



Экз. № 2

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБОРОНЫ РОССИИ)

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ
(МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ)**

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

« 17 » 01 2022 г.

Исх. № 10/3/50/20

На № _____

Ученому секретарю
диссертационного совета Д223.011.01
на базе федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования
«Московский государственный
технический университет
Гражданской авиации»
В.М.САМОЙЛЕНКО

Кронштадтский б-р, д., 20, г. Москва, 125993

Утверждаю

Врио начальника НИЦ (г. Люберцы)

Центрального научно-исследовательского
института Военно-воздушных сил

(Министерства обороны Российской Федерации)
кандидат технических наук

И.Мараховский

« 17 » января 2022 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Старостина Игоря Евгеньевича «Научные основы оценивания работоспособности перспективных авиационных химических источников электрической энергии для поддержания летной годности воздушных судов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.22.14 – Эксплуатация воздушного транспорта

Диссертационная работа Старостина И. Е. посвящена разработке моделей, методов и алгоритмов, направленных на поддержание летной годности воздушных судов, на которых планируется использовать

современные химические источники электрической энергии (ХИЭЭ), обладающие высокой энергоемкостью, но имеющие ряд ограничений на допустимые режимы работы. Неучет таких ограничений приводит к аварийным режимам, которые могут стать причиной авиационных событий, что и показала эксплуатация современного лайнера Boeing-787. Эти особенности эксплуатации ХИЭЭ требуют непрерывного контроля и диагностирования их технического состояния с целью предупреждения пожароопасных отказов, чему и посвящена данная диссертационная работа. Поэтому она обладает безусловной **актуальностью**.

Научная новизна работы заключается в разработанных диссертантом научных основ оценивания работоспособности перспективных авиационных ХИЭЭ, включающих в себя:

метод получения диагностических и прогностических моделей авиационных ХИЭЭ различной физической и химической природы;

кинетическую теорему современной неравновесной термодинамики, которая явилась основой потенциально-потокowego метода моделирования физико-химических процессов в авиационных химических источниках электрической энергии;

полную математическую модель литий-ионных аккумуляторов, явившейся основой для создания диагностических и прогностических моделей, в которой, в отличие от известных моделей, учитывается динамика физико-химических процессов.

Работа обладает **практической ценностью** – разработанная автором методика диагностики и прогнозирования технического состояния авиационных литий-ионных аккумуляторов, позволяющая выявлять их предотказные состояния в процессе эксплуатации в составе авиационной аккумуляторной батареи, защищена в 7-ю свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ. Предложенные автором решение научной проблемы и технологические решения внедрены в ООО «Экспериментальная мастерская Наука-Софт» и ФГБОУ ВО «МГТУ ГА».

Достоверность полученных результатов подтверждается следующим:

теория построена на методах неравновесной динамики, аксиоматике современной термодинамики, положениях системного анализа и теории надежности технических средств, дискретной математики и теории цифровой обработки информации при решении частных научных задач;

идея базируется на потенциально-потокном методе построения диагностических и прогностических моделей в рамках современной неравновесной термодинамики;

использованы современные методики организации математического и имитационного эксперимента, сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные совокупности при моделировании физико-химических процессов, протекающих в литий-ионных химических источниках тока;

практические результаты получены при экспериментальных исследованиях типовых литий-ионных аккумуляторов серии Sony US18650VTC6, установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами оценки работоспособности этих аккумуляторов, полученных другими авторами.

Следует отметить, что автором достаточно подробно проанализированы отечественные и зарубежные исследования в рассматриваемой области науки.

Результаты диссертационной работы хорошо апробированы. Они докладывались на международных конференциях «Инфо», г. Сочи, 2010 – 2014 гг., 2019 – 2021 гг.; на I международном симпозиуме «Компьютерные измерительные технологии», г. Москва, 2015 г.; на международных симпозиумах «Надежность и качество», г. Пенза, 2011, 2012, 2014, 2015, 2018, 2020 гг.; на всероссийских научно-технической конференциях «Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н.Е. Жуковского», г. Москва, 2013 – 2015 гг., 2019 г.; на научно-технической конференции «Электрификация летательных аппаратов», г. Москва, 2016 г.; на научном семинаре по проблемам авиационно-космической электроэнергетики им. академика В.С. Кулебакина, г. Москва, ИПУ РАН, 2017 г.; на семинаре по синергетике, г. Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, 2013 г.; на международных конференциях молодых специалистов

по микро/нанотехнологиям и электронным приборам «EDM», г. Новосибирск, 2019, 2021 гг.; на международной конференции «ПИЭР 2020», г. Новосибирск, 2020 г.; на международной конференции «Информационные технологии и инновации на транспорте», г. Орел, 2021 г.

По теме диссертации опубликовано 95 работ, отражающих основные положения исследования, среди которых – 3 монографии, 30 научных статей в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК при Минобрнауки России.

Представленные в автореферате результаты исследований соответствуют паспорту специальности 05.22.14 - Эксплуатация воздушного транспорта по направлениям 5.9 - Разработка методов и средств диагностирования и прогнозирования технического состояния авиационной техники и метрологическое обеспечение, 5.11 - Разработка научных основ и методов обеспечения и сохранения летной годности воздушных судов в процессе эксплуатации, 5.12 - Разработка моделей и методов анализа и оценки уровня эксплуатационно-технических характеристик авиационной техники.

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

в автореферате не представлена инженерная методика, позволяющая применять разработанные автором методы инженерно-техническим персоналом предприятий – разработчиков ХИЭЭ и предприятий, эксплуатирующих авиационную технику;

в автореферате отсутствуют пояснения к блок-схеме физико-химических процессов в литий-ионном аккумуляторе, представленной на рисунке 14, что затрудняет её понимание;

из автореферата не ясно, как использовать представленную методику диагностирования аккумуляторов для оценки состояния всей аккумуляторной батареи.

Несмотря на сделанные замечания, диссертация Старостин И. Е. является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена **научная проблема** разработки научных основ оценивания работоспособности перспективных авиационных бортовых химических

источников электрической энергии, имеющая важное значение для авиационной отрасли страны.

Диссертация удовлетворяет требованиям пунктов 9 – 14 Положения о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ от 17.03.2015 № 235 в редакции от 05.07.2021), а ее автор, СТАРОСТИН Игорь Евгеньевич, заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.22.14 – Эксплуатация воздушного транспорта.

Врио начальника 5 научно-исследовательского управления
кандидат технических наук

А.Журинский

Главный научный сотрудник
1 научно-исследовательского управления
доктор технических наук, профессор,
Заслуженный деятель науки РФ

В.Горшков

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

В.Иванов

Мараховский Игорь Васильевич, Горшков Владимир Анатольевич, Журинский Алексей Александрович, Иванов Владимир Васильевич являются штатными работниками научно-исследовательского центра (г. Люберцы, Московская область) федерального государственного бюджетного учреждения «Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил» Министерства обороны Российской Федерации, 3-е Почтовое отделение ул., д. 104, г. Люберцы, Московская область, 140003, e-mail: nic_lub_cnii@mil.ru, т/факс: 8(495) 503-75-90.