Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Худолей Михаил Сергеевич

Особенности моделирования развитых интеллектуальных систем управления электроприводами

Направление подготовки

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

АВТОРЕФЕРАТ

МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Никитина
Елена Николаевна
Проверено
17.03.2022 Зачтено Библиотека

2022

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Научный руководитель	Кандидат технических наук, доцент кафедры Черный Сергей Петрович
Рецензент	Кандидат технических наук, менеджер по поддержке производства, филиал АО «Талес Авионикс» Круговой Роман Николаевич

Защита состоится «11» марта 2022 года в 10 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 104/3.

Автореферат разослан 25 февраля 2022 г.

Секретарь ГЭК _____ А. В. Бузикаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Общепринятые подходы к настройке систем с мягкими вычислениями дают хорошие результаты, когда необходимо реализовать традиционные законы регулирования, например, ПИ или ПИД. Для развитых слабоструктурированных объектов управления необходима реализация законов регулирования с более сложным наполнением. Подобные многокритериальные и многофакторные задачи могут успешно решаться с применением нейронной сети. Несмотря на обширный спектр возможностей искусственных нейронных сетей, существует и ряд недостатков, которые сопутствуют решению сложных задач. Поэтому представляется актуальным применение многокаскадных нечетких систем для реализации процедур управления в системах регулирования электроприводами постоянного и переменного тока. Целесообразность внедрения технологии многокаскадных нечетких систем при реализации единого интеллектуального управляющего модуля для сложных систем электропривода позволит реализовывать систему управления для целого класса систем электроприводов, учитывая неполноту и противоречивость исходных данных, а также все особенности и взаимосвязи между координатами в сложном объекте регулирования.

Целью данной работы является моделирование нечетких многокаскадных систем, обладающих достаточными универсальными свойствами, для реализации алгоритмов и законов управления целыми классами сложных объектов, такими , как системы управления электроприводами постоянного и переменного тока.

Основные задачи магистерской диссертации заключаются в реализации моделей нечетких многокаскадных модулей с различным сочетанием алгоритмов вывода для простых объектов регулирования и для сложных систем управления более высоких порядков. Исследование методик, позволяющих расширить интеллектуальные возможности таких регуляторов, и анализ полученных переходных характеристик нечеткой многокаскадной системы позволяют говорить об универсальности и эффективности

применения такого подхода к реализации многокаскадных систем управления электроприводами постоянного и переменного тока.

Характеристика объекта и предмета исследования. Объектом исследования является многокаскадный нечеткий логический регулятор, реализующий процедуру управления электроприводами постоянного и переменного тока. Предметом исследования представляются процедуры и законы управления, реализуемые такой интеллектуальной системой.

Характеристика методологического аппарата. При исследовании используются элементы интегрального и дифференциального исчисления, основные положения теории автоматического регулирования, а также теория мягких вычислений.

Научную новизну в данной работе можно определить как расширение возможностей типовых процедур управления реализуемых при помощи аппарата нечеткой логики для повышения интеллектуальных свойств таких систем, а также определение рекомендаций по настройке нечетких многокаскадных регуляторов для целого класса задач в области систем управления в электроприводах. Практическая значимость подтверждается участием в различных международных и всероссийских научно-практических конференциях.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, показана научная новизна, практическая ценность.

В первой главе рассмотрены методы управления скоростью электроприводов постоянного и переменного тока. Рассмотрены их достоинства и недостатки.

Во второй главе проанализированы подходы к реализации интеллектуальных систем управления. Рассмотрена теория нечеткого управления.

В третьей главе производится моделирование управления электроприводами постоянного и переменного тока с элементарным нечетким регулятором.

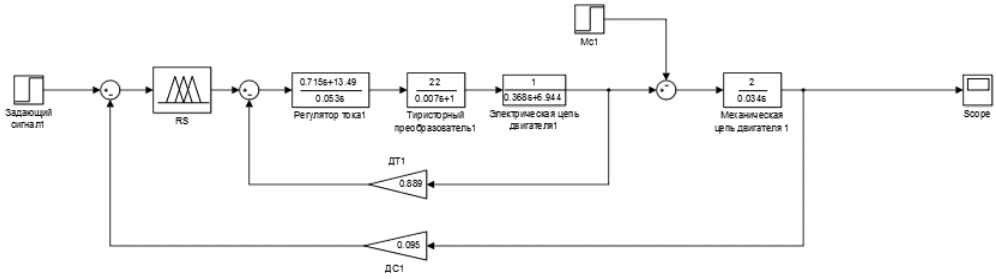


Рисунок 1 – Модель управления скоростью двигателя постоянного тока независимого возбуждения с нечетким регулятором.

В модели постоянного тока использовались нечеткие регуляторы скорости по алгоритмам Мамдани и Сугено с одним входом и одним выходом. Которые показали лучшие показатели: система на базе нечеткой логики выходит на установившиеся значение, раньше классической, без перерегулирования, но с большим временем регулирования.

