

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Старостина И.Е. на тему «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»

Тенденции современной авиации направлены на повышение уровня электрификации современных летательных аппаратов. Существуют следующие уровни электрификации: более электрический самолет, полностью электрифицированный, полностью электрический самолет. Каждый из этих уровней электрификации характеризуется заменой гидропневмооборудования на соответствующее электрическое. Полностью электрический самолет оборудование и маршевые двигатели электрические. Важнейшей составляющей электрооборудования летательных аппаратов являются химические источники тока; одними из перспективных авиационных химических источников тока являются литий-ионные аккумуляторные батареи, имеющие высокие удельные энергетические характеристики. Однако высокие удельные энергетические характеристики литий-ионных аккумуляторных батарей нивелируются их неустойчивостью к перезаряду и переразряду, что приводит к их воспламенению на борту летательного аппарата. Попытки усиления корпусов литий-ионных аккумуляторов повышают полетную массу литий-ионных аккумуляторных батарей, и при этом не устраняют проблемы выхода из строя литий-ионных аккумуляторов при перезаряде и переразряде. Отсюда вытекает актуальность задачи прогнозирования начала выхода из строя литий-ионных аккумуляторных батарей при перезаряде и переразряде. Т.к. функционирование литий-ионных аккумуляторов определяется особенностями протекания физико-химических процессов в них, то задача получения математической модели литий-ионного аккумулятора с учетом всех возможных особенностей протекания физико-химических процессов, не противоречащих экспериментальным данным, позволяющей диагностировать и прогнозировать вход литий-ионных аккумуляторов в начало выхода из строя, является **актуальной**.

При решении задачи получен **ряд новых научных результатов**, к которым можно отнести следующие:

1. Разработана в рамках современной неравновесной термодинамике методология построения математической модели систем, характеризующихся протеканием в них физико-химических процессов, учитывающей все особенности протекания этих процессов в нем.
2. Получена полная математическая модель динамики физико-химических процессов в литий-ионных аккумуляторах, которая была преобразована в математическую модель литий-ионного аккумулятора, позволяющую определять по напряжению, току и температуре характеристики аккумулятора.
3. Была выполнена экспериментальная проверка математической модели литий-ионного аккумулятора.

**Практическая значимость** диссертационной работы состоит в разработанной методологии диагностики и прогнозирования технического состояния систем, характеризующихся протеканием в них физико-химических процессов, в том числе и литий-ионных аккумуляторов, позволяющей в процессе их эксплуатации прогнозировать их вход в аварийный режим работы.

**Достоверность** полученных автором результатов подтверждается проведенными экспериментальными исследованиями режимов разряда литий-ионных аккумуляторов



постоянным током, корректным использованием методов современной неравновесной термодинамики, методов теории идентификации, методов вычислительной математики.

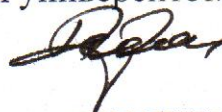
Заслуживает внимание серьезная апробация работы в виде докладов на конференциях, свидетельств о регистрации программного обеспечения и публикаций в журналах, входящих в перечень ВАК.

В качестве **недостатков** следует отметить:

1. Физико-химические процессы следует моделировать в распределенных параметрах, т.к. концентрации и температуры распределены неравномерно по объему.
2. Необходимо учесть пористость электродов.
3. Положения научной новизны не пронумерованы, что затрудняет оперирование предложенными понятиями. Так в третьем и четвертом положениях отсутствуют четко сформулированные положительные эффекты, получаемые в результате создания потокового метода и математической модели.
4. Не сформулированы положения, выносимые на защиту.

Отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, в которой решена важная для эксплуатации воздушных судов научная проблема, обеспечивающая повышение безопасности полетов гражданской авиации. Она является научно-квалификационной работой и удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор, Старостин Игорь Евгеньевич, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.22.14 – «Эксплуатация воздушного транспорта».

Заслуженный деятель науки РФ,  
зав. кафедрой «Конструирование и  
производство радиоаппаратуры»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»  
д-р техн. наук, профессор



Н.К. Юрков

Согласен на обработку персональных данных, указанных в отзыве.

Пензенский государственный университет,

ул. Красная 40, Пенза, Россия.

e-mail: yurkov\_nk@mail.ru,

8 (8412) 64-36-38

сайт: <http://pnzgu.ru>

Специальность докторской диссертации –

05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (связь)

Ученый секретарь Ученого совета ПГУ

к.т.н., доцент



24.01.2022

/О. С. Дорофеева/