Национальный исследовательский университет ИТМО
(Университет ИТМО)

Факультет систем управления и робототехники

Дисциплина: Теория автоматического управления

Отчет по лабораторной работе №12.

Вариант 6

Студенты:
Кулижников Е.Б.
Евстигнеев Д.М.
Группа: *R34423*
Преподаватель:
Парамонов А.В.

Санкт-Петербург
2022

Исходные данные:

Вар.	$g(t)$	Коэффициенты полинома $K_g(s)$	
		k_{g1}	k_{g0}
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6	$3\cos 4t$	0,6	0,09

Вар.	Матрица A	Матрица b	Время переходного процесса, $t_п$	Максимальное перерегулирование, $\bar{\sigma}$, %
6	$\begin{bmatrix} 5 & -4 \\ 9 & -1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 6 \end{bmatrix}$	0,3	0

Объект управления:

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + bu, \qquad x(0) \\ y = Cx \end{cases}$$

*где C = [1   0]

Постановка задачи:

Дан объект управления:

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + bu, x(0) \\ y = Cx \end{cases}$$

где $x \in R^n$ — измеряемый вектор состояния, u, y — измеряемые вход и выход объекта соответственно, A, b, C, – известные матрицы соответствующих размерностей.

Цель задачи заключается в построении управления, обеспечивающего ограниченность всех сигналов и слежение выхода объекта за эталонным сигналом так, чтобы

$$\lim_{t\to\infty}\bigl(g(t) - y(t)\bigr) = 0$$

Где g — мультисинусоидальное задающее воздействие с априори неизвестными амплитудами, частотами и фазами гармоник. Функция g измеряема и может быть представлена в виде решения линейного однородного дифференциального уравнения (аналогичного модели)

$$g^{(r)} + l_{r-1}g^{(r-1)} + l_{r-2}g^{(r-2)} + \cdots + l_0 g = 0$$

с неизвестными начальными условиями $g^{(i)}(0), i = \overline{0, r-1}$ и неизвестными постоянными коэффициентами $l_i, i = \overline{0, r-1}$. Корни характеристического полинома модели лежат на мнимой оси, не кратны и не совпадают с собственными числами матрицы A.

Ход работы:

На основе желаемых показателей качества $t_п = 0.3$ $\bar{\sigma} = 0$ сформируем матрицу A_d определяющую желаемое качество поведения системы и матрицу H образующую с A_d полностью наблюдаемую пару:

$$\omega = \frac{t_п^*}{t_п} = \frac{4{,}8}{0{,}3} = 16$$

$$a(s) = s^2 + 32s + 256$$

$$A_d = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -256 & -32 \end{bmatrix}, \qquad H = [1\ 1]$$

$$A_M = A - bK$$

Где K матрица, найденная из уравнения Сильвестра

$$AM - MA_d = bH$$

$$K = H\,M^{-1}$$

Сформируем ошибку управления с моделью генератора задающего воздействия:

$$\begin{cases} \dot{\xi}_g = A_g\xi_g + B_g g \\ \varepsilon = g - y \end{cases}, \text{ где } A_g = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -k_{g0} & -k_{g1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -0.09 & -0.6 \end{pmatrix}, B_g = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix};$$

Сформируем закон управления, алгоритм адаптации и расширенную ошибку:

$$\begin{cases} u = -Kx + \hat{\psi}_g^T \xi_g, & \text{закон управления} \\ \dot{\hat{\psi}}_g = \gamma W(s)[\xi_g]\hat{\varepsilon}, & \text{алгоритм адаптации} \\ \hat{\varepsilon} = \varepsilon - \hat{\psi}_g^T W(s)[\xi_g] + W(s)[\hat{\psi}_g^T \xi_g], & \text{расширенная ошибка} \end{cases}$$

Соберем схему моделирования замкнутой системы с адаптивным компенсирующим управлением:

