

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

**Диссертационный совет:** Д 212.125.07

**Соискатель:** Рошупкин Георгий Вячеславович

**Тема диссертации:** Высокоэффективное зарядное устройство с функцией корректора коэффициента мощности для литий-ионных аккумуляторов.

**Специальность:** 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

**Решение диссертационного совета по результатам публичной защиты диссертации:**

На заседании 24 мая 2022 г. диссертационный совет принял решение: за решение актуальной научно-технической задачи, имеющей значение для развития электротехники – повышение коэффициента полезного действия однофазных преобразователей переменного тока в постоянный, которыми являются однофазные зарядные устройства, а также пересмотр существующих схемотехнических решений, позволяющих уменьшить значение мощности потерь в отдельных узлах различных силовых схем преобразовательной техники, как бортового, так и общепромышленного применения, присудить Рошупкину Георгию Вячеславовичу ученую степень кандидата технических наук.

**Присутствовали:** *председатель диссертационного совета* Пенкин В.Т., *заместитель председателя диссертационного совета* Ковалев К.Л., *учёный секретарь диссертационного совета* Дежин Д.С., члены диссертационного совета: Беспалов В.Я., Бусурин В.И., Вольский С.И., Давидов А.О., Зечихин Б.С., Кириллов В.Ю., Кривилев А.В., Лалабеков В.И., Машуков Е.В., Парафесь С.Г., Шевцов Д.А.

Учёный секретарь диссертационного  
совета Д 212.125.07

Дежин Д.С.

Начальник отдела  
Т.А. Дежин



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.07,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 24 мая 2022 г. № 5

О присуждении **Рощупкину Георгию Вячеславовичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Высокоэффективное зарядное устройство с функцией корректора коэффициента мощности для литий-ионных аккумуляторов» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 4.03.2022 г. (протокол № 2) диссертационным советом Д 212.125.07, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России), 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д. 4, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №105/НК от 11.04.2012 г.

**Соискатель** Рощупкин Георгий Вячеславович 25 января 1994 года рождения.



В 2018 году окончил обучение в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Национальный Исследовательский Университет «МЭИ», г. Москва, по специальности 11.04.04 – «Электроника и наноэлектроника», квалификация — «магистр».

В 2018 году поступил в аспирантуру МАИ кафедры «Микроэлектронные электросистемы» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы». В 2021 году кафедра «Микроэлектронные электросистемы» была объединена с кафедрой «Электроэнергетические, электромеханические и биотехнические системы».

С 2018 года по настоящее время работает в компании ООО «Элманк» техническим руководителем проектов.

С 2021 по совместительству работает в должности инженера на кафедре «Электроэнергетические, электромеханические и биотехнические системы» института №3 – «Системы управления, информатика и электроэнергетика» МАИ.

**Диссертация выполнена** на кафедре «Электроэнергетические, электромеханические и биотехнические системы» института № 3 — «Системы управления, информатика и электроэнергетика» МАИ.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор Шевцов Даниил Андреевич, профессор кафедры «Электроэнергетические, электромеханические и биотехнические системы» института №3 — «Системы управления, информатика и электроэнергетика» МАИ.

**Официальные оппоненты:**

**Лукин Анатолий Владимирович**, доктор технических наук, профессор, генеральный директор ООО «ММП-Ирбис», г. Москва;

**Сорокин Дмитрий Александрович**, кандидат технических наук, начальник технологического отдела ООО «Трансконвертер», г. Москва; дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** — федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный Исследовательский Университет "МЭИ", г. Москва, в своем положительном заключении, рассмотренном, обсужденном и одобренном на заседании НТС кафедры «Электротехнические комплексы автономных объектов и электрический транспорт» НИУ «МЭИ», протокол № 04/12 от 17 марта 2022 года, подписанном заведующим кафедрой, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником Румянцевым М.Ю., доктором технических наук, профессором Мыщыком Г.С., ученым секретарем кафедры, кандидатом технических наук, доцентом Останиным С.Ю. и утвержденном проректором по научной работе доктором технических наук, профессором Драгуновым В.К., указала, что диссертация Рощупкина Г.В. «Высокоэффективное зарядное устройство с функцией корректора коэффициента мощности для литий-ионных аккумуляторов» представляет собой завершённую поисковую научно-исследовательскую работу, содержащую решение актуальной задачи в области проектирования полупроводниковых преобразователей нового класса зарядных устройств. В ней представлены результаты создания первой версии информационно-методического обеспечения, которое необходимо для последующего этапа системного проектирования зарядных устройств. Она соответствует в пунктах 1-3 паспорту специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы». Автореферат отражает основное содержание диссертационной работы.

