

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: Д 212.125.07

Соискатель: Жегов Николай Алексеевич

Тема диссертации: Исследование и разработка обратимых вторичных источников электропитания с трансформаторным звеном высокой частоты для космических электроэнергетических комплексов.

Специальность: 05.09.03 - «Электротехнические комплексы и системы»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании диссертационного совета 21 декабря 2017 года было принято решение о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует паспорту специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы» и удовлетворяет критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Жегову Николаю Алексеевичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета д.т.н. Пенкин В.Т., ученый секретарь диссертационного совета к.т.н. Степанов В.С., члены диссертационного совета: д.т.н. Ковалев К.Л., д.т.н. Самсонович С.Л., д.т.н. Беспалов В.Я., д.т.н. Вышков Ю.Д., д.т.н. Ермаков С.А., д.т.н. Зечихин Б.С., д.т.н. Кириллов В.Ю., д.т.н. Копылов С.И., д.т.н. Кривилев А.В., д.т.н. Лохнин В.В., д.т.н. Машуков Е.В., д.т.н. Мельников В.Е., д.т.н. Парафесь С.Г., д.т.н. Резников С.Б., д.т.н. Шевцов Д.А., д.т.н. Оболенский Ю.Г.

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 212.125.07

Степанов В.С.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.07 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета № 10 от 21.12.17

О присуждении Жегову Николаю Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование и разработка обратимых вторичных источников электропитания с трансформаторным звеном высокой частоты для космических электроэнергетических комплексов» в виде рукописи по специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 20 октября 2017 года, протокол № 4, диссертационным советом Д 212.125.07 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), 125993, Российская Федерация, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д.4, утвержден приказом Минобрнауки России 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Жегов Николай Алексеевич, 1985 года рождения, гражданин Российской Федерации, в 2010 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по специальности «Управляющие, пилотажно-навигационные и электроэнергетические комплексы летательных аппаратов».

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на кафедре 309 «Теоретическая электротехника». В период подготовки диссертации соискатель обучался в заочной аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по вышеназванной кафедре, окончил обучение в заочной аспирантуре в 2015 году. В настоящее время работает ведущим инженером в ФГУП МОКБ «Марс».

Научный руководитель — доктор технических наук **Резников Станислав Борисович**, профессор, профессор кафедры 309 «Теоретическая электротехника» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

1. **Саенко Владимир Степанович**, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, начальник учебно-исследовательской лаборатории функциональной безопасности космических аппаратов и систем Московского института электроники и математики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»;

2. **Коняхин Сергей Федорович**, гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, главный конструктор систем преобразования электроэнергии – заместитель главного конструктора акционерного общества «Аэроэлектромаш»; дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация акционерное общество «Научно-производственное объединение им С.А. Лавочкина» в своем положительном отзыве (заседание НТС №550 от 01.12.17 протокол № 550-7-17), утвержденном

кандидатом технических наук, заместителем генерального директора-генеральным конструктором Ширшаковым А.Е., составленном помощником генерального директора по науке, доктором технических наук, профессором Ефановым В.В., указала, что диссертационная работа «Исследование и разработка обратимых вторичных источников электропитания с трансформаторным звеном высокой частоты для космических электроэнергетических комплексов» полностью соответствует требованиям пп. 9, 10 «Положение о присуждении ученых степеней», а ее автор, Жегов Николай Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 — «Электротехнические комплексы и системы».

Соискатель имеет 13 опубликованных работ по теме диссертации, из них 8 статей опубликованы в журналах, входящих в утвержденный ВАК РФ перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации. Все работы опубликованы в соавторстве, в этих работах результаты получены при непосредственном участии автора диссертационной работы. Соискатель имеет 3 полученных патента РФ на полезную модель.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1 С.Б. Резников, И.А. Харченко, К.Н. Храмцов, Н.А. Жегов. Резервно-аккумуляторный источник бесперебойного питания для авиакосмических транспортных электроэнергетических комплексов. Авиакосмическое приборостроение №3, 2017г.