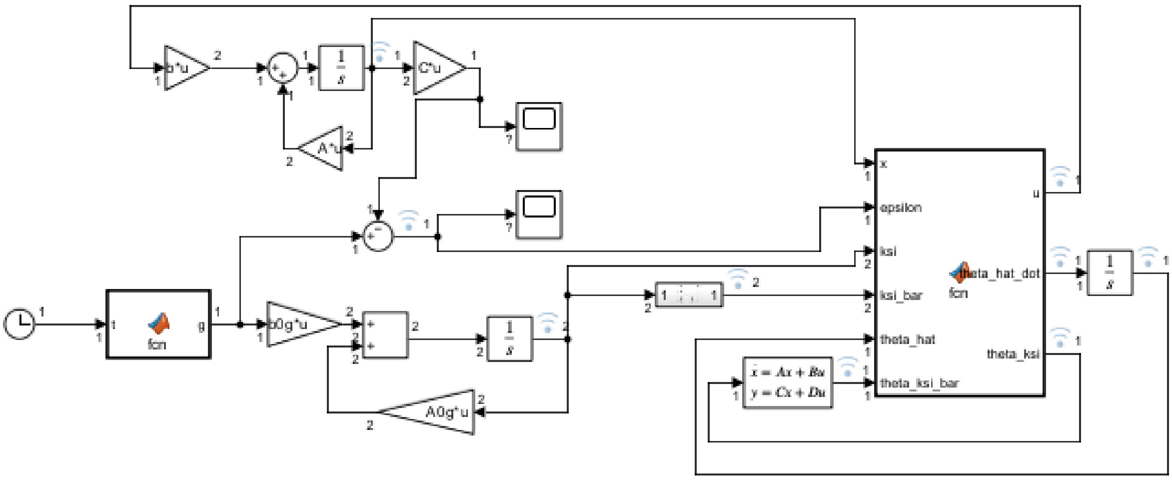

Рис.1 Схема моделирования

```
function [u, theta_hat_dot, theta_ksi] = fcn(x, epsilon, ksi, ksi_bar, theta_hat,
theta_ksi_bar, K)

gamma=10;
theta_ksi=theta_hat'*ksi;
epsilon_hat=epsilon-theta_hat'*ksi_bar+theta_ksi_bar;
theta_hat_dot=gamma*ksi_bar*epsilon_hat;
u=-K*x+theta_hat'*ksi;
```

```
kg0=0.09; kg1=0.6;
A = [5 -4; 9 -1];
b = [0;6];
C = [1 0];


A0g = [0 1; -kg0 -kg1];
b0g=[0;1];


N = [0 0; 1 0];
Ad = [0 1; -256 -32];
H = [1 0];
```

```
M = lyap(A, -Ad, -b*H);
K=H*inv(M);
Am=A-b*K;
```

