

Министерство транспорта Российской Федерации  
Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Омский государственный университет путей сообщения

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Омский государственный университет путей сообщения»

Контрольная работа  
по дисциплине  
Теория автоматического управления

Студент группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ( Гладков А.В. )  
подпись фамилия

«01 » июня 2014 г.

Руководитель \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
подпись фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ Г.

Омск 2014

Министерство транспорта Российской Федерации  
Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Омский государственный университет путей сообщения

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Омский государственный университет путей сообщения»

Факультет высшего профессионального образования  
(заочная форма обучения)

регистрационный № \_\_\_\_\_

Ф.И.О. студента \_\_\_\_\_ шифр \_\_\_\_\_

специальность \_\_\_\_\_ курс \_\_\_\_\_

Ф.И.О. рецензента \_\_\_\_\_

**Рецензия**  
на контрольную работу

Оценка \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Подпись рецензента \_\_\_\_\_

## Содержание

1 Задача. Вариант № 7 .....	3
2 Текстовая часть .....	6
Библиографический список .....	7

# 1 Задача. Вариант № 7

<b>Дано:</b>	
$L_{я} = 0,5$	
$R_{я} = 2$	
$k_e = 0,4$	
$k_m = 0,35$	
$J_{дв} = 0,2$	
$T_{пер} = 2$	
$\omega = 0$	
$\omega_{гр} = 15$	

$a_2 \cdot \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + a_1 \cdot \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = bx(t)$ , где  $x(t) = v(t)$ ,  $y(t) = \Omega(t)$ , то

$$a_2 \cdot \frac{d^2 v(t)}{dt^2} + a_1 \cdot \frac{dv(t)}{dt} + v(t) = b\Omega(t)$$

Коэффициенты  $a_2$ ,  $a_1$ ,  $b$  вычисляются по формулам:

$$a_2 = \frac{L_{я} \cdot J_{дв}}{k_e \cdot k_m} \rightarrow a_2 = \frac{0,5 \cdot 0,2}{0,4 \cdot 0,35} = 0,714 \quad a_2 = 0,714$$

$$a_1 = \frac{R_{я} \cdot J_{дв}}{k_e \cdot k_m} \rightarrow a_1 = \frac{2 \cdot 0,2}{0,4 \cdot 0,35} = 2,587 \quad a_1 = 2,587$$

$$b = \frac{1}{k_e} \rightarrow b = \frac{1}{0,4} = 2,5 \quad b = 2,5$$

Передаточная функция объекта управления:

$$W_0(t) = \frac{b}{a_2 t^2 + a_1 t + 1} \rightarrow W_0(t) = \frac{2,5}{0,71 t^2 + 2,86 t + 1}, \text{ где } t_1 = -3,641, t_2 = -0,387$$

Параметры непрерывного ПИД-регулятора:

$$k_{II} = \frac{1}{b_0} \cdot a_2 \cdot \left( \omega^2 + 3\eta^2 - \frac{1}{a_2} \right) \quad b_0 = \frac{b}{a_2} \rightarrow b_0 = \frac{2,5}{0,714} = 3,501$$

$$k_{II} = \frac{1}{b_0} \cdot (\omega^2 \eta + \eta^3) \quad , \text{ где } \eta = \frac{3}{t_{пер}} \rightarrow \eta = \frac{3}{2} = 1,5 \quad , \text{ тогда}$$

$$k_{D} = \frac{1}{b_0} \cdot \left( 3\eta - \frac{a_1}{a_2} \right)$$

$$k_{II} = \frac{1}{3,501} \cdot 0,714 \cdot \left( 0^2 + 3 \cdot 1,5^2 - \frac{1}{0,714} \right) = 1,091$$

$$k_{II} = \frac{1}{3,501} \cdot (0^2 \cdot 1,5 + 1,5^3) = 0,964$$

$$k_{Д} = \frac{1}{3,501} \cdot \left( 3 \cdot 1,5 - \frac{2,857}{0,714} \right) = 3,501$$

$$k_{II} = 1,091$$

$$k_{II} = 0,964$$

$$k_{Д} = 3,501$$

Передаточная функция ПИД-регулятора:

$$W_p(t) = k_{II} + k_{II} \cdot \frac{1}{s} + k_{Д} \cdot s$$

$$W_p(t) = 1,091 + \frac{0,964}{t} + 3,501t = \frac{0,142t^2 + 1,091t + 0,964}{t}$$

Шаг дискретизации:  $T_0 \leq \frac{\pi}{\omega_{zp}}$ ,  $T_0 \leq 0,209$

Управляющее воздействие в дискретном ПИД-регуляторе:

$$u(kT_0) = u[(k-1)T_0] + \left[ k_{II} + \frac{k_{Д}}{T_0} + k_{II}T_0 \right] \cdot e(kT_0) - \frac{k_{Д}}{T_0} \cdot e[(k-1)T_0]$$

в общем виде:

$$u(kT_0) = \alpha_1 \cdot u[(k-1)T_0] + \beta_0 \cdot e(kT_0) - \beta_1 \cdot e[(k-1)T_0],$$

$$\alpha_1 = 1,$$

где  $\beta_0 = k_{II} + \frac{k_{Д}}{T_0} + k_{II}T_0 \rightarrow \beta_0 = 1,972$ , тогда

$$\beta_1 = -\frac{k_{Д}}{T_0} \rightarrow \beta_1 = -0,679$$

$$u(kT_0) = u \cdot [0,209 \cdot (k-1)] + 1,972e \cdot (0,209 \cdot k) - 0,679 \cdot e \cdot [0,209 \cdot (k-1)] \text{ для } k=0,1,2,\dots,k+1$$

