



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ
«КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА,
ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ
КОМПЛЕКСЫ» имени А.Г. ИОСИФЬЯНА»
(АО «Корпорация «ВНИИЭМ»)



Хоромный тупик, д. 4, стр. 1, Москва, 107078
Тел.: (495) 608-84-67, (495) 365-56-10; Факс: (495) 624-86-65, (495) 366-26-38
e-mail: info@vniiem.ru; http://www.vniiem.ru
ОКПО 04657139; ОГРН 5117746071097; ИНН/КПП 7701944514/770101001

№ ВГ-68/6920/В

На № _____ от _____

Ученому секретарю
диссертационного совета Д 212.125.07
ФГБОУ ВО «Московский авиационный
институт (национальный исследовательский
университет)»

к.т.н., доценту Д.С. Дежину

125993, г. Москва,
Волоколамское шоссе, д. 4

ОТЗЫВ

официального оппонента на автореферат диссертации А.А. ГЕРАСИНА на тему «Разработка перспективных электромеханических преобразователей энергии летательных аппаратов на гибридных магнитных подшипниках и создание методологических основ их сертификации», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности: 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты

В настоящее время применение новых технологических достижений при проектировании, производстве и эксплуатации летательных аппаратов (ЛА) приводит к динамичному росту их функциональности. Так, например, использование в ЛА электрических двигателей большей мощности, обладающих при этом высоким КПД и быстродействием, позволяет создать

более электрифицированный самолет, что, как доказывают исследования, приведет к улучшению эксплуатационных показателей и снижению массы систем при соответствующем повышении топливной эффективности. Однако повышение доли электрических систем в составе аппарата потребует существенного повышения мощности системы электроснабжения (СЭС).

Диссертационная работа А.А. Герасина посвящена разработке перспективных электромеханических преобразователей энергии (ЭМПЭ) нового поколения, обеспечивающих управление энергопотреблением совокупности различных исполнительных устройств, при этом повышая функциональную эффективность ЛА в заданных условиях применения. Работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка работ, опубликованных автором по теме диссертации.

Во введении определена цель работы, показана актуальность и научная новизна выбранной темы, отмечена ее высокая практическая значимость. Кроме того, приведены методы исследований и основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе, рассматривая систему электрифицированного самолета как обобщенную иерархическую структуру электромеханического преобразования энергии, автор определяет оптимальную архитектуру сети СЭС летательного аппарата. Выполнен анализ концепции полностью электрического самолета, перспектив ее развития и задач стандартизации и сертификации. Кроме того, предъявлены требования к перспективным ЭМПЭ ЛА.

Вторая глава посвящена формированию организационно-технологических требований к ЭМПЭ для повышения ЭТХ современных летательных аппаратов. Проводятся результаты имитационного моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии в системах летательных аппаратов.

В третьей главе раскрывается проблема методологий разработки методов, моделей и алгоритмов для создания ЭМПЭ в СЭС ЛА. Представлен алгоритм построения нелинейных АСУ ЭМПЭ, содержащий базовые задачи

функционального синтеза, параметрического синтеза и структурно-параметрического анализа. Рассмотрена управляемость систем ЭМПЭ с распределенными параметрами и показатели качества функционирования разработанных ЭМПЭ.

В четвертой главе посредством рассмотрения частных математических моделей для ЭМПЭ (рассмотренных в третьей главе) и проведения математического анализа процессов в электромеханических преобразователях решается задача разработки универсальных схемотехнических решений ЭМПЭ. Также разработаны методы и модели полунатурных испытаний ЭМПЭ в системах летательных аппаратов.

В пятой главе представлена методология сертификации в системах летательных аппаратов, включающая анализ вариантов сертификации бортового оборудования на основе интегральной модульной авионики в РФ и за рубежом, практическую реализацию процессов сертификации, выполнение комплекса патентно-лицензионных исследований.

Приводится список публикаций автора по теме диссертации из 39 печатных работ, в том числе 14 статей в изданиях, включенных в перечень ВАК и рекомендованных для опубликования результатов диссертации на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

В работе получены следующие основные научные результаты:

- 1) Разработаны новые математические и имитационные модели ЭМПЭ в СЭС ЛА, а также методологические основы оптимизации ЭМПЭ, позволяющие комплексно анализировать влияние всех критериев;
- 2) Разработана имитационная модель ЭМПЭ, учитывающая влияние физических параметров подшипниковой опоры на выходные характеристики;
- 3) Реализована система управления ЭМПЭ, а также изготовлены экспериментальные образцы ЭМПЭ для более электрифицированного самолета;
- 4) Разработаны методы полунатурных испытаний электромеханических преобразователей энергии в системах летательных аппаратов;

5) Разработана методология сертификации авиационного оборудования в РФ и за рубежом.

Убедительной представляется научная новизна проведенных исследований, сформулированная в шести пунктах, каждый из которых характеризуется существенными отличиями полученных результатов по отношению к известным. Положения, выносимые на защиту, раскрыты достаточно полно и доказательно. Их уровень свидетельствует о большом научном интересе полученных автором результатов.

В работе широко использован современный математический аппарат, использовались методы структурного синтеза, теории автоматического управления, общей теории электромеханики и электрических аппаратов, теории трения, системы поддержки принятия решений в области проектирования, создания и эксплуатации ЭМПЭ.

Диссертационная работа имеет большую практическую направленность – на основе полученных результатов созданы реальные комплексы управления СЭС на различных стадиях полного жизненного цикла. Практическая значимость подтверждается актами внедрения основных научных результатов работы в производственные процессы нескольких предприятий отрасли. Результаты работы внедрены не только в производство, но и в учебный процесс в виде материалов, используемых для подготовки и проведения учебных занятий и в разработке учебных пособий в ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт».

Отдельно представляется необходимым подчеркнуть широкий круг комплексных проблем, рассмотренных автором применительно к ЭМПЭ для ЛА.

Степень достоверности результатов определяется не только использованием хорошо апробированного математического аппарата и обоснованных математических моделей, но и сравнением результатов расчета и экспериментальных данных, подтверждена экспертизой внедрения результатов и успешной практикой использования научных результатов диссертации в

производственном процессе АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения», АО «Электроприбор» (г. Воронеж), ПАО «Компания «Сухой», ПАО «Туполев», ПАО «АК им. С.В. Ильюшина», ПАО «ОКБ им. А.С. Яковлева».

Следует отметить высокую и разностороннюю степень апробации результатов диссертационного исследования, по которому опубликовано значительное число работ в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, а также в изданиях, включенных в международные базы цитирования Scopus и Web of Science.

По работе можно сделать следующие замечания:

1) В таблице 3.1 (с. 115) не приведены сравнительные размеры дисковых и цилиндрических ЭМПЭ (по-видимому, пропущена строка). Поэтому, ссылка на указанную таблицу и вывод о меньшем в 2,3 раза аксиальном размере дискового ЭМПЭ, хотя сомнения и не вызывает, но не вполне корректен. То же касается и автореферата (с. 18);

2) Приведенные в главе 4 на с. 154, 155 результаты моделирования динамических характеристик после линеаризации модели динамических процессов роторов на ГМП (рис. 4.4–4.6) не имеют дальнейших комментариев автора в тексте работы. Не вполне ясно, насколько сильно линеаризация повлияла на результаты моделирования;

3) При анализе динамических процессов и устойчивости ГМП представлены зависимости для переходных процессов (рис. 4.23, 4.24) – с. 187, 188. Представляется, что динамический диапазон сильно завышен (порядка сотен дБ) по сравнению с физически достижимым;

4) В выводах по главе 4 с. 211 (п. 5) отмечается, что предложена общая модель обслуживания систем ЭМПЭ по состоянию. Однако в тексте этой главы описание указанной модели не представлено. В то же время, в разделе 2.3 главы 2 на с. 99–102 приведены характерные примеры теоретического подхода к такой модели;

5) Пятая глава работы посвящена важнейшему практическому вопросу – методологии стандартизации и сертификации. Как справедливо отмечает автор, в настоящее время эта часть работы выполнена применительно к интегрированной бортовой авионике, и полученные результаты будут применимы и к ЭМПЭ в дальнейшем. Вместе с тем, представляет интерес вопрос о наличии особенностей сертификации ЭМПЭ;

б) В тексте работы встречаются отдельные опечатки и неточности в формулировках, (с. 2, 83, 84, 103, 138, 160), что, однако, не препятствует адекватному восприятию содержания соответствующих разделов.

Стоит заметить, что сделанные замечания не ставят под сомнение результаты проведенных исследований и выводы по работе в целом.

На основе выше изложенного считаю, что диссертационная работа А.А. Герасина является актуальной, выполнена на высоком научном уровне, в ней изложены новые научно обоснованные технические решения в части ЭМПЭ для СЭС ЛА, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, и имеющие важное практическое значение для дальнейшего развития авиации в России. Содержание работы соответствует специальности 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты». Работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых к докторским диссертациям, а ее автор, Александр Анатольевич Герасин, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.09.01.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

Заместитель генерального директора по научной работе АО «Корпорация «ВНИИЭМ»,
доктор технических наук, профессор




Владимир Яковлевич Геча

13.09.2019