

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.347.07,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 20 декабря 2023 протокол № 2

О присуждении Александрову Ивану Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Система электроснабжения с активным силовым фильтром при пофазном управлении токами» по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 16 октября 2023 г., протокол № 9, диссертационным советом 24.2.347.07, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета №1106/нк от 23.05.2023 г.

Соискатель Александров Иван Викторович, 10 июля 1996 года рождения, в 2020 году соискатель окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, с присвоением квалификации магистр по направлению 11.04.04 - «Электроника и наноэлектроника». В настоящее время Александров И. В. обучается в очной аспирантуре в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего

образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации по направлению 13.06.01 - «Электро- и теплотехника», нормативный период обучения с 01.09.2020 г. по 31.08.2024 г.

Работает в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации младшим научным сотрудником центра технологического превосходства и по совместительству ассистентом кафедры электроники и электротехники.

Диссертация выполнена на кафедре электроники и электротехники в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент, Нос Олег Викторович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», кафедра проектирования технологических машин, профессор кафедры.

Официальные оппоненты:

Шклярский Ярослав Элиевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», г. Санкт-Петербург, заведующий кафедрой общей электротехники;

Демидова Галина Львовна, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет

ИТМО», г. Санкт-Петербург, факультет систем управления и робототехники, доцент

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», г. Томск, **в своем положительном** заключении, подписанном Михальченко Сергеем Геннадьевичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Промышленной электроники», кандидатом технических наук, профессором кафедры «Промышленной электроники» Семеновым Валерием Дмитриевичем и утвержденном Рулевским Виктором Михайловичем, доктором технических наук, доцентом, ректором **указала, что** в целом, диссертационная работа Александрова И. В. является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научно-технической задачи по разработке эффективных алгоритмов управления активными силовыми преобразователями и исследования динамических свойств систем электроснабжения, построенных на их основе. Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым в п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Александров Иван Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 14 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рекомендованных ВАК РФ - 3, публикаций в наукометрических системах «Web of Science» / «Scopus» - 5, публикаций в прочих изданиях (в том числе в материалах всероссийских конференций) - 3. Автором получено 2 патента на полезную модель и 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных автором работах. Авторский вклад в опубликованных работах составляет не менее 75%, общий объем – 12,71 п.л.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

Публикации в рецензируемых изданиях (перечень ВАК РФ):

1. Анализ и синтез алгоритма управления активным силовым фильтром с независимым регулированием токов фаз для четырехпроводных систем / **И. В. Александров, О. В. Нос, С. А. Харитонов, М. А. Дыбко** // Электропитание. – 2021. – № 3. – С. 38-56.

2. Синтез системы управления сетевым преобразователем с ограниченным уровнем выходного импеданса в а-в-с системе координат / **И. В. Александров, О. В. Нос, И. А. Баховцев, Н. А. Севостьянов** // Интеллектуальная электротехника. – 2022. – № 4(20). – С. 4-21. – DOI 10.46960/2658-6754_2022_4_04.

3. Абуэлсауд, Р. С. Результаты экспериментов автономной системы электроснабжения на основе управления с прогнозирующей моделью / Р. С. Абуэлсауд, **И. В. Александров, Г. С. Леус** // Электропитание. – 2019. – № 3. – С. 3-14.

Публикации в изданиях «Web of Science» / «Scopus»:

4. **Ivan V. Alexandrov; Oleg V. Nos; Thomas Ellinger; Regina Yu. Sarakhanova** Per-Phase Output Current Control of 4-Leg Active Power Filter Based on Adaptive Notch Filter // 2022 IEEE 23rd International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM). - Altai, Russian Federation: 2022, P. 388-393, DOI 10.1109/EDM55285.2022.9855148.

5. Three-Phase Grid Interface Converter Control System Design to Limit a DC-side Output Impedance / **I. V. Alexandrov, R. L. Gorbunov, O. V. Nos, D. A. Shtein** // International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM : 22, Aya, Altai Region, 30 июня – 04 2021 года. – Aya, Altai Region, 2021. – P. 369-374. – DOI 10.1109/EDM52169.2021.9507600.

