

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.377.04 (Д 212.217.07),
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25 декабря 2025 г. № 8

О присуждении Лысенко Дмитрию Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Нейро-нечеткий алгоритм адаптации регулятора системы управления теплогенерацией котла-утилизатора» по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами принята к защите 21 октября 2025 г., протокол №5, диссертационным советом 24.2.377.04 (Д 212.217.07), созданным на базе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, приказом Минобрнауки РФ № 1119/нк от 16 ноября 2017 г.

Соискатель Лысенко Дмитрий Сергеевич, 1991 года рождения, в 2014 году окончил с отличием магистратуру по направлению «Электромеханические системы автоматизации и электропривод» в Донбасском государственном техническом университете. В 2018 году поступил в очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» по специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, которую окончил в 2022 году. С сентября 2014 года по декабрь 2023 года занимал должность инженера АСУ ТП в компании ООО «Системы контроля». С декабря 2023 года по настоящее время занимает должность руководителя отдела АСУ ТП в компании ООО «Системы контроля».

Диссертация выполнена на кафедре «Автоматика и управление в технических системах» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Данилушкин Иван Александрович, доцент кафедры «Автоматика и управление в технических системах» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Официальные оппоненты:

Андреев Сергей Михайлович, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», заведующий кафедрой «Автоматизированные системы управления», г. Магнитогорск;

Душин Сергей Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет (ЛЭТИ)», профессор кафедры «Автоматика и процессы управления», г. Санкт-Петербург дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация -

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск в своем положительном заключении, подписанном В.Б. Дьяченко (заведующий кафедрой «Автоматика и телемеханика», к.т.н., доцент), В.И. Лачиным (профессор кафедры «Автоматика и телемеханика», д.т.н., профессор) и утвержденном к.т.н., доцентом, проректором по научной работе и инновационной деятельности В.С. Пузиным указала, что диссертация представляет собой самостоятельную, завершенную научно-квалификационную работу, обладающую научной новизной, актуальностью и практической значимостью.

Соискатель имеет 17 опубликованных научных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ. Суммарный объем публикаций с участием соискателя составляет 13,65 печатных листов, объем работ, написанных единолично, составляет – 8,48 печатных листа.

Наиболее значимые научные работы Лысенко Д.С. по теме диссертации:

1. Лысенко Д.С. Использование нейронных сетей для идентификации приближенных моделей котлоагрегата, функционирующего в разных режимах // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2024. – № 10(615). – С. 16–23. (Авт. вклад 0,92 п.л.)

2. Лысенко Д.С. Адаптивная система управления температурой сетевой воды на выходе котла-утилизатора // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2022. – Том 30. №4. – С. 33-48 (Авт. вклад 1,84 п.л.)

3. Лысенко Д.С. Интеллектуальная система адаптации типовых законов автоматического регулирования с функцией идентификации структуры и параметров объекта // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2022. – Том 30. №1. – С. 46-61 (Авт. вклад 1,84 п.л.)

4. Лысенко Д.С., Данилушкин И.А., Динамическая модель котла-утилизатора на базе рекуррентной нейронной сети// Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2020. – Том 28. №2(66). – С. 59-72 (Авт. вклад 0,81 п.л.).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1. ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск. В отзыве приведены следующие замечания: при построении нейросетевой модели не указано, каким образом обеспечивалась устойчивость обучения при наличии значительных различий в масштабе входных переменных, и отсутствует описание процедуры

нормализации данных; в диссертации отсутствует обоснование выбора структуры нечеткого вывода типа Сугено при разработке алгоритма адаптации коэффициентов ПИД-регулятора, а также не указаны критерии выбора структуры в контексте рассматриваемой задачи; в третьей главе детально описаны процедуры синтеза нечеткого адаптера, однако не приводится формальная оценка устойчивости замкнутой системы при переходе между набором параметров ПИД-регулятора, что требует отдельного анализа; для алгоритма адаптации ПИД-регулятора приведено сравнение только с базовым ПИД-регулятором, тогда как включение хотя бы одного адаптивного или предиктивного аналога повысило бы достоверность сравнительной оценки; описывая применение модели в среде компьютерного моделирования динамических систем MATLAB\Simulink, автор не приводит структуру схемы и настройки блоков, что усложняет повторное воспроизведение экспериментов читателем.

