

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.268.03,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 26 ноября 2020 г. № 5

О присуждении Игумнову Иннокентию Васильевичу, гражданину России, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Метод Нелдера-Мида для настройки регулятора, функционирующего на основе искусственных нейросетей» по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления» принята к защите 26 сентября 2020 г., протокол № 4, диссертационным советом Д 212.268.03, созданным на базе ТУСУРа (634050, г. Томск, пр. Ленина, 40). Приказ о создании диссертационного совета от 11.04.2012, № 105/нк.

Соискатель Игумнов Иннокентий Васильевич, 1991 года рождения, в 2013 г. окончил Иркутский национальный исследовательский технический университет (ИРНИТУ), а в 2017 г. – аспирантуру ИРНИТУ. Работает электроником в отделе технического обеспечения и ремонта ИРНИТУ.

Диссертация выполнена на кафедре «Автоматизированные системы» ИРНИТУ.

Научный руководитель – Куцый Николай Николаевич, доктор технических наук, профессор, профессор лаборатории сетевых технологий ИРНИТУ.

Официальные оппоненты: Воевода Александр Александрович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Автоматики, директор УЦИТ "Информатика" ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный

технический университет»; Титов Виталий Семенович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой вычислительной техники Юго-Западного государственного университета, г. Курск, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация — Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск. В своем положительном заключении, подписанном председателем Научно-технического совета Инженерной школы информационных технологий д.т.н., профессором, профессором отделения автоматизации и робототехники Мамонтовым Геннадием Яковлевичем, указала, что диссертационная работа Игумнова И.В. является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научно-технической задачи синтеза регуляторов систем автоматического управления (САУ) на платформе искусственных нейронных сетей с оптимизацией их параметров по методу Нелдера-Мида, имеющей значение для развития теории и практики автоматического и автоматизированного управления сложными техническими объектами. Публикации по материалам диссертационных исследований, язык, стиль изложения и внутреннее единство публикаций свидетельствуют о личном вкладе автора в науку и единоличном написании работы. Работа отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

Соискатель имеет 10 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе в 8 изданиях, рекомендованных ВАК, одна из них также входит в Web of Science на российской платформе; общий объем — 6,3 п.л.; авторский вклад — 4,8 п.л. Получены 6 Свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Наиболее значимые работы соискателя:

1. Игумнов, И.В. Формирование ШИМ-элемента с использованием искусственных нейронных сетей / И.В. Игумнов, Н.Н. Куцкий // Вестник ИрГТУ. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014. – № 6 (65). – С. 31–35.

2. Игумнов, И.В. Нейросетевая реализация и настройка ШИМ-элементов в автоматических системах / И.В. Игумнов, Н.Н. Куцкий // Вестник НГТУ. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – № 3 (60) – С. 23–31.

3. Игумнов, И.В. Алгоритм параметрической оптимизации автоматических систем с ШИМ-элементом, имеющим в своем составе нейронную сеть / И.В. Игумнов, Н.Н. Куцкий // Мехатроника. Автоматизация. Управление. – М.: Новые технологии, 2017. – № 4. – С. 227–232.

4. Игумнов, И.В. Метод Нелдера-Мида в обучении искусственной нейронной сети, входящей в состав ШИМ-элемента / И.В. Игумнов, Н.Н. Куцкий // Вестник НГТУ.– Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. – № 3 (68) – С. 22–30.

5. Игумнов, И.В. Исследование ШИМ-элемента со спайковой нейронной сетью / И.В. Игумнов // Вестник ИрГТУ.– Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2018. – № 8, Т. 22. – С. 63–71

На диссертацию и автореферат поступили 7 отзывов, все отзывы положительные: 1) Ангарский государственный технический университет (Колмогоров Алексей Геннадьевич, к. т. н., доцент, заместитель декана факультета технической кибернетики по воспитательной работе); 2) Братский государственный университет (Булатов Юрий Николаевич, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой электроэнергетики и электротехник); 3) Сибирский государственный университет им. М. Ф. Решетнёва (Панфилов Илья Александрович, к.т.н, доцент, преподаватель кафедры системного анализа и исследования операций); 4) Иркутский государственный университет путей сообщения (Лукиянов Анатолий Валерьянович., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Физика, механика и приборостроение»); 5) Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (Массель Людмила Васильевна, д.т.н, профессор,

главный научный сотрудник, заведующая отделом «Системы искусственного интеллекта»); 6) Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского (Иваньо Ярослав Михайлович, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе); 7) Южно-Российский государственный политехнический университет имени М. И. Платова (Горбатенко Николай Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные и измерительные системы и технологии»; Шайхутдинов Данил Вадимович, Кандидат технических наук, Доцент кафедры «Информационные и измерительные системы и технологии»).

