Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

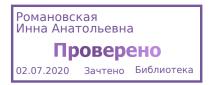
На правах рукописи

Тимофеев Антон Константинович

Исследование возможностей нечетких многокаскадных систем при решении многокритериальных задач по управлению

Направление 27.04.04 – «Управление в технических системах» Профиль «Управление и информатика в технических системах»

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ



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

Научный руководитель: Кандидат технических наук, доцент, зав.каф. Черный

Сергей Петрович

Рецензент: Кандидат технических наук,

менеджер по поддержке производства, филиал АО

«Талес Авионикс»

Круговой Роман Николаевич

Защита состоится « <u>30</u> » июня 2020 года в <u>9</u> часов <u>00</u> минут на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27.

Автореферат разослан 17 июня 2020 г.

Секретарь ГЭК

А.В. Бузикаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

На сегодняшний день в промышленности при управлении линейными системами интенсивно применяются последовательные П, ПИ, ПИДрегуляторы, достоинствами которых являются простота, низкая стоимость и высокая эффективность. Ho, несмотря на это, проблема синтеза математического описания модели остается важной и актуальной. Типовые наработанные подходы дают хорошие результаты там, где требуется традиционных законов управления, но для сложных и слабоструктурированных объектов регулирования целесообразно применение методик, которые будут ориентированы на моделирование САУ с неполнотой исходной информации и противоречивостью при реализации математического описания.

Важной отличительной чертой применения технологии мягких вычислений является ее направленность на повышение сложности процессов управления и математических моделей реальных систем, что позволяет решать задачи интеллектуального управления, подстраиваясь под, достаточно существенные изменения условий внешней среды, и принимать решения по управлению, близкие к действиям эксперта или технолога.

Нечеткие логические регуляторы представляют собой интеллектуальные системы, имеющие в своей основе подходы, базирующиеся на экспертных оценках, именно поэтому алгоритмы синтеза таких систем трудно формализовать.

Сегодня системы, реализованные на базе нечеткой логики, находят своё применение в большом количестве сфер деятельности человека, а области их интеграции расширяются. Такие системы используются при управлении бизнес - процессами, сложными технологическими процессами, при создании различных приборов, в системах принятия решений.

Построение регулятора, использующего многокаскадную схему нечеткого вывода, является одним из направлений развития нечетких систем управления. Реализация принципов многокаскадности позволяет повысить интеллектуальную составляющую системы, что положительно скажется на расширении диапазона применения нечетких систем управления.

Целью данной работы является: разработка многокаскадной нечеткой системы управления для решения многокритериальных задач по управлению, обладающей достаточными универсальными свойствами, для реализации алгоритмов и законов управления целыми классами сложных объектов.

Основные задачи магистерской диссертации заключаются моделей реализации нечетких многокаскадных систем управления различными подходами к их синтезу при решении многокритериальных задач по управлению, исследование направлений и возможностей к их расширению. Исследование и анализ полученных переходных характеристик нечеткой многокаскадной системы позволяют говорить об универсальности и эффективности применения таких подходов к реализации многокаскадных систем управления электроприводами постоянного тока.

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

Характеристика методологического аппарата. Теоретические исследования проводились с использованием математического аппарата современной автоматического управления, теории теории нечетких множеств, основных положений нечеткого управления, методов математического моделирования.

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. Практическая значимость подтверждается участием в различных всероссийских и международных научно-практических конференциях.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

В первой главе представлены и проанализированы существующие подходы к построению интеллектуальных систем.

Во второй главе рассмотрены основные положения теории нечетких множеств, представлены ключевые понятия теории мягких вычислений.

В третьей главе произведен расчет параметров объекта управления двигателем постоянного тока. Структурная схема объекта управления представлена на рисунке 1.

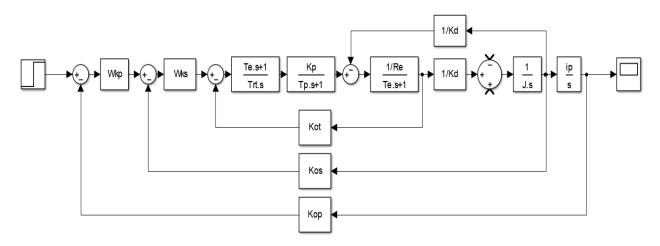


Рисунок 1 – Структурная схема ОУ

Синтезирована многокаскадная нечеткая система управления на основе экспертных оценок с реализацией закона управления положение — скорость (рисунок 2).

