
печатать

(*------------------------------*)
resultX1 = LaplaceTransform[HeavisideTheta[t], t, s];
           преобразование Лапл···  тета-функция Хевисайда
(*------------------------------*)
resultX2 = LaplaceTransform[v*t, t, s];
           преобразование Лапласа
(*------------------------------*)
resultX3 = LaplaceTransform[a*t^2, t, s];
           преобразование Лапласа
(*----------------------------------------*)
```

Функція за помилкою $\dfrac{1}{1+\dfrac{0.25+\frac{15.}{s}}{1+25\,s+100\,s^2}}$

```
In[•]:= (*-----------------------------*)
eps1 = Limit[s*Fe*resultX1, s → 0]
       предел
eps2 = Limit[s*Fe*resultX2, s → 0]
       предел
eps3 = Limit[s*Fe*resultX3, s → 0]
       предел
Plot[{eps1, eps2, eps3}, {t, 0, 20}]
график функции

Out[•]= 0

Out[•]= 0.0666667

Out[•]= Indeterminate

Out[•]=
```




**Висновок:** Під час виконання даної лабораторної роботи ми набули навичок визначення якості системи у перехідному режимі та у режимі, що встановився. За результатами першого завдання ми експериментально визначили необхідні коефіцієнти К, при якому відносне перерегулювання системи становило 72.5638, 5, 10, 20, 30, та визначили, що при значенні відносного перерегулювання у 20% система показала найбільш якісний процес регуляції. У другому завданні ми дослідили, що наша система є астатичною системою першого порядку, оскільки ми маємо лише одну інтегральну ланку. Також ми знайшли для системи помилку й побудували графіки зміни помилки системи за положенням, за швидкістю та за прискоренням.