

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор АО «НИИАС»,
кандидат технических наук
Александр Игоревич Долгий



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию **Агапова Александра Андреевича**

«Синтез интеллектуальных алгоритмов управления транспортными системами с использованием квазиоптимальных законов и нечеткого логического вывода», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы

1 АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность темы диссертационного исследования обоснована необходимостью совершенствования алгоритмов управления в интеллектуальных транспортных системах, формирование которых продиктовано стратегией развития транспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. Имеет место практическая проблема автоматического управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) мультироторного типа в условиях неопределенности, а также автоматического ведения подвижного состава с учетом современных требований, включающих в себя управление на участках высокоскоростного движения.

В диссертации решается задача синтеза интеллектуальных алгоритмов управления транспортными системами с целью повышения эффективности за счет применения методов квазиоптимального синтеза и аппарата нечеткой логики.

2 ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ РАБОТЫ

Содержание и структура работы соответствуют поставленной цели и задачам исследования, критерию внутреннего единства. Диссертационная работа соответствует критериям пунктов 9-14 Положения о присуждении

ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842.

Работа соответствует паспорту научной специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы (технические науки) в пунктах:

1. Теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач управления транспортными системами, процессами и транспортными средствами.

6. Средства и методы проектирования технического, математического, лингвистического, информационного и других видов обеспечения интеллектуальных транспортных систем, систем управления транспортными технологическими процессами и транспортными средствами.

7. Теоретические основы и методы моделирования транспортных технологических процессов с целью автоматизированного поиска эффективных решений и интеллектуальных алгоритмов управления транспортными системами, объектами транспортной инфраструктуры, одиночными транспортными средствами.

3 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью диссертационного исследования является повышение эффективности систем управления на транспорте за счет применения синтезированных интеллектуальных алгоритмов на основе метода синтеза квазиоптимальных законов и нечеткого логического вывода.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Анализ применения алгоритмов управления и методов их синтеза в интеллектуальных транспортных системах, постановка задачи исследования.

2. Установление структуры квазиоптимального закона с использованием метода синтеза на основе условия максимума функции обобщенной мощности, который может быть использован в интеллектуальных алгоритмах управления.

3. Синтез интеллектуального алгоритма управления с использованием установленной структуры квазиоптимального закона на основе условия максимума функции обобщенной мощности и нечеткого логического вывода.

4. Синтез интеллектуального алгоритма управления угловым движением беспилотной транспортной системы типа квадрокоптер.

5. Построение системы автоматического управления скоростью электровоза с асинхронным тяговым двигателем с применением синтезированного интеллектуального алгоритма управления.

Анализируя содержание работы, можно сказать, что цель автором достигнута.

4 НАУЧНАЯ НОВИЗНА РЕЗУЛЬТАТОВ

Новизна полученных научных результатов выражена в следующих положениях:

1. Синтезированный интеллектуальный алгоритм с использованием метода синтеза квазиоптимальных законов на основе условия максимума функции обобщенной мощности позволяет получить выигрыш по показателю быстродействия при управлении нелинейной динамической системой в сравнении с известными решениями. Полученный алгоритм является интеллектуальным в том смысле, что является робастным к изменению параметров управляемой системы, а также обеспечивает изменение гиперповерхности переключения в процессе управления.

2. Синтезированный интеллектуальный алгоритм на основе квазиоптимального по быстродействию закона, закона, обеспечивающего максимизацию области притяжения, и нечеткого логического вывода обеспечивает достижение окрестности терминальной точки подсистем за время, близкое к оптимальному, при этом в сравнении с известным квазиоптимальным по быстродействию законом управления предлагаемый закон не входит в учащающихся переключений вблизи терминальной точки, а также не имеет точек разрыва на траектории движения нелинейной динамической системы в сравнении с известным многорежимным законом.

3. Синтезированный алгоритм на основе условия максимума функции обобщенной мощности и нечеткого логического вывода Такаги-Сугено позволяет повысить эффективность управления угловым движением транспортной системы типа квадрокоптер по показателю быстродействия в сравнении с известными решениями.

4. Построенная система автоматического управления скоростью электровоза с применением синтезированного интеллектуального алгоритма на основе условия максимума функции обобщенной мощности и нечеткого логического вывода позволяет обеспечить выигрыш по показателю быстродействия достижения заданной скорости электровоза нового поколения с асинхронным тяговым двигателем в различных режимах работы локомотива в сравнении с известным решением.

Полученные результаты являются новыми.

5 СТЕПЕНЬ ДОСТОВЕРНОСТИ И ОБОСНОВАННОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Достоверность и обоснованность определяется достаточной полнотой анализа области исследования, непротиворечивостью полученных результатов компьютерного моделирования и известных теоретических положений, положительным заключением экспертов на работы автора, включая заключения на отчет по исследованиям, финансируемым РФФИ «Аспиранты» и грантом ФГБОУ ВО РГУПС, а также публикациями в журналах, рекомендованных ВАК для кандидатских диссертаций по специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы (технические науки) и докладами на всероссийских, международных конференциях и конкурсах научных работ среди студентов и аспирантов по транспортной проблематике компании ОАО «РЖД».

6 РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

Основные результаты диссертации использованы в двух НИР «Ростовского государственного университета путей сообщения» (ФГБОУ ВО РГУПС), в двух НИОКР, финансируемых Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ), и в учебном процессе ФГБОУ ВО РГУПС, что подтверждается актами реализации.

