

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО
ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

Отчет по лабораторной работе №1
**Адаптивное управление многомерным
объектом по состоянию**
Вариант 9

Выполнили студенты
Преподаватель

Мовчан Игорь Евгеньевич
Копылов Андрей Михайлович
Парамонов Алексей Владимирович

Санкт-Петербург
2025

Содержание

1 Формирование эталонной модели	2
2 Формирование адаптивного управления	3

1 Формирование эталонной модели

Пусть дан объект

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

Согласно варианту задания, матрицы объекта имеют вид:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ b_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 9 \end{bmatrix}, \quad C = [1 \ 0]$$

К тому же известны параметры времени переходного процесса t_n по 5%-критерию и максимального перерегулирования $\bar{\sigma}$:

$$t_n = 0.9, \quad \bar{\sigma} = 0$$

Эталонная модель задается следующей системой:

$$\begin{cases} \dot{x}_M(t) = A_M x_M(t) + B_M g(t), \\ y_M(t) = C_M x_M(t) \end{cases}$$

Здесь $g(t)$ - вход модели, а матрицы A_M , B_M , C_M имеют вид:

$$A_M = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -a_{M0} & -a_{M1} \end{bmatrix}, \quad B_M = \begin{bmatrix} 0 \\ a_{M0} \end{bmatrix}, \quad C_M = [1 \ 0]$$

Запишем стандартный характеристический полином для двумерного случая $n = 2$ и нулевого перерегулирования:

$$s^2 + a_{M1}s + a_{M0} = s^2 + 2\omega_n s + \omega_n^2, \quad \omega_n = \frac{4.8}{t_n}$$

Откуда можно найти коэффициенты эталонной модели:

$$a_{M0} = \omega_n^2 = 11\frac{1}{9}, \quad a_{M1} = 2\omega_n = 6\frac{2}{3}$$

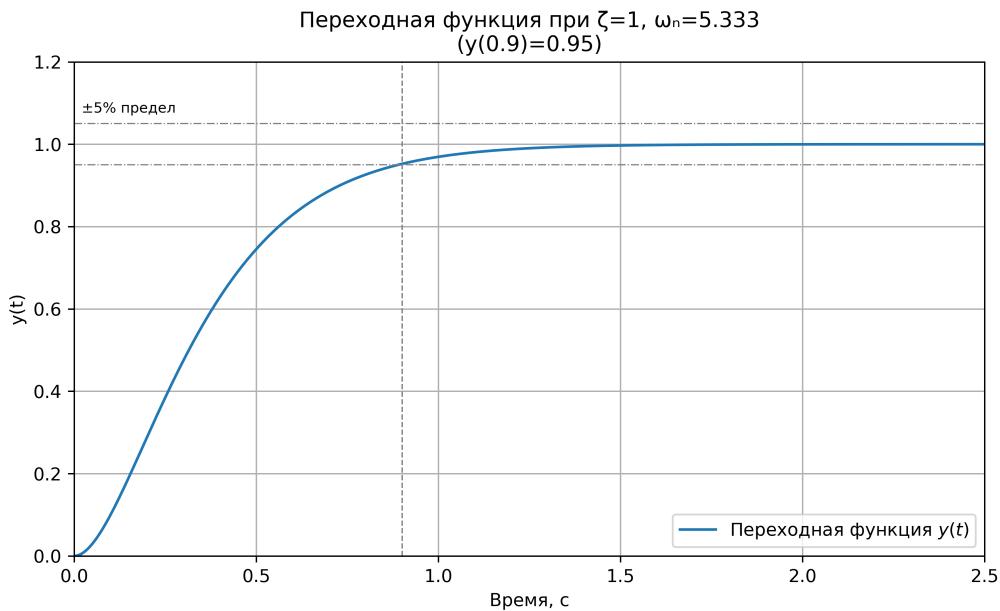


Рис. 1: Переходный процесс эталонной модели

Отлично! Теперь построим графики переходного процесса модели при единичном воздействии $g(t) = 1(t)$ и убедимся, что они соответствуют заданным параметрам времени переходного процесса t_n и перерегулирования $\bar{\sigma}$. Результат изображен на рисунке 1.

Можем видеть, что всё соответствует требованиям - можем использовать эталонную модель для синтеза необходимого управления.

2 Формирование адаптивного управления

Адаптивное управление представляет собой метод, позволяющий системе автоматически подстраиваться под изменения во внешней среде и внутреннем состоянии. В нашем случае мы будем использовать эталонную модель для реализации адаптивного управления многомерным объектом.

Для начала определим структуру адаптивного контроллера. Он будет состоять из следующих компонентов:

- **Модель объекта** - эталонная модель, полученная на преды-

дущем этапе.

- **Детектор ошибок** - система, отслеживающая отклонения реального поведения объекта от эталонного.
- **Адаптивный закон управления** - алгоритм, который на основе информации от детектора ошибок корректирует параметры управления.

В качестве первого шага реализуем детектор ошибок, который будет сравнивать выходные сигналы реального объекта и эталонной модели. Для этого нам потребуется определить функцию ошибки:

$$e(t) = y(t) - y_M(t)$$

где $y(t)$ - выход реального объекта, $y_M(t)$ - выход эталонной модели.

Далее, на основе функции ошибки, мы можем разработать адаптивный закон управления. Например, можно использовать пропорциональный контроллер с учетом ошибки:

$$u(t) = K_p e(t)$$

где K_p - коэффициент пропорциональности, который может быть адаптирован в процессе работы системы.

Таким образом, мы получаем основу для реализации адаптивного управления многомерным объектом на основе эталонной модели. В следующем разделе мы рассмотрим конкретные примеры применения данного подхода.