2. Официального оппонента д.т.н., доцента Андреева Сергея Михайловича, в котором содержатся следующие вопросы и замечания: обоснование выбора структуры нейронной сети для динамического моделирования, а также ее гиперпараметров, по сути отсутствует (стр. 62). Не проведен анализ эффективности применения альтернативных структур рекуррентных сетей (LSTM, GNU и т.д.); в тексте диссертации отсутствует формальный перечень критериев для выбора типовых структур приближенных моделей (стр. 75-76), что затрудняет оценку полноты и строгости процедуры структурной идентификации; отсутствуют рекомендации по формированию обучающих выборок для нейронных сетей идентификации (стр. 92, 94-95); не представлен анализ устойчивости системы управления при использовании разработанного алгоритма адаптации параметров ПИД-регулятора в условиях возмущений, выходящих за рамки тестовых выборок (стр. 83, 98, 134); в приложениях приведены фрагменты программных реализаций, однако отсутствует описание структуры программного обеспечения в целом, что затрудняет воспроизведение результатов.

3. Официального оппонента д.т.н., профессора Душина Сергея Евгеньевича, в котором содержатся следующие вопросы и замечания: при проектировании систем управления как правило принимаются во внимание основные динамические свойства: устойчивость, инвариантность (селективная инвариантность), грубость. Как эти свойства учитываются при создании интеллектуальной системы управления теплогенерацией котла-утилизатора по предлагаемой методике; почему в диссертации не нашли в должной мере отражения методы многорежимного регулирования (см., например, работы проф. Н.Б. Филимонова) не требующие обращения к нейро-нечеткому управлению; анализ модели температурного распределения потока воды вдоль трубки теплообменника требует, наравне с граничными, также знания начального распределения. Как в практике проектирования систем управления процессами в котлах-утилизаторах определяется температурный профиль; в тексте диссертации нет рекомендаций по типовым

процедурам предварительной обработки данных обучающей выборки: удаление выбросов, нормирование и т.п.; в разделе 3.2, стр. 79-80, при изложении процесса фаззификации входных переменных нечеткого регулятора не описаны принципы, по которым выбираются параметры функций принадлежности; анализ чувствительности алгоритма адаптации к погрешностям измерений представлен ограниченно, хотя в реальных системах управления часто присутствуют шумы и выбросы; экспериментальная часть содержит преимущественно программную апробацию, в то время как демонстрация фрагментов промышленной реализации усилила бы практическую составляющую работы; в тексте диссертации присутствуют не существенные неточности. Например, на стр.39 приводится «...корни характеристического уравнения замкнутой системы должны располагаться слева от мнимой оси», хотя система при этом находится на границе устойчивости. Также нарушена нумерация при переходе от рис. 4.2 к рис. 4.4.

На автореферат диссертации поступило 7 отзывов от:

д.т.н., профессора, директора института «Информатики и кибернетики» А.В. Куприянова, «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара; д.т.н., доцента, заведующего кафедрой «Автоматика и управление» Т.А. Барбасовой, ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», г. Челябинск; д.т.н. профессора, директора «Аэрокосмического института» А.И. Сергеева, ассистента кафедры «Управления и информатики в технических системах» М.В. Архапчевой «ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург; д.т.н., доцента, профессора кафедры «Автоматизации технологических процессов» О.Л. Ахремчика ФГБОУ ВО «ТвГТУ», г. Тверь; д.т.н., доцента, профессора кафедры «Автоматика», почетного работника в сфере образования РФ Г.А. Французовой ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск; президента ОАО «МПНУ Электромонтаж», учредителя и издателя журнала «Промышленные и водогрейные котельные и Мини ТЭЦ», президента клуба теплоэнергетиков «Флогистон» Р.Я. Ширяева, г. Москва; к.т.н., доцента, заведующего кафедрой «Автоматизация технологических процессов и производств» Д.А. Ковалева, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», Высшая школа технологии и энергетики, г. Санкт-Петербург.

В отзывах на автореферат замечания касаются вопросов: выбора архитектуры и гиперпараметров нейросетевой модели, деталей реализации алгоритма адаптации на базе нечеткой логики, сравнения разработанного регулятора с адаптивным алгоритмом с классическим ПИД-регулятором, практической реализации предложенных алгоритмов на промышленных контроллерах.

Все отзывы положительные, отмечают актуальность темы диссертации, научную новизну и практическую значимость основных положений работы, соответствие диссертационной работы Лысенко Д.С. требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», указывается, что ее автор заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается многолетним опытом работы, высокой компетентностью и наличием публикаций, соответствующих тематике диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны система адаптивного управления процессом теплогенерации котла-утилизатора, реализующая нейро-нечеткий алгоритм переключения настроек ПИД-регулятора, полученных на основе структурно-параметрической идентификации модели объекта и обеспечивающая повышение точности стабилизации температурного режима технологической установки; методики идентификации приближенной модели, включающие параметрическую идентификацию заданного множества типовых структур динамических моделей и выбор структуры по полученным результатам с применением частотных методов идентификации на основе нейросетевой модели котла-утилизатора и по переходной характеристике объекта;

