

## ТАУ. Контрольная работа с решением

### Задание на контрольную работу

На рисунке представлена структурная схема одноконтурной системы управления.

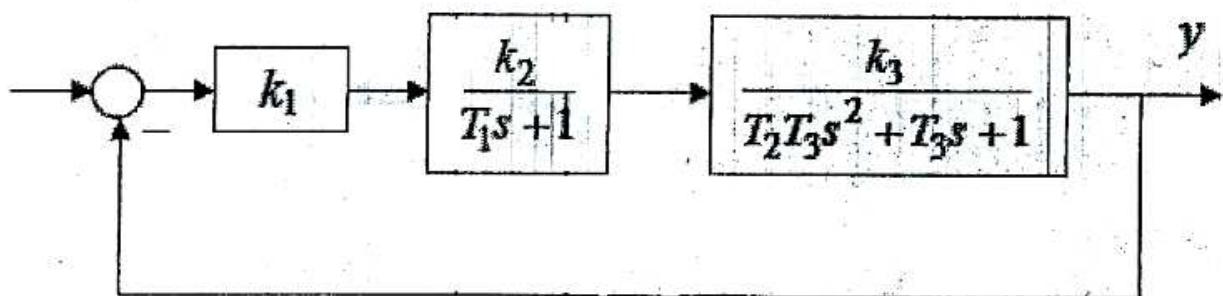


Рисунок 1 – Структурная схема одноконтурной системы управления

Параметры звеньев для варианта:

$$k_1 = 10, k_2 = 0.65, T_1 = 0.048, k_3 = 0.8, T_2 = 0.012, T_3 = 0.048.$$

Необходимо:

1. Вывести в общем виде передаточные функции разомкнутой и замкнутой систем по управляющему воздействию.
2. Определить устойчивость замкнутой системы по критерию Гурвица.

### Решение:

1. Известно, что передаточная функция эквивалентного звена, представляющего  $N$  последовательно соединенных звеньев, равна произведению передаточных функций этих звеньев, то есть для разомкнутой системы имеем:

$$W(s) = W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s) = k_1 \cdot \frac{k_2}{T_1 s + 1} \cdot \frac{k_3}{T_2 T_3 s^2 + T_3 s + 1} =$$

$$= 10 \cdot \frac{0.65}{0.048 s + 1} \cdot \frac{0.8}{5.76 \cdot 10^{-4} s^2 + 0.048 s + 1}$$

Передаточная функция замкнутой системы с единичной отрицательной обратной связью ( $W_{oc}(s) = 1$ ) имеет вид:

$$W_{зам}(s) = \frac{W(s)}{1 + W(s)W_{oc}(s)}$$

Найдем передаточную функцию замкнутой системы:

$$\begin{aligned}
 W_{зам}(s) &= \frac{k_1 \cdot \frac{k_2}{T_1s+1} \cdot \frac{k_3}{T_2T_3s^2+T_3s+1}}{1+k_1 \cdot \frac{k_2}{T_1s+1} \cdot \frac{k_3}{T_2T_3s^2+T_3s+1}} = \\
 &= \frac{k_1k_2k_3}{(T_1s+1)(T_2T_3s^2+T_3s+1)+k_1k_2k_3} = \\
 &= \frac{k_1k_2k_3}{T_1T_2T_3s^3+T_1T_3s^2+T_1s+T_2T_3s^2+T_3s+1+k_1k_2k_3} = \\
 &= \frac{k_1k_2k_3}{T_1T_2T_3s^3+T_3(T_1+T_2)s^2+(T_1+T_3)s+(1+k_1k_2k_3)} = \\
 &= \frac{5.2}{2.765 \cdot 10^{-5} s^3 + 2.88 \cdot 10^{-3} s^2 + 0.096s + 6.2}.
 \end{aligned}$$

2. Определяем устойчивость замкнутой системы.

Характеристическое уравнение имеет вид:

$$A(s) = 2.765 \cdot 10^{-5} s^3 + 2.88 \cdot 10^{-3} s^2 + 0.096s + 6.2.$$

Характеристическое уравнение является уравнением третьего порядка. Для уравнения третьего порядка вида  $a_0s^3 + a_1s^2 + a_2s + a_3 = 0$  необходимым и достаточным условием устойчивости является:

$$a_0 > 0, \Delta_1 = a_1 > 0, \Delta_2 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix} = a_1a_2 - a_0a_3 > 0.$$

Проверяем выполнение данных условий:

$$a_0 = 2.765 \cdot 10^{-5} > 0$$

$$\Delta_1 = a_1 = 2.88 \cdot 10^{-3} > 0$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix} = 2.88 \cdot 10^{-3} \cdot 0.096 - 2.765 \cdot 10^{-5} \cdot 6.2 = 1.05 \cdot 10^{-4} > 0.$$

Все условия выполняются, значит, исследуемая замкнутая система с заданными параметрами звеньев является устойчивой по критерию Гурвица.

### Список литературы

1. Востриков А.С., Французова Г.А. Теория автоматического управления. Линейные системы: Учеб. пособие для студентов 3-го курса АВТФ / Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск: НГТУ, 1997. – 121, с.: ил.

2. А.А. Воронов, В.К. Титов, Б.Н. Новогранов «Основы теории автоматического регулирования и управления» Учеб. Пособие для ВУЗов. М., «Высшая школа», 1977.

3. Никулин Е.А. Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза: Учеб. Пособие. БВХ-Петербург, 2004.