Основные замечания по диссертации и автореферату: при обосновании выбора метода Нелдера-Мида не в полной мере учтены особенности метода в приложении к задачам настройки регуляторов САУ; рассмотренные в главе 5 промышленные САУ имеют по два контура управления, оптимальная настройка каждого из которых не свидетельствует о наилучшей настройке САУ в целом; достаточно убедительные в целом вычисленные эксперименты не доведены до логического завершения – нет численных оценок результатов, что не позволяет составить обоснованное суждение о реальных преимуществах того и иного варианта; материал диссертации не совсем равномерно распределен по главам 1-3 объемом 19-20 стр., а пятая – 40 стр.; выводы по первой второй главам, в которых, по сути формируется постановка задачи исследования, недостаточно полны представлены; задача исследования, поставленная в разделе 2.1, несколько шире по сравнению с решениями, излагаемыми в последующих главах; в главе 1 не отражено, что исследования будут проводиться с системами с ШИМ и АИМ; в автореферате приводится недостаточно полное описание содержания первой главы; анализ выбора искусственной нейронной сети произведен в узком смысле; некоторые допущения, справедливо сделанные автором, в работе не комментируются, не исследуется их влияние на решение задач, но важных в сточке зрения диссертационного исследования; название глав в

диссертационной работе должно иметь более тщательное название, соответствующее специальности 05.13.05 (например глава 4); в цели работы указано «Улучшение качества ...», однако в диссертационной работе не сказано что такое качество и как оно оценивается; почему в диссертационной работе выбрана параметрическая оптимизация (нет обоснований); в тексте диссертации и автореферате встречаются опечатки и неточности; автором не проведено исследования устойчивости систем с нейрорегуляторами; помимо метода обратного распространения ошибки, следовало бы сравнивать свой алгоритм с другими методами; использование результатов диссертационной работы в учебном процессе – должно быть отражено в каких направлениях подготовки используется; в автореферате отсутствует конкретизированное описание (блок-схема или последовательность действий) базового элемента новизны работы - алгоритма оптимизации искусственной нейронной сети (ИНС).

Выбор официальных оппонентов обуславливается тем, что д.т.н., профессор Воевода А.А. является известным ученым в области синтеза регуляторов, имеющих в своем составе в том числе, и нейронную сеть; д.т.н., профессор Титов В.С. является авторитетным и общепризнанным специалистом в области вычислительного техники, математического моделирования и цифровой обработки сигналов. Выбор ведущей организации («Национальный исследовательский Томский политехнический университет», обосновывается наличием специалистов, имеющих общепризнанные достижения в области нейросетевого управления, которые способны аргументированно оценить научный и практический уровень диссертации Игумнова И.В. Опыт и квалификация оппонентов и ведущей организации подтверждены публикациями по теме исследования.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

– **разработан** алгоритм обучения нейронной сети (ОНС) на основе метода Нелдера-Мида, отличающийся применением нового способа

формирования начального симплекса и позволяющий решать задачу параметрической оптимизации ИНС в системах управления;

– **разработана** методика конкретизации параметров алгоритма ОНС, что в конечном итоге обеспечивает эффективность его применения для решения задачи параметрической оптимизации.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

– **изложен** подход к реализации импульсных элементов (ИЭ), отличающийся от других тем, что в них имеется ИНС с архитектурой, построенной на основе модуляционной характеристики;

– **изложены** результаты исследования функций активации нейрорегуляторов в автоматических системах, позволяющего рекомендовать соответствующие функции активации для ПИД-, ШИМ-, АИМ 2 рода нейрорегуляторов.

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

– **представлены** результаты параметрической оптимизации синаптических весов ИНС ПИД-нейрорегуляторов в системе вулканизации резиновых изделий в автоклаве при электрическом нагреве, которые позволили снизить долю брака с 18 % до 14 % по сравнению с ПИ-регуляторами.

– **представлены** результаты оптимизации параметров ИНС ПИД - нейрорегуляторов в системе электроснабжения с автономным резервным источником питания переменным током, которое сократило время регулирования переходного процесса действующего напряжения на потребителе в 4 раза.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

– **теория** построена на известных методах нейросетевого и автоматического управления.

– **идея базируется** на анализе и обобщении передового опыта применения нейросетевых регуляторов в системах управления;