предложена многомерная модель котла-утилизатора на базе рекуррентной нейронной сети, воспроизводящая динамику процессов теплообмена в условиях изменения нелинейных и нестационарных характеристик и режимов работы котла-утилизатора во всем диапазоне изменения технологических параметров;

доказана возможность повышения точности поддержания температуры на выходе котла-утилизатора в условиях действующих на объект возмущений и изменении режимов его работы за счет применения структурно-параметрической идентификации приближенных моделей и алгоритма адаптации настроек ПИД-регулятора.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность формализации задачи определения оптимальных настроек ПИД-регулятора путем структурно-параметрической идентификации приближенных моделей для аналитической оптимизации настроек ПИД-регулятора и последующего использования в системе нечеткого вывода в зависимости от режима функционирования технологической установки;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы: методы теории автоматического управления, структурной теории и спектрального анализа распределенных систем, теории искусственных нейронных сетей и нечеткой логики, методы компьютерного моделирования;

изложены теоретические основы предлагаемых методик использования нейросетевых моделей теплоэнергетических установок, идентификации приближенных математических моделей объекта по частотным характеристикам нейросетевых моделей и формирования на их основе алгоритмов адаптации систем автоматического управления с ПИД-регуляторами;

раскрыты особенности и ограничения применения нейросетевых моделей в задачах идентификации и адаптивного управления теплообменными установками;
изучены процессы теплообмена в котле-утилизаторе, их параметрическая зависимость от внешних условий, определяющие точность поддержания заданной температуры, а также особенности построения систем теплоснабжения при совместной работе котлов на общую нагрузку.

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

определены перспективы практического использования разработанных моделей, методик и алгоритмов при проектировании, модернизации и наладке систем автоматического управления теплоэнергетическими объектами, включая котлы-утилизаторы;

создано программное обеспечение для формирования обучающих выборок нейросетевых моделей, структурно-параметрической идентификации приближенных моделей и аналитического расчета коэффициентов ПИД-регулятора;

представлены практические рекомендации: по технической реализации нейро-нечеткого алгоритма адаптации настроек ПИД-регулятора в системе управления теплогенерацией котла-утилизатора на базе промышленного программно-аппаратного обеспечения; по интеграции разработанных алгоритмов адаптации в существующие системы управления без изменения базовой структуры контуров регулирования и архитектуры АСУ ТП; по автоматизации процесса настройки параметров регуляторов при изменении режимов работы теплоэнергетической установки.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на известных и общепринятых научных положениях и методах; приведенные выводы и рекомендации подтверждаются корректным применением математического аппарата, результатами компьютерного моделирования, научным обоснованием принятых положений и допущений, подробным анализом и оценкой полученных результатов;

идея базируется на анализе практики эксплуатации теплоэнергетических установок, выявлении ограничений традиционных методов настройки ПИД-регуляторов при изменении режимов работы, обобщении современных подходов к применению нейросетевых моделей и методов нечеткого вывода в задачах идентификации и адаптивного управления;

использованы результаты анализа работ отечественных и зарубежных авторов, экспериментальные исследования и компьютерное моделирование;

установлено, что результаты компьютерного моделирования процесса теплогенерации котла-утилизатора не противоречат фундаментальным физическим законам, экспериментальным данным, полученным из независимых источников и подтверждают корректность принятых при разработке методик и алгоритмов допущений;

использованы современные программные средства для построения компьютерных моделей, расчета частотных характеристик и настроек ПИД-регулятора.

Личный вклад соискателя состоит в решении научных и технических задач на всех этапах выполнения диссертационной работы; проведении анализа научно-технической литературы и патентного поиска; создании и обучении нейросетевой модели котла-утилизатора; разработке методик структурно-параметрической идентификации приближенных моделей; разработке алгоритма адаптации коэффициентов ПИД-регулятора и алгоритмов их автоматического расчета; научном обобщении полученных результатов; подготовке публикаций и выступлениях с докладами на научных конференциях.

Соискатель Лысенко Д.С. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании №8 от 25 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение: за новые научно-обоснованные технологические решения и разработки в области построения адаптивных систем управления теплогенерацией котлоагрегатов, имеющие существенное значение для развития страны, присудить Лысенко Дмитрию Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 9 докторов наук по научной специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за присуждение ученой степени» – 16, «против» – 0.

Председатель заседания
диссертационного совета

24.2.377.04 (Д 212.217.07)

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.2.377.04 (Д 212.217.07)



Лившиц Михаил Юрьевич

Ярославкина
Екатерина Евгеньевна

25 декабря 2025 г.