НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

Задание No 5

Расчет запаса устойчивости системы

управления с дискретным и непрерывным

временем по норме решения матричного

уравнения Ляпунова

Студент группы 21209

Авцинова Дарья Владимировна

Преподаватель

Желябовский Дмитрий Сергеевич

"10" мая 2024 г.

**ЦЕЛИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

* Требуется рассчитать запасы устойчивости ПИ- и ПИД-регуляторов по норме решения матричного уравнения Ляпунова, используя среду Scilab.

**ХОД РАБОТЫ**

Исследуемый объект имеет передаточную функцию:



Параметры и вариант:

Вариант 1

T\_0 = 0.79

n = 3

Уравнение Ляпунова:

* AT∗H + H∗A = −I - непрерывный случай
* AdT\*Hd\*Ad - Hd = -I - дискретный случай

Решение уравнения - матрица H. Если все собственные значения положительны, то система устойчива.

Показатели устойчивости:

* ϰ(A) = ||H|| - непрерывный случай
* ϰd(Ad) = ||Hd|| - дискретный случай

Лучшие значения параметров K и Tи взяты из результатов выполнения лабораторной работы №1:

* ПИ-регулятор:

| T | K | Tи |
| --- | --- | --- |
| 0 | 1.5 | 2.38 |
| 1.5 | 0.9 | 4 |
| 3.0 | 0.9 | 8.7 |

* ПИД-регулятор:

| T | K | Tи |
| --- | --- | --- |
| 0 | 10 | 2 |
| 1.5 | 0.8 | 2.7 |
| 3.0 | 0.7 | 3.4 |

Результаты:

1. Непрерывный случай, T = 0. См. листинги 1 и 2 в Приложениях.

| Регулятор | ПИ | ПИД |
| --- | --- | --- |
| K | 1.5 | 10 |
| Tи | 2.38 | 2 |
| k | 7.33 | 5.71 |

1. Дискретный случай, T = 1.5. См. листинги 3 и 4 в Приложениях.

| Регулятор | ПИ | ПИД |
| --- | --- | --- |
| K | 0.9 | 0.8 |
| Tи | 4 | 2.65 |
| k\_d | 151718.06 | 282085.26 |

Видно, что все рассмотренные системы являются устойчивыми по критерию Ляпунова.

В дискретном случае система с ПИ-регулятором имеет больший запас устойчивости (поскольку имеют меньший показатель устойчивости), чем система с ПИД-регулятором. В непрерывном – наоборот.

Для дискретных систем показатель устойчивости значительно выше, чем для непрерывных.

**ВЫВОД**

В ходе выполнения лабораторной работы были рассчитаны запасы устойчивости ПИ- и ПИД-регуляторов по норме решения матричного уравнения Ляпунова, используя среду Scilab.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

**Приложение 1.** Листинг программы: непрерывный случай, ПИ-регулятор

function [**Res**]=Pade(**delay**, **order**)

s = poly(0,'s');

**Res** = (-**delay**\*s + 2\***order**)^**order** / (**delay**\*s +2\***order**)^**order**;

endfunction

n = 3;

T0 = 0.79;

K = 1.5;

Ti = 2.375;

T = 0;

Td = 0;

Ts = Td/8;

h = T/100;

S = poly(0, 's');

Wobj = Pade(T, 5)/(1+S\*T0)^n

W1 = (1 + 1/(Ti\*S) + Td\*S/(1 + Ts\*S))\*K\*Wobj

W = W1/(1 + W1)

sl = syslin('c', W);

[A B C D] = abcd(sl);

E = -eye(A);

H = lyap(A, E, 'c');

l = spec(H)

*// проверяем устойчивость*

if l > 0 then

k = norm(H, 2);

else

k = %inf

end

printf("%4.4f\n", k);

**Приложение 2.** Листинг программы: непрерывный случай, ПИД-регулятор

function [**Res**]=Pade(**delay**, **order**)

s = poly(0,'s');

**Res** = (-**delay**\*s + 2\***order**)^**order** / (**delay**\*s +2\***order**)^**order**;

endfunction

n = 3;

T0 = 0.79;

K = 10;

Ti = 2;

T = 0;

Td = Ti/4;

Ts = Td/8;

h = T/100;

S = poly(0, 's');

Wobj = Pade(T, 5)/(1+S\*T0)^n

W1 = (1 + 1/(Ti\*S) + Td\*S/(1 + Ts\*S))\*K\*Wobj

W = W1/(1 + W1)

sl = syslin('c', W);

[A B C D] = abcd(sl);

E = -eye(A);

H = lyap(A, E, 'c');

l = spec(H)

*// проверяем устойчивость*

if l > 0 then

k = norm(H, 2);

else

k = %inf

end

printf("%4.4f\n", k);

**Приложение 3.** Листинг программы: дискретный случай, ПИ-регулятор

function [**Res**]=Pade(**delay**, **order**)

s = poly(0,'s');

**Res** = (-**delay**\*s + 2\***order**)^**order** / (**delay**\*s +2\***order**)^**order**;

endfunction

n = 3;

T0 = 0.79;

K = 0.9;

Ti = 4;

T = 1.5;

Td = 0;

Ts = Td/8;

h = T/100;

S = poly(0, 's');

Wobj = Pade(T, 5)/(1+S\*T0)^n

W1 = (1 + 1/(Ti\*S) + Td\*S/(1 + Ts\*S))\*K\*Wobj

W = W1/(1 + W1)

sl = syslin('c', W);

dicrMat = dscr(sl, h);

Ad = dicrMat.A;

Ed = -eye(Ad);

Hd = lyap(Ad, Ed, 'd');

ld = spec(Hd)

if ld > 0 then

kd = norm(Hd, 2);

else

kd = %inf

end

printf("%4.4f\n", kd);

**Приложение 4.** Листинг программы: дискретный случай, ПИД-регулятор

function [**Res**]=Pade(**delay**, **order**)

s = poly(0,'s');

**Res** = (-**delay**\*s + 2\***order**)^**order** / (**delay**\*s +2\***order**)^**order**;

endfunction

n = 3;

T0 = 0.79;

K = 0.8;

Ti = 2.65;

T = 1.5;

Td = Ti/4;

Ts = Td/8;

h = T/100;

S = poly(0, 's');

Wobj = Pade(T, 5)/(1+S\*T0)^n

W1 = (1 + 1/(Ti\*S) + Td\*S/(1 + Ts\*S))\*K\*Wobj

W = W1/(1 + W1)

sl = syslin('c', W);

dicrMat = dscr(sl, h);

Ad = dicrMat.A;

Ed = -eye(Ad);

Hd = lyap(Ad, Ed, 'd');

ld = spec(Hd)

if ld > 0 then

kd = norm(Hd, 2);

else

kd = %inf

end

printf("%4.4f\n", kd);