

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

КАФЕДРА «Робототехника и мехатроника»

**Практикум**

по выполнению практических работ

по дисциплине

«Интеллектуальный привод в мехатронных и робототехнических системах»

Ростов-на-Дону

2024

Составители: к.т.н., доцент Филимонов М.Н.

Практикум по выполнению практических работы по дисциплине «Интеллектуальный привод в мехатронных и робототехнических системах». ДГТУ, г. Ростов-на-Дону, 2024 г.

В практикуме кратко изложены теоретические вопросы, необходимые для успешного выполнения лабораторной работы, рабочее задание и контрольные вопросы для самопроверки.

Предназначено для обучающихся по направлению подготовки (код, название):

|  |
| --- |
| 15.04.06 Мехатроника и робототехника |
|  |

Ответственный за выпуск:

Зав. кафедрой (руководитель структурного подразделения, ответственного за реализацию ОПОП): Изюмов Андрей Игоревич

© Издательский центр ДГТУ, 2023г.

**Практическая работа №1 «Синтез нечёткого регулятора в Matlab»**

**Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторной работы**

При выполнении лабораторной работы необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием, включение электрооборудования, в том числе компьютеров, производить только после разрешения преподавателя или сопровождающего инженера.

**Цель работы**

Освоить методы синтеза нечёткого регулятора с использованием Matlab для управления интеллектуальным приводом в робототехнических системах.

**Рабочее задание**

1. Изучить основы нечёткой логики и принципы построения нечётких регуляторов.
2. Синтезировать нечёткий регулятор для управления приводом на основе сенсорной информации.
3. Настроить параметры регулятора и провести его моделирование в Matlab.

**Материально-техническое обеспечение работы**

1. Компьютер с установленным Matlab и дополнительным модулем Fuzzy Logic Toolbox.
2. Модели интеллектуальных приводов, представленные в виде Matlab моделей.

**Порядок выполнения работы**

1. Подготовительный этап:

1.1 Ознакомьтесь с теорией нечёткой логики и её применением в управлении системами.

1.2 Ознакомьтесь с примерами использования Fuzzy Logic Toolbox в Matlab.

2. Создание модели регулятора:

2.1 Откройте Matlab и создайте новый проект для синтеза нечёткого регулятора.

2.2 Используйте Fuzzy Logic Toolbox для создания базы правил управления и функций принадлежности.

2.3 Определите входные и выходные переменные для регулятора (например, ошибка положения привода и её производная).

3. Настройка параметров регулятора:

3.1 Настройте функции принадлежности для входных и выходных переменных.

3.2 Сформулируйте и введите правила управления в виде нечётких логических операторов (например, "ЕСЛИ ошибка большая И скорость высокая, ТО управление слабое").

4. Моделирование системы:

4.1 Настройте симуляцию в Matlab, запустите её и проверьте работу регулятора на модели привода.

4.2 Оцените качество управления и при необходимости скорректируйте правила или функции принадлежности.

5. Анализ результатов:

5.1 Проанализируйте поведение системы с нечётким регулятором, сделайте выводы о его эффективности.

5.2 Представьте графики отклика системы и сравните результаты с традиционными методами управления.

**Контрольные вопросы**

1. Что такое нечёткая логика и как она применяется в управлении?
2. Какие основные элементы содержит нечёткий регулятор?
3. Как настраиваются функции принадлежности и правила управления?
4. В чем преимущество нечётких регуляторов по сравнению с классическими PID-регуляторами?

**Практическая работа №2 «Синтез нейросетевого регулятора»**

**Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторной работы**

При выполнении лабораторной работы необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием, включение электрооборудования, в том числе компьютеров, производить только после разрешения преподавателя или сопровождающего инженера.

**Цель работы**

Освоить методы проектирования нейросетевых регуляторов для управления интеллектуальным приводом с использованием технологий искусственных нейронных сетей.

**Рабочее задание**

1. Изучить принципы работы искусственных нейронных сетей.
2. Разработать нейросетевой регулятор для управления приводом.
3. Провести обучение сети и симуляцию работы системы в Matlab.

**Материально-техническое обеспечение работы**

1. Компьютер с установленным Matlab и дополнительным модулем Neural Network Toolbox.
2. Данные для обучения нейронной сети (входные параметры и целевые значения).