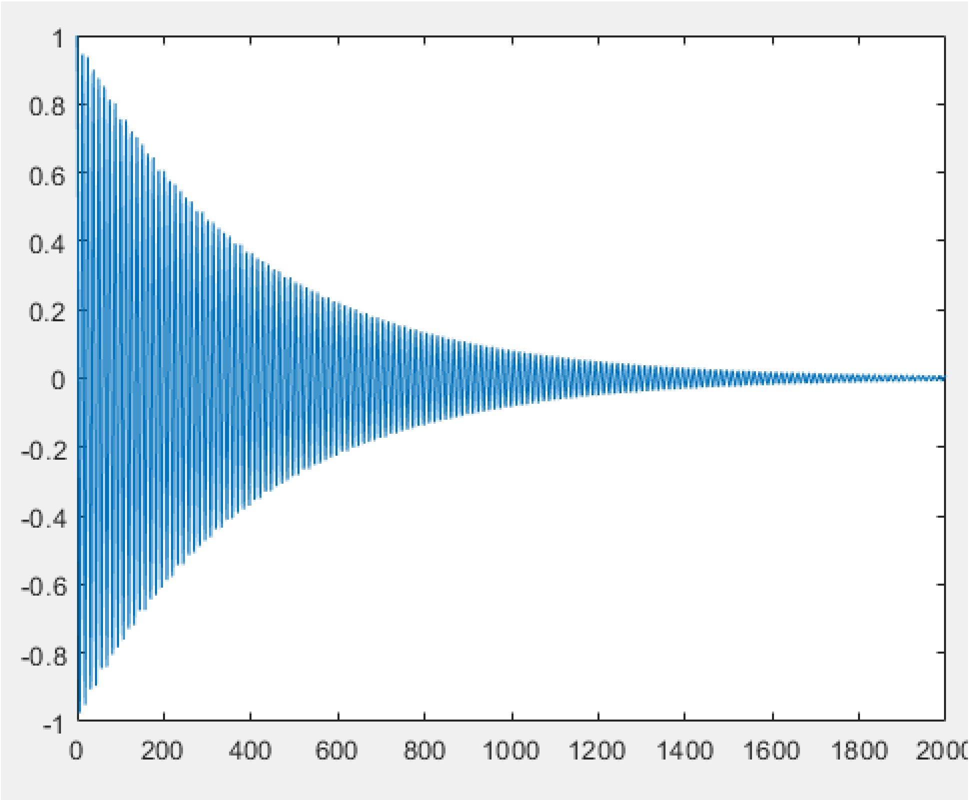

Рис.2 График $\varepsilon(t)$ *при* $\gamma = 5000$

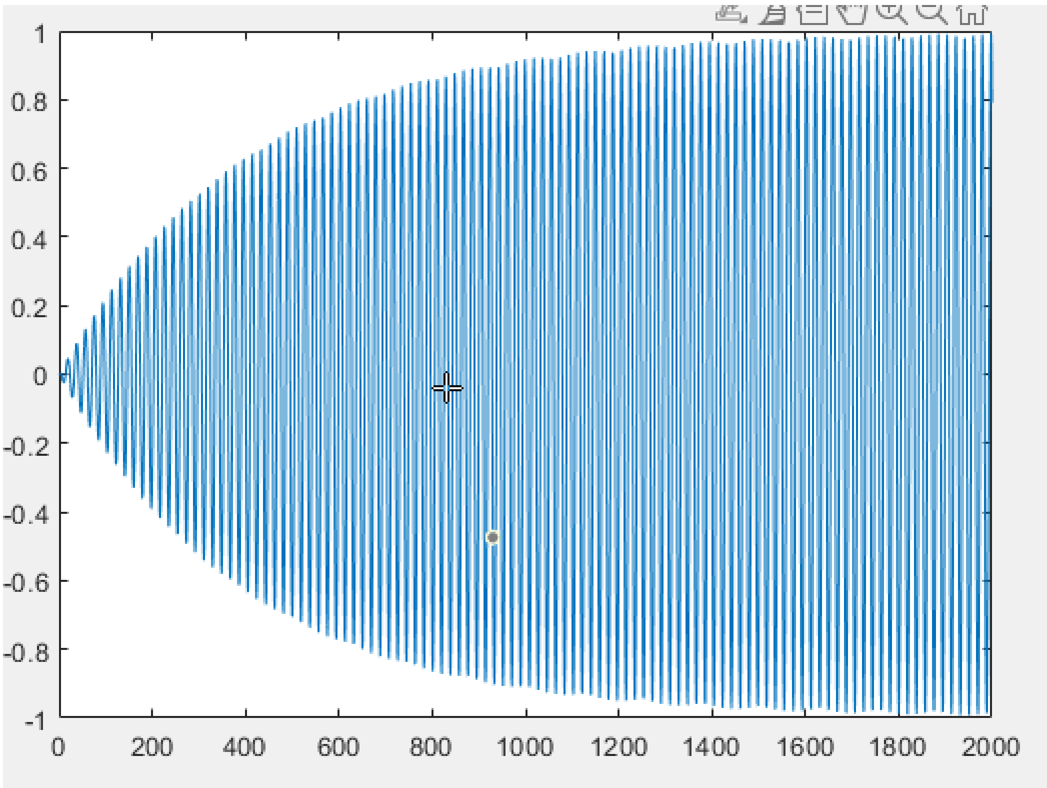

Рис.3 График $u(t)$ *при* $\gamma = 5000$

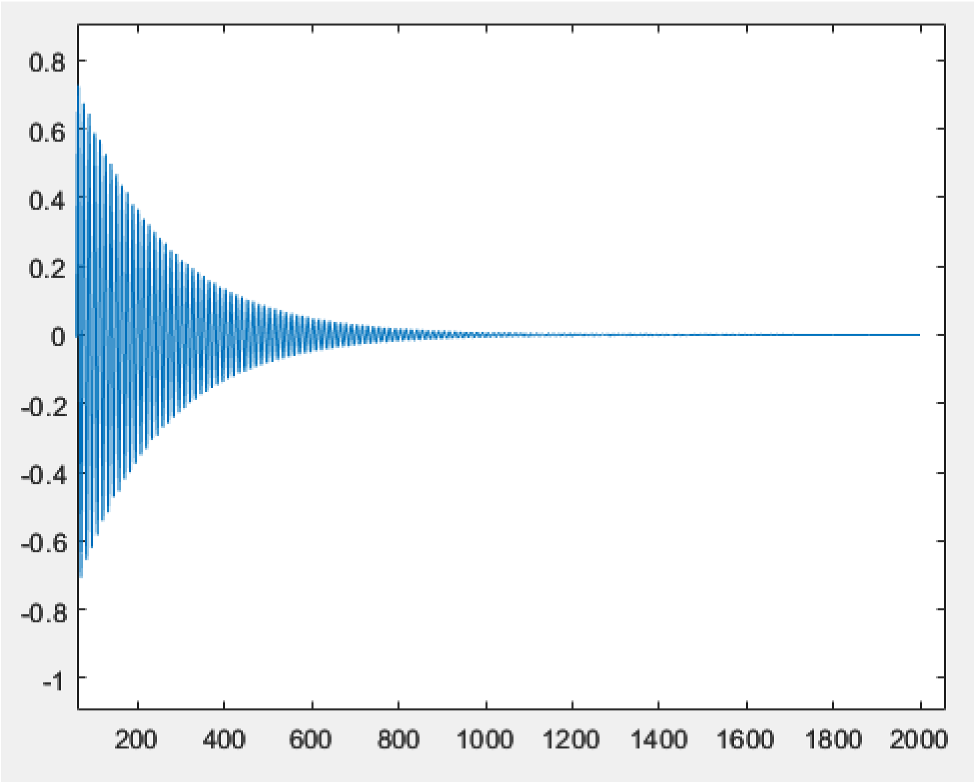

Рис.4 График $\varepsilon(t)$ *при* $\gamma = 10000$