2 С.Б. Резников, И.А. Харченко, К.Н. Храмцов, Н.А. Жегов. Повышение удельной мощности и технологичности и расширение функций авиабортных зарядно-аккумуляторных устройств. Практическая силовая электроника №1, 2017г.

3 Н.А. Жегов, В.Ю. Кириллов. Исследование восприимчивости бортовых кабелей космического аппарата к электромагнитным помехам в СВЧ диапазоне. Труды МАИ, №59, 2012г.

4 В.Ю. Кириллов, Н.А. Жегов, А.В. Клыков, М.М. Томилин. Сравнение расчётных и экспериментальных частотных характеристик эффективности экранирования бортовых кабелей летательных аппаратов. Вестник Московского авиационного института, №4, 2015г.

5 В.Ю. Кириллов, А.В. Клыков, Н.А. Жегов, В.Х. Нгуен, М.М. Томилин. Исследование частотных характеристик моделей сопротивлений связи бортовых кабелей летательных аппаратов. Труды МАИ, №75, 2014г.

6 С.Б. Резников, И.А. Харченко, М.В. Марченко, Н.А. Жегов. Трансформаторные многофункциональные импульсные преобразователи для бортовых авиакосмических источников питания. Вестник Московского авиационного института, №1, 2017г.

7 М.В. Марченко, В.Ю. Кириллов, Н.А. Жегов, А.В. Клыков, М.М. Томилин. Сравнение методов исследования экранирования бортовых кабелей летательных аппаратов. Технологии ЭМС, №1, 2015г.

8 С.Б. Резников, д.т.н., И.А. Харченко, к.т.н., К.Н. Храмцов, Н.А. Жегов. Источник бесперебойного питания для авиакосмических и наземно-транспортных электроэнергетических комплексов. Электроника и электрооборудование транспорта, №4, 2017г.

Патенты РФ на полезную модель:

9 Резников С.Б., Жегов Н.А., Марченко М.В., Харченко И.А. Трансформаторный импульсный преобразователь. Патент на полезную модель № 167948 от 16.09.2016г.

10 Резников С.Б., Жегов Н.А., Марченко М.В., Харченко И.А. Двухтактный трансформаторный импульсный преобразователь. Патент на полезную модель № 174024 от 21.12.16.

11 Резников С.Б., Жегов Н.А., Марченко М.В., Харченко И.А. Импульсный преобразователь напряжения. Патент на полезную модель № 172182. от 21.12.2016г.

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и представлялись на следующих конференциях:

— II Ежегодной всероссийской научно-технической конференции «Технологии, измерения и испытания в области электромагнитной совместимости» — «ТехноЭМС 2015»

— Международной молодёжной научной конференции 2015 г. «XLI Гагаринские чтения»

На автореферат и диссертацию поступило 10 отзывов (все отзывы положительные):

Отзыв официального оппонента Саенко Владимира Степановича, гражданина Российской Федерации, доктора технических наук, профессора, начальника учебно-исследовательской лаборатории функциональной безопасности космических аппаратов и систем Московского института электроники и математики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (123458, г. Москва, ул. Таллинская, д. 34).

Отзыв положительный. Замечания следующие.

1. В выводах главы 1 отсутствуют конкретные сведения в виде таблиц сравнения, содержащих характеристики различных ВИЭП из которых следует необходимость постановки настоящей работы.

2. В Заключении (стр. 81) п.1 "Предложен способ совмещения...позволяющий улучшить массоэнергетические характеристики..." Цифры, характеризующие улучшение массоэнергетических характеристик, отсутствуют.

3. В Заключении (стр. 81) п. 2 "Предложен метод использования токозамыкающих пауз... позволяющий повысить КПД трансреактора..." Цифры характеризующие повышение КПД отсутствуют.

4. В Заключении (стр. 81) п. 5 "Разработаны рекомендации к проектированию обратимых ВИЭП с повышенной массоэнергетической и надёжностной характеристиками" На сколько повышены характеристики и относительно чего - непонятно.

