ЗАКЛЮЧЕНИЕ

экспертной комиссии диссертационного совета ДС.ТПУ.12 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национального исследовательского Томского политехнического университета» по предварительному рассмотрению диссертации Козлова Романа Викторовича «Оптимизация энергомассовых характеристик системы электропитания геостационарного космического аппарата», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

«14» сентября 2021 г.

Комиссия диссертационного совета ДС.ТПУ.12 в составе:

Председатель: Лукутин Борис Владимирович – доктор технических наук, профессор, профессор отделения электроэнергетики и электротехники, ИШЭ, Национальный исследовательский Томский политехнический университет;

Члены комиссии:

Букреев Виктор Григорьевич – доктор технических наук, профессор, профессор отделения электроэнергетики и электротехники, ИШЭ, Национальный исследовательский Томский политехнический университет;

Гусев Александр Сергеевич – доктор технических наук, профессор, профессор отделения электроэнергетики и электротехники, ИШЭ, Национальный исследовательский Томский политехнический университет;

Однокопылов Георгий Иванович – доктор технических наук, профессор отделения электроэнергетики и электротехники, ИШЭ, Национальный исследовательский Томский политехнический университет;

Андреев Михаил Владимирович – кандидат технических наук, доцент, доцент отделения электроэнергетики и электротехники, ИШЭ, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, рассмотрела диссертационную работу Козлова Романа Викторовича

«Оптимизация энергомассовых характеристик системы электропитания геостационарного космического аппарата», выполненную в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальном исследовательском Томском политехническом университете» (ФГАОУ ВО НИ ТПУ) и в акционерном обществе «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева».

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка используемой литературы из 87 наименований. Объем диссертации составляет 183 страницы, включая 67 рисунков, 25 таблиц, 2 приложения.

Комиссия провела проверку и установила идентичность текста диссертации, представленной в диссертационный совет на бумажном носителе, тексту диссертации в электронном варианте в формате *.pdf. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты.

Комиссия, предварительно рассмотрев диссертацию Козлова Романа Викторовича «Оптимизация энергомассовых характеристик системы электропитания геостационарного космического аппарата», пришла к выводу о соответствии указанной диссертации требованиям п.п. 8-12 «Порядок присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете», утвержденного приказом ФГАОУ ВО НИ ТПУ от 6 декабря 2018 г. № 93/од.

1. Соответствие темы и содержания диссертации научной специальности и отрасли науки.

Диссертационная работа посвящена вопросам повышения удельной мощности системы электропитания (СЭП) геостационарного космического аппарата (КА) за счет оптимизации энергомассовых характеристик ее

основных элементов. Предлагаемая автором структура и состав системы электропитания позволяет осуществить оптимизацию энергомассовых характеристик в заданном допустимом диапазоне изменения количества последовательно соединенных фотопреобразователей в солнечной батарее и аккумуляторов в аккумуляторной батарее. Актуальность темы диссертационного исследования заключается в разработке требований к системе электропитания геостационарного космического аппарата заданной структуры и состава таким образом, что обеспечивается максимальное значение удельной выходной мощности системы по отношению к её массе. Предлагаемая автором имитационная модель системы электропитания геостационарного космического аппарата в статических режимах работы его полезной нагрузки, а также методика оптимизации энергомассовых характеристик позволяют существенно сократить срок разработки новых систем электропитания на этапе эскизного проектирования, а также задавать требования к ее параметрам, обеспечивающие достижение максимальной удельной выходной мощности в заданном диапазоне изменения количества последовательно соединенных аккумуляторов и фотопреобразователей.

Целью настоящей работы является улучшение энергомассовых характеристик систем электропитания космических аппаратов.

Для достижения указанной цели поставлены и решены следующие задачи:

1. Определить структуру СЭП, тип и состав ее элементов как объекта исследования.

2. Сформулировать требования к имитационной модели СЭП как инструменту проведения исследования.

3. Разработать имитационную модель СЭП геостационарного КА в статических режимах работы. Верифицировать модель по результатам экспериментальных исследований.

4. Разработать методику оценки энергетических характеристик энергопреобразующей аппаратуры СЭП.

5. Провести оптимизацию энергомассовых характеристик СЭП геостационарного КА рассматриваемой структуры и составных частей СЭП.

6. Сформулировать рекомендации для технического задания на разработку нового поколения системы электропитания.

Диссертация содержит новые научные и практически значимые результаты в области разработки и исследования систем электропитания геостационарных космических аппаратов. Материалы диссертационного исследования являются оригинальными, стиль изложения логичен и хорошо структурирован. Диссертация обладает внутренним единством и написана автором единолично. В материалах диссертации и автореферате не содержится сведений ограниченного распространения, работа может быть опубликована в открытой печати.

По тематике, объектам и области исследования, разработанным научным положениям, научной и практической значимости представленная диссертация соответствует научной специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы, согласно следующим пунктам паспорта специальности:

П.1. Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, изучение системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем.

П.2. Обоснование совокупности технических, технологических, экономических, экологических и социальных критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов и систем.

П.3. Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация, а также разработка алгоритмов эффективного управления.

2. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем ученой степени и выполнение требований к публикации основных научных результатов диссертации, предусмотренных пунктами 10 и 11 Порядка присуждения ученых степеней в НИ ТПУ.

Основные результаты диссертации опубликованы в 14 печатных работах, в том числе: 4 – х публикациях в изданиях, входящих в перечень ВАК для диссертаций, 1 в индексируемых базах Scopus и Web of Science, 3– х патентах РФ, 1 свидетельство на программу для ЭВМ, 5 публикациях в сборниках материалов научно-технических конференций.

По представленному библиографическому списку и перечню публикаций автора можно сделать заключение о том, что основные положения диссертации достаточно полно изложены в опубликованных соискателем работах и апробированы на научных конференциях различного уровня. Требования к публикации основных научных результатов диссертации выполнены полностью.

3. Выполнение соискателем пункта 12 Порядка присуждения ученых степеней в НИ ТПУ.

Анализ текста диссертации, публикаций соискателя и списка использованных источников позволяет сделать вывод, что в диссертации заимствованные материалы и отдельные результаты приводятся со ссылками на источники заимствования или их соавторов.

Требования п. 12 (*ссылаться на автора (авторов) и (или) источник заимствования материалов или отдельных результатов. При использовании в диссертации результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени лично и (или) в соавторстве, соискатель ученой степени обязан отметить в диссертации это обстоятельство*) полностью соблюдены.

Ссылки на библиографические источники, включая собственные публикации автора, оформлены в соответствии с требованиями стандарта, а библиографический список характеризует достаточную глубину изучения автором рассматриваемого в работе научного направления.

4. Основные публикации, раскрывающие положения, выносимые на защиту

4.1. Структура СЭП на основе мостовых резонансных инверторов с гальванической трансформаторной развязкой АБ и БС от нагрузки, обеспечивающая возможность независимого варьирования в некоторых пределах диапазонами рабочих напряжений БС и АБ с сохранением параметров энергетической и энергомассовой эффективности:

1. Р.В. Козлов, Система электропитания космических аппаратов / К.Г. Гордеев, С.Г. Кочура, Р.В. Козлов, М.В. Нестеришин, С.П. Черданцев Патент на изобретение RU 2680245 C1. Опубликовано: 19.02.2019. Бюл. № 5.

2. Р.В. Козлов, Система электропитания космического аппарата» / В.С. Кудряшов, В.О. Эльман, Р.В. Козлов [и др.] Патент на изобретение RU 2396666 C1. Опубликовано: 10.08.2010. Бюл. № 22.

3. Р.В. Козлов, Система электропитания космического аппарата / В.В. Коротких, Р.В. Козлов, М.В. Нестеришин, С.И. Опенько Патент на изобретение RU 2699084 C1. Опубликовано: 03.09.2019. Бюл. № 25.

4. Р.В. Козлов, Система электропитания нового поколения / С.Г. Кочура, М.В. Нестеришин, Р.В. Козлов [и др.]. // Третий азиатский симпозиум по инженерии и информатике, Китай, г. Ченду, 22-25 апр. 2015 г.

5. Р.В. Козлов, Энергопреобразующая аппаратура нового поколения / В.Ю. Борисенко, Р.В. Козлов, К.В. Тараканов // Электронные и электромеханические системы и устройства: тезисы докладов научно-

технической конференции молодых специалистов, АО «НПЦ «Полюс», г. Томск, 16-17 апр. 2015.

4.2. Методика оценки энергетической эффективности энергопреобразующей аппаратуры, позволяющая представить нелинейную зависимость КПД от выходной мощности в виде линейной функции зависимости выходной мощности от входной с двумя константами, которые обозначаются как «коэффициент передачи мощности» и «собственное потребление»:

1. Р.В. Козлов, Сравнительный анализ энергетической эффективности энергопреобразующей аппаратуры с параллельным и последовательным регулятором мощности солнечной батареи / М.В. Нестеришин, Р.В. Козлов, А.В. Журавлев // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2018. Том 21, № 3. С. 98-102.

2. Р.В. Козлов Методика оценки энергетической эффективности энергопреобразующей аппаратуры систем электропитания космических аппаратов / М.В. Нестеришин, В.Г. Букреев, Р.В. Козлов, А.В. Журавлев // Доклады Томского Государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2018. Том 21. № 1. С. 112-118.

4.3. Имитационная модель СЭП геостационарного КА в статических режимах работы, реализующая функцию экстремального регулирования мощности БС, заряда АБ в квазипотенциостатическом режиме, с возможностью масштабирования для требуемого количества последовательно соединенных ФП в БС и аккумуляторов в АБ необходимой емкости:

1. Kozlov, R.V. Simulation model of spacecraft power system for power balance calculation / Kozlov, R.V., Bukreev, V.G., Nesterishin, M.V., Lelekov, A.T. // (2020) International Conference of Young Specialists on

Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM, 2020-June, статья № 9153514. -P. 340-345.

2. Козлов Р.В. Имитационная модель системы электропитания космического аппарата в статическом режиме работы: Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020613088. Опубликовано: 10.03.2020. Бюл. № 3.

3. Р.В. Козлов, Моделирование солнечных батарей космических аппаратов в программной среде SimInTech / А.М. Поляков, А.Р. Корсаков, Р.В. Козлов, А.С. Тетерин // Наукоемкие технологии. – М.: Радиотехника, 2017. Том 18, № 12. С. 81-84.

4. Р.В. Козлов, Моделеориентированное проектирование систем электропитания космических аппаратов / А.В. Журавлев, Р.В. Козлов, А.С. Тетерин // Решетневские чтения: материалы XVIII Международной научной конференции, Красноярск, 2014. -Т. 2. -С. 35-36.

5. Р.В. Козлов, Математическая энергобалансная модель системы электропитания низкоорбитального космического аппарата / Р.В. Козлов, М.В. Нестеришин // Электронные и электромеханические устройства: тезисы докладов XVIII научно-технической конференции, Томск, 22-23 апр. 2010.

4.4. Методика оптимизации энергомассовых характеристик СЭП, обеспечивающая достижение ее максимальной удельной мощности в заданном диапазоне изменения количества последовательно соединенных фотопреобразователей в БС и аккумуляторов в АБ:

1. Р.В. Козлов, Методика оптимизации энергомассовых характеристик системы электропитания геостационарного космического аппарата / Р.В. Козлов, В.Г. Букреев, А.Т. Лелеков // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2021. Том 24, № 1. С. 83-90.

Заключение

Тема и содержание диссертационной работы Козлова Романа Викторовича «Оптимизация энергомассовых характеристик системы электропитания геостационарного космического аппарата», соответствуют научной специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы. Материалы диссертации в полной мере изложены в работах, опубликованных соискателем ученой степени. Выполнены требования к публикациям основных научных результатов диссертационной работы, предусмотренные пунктами 10 и 11 Порядка присуждения ученых степеней, утвержденного приказом Национального исследовательского Томского политехнического университета № 93/од от 6 декабря 2018 г. В диссертации отсутствуют материалы, заимствованные без ссылки на авторов и источники заимствования, результаты научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов.

На основании вышеизложенного комиссия считает возможным принять диссертацию Козлова Романа Викторовича «Оптимизация энергомассовых характеристик системы электропитания геостационарного космического аппарата», к защите в совете ДС.ТПУ.12 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Председатель комиссии

д.т.н., профессор _____ Б.В. Лукутин

Члены комиссии:

д.т.н., профессор _____ В.Г. Букреев

д.т.н., профессор _____ А.С. Гусев

д.т.н., профессор _____ А.А. Однокопылов

к.т.н., доцент _____ М.В. Андреев