

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

На правах рукописи

Облогин Данил Юрьевич

**Интеллектуальные системы управления
многодвигательным объектом**

Направление подготовки

27.04.04 «Управление в технических системах»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

Романовская
Инна Анатольевна

Проверено

14.06.2025 Зачтено Библиотека

2025

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

Научный руководитель

Кандидат технических наук, Доцент,
заведующий кафедрой
Черный Сергей Петрович

Рецензент

Кандидат технических наук,
заведующий кафедрой
"Электротехника, электроника и
электромеханика" ДВГУПС
Скорик Виталий Геннадьевич

Защита состоится « 13 » июня 2025 года в 10 часов 00 мин 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, ауд. 104/3.

Секретарь ГЭК

А.В. Бузикаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

С учетом изменяющихся подходов к формализации объектов регулирования, а именно повышению требований к точности, качеству математического описания, сокращению ограничивающих факторов, наличию целого ряда критериев оптимизации необходимо изменить подходы к синтезу нечетких систем. Возможными направлениями расширения таких возможностей являются как структурные решения (реализация вложенности), так и параметрические (моделирование функций принадлежности пространственной формы). Методика внедрения многокаскадности нечеткого логического регулятора позволит существенно повысить универсальность интеллектуального регулятора, расширить его адаптивные свойства и значительно упростить процессы настройки и перенастройки, а также сократить информационную избыточность и алгоритмическую сложность таких регуляторов при их реализации в виде единого модуля.

Свою популярность нечеткие логические регуляторы приобрели благодаря ряду преимуществ. Гибкость – нечеткие регуляторы могут работать с нелинейными системами, для которых трудно построить точную математическую модель. Устойчивость к неопределенностям – нечеткие регуляторы эффективно справляются с неточностями в данных и изменениями параметров системы. Простота настройки – правила нечеткого регулятора могут быть интуитивно понятны и легко адаптироваться под конкретные условия. Возможность интеграции с экспертной системой – правила могут быть основаны на опыте операторов и экспертов.

Основные задачи магистерской диссертации:

1. Проанализировать подходы к построению интеллектуальных систем, определить достоинства и недостатки.
2. Разработать несколько имитационных моделей многодвигательных объектов.

3. Произвести синтез системы управления на базе многокаскадного нечеткого логического регулятора для разработанных имитационных моделей.

4. Получить результаты моделирования и выполнить анализ полученных данных.

5. Выполнить ряд экспериментов для точного анализа работоспособности разработанной системы управления.

Характеристика объекта и предмета исследования:

Объектом исследования является многокаскадный нечеткий логический регулятор, реализующий функцию управления для отдельных объектов многодвигательной системы. 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.

Научная новизна в данной работе заключается в том, что для управления сложным технологическим объектом, в разложении на составляющие представляющем в виде многодвигательной системы, было предложено решение с использованием одновременно как методик согласованного управления, так и теории нечетких множеств.

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 произведен анализ подходов к построению интеллектуальных систем, описан общий принцип построения интеллектуальной си-

системы управления на базе многокаскадного нечеткого регулятора. Приведены достоинства и недостатки использования подобных систем управления.

Во второй главе выполнен подбор исследуемых в рамках работы технических установок на базе многодвигательных систем. Выполнено их общее описание и способы внедрения интеллектуальных систем на базе многокаскадного нечеткого регулятора. В рамках данной работы выбраны следующие объекты:

- сегмент конвейерной линии;
- трех осевой манипулятор;
- пиролизная установка печного типа.

В третьей главе выполнен синтез имитационной модели промышленной конвейерной линии, представляющей собой многодвигательную систему. Для полученной имитационной модели разработана интеллектуальная система на базе многокаскадного нечеткого регулятора (рисунок 1).

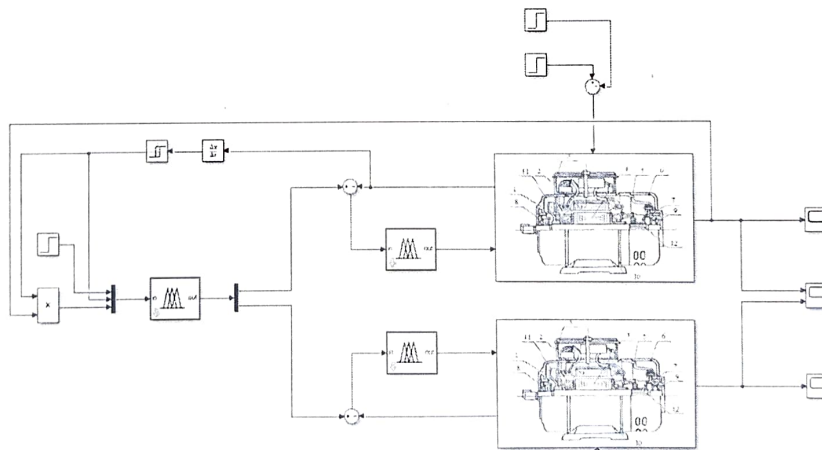


Рисунок 1 – Имитационная модель конвейерной линии

Над разработанной имитационной моделью выполнен ряд экспериментов. В ходе которых был произведен анализ полученных данных и подтверждено, что разработанная система управления удовлетворяет всем предъявленным требованиям.