**Порядок выполнения работы**

1. Подготовительный этап:

1.1 Ознакомьтесь с основами искусственных нейронных сетей, их архитектурой и алгоритмами обучения.

1.2 Изучите примеры использования Neural Network Toolbox в Matlab для проектирования регуляторов.

2. Создание модели нейросетевого регулятора:

2.1 В Matlab создайте нейронную сеть для управления приводом (например, многослойный персептрон).

2.2 Определите структуру сети: количество входов (например, ошибка, скорость), количество слоёв и количество нейронов на каждом слое.

2.3 Установите функцию активации (например, сигмоидальную) для нейронов.

3. Обучение нейронной сети:

3.1 Подготовьте данные для обучения сети: набор входных сигналов и соответствующих откликов системы (например, управляющие воздействия для каждого состояния системы).

3.2 Используйте алгоритм обратного распространения ошибки для обучения сети на подготовленных данных.

3.3 Настройте параметры обучения, такие как скорость обучения, количество эпох и минимизация ошибки.

4. Моделирование и тестирование:

4.1 Проведите моделирование работы системы с нейросетевым регулятором в Matlab.

4.2 Сравните результаты работы системы с нейросетевым регулятором и традиционными методами управления (например, PID-регулятором).

5. Анализ результатов:

5.1 Оцените качество управления с использованием нейросетевого регулятора.

5.2 Проанализируйте отклики системы, устойчивость и способность нейросети адаптироваться к изменяющимся условиям.

**Контрольные вопросы**

1. Какова структура нейронной сети и какие типы нейронов используются?
2. Как осуществляется обучение нейронной сети?
3. Какие преимущества нейросетевые регуляторы имеют по сравнению с традиционными методами управления?
4. Какие параметры влияют на процесс обучения нейронной сети?

**Практическая работа №3 «Синтез предиктивного регулятора»**

**Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторной работы**

При выполнении лабораторной работы необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием, включение электрооборудования, в том числе компьютеров, производить только после разрешения преподавателя или сопровождающего инженера.

**Цель работы**

Изучить принципы проектирования предиктивных регуляторов и освоить их синтез для управления интеллектуальным приводом.

**Рабочее задание**

1. Изучить основы предиктивного управления (MPC — Model Predictive Control).
2. Синтезировать предиктивный регулятор для управления интеллектуальным приводом.
3. Провести моделирование и тестирование работы предиктивного регулятора в Matlab.

**Материально-техническое обеспечение работы**

1. Компьютер с установленным Matlab и дополнительным модулем Model Predictive Control Toolbox.
2. Модель интеллектуального привода в среде Matlab.

**Порядок выполнения работы**

1. Подготовительный этап:

1.1 Ознакомьтесь с принципами предиктивного управления (Model Predictive Control — MPC).

1.2 Изучите примеры использования Model Predictive Control Toolbox в Matlab.

2. Синтез модели системы:

2.1 В Matlab создайте модель системы привода, описывающую его динамику.

2.2 Определите параметры модели, необходимые для построения предсказаний (например, матрицы состояния, выходов и входов системы).

3. Проектирование предиктивного регулятора:

3.1 Создайте модель предиктивного регулятора с использованием Model Predictive Control Toolbox.

3.2 Определите горизонт предсказания и шаг управления.

3.3 Настройте параметры оптимизации для минимизации отклонений от желаемого состояния привода.

4. Моделирование работы системы:

4.1 Проведите моделирование работы системы с предиктивным регулятором.

4.2 Оцените качество управления в реальных и предсказанных состояниях системы.

4.3 Проведите анализ устойчивости системы с предиктивным регулятором при изменении внешних условий.

5. Анализ результатов:

5.1 Оцените поведение системы с предиктивным управлением.

5.2 Проанализируйте устойчивость системы, её способность предсказывать и компенсировать отклонения от желаемого состояния.

**Контрольные вопросы**

1. В чем заключается основная идея предиктивного управления?
2. Как настраиваются параметры предиктивного регулятора?
3. Какие преимущества предиктивные регуляторы имеют перед традиционными системами управления?
4. Как горизонт предсказания влияет на качество управления?