

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Бузикаевой Алины Валерьевны

на тему «Разработка и исследование систем электроприводов на базе
многокаскадных нечетких регуляторов»

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы

1 Актуальность темы диссертационной работы

В настоящее время большинство технологических процессов оснащено электрическими приводами, которые необходимы для точного перемещения рабочих органов механизма или обеспечения его необходимых электрических параметров. Электроприводы выполняют функции разгона, торможения, реверса, резкого изменения нагрузочного момента. При этом общая тенденция развития технологических процессов заключается в повышении сложности технических объектов, в которых необходимо осуществлять регулирование. Поэтому, и требования к системам управления такими объектами предъявляются все более жесткие. Применяемые ранее методики расчета не обладают достаточной точностью, так как учитывают, как правило, только детерминированные параметры. В то же время, влияние нелинейностей и стохастических составляющих приобретает решающее значение для процесса управления системой.

Современные системы автоматического управления являются сложными комплексами технических устройств и отдельных элементов, которые взаимодействуют между собой. При этом синтез регуляторов сопряжен с недостатком полной информации (неопределенностью) или ее противоречивостью, что осложняет классическое математическое построение системы управления электроприводом. Поэтому основным направлением развития СУЭП является переход в область интеллектуальных методов управления, в частности применение нечетких регуляторов и искусственных нейронных сетей.

При неточном регулировании или длительном переходном процессе снижается эффективность использования той или иной системы управления. Это, в свою очередь, может послужить причиной расстройства всего технологического процесса, снижению качества продукции и скорости ее изготовления. Все это уменьшает прибыль предприятия, количество потенциальных заказов, а также приводит к снижению авторитета производителя.

Так как одной из основных задач, стоящей перед промышленностью, является повышение производительности существующих и новых технологических объектов и снижение затрат при производстве продукции, тема диссертации Бузикаевой А.В., посвященная совершенствованию систем управления электроприводами, является актуальной.

2 Научная новизна диссертационного исследования

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Предложен новый подход к построению интеллектуальных регуляторов систем электроприводов постоянного и переменного тока, обеспечивающий

улучшение основных показателей качества управления и базирующийся на выборе каскадности и иерархичности МНЛР с учетом особенностей технологических процессов электротехнического комплекса.

2. Разработаны модели и алгоритмы настройки МНЛР систем электроприводов, позволяющие расширить функциональные возможности нечетких систем, снизить количество входных лингвистических переменных, а также объем и размерность базы знаний.

3. Разработаны алгоритмы многокаскадного управления электроприводами постоянного и переменного тока, функционирующих в различных режимах.

4. Предложены структуры комбинированных НЛР, сочетающие в себе различные механизмы выводов и обеспечивающие улучшение требуемых показателей качества систем управления электроприводами постоянного и переменного тока.

3 Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертационная работа Бузикаевой Алины Валерьевны состоит из введения, пяти разделов, заключения, трех приложений, библиографического списка из 119 наименований. Диссертация содержит 130 страниц основного текста, 9 таблиц и 81 рисунок.

Во введении приводится общая характеристика диссертационной работы, обоснована актуальность выбранной темы, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость, описаны методы исследования, определены цель и задачи исследования.

В первой главе выполнен анализ существующих классических подходов к реализации систем управления электроприводами. Также рассмотрены возможные решения по реализации процедур управления электроприводами с помощью искусственных нейронных сетей, систем нечеткой логики, генетических алгоритмов и эволюционного программирования. Анализ возможных направлений исследования позволил обосновать выбор в качестве перспективной системы управления электроприводами системы на основе теории нечетких множеств.

Во второй главе на основе теории нечетких множеств предложен подход построения многокаскадного логического регулятора, обеспечивающего улучшение основных показателей качества управления электроприводом постоянного тока. Представлено математическое описание и алгоритм функционирования многокаскадных нечетких регуляторов. Выполнен анализ эффективности работы таких регуляторов путем оценки реакции системы на нестационарность параметров силового преобразователя. Сформулированы требования к настройке многокаскадных нечетких логических регуляторов.

В третьей главе выполнено моделирование двухкаскадной нечеткой системы автоматического управления электроприводом постоянного тока с двухзонным регулированием скорости при различных режимах работы. Проведено исследование работоспособности системы электропривода путем исследования реакции на изменение коэффициента усиления тиристорного преобразователя цепи якоря. Исследовано поведение СУЭП с двухзонным регулированием скорости в различных режимах и с различным сочетанием нечетких выводов.

В четвертой главе представлена многокаскадная нечеткая система управления электроприводом переменного тока на основе ранее сформулированного подхода. Выполнен сравнительный анализ поведения многокаскадной нечеткой системы управления электроприводом с различным сочетанием нечетких выводов при подаче на вход ступенчатого сигнала.

В пятой главе представлена реализация СУЭП переменного тока на основе предложенных алгоритмов многокаскадного нечеткого управления. Эксперимент направлен на оценку возможности применения разработанной двухкаскадной нечеткой системы сервоприводом на основе синхронного двигателя с постоянными магнитами в условиях высокоскоростного режима работы и требований к прецизионному позиционированию.

