

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»  
ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА  
заседания диссертационного совета  
по защите диссертаций  
на соискание ученой степени доктора наук,  
на соискание ученой степени кандидата наук 24.2.434.03  
в удаленном интерактивном режиме

№ 2 от 04 апреля 2025 года

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 14 человек. Присутствовали на заседании 13 человек, в том числе принимавших участие в удаленном интерактивном режиме 1 человек – Тугаев Г.М. (явочный лист прилагается).

Председатель заседания – председатель диссертационного совета, докт. техн. наук, профессор Афанасьев Александр Александрович.

Ученый секретарь – канд. техн. наук, доцент Руссова Наталия Валерьевна.

Присутствовали:

№№ п/п	Ф.И.О.	Ученая степень, ученое звание	Шифр специальности в совете
1.	Афанасьев Александр Александрович	докт. техн. наук, профессор	2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)
2.	Охоткин Григорий Петрович	докт. техн. наук, доцент	2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)
3.	Руссова Наталия Валерьевна	канд. техн. наук, доцент	2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)
4.	Алексеев Виктор Васильевич	докт. техн. наук, доцент	2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)
5.	Антонов Владислав Иванович	докт. техн. наук, профессор	2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)
6.	Афанасьев Владимир Васильевич	докт. техн. наук, доцент	2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)
7.	Булычев Александр Витальевич	докт. техн. наук, профессор	2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)
8.	Галанина Наталия Андреевна	докт. техн. наук, доцент	2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)
9.	Дмитренко Александр Михайлович	докт. техн. наук, профессор	2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)
10.	Лямец Юрий Яковлевич	докт. техн. наук, профессор	2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)
11.	Михеев Георгий Михайлович	докт. техн. наук, профессор	2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)
12.	Славутский Леонид Анатольевич	докт. физ-мат. наук, профессор	2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)
13.	Тугаев Геннадий Михайлович	докт. техн. наук, доцент	2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)

**Официальные оппоненты по диссертации:**

1. Баширов Мусса Гумерович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий» Института нефтепереработки и нефтехимии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (филиал в г. Салавате),

2. Куликов Александр Леонидович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева».

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» (ФГБОУ ВО «КГЭУ»), г. Казань.

**СЛУШАЛИ:**

О защите диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки) на тему «Нейросетевые программно-аппаратные средства обработки сигналов в электротехнических комплексах» Андреева Олега Николаевича.

**ПОСТАНОВИЛИ:**

Присудить Андрееву Олегу Николаевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки).

Результаты голосования: «за» – 13, «против» – 0.

Председатель диссертационного  
совета 24.2.434.03,  
докт. техн. наук, профессор

А.А. Афанасьев

Ученый секретарь  
диссертационного совета 24.2.434.03,  
канд. техн. наук, доцент

Н.В. Руссова

*Верно:*

*Ученый секретарь  
диссертационного совета 24.2.434.03*

*Н.В. Руссова*

04.04.2025 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.434.03

на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 04 апреля 2025 г. № 2

О присуждении Андрееву Олегу Николаевичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Нейросетевые программно-аппаратные средства обработки сигналов в электротехнических комплексах» по специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы (технические науки) принята к защите 17 января 2025 г. (протокол заседания № 1) диссертационным советом 24.2.434.03 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 428015, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский пр., д. 15, действующего на основании приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.03.2023 г. № 522/нк.

Соискатель Андреев Олег Николаевич, 13 июня 1988 года рождения, в 2011 году окончил магистратуру федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова», г. Чебоксары; с 2021 г. по настоящее время обучается в очной аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, работает в должности ведущего инженера-программиста общества с ограниченной ответственностью «Юнител Инжиниринг».

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Федерации, на кафедре автоматики и управления в технических системах.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, Славутский Леонид Анатольевич, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, кафедра автоматики и управления в технических системах, профессор.

Официальные оппоненты:

Баширов Мусса Гумерович, д.т.н., профессор, Институт нефтепереработки и нефтехимии ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (филиал в г. Салавате), кафедра «Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий», заведующий кафедрой;

Куликов Александр Леонидович, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», кафедра «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника», профессор дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань в своем положительном отзыве, подписанном Гибадуллиным Рамилем Рифатовичем, к.т.н., доцентом, кафедра «Электрооборудования и электрохозяйства предприятий, организаций и учреждений», заведующий кафедрой, указала, что в диссертационной работе разработаны новые научно обоснованные технические решения в области цифровой обработки электротехнических сигналов, имеющее существенное значение для повышения надежности функционирования электротехнических систем.

