

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого»

Институт компьютерных наук и кибербезопасности
Направление: 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Теория автоматического управления
Расчетное задание №2

i=1

Студент,
группы 5130201/40003 (группа №4) _____ Адиатуллин Т.Р

Преподаватель
_____ Суханов А. А.

«_____» _____ 2025 г.

Санкт-Петербург, 2025, осенний семестр

Ход работы

Определим устойчивость разомкнутой системы с данной передаточной функцией:

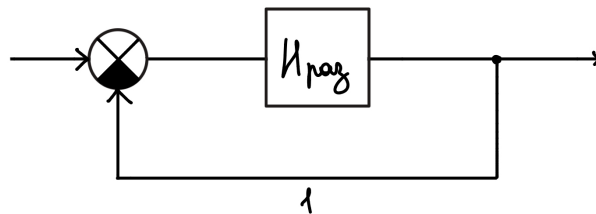
$$H_{\text{раз}} = \frac{K(T_1 p + 1)}{p(p^2 + w_0^2)(T_2 + 1)(T_3 + 1)}, \text{ где}$$

$$K = \frac{i}{4}, w_0 = i, T_1 = 0.01, T_2 = 0.02i, T_3 = 0.01i$$

Для данной работы $\mathbf{i = 1}$, значит:

$$K = \frac{1}{4}, w_0 = 1, T_1 = 0.01, T_2 = 0.02, T_3 = 0.01$$

Замкнём нашу систему единичной обратной связью:



Тогда передаточная функция замкнутой системы будет:

$$H_z = \frac{H_{\text{раз}}}{1 + H_{\text{раз}}},$$

как нас интересует только знаменатель, то

$$\begin{aligned} \alpha_z = \alpha_{\text{раз}} + \beta_{\text{раз}} &= p(p^2 + w^2)(T_2 p + 1)(T_3 p + 1) + K(T_1 p + 1) = \\ &= p(p^2 + 1)(0.02p + 1)(0.01p + 1) + \frac{1}{4}(0.01p + 1) = \\ &= \frac{1}{5000}p^5 + \frac{3}{100}p^4 + \frac{5001}{5000}p^3 + \frac{3}{100}p^2 + \frac{401}{400}p + \frac{1}{4}. \end{aligned}$$

Выполнено необходимое условие Стодолы.

Построим матрицу Гурвица, где:

$$a_n = \frac{1}{5000}, a_{n-1} = \frac{3}{100}, a_{n-2} = \frac{5001}{5000}, a_{n-3} = \frac{3}{100}, a_{n-4} = \frac{401}{400}, a_{n-5} = \frac{1}{4}.$$

$$\mathbf{\Gamma} = \begin{bmatrix} \frac{3}{100} & \frac{3}{100} & \frac{1}{4} & 0 & 0 \\ \frac{1}{5000} & \frac{5001}{5000} & \frac{401}{400} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{3}{100} & \frac{3}{100} & \frac{1}{4} & 0 \\ 0 & \frac{1}{5000} & \frac{5001}{5000} & \frac{401}{400} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{3}{100} & \frac{3}{100} & \frac{1}{4} \end{bmatrix}$$

Рассчитаем диагональные миноры:

$$\Delta_1 = \frac{3}{100} > 0$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} \frac{3}{100} & \frac{3}{100} \\ \frac{1}{5000} & \frac{5001}{5000} \end{vmatrix} = \frac{3}{100} * \frac{5001}{5000} - \frac{1}{5000} * \frac{3}{100} = \frac{3}{100} > 0$$

$$\begin{aligned} \Delta_3 &= \begin{vmatrix} \frac{3}{100} & \frac{3}{100} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{5000} & \frac{5001}{5000} & \frac{401}{400} \\ 0 & \frac{3}{100} & \frac{3}{100} \end{vmatrix} = \frac{3}{100} * \begin{vmatrix} \frac{5001}{5000} & \frac{401}{400} \\ \frac{3}{100} & \frac{3}{100} \end{vmatrix} - \frac{3}{100} * \begin{vmatrix} \frac{1}{5000} & \frac{401}{400} \\ 0 & \frac{3}{100} \end{vmatrix} + \\ &+ \frac{1}{4} * \begin{vmatrix} \frac{1}{5000} & \frac{5001}{5000} \\ 0 & \frac{3}{100} \end{vmatrix} = \frac{3}{100} * \left(\frac{5001}{5000} * \frac{3}{100} - \frac{3}{100} * \frac{401}{400} \right) - \\ &- \frac{3}{100} * \left(\frac{1}{5000} * \frac{3}{100} \right) + \frac{1}{4} * \left(\frac{1}{5000} * \frac{3}{100} \right) = -7.5 * 10^{-7} < 0. \end{aligned}$$

Диагональный минор $\Delta_3 < 0$, значит система неустойчива по критерию Гурвица.

Ответ: система неустойчива по критерию Гурвица