В заключении диссертации изложены итоги проведенного научного исследования.

По структуре и качеству оформления диссертационной работы Бузикаевой А.В. замечаний нет. Материал изложен ясно, грамотным техническим языком, а главы логически взаимосвязаны.

4 Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается применением основных положений теории автоматического управления, теории нечеткой логики, теории электропривода, электроники, принципов математического моделирования. Достоверность подтверждается корректностью применения основных положений теории электропривода и теории автоматического управления, а также совпадением экспериментальных и теоретических моделей СУЭП.

5 Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность научных положений и результатов подтверждена: полученными результатами имитационного моделирования, сопоставимости результатов имитационного моделирования предложенной интеллектуальной СУЭП с ранее известными результатами, полученными авторитетными учеными в этой области. Новизна полученных результатов подтверждается наличием четырех свидетельств о регистрации программы для ЭВМ (№ 2022664286, № 2022663048, № 2022680044 и № 2023617229).

6 Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов

На основании полученных результатов математического и имитационного моделирования предложены технические решения, позволяющие реализовать управление электроприводом на основе многокаскадных нечетких логических регуляторов. Разработаны различные модели управления электроприводами постоянного и переменного тока при многокаскадных принципах регулирования и формируемых сложных законах управления. Созданы и зарегистрированы программные продукты, позволяющие реализовать предложенные многокаскадные

нечеткие логические регуляторы для разных систем управления электроприводами. Результаты диссертационной работы внедрены в Комсомольской дистанции электроснабжения ОАО «РЖД», также результаты внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «КнАГУ».

7 Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

Несмотря на общую положительную оценку выполненной работы, имеются отдельные замечания:

1. Из работы неясно, какие данные являлись основой для формирования термножеств входных и выходных лингвистических переменных? Почему в некоторых случаях функции принадлежности приняты треугольной формы, а в некоторых – трапецеидальные?

2. В работе рассмотрены в сочетании механизмы нечеткого вывода Мамдани и Сугено. Рассматривалась ли применимость для целей управления других существующих нечетких алгоритмов (Ларсен, Цукамото, упрощенный алгоритм нечеткого вывода и т.д.)?

3. Требуется аргументации выбор в качестве метода дефаззификации центроидного метода.

4. В диссертационной работе представлен подход, ориентированный на вариацию изменения режимов работы электропривода. В качестве рекомендации предлагается распространить предложенные алгоритмы управления и на другие системы электроприводов, например, тяговые.

5. По тексту диссертации наблюдаются опечатки, ошибки в нумерации рисунков, ошибки орфографического и пунктуационного характера.

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки представленной к защите диссертации.

8 Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации и достаточно полно отражает ее основные положения.

9 Соответствие диссертационной работы и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация и автореферат написаны технически грамотным языком, текст диссертации соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

10 Заключение по диссертации о соответствии ее требованиям Положения о присуждении ученых степеней

Представленная диссертация Бузикаевой Алины Валерьевны является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития промышленности, энергетики и транспорта, в частности для повышения эффективности процесса управления сложными технологическими объектами. Это позволяет сделать вывод о соответствии диссертации требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней.

Диссертация выполнена самостоятельно, обладает внутренним единством и методологической ценностью. В диссертации предложен новый научно обоснованный подход построения многокаскадной нечеткой системы управления электроприводом, обеспечивающий улучшение основных показателей качества регулирования, разработаны алгоритмы многокаскадного управления электротехническими комплексами с учетом особенностей их функционирования. Данный факт свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. Это позволяет сделать вывод о соответствии диссертации требованиям п. 10 Положения о присуждении ученых степеней.

Количество публикаций Бузикаевой А.В., в которых изложены основные положения диссертации полностью соответствует установленным требованиям. Автор опубликовала 22 печатные работы, в том числе 2 в изданиях из перечня, определенного ВАК России, и 6 – в международных наукометрических базах цитирования. Получено 4 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ. Это позволяет сделать вывод о соответствии диссертации требованиям п. 11, 12 и 13 Положения о присуждении ученых степеней.

В диссертации автор ссылается на источники заимствования материалов и результатов, что соответствует п. 14 Положения о присуждении ученых степеней.

11 Заключение

В целом, диссертационная работа Бузикаевой Алины Валерьевны «Разработка и исследование систем электроприводов на базе многокаскадных нечетких регуляторов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент,

Скорик Виталий Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Электротехника, электроника и электромеханика»,
Федерального государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования «Дальневосточный
государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО ДВГУПС)

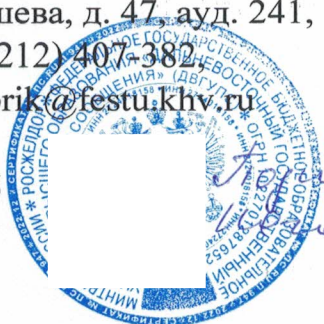
680021, Хабаровский край, г. Хабаровск,

ул. Серышева, д. 47, ауд. 241,

тел: +7 (4212) 407-382

e-mail: skorik@festu.khv.ru

05.06.2025



Скорик Виталий Геннадьевич

*Скорик В.Г. заверено
Скорик В.Г. заверено*