

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
федерального государственного
бюджетного образовательного

учреждения высшего образования
«Иркутский национальный
исследовательский технический
университет», кандидат геолого-
минералогических наук

А.М. Кононов

« 5 » июня 2025 г.



ОТЗЫВ

Ведущей организации ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» на диссертационную работу Бузикаевой Алины Валерьевны «Разработка и исследование систем электроприводов на базе многокаскадных нечетких регуляторов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность обусловлена необходимостью внедрения технологии многокаскадных нечетких логических регуляторов (МНЛР) при их реализации в виде единого интеллектуального управляющего модуля для систем управления электроприводами в условиях существенного влияния негативных факторов (неполнота и противоречивость исходных данных, нелинейность и наличие взаимосвязей между координатами).

Краткий обзор содержания работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы. Основная часть работы содержит 130 страниц, 9 таблиц и 81 рисунок. Список литературы включает в себя 119 наименований.

Во введении обоснована актуальность диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, сформулирована научная новизна, выделены

основные положения, выносимые на защиту, отражена практическая значимость результатов проведенного исследования.

В главе 1 проведен анализ теоретических и практических направлений исследований области управления системами электропривода с применением аппарата теории нечетких множеств, показаны основные задачи, вызывающие интерес у исследователей в этой области, а также обозначены проблемы, решение которых на данный момент является затруднительным.

В главе 2 представлен анализ классических подходов по решению задач управления системами электропривода с использованием теории мягких вычислений (теории нечетких множеств) на примере системы электропривода постоянного тока и выявлены достоинства и недостатки использования стандартных моделей нечетких систем для подобного класса объектов. Предложен подход построения многокаскадного нечеткого логического регулятора, обеспечивающий улучшение основных показателей качества регулирования. С учетом анализа существующих подходов разработаны математическое описание и алгоритм функционирования многокаскадного нечеткого логического регулятора. На основании полученных в результате моделирования динамических характеристик проведен анализ эффективности работы многокаскадной нечеткой системы управления электроприводом путем оценки реакции системы на нестационарность параметров тиристорного преобразователя при изменении его коэффициентов в широком диапазоне и при подаче сложного сигнала с различными уровнями порогового значения. Результаты моделирования и проведенный анализ позволили сформулировать требования к настройке многокаскадных нечетких логических регуляторов.

В главе 3 получена модель интеллектуальной системы электропривода постоянного тока с двузонным регулированием скорости, основанной на применении многокаскадного нечеткого логического регулятора с различным сочетанием алгоритмов вывода. Проведено исследование работоспособности электротехнической системы путем анализа ее реакции на изменения коэффициента усиления тиристорного преобразователя якорной цепи в заданном диапазоне. Проанализировано поведение системы электропривода с двузонным регулированием скорости с различным сочетанием нечетких выводов в режимах работы «до номинальной скорости» и «сверх номинальной скорости».

Глава 4 посвящена разработке многокаскадной нечеткой системы электропривода переменного тока на основе ранее сформулированного подхода. Путем изменения расчетного значения величины потокосцепления проводилась оценка влияния нестационарности на выходные параметры модели электропривода. Выполнен сравнительный анализ поведения многокаскадной нечеткой системы управления электроприводом переменного тока с различным сочетанием нечетких выводов при подаче на вход ступенчатого сигнала сложной формы.

В главе 5 представлены результаты реализации многокаскадной нечеткой системы управления сервоприводом на основе синхронного двигателя с постоянными магнитами в условиях перехода к высокоскоростному режиму работы. Приведены экспериментальные зависимости импульсных сигналов задания и изменения положения угла поворота электропривода, выполнен анализ результатов эксперимента.

В заключении изложены общий вывод по диссертационной работе и представлены основные результаты исследования.

В приложении приведены документы, подтверждающие внедрение и использование результатов диссертационной работы; листинг программного обеспечения, реализующего многокаскадную нечеткую систему управления технологическим процессом, а также свидетельства результатов интеллектуальной деятельности.

