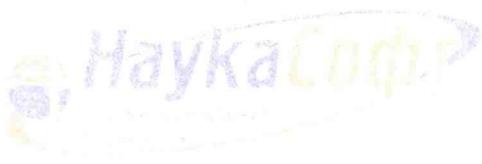




ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт»

- 125167, Россия, г. Москва, ул. 4-я 8 марта, д. 6А
+7 (495) 255-36-35
contacts@xlab-ns.ru
<http://xlab-ns.ru>; <http://xlabns.ru>

«21 » ноябрь 20 16 г.
Исх. № 1416



Председателю
диссертационного совета Д 212.125.07
Московского авиационного института
(Национального исследовательского
университета)
Пенкину В.Т.

125993, ГСП-3, А-80, Москва,
Волоколамское шоссе, д.4.

Уважаемый Владимир Тимофеевич!

Направляю Вам отзыв ведущей организации на диссертацию Лавриновича Андрея Вячеславовича «Исследование и разработка многофункциональных статических преобразователей для авиационно-бортовых систем электроснабжения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 - «Электротехнические комплексы и системы».

Приложение: 1. Отзыв, 2 экз. на 8 листах каждый.

С уважением,
Генеральный директор
ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт»
д.т.н., профессор

 С.П. Халютин



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор,
председатель НТС
ООО «Экспериментальная
мастерская НаукаСофт»,
доктор технических наук,
профессор



Халютин С.П.

«21» *ноябрь* 2016 года

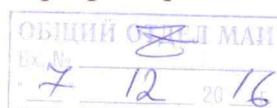
ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Лавриновича Андрея Вячеславовича «Исследование и разработка многофункциональных статических преобразователей для авиационно-бортовых систем электроснабжения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 - «Электротехнические комплексы и системы».

Актуальность темы диссертации

Диссертация Лавриновича А.В. направлена на решение актуальной задачи разработки статических преобразователей для бортовых авиационных систем электроснабжения (СЭС) с учетом постоянного повышения уровня электрификации, а также перспективности внедрения систем постоянного повышенного напряжения с использованием модульной архитектуры.

Наиболее приемлемым с точки зрения экологичности и энергоэффективности является переход к полностью электрическому самолету. В настоящее время, электрификация идет по пути повышения эффективности наиболее энергоёмких элементов, в результате чего, устойчиво развивается концепция "полностью электрифицированных



"самолетов" (ПЭС) подразумевающая перевод всех бортовых пневмо- и гидроприводов для управления полетом на электрические.

В работе представлены решение научной задачи и научно обоснованные технические решения в области разработки схемотехнических и алгоритмических решений для проектирования многофункциональных модулей преобразователей для перспективной СЭС с модульно-масштабируемой архитектурой.

Структура и объём диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения, приложений и списка литературы. Работа изложена на 168 страницах основного текста и 30 страницах приложений, содержит 64 рисунка. Список использованных источников включает 62 наименования.

Во введении обоснована актуальность работы, а также сформулированы её цели и задачи. Определены научная новизна и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения об апробации, публикациях и структуре диссертационной работы.

В первой главе сформулированы критерии оценки эффективности авиабортовой СЭС. Рассмотрены достоинства и недостатки вариантов каналов систем генерирования. Проведен выбор наиболее рациональной структуры канала СЭС и выбран вариант канала СЭС с подсистемой генерирования. Конкретизированы цели и задачи для их исследований и модернизации.

Проведен анализ достоинств и недостатков существующих схемотехнических решений.

Все рассмотренные варианты схем имеют свои ограничения и недостатки, устранение которых предлагается с помощью разработки новых схемотехнических и алгоритмических решений (или модернизации известных решений).

Во второй главе предложены общие критерии-рекомендации для оценки эффективности разрабатываемых многофункциональных импульсных преобразователей.