6. **Alexandrov I. V.** Combined PWM algorithm for voltage source inverter with microprocessor control system / **I. V. Alexandrov**, I. A. Bahovtsev. – DOI 10.1109/EDM.2019.8823449. – Text : direct // 20 International conference of young specialists on micro/nanotechnologies and electron devices (EDM–2019) : conf. proc., Altai Republic, Erlagol, 29 June – 3 July, 2019. – [S. 1.] : IEEE, 2019. – P. 580–585.

7. Assessment of Model Predictive Voltage Control for Autonomous Four-Leg Inverter / R. Aboelsaud, A. Ibrahim, A. G. Garganeev, **I.V. Alexandrov**, Diab A.A.Z. // IEEE Access. – 2020. – Vol. 8. – P. 101163-101180. – DOI 10.1109/ACCESS.2020.2996753.

8. **Aleksandrov I. V.** Step-by-step design of two-loop control system for boost DC-DC converter / **I. V. Aleksandrov**, N. A. Sevostyanov, R. L. Gorbunov. – DOI 10.1109/EDM.2018.8435046. – Text : direct // 19 international conference of young specialists on micro/nanotechnologies and electron devices (EDM-2018) : proc., Erlagol, Altai, 29 June – 3 July 2018. – IEEE Computer Society, 2018. – P. 574–579.

Публикации в материалах всероссийских конференций:

9. **Александров, И. В.** Снижение выходного импеданса активного выпрямителя напряжения при работе на импульсную нагрузку / **И. В. Александров**, О. В. Нос, И. А. Баховцев // Наука. Технологии. Инновации : Сборник научных трудов в 9 ч., Новосибирск, 30 ноября – 04 2020 года. Том Часть 6. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2020. – С. 3-7.

10. **Александров, И. В.** Оптимальное проектирование LC - фильтра для системы электроснабжения на основе автономного инвертора напряжения с дополнительной транзисторной стойкой / **И. В. Александров**, И. А. Баховцев // Наука. Технологии. Инновации : Сборник научных трудов. В 9-ти частях, Новосибирск, 02– 06 декабря 2019 года / Том Часть 6. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. – С. 3-7.

11. **Александров, И. В.** Алгоритм бездатчиковой синхронизации двунаправленного преобразователя с четырехпроводной сетью переменного

тока / И.В. Александров // ТРУДЫ XVI всероссийской научно-практической конференции «Научная сессия НТИ НИЯУ МИФИ – 2022» . – Новоуральск : Изд-во НТИ НИЯУ МИФИ, 2022. – С. 97-102. – ISBN 5-332-00051-0.

Патенты и свидетельство о регистрации программы для ЭВМ:

12. Патент на полезную модель № 211992 U1 Российская Федерация, МПК H02J 3/00. Трехфазный активный фильтр для сетей с несимметричной нагрузкой : № 2022105363 : заявл. 01.03.2022 : опубл. 30.06.2022 / **И. В. Александров**, О. В. Нос. ; заявитель ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет».

13. Патент на полезную модель № 207731 U1 Российская Федерация, МПК H02J 3/01, H02M 1/12. Трехфазный силовой фильтр высших гармоник тока : № 2021119910 : заявл. 07.07.2021 : опубл. 12.11.2021 / **И. В. Александров**, О. В. Нос ; заявитель ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет».

14. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022685338 Российская Федерация. Программный модуль вычисления активной и реактивной составляющих мощности нелинейной нагрузки : № 2022684439 : заявл. 12.12.2022 : опубл. 22.12.2022 / **И. В. Александров** ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Интеллектуальные силовые преобразователи".

На диссертацию и автореферат поступили 9 отзывов, все положительные, в которых отмечена актуальность работы и новизна полученных результатов:

1. Отзыв кандидата технических наук, ведущего инженера-конструктора отдела преобразовательной техники управления силовой электроники Научно-производственного объединения «ЭЛСИБ» публичного акционерного общества **Панфилова Д. В.** – замечания относятся к отсутствию в тексте автореферата результатов сравнения предложенного автором алгоритма компенсации неактивных компонент мощности в части быстродействия с известными аналогами, а также к тому, что не указана возможность

применения результатов к другим типам электрических преобразователей для систем электроснабжения.

