

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.04,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 15 сентября 2022 г. протокол № 5

О присуждении Коровину Александру Владимировичу гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Анализ и синтез автономной трехфазной системы электропитания с управлением кватернионом напряжения» по специальности 05.09.03 - «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 07.07.2022 г., протокол № 19, диссертационным советом Д 212.173.04, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования, 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Коровин Александр Владимирович, 19.02.1987 года рождения, в 2010 году соискатель окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств (в пищевой промышленности)», присвоена квалификация инженер. В 2015 году завершил обучение в заочной аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования, Минобрнауки РФ. Работает ассистентом кафедры «Проектирование технологических машин» Федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет». Минобрнауки РФ.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, на кафедре «Проектирование технологических машин».

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

Официальные оппоненты:

Давидов Альберт Оганезович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, Общество с ограниченной ответственностью «Экспериментальная мастерская НаукаСофт», начальник научно-исследовательского отдела;

Пудкова Тамара Валерьевна, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра Общей электротехники, ассистент кафедры.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, **в своем положительном заключении**, подписанном Завьяловым Валерием Михайловичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой электроэнергетических систем автономных станций и утвержденном проректором по научной деятельности Евстигнеевым Максим Павловичем, указала, что «Диссертационная работа Коровина А.В. является законченной научно-

квалификационной работой, в которой содержится новое техническое решение научной задачи, связанной с управлением силовым преобразовательным устройством в составе автономных трехфазных систем генерирования электрической энергии с нормированным качеством выходного напряжения. Диссертация соответствует паспорту специальности в п. 3 и п. 4, а также п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, ее автор, Коровин Александр Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы».

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, из них по теме диссертации 8 работ, из которых 2 опубликованы в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, 4 публикации, отмечены в наукометрических системах «Web of Science» / «Scopus», 2 публикаций в прочих изданиях (в том числе в материалах международных и всероссийских конференций). Авторский вклад в опубликованных работах составляет не менее 75%. Недостоверные сведения в диссертации и опубликованных работах отсутствуют. Объем научных работ – 2,5 п.л.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Электромагнитные процессы в комбинированной системе электроснабжения / С. А. Харитонов, А. С. Харитонов, В. С. Мешалкин, Д. Л. Калужский, А. В. Коровин // Электропитание. – 2022. – № 1. – С. 4–18.

2. Координатные преобразования трехфазных переменных с использованием кватернионов = Coordinate transformations of three-phase variables using quaternions / А. В. Коровин, И. В. Александров. – Текст : непосредственный // Вестник Чувашского университета. – 2022. – № 1 – С. 65–72. DOI 10.47026/1810-1909-2022-1-65-72

Публикация в материалах международных конференций, входящих в базы данных и системы цитирования Scopus / Web of Science:

3. Синтез алгоритма управления автономной системой энергоснабжения с использованием кватернионов = Control design of standalone distribution generation system in quaternion domain / О. В. Нос, А. В. Коровин, С. В. Кучак. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333, № 1. – С. 7–14. DOI 10.18799/24131830/2022/1/3511

4. Quaternion control of four-leg inverter for distribution system with harmonic-producing load / O. V. Nos, A. V. Korovin, N. I. Nos, E. S. Kucher. – Text : electronic // 11 International conference on electrical power drive systems (ICEPDS) : proc., Saint Petersburg, 4–7 Oct 2020. – [S. l.] : IEEE Publ., 2020. – 6 p. DOI 10.1109/ICEPDS47235.2020.9249331

5. Precision radar-station antenna elevation angle electric drive / A. D. Iohimovich, A. V. Korovin, V. V. Pankratov, V. V. Mashinskiy, A. V. Taran // The 15 international conference of young specialists on micro/nanotechnologies and electron devices (EDM 2014) : proc., Altai, Erlagol, 30 June – 4 July 2014. – Novosibirsk : IEEE, 2014. – P. 395-398. DOI: 10.1109/EDM.2014.6882556

6. The development of the direct electric drive system of a radar station antenna / A. D. Iohimovich, A. V. Korovin, V. V. Pankratov // 14 International conference of young specialists on micro/nanotechnologies and electron devices (EDM 2013), Altai, Erlagol, 1–5 July 2013. – Novosibirsk : NSTU, 2013. – P. 300–304.

Публикации в российских изданиях, материалах международных и всероссийских конференций:

7. Следящая система рулевого электропривода на базе СДПМ / А. Д. Иохимович, А. В. Коровин, В. В. Машинский, В. В. Панкратов // 8 международная (19 Всероссийская) конференция по автоматизированному электроприводу. АЭП–2014 = Proceedings of the 8 International (19 All-

Russian) conference on the automatic electric drive, Саранск, 7–9 окт. 2014 г. В 2 т. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – Т. 2. – С. 377-381.