Диссертационная работа соответствует пунктам 9-12 требований «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ (№ 842, от 24 сентября 2013 г., редакция от 11.09.2021), а автор Г.В. Рощупкин заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

**Соискатель имеет 11 (одиннадцать) научных публикаций** по теме диссертации, в том числе 1 (одну) публикацию в издании, входящем в



международные системы цитирования «Scopus» и «WoS», 7 (семь) работ опубликованы в изданиях, рекомендуемых Высшей Аттестационной Комиссией РФ для публикаций результатов диссертационных исследований. Большинство работ опубликованы в соавторстве, при этом вклад соискателя был определяющим, а опубликованные результаты получены либо лично соискателем, либо при непосредственном участии соискателя. Количество опубликованных работ без соавторов — 2 (две). Результаты диссертации были изложены в материалах 3 (трех) докладов на международных научно-технических конференциях.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **Рощупкин Г.В., Шевцов Д.А., Благинин Д.В.** Повышение энергоэффективности однофазного корректора коэффициента мощности. Статья. // Практическая силовая электроника. – М.: 2021, №2(82) с. 8-11.
2. **Рощупкин Г.В.** Формирователи траектории переключения для однофазного корректора коэффициента мощности. Статья. // Практическая силовая электроника. – М.: 2020, №4(80) - с. 20-28.
3. **Рощупкин Г.В., Шевцов Д.А., Калимуллин А.М.** Методика расчета дроссель-трансформатора для статических преобразователей. Статья. // Практическая силовая электроника. – М.: 2020, №1(77) – с. 22-28.
4. **Рощупкин Г.В., Шевцов Д.А., Новиков М.А.** Анализ энергоэффективности корректоров коэффициента мощности в автономных системах питания с широким диапазоном входного напряжения. Статья. // Практическая силовая электроника. – М.: 2019, №2(74) – с. 26-33.

В работе [1] разработана и представлена схема универсального синхронного выпрямителя, позволяющая существенно уменьшить значение статической составляющей мощности потерь в однофазном корректоре коэффициента мощности. Описаны преимущества схемы по сравнению с существующими зарубежными. Относительная простота предложенного авторского решения позволяет использовать отечественную компонентную базу.

В работе [2] предложены различные структуры формирователей траектории переключения силовым транзисторным ключом, позволяющие существенно уменьшить значение динамической составляющей мощности потерь. Разработаны авторские структуры формирователей траектории переключения, а также описаны их достоинства и недостатки. Представлены результаты имитационного компьютерного моделирования, подтверждающие заявленные тезисы.

В работе [3] на основании фундаментальных физических законов: закон сохранения энергии; закон электромагнитной индукции Фарадея разработана методика расчета и проектирования дроссель – трансформаторов для конкретного преобразователя. Разработанная методика расчета позволяет рассчитать дроссель-трансформаторы для двухтактного обратно-прямоходового преобразователя постоянного напряжения в режиме разрывных и безразрывных токов. Создана аппаратная реализация фазной широтно-импульсной модуляции, как наиболее эффективный способ управления рассматриваемого преобразователя. Представлен числовой расчет для конкретного случая.

В работе [4] предложено использование корректоров коэффициента мощности с двухполярным выходным напряжением в системах с широким диапазоном изменения входного напряжения. Разработана методика расчета мощности потерь в силовых транзисторах, работающих в корректоре коэффициента мощности с переменной частотой коммутации. Аналитически доказано, что применение корректора коэффициента мощности с двухполярным выходным напряжением наиболее актуально в системах ветроэнергетики.

В диссертации отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах.

**На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы (все отзывы — положительные).**



**Отзыв на диссертацию ведущей организации** — федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный Исследовательский Университет "МЭИ"».

Отзыв утвержден проректором по научной работе, доктором технических наук, профессором Драгуновым В.К.

В отзыве подчеркивается, что представленная работа является одной из первых в этом направлении (в классе зарядного устройства) и поэтому не свободна от следующих замечаний.

