

Математические основы теории систем

Лабораторная работа №3

**Анализ устойчивости систем по
передаточной функции**

Цель работы. Научиться проводить оценку управляемости и наблюдаемости системы .

Ход работы:

1. Задать в MatLab матрицы A, B, C и D (из ЛР. № 2)

Пример: Зададим матрицы A, B, C, D

$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & -3 \\ -8.8 & -2 & 0 & 0 & 88 \\ 0.81 & 0.15 & -0.075 & 0 & -6.6 \\ 0 & 0 & 1.08 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 297 & 0 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} 3 \\ -88 \\ 6.6 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$

$C = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$

$D = \begin{bmatrix} 0 \end{bmatrix}$

2. Получить $W(S)$ с использованием ss2tf $W(S) = \frac{\tilde{N} * B}{(sE - A)}$
iu=1 - кол-во входов-выходов в системе

$[NUM, DEN] = ss2tf(A, B, C, D, iu)$

$W = tf(NUM, DEN)$

3. По полученной $W(S)$ построить $h(t)$
 $\text{step}(W)$

4. Построить годограф
 $\text{nyquist}(W)$

5. Оценить управляемость

Теорема Калмана I:

Система будет управляемой тогда и только тогда, когда матрица управляемости U имеет ранг n . Где n – размерность пространства состояний.

$$U = [B \quad A*B \quad A^2*B \quad \dots \quad A^{n-1}*B]$$

Применительно к нашей системе:

$$U = [B \quad A*B \quad A^2*B \quad A^3*B \quad A^4*B]$$

$\text{rank}(U)$

Или $U = \text{ctrb}(A, B)$

$\text{rank}(U)$

6. Оценить наблюдаемость

Теорема Калмана II:

Система будет наблюдаемой тогда и только тогда, когда матрица наблюдаемости N имеет ранг n . Где n – размерность пространства состояний.

$$N^T = [C \quad C \cdot A \quad C \cdot A^2 \quad \dots \quad C \cdot A^{n-1}]$$

Применительно к нашей системе:

$$N = [C; C \cdot A; C \cdot A^2; C \cdot A^3; C \cdot A^4]$$

$\text{rank}(N)$

Или

$$N = \text{obsv}(C, A)$$

$\text{rank}(N)$