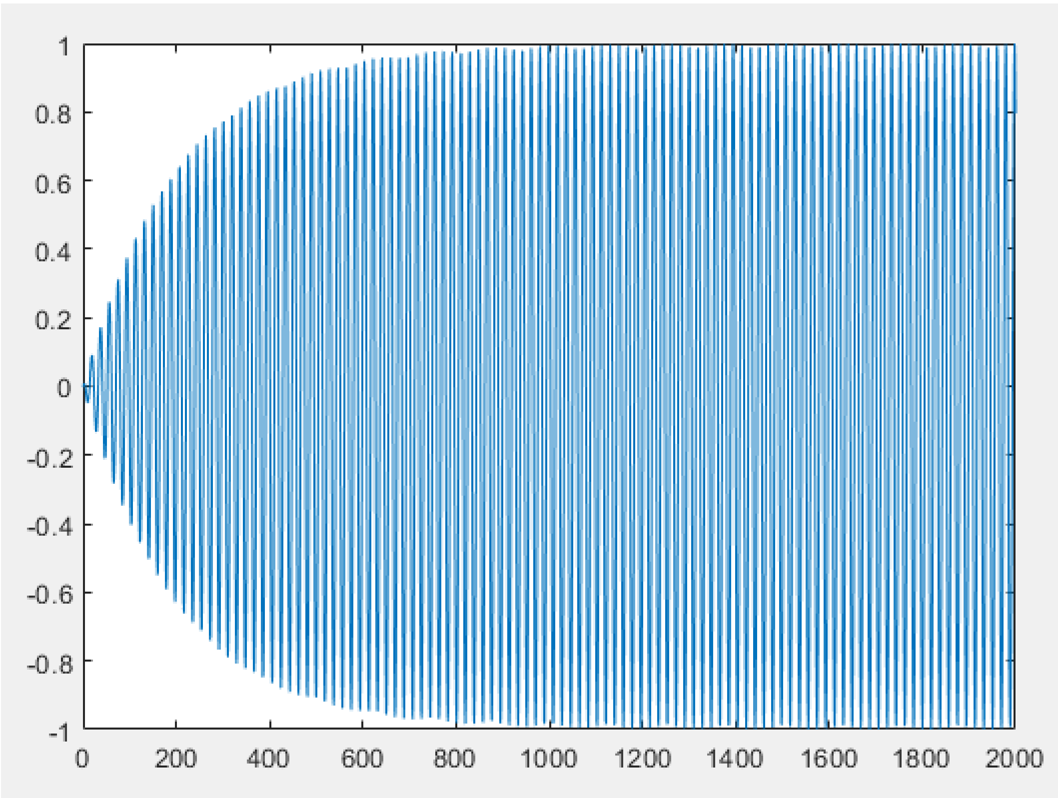

Рис.5 График $u(t)$ *при* $\gamma = 10000$

Вывод: в итоге выполнения работы была промоделирована система адаптивного воспроизведения внешних воздействий, в итоге было выяснено, что при изменении коэффициента адаптации γ меняется скорость сходимости ошибки к нулю.