В замечаниях по диссертационной работе указано на: не совсем корректное применение устоявшихся терминов, также отмечено, что в диссертационной работе не удалось обнаружить результаты исследования характеристик вход-выход однофазного выпрямителя с корректором коэффициента мощности в функции его параметров: индуктивности, тактовой частоты и ёмкости выходного конденсатора, а также, соответственно, их взаимосвязей с выходными параметрами зарядного устройства. Также отмечено, что недостаточно подробно объясняется применение выведенной графической зависимости коэффициента мощности и коэффициента гармоник от мощности, а также других параметров. Отмечено, что с учетом применения моточных элементов с заявленными параметрами в диссертационной работе, выигрыш по массе трансформатора может не дать выигрыша по массе зарядного устройства в целом из-за необходимости введения средств охлаждения. В замечаниях также отметили, что в диссертационной работе не до конца обосновано использование двух дроссель-трансформаторов.

Отмечено, что, в конечном счёте, сделанные замечания по диссертационной работе не ставят под сомнение основные, полученные соискателем при разработке зарядного устройства научные и практические результаты. Диссертационная работа Рощупкина Георгия Вячеславовича представляет собой завершённую поисковую научно-исследовательскую работу, содержащую решение актуальной задачи в области проектирования полупроводниковых преобразователей достаточно нового класса – зарядных

устройств. Она соответствует специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Отмечено, что Диссертационная работа «Высокоэффективное зарядное устройство с функцией корректора коэффициента мощности для литий-ионных аккумуляторов» по своему содержанию и полученным результатам удовлетворяет требованиям пунктов 9-12 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Рошупкин Г.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

**Отзыв на диссертацию официального оппонента Лукина Анатолия Владимировича**, доктора технических наук, профессора, генерального директора ООО «ММП-Ирбис».

Отзыв на диссертационную работу заверен главным инженером М.Ю. Кастровым.

В замечаниях по диссертационной работе указано, что выводы, касательно общих потерь в дросселях постоянного и переменного тока вызывают сомнения, так как не учтены потери в меди; указано, что при сравнении мощностей потерь в различных ключах синхронного выпрямителя корректнее учитывать температурную зависимость сопротивления открытого канала и учитывать потери в затворной емкости, также отмечено, что в методике расчета дроссель-трансформатора, почему-то не учитывается зависимость индукции насыщения  $B_s$  от температуры; отмечено, что при рассмотрении мягкого переключения транзисторов необходимо учитывать дополнительные потери в цепях резонансного контура, которые могут быть соизмеримы со снимаемыми потерями с силового ключа; также отмечается, что в работе используется не совсем общепринятая терминология и в диссертационной работе есть ряд опечаток и орфографических ошибок.

При этом отмечено, что несмотря на все замечания, диссертационная работа Рошупкина Георгия Вячеславовича представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, содержащую решение актуальных задач в



области проектирования полупроводниковых преобразователей. Данная работа соответствует специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», а автореферат отражает основное содержание диссертационной работы.

Сделаны выводы о том, что диссертационная работа «Высокоэффективное зарядное устройство с функцией корректора коэффициента мощности для литий-ионных аккумуляторов» по своему содержанию и полученным результатам удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Рощупкин Г.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

**Отзыв на диссертацию официального оппонента Сорокина Дмитрия Александровича**, кандидата технических наук, начальника технологического отдела ООО «Трансконвертер».

Отзыв на диссертационную работу завершен генеральным директором ООО «Трансконвертер», доктором технических наук, профессором Вольским Сергеем Иосифовичем.

В замечаниях по диссертационной работе указано, что автором не рассматривается общеизвестный способ повышения энергоэффективности в качестве применения высокочастотного синхронного выпрямителя на вторичной стороне преобразователя, также отмечается, что автором предлагается методика расчета параметров элементов для обеспечения мягкого переключения транзисторов в преобразователе постоянного напряжения, но указываются не все параметры. В диссертационной работе не говорится, какие драйверы используются при использовании формирователей траектории переключения транзисторных ключей. Отмечается, что автору необходимо дать комментарии о применении предложенных способов симметрирования выходного напряжения в корректорах коэффициента мощности с двухполярным выходным напряжением, а также силовых каскадах и алгоритмах управления корректоров коэффициента мощности для трехфазных

сетей. Также подчеркивается, что недостаточно подробно обосновываются преимущества использования классической схемы корректора коэффициента мощности относительно альтернативной схемы.

При этом отмечается, что вышеперечисленные замечания не оказывают существенного влияния на научную и практическую ценность представленной диссертационной работы.