Желаемый характеристический полином:

$$D_{жел}(t) = t^3 + 3\eta t^2 + (3\eta^2 + \omega^2) \cdot t + (\eta^3 + \eta \cdot \omega^2), \text{ с учетом значений получим}$$

$$D_{жел}(s) = t^3 + 4,5t^2 + 6,75t + 3,775$$

Передаточная функция разомкнутой системы:

$$W(t) = W_p(t) \cdot W_0(t)$$

$$T.к. W_0(t) = \frac{2,5}{0,71s^2 + 2,86s + 1}, \text{ а } W_p(t) = \frac{0,142s^2 + 1,091s + 0,964}{t}, \text{ то}$$

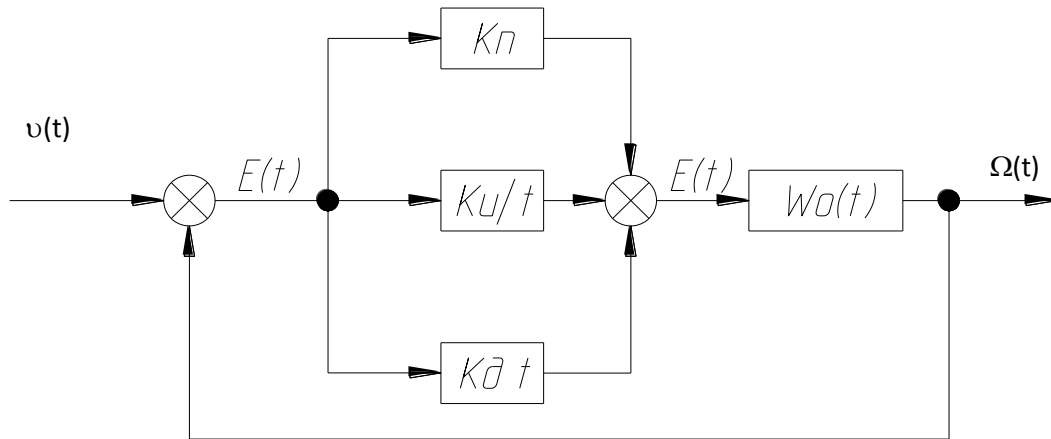
$$W(t) = \frac{0,355t^2 + 2,72t + 2,41}{0,71t^3 + 2,86t^2 + t}$$

Передаточная функция замкнутой системы:

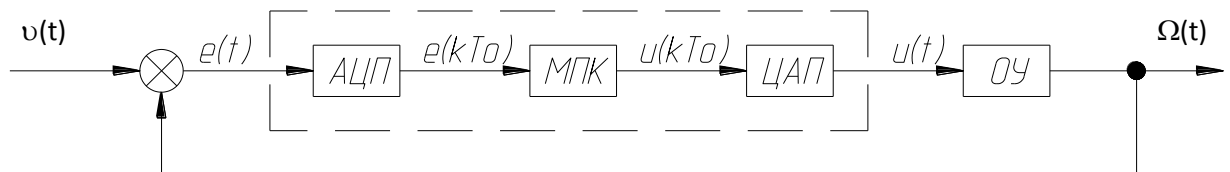
$$\Phi(t) = \frac{W(t)}{1+W(t)}$$

$$\Phi(t) = \frac{(0,355t^2 + 2,72t + 2,41)}{(0,71t^3 + 2,86t^2 + t)} \cdot \frac{(0,71t^3 + 2,86t^2 + t)}{0,71t^3 + 3,214t^2 + 3,72t + 2,41} = \frac{0,355t^2 + 2,72t + 2,41}{0,71t^3 + 3,214t^2 + 3,72t + 2,41}$$

Структурная схема системы с ПИД-регулятором:



Структурная схема цифровой САУ:



## 2 Текстовая часть

7. В чем заключается требование устойчивости САУ? Почему это требование является основным?

Система находится в состоянии равновесия, если при отсутствии воздействия на систему возмущающих факторов ошибка регулирования (разность между заданным и фактическим состоянием системы) стремится к нулю. Под устойчивостью понимается способность динамической системы возвращаться в равновесное состояние после окончания действия возмущения, нарушившего это равновесие. Неустойчивая система после воздействия возмущения удаляется от равновесного состояния или начинает совершать вокруг него колебания с нарастающей амплитудой.

Если это требование не выполняется, то система не работоспособна.

Устойчивость линейной системы определяется не характером возмущения, а структурой самой системы. Говорят, что система устойчива "в малом", если определен факт наличия устойчивости, но не определены ее границы. Система устойчива "в большом", когда определены границы устойчивости и то, что реальные отклонения не выходят за эти границы. Соответственно, и задача исследования систем на устойчивость может быть поставлена двояко:

- 1) устойчива ли система при заданном значении ее параметров;
- 2) в каких диапазонах можно изменять параметры системы, не нарушая ее устойчивости.

Вторая задача исследования имеет место при наладке и эксплуатации систем автоматического управления.

## Библиографический список

1. Бесекерский В. А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. М.: Профессия, 2007. 752 с.
2. Ротач В.Я. Теория автоматического управления / В.Я. Ротач. М.: МЭИ, 2007. 399с.
3. Когут А.Т., Лаврухин А.А. «Теория автоматического управления». Методические указания, Омск, 2014