Научная новизна и основные результаты исследования

В диссертации, получены следующие результаты, характеризующиеся новизной:

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 многокаскадного нечеткого регулятора с учетом особенностей технологических процессов электротехнического комплекса

2. разработаны модели и алгоритмы настройки многокаскадного нечеткого регулятора 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 нечетких логических регуляторов, сочетающие в себе различные механизмы выводов и обеспечивающие улучшение требуемых показателей качества систем управления электроприводами постоянного и переменного тока.

Достоверность и обоснованность результатов и выводов диссертации

Полученные в диссертации автором результаты и выводы являются обоснованными и достоверными, что подтверждается:

- корректным использованием математического аппарата, аналитического и имитационного моделирования, сопоставлением частных результатов математического моделирования с имеющимися результатами в области систем управления электроприводами;
- обсуждением результатов диссертации на международных и отечественных конференциях, научных семинарах, выставках и результатами их практической апробации;
- результатами внедрения разработанных алгоритмов управления экспериментальных исследований в промышленности и учреждениях отраслевой системы подготовки кадров.

Основные положения и результаты диссертационной работы были представлены и обсуждались на российский и международных конференциях, научных семинарах и достаточно полно опубликованы соискателем в 22 работах, в том числе: 2 работах, опубликованных в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 6 работах в изданиях, индексируемых Scopus и Web of Science; 4 зарегистрированных охранных документах на результаты интеллектуальной деятельности.

Практическая значимость диссертационной работы

Заключается в:

- разработке математического описания многокаскадной нечеткой системы электропривода, позволяющего учесть влияние внутренних и внешних факторов, оказывающих воздействие на динамические показатели систем электроприводов;

- синтезе имитационных моделей электроприводов постоянного и переменного тока с реализацией многокаскадного нечеткого регулятора, функционирующих на базе различных сочетаний механизмов выводов, и формируемых ими законов управления;

- разработка интеллектуальной системы электропривода, функционирующей в различных режимах работы, которая обеспечивает переход между зонами регулирования без снижения показателей качества.

Предложенная методика многокаскадного нечеткого управления внедрена на Комсомольской дистанции электроснабжения Дальневосточной дирекции по энергообеспечению ОАО «РЖД», а также в учебный процесс процессе кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» ФГБОУ ВО «Комсомольского-на-Амуре государственного университета». Соответствующие акты внедрения прилагаются.

Замечания по диссертационной работе

По диссертации А.В. Бузикаевой имеется несколько замечаний.

1. Из текста диссертации остается непонятным, каким образом исключаются или компенсируются нелинейные элементы в структуре системы управления электроприводом с двузонным регулированием скорости.

2. Неясно, как количественно улучшаются показатели динамики электропривода при внедрении нечеткого регулятора.

3. В диссертационной работе не проведено сравнение результатов модельных и экспериментальных исследований электропривода с нечетким регулятором, поэтому вопрос адекватности моделей остается открытым.

4. Материал диссертационного исследования неравномерно распределен по главам работы, например, 5 глава составляет всего 6 страниц.

Однако указанные замечания не снижают научной и практической значимости диссертационного исследования, а также не ставят под сомнение обоснованность полученных автором результатов.

Выводы

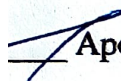
Диссертационная работа Бузикаевой А.В. представляет собой завершенную научно-квалификационную работу на актуальную тему, в которой автором решена научно-техническая задача синтеза многокаскадных нечетких логических регуляторов для различных систем

электроприводов, функционирующих в различных режимах. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Автореферат диссертации достаточно полно отражает ее основное содержание.

Диссертационная работа «Разработка и исследование систем электроприводов на базе многокаскадных нечетких регуляторов» отвечает требованиям пп.9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Бузикаева Алина Валерьевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы.

Диссертационная работа Бузикаевой А.В., автореферат и отзыв ведущей организации были рассмотрены и обсуждены на расширенном заседании кафедры электропривода и электрического транспорта. Присутствовало 10 человек, из них 1 доктор наук (протокол № 9 от 04.06.2025 года).

Заведующий кафедрой электропривода и электрического транспорта федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет»,
кандидат технических наук, доцент

 Арсентьев Олег Васильевич

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

Адрес: Россия, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83;

Тел.: 8 (3952) 405-100;

E-mail: info@istu.edu;

Веб-сайт: www.istu.edu