Сделаны выводы о том, что по содержанию, новизне, ценности и практической значимости полученных новых научных и практических результатов, обоснованности сформулированных научных положений, представленная диссертационная работа полностью соответствует специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» и требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Рощупкин Георгий Вячеславович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Отзыв на автореферат диссертации **ООО «Центр разработки «Фарадей» (г. Москва)** генерального директора, кандидата технических наук, Смирнова А.Н. содержит замечания:

- 1) в автореферате не указано, какие типы литий-ионных аккумуляторных батарей рассматривались в качестве нагрузок и какие можно использовать;
- 2) отсутствует описание работы однофазного зарядного устройства в случае подключения глубоко разряженной аккумуляторной батареи;
- 3) не указано как изменяется статическая составляющая мощности потерь при использовании предложенного формирователь траектории переключения силового транзистора в однофазном корректоре коэффициента мощности.

Отзыв на автореферат диссертации **ООО «Парус электро» (г. Москва)** генерального директора Хлебникова Владимира Николаевича содержит замечания:

- 1) одним из достоинств схемотехнической реализации универсального синхронного выпрямителя является возможность реализации на отечественной



компонентной базе, рассматривалась ли возможность реализовать все ЗУ на отечественной компонентной базе;

2) в автореферате не указано, рассматривал ли автор работу с системой BMS (Battery Management System) или в рамках исследований была лишь силовая преобразовательная часть.

Отзыв на автореферат диссертации **ООО «Элманк» (г. Смоленск)** составленный и подписанный генеральным директором, кандидатом технических наук, доцентом ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» Новиковым Михаилом Александровичем содержит замечания:

1) в автореферате не представлены результаты сравнения достоинств и недостатков рассматриваемых топологий однофазных корректоров коэффициента мощности;

2) одним из известных способов повышения энергоэффективности на вторичной стороне DC-DC преобразователей является применение силовых транзисторов с малым значением сопротивления открытого канала вместо силовых диодов. Однако из автореферата не понятно, рассматривал ли соискатель данный способ, так как на рисунке 16 автореферата показаны диоды на вторичной стороне.

Отзыв на автореферат диссертации профессора кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» **ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (г. Казань)**, доктора технических наук, доцента Грачевой Елены Ивановны, содержит замечания:

1) не указано, оценивалась ли погрешность компьютерного моделирования алгоритмов управления – рис. 12 и рис. 13.

2) требуется пояснить, чем обусловлен выбор диапазона номинальной мощности устройства полученных зависимостей на рис. 20.

Отзыв на автореферат диссертации составленный и подписанный заведующим кафедрой электроники и микропроцессорной техники **Филиала ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»** в г.

**Смоленске**, доктором технических наук, доцентом, Якименко Игорем Владимировичем содержит следующие замечания.

1) В тексте автореферата приводится модель предложенного автором сетевого синхронного выпрямителя и производится аналитический расчет мощности потерь в выпрямителе при активной нагрузке. Из текста автореферата неясно, как изменится мощность потерь в выпрямителе при работе на активно-емкостную и активно-индуктивную нагрузку. Также не раскрыт вопрос, как изменится мощность потерь в предложенной топологии при использовании в качестве нагрузки выпрямителя корректора коэффициента мощности с высокочастотной модуляцией входного тока.

2) Недостаточно подробно описан принцип работы предложенного двухтактного обратно-прямоходового преобразователя, не раскрыты особенности конструкции трансформатора и не приведены траектории перемагничивания сердечника

В отзыв на автореферат диссертации составленный и подписанный профессором кафедры электронной инженерии **ФГБОУ ВО «Уфимского государственного авиационного технического университета» (г. Уфа)**, доктором технических наук, профессором Фетисовым Владимиром Станиславовичем отмечено, что «серьезных замечаний принципиального характера по работе нет, а к недостаткам представления можно отнести отсутствие четкого соответствия между пунктами поставленных задач (раздела «Цели и задачи работы») и пунктами полученных результатов, приведенных в Заключение. Это делает несколько затруднительным понимание того, насколько полно выполнены поставленные задачи».

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается их высокой научной и практической компетентностью в области электротехнических комплексов и систем в предметной области диссертационного исследования, что подтверждается публикациями в научных изданиях. Оппоненты являются сотрудниками разных организаций и не имеют совместных публикаций с соискателем.



Выбор Лукина А.В., доктора технических наук, профессора, в качестве официального оппонента обосновывается его широкой известностью и профессиональной компетентностью в вопросах разработки преобразователей электроэнергии и электротехнических комплексов и систем. За последние 5 лет Лукиным А.В. опубликовано в рецензируемых международных и отечественных журналах 3 статьи по профилю диссертации.