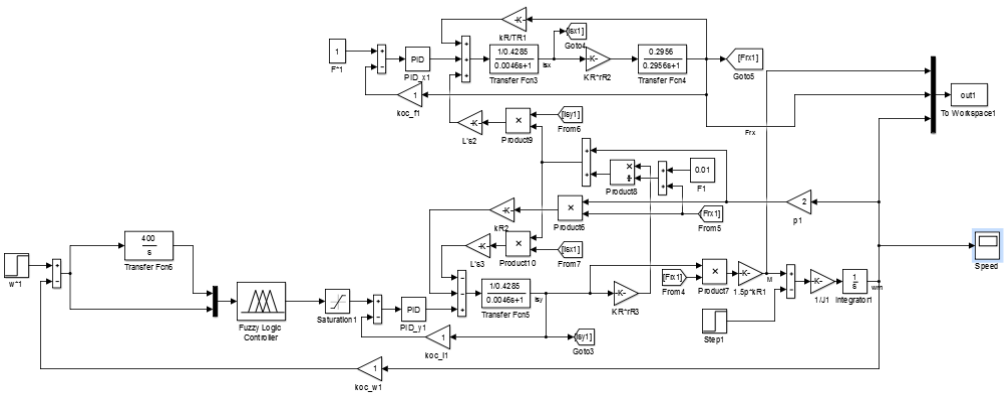


Рисунок 2 – Модель нечеткой системы управления двигателем переменного тока с алгоритмом выхода по Мамдани

При моделировании использовались нечеткие регуляторы Мамдани и Сугено с двумя входами и одним выходом. По итогам моделирования они показали лучшие характеристики в сравнении с классическим регулятором.

В четвертой главе были реализованы многокаскадные нечеткие регуляторы на алгоритмах Сугено и Мамдани для электроприводов постоянного и переменного токов. В состав многокаскадного регулятора

входит переключающий регулятор с одним входом и двумя выходами и два исполнительных нечетких регулятора с одним входом и двумя выходами.

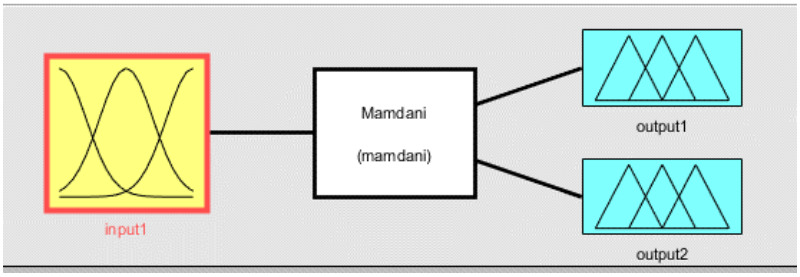


Рисунок 3 – Функциональная схема переключающего нечеткого регулятора

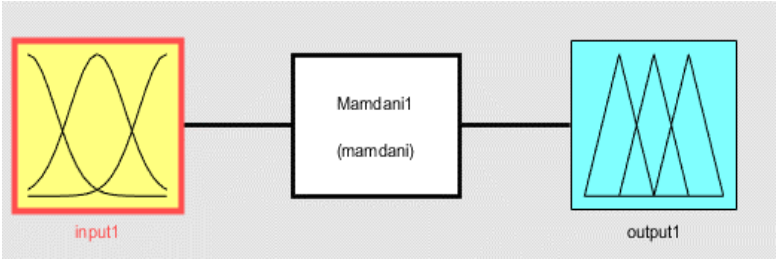


Рисунок 4 – Функциональная схема нечеткого исполнительного регулятора постоянного тока

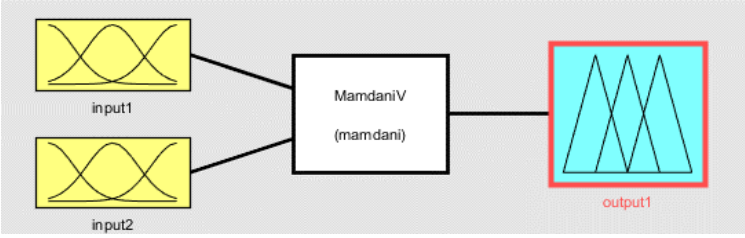
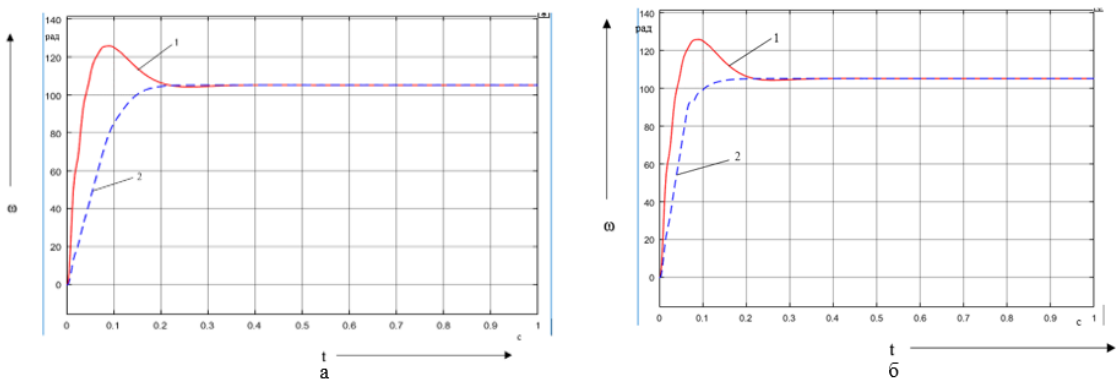


