



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИРОБОРОНЫ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ»
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Петровско-Разумовская аллея, д. 12А,
стр.4, г. Москва, 127083

«23» декабря 2024 г.

Исх. № 10 / 4381

На № 88/Д от 26.11.2024

Экз. 1

УТВЕРЖДАЮ

Временно исполняющий обязанности
начальника научно-исследовательского
центра (г. Люберцы Московской обл.)

Федерального государственного
бюджетного учреждения «Центральный
научно-исследовательский институт
Военно-воздушных сил» Министерства
оборонь Российской Федерации
кандидат технических наук

«23» декабря 2024 г.

А.Скидан



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Пунт Елены Александровны на тему
«Метод диагностирования предаварийного теплового состояния
электротехнических устройств воздушного судна на основе цифрового
портрета», представленной к защите на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники

Современный этап развития гражданской авиации характеризуется переходом авиакомпаний России на эксплуатацию отечественных воздушных судов (ВС) нового поколения с цифровым бортовым оборудованием. Для обеспечения высокого уровня безопасности полетов и безопасности воздушных перевозок в целом диагностика технического состояния ВС является основной задачей. Одним из приоритетных направлений в области повышения качества технического обслуживания ВС при внедрении перспективных интеллектуальных систем электротехнического комплекса является переход от планово-предупредительной стратегии эксплуатации по ресурсу к стратегии

эксплуатации по состоянию. Основной причиной, сдерживающей внедрение эксплуатации по состоянию систем электротехнического комплекса современных ВС, является недостаточное развитие методов и средств диагностики для определения предотказного состояния в системах электроснабжения (СЭС) и, как следствие, снижение эксплуатационной надежности систем бортового оборудования ВС, являющихся приемниками электрической энергии, из-за снижения качества потребляемой электроэнергии и изменения теплового режима их функционирования.

Поэтому проведение научных исследований по определению тепловых режимов бортового электротехнического оборудования, мониторинг и диагностирование их теплового состояния, является **актуальной задачей**, напрямую влияющей на обеспечение летной годности ВС.

Научная новизна работы состоит в следующем:

разработан модифицированный метод конечных объемов, который отличается от известного метода конечных объемов применением метода математического прототипирования энергетических процессов, гарантированной точностью расчетов и сведением уравнений математической физики к уравнениям Коши;

разработана математическая модель тепловых режимов работы литийионного аккумулятора, отличающаяся применением метода математического прототипирования энергетических процессов и использованием модифицированного метода конечных объемов, а также получением аналитического выражения для скалярного поля температур;

разработан новый метод диагностирования предаварийного теплового состояния литийионного аккумулятора на основе цифрового портрета.

Работа обладает **практической ценностью** – разработанный автором метод диагностирования предаварийного теплового состояния литийионного аккумулятора на основе цифрового портрета, формируемого с применением модифицированного метода конечных объемов и метода математического прототипирования энергетических процессов, реализован в двух свидетельствах России о государственной регистрации программ для ЭВМ, предназначенных для реализации в бортовом вычислителе ВС, что позволит спрогнозировать отказ литийионной аккумуляторной батареи и своевременно ее отключить. Внедрение полученных результатов позволит провести модернизацию перспективных отечественных ВС, что в итоге повысит их эксплуатационную надежность и обеспечит поддержание заданного уровня безопасности полетов.

Значимость результатов, полученных автором диссертации, для развития соответствующей отрасли науки определяется тем,

что разработанные в работе модифицированный метод конечных объемов для численного расчета теплораспределения в литийионном аккумуляторе на основе метода математического прототипирования энергетических процессов; методика автоматического формирования уравнений метода математического прототипирования энергетических процессов по геометрии конечных объемов; метод диагностирования предаварийного теплового состояния литийионного аккумулятора на основе цифрового портрета, формируемого с применением модифицированного метода конечных объемов и метода математического прототипирования энергетических процессов открывают новое направление в теории диагностирования систем авиационного оборудования.

Достоверность полученных результатов подтверждается следующим:

корректным использованием известных апробированных математических методов, в том числе метода математического прототипирования энергетических процессов, законов термодинамики и технической диагностики;

совпадением с результатами исследований, выполненных другими авторами, и результатов эксперимента с расчетными данными.

Апробация результатов исследования. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на: Научно-технической конференции «Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н. Е. Жуковского», Москва, МГТУ ГА, 2020, 2022, 2023, 2024 гг.; Международной конференции «Проблемы информатики, электроники и радиотехники» (ПИЭР), Новосибирск, НГТУ, 2020 г.; Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы исследований в авионике: теория, обслуживание, разработки» (АВИАТОР), Воронеж, ВУНЦ ВВС, 2021 г.; Международной конференции молодых специалистов по микро/нано технологиям и электронным приборам (EDM), Алтай, Эрлагол, 2021, 2022, 2023 гг.; Гранте Ученого совета МГТУ ГА, Москва, МГТУ ГА, 2021 г.; Международной ежегодной конференции «Возобновляемая и малая энергетика - 2022. Энергосбережение. Автономные системы энергосбережения стационарных и подвижных объектов», Москва, МЭИ, 2022 г.

По материалам диссертации автором опубликованы 6 научных статей, из них в изданиях, рекомендованных ВАК - 1, SCOPUS– 3, получены 2 Свидетельства Российской Федерации о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Представленные в автореферате результаты исследований соответствуют паспорту специальности 2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники по пункту 4- Разработка и совершенствование методов контроля, проведения летных и наземных испытаний, диагностирования и прогнозирования технического состояния авиационной техники на всех этапах ее жизненного цикла.

Личный вклад соискателя в получении результатов исследования. Анализ материалов, представленных в автореферате диссертации, позволяет утверждать, что основные положения, выносимые на защиту, получены лично автором.

Вместе с тем, по содержанию автореферата можно сделать следующие замечания.

1 Из автореферата не ясно, как влияют на адекватность разработанной математической модели принятые допущения о том, что распределение температуры во времени и пространстве является гладкой дифференцируемой функцией (п. 3 допущений), а вещества в рассматриваемой системе не изменяют своего пространственного положения (п. 5 допущений).

2 В матричном уравнении (2) температура окружающей среды T_0 входит в матрицу T_{01} , а в преобразованном для численного интегрирования методом Эйлера уравнении (9) T_0 представлена в виде отдельного вектора при сохранении прежнего обозначения матрицы T_{01} .

Приведенные выше замечания и недостатки не снижают положительной оценки представленной диссертационной работы и ее научной и практической значимости. Приведенные в работе выводы соответствуют содержанию выполненных исследований и адекватно отражают результаты решения поставленной в работе научной задачи.

Диссертационная работа Пунт Е.А. содержит новое решение актуальной научной задачи по разработке метода диагностирования предаварийного теплового состояния электротехнических устройств на основе использования цифрового теплового портрета, внедрение которой вносит значительный вклад в развитие экономики страны, и имеющей существенное значение для укрепления обороноспособности страны.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники, раздел «Области исследований», пункт 4 – «Разработка и совершенствование методов контроля, проведения летных и наземных испытаний, диагностирования

и прогнозирования технического состояния авиационной техники на всех этапах ее жизненного цикла».

Диссертация Пунт Е.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, удовлетворяет требованиям пунктов 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 16.10.2024), требованиям Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Пунт Елена Александровна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники.

Врио начальника 5 научно-исследовательского управления
кандидат технических наук

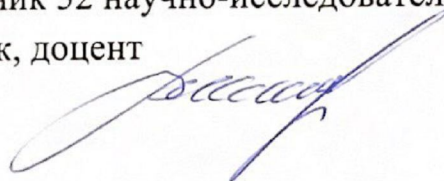
«19» декабря 2024 г.



А.Журинский

Ведущий научный сотрудник 52 научно-исследовательского отдела
кандидат технических наук, доцент

«19» декабря 2024 г.



В.Иванов

Сведения об ученых научно-исследовательского центра (г. Люберцы Московской обл.) федерального государственного бюджетного учреждения «Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил» Министерства обороны Российской Федерации, подготовивших отзыв:

1 Скидан Алексей Петрович, врио начальника НИЦ (г. Люберцы Московской обл.) ФГБУ «ЦНИИ ВВС» Минобороны России, кандидат технических наук, т. +7(905)7283226;

2 Журинский Алексей Александрович, врио начальника 5 научно-исследовательского управления, кандидат технических наук, т. +7(916)1846355;

3 Иванов Владимир Васильевич, ведущий научный сотрудник 52 научно-исследовательского отдела, кандидат технических наук, доцент, т.+7(916)6252493.

Адрес НИЦ (г. Люберцы Московской обл.): ул. 3-е Почтовое отделение, д. 104, г. Люберцы, Московская обл., 140003.