Выбор Сорокина Д.А., кандидата технических наук по специальности «Электротехнические комплексы и системы», в качестве официального оппонента обосновывается его большим практическим опытом в области разработки и создания различных преобразователей электрической энергии. За последние 5 лет Сорокиным А.В. опубликовано в рецензируемых международных и отечественных журналах 6 статей по профилю диссертации.

Выбор ведущей организации — федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный Исследовательский Университет «МЭИ», обусловлен ее достижениями в области разработки различных преобразователей электрической энергии и их систем управления. Специалисты ведущей организации осуществляют прикладные исследования и научно-исследовательские работы в области разработки и создания электротехнических комплексов и систем, что подтверждается публикациями по теме диссертации.

**В дискуссии приняли участие** члены диссертационного совета: д. техн. наук Александр Владимирович Кривилев, д. техн. наук, ст. научный сотрудник Константин Львович Ковалев, д. техн. наук, ст. научный сотрудник Альберт Оганезович Давидов.

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

– разработана и исследована новая топология высокоэффективного формирователя низкоэнергетической траектории переключения силового транзи-

сторного ключа в однофазном корректоре коэффициента мощности, позволяющая повысить энергоэффективность системы;

- предложена методика расчета дроссель-трансформатора для двухтактных обратно-прямоходовых силовых каскадов, включающая в себя электрический, энергетический и тепловой расчет;

- систематизированы основные критерии выбора значения емкости буферного конденсатора между силовыми каскадами зарядного устройства, а также получена графическая зависимость значения емкости от мощности зарядного устройства;

- разработан способ уменьшения динамической мощности потерь в мостовом двухтактном обратно-прямоходовом преобразователе постоянного напряжения, работающего в режиме мягкой коммутации в широком диапазоне выходного тока.

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

- предложен алгоритм проектирования однофазных высокоэффективных зарядных устройств с функции корректора коэффициента мощности для литий-ионных аккумуляторных батарей;

- представлены и изучены зависимости коэффициента мощности и коэффициента гармоник от величины преобразуемой мощности для однофазной сети переменного тока;

- предложены критерии сравнения силовых каскадов однофазных корректоров коэффициента мощности с однополярным и двухполярным выходным напряжением;

- проведен анализ функциональных схем различных систем управления по основным коэффициентам качества потребляемого тока;

- разработана система управления с фазной широтно-импульсной модуляцией с подчиненным регулированием по току;

- разработана имитационно-компьютерная модель мостового преобразователя постоянного напряжения с дроссель-трансформаторами в комплексе с



системой управления фазной широтно-импульсной модуляции с подчиненным регулированием по току;

- изучены и описаны процессы в силовой схеме двухтактного обратно-прямоходового преобразователя постоянного напряжения;

- предложена методика расчета дроссель-трансформатора, позволяющая провести расчет магнитопровода и параметров обмотки в полном диапазоне мощностей схемы;

- эффективно использованы предложенные методы повышения энергоэффективности однофазного корректора коэффициента мощности.

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

- представлены результаты анализа алгоритмов управления различными топологиями силовых каскадов однофазных корректоров коэффициента мощности по следующим критериям: коэффициент мощности, коэффициент гармоник, коэффициент искажения, коэффициент формы, коэффициент амплитуды, которые могут использоваться для упрощения выбора топологии и алгоритма работы однофазного корректора коэффициента мощности на ранних этапах разработки;

- разработаны и применены методы симметрирования выходного напряжения «независимой стабилизации выходных каналов» и «ведущий – ведомый» в однофазных корректорах коэффициента мощности с двухполярным выходным напряжением при несимметричной нагрузке и показана их работоспособность;

- создана аппаратная реализация системы управления фазной широтно-импульсной модуляции с подчиненным регулированием по току, обеспечивающая симметричный режим работы силового каскада двухтактного обратно-прямоходового преобразователя постоянного напряжения с дроссель-трансформаторами;

- применены перекрестные связи в предложенной аппаратной реализации системы управления фазной широтно-импульсной модуляции позволяющие ис-

ключить проблему логических гонок и состязаний, а также проблему сквозного тока;

– разработана схемотехническая реализация универсального синхронного сетевого выпрямителя, обладающая меньшим значением мощности потерь по сравнению с диодным сетевым выпрямителем, а также имеющая возможность быть реализованным на отечественной компонентной базе;