Отзыв официального оппонента Коняхина Сергея Федоровича, гражданина Российской Федерации, кандидата технических наук, главного конструктора систем преобразования электроэнергии – заместителя главного конструктора акционерного общества «Аэроэлектромаш» (127015, г. Москва, ул. Большая Новодмитровская, д. 12).

Отзыв положительный. Замечания следующие:

1. Недостаточно подробно описано каким образом улучшаются массоэнергетические характеристики (удельная мощность и КПД) благодаря совмещению двух импульсных преобразований.

2. Недостаточно подробно описано «дуальное» управление в частности по каналу ограничения полного потокосцепления трансреактора.

3. Не раскрыты заявленные достоинства схмотехнических решений по отношению к предлагаемой модульно-масштабируемой архитектуре преобразования.

4. Слабо отражена специфика, отраженная в названии диссертации космические электроэнергетические комплексы.

5. Диссертационная работа содержит ряд стилистических ошибок и не свободна от недочетов в оформлении графических материалов.

Отзыв ведущей организации акционерное общество научно-производственное объединение им С.А. Лавочкина (заседание НТС №550 от 01.12.17 протокол № 550-7-17), утвержденный кандидатом технических наук, заместителем генерального директора-генеральным конструктором Ширшаковым А.Е., составленный помощником генерального директора по науке, доктором технических наук, профессором Ефановым В.В. (141402, Московская область, г. Химки, Ленинградская ул., д. 24,)

Отзыв положительный. Замечания следующие:

1. В работе недостаточно развернуто описано применения «дуального» управления обратимым преобразователем на схмотехническом уровне (токо-замыкающие паузы для ограничения потокосцепления трансреактора).

2. Данная работа посвящена обратимым вторичным источникам электропитания, однако мало внимания уделено раскрытию термина обратимости и связанного с ним улучшения устройства.

3. В первой главе диссертационной работы был проведен анализ существующих обратимых вторичных источников электропитания, однако результаты анализа в виде таблицы отсутствуют.

Отзыв на автореферат федерального государственного унитарного предприятия «Московское опытно-конструкторское бюро МАРС» (127473, г. Москва, 1-й Щемилловский пер., д. 16), составленный кандидатом технических наук, начальником отдела ФГУП «МОКБ «МАРС» Марченко М.В.

Отзыв положительный, замечания следующие:

1. В третьей главе автореферата не представлены графики выходного напряжения преобразователей.

2. В автореферате недостаточно подробно описаны преимущества двунаправленности вторичных преобразователей.

3. Не понятен смысл расчета надежности для трех групп применения.

Отзыв на автореферат публичного акционерного общества «Научно-производственное объединение «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина» (125190, Москва, Ленинградский проспект, д. 80, корп. 16), составленный ведущим инженером отдела КБ-316 НТЦ-2, Сушковой Н.С. и утвержденный зам. начальника Научно-образовательного центра, доктором технических наук, профессором Алдошиным В.М.

Отзыв положительный, Замечания следующие:

1. Одним из наиболее важных результатов автора является имитационно-компьютерное моделирование обратимых вторичных источников электропитания, в то же время в тексте автореферата (глава 3) процедура моделирования подробно не описана;

2. К сожалению, в заключении автореферата не приведены рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

Отзыв на автореферат акционерного общества «Государственный научно-исследовательский институт приборостроения» (129226, г. Москва, проспект Мира, 125), составленный кандидатом технических наук Манбековым Д.Р.

Отзыв положительный. Замечания следующие:

1. Недостаточно подробно описан способ сочленения блоков имитационных, а также расчетно-вычислительных компьютерных моделей импульсных модуляторов-демодуляторов с трансформаторно-гальванической развязкой путем введения емкостно-резистивных «квазизвеньев» для согласования внешних токов.

2. Недостаточно подробно описано «обратная связь» управление преобразователем.

3. Недостаточно полное раскрытие содержания третьей главы в автореферате не дает возможности оценить результаты проведенного моделирования.

4. Недостаточно внимания уделено электромагнитной совместимости.

Отзыв на автореферат акционерного общества «Технодинамика» (105318 Москва, ул. Ибрагимова, д.29), составленный кандидатом технических наук, главным конструктором ДСЭС ЦП АО «Технодинамика» Калием В.А.

Отзыв положительный. Замечания следующие:

1. Указано, что в главе 1 представлен анализ существующих обратимых вторичных источников электропитания, однако результаты анализа не приведены.

2. В автореферате недостаточно полно раскрыто содержание главы 3.

3. В автореферате встречается множество аббревиатур.

4. Судя по тексту автореферата, в работе недостаточно освещены особенности применения элементной базы (в частности отечественного производства) для построения преобразователей авиакосмического назначения по предлагаемым схмотехническим решениям.

5. В тексте автореферата автор говорит об улучшении массоэнергетических характеристик преобразователей, однако количественная оценка улучшенных параметров не приводится.

Отзыв на автореферат публичного акционерного общества «Ракетно-космическая Корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва». (141070, Россия, Московская обл., г. Королев, ул. Ленина, д. 4А), составленный доктором технических наук, начальником отдела ПАО «РКК «Энергия» Балакиным С.В. и кандидатом технических наук, ведущим научным сотрудником ПАО «РКК «Энергия» Федоровым В.И.

Отзыв положительный. Замечания следующие:

1. В автореферате не указано, на сколько качественно (в процентном отношении) были улучшены массоэнергетические и надежность характеристики вновь разработанных технических решений по отношению к прототипам.

2. Не подтверждены результаты имитационно-компьютерного моделирования схмотехнических решений результатами макетно-экспериментальных исследований образцов вторичных источников питания.

Отзыв на автореферат Новосибирского государственного технического университета (630073, Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20), составленный доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «электроники и электротехники» Харитоновым С.А. и кандидатом технических наук, доцентом кафедры «электроники и электротехники» Волковым А.Г.

Отзыв положительный. Замечания следующие:

1. Анализ массоэнергетических характеристик включает в себя только анализ удельной мощности и коэффициента полезного действия.

2. В тексте автореферата не удалось найти сравнение рассчитанных массоэнергетических и надежность характеристик со схемами-аналогами.

3. Достаточно большая погрешность полученных результатов моделирования относительно результатов исследования макетного лабораторного образца говорит о необходимости пересмотра принятых допущений.

4. На Рис. 15 осциллограмма тока в левой части схемы в установившемся режиме начинается с начала координат (0 микросекунд).

Отзыв на автореферат акционерного общества «ОКБ «Аэрокосмические системы» (141983, Московская область, г. Дубна, ул. Программистов, 4,), составленный кандидатом технических наук, заместителем начальника отдела ВВФФИ Клыковым А.В.

Отзыв положительный. Замечания следующие:

1. В диссертации имеются неточности формулировок и терминов несоответствующие ГОСТ 23413-79 «Средства вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры. Термины и определения».

2. В диссертации говорится о новых схемотехнических решениях в области обратимых ИВЭП с улучшенными массоэнергетическими характеристиками, однако качественного сравнения с существующими аналогами в автореферате не приводится.

3. В диссертации недостаточно подробно описаны преимущества модульно-масштабируемой архитектуры обратимых ИВЭП.

В дискуссии приняли участие:

Председатель диссертационного совета д.т.н. Пенкин Владимир Тимофеевич и члены диссертационного совета д.т.н. Машуков Евгений Владимирович, д.т.н. Зечихин Борис Семенович.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются компетентными учеными в области диссертационного исследования, что подтверждается их научными публикациями. **Выбор ведущей организации обуславливается** широкой известностью ее научных достижений по теме диссертации (подтверждающие документы приложены к аттестационному делу).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Предложена модернизация реверсивного обратимого непосредственного импульсного конвертора, расширяющая его функциональные возможности за счет двунаправленного режима понижения/повышения напряжения и позволяющая использовать его схему в качестве унифицированного модуля для широкого класса многофункциональных импульсных преобразователей с модульно-масштабируемой архитектурой.

2. Предложены (в соавторстве) и исследованы нетрадиционные схемотехнические решения для комбинированных обратимых трансформаторно-трансреакторных импульсных конверторов с сочетанием гальвано-развязывающих и согласующих узлов: а) трансформатора тока и б) прямо/обратноходового трансреактора с расширенными функциональными возможностями и повышенной массоэнергетической эффективностью.

3. Разработаны имитационно-компьютерные модели ОВИЭП в среде «EasyEda» и проведен сравнительный анализ массоэнергетических характеристик и показателей ЭМС двух альтернативных вариантов схемотехнических решений: для однотактного и двухтактного.

4. Проведена оценка функциональной надежности вариантов и выявлены области их рационального применения.

5. Проведено экспериментальное подтверждение достоверности теоретических положений, определены погрешности имитационно-компьютерных моделей ОВИЭП.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что:

1. Предложен способ совмещения двух импульсных преобразований: трансформаторного и трансреакторного, позволяющий улучшить массоэнергетические характеристики (удельную мощность и КПД).

2. Предложено использование токозамыкающих пауз при ШИМ-регулировании тока, позволяющих повысить КПД трансреакторов,

применить дуальное управление для повышения статической устойчивости и обеспечить антинасыщающее ограничение потокосцепления реакторов.

3. Предложен способ сочленения блоков имитационных, а также расчетно-вычислительных компьютерных моделей импульсных модуляторов-демодуляторов с трансреакторной гальванической развязкой путем введения емкостно-резистивных «квазизвеньев» для согласования внешних токов. Способ позволяет отдельно исследовать процессы в каждом блоке и оптимизировать параметры его элементов и узлов.

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

1) основные результаты диссертационной работы использованы в НИР по теме МАИ-ФГУП «ГосНИИАС № 53390-03090, что подтверждается актом о внедрении;

2) результаты диссертационной работы использованы в НИР по теме «Астролябия» на предприятии ФГУП МОКБ «Марс», что подтверждается актом о внедрении;

3) получены 3 патента РФ на полезные модели;

4) предложено схемотехническое решение для повышения функциональности обратимого непосредственного импульсного конвертора;

5) реализован способ совмещения трансформаторного и трансреакторного преобразований энергии;

6) реализовано использование токозамыкающих пауз при ШИМ регулировании тока трансреактора;

Оценка достоверности результатов

Достоверность полученных научных результатов, отраженных в диссертационной работе, **подтверждается** корректным использованием положений теории электрических цепей, методов теории автоматического управления, использованием лицензионного программного пакета «EasyEda» для моделирования динамических процессов в электротехнических комплексах, а также совпадением результатов компьютерного моделирования

с результатами экспериментального исследования с погрешностью в пределах: по мгновенным значениям — 11-13%, а по интегральным — 7-9%.

Личный вклад соискателя состоит в следующем:

Проведен анализ существующих обратимых вторичных источников электропитания; и разработаны новые схемотехнические решения, защищенные приоритетом РФ; разработаны имитационно-компьютерные модели двух схемотехнических решений (однотактная и двухтактная); проведен расчет их массоэнергетических и надежностных параметров; разработаны макетные образцы предложенных устройств для подтверждения имитационного компьютерного моделирования.

Полученные соискателем результаты исследований обладают научной новизной и практической значимостью, соответствуют поставленной цели. Автореферат достаточно полно отражает основное содержание диссертационной работы.

В диссертационной работе изложены новые научно-обоснованные технические решения в области проектирования обратимых вторичных источников электропитания с трансформаторным звеном высокой частоты для космических электроэнергетических комплексов, что вносит существенный вклад в развитие статических преобразователей в интересах космической промышленности Российской Федерации.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов технических наук по специальности 05.09.03, участвовавших в заседании, из 26 членов, входящих в состав совета, проголосовали; за присуждение ученой степени — 18 , против присуждения ученой степени — 0, недействительных бюллетеней — 0 .

На заседании 21 декабря 2017 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научноквалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября

