

Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации
Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
Кафедра систем автоматического управления

Реферат
по дисциплине
**«Нелинейное адаптивное управление в технических
системах»**

Студент группы 9492

Викторов А.Д.

Преподаватель

Путов В.В.

Санкт-Петербург

2024

Содержание

1	Синтез адаптивных систем по выходу для строго минимально-фазового одноканального объекта	3
2	Синтез адаптивной системы по выходу для строго минимально-фазового многоканального объекта	5
3	Общий случай. Метод шунтирования	6

Введение

Адаптивные системы управления используются для обеспечения устойчивости и качества работы объектов управления при наличии неопределённостей и изменяющихся условий. В данном реферате рассматриваются подходы к синтезу адаптивных систем по выходу для строго минимально-фазовых одноканальных и многоканальных объектов, а также общий случай с использованием метода шунтирования.

1 Синтез адаптивных систем по выходу для строго минимально-фазового одноканального объекта

Описание задачи

Минимально-фазовый одноканальный объект характеризуется тем, что его нули лежат в левой полуплоскости комплексной плоскости, а выходная переменная зависит только от входного воздействия и внутренних параметров. Требуется разработать адаптивную систему управления, которая минимизирует ошибку $e(t) = y_r(t) - y(t)$, где $y_r(t)$ — заданное значение выходной переменной.

Метод скоростного градиента

Метод скоростного градиента основан на минимизации квадратичного критерия качества:

$$J(t) = \frac{1}{2}e^2(t). \quad (1)$$

Процесс адаптации включает вычисление градиента функционала J относительно параметров θ :

$$\dot{\theta} = -\gamma \frac{\partial J}{\partial \theta}, \quad (2)$$

где $\gamma > 0$ — коэффициент скорости адаптации.

Производная функционала может быть записана в виде:

$$\frac{\partial J}{\partial \theta} = -e(t) \frac{\partial y(t)}{\partial \theta}. \quad (3)$$

На основе этого уравнения формируется закон изменения параметров системы управления.

Алгоритм управления

Управляющее воздействие формируется по закону:

$$u(t) = \theta^T \phi(t), \quad (4)$$

где $\phi(t)$ — вектор входных сигналов, а θ — вектор адаптивных параметров. В результате система способна автоматически подстраиваться под изменения объекта управления.

2 Синтез адаптивной системы по выходу для строго минимально-фазового многоканального объекта

Особенности многоканального объекта

Многоканальный объект управления описывается уравнениями вида:

$$\mathbf{Y}(s) = \mathbf{W}(s)\mathbf{U}(s), \quad (5)$$

где $\mathbf{Y}(s)$ — вектор выходных переменных, $\mathbf{U}(s)$ — вектор управляющих воздействий, а $\mathbf{W}(s)$ — матричная передаточная функция.

Основной сложностью в многоканальных системах является взаимное влияние каналов, что требует учета всех входов и выходов при синтезе системы управления.

Методы синтеза

Для синтеза адаптивной системы используется следующая процедура:

1. Построение модели объекта в пространстве состояний:

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}\mathbf{u}(t), \quad \mathbf{y}(t) = \mathbf{C}\mathbf{x}(t). \quad (6)$$

2. Формирование закона управления с учетом адаптации параметров:

$$\mathbf{u}(t) = \mathbf{\Theta}(t)\mathbf{\Phi}(t), \quad (7)$$

где $\mathbf{\Theta}(t)$ — матрица адаптивных параметров, $\mathbf{\Phi}(t)$ — вектор входных сигналов.

3. Построение критерия качества, обеспечивающего устойчивость системы:

$$J = \frac{1}{2}\|\mathbf{e}(t)\|^2, \quad (8)$$

где $\mathbf{e}(t) = \mathbf{y}_r(t) - \mathbf{y}(t)$ — вектор ошибки.

3 Общий случай. Метод шунтирования

Описание метода шунтирования

Метод шунтирования применяется для объектов с высокой степенью неопределенности, а также в случаях, когда параметры объекта изменяются со временем. Основная идея метода заключается в добавлении вспомогательных контуров управления, компенсирующих влияние неопределенностей.

Уравнения системы

Объект управления описывается как:

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}\mathbf{u}(t) + \Delta\mathbf{f}(t), \quad (9)$$

где $\Delta\mathbf{f}(t)$ — неопределенности в модели.

Для компенсации неопределенностей вводится корректирующий сигнал $\mathbf{v}(t)$:

$$\mathbf{u}(t) = \mathbf{u}_0(t) + \mathbf{v}(t), \quad (10)$$

где $\mathbf{u}_0(t)$ — базовый закон управления.

Алгоритм управления

Алгоритм управления строится следующим образом:

1. Вычисляется базовый сигнал управления $\mathbf{u}_0(t)$ на основе номинальной модели.
2. Определяется корректирующий сигнал $\mathbf{v}(t)$ с использованием наблюдателей или адаптивных методов.

3. Итоговое управление формируется как сумма базового и корректирующего сигналов.

Преимущества метода

Метод шунтирования обеспечивает:

- Устойчивость системы при изменении параметров объекта.
- Высокое качество управления в условиях неопределенности.
- Простоту настройки адаптивных параметров.