8. Прецизионный электропривод угла места антенны радиолокационной станции / Иохимович А. Д., Коровин А. В., Машинский В. В., Панкратов В. В., Таран А. В. // 8 международная (19 Всероссийская) конференция по автоматизированному электроприводу. АЭП–2014 = Proceedings of the 8 International (19 All-Russian) conference on the automatic electric drive, Саранск, 7–9 окт. 2014 г. В 2 т. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – Т. 2. – С. 382-385.

На диссертацию и автореферат поступили 7 отзывов (все положительные):

1. Отзыв доктор технических наук, профессор отделения электроэнергетики и электротехники Национальный исследовательский Томский политехнический университет Инженерная школа энергетики Однокопылова Георгия Ивановича – замечания связаны с работой в аварийном режиме, не проведен сравнительный анализ с традиционными алгоритмами.

2. Отзыв профессора кафедры «Электропривода и автоматизации промышленных установок» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Виноградова Анатолия Брониславовича – замечания связаны с работой инвертора в режиме короткого замыкания и с не полностью раскрытым преимуществом кватернионов, работы (5...8), напрямую не связанных с темой диссертации.

3. Отзыв доктора технических наук, профессора, ведущего научного сотрудника отдела 170, ФГУП «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи» Мищенко Сергея Евгеньевича – замечания связаны с отсутствием сведения о выигрыше в качестве генерируемого напряжения по сравнению с существующими инверторами и не указана практическая значимость работы.

4. Отзыв кандидата технических наук, руководителя направления АСУТП и комплексных решений департамента высоковольтной преобразовательной техники ООО НПП «ЭКРА» Чубукова Константина Александровича – замечания не рассмотрена структура импедансного Z -инвертора с четвертой стойкой, в векторно-матричной математической модели автономной системы электропитания, описанной на страницах 7-9, не учтено влияние мертвого времени и задержек на включение/выключение силовых ключей.

5. Отзыв доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой общей электротехники Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Шклярского Ярослава Элиевича – замечания не проведен сравнительный анализ с традиционными структурами управления П-, ПИ-, ПИД-регуляторами, не раскрыта функциональное назначение положительной обратной связи токов нагрузки.

6. Отзыв доктора технических наук, профессора, кафедры «Электротехнические комплексы автономных объектов и электрический транспорт», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» Мыщыка Геннадия Сергеевича – замечания, связанные с отсутствием сведений об частоте ШИМ и установленной мощности выходного фильтра относительно мощности нагрузки (с учетом реактивного её характера). Так же отсутствует информация о спектральном составе выходного напряжения 3-х фазного инвертора с 4-й стойкой (до фильтра) при не симметричной нагрузке делает невозможной объективную оценку установленной мощности выходного фильтра

7. Отзыв кандидата технических наук, старшего научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории цифровой трансформации предприятий минерально-сырьевого комплекса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» Непша Федора Сергеевича – замечания не совсем понятна серьезность проблемы низкого качества электроэнергии при использовании традиционных алгоритмов управления автономной системой электропитания, также не ясно насколько хорошо проработана представленная проблема зарубежом.

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

Давидов Альберт Оганезович – доктор технических наук, является крупным специалистом в области разработки, исследования, проектирования и практической реализации электромеханических систем и автономных систем электроснабжения, методов синтеза алгоритмов их управления. Имеет большое количество публикаций по темам близким к диссертационной работе.

Пудкова Тамара Валерьевна – кандидат технических наук, является признанным специалистом в области создания электротехнических комплексов на базе устройств силовой электроники, а также исследования динамических процессов, протекающих в них.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, один из крупнейших научных центров нашей страны известный проводимыми исследованиями по вопросам проектирования, создания и оптимизации структур силовой электроники и их алгоритмов управления, занимающийся моделированием преобразовательной техники и повышением ее энергетической эффективности.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработано алгоритмическое решение управление автономным инвертором напряжения с 4-ой стойкой в системах распределенного электроснабжения малого класса напряжения;

предложены не традиционные математические и имитационные модели автономного инвертора напряжения с 4-ой стойкой с управлением в алгебре кватернионов;

доказана целесообразность применения гиперкомплексного представления трехфазных переменных алгоритмов управления автономной системой электропитания;

введено понятие «система управления автономным инвертором напряжения с управлением кватернионом напряжения».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано что при использовании математического аппарата алгебры кватернионов создается новая концепция построения и организации распределенной системы генерирования, в рамках которой достигается требование бесперебойного электропитания автономных объектов с нормированным качеством и высоким быстродействием;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы коммутационных функций, методы численного и имитационного моделирования, теории энергоэффективности энергетических систем и элементы линейной алгебры;