– спроектирован и изготовлен макетный образец однофазного зарядного устройства на основе однофазного корректора коэффициента мощности с однополярным выходным напряжением и дросселем постоянного тока и на основе преобразователя постоянного напряжения, построенного по мостовой двухтактной обратно-прямоходовой структуре с выходным напряжением 24... 32 В;

– результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс кафедры «Электроэнергетические, электромеханические и биотехнические системы» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» и используются в материалах лекций и практических занятиях по дисциплинам «Силовая электроника» и «Статические преобразователи энергии систем электроснабжения летательных аппаратов», что подтверждается актом №11/12 от 31 марта 2021 г;

– результаты диссертационной работы используются в ООО «Парус электро», в частности при разработке линейки источника бесперебойного питания номинальной мощностью 6 кВт, что подтверждается актом от 15 апреля 2021 г;

– результаты диссертационной работы используются в разработках ООО «РЭСТАР». В частности, при разработке и проектировании синхронного генератора для демонстратора системы электроснабжения более электрического самолета, что подтверждается актом №2 от 8 апреля 2021 г;

– результаты диссертационной работы внедрены на предприятии ООО «Трансконвертер». В частности, при проектировании автоматического мно-



гофункционального устройства контроля и заряда аккумуляторной батареи ЗУ 400/48, что подтверждается актом №4/04-2021 от 19 апреля 2021 г;

– результаты диссертационной работы использовались в рамках договора НИОКР №08-2020/3 «Разработка линейки зарядных устройств для литий-ионных аккумуляторов клининговой техники» выполненного ООО «Элманк» по заказу ООО «Клин Пауэр», что подтверждается актом №04-21-01 от 12 апреля 2021 г.

#### **Оценка результатов достоверности результатов выявила:**

– корректное использование математического аппарата, методов теоретической электротехники, методов теории электрических линейных и нелинейных цепей, методов математического анализа, теории автоматического управления и основ электроники, используемых при разработке и анализе высокоэффективного зарядного устройства;

– использование апробированного, общепризнанного в профессиональной среде и широко применяемого программного обеспечения OrCAD (PSPice);

– верификацию результатов полученных путем аналитических расчетов, математических, физических и имитационно компьютерных моделей, а также в ходе экспериментальных методов исследования.

#### **Личный вклад соискателя состоит в:**

– разработке алгоритма проектирования однофазных высокоэффективных зарядных устройств с функции корректора коэффициента мощности для литий-ионных аккумуляторных батарей, позволяющий упростить начальный этап проектирования;

– разработке универсального синхронного выпрямителя;

– создании классификации силовых каскадов однофазных корректоров коэффициента мощности с однополярным и двухполярным выходным напряжением;

– разработке способов повышения энергоэффективности в однофазных корректорах коэффициента мощности с однополярным выходным напряжением;

– получении аналитических выражений для расчета обвязки элементов в формирователе траектории переключения силового транзистора;

– описании различных алгоритмов управления однофазных корректоров коэффициента мощности;

– проведении натуральных экспериментов с макетом однофазного высокоэффективного зарядного устройства с функцией корректора коэффициента мощности для литий-ионных аккумуляторов;

– подготовке основных публикаций по работе и личном участии в конференциях по тематике исследований.

В ходе защиты диссертации **не было высказано критических замечаний**, которые ставили бы под сомнение обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизну.

Соискатель Рощупкин Г. В. ответил обстоятельно и аргументированно на все заданные ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 24 мая 2022 г. **диссертационный совет принял решение:** за решение актуальной научно-технической задачи, имеющей значение для развития электротехники – повышение коэффициента полезного действия однофазных преобразователей переменного тока в постоянный, которыми являются однофазные зарядные устройства, а также пересмотр существующих схемотехнических решений, позволяющих уменьшить значение мощности потерь в отдельных узлах различных силовых схем преобразовательной техники, как бортового, так и общепромышленного применения, присудить Рощупкину Георгию Вячеславовичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.09.03



«Электротехнические комплексы и системы», участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 (ноль) человек, проголосовали: за – 14, против – 0 (нет), недействительных бюллетеней – 0 (нет).

Председатель

диссертационного совета Д 212.125.07

д. техн. наук, ст. научный сотрудник

В.Т. Пенкин

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.125.07

канд. техн. наук, доцент

Д.С. Дежин

26.05.2022 г.

Начальник УДС МАИ

Т.А.