Предложены варианты схемотехнического исполнения многофункциональных импульсных преобразователей на основании приведенных критериев для основных определенных модулей. Проведен анализ предложенных схем, описаны режимы их работы и показано что они превосходят существующие решения по эффективности при реализации модульно-масштабируемой архитектуры СЭС (в частности – для БЭС и ПЭС).

В третьей главе приведены расчеты, имитационно-компьютерное моделирование в программе MicroCap и результаты экспериментальных исследований основных узлов многофункционального импульсного преобразователя. Произведено сравнение аналитического оценочного расчета и результата моделирования вспомогательного преобразователя – узла рекуперации энергии рассеяния. Выявлено расхождение по мгновенным и интегральным значениям между результатами расчета и модели: до 13-18%, и 5-8%, соответственно.

Получены формулы и проведен расчет основных параметров демпфера.

Проведено компьютерное моделирование демпфера, по результатам которого контролируемые параметры не превысили заданных при расчете значений.

Проведено экспериментальное исследование для подтверждения основных положений и сопоставления полученных результатов с результатами компьютерно-имитационного моделирования.

Сформулированы рекомендации к проектированию предлагаемых МИП.

Новые научные результаты. В диссертационной работе автором получено ряд основных новых важных результатов, а именно:

- предложен способ преобразования постоянного напряжения в синусоидальное, реализующий внешнюю вольт-амперную характеристику «регулируемого источника напряжения» на базе обратимого импульсного конвертора, позволяющий за счет суммирования синусоидально-пульсирующего знакопостоянного напряжения с постоянным напряжением отрицательного смещения и безынерционности переключения направлений преобразования обеспечить высокое качество выходного напряжения при относительно малой энергоемкости сглаживающего фильтра;
- предложены способы рекуперации энергии индуктивностей рассеяния трансформаторов, а также демпферно-снабберных цепочек для «мягкой» коммутации с защитой от сверхтоков и перенапряжений электронных ключей преобразователей, обеспечивающие снижение внутренней реактивной мощности и тепловых потерь;
- проведены компьютерно-имитационное моделирование и экспериментальные исследования и определена эффективность предложенного способа преобразования электроэнергии;
- получено приближенное выражение для определения внутренней реактивной мощности процессов преобразования энергии, позволяющее минимизировать удельные массо-энергетические параметры импульсных преобразователей.

Практическая значимость и ценность работы

- выявлены достоинства и недостатки известных способов, структур и схем основных типов импульсных преобразователей и пути повышения их эффективности, в частности – за счет расширения функциональных возможностей, включая обратимость, и за счет повышения качества электроэнергии;
- разработаны новые схемотехнические и алгоритмические решения для базовых унифицированных модулей многофункциональных импульсных преобразователей, обеспечивающие высокие показатели удельной мощности,

надежности, КПД, качества электроэнергии, а также электроэнергетическую и электромагнитную совместимость (ЭЭС и ЭМС);

- предложены схемы высокоэффективных демпферно-снабберных цепочек для «мягкой» коммутации с защитой электронных ключей от перенапряжений, в частности — в многоключевых стойках, а также для защиты от «сквозных» и «диодно-инверсных» сверхтоков, обеспечивающие снижение мощности рекуператорных узлов и повышение быстродействия в переходных режимах;
- предложены схемные и алгоритмические решения для повышения КПД обратноходового преобразования энергии.

Основные положения, выносимые на защиту

- разработанные новые схемотехнические и алгоритмические решения для базовых унифицированных модулей многофункциональных импульсных преобразователей, обеспечивающие высокие показатели удельной мощности, надежности, КПД, качества электроэнергии, а также электроэнергетическую и электромагнитную совместимость (ЭЭС и ЭМС);
- способ преобразования постоянного напряжения в синусоидальное, реализующий внешнюю вольт-амперную характеристику «регулируемого источника напряжения» на базе обратимого импульсного конвертора, позволяющий за счет суммирования синусоидально-пульсирующего знакопостоянного напряжения с постоянным напряжением отрицательного смещения и безынерционности переключения направлений преобразования обеспечить высокое качество выходного напряжения при относительно малой энергоемкости сглаживающего фильтра;
- способы рекуперации энергии индуктивностей рассеяния трансформаторов, а также демпферно-снабберных цепочек для «мягкой» коммутации с защитой от сверхтоков и перенапряжений электронных ключей многофункциональных импульсных преобразователей, обеспечивающие снижение внутренней реактивной мощности и тепловых потерь;

- компьютерно-имитационная модель и экспериментальные исследования с определенной эффективностью предложенного способа преобразования электроэнергии;
- выражение для определения внутренней реактивной мощности процессов преобразования энергии, позволяющее минимизировать удельные массо-энергетические параметры импульсных преобразователей.

Апробация работы и публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 17 научных работ, в том числе 9 научных статей в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень рекомендуемых изданий ВАК РФ, 6 патентов РФ на полезную модель, 2 доклада на научно-технических всероссийских конференциях. Основные положения диссертационной работы докладывались автором и обсуждались на:

- XIII Всероссийской научно-технической конференции «Научные чтения по авиации, посвящённые памяти профессора Н.Е. Жуковского» (г. Москва, 2016г.);
- XLII Международная молодёжная научная конференция «Гагаринские чтения» (г. Москва, 2016г.).

Достоверность основных теоретических положений, выводов и практических результатов подтверждена: корректным использованием положений теории электрических цепей, теории автоматического управления, применяемым математическим и имитационно-компьютерным аппаратом и сопоставлением проведенных исследований с результатами экспериментов. Актом о внедрении и использовании научных и практических результатов диссертации.

По оформлению и содержанию работы имеются следующие недостатки:

1. Во введении и первой главе не полностью раскрыта область применения многофункциональных статических преобразователей в авиационных системах электроснабжения, в частности, не приведены

примеры использования этих устройств в конкретных режимах, в частности в аварийных.

2. Не понятно, почему в отдельных случаях понятие «статические преобразователи» заменяется на понятие «импульсные преобразователи».

3. Во второй главе рассматриваются «общие критерии-рекомендации» – не совсем понятно смысл этого выражения.

4. Некоторые выражения, например, «накопительно-демодуляторные трансреакторы» не являются общепринятыми в силовой электронике.

5. В третьей главе предложены не совсем понятные рекомендации, в частности, обеспечить обратимость преобразования. Кроме того, не конкретизированы способы рекуперации энергии индуктивностей рассеяния трансформаторов.

Отмеченные недостатки не носят принципиального характера и не снижают научной и практической ценности диссертационной работы.

Заключение по диссертации

1. Несмотря на представленные замечания диссертация Лавриновича А.В. «Исследование и разработка многофункциональных статических преобразователей для авиационно-бортовых систем электроснабжения» представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссидентом, имеют теоретическое и практическое значение.

2. Выводы и основные положения достаточно обоснованы, вытекают из содержания работы, подтверждены в ходе экспериментов и соответствуют Паспорту специальности 05.09.03 - Электротехнические комплексы и системы.

Публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают его основные положения.

Язык и стиль изложения диссертации соответствуют принятому с использованием предложенных автором терминами.

Автореферат отражает основное содержание диссертационной работы.

Оформление в целом претензий не вызывает.

3. По уровню решения важной научно-технической задачи и её практической значимости диссертация полностью соответствует требованиям п.п. 9, 10 «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор, Лавринович Андрей Вячеславович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 - Электротехнические комплексы и системы.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании научно-технического совета (НТС) Общества с ограниченной ответственностью «Экспериментальная мастерская НаукаСофт» (протокол заседания № 11/42-16 от 18.11.2016 года), в котором участвовали 10 из 11 членов НТС, из которых 6 докторов технических наук, 4 кандидата технических наук.

Заместитель генерального
директора по научной работе
доктор технических наук, профессор

А.В. Лёвин

Ученый секретарь НТС,
доктор технических наук,
старший научный сотрудник

А.О. Давидов