

официального оппонента кандидата технических наук Дмитриева Владимира Михайловича на диссертацию Пунт Елены Александровны на тему: «Метод диагностирования предаварийного теплового состояния электротехнических устройств воздушного судна на основе цифрового портрета», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники

Актуальность темы исследования.

Развитие авиационной техники влечет за собой повышение сложности бортового авиационного оборудования. В настоящее время в России и за рубежом активно проводятся работы по созданию полностью электрического самолета.

Согласно данной концепции, питание оборудования воздушного судна (ВС) осуществляется от центральной системы электроснабжения (СЭС). Это позволит оптимизировать работу газотурбинных двигателей, сократить суммарную массу оборудования и систем распределения энергии, уменьшить удельный расход топлива и снизить затраты на техническое обслуживание. На данный момент эта задача частично решена на таких ВС как Boeing 787 Dreamliner, Boeing 777, A 380, A400M. Бортовые системы таких самолетов используют для своей работы только электрическую энергию. В результате количество потребителей электроэнергии на борту ВС возрастает, следовательно, увеличивается нагрузка на электротехнические устройства СЭС, что может приводить к ухудшению ее функционирования или полного выхода из строя.

Электрооборудование современного ВС представляет собой сложный электротехнический комплекс, состоящий из СЭС и множества потребителей электрической энергии. Повышение степени электрификации летательных аппаратов целесообразно проводить с использованием цифрового управления СЭС, которое позволяет реализовать не только новые возможности управления, но и обеспечить расширенные функции контроля авиационного электрооборудования. На основе существующих тенденций развития авиационного оборудования можно сделать вывод, что нагрузка на электрооборудование современных ВС возрастает и будет возрастать в дальнейшем. Повышенный уровень энергетической нагрузки на электротехнические устройства (ЭТУ) приводит к повышению вероятности выхода их из строя, снижению их ресурса. Одним из главных факторов, влияющих на ресурс оборудования, является высокая рабочая температура, которую сложно, а в некоторых случаях невозможно отслеживать встроенными системами контроля. Исходя из этого, исследования тепловых режимов бортового электротехнического оборудования, мониторинг и диагностирование их теплового состояния, представляют научный и практический интерес.

Перспектива применения новых цифровых интеллектуальных систем распределения электроэнергии в разрабатываемых и модернизируемых бортовых системах электроснабжения предполагает и разработку новых методов управления, диагностирования и прогнозирования состояния авиационного оборудования с целью повышения эффективности всего комплекса бортового оборудования и безопасности полетов.

Отмеченные обстоятельства определяют **противоречие в практике** между необходимостью постоянного контроля температуры ЭТУ в процессе эксплуатации и отсутствием средств контроля температуры самой нагретой части устройства и **противоречия в теории** между возможностями цифровых вычислительных систем, обладающих высокой точностью и быстродействием, и отсутствием методов диагностирования ЭТУ с использованием цифровых вычислительных систем.

Таким образом, тема диссертации Пунт Е.А. «Метод диагностирования предаварийного теплового состояния электротехнических устройств воздушного судна на основе цифрового портрета», посвященной разработке метода разработки метода диагностирования предаварийного теплового состояния ЭТУ на основе использования цифрового (теплового) портрета, является актуальной.

Степень обоснованности научных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

В диссертации на основании выполненных автором исследований решена научная задача разработки метода диагностирования предаварийного теплового состояния ЭТУ на основе имеющейся в цифровой системе распределения электроэнергии цифрового (теплового) портрета ЭТУ и показаний датчиков температуры в областях доступных для контроля, имеющая значение для совершенствования методов контроля, проведения летных и наземных испытаний, диагностирования и прогнозирования технического состояния авиационной техники на всех этапах жизненного цикла.

Оценка структуры и содержания работы.

Содержание работы, раскрывающее суть полученных соискателем результатов, сформулированных на их основе выводов и рекомендаций, изложено в четырех главах. Общий объем работы с приложением составляет 166 страниц. Библиографический список литературы включает в себя 92 научные работы отечественных и зарубежных авторов. Общий объем приложений составляет 44 страниц, содержит 2 приложения. Объем и структура диссертации и автореферата соответствуют требованиям ВАК Минобрнауки России и ГОСТ.

Тематика диссертации соответствует предметной области, определенной пунктом 4 «Разработка и совершенствование методов контроля, проведения летных и наземных испытаний, диагностирования и прогнозирования технического состояния авиационной техники на всех этапах ее жизненного цикла» раздела

«Направления исследований» паспорта специальности 2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники.

К числу наиболее значимых научных результатов работы, на наш взгляд, относятся следующие.

1. Математическая модель теплового поля литий-ионного аккумулятора;
2. Модифицированный метод конечных объемов для численного расчета распределения температуры в литий-ионном аккумуляторе на основе метода математического прототипирования энергетических процессов;
3. Методика автоматического формирования уравнений метода математического прототипирования энергетических процессов по геометрии конечных объемов;
4. Метод диагностирования предаварийного теплового состояния литий-ионного аккумулятора на основе цифрового портрета, формируемого с применением модифицированного метода конечных объемов и метода математического прототипирования энергетических процессов.

Высокая степень обоснованности научных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных автором, определяется тем, что они получены с использованием современных известных апробированных математических методов, в том числе метода математического прототипирования энергетических процессов, законов термодинамики и технической диагностики. Научные положения и выводы, представленные в работе, подтверждаются аналитическими доказательствами, данными моделирования, а также экспериментальными исследованиями разработанной методики. Все приведенные в работе положения аргументированы, результаты исследований соответствуют базовым положениям теории электротехники.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается:

применением теоретически обоснованных и прошедших апробацию методов исследования сложных электротехнических устройств и протекающих в них тепловых процессов;

корректным выбором ограничений, допущений и исходных данных из практики применения метода математического прототипирования энергетических процессов и законов термодинамики;

наглядной физической трактовкой выявленных закономерностей и эффектов, совпадением результатов теоретических исследований с данными, полученными при испытаниях имитационных моделей, а также частных результатов, используемых диссертантом для выполнения контрольных расчетов по разработанным методикам, с результатами, содержащимися в работах других авторов;

совпадением частных результатов исследования, используемых для верификации разработанных соискателем методик исследования и моделей процессов и устройств, с данными, полученными в результате экспериментального моделирования.

Анализ результатов сопровождается ясной физической трактовкой выявленных эффектов и характеристик.

Новизна полученных в диссертации результатов, а также сформулированных на их основе выводов и рекомендаций связана с развитием научных основ оценивания работоспособности тепловых режимов авиационного электрооборудования с высокими уровнями электрификации и безопасности функционирования бортового оборудования для поддержания летной годности воздушных судов.

Теоретическая значимость полученных в диссертации результатов заключается в развитии методов моделирования тепловых режимов авиационного электрооборудования и методических основ оценки его работоспособности в интересах поддержания летной годности воздушных судов, а также выявлении закономерностей тепловых и электрических процессов, открывающих новые технические пути построения перспективных бортовых центров управления и контроля электротехнических устройств с высокими показателями энергетической эффективности.

Ценность работы для практики определяется возможностью практического внедрения разработанной методики диагностирования в бортовой вычислитель ВС, что позволит спрогнозировать отказ оборудования и своевременно отключить его от приемников электрической энергии, это позволит повысить уровень эксплуатационной надежности и безопасности полетов.

Практическая значимость результатов, полученных соискателем, подтверждается предложениями по их внедрению в научно-исследовательских организациях, занимающихся разработкой систем электроснабжения и электрооборудования. Полученные результаты предназначены для использования инженерно-техническими службами аэропортов и авиакомпаний, разработчиками перспективных систем электрооборудования и электротехнических устройств ВС.

К числу основных замечаний и недостатков работы, на наш взгляд, относятся следующие.

1. В тексте диссертации и автореферата, в четвертой главе, представлены результаты экспериментальных исследований зависимости температуры аккумулятора от времени разряда, при этом полученные значения времени (от 50000 до 3500000 секунд) с учетом заданных значений тока разряда значительно превышают паспортные данные по емкости для выбранного типа аккумулятора.

2. Из текста диссертации неясно, какие характеристики имеет измерительное оборудование (кроме термистора), обеспечивающее проведение указанных экспериментов.

3. При исследовании температуры аккумуляторной батареи током разряда 3,3 А, в конце разряда по графику видно ускорение увеличения температуры, при этом при разряде большими токами такого не наблюдается, из текста автореферата и диссертации неясно с чем связано это явление.

4. Из текста автореферата и диссертации не вполне ясно, почему центр координат при применении модифицированного метода конечных объемов выбран отличным от геометрического центра аккумулятора, данный факт приводит к смещению максимума температуры от геометрического центра.

Вместе с тем, отмеченные недостатки, непосредственно не охватывающие основные научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, не снижают общего позитивного впечатления от работы и не ставят под сомнение ее положительную оценку.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации. В нем в лаконичной форме ясно изложены основные идеи и выводы по работе, показаны определяющий вклад соискателя в проведенные исследования, степень новизны и практическая значимость результатов.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней.

На основе анализа диссертации Пунт Е.А. «Метод диагностирования предаварийного теплового состояния электротехнических устройств воздушного судна на основе цифрового портрета» можно сделать следующие выводы:

1. Диссертация «Метод диагностирования предаварийного теплового состояния электротехнических устройств воздушного судна на основе цифрового портрета» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная задача разработки метода диагностирования предаварийного теплового состояния ЭТУ на основе имеющейся в цифровой системе распределения электроэнергии цифрового (теплового) портрета ЭТУ и показаний датчиков температуры в областях доступных для контроля, имеющая значение для совершенствования методов контроля, проведения летных и наземных испытаний, диагностирования и прогнозирования технического состояния авиационной техники на всех этапах жизненного цикла.

2. Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты, соответствующие пункту 4 раздела «Направления исследований» паспорта специальности 2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники, нашедшие практическое использование при разработке новых локальных центров управления нагрузкой и свидетельствующие о вкладе автора в науку.

Предложенные соискателем решения строго аргументированы и оценены в сравнении с известными аналогами.

3. Работа удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Пунт Е.А., достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники.

Официальный оппонент:

доцент кафедры электрооборудования

(и оптико-электронных систем)

ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)

кандидат технических наук (20.02.12)



Дмитриев Владимир Михайлович

«24» декабря 2024 года

Подпись Дмитриева В.М. заверяю

Старший помощник начальника строевого отдела
Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)



И. Антонов

«24» декабря 2024 года

Сведения об оппоненте:

Дмитриев Владимир Михайлович, гражданин Российской Федерации, кандидат наук по специальности 20.02.12, доцент кафедры электрооборудования (и оптико-электронных систем) федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации

Адрес: 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а

Телефон: 8-(473)-244-76-13

E-mail: dvm84@bk.ru