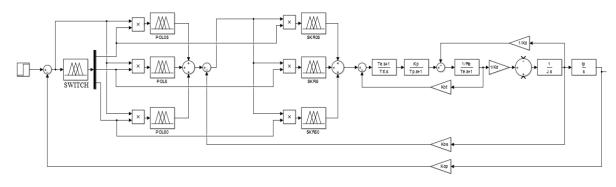
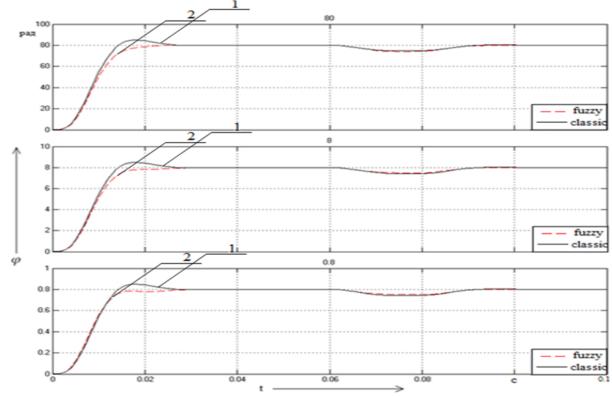


Рисунок 2 — Структурная схема системы автоматического регулирования положения и скорости с нечетким многокаскадным регулятором

регулятор "SWITCH" Нечеткий логический нашей системе управления является переключающим устройством. Регулятор функционируют с применением нечеткого логического вывода Такаги – Сугено. Основной задачей данного регулятора является интеллектуальная выбор управляющего воздействия на оценка внутренний регуляторов.

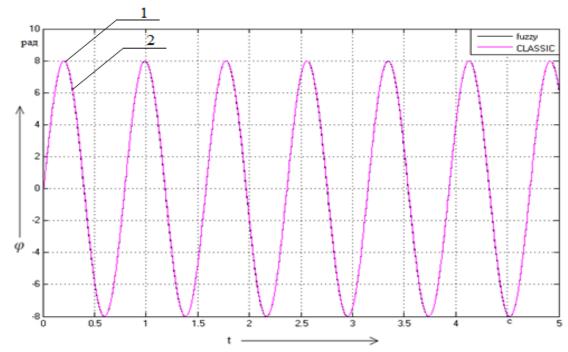
На рисунке 3 представлены результаты моделирования реакции систем на подачу сигнала задания и возмущающего воздействия.



1 — система с классическим регулятором; 2 — система с нечетким многокаскадным регулятором

Рисунок 3 – График переходного процесса систем

Анализ полученных результатов, показывает правомерность применения нечетких регуляторов при синтезе систем управления двигателем постоянного тока. Многокаскадная нечеткая система управления обладает не худшими показателями качества регулирования, классическая система, однако при значительном увеличении сигнала задания происходит небольшая потеря динамических свойств. В данном случае, улучшений в работе МНСУ можно добиться путем, более точной настройки распределения и формы входных терм лингвистической переменной переключающего устройства.



1 – система с классическим регулятором; 2 – система с нечетким регулятором Рисунок 4 – Реакция систем на синусоидально входное воздействие

На рисунке 4 представлен график переходного процесса систем при подаче синусоидального сигнала задания. По результатам моделирования, видно, что МНСУ корректно отрабатывает сигнал задания.

В следующем подразделе разработана многокаскадная нечеткая система управления двигателем постоянного тока, решающая многокритериальную задачу по управлению, а именно идея заключается в интеллектуальном совмещении различно настроенных регуляторов в одном

контуре управления (совмещение свойств модульного и симметричного оптимумов).

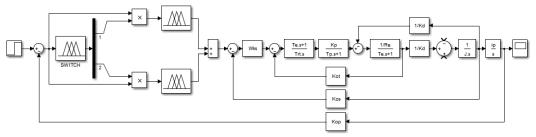


Рисунок 5 — Структурная схема многокаскадной нечеткой системы управления

Как видно из структурной схемы (рисунок 5), МНСУ представляет собой два каскада регуляторов в контуре управления положением: в первом каскаде находится интеллектуально переключающее устройство, задачей которого является оценка и выбор управляющего воздействия на регуляторы внутреннего каскада; во внутреннем каскаде находятся два регулятора, синтезированные при помощи адаптивной нейронной сети, по выборке обучающих данных полученных с классических регуляторов, настроенных на модульный и симметричный оптимумы соответственно.

На рисунке 6 представлен график переходного процесса при подаче сигнала возмущения.