2. Отзыв доктора технических наук, доцента, профессора инженерной школы энергетики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (НИ ТПУ) **Обухова С. Г.** – замечания связаны с тем, что в работе не рассмотрены режимы несимметрии сети, а также вопросы динамического изменения режимов работы нагрузок постоянного и переменного токов.

3. Отзыв кандидата технических наук, доцента кафедры электроники и авиационного электрооборудования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА) **Савелова А. А.** – замечания связаны с тем, что автореферате не рассмотрен вопрос предварительного выбора параметров силовой схемы активного силового фильтра, отсутствует оценка ошибки АЧХ при переходе к упрощенным выражениям, а также с тем, что в автореферате нет информации о количественной оценке снижения требований к программно-аппаратной части активного силового фильтра при использовании разработанного алгоритма.

4. Отзыв доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой электроэнергетики Политехнического института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет» **Пантелеева В. И.** – замечание связано с тем, что в автореферате не приведено обоснование допущения о значительном превышении периода изменения фаз гармонических колебаний над постоянной времени активного силового фильтра и вопрос о том, что независимость частотных характеристик объекта управления от параметров $\vartheta_{ан}$, ϑ_{bn} , $\vartheta_{сн}$ в частотном диапазоне выше частоты

резонанса активного силового фильтра, возможно, связана с указанным выше допущением.

5. Отзыв доктора технических наук, доцента, директора учебно-научного центра информационных технологий обучения Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Севастопольский государственный университет», институт ядерной энергии и промышленности, **Семыкиной И. Ю.** – замечания связаны с тем, что в описании методики неясно, в чем заключается адаптивность использованного П-регулятора и принцип его настройки, не раскрыта необходимость оценки переменного напряжения вместо его измерения и точность оценки с помощью предлагаемого алгоритма оценки, а также с отсутствием на схеме системы дополнительных источников напряжения.

6. Отзыв доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» **Грачевой Е. И.** – замечания связаны с отсутствием в автореферате результатов сравнения точности математической модели и имитационной модели, а также с тем, что не указано, существуют ли требования по ограничению параметров несимметричной нагрузки.

7. Отзыв кандидата технических наук, старшего научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории цифровой трансформации предприятий минерально-сырьевого комплекса Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева» **Непши Ф. С.** и кандидата технических наук, старшего научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории цифровой трансформации предприятий минерально-сырьевого комплекса Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени

Т. Ф. Горбачева» **Воронина В. А.** – замечания связаны с тем, что в автореферате не рассмотрены вопросы выбора параметров силовой схемы, использованных в процессах экспериментального исследования и цифрового моделирования, а также дальнейшие пути развития исследования.

8. Отзыв доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой автоматизированного электропривода Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет МЭИ» **Анучина А. С.** – замечания связаны с тем, что в автореферате недостаточно представлены результаты сравнения предлагаемого алгоритма с существующими аналогами, при описании методики не ясно, что является конечным результатом синтеза, задан вопрос о возможности применения разработанных алгоритмов при использовании 3-уровневой топологии силовой части, а также замечание относительно стилистики написания автореферата.

9. Отзыв доктора технических наук, профессора кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» **Виноградова А. Б.** – замечания связаны с тем, что в автореферате недостаточно представлены требования к виду ЛАЧХ выходного импеданса системы электроснабжения, вопрос о «грубости» разработанного алгоритма к проявлению нестационарных свойств объекта, а также, что разработанный блок оценки фазных напряжений требует установки фильтра нижних частот, что ограничивает быстродействие блока.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью, наличием достижений в области устройств силовой электроники и систем электроснабжения на их основе, высокой компетентностью в сфере, связанной с исследованиями систем преобразования электрической энергии, наличием публикаций в указанной области, а также возможностью дать научную оценку диссертационной

