

Адаптивное и робастное управление  
Работа №5(8)  
Отчет В-17

Кирилл Лалаянц  
Егор Прокопов

September 27, 2024

Преподаватель: Козачёк О.А.

## 1 Цель работы

Освоение метода расширенной ошибки в задачах адаптивного управления по выходу.

## 2 Выполнение

$$\begin{cases} y_m = \frac{k_0}{K_M(s)}[g(t)] \\ y = \frac{1}{K_M(s)}[k_0 g - \psi^T \omega + b_m u] + \delta(t) \\ u = \frac{1}{b_m}(-\hat{\psi}_p^T \omega + k_0 g(t)) \\ \dot{\hat{\psi}}_p^T = \gamma \Gamma \frac{\bar{\omega}_p}{1 + \bar{\omega}_p^T \bar{\omega}_p} \hat{\varepsilon} \\ \hat{\varepsilon} = \varepsilon - \hat{\psi}_p^T \bar{\omega}_p + \frac{1}{K_M(s)}[\hat{\psi}_p^T \omega_p] \\ \hat{\psi}_p^T = [\hat{\psi} \quad \hat{b}_m] \\ \omega^T = [\nu_1 \quad \nu_2 \quad y] \\ \omega_p^T = -[\omega^T \quad u] \\ \dot{\nu}_1 = \Lambda \nu_1 e_{n-1} u \\ \dot{\nu}_2 = \Lambda \nu_2 e_{n-1} y \\ b_m(t) > b_{min} - \text{известно;} \end{cases}$$

При моделировании в Simulink использовались следующие значения параметров:

- $a_1 = 6; a_0 = 9;$
- $b_0 = 2;$
- $k_{M_1} = 10; k_{M_0} = 25;$
- $k_0 = 7;$
- $\Lambda = -k_0;$
- $m = 1; b_m = b_1$
- $y_m(0) = 0; y_m(0) = 0.4.$

## 2.1 Управление 0

Сначала было проведено моделирование при  $g(t) = 0$ . Результаты представлены на рис. 1 - 6.

Как видно, ошибка слежения сводится к 0, все параметры ограничены.

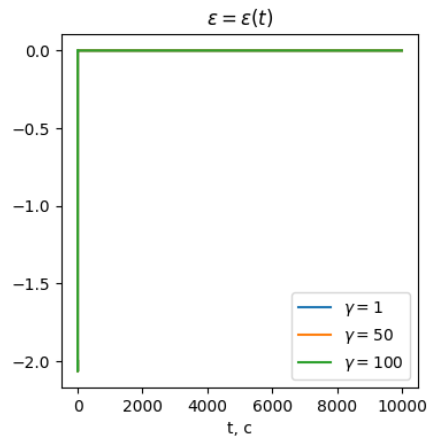


Рисунок 1: График ошибки слежения линейного объекта при  $g(t) = 0$ .

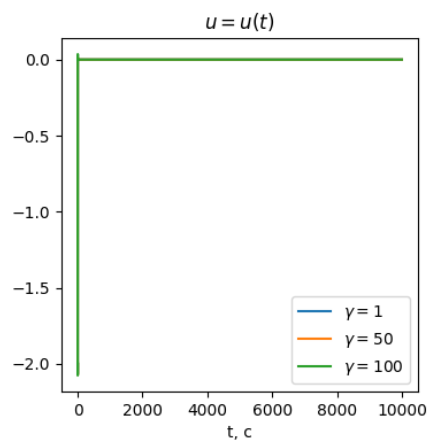


Рисунок 2: График сигнала настраиваемого регулятора линейного объекта при  $g(t) = 0$ .

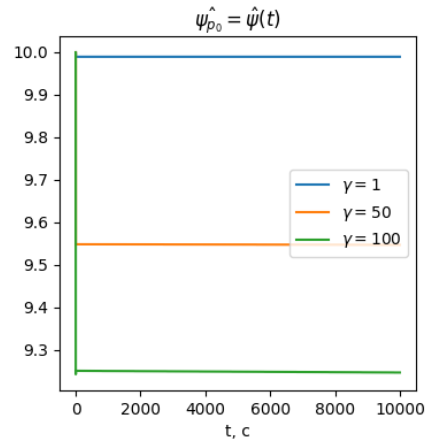


Рисунок 3: График первого элемента вектора параметров  $\hat{\psi}_p$  при  $g(t) = 0$ .