Соискатель имеет 29 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 24 работы (21,23 п.л. / авторский вклад 9,09 п.л.), из них 8 статей в изданиях из перечня ВАК и международных баз данных, 1 коллективная монография, 2 патента на полезные модели и 4 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ, 9 материалов докладов на всероссийских и международных конференциях. В публикациях отражены результаты диссертационного исследования, в том числе, основные положения по разработке алгоритмов обучения и тестирования нейронных сетей прямого распространения на основе аналитических формул со случайными параметрами для микропроцессорной реализации в компонентах электротехнических комплексов.

Наиболее значимые публикации: 1. Андреев, О. Н. Нейросетевая обработка сигналов с нелинейными искажениями в "скользящем временном окне" / О. Н. Андреев, Л. Н. Васильева // Вестник Чувашского университета. – 2022. – № 1. – С. 5-13. (0,74 п.л./0,37 п.л.). 2. Andreev, O. N. Structural Analysis of Electrical Signals with Recurrent Use of a Multilayer Perceptron / O. N. Andreev, A. L. Slavutskiy, V. V. Alekseev // Russian Electrical Engineering. – 2022. – Vol. 93, No. 8. – P. 529-532. (0,75 п.л./0,25 п.л.). 3. Андреев, О. Н. Рекуррентное использование перцептрона для структурного анализа сигналов / О. Н. Андреев, Л. А. Славутский, Е. В. Славутская // Вестник Чувашского университета. – 2022. – № 3. – С. 5-11. (0,57 п.л./0,19 п.л.). 4. Transients Initial Stage Localization by Neural Net Software and Hardware / O. N. Andreev, L. A. Slavutskii, G. M. Tutaev, L. N. Vasileva // Russian Electrical Engineering. – 2023. – Vol. 94, No. 8. – P. 556-559. (0,76 п.л./0,19 п.л.). 5. Андреев, О. Н. Нейросетевой программно-аппаратный контроль сдвига фаз электрических сигналов в реальном времени / О. Н. Андреев, А. Л. Славутский // Вестник ИЖГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2023. – Т. 26, № 2. – С. 76-84. (1,22 п.л./0,61 п.л.). 6. Контроль нестационарных сигналов с минимальной задержкой: неросетевая реализация / О. Н. Андреев, В. В. Андреев, Н. Н. Руссова, А. Л. Славутский // Вестник Чувашского университета. – 2024. – № 2. – С. 5-14. (0,74 п.л./0,37 п.л.). 7. Neural Net Monitoring of the Non-Stationary Mode of an Asynchronous Motor / O. N. Andreev, L. A. Slavutsky, N. V. Russova, V. V. Alekseev // Russian Electrical Engineering. – 2024. – Vol. 95, No. 8. – P. 613-616. (0,88 п.л./0,22 п.л.). 8. Transient at Finite Switching Time: Monitoring by Neural Net / A. L. Slavutskii, O. N. Andreev, N. V. Russova, N. A. Galanina // Russian Electrical Engineering. – 2024. – Vol. 95, No. 8. – P. 651-655. (0,76 п.л./0,19 п.л.). 9. Патент на полезную модель № 219015 U1 Российская Федерация, МПК H04B 1/10, G06N 3/02. Нейросетевой адаптивный фильтр электрического сигнала : № 2022132827 : заявл. 14.12.2022 : опубл. 22.06.2023 / О. Н. Андреев, А. Л. Славутский ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Атлант". 10. Патент на полезную модель № 226110 U1 Российская Федерация, МПК G01R 23/20. Нейросетевой детектор начала нелинейных искажений электрического сигнала : № 2023134872 : заявл. 25.12.2023 : опубл. 21.05.2024 / О. Н. Андреев, А. Л. Славутский; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Атлант".

В диссертационной работе Андреева О.Н. отсутствуют недостоверные сведения

об опубликованных им работах, в которых изложены основные научные результаты исследования.

На автореферат поступили отзывы:

1) ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», отзыв подписан Поповым Максимом Георгиевичем д.т.н., профессором, профессором высшей школы «Высоковольтная энергетика», института энергетики. Отзыв положительный. Замечания: 1. Из содержания автореферата не ясна необходимость разработки нейросетевых алгоритмов цифровой обработки сигналов (рисунок 10, страница 15) без указания принятых автором критериев качества фильтрации. 2. Приведенные на рисунке 13 (страница 17) сравнительные оценки по воспроизведению полезных сигналов напряжения малоинформативны. Требуются пояснения о величинах относительной (приведенной) погрешностей, которые бы позволили достоверно оценить эффективность предложенного автором подхода. 3. На странице 18 автореферата (рисунок 15, в) приведены зависимости частоты. В связи с представленным линейно-ступенчатым графиком требуется обоснование принятой модели определения мгновенной частоты. 4. В формуле 1 на странице 8 автореферата по-видимому допущена опечатка: в аргументе синуса потеряно время. Также в диссертации и в автореферате присутствует не традиционная терминология. Это «...включение/выключение напряжения...», «...механическое включение двигателя тумблером...» и др.

2) АО «Россети Научно-технический центр», отзыв подписан Лачугином Владимиром Федоровичем, д.т.н., с.н.с, ведущий научный сотрудник Департамента НТС и научно-технической информации АО «Россети Научно-технический центр». Отзыв положительный. Замечания: 1. Не представлены критерии выбора структуры искусственных нейронных сетей, применяемых для цифровой обработки различных сигналов микропроцессорных устройств электротехнических комплексов. 2. Следовало бы дать более подробную оценку принятых значений параметров случайных величин, используемых в выражении (1). 3. Описание рисунка 7б требует уточнения.

3) ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», отзыв подписан Макаровым Валерием Геннадьевичем, д.т.н., доцентом, заведующим кафедрой «Электропривода и электротехники»; Цвенгер Игорем Геннадьевичем, к.т.н., доцентом, доцентом кафедры «Электропривода и

электротехники». Отзыв положительный. Замечания: 1. Известно, что рекуррентная нейронная сеть подразумевает подачу выходного сигнала на вход, однако в структуре нейронной сети при рекуррентном использовании персептрона на рис.4 это не показано. 2. Из текста на стр. 11 не ясно, чем предполагаемая нейронная сеть предпочтительнее рекуррентной при анализе временных интервалов. 3. Из рис. 8 и текста на стр. 13 не ясно, для чего необходимо находить  $df/dt$  и как на основании информации о напряжениях получается значение угла  $\varphi$ . 4. Из текста на стр. 19 не ясно, проводилась ли сравнительная оценка целесообразности использования вейвлет-анализа как альтернатива Фурье-анализа.

4) ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», отзыв подписан Орловым Александром Игоревичем, к.т.н., доцентом, заведующим кафедрой «Электромеханики». Отзыв положительный. Замечания: 1. В работе не в полной мере раскрыты перспективы применения предложенных нейросетевых алгоритмов для других типов электрооборудования, таких как силовые трансформаторы и автотрансформаторы ( при диагностике выявления состояния изоляции, выявлении дефектов обмоток), выключатели, разъединители и другое высоковольтное оборудование подстанций (для мониторинга коммутационных процессов и оценки технического состояния), электроприводы постоянного тока (для целей диагностики), системы освещения (для анализа качества светового потока и диагностики технического состояния). Расширение области применения разработанных методов могло бы повысить практическую значимость. 2. Отсутствует подробный сравнительный анализ эффективности предложенных решений с существующими коммерческими аналогами, применяемыми в системах мониторинга и диагностики оборудования, в анализаторах качества электроэнергии, в промышленных системах релейной защиты и автоматики. Такое сравнение позволило бы более наглядно продемонстрировать преимущества разработанных программно-аппаратных средств в точности, быстродействии и надежности. 3. В работе не уделяется достаточного внимания процессу оптимизации структуры используемых нейронных сетей, однако дополнительные данные о влиянии различных конфигураций сетей на точность и скорость обработки сигналов были бы полезны при практической реализации предложенных решений. 4. Целесообразно было бы добавить информацию о границах применимости разработанных

алгоритмов, в частности, для сигналов, имеющих сложный частотных спектр.

5) ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ», отзыв подписан Солдаткиным Владимиром Михайловичем, д.т.н., профессором, профессором кафедры электронного приборостроения и менеджмента качества, заслуженным работником высшей школы. Отзыв положительный. Замечания: 1. Не сформулирована научная задача исследования, а приведены лишь направления ее решения. 2. На мой взгляд в разделе «Степень разработанности темы исследования» кроме полного указания ученых и специалистов, внесших большой вклад в развитие нейросетевых алгоритмов и машинного обучения желательно указать организацию, которую они представляют.