работе. **Шклярский Ярослав Элиевич** – доктор технических наук, профессор, область научных интересов связана с разработкой и исследованием энергоэффективных систем электроснабжения, в том числе с использованием возобновляемых источников энергии, а также способами оценки качества электрической энергии и компенсации неактивных составляющих мощности нагрузки. **Демидова Галина Львовна** – кандидат технических наук, сфера научных интересов и тематика научных работ Демидовой Галины Львовны связаны с исследованиями и разработкой систем электроснабжения на основе распределенной генерации, в том числе «мультиагентных» систем с устройствами силовой электроники, включая моделирование протекающих в них процессов, а также с анализом динамических свойств сложных нелинейных объектов. В **Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»** на кафедре Промышленной электроники активно занимаются научно-прикладными задачами по темам связанным с исследованием и разработкой систем электроснабжения автономных объектов на основе силовых преобразовательных устройств с целью обеспечения желаемых статических и динамических характеристик, а также алгоритмами управления силовыми преобразователями.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая методика настройки параметров регуляторов из требования достижения заданного максимума АЧХ выходного импеданса системы электроснабжения на стороне постоянного тока с активным силовым фильтром при пофазном управлении токами и новые алгоритмы пофазной компенсации неактивных компонент мощности на основе активного силового фильтра;

предложена новая математическая модель активного силового фильтра с силовым LC -фильтром в составе исследуемой системы электроснабжения,

позволяющая связать параметры его силовой схемы с параметрами его частотных характеристик, для дальнейшего структурно-параметрического синтеза системы управления с учетом требований к выходному импедансу системы электроснабжения по постоянному току;

доказана перспективность применения разработанных автором алгоритмов управления активным силовым фильтром при пофазном управлении токами в системах электроснабжения с возможностью электропитания нагрузок постоянного и переменного тока;

новых терминов или понятий не введено;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность применения разработанных автором алгоритмов управления активным силовым фильтром при пофазном управлении токами, обеспечивающих снижение негативного влияния компонент неактивной мощности, потребляемых различного рода нелинейными нагрузками переменного тока, на качество электрической энергии, потребляемой от трехфазного источника питания системы электроснабжения, а также возможность обеспечения заданного максимума и формы АЧХ выходного импеданса системы электроснабжения на стороне постоянного тока в результате настройки параметров системы управления активным силовым фильтром в соответствии с разработанной методикой;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использованы** метод усреднения переменных в пространстве состояний, методы цифрового имитационного моделирования, экспериментального исследования, элементы теории цифровой обработки сигналов;

изложены положения, направленные на разработку математических моделей активного силового фильтра с целью структурно-параметрического синтеза системы и алгоритмов управления им, а также методика структурно-параметрического синтеза системы управления и результаты синтеза

алгоритмов управления активным силовым фильтром со сниженными требованиями к его программно-аппаратной части;

раскрыта проблема увеличения программно-аппаратных требований к реализации активного силового фильтра, что снижает эффективность его применения в исследуемых системах электроснабжения и его функциональные возможности;

изучены зависимости вида и численных параметров амплитудно-частотной характеристики выходного импеданса системы электроснабжения на стороне постоянного тока от параметров и структуры системы управления активным силовым фильтром;

проведена модернизация существующих эквивалентных схем активного силового фильтра с учетом пофазного управления токами с целью связать параметры системы автоматического регулирования с видом АЧХ выходного импеданса на стороне постоянного тока, а также существующих алгоритмов пофазной компенсации неактивных компонент мощности с целью уменьшения количества требуемых программно-аппаратных затрат на их реализацию;

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

разработаны и внедрены: алгоритм управления активным силовым фильтром при пофазном управлении токами в составе системы электроснабжения, позволяющий существенно сократить программно-аппаратные затраты на его реализацию, а также его модификация, не требующая установки датчиков переменного напряжения при выполнении НИОКР в рамках гранта «СТАРТ-1» Фонда Содействия Инновациям; математическая модель активного силового фильтра и методика структурно-параметрического синтеза системы управления использована специалистами АО «ПО СЕВЕР» (г. Новосибирск) при проектировании силового преобразовательного устройства, а также результаты диссертационного исследования используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Новосибирский

государственный технический университет» на кафедре электроники и электротехники факультета радиотехники и электроники;