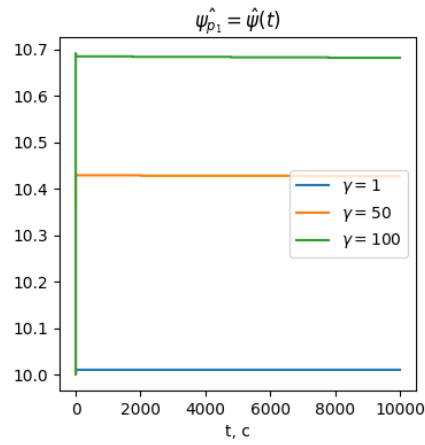


Рисунок 4: График второго элемента вектора параметров  $\hat{\psi}_p$  при  $g(t) = 0$ .

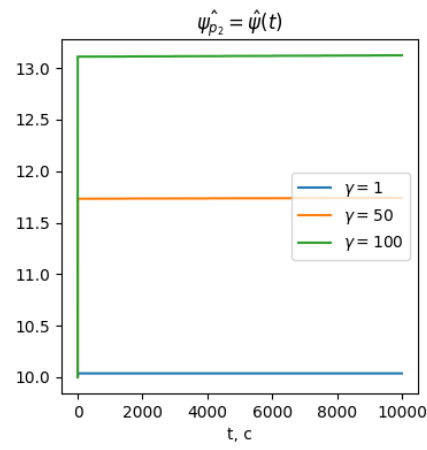


Рисунок 5: График третьего элемента вектора параметров  $\hat{\psi}_p$  при  $g(t) = 0$ .

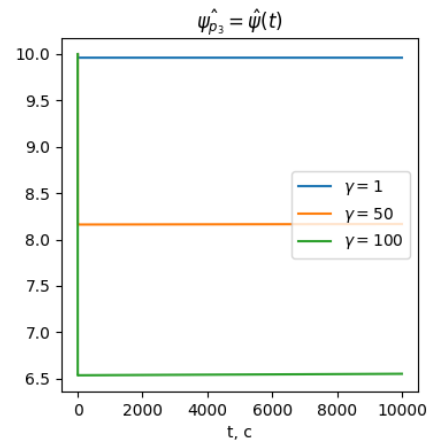


Рисунок 6: График четвертого элемента вектора параметров  $\hat{\psi}_p$  при  $g(t) = 0$ .

## 2.2 Управление не 0

Было проведено моделирование при  $g(t) = \text{sign}(\sin(0.5t))$ .

Результаты представлены на рис. 7 - 12.

Как видно, ошибка слежения сводится к 0, все параметры ограничены.

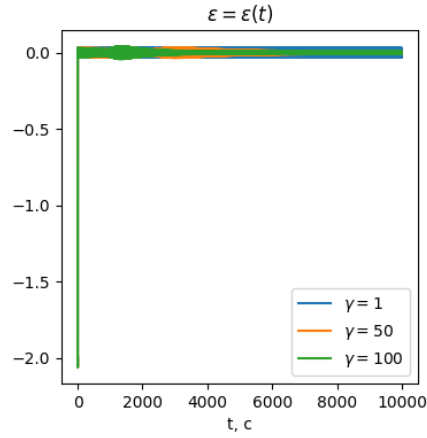


Рисунок 7: График ошибки слежения линейного объекта при  $g(t) = \text{sign}(\sin(0.5t))$ .