В четвертой главе выполнен синтез имитационной модели трех осевого манипулятора, каждая ось которого управляется отдельным электропри-

водом. Для полученной имитационной модели разработана интеллектуальная система на базе многокаскадного нечеткого регулятора (рисунок 2).

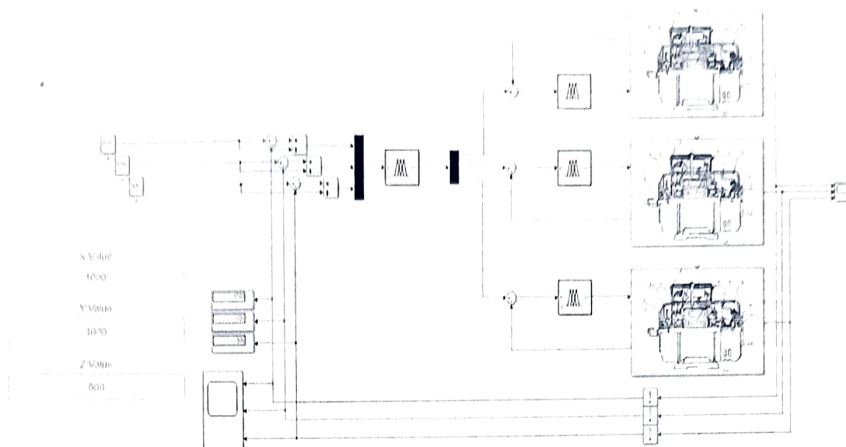


Рисунок 2 – Имитационная модель трех осевого манипулятора

Над разработанной имитационной моделью выполнен ряд экспериментов. В ходе которых был произведен анализ полученных данных и подтверждено, что разработанная система управления удовлетворяет всем предъявленным требованиям.

В пятой главе выполнен синтез имитационной модели промышленной пиролизной установки печного типа, система охлаждения которой представляет собой несколько заслонок управляемых электроприводами. Для полученной имитационной модели разработана интеллектуальная система на базе многокаскадного нечеткого регулятора (рисунок 3).

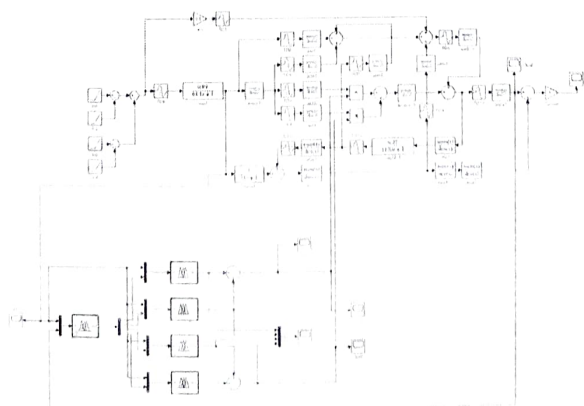


Рисунок 3 – Имитационная модель пиролизной установки печного типа

Над разработанной имитационной моделью выполнен ряд экспериментов. В ходе которых был произведен анализ полученных данных и подтверждено, что разработанная система управления удовлетворяет всем предъявленным требованиям.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1 Выполнен синтез интеллектуальной системы управления для различных технических объектов (конвейерная линия, трех осевой манипулятор, пиролизная установка печного типа) с использованием принципов многокаскадного нечеткого управления.

2 Произведено моделирование разработанных объектов с интеллектуальной системой управления с различным сочетанием алгоритмов ввода.

3 Произведен анализ работоспособности разработанных интеллектуальных систем.

4 Доказана возможность внедрения интеллектуальных систем управления в многодвигательные объекты

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Облогин, Д. Ю. Моделирование нечёткого многокаскадного регулятора с гетерогенной структурой / Д. Ю. Облогин, А. В. Охотников, С. П. Черный // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 64-66. – EDN TTGYJL.

2 Облогин, Д. Ю. Развитая нечеткая система управления пиролизной установкой мобильного типа / Д. Ю. Облогин, А. В. Охотников, С. П. Черный // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конфе-

ренции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 59-61. – EDN ENIINM.

3 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022680044 Российская Федерация. Программная реализация многокаскадного нечеткого логического регулятора для электропривода постоянного тока : № 2022669303 : заявл. 17.10.2022 : опубл. 26.10.2022 / С. П. Черный, А. В. Бузикаева, А. В. Охотников, Д. Ю. Облогин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет». – EDN FMUGHO.

4 Черный, С. П. Особенности моделирования развитых нечетких систем управления сложными технологическими объектами / С. П. Черный, Д. Ю. Облогин // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению : Материалы VI Международной научно-практической конференции молодых ученых. В 2-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 05–11 декабря 2022 года / Редколлегия: С.И. Сухоруков (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. – С. 125-128. – EDN FGSAFW.

5 Черный С.П. Моделирование много-каскадного нечеткого регулятора для управления многодвигательной системой электроприводов / С.П. Черный, К.А. Емельянов, М.А. Лямин, Д.Ю. Облогин // Ученые записки КнАГТУ, № III (83) 2025 «Науки о природе и технике»