Указанные замечания не снижают положительной оценки диссертационной работы Андреева Олега Николаевича, тема диссертационной работы актуальна, а сама работа выполнена на высоком профессиональном уровне.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что д.т.н. Баширов Мусса Гумерович и д.т.н. Куликов Александр Леонидович являются известными и компетентными учеными в области контрольно-измерительного оборудования для электротехнических систем и комплексов; ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» является широко известным научно-исследовательским университетом Российской Федерации, одним из лидеров российской высшей школы в области электротехники и электроэнергетики, и способно оценить научную и практическую ценность диссертации.

Оппоненты и представители ведущей организации имеют достаточное количество публикаций, близких по тематике с диссертацией соискателя.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: **разработаны** программно-аппаратные средства обработки сигналов в электротехнических комплексах на основе искусственных нейронных сетей прямого распространения, **предложен** подход, заключающийся в совместном использовании нескольких нейронных сетей, **доказано**, что такое совместное использование позволяет определять параметры сигналов и осуществлять их фильтрацию при нелинейных искажениях в электрической цепи в режиме скользящего временного окна, **введена** оценка быстродействия реализованных алгоритмов в микропроцессорных устройствах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: **доказана** возможность микропроцессорной реализации нейросетевых алгоритмов для обработки сигналов электротехнических комплексов с минимальной задержкой в реальном времени, **применительно к проблематике** диссертации результативно **использованы** методы математической физики и математического моделирования, теория измерений, методы функционального и объектно-ориентированного программирования; в экспериментальной работе применялись современные цифровые средства измерений, **изложены** аргументы, обосновывающие возможность использования реализованных программно-аппаратных средств при контроле режимов электротехнических комплексов, **раскрыты** возможности нейросетевых алгоритмов при совместном использовании с традиционными методами обработки электрических сигналов, **изучены** особенности нейросетевых алгоритмов обработки сигналов при в режиме «скользящего временного окна», **проведена модернизация** алгоритмов обработки сигналов при контроле электрооборудования.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: **разработаны и внедрены** программно-аппаратные средства на основе нейронных сетей для уменьшения времени реакции и повышения точности принятия решений при аварийных и нестационарных процессах в электротехнических комплексах, **определены** пределы и перспектива практического использования системы контроля электрооборудования на основе нейронных сетей, **создана** модель эффективного применения нейросетевых алгоритмов обработки сигналов при контроле электрооборудования, **представлены** предложения по дальнейшему совершенствованию системы контроля режимов электрооборудования.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: **для экспериментальных работ** получено качественное и количественное совпадение результатов расчетов с результатами экспериментов; все экспериментальные исследования проведены при использовании сертифицированного оборудования, **теория** построена на известных, проверяемых данных, касающихся существующих методов обработки сигналов; согласуется с известными положениями фундаментальных наук, с данными исследований других авторов и результатами экспериментов по теме диссертации, **идея базируется** на обобщении передового опыта в области контроля электрооборудования, **использованы** сравнение

авторских данных и данных, полученных ранее другими исследованиями в сравнении экспериментальных и теоретических данных, **установлено** качественное совпадение полученных результатов с известными результатами исследований, **использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в его участии на всех этапах исследований, анализе литературных данных, создании экспериментальных лабораторных установок, разработке и программно-аппаратной реализации опытных макетов системы контроля электрооборудования на основе нейросетевых алгоритмов; расчетах, обработке цифровых сигналов и математическом моделировании, а также интерпретации экспериментальных данных; подготовке публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Андреев Олег Николаевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании в удаленном интерактивном режиме 4 апреля 2025 г. диссертационный совет принял решение за новые научно-обоснованные технические решения в области цифровой обработки электротехнических сигналов в реальном времени, присудить Андрееву Олегу Николаевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного электронного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек (принимавших участие в удаленном интерактивном режиме 1 человек), из них 12 докторов наук по специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы (технические науки), участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 13, против – 0.

Председатель диссертационного совета  
доктор технических наук, профессор

Афанасьев  
Александр Александрович

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат технических наук, доцент

Руссова  
Наталья Валерьевна

04.04.2025 г.