

ОТЗЫВ

официального оппонента Стоцкой Анастасии Дмитриевны на диссертационную работу Сторожева Сергея Александровича «Адаптивная групповая логико-динамическая система автоматического управления газотурбинного двигателя на базе нечеткого подхода», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Актуальность темы.

Для развития важных областей человеческой деятельности, таких как транспорт, робототехника, энергетика и промышленное производство, необходимо модернизировать методы управления техническими объектами для улучшения показатели качества, совершенствования устройств управления, снижения сроков, технических рисков и стоимости разработки. Тенденции направлены на использование "сложных" объектов, ужесточение требований к режимам эксплуатации систем управления и интеграцию элементов систем управления встраиваемых систем. В своей диссертационной работе Сторожев С. А. описывает особенности системы автоматического управления подачей топлива в камеру сгорания газотурбинного двигателя с использованием селектора контуров и предлагает оригинальный селективный адаптивный нечеткий групповой регулятор, который позволяет повысить качество управления. Исходя из вышеизложенного, исследование, проводимое автором, является актуальным в области создания систем автоматического управления газотурбинными двигателями.

Анализ содержания диссертации

Диссертационная работа Сторожева С. А. состоит из введения, 4 глав, заключения, списка используемой литературы и 9 приложений. Содержит 116 страниц машинописного текста, 123 рисунка и 18 таблиц, список использованной литературы из 111 наименований, приложения на 227 страницах.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, показана степень научной разработанности проблемы, сформулированы цель и основные задачи, определены объект и предмет исследования, обоснованы методы и алгоритмы, применяемые в данном исследовании.

В первой главе производится анализ различных методов построения селективных групповых регуляторов для систем автоматического управления газотурбинными двигателями. Рассматриваются особенности газотурбинного

двигателя как переопределенного объекта управления. Анализируются различные варианты управления переопределенными объектами. Особое внимание автором уделяется алгоритмам построения селективных регуляторов. Показано, что в настоящее время существует большое число вариантов реализации логико-динамических систем автоматического управления, при этом для выбора контуров используются, как правило, селективные регуляторы на базе многозначной логики. Автор определил перспективное направление исследования, которое заключается в замене многозначной логики на нечеткую в алгоритмах селектирования контуров.

Во второй главе представлен разработанный селективный нечеткий групповой регулятор логико-динамической системы автоматического управления газотурбинного двигателя и метод его создания. Представлена структурная схема системы автоматического управления подачей топлива в камеру сгорания газотурбинного двигателя, а также ее модель в пакете прикладных программ MATLAB Simulink. Приводятся результаты эксперимента с селектором и селективным нечетким групповым регулятором в идеальных условиях, в условиях влияния слабых флуктуационных помех и в условиях влияния импульсных помех. Для определения качества управления предлагается целевая функция, учитывающая времена переходного процесса и перерегулирование. Приведено сравнение селектора и селективного нечеткого группового регулятора по показателям целевой функции: селективный нечеткий групповой регулятор улучшает качество управления на 1.14% по сравнению с селектором в идеальных условиях, на 0.84% в условиях влияния слабых флуктуационных помех и на 0.44% в условиях влияния импульсных помех.

В третьей главе представлен разработанный селективный адаптивный нечеткий групповой регулятор, позволяющий учитывать изменяющиеся условия эксплуатации газотурбинного двигателя, а именно состояния приемистости и сброса. Осуществлена модернизация селективного нечеткого группового регулятора путем добавления блока адаптации. Приведены результаты эксперимента с селективным адаптивным нечетким групповым регулятором в сравнении с селектором. Приведено сравнение селектора и селективного адаптивного нечеткого группового регулятора по показателям целевой функции: селективный адаптивный нечеткий групповой регулятор улучшает качество управления на 2.14% по сравнению с селектором в идеальных условиях, на 2.13% в условиях влияния слабых флуктуационных помех и на 2.91% в условиях влияния импульсных помех.