7 ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРА В ПОЛУЧЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ

Автору принадлежат системный анализ области исследования, обоснование и выбор методов построения интеллектуальных алгоритмов управления, развитие метода синтеза на основе условия максимума функции обобщенной мощности с использованием аппарата нечеткой логики, построение структур интеллектуальных алгоритмов управления, формирование интеллектуальных систем управления для БПЛА и поезда с электровозом ЭП20, а также формулировка выводов и интерпретация полученных с применением методов компьютерного моделирования результатов.

8 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ

В работе развит математический аппарат синтеза интеллектуальных алгоритмов управления динамическими системами с использованием метода

синтеза квазиоптимальных законов на основе условия максимума функции обобщенной мощности и нечеткого логического вывода Такаги-Сугено, предложены варианты построения алгоритмов управления, обеспечивающих повышение эффективности управления по показателю быстродействия в условиях априорно неизвестных возмущений и параметров системы.

Практическая значимость подтверждается свидетельствами на программы для ЭВМ и определяется возможностью применения разработанного математического аппарата синтеза интеллектуальных алгоритмов для разработки систем управления в условиях неопределенности.

9 ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 32 работах, из них работ, опубликованных в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК, – 10; изданиях, включенных в наукометрические базы данных Scopus – 5; 17 публикаций в материалах всероссийских и международных конференций; 3 программы для ЭВМ; 2 учебных пособия, используемых в учебном процессе ФГБОУ ВО РГУПС.

10 СООТВЕТСТВИЕ АВТОРЕФЕРАТА ДИССЕРТАЦИИ ЕЕ СОДЕРЖАНИЮ

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы, раскрывает цель и задачи исследования, а также содержит полный перечень трудов по теме диссертации, автором или соавтором которых является соискатель.

11 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

1. Полученные в работе интеллектуальные алгоритмы управления могут быть использованы не только в рассмотренных транспортных системах, но и для задач управления беспилотными летательными аппаратами самолетного типа, в системе управления контактно-аккумуляторных электровозов нового поколения с асинхронным тяговым двигателем, в системах кранового оборудования. Также разработанные алгоритмы могут быть использованы при построении регуляторов в робототехнике, машиностроении, бытовых электромеханических приборах.

2. Теоретические результаты по исследованию методов синтеза квазиоптимальных законов управления, по исследованию интеллектуальных алгоритмов рекомендуется использовать при изучении дисциплины «Теория автоматического управления» в высших учебных заведениях.

12 ЗАМЕЧАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

1. В работе явным образом не приведено определение интеллектуальности разработанных алгоритмов.

2. В работе представлено 2 варианта формирования интеллектуального алгоритма управления: с применением квазиоптимального закона на основе условия максимума функции обобщенной мощности и нечеткого параметра и с применением двух квазиоптимальных законов, каждый из которых функционирует в своей области фазовой плоскости, определяемой нечетким логическим выводом. Предполагается, что выбор определенного варианта формирования интеллектуального алгоритма зависит от единства целей управления на фазовой плоскости «в большом» и «в малом» отклонениях от терминальной точки, однако данное обстоятельство в работе явно не указывается.

3. В задаче построения системы автоматического управления скоростью электровоза ЭП20 на базе синтезированного интеллектуального алгоритма управления не учтены все возможные дополнительные сопротивления движению, а скорость представлена в м/с, а не в км/ч, что снижает наглядность результатов. В таблице 2 строка с 30 пассажирских вагонов в составе выглядит излишней.

4. Следует рассмотреть возможность применения других современных методов интеллектуализации алгоритмов помимо нечеткой логики, например, нейросетевых методов, что позволит обеспечить автоматическую настройку параметров системы управления. Для применения нейронных сетей имеет смысл сформировать базу данных в качестве обучающей выборки.

Указанные замечания не снижают качества и ценности диссертации и не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования.

13 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Агапова А.А. «Синтез интеллектуальных алгоритмов управления транспортными системами с использованием квазиоптимальных

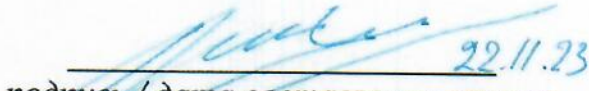
законов и нечеткого логического вывода» выполнена на высоком научном уровне, на актуальную тему и представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой решена задача синтеза интеллектуальных алгоритмов управления транспортными системами с использованием квазиоптимальных законов и нечеткого логического вывода.

Диссертация написана соискателем самостоятельно и отвечает критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Агапов Александр Андреевич заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы.

Заключение по диссертации Агапова Александра Андреевича принято единогласно на заседании Отделения инновационных и интеллектуальных технологий цифровой станции Ростовского филиала АО «НИИАС». Протокол от 10.11.2023 № 4.

Отзыв составил:

Заместитель Генерального директора –
директор Ростовского филиала
АО «НИИАС»,
кандидат технических наук


22.11.23
подпись / дата составления отзыва
Сергей Юрьевич Гришаев

Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте»
Адрес: 109029, Москва, ул. Нижегородская, д. 27, стр. 1
Телефон: +7 (495) 967-77-01
Адрес электронной почты: info@vniias.ru

Подпись Гришаева С.Ю. удостоверяю.

Генеральный директор АО «НИИАС»


 А.И. Долгий