Рисунок 5 – Функциональная схема нечеткого исполнительного регулятора переменного тока

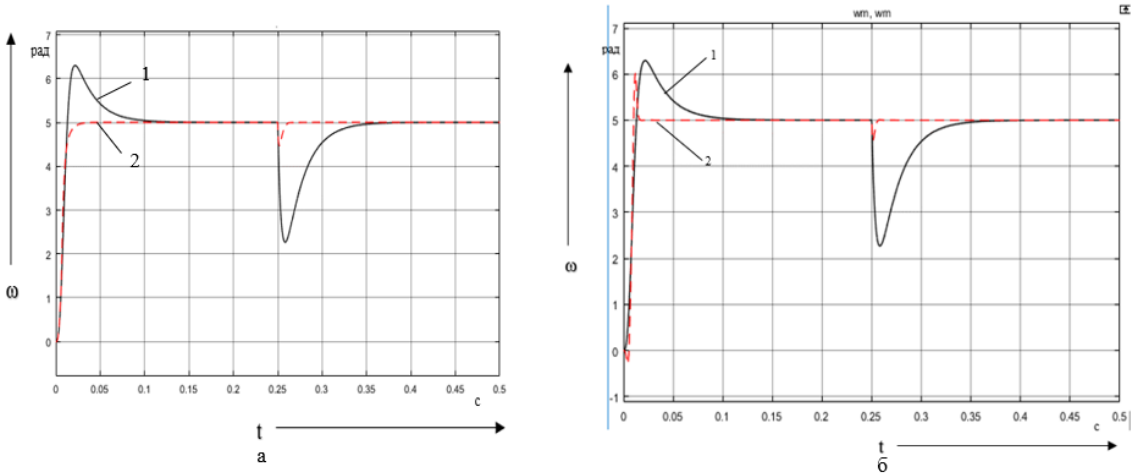
В пятой главе проведен анализ эффективности применения технологии нечеткого многокаскадного управления для систем регулирования электроприводами постоянного и переменного тока, выявлены особенности функционирования таких систем.

В результате синтеза многокаскадной нечеткой системы управления электроприводом постоянного тока и переменного тока были получены графики переходного процесса.



1 –классический регулятор; 2 – нечеткий регулятор

Рисунок 6 – Реакция на входное воздействие с многокаскадным нечетким регулятором постоянного тока с алгоритмом вывода: а – Мамдани; б – Сугено



1 –классический регулятор; 2 – нечеткий регулятор

Рисунок 7 – Реакция на входное воздействие с многокаскадным нечетким регулятором электропривода переменного тока с алгоритмом вывода: а – Мамдани; б – Сугено

По сравнению с обычным нечетким регулятором, многокаскадный регулятор имеет лучшие характеристики: с нечетким регулятором по алгоритму Мамдани пропал провал при пуске и время регулирование практически совпадает с временем регулирования классического регулятора без перерегулирования, но с появлением небольшого провала на 0,25 секунде с малым временным интервалом. А в многокаскадном регуляторе по алгоритму Сугено изменения появились во времени регулирования: оно стало немного меньше и выход на установившееся значение стал немного быстрее,

но провал на 0,25 секунде стал немного больше и с небольшим увеличением временного интервала.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1 Выполнен синтез интеллектуальной системы управления электроприводом постоянного тока по технологии многокаскадного нечеткого управления с различным сочетанием алгоритмов вывода.

2 Произведено моделирование многокаскадной интеллектуальной системы управления электроприводом переменного тока с различным сочетанием алгоритмов вывода.

3 Представлен сравнительный анализ интеллектуальных многокаскадных регуляторов с различным сочетанием алгоритмов нечеткого вывода, показывающих универсальные свойства представленной технологии многокаскадного регулирования при переходе от одного класса объектов к другому.

4 Доказано преимущество и эффективность применения интеллектуального модуля для решения задач управления не только простыми объектами регулирования, но и сложными технологическими объектами.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1 Худолей, М. С. Анализ модели нечеткой системы управления тяговым электроприводом / М. С. Худолей, С. П. Черный. – Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований :материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, в 3 ч.. Комсомольск-на Амуре, 2020. С. 355-356

2 Худолей, М. С. Моделирование развитых нечетких систем управления электроприводов переменного тока / М. С. Худолей, С. П. Черный. – Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований :Автоматика, электропривод и робототехника. Комсомольск-на Амуре, 2022.