определены перспективы дальнейшего практического использования результатов диссертационного исследования для систем электроснабжения с активными силовыми фильтрами, обеспечивающими электропитание нагрузок переменного и постоянного токов;

создана система практических рекомендаций, которая позволяет пошагово синтезировать систему управления активным силовым фильтром на заданный максимум и форму АЧХ выходного импеданса системы, а также программное обеспечение в виде программного модуля вычисления активной и реактивной мощности нагрузок переменного тока, которое может быть встроено в цифровые системы управления при создании новых активных силовых фильтров;

представлены методические рекомендации по определению структуры и численных параметров регуляторов системы управления напряжением звена постоянного тока активного силового фильтра, а также рекомендации по выбору структуры и численных параметров блоков пофазной компенсации компонент неактивной мощности;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с применением сертифицированного измерительного оборудования и характеризуются удовлетворительной воспроизводимостью и согласуются с результатами расчетов;

теория построена на известных, проверяемых данных, и согласуется с авторскими и опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации, а также на известных положениях математического анализа и основ электротехники;

идея базируется на анализе и развитии алгоритмов компенсации неактивных компонент мощности и структурно-параметрического синтеза систем управления силовыми преобразователями применительно к решению

прикладных задач повышения энергоэффективности передачи, распределения и преобразования электрической энергии в системах электроснабжения, способных обеспечить электропитание нагрузок переменного и постоянного тока на основе активного силового фильтра;

использованы сравнения авторских данных, полученных с использованием разработанных имитационных моделей, с данными экспериментальных и теоретических исследований, полученными ранее по рассматриваемой тематике;

установлено качественное и количественное совпадение результатов, полученных автором с использованием разработанных математических и имитационных моделей с результатами, полученными при проведении физического эксперимента, что дает основание считать разработанные математические модели эффективными;

использованы современные методы сбора и обработки исходной информации, полученной в результате математического и имитационного моделирования, а также физического эксперимента с использованием современного контрольно-измерительного оборудования и специализированного программного обеспечения.

Личный вклад соискателя состоит в проведении математического и имитационного моделирования, разработке методики структурно-параметрического синтеза, алгоритмов управления, программного обеспечения и макетного образца системы электроснабжения с последующей практической верификацией результатов и обработкой экспериментальных данных, а также в личной апробации результатов диссертационного исследования на международных и всероссийских научно-технических конференциях, конкурсах и выставках, а подготовка основных публикаций выполнена при участии автора, вклад автора в тексты подготовленных статей по теме диссертации составляет не менее 75%.

Все результаты, приведенные в диссертации, получены либо самим соискателем, либо при его участии.

В ходе защиты работы были высказаны следующие критические замечания:

1. В работе недостаточно разъяснены количественные показатели повышения эффективности работы активного силового фильтра.

2. Замечание, касающееся стиля изложения научных положений.

Соискатель Александров Иван Викторович ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Увеличение эффективности происходит за счет сокращения требований к программно-аппаратной части активного силового фильтра, что выражается в уменьшении числа аппаратных блоков, необходимых для реализации алгоритма компенсации, а также за счет снижения числа математических операций в микропроцессорной системе управления при сохранении качества компенсации. Представил сравнительную таблицу, которая приведена в презентации к докладу и в тексте диссертации.

2. Соискатель согласился со вторым замечанием.

Диссертация Александрова Ивана Викторовича представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи по повышению эффективности процесса компенсации неактивных компонент мощности в системах электроснабжения и реализующих их устройств, имеющей значение для электротехнической отрасли, и соответствует пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, а ее автор Александров И. В., заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

На заседании 20 декабря 2023 года диссертационный совет принял решение за разработку новых научно-обоснованных технических решений, имеющих высокое значение для электротехники, связанных с повышением эффективности применения активного силового фильтра с пофазным управлением токами в системах электроснабжения нагрузок постоянного и

переменного тока, присудить Александрову И. В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту нет человек, проголосовали: «за» - 17, «против» нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель
диссертационно-



Сергей Викторович Брованов

Ученый секретарь
диссертационно-

Максим Александрович Дыбко

20 декабря 2023