

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

**ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ**

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №4  
по дисциплине  
**«ДИСКРЕТНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ»**  
на тему  
**«АПЕРИОДИЧЕСКИЙ, ДАЛИНА И С ЗАДАННЫМ  
РАСПОЛОЖЕНИЕМ ПОЛЮСОВ РЕГУЛЯТОРЫ»**  
Вариант 20

Выполнил: студент гр. R3441  
Румянцев А. А.

Проверил: преподаватель  
Краснов А. Ю.

Санкт-Петербург  
2025

## Содержание

|          |                                    |          |
|----------|------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Исходные данные</b>             | <b>3</b> |
| <b>2</b> | <b>Выполнение работы</b>           | <b>3</b> |
| 2.1      | Апериодический регулятор . . . . . | 3        |
| <b>3</b> | <b>Вывод</b>                       | <b>4</b> |

## 1. Исходные данные

Исходные данные варианта 20:

| $T$  | $a$ | $b$ | $\zeta$ | $\omega_d$ | $K_v$ |
|------|-----|-----|---------|------------|-------|
| 0.55 | 1.1 | 10  | 0.35    | 4          | 0.1   |

## 2. Выполнение работы

ОУ задан непрерывной передаточной функцией

$$G(s) = \frac{e^{-as}}{1 + bs} = \frac{e^{-1.1s}}{1 + 10s}$$

### 2.1. Аperiodический регулятор

Синтезируем для непрерывного ОУ аperiodический регулятор при периоде дискретизации  $T = 1$ .

Желаемая передаточная функция системы:

$$T(z) = \frac{Y(z)}{R(z)} = z^{-k}, \quad k \geq 1$$

Замкнутая система:

$$T(z) = \frac{D(z)G(z)H}{1 + D(z)G(z)H}$$

Передаточная функция регулятора:

$$D(z) = \frac{1}{HG(z)} \frac{T(z)}{1 - T(z)} = \frac{1}{HG(z)} \frac{z^{-k}}{1 - z^{-k}}$$

Экспонента  $e^{-as}$  описывает задержку в непрерывной системе.

При дискретизации представляем задержку через  $z^{-n_d}$ , где:

$$n_d = \frac{a}{T}$$

Если  $n_d$  целое, то задержка точная в дискретной модели.

Если  $n_d$  дробное, то округляем задержку до ближайшего целого.

Таким образом,

$$n_d = \frac{1.1}{1} = 1 \Rightarrow n_d \sim 1 \Rightarrow e^{-1.1s} \sim e^{-s}$$

Дискретная передаточная функция ОУ с ЭНП:

$$\begin{aligned} HG(z) &= Z \left\{ \frac{1 - e^{-sT}}{s} G(s) \right\} = (1 - z^{-1}) Z \left\{ \frac{e^{-1.1s}}{s(1 + 10s)} \right\} = \\ &= (1 - z^{-1}) z^{-1} Z \left\{ \frac{1}{s(1 + 10s)} \right\} = (1 - z^{-1}) z^{-1} Z \left\{ \frac{0.1}{s(s + 0.1)} \right\} = \\ &= (1 - z^{-1}) z^{-1} \frac{z(1 - e^{0.1})}{(z - 1)(z - e^{-0.1})} = z^{-2} \frac{1 - e^{-0.1}}{1 - e^{-0.1}z^{-1}} = \frac{0.095z^{-2}}{1 - 0.905z^{-1}} \end{aligned}$$

Подставим в передаточную функцию регулятора:

$$D(z) = \frac{1 - 0.905z^{-1}}{0.095z^{-2}} \frac{z^{-k}}{1 - z^{-k}}$$

Из условия физической реализуемости выберем  $k \geq 2$ , тогда:

$$D(z) = \frac{1 - 0.905z^{-1}}{0.095z^{-2}} \frac{z^{-2}}{1 - z^{-2}} = \frac{z^2 - 0.905z}{0.095(z^2 - 1)}$$

### 3. Вывод

...