изложены положения, направленные на разработку математических моделей, с использованием метода коммутационных функций и метода переменных состояний с учетом реализации алгоритма управления трехфазного трехуровневого инвертора напряжения;

раскрыты алгоритмические принципы управления и структурная концепция построения высококачественных быстродействующих трехфазных систем электропитания потребителей произвольного вида в терминах

некоммутативной ассоциативной алгебры кватернионов в автономной конфигурации и при подключении к централизованной распределительной сети;

изучены зависимости между текущими и эталонными значениями трехфазных напряжений нагрузки, содержащие в себе полную информацию обо всех мгновенных отклонениях тока;

проведена модернизация алгоритмов управления автономным инвертором напряжения с четвертой стойкой.

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

разработаны и внедрены: алгоритмы управления автономными системами энергоснабжения в ООО «Энергозапас», а также цифровая система управления электрогенерирующем модулем в ПАО «НПО Алмаз», математические модели и методика проектирования регулятора системы управления автономного инвертора напряжения с четвертой стойкой, которая используется в образовательном процессе Новосибирского государственного технического университета при подготовке студентов направления 11.04.04 - «Электроника и наноэлектроника»;

определены перспективы практического использования результатов диссертационной работы для улучшения энергетических и массогабаритных характеристик систем распределенного электроснабжения мощностью до 30 кВт;

создана система практических рекомендаций по синтезу алгоритмов управления автономного инвертора напряжения с применением алгебры кватернионов;

представлены методические рекомендации по структурно-параметрическому синтезу алгоритмов управления кватернионом напряжения, в рамках которых достигается малое время восстановления заданной мгновенной формы в режимах отработки скачкообразного сброса/наброса или включения/отключения нагрузки произвольного вида.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

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

теория построена на основных положениях теории автоматического регулирования, математического анализа и основ электротехники, известных проверяемых данных и согласуется с авторскими и опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе и обобщении результатов применения полупроводниковых преобразователей в составе распределенных систем генерирования малого класса напряжения;

использованы сравнения авторских данных, полученных с применением разработанных математических и имитационных моделей, которые базируются на использовании метода коммутационных функций и теории переменных состояния;

установлено качественное и количественное совпадение результатов, полученных автором с использованием разработанных математических моделей и имитационных моделей с результатами, полученными при проведении физического эксперимента, эксплуатации опытного образца;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, полученной в результате математического и имитационного моделирования систем электроснабжения с применением алгебры кватернионов и экспериментального исследования.

Личный вклад соискателя состоит в формулировании совместно с руководителем целей и постановке задач исследования, обосновании и разработке методов их решения. Лично соискателем: произведена теоретическая проработка и экспериментальная проверка всех положений диссертационной работы, разработаны математические и имитационные модели алгоритма управления автономным инвертором напряжения с

четвертой стойкой, произведены аналитические исследования специального кватерниона произведения, содержащего в себе полную информацию обо всех мгновенных отклонениях между текущими и эталонными значениями трехфазных напряжений нагрузки, разработан базовый алгоритмический принцип построения трехфазных четырехпроводных систем генерации электрической энергии с использованием математического аппарата алгебры кватернионов, функционирующих в автономном режиме и при подключении к централизованной распределительной сети.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания и вопросы: Что конкретно предлагается для практического использования в результате выполнения данной диссертационной работы? В структурной схеме алгоритма, что из себя представляет блок ТА? В чем выигрыш в быстродействии при применении алгебры кватернионов по сравнению с обычным векторно - матричным преобразованием?

Соискатель Коровин Александр Владимирович ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию: Для практического использования предлагается структурная схема алгоритма и сама методика структурно-параметрического синтеза алгоритма. Блок ТА (тригонометрический анализ) представляет из себя генератор частоты. Выигрыш в быстродействии при применении алгебры кватернионов заключается в том, что при проведении алгоритмических операций микроконтроллером в алгебре кватернионов необходимо 4 переменных, а при векторно-матричном преобразовании 9.

На заседании 15.09.2022 г. диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные решения актуальной научно-технической задачи – повышение энергоэффективности процессов электропитания автономных объектов с нулевым проводом, в том числе однофазных, несимметричных и нелинейных, имеющей существенное значение для

развития страны присудить Коровину Александру Владимировичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту нет человек, проголосовали: за - 18, против - нет, недействительных бюллетеней - 1.

Председатель
диссертационного



Востриков Анатолий Сергеевич

Ученый секретарь
диссертационного

Дыбко Максим Александрович

15.09.2022 г.