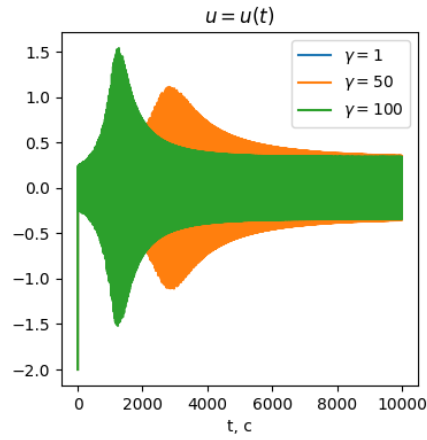


Рисунок 8: График сигнала настраиваемого регулятора линейного объекта при  $g(t) = \text{sign}(\sin(0.5t))$ .

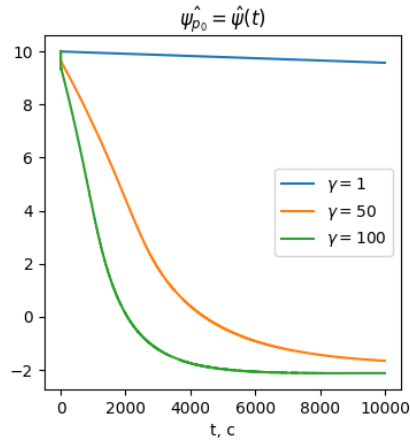


Рисунок 9: График первого элемента вектора параметров  $\hat{\psi}_p$  при  $g(t) = \text{sign}(\sin(0.5t))$ .

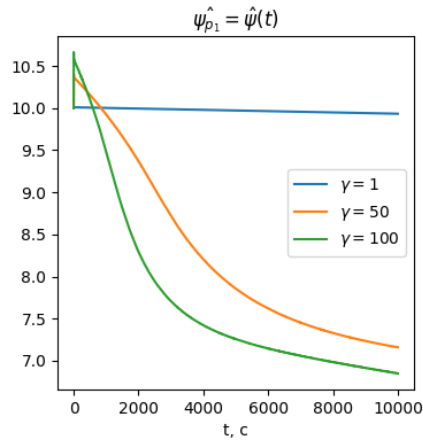


Рисунок 10: График второго элемента вектора параметров  $\hat{\psi}_p$  при  $g(t) = \text{sign}(\sin(0.5t))$ .

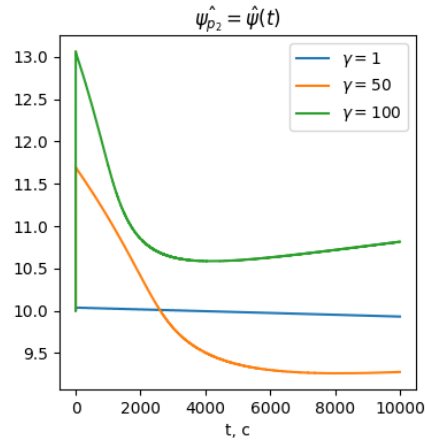


Рисунок 11: График третьего элемента вектора параметров  $\hat{\psi}_p$  при  $g(t) = \text{sign}(\sin(0.5t))$ .

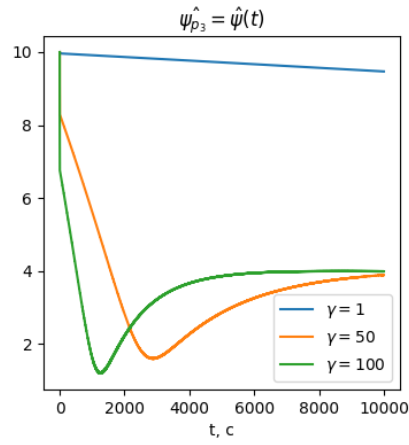


Рисунок 12: График четвертого элемента вектора параметров  $\hat{\psi}_p$  при  $g(t) = \text{sign}(\sin(0.5t))$ .



### 3 Заключение

Закон адаптивного управления обеспечивает следующие свойства в замкнутой системе

- все сигналы ограничены;
- $\varepsilon \rightarrow 0$  асимптотически;
- $\tilde{\psi}_p \rightarrow 0$ , если  $\bar{\omega}_p$  удовлетворяет условию неисчезающего возбуждения (зависит от частотной насыщенности сигнала задания  $g$ );

Моделирование в среде Simulink подтвердило данные свойства.