

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

**Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.14
по диссертации Сторожева Сергея Александровича
на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Диссертация «Адаптивная групповая логико-динамическая система автоматического управления газотурбинного двигателя на базе нечеткого подхода» по специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» принята к защите «27» апреля 2023 г. (протокол заседания № 3) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.14, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от «27» января 2022 г. № 4-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым - четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. N 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. N 1792-р.

Диссертация выполнена на кафедре «Автоматика и телемеханика» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Южаков Александр Анатольевич, заведующий кафедрой «Автоматика и телемеханика» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Официальные оппоненты:

1. Петунин Валерий Иванович, доктор технических наук 05.13.01, доцент, ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» кафедра «Электронная инженерия», профессор.
2. Стоцкая Анастасия Дмитриевна, кандидат технических наук 05.09.03, доцент, ФГАОУ ВО «Санкт Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», декан факультета электротехники и автоматики.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ» (г. Казань). Отзыв ведущей организации утвержден Дегтяревым Геннадием Лукичем, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Автоматика и управление», заслушан на заседании кафедры «Автоматики и управления» и подписан Маливановым Николаем Николаевичем, д.п.н, к.т.н., доцент, зав. каф. «Автоматики и управления».

По теме диссертации соискателем опубликовано 14 научных трудов, в том числе 8 работ – в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени, из них 4 работы – в изданиях, индексируемых в международной базе цитирования Scopus; соискателем получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Сторожев С.А. Адаптация нечеткого группового регулятора к изменяющимся условиям эксплуатации // Управление большими системами. Выпуск 100. М.: ИПУ РАН, 2022. С.174-193.
2. Сторожев, С.А. Новый метод адаптации регулятора состояний с применением нечеткой логики / С.А. Сторожев, Ю.Н. Хижняков// Труды МАИ. – 2021. - № 118. – URL: <https://trudymai.ru/published.php?ID=158255>.
3. Сторожев, С.А. Селективное управление газотурбинным двигателем / С.А. Сторожев, А.А. Южаков, Ю.Н. Хижняков, В.С. Никулин // Электротехника. – 2020. - № 11. – С. 18-21.

В данных работах соискатель представил основные результаты своего исследования: провел анализ принципов построения систем автоматического управления (САУ) подачей топлива в камеру сгорания газотурбинного двигателя (ГТД) с селективным выбором контуров; разработал элементы выбора минимального и максимального значений на базе нечеткой логики; предложил метод создания селективных групповых регуляторов; разработал аналитические и имитационные модели нечеткого группового регулятора (НГР) и адаптивного нечеткого группового регулятора (АНГР); внедрил результаты исследования в существующую САУ ГТД повышенной тяги.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея, обогащающая научную концепцию построения адаптивных логико-динамических систем автоматического управления на базе нечеткого подхода, что позволяет повысить качество управления;

предложен нетрадиционный подход к построению селективных регуляторов в логико-динамических системах автоматического управления на базе нечеткой логики, позволяющий учитывать несколько входов при формировании управляющего воздействия;

доказаны перспективность использования новой идеи в практике построения адаптивных логико-динамических систем автоматического управления на базе нечеткого подхода.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения о применимости нечеткой логики в селективных регуляторах логико-динамических САУ подачей топлива в камеру сгорания ГТД, благодаря чему достигается улучшение показателей качества управления;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс существующих базовых методов теории нечеткой логики, теории автоматического управления и дискретной математики;

изложены положения, составляющие основу разработанного метода создания селективных групповых регуляторов на базе нечеткой логики, доказательства

эффективности использования селективных адаптивных нечетких групповых регуляторов САУ подачей топлива в камеру сгорания ГТД;

проведена модернизация существующих математических моделей и алгоритмов реализации селективных регуляторов логико-динамических САУ с помощью применения нечеткой логики, обеспечивающей получение нового качества управления.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены программное обеспечение, реализующее селективный адаптивный групповой регулятор в составе САУ подачей топлива в камеру сгорания ГТД повышенной тяги, что позволило повысить качество управления на испытательном стенде АО «ОДК-СТАР». Предложенные метод и алгоритмы создания селективных групповых регуляторов на базе нечеткой логики нашли применение в дисциплинах бакалавриата, реализуемых на кафедре АТ в ПНИПУ;

определены перспективы практического использования аппарата нечеткой логики в логико-динамических САУ;

создана система практических рекомендаций по использованию разработанного метода и алгоритмов создания селективных групповых регуляторов на базе нечеткой логики в составе логико-динамических САУ;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию разработанных метода и алгоритмов с учетом сложных структур систем управления, например САУ ГТД с малоэмиссионными камерами сгорания.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов исследования, полученных при моделировании и при внедрении в реальную логико-динамическую САУ подачей топлива в камеру сгорания ГТД повышенной тяги;

теория построена на известных, проверяемых данных, фактах, в т. ч. согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе существующих моделей, методов и алгоритмов

построения селективных регуляторов в составе логико-динамических САУ, выявленных недостатках и возможности их исправления путем модернизации существующих и разработки новых методов;

использованы результаты сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, в тех случаях, когда такое сравнение является обоснованным;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации в виде современного пакета прикладных программ MATLAB.

Личный вклад соискателя состоит в анализе публикаций по теме исследования, разработке нового метода и новых алгоритмов создания селективных групповых регуляторов на базе нечеткой логики, внедрении результатов диссертационного исследования в существующую САУ ГТД повышенной тяги.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ, утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 09 декабря 2021 г. № 4334-В: в ней изложены новые научно обоснованные технические решения по улучшению показателей качества логико-динамических САУ на основе применения нечеткой логики в селективном регуляторе, имеющие важное значение для отечественного двигателестроения.

На заседании «30» июня 2023 г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.14 принял решение присудить Сторожеву Сергею Александровичу ученую степень кандидата технических наук (протокол заседания № 7).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15

человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 15, против присуждения ученой степени – нет, не участвовавших в голосовании – нет.

Председательствующий на заседании

диссертационного совета Д ПНИПУ.05.14,

заместитель председателя диссертационного совета

д-р техн. наук, профессор



/ Шумихин Александр Георгиевич /

Ученый секретарь:

Д ПНИПУ.05.14

д-р техн. наук, доцент



_____/ Фрейман Владимир Исаакович /

«30» июня 2023 г. _____ м.п.