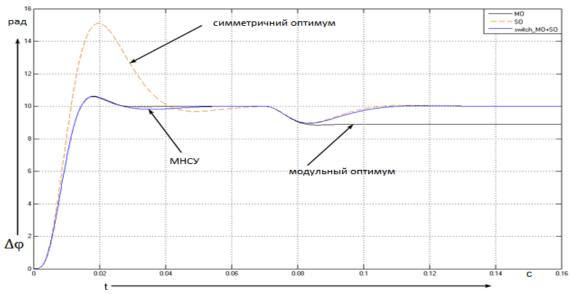


Рисунок 6 – График переходного процесса системы при подаче сигнала задания и возмущающего воздействия

Анализируя результаты моделирования, можно отметить, что МНСУ совмещает свойства, а именно: быстродействие модульного и астатизм симметричного оптимумов. Для наглядного отображения работы переключающего устройства, подадим на входы систем синусоидальный сигнал задания и проанализируем результаты (рисунок 7).

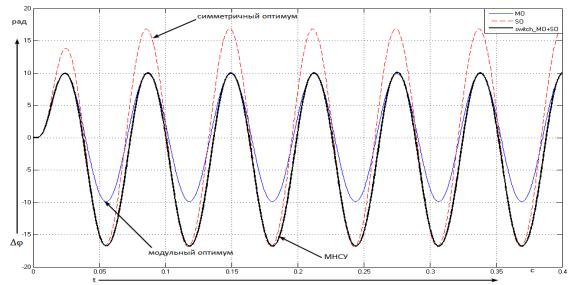


Рисунок 7— График переходного процесса системы при подаче синусоидального сигнала задания

Результаты моделирования (рисунок 7) наглядно показывают, что переключатель на базе НЛР внешнего контура МНСУ реализует управление с настройкой на модульный оптимум при верхнем пороге ошибки по положению, в обратном случае включается регулятор, настроенный на симметричный оптимум. Плавность в точке переключения достигается за счёт зоны сопряжения двух нечетких терм лингвистической переменной (рисунок 8).

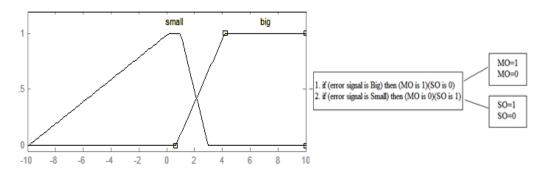


Рисунок 8 — Функциональная схема интеллектуального переключающего устройства

Подводя итог, можно сказать, что данный подход к реализации МНСУ позволяет интеллектуально совместить различные форматы настроек регуляторов, получая при этом качественные переходные характеристики регулирования, то есть расширить интеллектуальность системы управления без применения сложного математического аппарата, оперируя лишь данными и знаниями человека о процессе.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

- 1 Различными подходами к настройке нечетких логических регуляторов выполнен синтез интеллектуальной системы управления электроприводом постоянного тока по технологии многокаскадного нечеткого управления.
- 2 Произведено моделирование многокаскадной нечеткой системы управления электроприводом постоянного тока при различных подходах к настройке нечетких регуляторов.
- 3 Представлен сравнительный анализ многокаскадных нечетких систем управления, показывающий универсальные свойства представленной технологии многокаскадного регулирования, гибкость их настройки, возможность расширения интеллектуальных свойств и решения многокритериальной задачи по управлению.
- 4 Доказано преимущество применения многокаскадной нечеткой системы для решения многокритериальных задач управления в сложных технологических объектах.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1 Тимофеев, А. К. Особенности моделирования нечетких систем управления с комбинированным внутренним каскадом / А. К. Тимофеев, С.

- П. Черный, А. В. Бузикаева, Э. Д. Енин, М. И. Шестаков // Ученые записки КнАГУ 2020 № I-1(41) «Науки о природе и технике». С. 73-82.
- 2 Тимофеев, А. К. Анализ влияния параметров объекта регулирования на коэффициенты полинома в алгоритме вывода сугено первого порядка / А. К. Тимофеев, С. П. Черный, А. В. Бузикаева, М. В. Шевченко // Ученые записки КнАГТУ № II 1(38) 2019 «Науки о природе и технике», С. 21 27.
- 3 Тимофеев, А. К. Система интеллектуального управления приводом постоянного тока с применением технологии мягких вычислений / А. К. Тимофеев, С. П. Черный // Г12 «Гагаринские чтения 2020»: Сборник тезисов докладов. М.: МАИ, 2020. 1731 с.
- 4 Тимофеев, А. К. Анализ модели нечеткой системы управления электроприводом постоянного тока построенной с применением адаптивной нейронной сети / А. К. Тимофеев, С. П. Черный, Е. В. Алексеева // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : материалы III Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 6-10 апреля 2020 г.: в 4 ч. / редкол.: Э. А. Дмитриева (отв. ред.) [и др.]. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. Ч.1 524 с.