В четвертой главе описывается реализация селективного адаптивного нечеткого группового регулятора в перспективной системе автоматического управления газотурбинного двигателя повышенной тяги на ОАО «ОДК-СТАР». На стенде перспективного газотурбинного двигателя проведен эксперимент в идеальных условиях, в условиях влияния флуктуационных помех и импульсных помех, деградации и отказе контуров системы автоматического управления газотурбинного двигателя. Получены показатели целевой функции по результатам эксперимента: селективный адаптивный нечеткий групповой регулятор улучшает качество управления на 1.99% по сравнению с селектором в идеальных условиях, на 1.94% в условиях влияния слабых флуктуационных помех, на 3.90% в условиях влияния импульсных помех, на 1.07% в условиях деградации САУ ГТД и на 2.04% при отказе контуров.

В заключении представлены основные результаты и выводы диссертации. Намечены направления дальнейших исследований по тематике группового управления. Выводы полностью отображают основные научные достижения автора.

Научная новизна диссертационной работы:

К основным научным результатам, полученным в диссертации, следует отнести:

1. Элементы выбора минимального и максимального значений контуров логико-динамической системы автоматического управления подачей топлива в камеру сгорания газотурбинного двигателя на основе нечеткой логики, которые заменили элементы, основанные на многозначной логике. Эти элементы позволяют учитывать несколько входных значений при формировании выхода с помощью метода среднего взвешенного.

2. Предложен метод создания селективных групповых регуляторов, который состоит из элементов выбора минимального и максимального значений на основе нечеткой логики. Метод позволяет учитывать несколько значений контуров при формировании управляющего воздействия.

3. Разработан селективный нечеткий групповой регулятор контуров для логико-динамической системы автоматического управления подачей топлива в камеру сгорания газотурбинного двигателя, что обеспечивает формирование управляющего воздействия от нескольких контуров управления для повышения качества управления.

4. Построен оригинальный селективный адаптивный нечеткий групповой регулятор контуров для логико-динамической системы автоматического управления подачей топлива в камеру сгорания

газотурбинного двигателя, который позволяет учитывать изменяющиеся условия эксплуатации, что обеспечивает повышение качества управления.

Практическая и теоретическая значимость результатов работы.

Заключается в том, что предложенный инструментарий в виде моделей, методов, алгоритмов селективного адаптивного нечеткого группового регулятора реализован и внедрен в составе программного обеспечения перспективной системы автоматического управления газотурбинного двигателя повышенной тяги. По показаниям целевой функции селективный адаптивный нечеткий групповой регулятор позволил повысить качество управления по сравнению с селектором на 1.99% в идеальных условиях, на 1.94% в условиях флуктуационных помех, на 3.90% в условиях импульсных помех, на 1.07% в условиях деградации САУ ГТД и на 2.04% при отказе контуров (акт ОАО «ОДК-СТАР»). Результаты работы внедрены в учебный процесс кафедры «Автоматика и телемеханика» (акт ФГАОУ ВО «ПНИПУ»).

Достоверность научных результатов и обоснованность выводов

Полученные в диссертационной работе результаты не противоречат теоретическим положениям, известным из научных публикаций отечественных и зарубежных исследователей, и подтверждаются результатами апробации (научно-технические семинары ЦИАМ и ОАО «ОДК-СТАР», доклады на научно-технических конференциях международного и всероссийского уровня), а также внедрением (ОАО «ОДК-СТАР») предложенных в диссертации моделей, методов и алгоритмов в реальные системы автоматического управления.

Методы и материалы исследования базируются на методах теории автоматического управления, нечеткой логики, на аналитическом и имитационном моделировании, на планировании и обработке результатов экспериментов, на использовании пакета инженерного математического комплекса MATLAB и подтверждаются результатами внедрения.

Основные результаты диссертации изложены в 14 публикациях автора, из них 4 статьи, индексированы в международной базе цитирования Scopus, 4 статьи, индексированы в журналах из списка ВАК, 5 – в материалах других изданий, получено одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Опубликованные работы дают достаточно объемное представление о содержании диссертации.

Результаты внедрения подтверждаются актами, представленными в приложениях. Все это позволяет считать полученные результаты

обоснованными и достоверными. Автореферат в полной мере отражает основные положения, содержание и выводы диссертации.

Замечания.

В качестве основных замечаний по диссертационной работе можно выделить:

1. На рисунке 2.1 приведена структурная схема системы автоматического управления подачей топлива в камеру сгорания газотурбинного двигателя, но не рассмотрены регуляторы второго ротора и самое основное - температуры газа. Основные вопросы селективного выбора каналов возникают, если они управляют параметрами двигателя с разными динамическими характеристиками относительно расхода топлива.

2. В представленной во 2-й главе логико-динамической системе автоматического управления подачей топлива в камеру сгорания газотурбинного двигателя используются регуляторы контуров, содержащие идеальные дифференцирующие звенья. Целесообразно было заменить их на реальные дифференцирующие звенья.

3. В эксперименте с учетом влияния флуктуационных помех результаты усредняются по 10 запускам модели. Нет обоснования количества запусков модели.

4. В результатах эксперимента, проводимых на испытательном стенде при внедрении, графики сигналов контуров, метки селектора и селективного адаптивного нечеткого группового регулятора, степеней принадлежности приведены только для одного участка переходного процесса.

5. Не приведено сравнение селектора и предлагаемых селективных нечетких групповых регуляторов по затратам вычислительных ресурсов.

6. Не затронуты вопросы устойчивости системы автоматического управления с использованием предлагаемых селективных нечетких групповых регуляторов.

7. Работа содержит большое количество аббревиатур, которые затрудняют восприятие текста, а также имеются незначительные неточности в оформлении.

Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления от представленной диссертационной работы и полученных результатов.

Соответствие диссертационной работы указанной специальности.

Диссертационная работа Сторожева Сергея Александровича по содержанию и полноте изложенного материала соответствует паспорту

специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами: пункту № 5 – научные основы, алгоритмическое обеспечение и методы анализа и синтеза систем автоматизированного управления технологическими объектами; пункту № 12 – методы создания специального математического и программного обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей функциональных и обеспечивающих подсистем АСУТП, АСУП, АСПП и др., включая управление исполнительными механизмами в реальном времени.

Заключение.

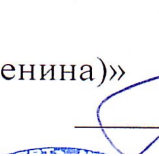
Диссертационная работа Сторожева Сергея Александровича «Адаптивная групповая логико-динамическая система автоматического управления газотурбинного двигателя на базе нечеткого подхода» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой содержится постановка и решение актуальной научно-технической задачи – улучшение показателей качества управления системы автоматического управления газотурбинного двигателя с помощью создания селективного группового регулятора на базе нечеткой логики.

Диссертация выполнена на достаточно высоком научном и техническом уровне с использованием современных инструментальных средств и методик, а основные выводы достаточно обоснованы и подтверждены результатами внедрения.

Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в редакциях от 21.04.2016 № 335 и 12.10.18 № 1168), а ее автор Сторожев Сергей Александрович достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Официальный оппонент,



Декан факультета электротехники и автоматики
ФГАОУ ВО «Санкт Петербургский
государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»
кандидат технических наук, доцент



Стоцкая А. Д.

«01» июня 2023 г.

Подпись
Коллегия
и др.



Т. Вещев

Стоцкая Анастасия Дмитриевна, кандидат технических наук, доцент, Декан факультета электротехники и автоматики ФГАОУ ВО «Санкт Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»

Адрес организации: ул. Профессора Попова, дом 5 литера Ф, Санкт-Петербург, Россия, 197022

Телефон:

E-mail: adstotkaia@etu.ru

Наименование научной специальности, по которым была защищена кандидатская диссертация: 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы.