

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Рекутова Олега Геннадьевича** на тему **«Разработка и исследование способа формирования вольт-амперной характеристики имитатора батареи солнечной для испытания систем электроснабжения космических аппаратов»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.4.1 – Теоретическая и прикладная электротехника

1. Актуальность темы диссертационного исследования

В настоящее время государство испытывает острую необходимость в большом количестве космических аппаратов (КА) для выполнения различного рода задач. Подавляющее большинство КА в качестве первичного источника электроэнергии для аппаратуры и оборудования использует солнечные батареи (СБ). От работы СБ КА напрямую зависит его эффективность и срок службы. Большое значение имеют наземные испытания системы электроснабжения (СЭС) КА для подтверждения ее эффективности и надежности. Однако использование при наземных испытаниях реальных СБ неэффективно и потому нецелесообразно. Решением данной проблемы является использование имитаторов батареи солнечной (ИБС). Основной задачей ИБС является обеспечение питанием каждой подсистемы КА на протяжении всего периода наземных испытаний.

Поэтому актуальность темы диссертационной работы Рекутова О.Г., которая посвящена решению задачи повышения характеристик точности формирования заданной вольт-амперной характеристики (ВАХ) ИБС не вызывает сомнений.

2. Новые научные результаты диссертационной работы

Новыми научными результатами проведенного исследования, на мой взгляд, являются следующие:

1. Предложена структура имитатора батареи солнечной космического аппарата на базе модифицированной топологии понижающего преобразователя с обводным контуром, позволяющая за счет формирования непрерывного протекания тока в контуре стабилизатора тока обеспечить повышение точности воспроизведения его ВАХ на 70 % для динамического режима работы.

2. Разработана математическая модель имитатора батареи солнечной, отличающаяся тем, что в ней учитываются паспортные данные значений трех граничных точек ВАХ солнечной батареи, в связи с чем можно сформировать приближенную статическую ВАХ данной СБ без нелинейного участка и за

счет учета параметров нагрузки исследовать статические и динамические режимы работы.

3. Разработан алгоритм системы управления имитатора батареи солнечной, позволяющий улучшить точность воспроизведения ВАХ за счет уменьшения времени реакции на возмущающие воздействия.

4. Предложена методика комплексной проверки электрических параметров имитатора батареи солнечной, позволяющая за счет оценки соответствия его ВАХ на участках тока и напряжения, частотных характеристик и выходной емкости, обеспечить заданный режим работы.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

Диссертационная работа имеет четкую структуру: обоснование методов формирования вольтамперной характеристики имитатора солнечных батарей, модели имитатора солнечных батарей, алгоритмические решения по формированию вольтамперной характеристики, исследование имитатора батареи солнечной. Защищаемые положения и выводы логично следуют из проделанной работы, промежуточные выводы по каждой главе позволяют качественно оценить достижения автора на каждом этапе выполненной работы по каждому компоненту разработанного способа формирования вольтамперной характеристики имитатора батареи солнечной.

4. Достоверность и новизна полученных результатов

Основная новизна диссертационной работы связана с разработкой нового подхода к разработке способа формирования ВАХ ИБС с использованием комплексного подхода к построению силовой части энергопреобразователя.

Результаты, полученные в диссертационном исследовании, согласуются с существующими теоретическими решениями и не противоречат им.

Достоверность результатов подтверждается апробацией на научных семинарах, конференциях, основные результаты опубликованы в ряде печатных изданий, в том числе в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

5. Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы для науки и практики

Теоретическая значимость полученных автором результатов заключается в разработке математической модели ИБС, учитывающей паспортные данные значения трех граничных ВАХ батареи солнечной, позволяющей формировать статическую ВАХ; разработке алгоритма системы управления ИБС, методики комплексной проверки электрических параметров ИБС, позволяющей обеспечить заданный режим работы.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в разработке новой структурной схемы имитатора батареи солнечной, позволяющей за счет наличия обводного контура в схеме

стабилизатора тока обеспечить повышение точности воспроизведения заданной ВАХ, математической модели имитатора батареи солнечной с модифицированными СУ в пакете прикладных программ MatLab и MathCad, позволяющих исследовать статические и динамические процессы в разомкнутой и замкнутой системах при различных режимах его работы, цифровой системы управления имитатора батареи солнечной, дающей возможность за счет специального программного обеспечения осуществлять быструю настройку необходимых параметров и алгоритмов работы имитатора, внедрении в промышленную эксплуатацию опытных образцов одноканального имитатора батареи солнечной мощностью 3,6 кВт, четырехканального имитатора батареи солнечной суммарной мощностью 4,9 кВт и девятиканального имитатора батареи солнечной суммарной мощностью 4,3 кВт.

Полученные результаты диссертационной работы использованы в виде схемотехнических и программных решений при разработке ИБС для наземных испытаний СЭС КА в рамках научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ НИИ АЭМ ТУСУРа (г. Томск), выполняемых для ряда предприятий ракетно-космической отрасли. По результатам исследований получены патенты и свидетельства на ПО. Подтверждением промышленного использования результатов диссертационной работы является наличие акта о внедрении.

Диссертационная работа подготовлена в рамках гранта Российского фонда фундаментальных исследований (20-38-90177 Аспиранты) на тему «Исследование способа формирования вольт-амперной характеристики имитатора солнечной батареи для испытания систем электроснабжения космических аппаратов».

6. Оценка структуры содержания работы, ее завершенность

В первой главе обосновываются требования, предъявляемые к ИБС. Дается обзор существующих ИБС с анализом их структуры и предназначения. Предлагается структура ИБС с параметрическим распределением тока за счет использования обводного канала.

Во второй главе диссертационной работы раскрыты особенности математического моделирования ИБС и дана сравнительная оценка математической модели ИБС относительно математической модели СБ при формировании ВАХ.

Третья глава посвящена разработке модификаций системы управления для стабилизации тока короткого замыкания. Предложенные модификации предназначены для уменьшения времени реакции системы управления на возмущающее воздействие изменения нагрузки.

В четвертой главе обосновывается соответствие ИБС предъявляемым к нему требованиям, путем проведения экспериментальных исследований.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

7. Заключение о соответствии диссертационной работы критериям, установленным Постановлением №842 «О порядке присуждения ученых степеней»

На основании теоретической и практической значимости, а так же положений, выносимых на защиту, работа может быть квалифицирована как важное научное достижение, в которой изложено новое научно обоснованное техническое решение, разработка и внедрение в промышленную эксплуатацию опытных образцов одноканального, четырехканального и девятиканального ИБС.

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Диссертация носит прикладной характер. Приведены сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов в производственном процессе в НИИ АЭМ ТУСУРа.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научно-технических журналах, входящих в рекомендованный Перечень ВАК на момент рецензирования.

При заимствовании автором материалов или отдельных результатов других авторов в тексте присутствует ссылка на источник.

Исследования, изложенные в диссертационной работе Рекутова Олега Геннадьевича, соответствуют паспорту специальности 2.4.1 Теоретическая и прикладная электротехника, а именно пункту 9 – проводить разработку научных основ, анализ и экспериментальные исследования процессов преобразования (выпрямления, инвертирования, импульсного, частотного и фазочастотного регулирования и т.п.) в устройствах силовой электроники, создание схем и устройств и моделей силовой электроники, исследование свойств и принципов функционирования элементов схем и устройств; в соответствии с п.10 осуществлять математическое и схемотехническое моделирование преобразовательных устройств, оптимизацию преобразователей, их элементов и узлов.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В параграфе 2.1 описывается работа каналов ЗАРЯД/РАЗРЯД, при этом говорится, что они составляют существенную часть ИБС, выполняя роль источника энергии, но не говорится об их влиянии на точность формируемой ВАХ.

2. В главе 2 наряду со сравнением исследуемого ИБС с другими ИБС при динамическом режиме работы, было бы правильным провести сравнение с моделью СБ и проанализировать полученные результаты.

3. Автор не объясняет, почему не удалось получить переходный процесс перенапряжения на осциллограммах рисунка 3.14 для математической модели аналогичный переходному процессу на осциллограммах для натурального образца точки В1 рисунка 3.13.

4. Имеются опечатки на изображениях рисунков 2.3, 3.22, стр.13 диссертации в главе 1 нет расшифровки ИБС, стр.60 рис. 2.11 по оси не отмечен временной интервал и т.д.

Отмеченные недостатки не снижают достоинства представленного научного труда и не влияют на высокую оценку научных и практических результатов диссертационной работы

8. Общее заключение о соответствии выполненной работы требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям

Диссертация Рекутова О.Г. на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой и соответствует п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор, Рекутов Олег Геннадьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.1 – Теоретическая и прикладная электротехника.

Официальный оппонент

Титов Виталий Семенович

Заслуженный деятель науки РФ,

Доктор технических наук, профессор

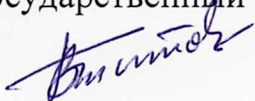
Профессор кафедры вычислительной техники

Федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего

образования «Юго-Западный государственный

университет»



В.С.Титов

09.11.2023

Адрес: 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д.94

E-mail: tas_06@mail.ru

Тел.: +7-(4712)-22-26-70



Титова В.С.

Заведующий кафедрой
Эксперт по кадрам

Чермак Ю.В.