



ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ИМПЕРАТОРСКИЙ ТУЛЬСКИЙ ОРУЖЕЙНЫЙ ЗАВОД»
ул. Советская, д. 1-а,
Тула, Россия, 300041
Тел.: (4872) 32-17-01
e-mail: info@tulatoz.ru
http://www.itoz.ru/
ОГРН 1027100507147
ИНН/КПП 7107003303/710701001

21.09.2026 № _____
На № _____ от _____

В диссертационный совет
24.2.272.02 при ФГБОУ ВО
«Балтийский
государственный
технический университет
«ВОЕНМЕХ» имени
Д.Ф. Устинова
190005, г. Санкт-Петербург,
ул.1-я Красноармейская, д. 1

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель
генерального директора



А.Л. Бахно

09 2026 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Соболева Ильи Александровича «Разработка бортового комплекса мониторинга целостности конструкции авиационной и космической техники методом акустической эмиссии»

Представленный автореферат отражает содержание диссертационной работы, посвящённой актуальной научно-технической задаче — обеспечению целостности и безопасности эксплуатации элементов авиационной и космической техники из алюминиевых сплавов за счёт внедрения метода акустической эмиссии (АЭ) в бортовой мониторинг. Актуальность темы обусловлена ростом сложности и ответственности конструкций, повышенными требованиями к надёжности и долговечности, а также ограниченной эффективностью традиционных методов неразрушающего контроля (НК) при выявлении дефектов на ранних стадиях, особенно в условиях реальной эксплуатации.

Цель исследования — совершенствование системы мониторинга технического состояния космических аппаратов методом АЭ — сформулирована чётко и соответствует заявленной проблематике. Задачи,

поставленные автором, логически вытекают из цели и последовательно реализованы в четырёх главах работы.

Научная новизна исследования заключается в комплексном подходе, сочетающем экспериментальное выявление закономерностей АЭ-сигналов с разработкой математического аппарата и практическим внедрением. К наиболее значимым научным результатам следует отнести:

1. Установленные корреляционные зависимости между параметрами АЭ (амплитуда, Ra-value, кумулятивная энергия) и стадиями развития дефектов в алюминиевом сплаве АМгб, включая сквозные и ударные повреждения. Стоит отметить выявление критического порога накопления кумулятивной энергии ($5 \cdot 10^8$ условных единиц за три последовательных цикла нагружения) как индикатора необходимости немедленного диагностирования.

2. Обоснование выбора метода Дэвидона — Флетчера — Пауэлла для решения задачи локации дефекта и разработанного на его основе оригинального четырёхшагового алгоритма. Данный подход позволил достичь погрешности локализации не более 10%, повысить скорость сходимости на 25% и снизить влияние шумов на 16% по сравнению с альтернативными методами.

3. Разработку методики и схем НК на базе АЭ, включая оптимальные схемы расстановки датчиков, критерии диагностики предельного состояния материала и алгоритм применения комплекса в условиях орбитальной эксплуатации.

Достоверность полученных результатов подтверждается корректной постановкой эксперимента, использованием метрологически аттестованного оборудования, статистической обработкой данных (в том числе применением формулы Пирсона для оценки корреляции), а также сопоставлением с результатами других исследований при сопоставимых условиях. Особую убедительность выводам придаёт проведение натурных испытаний на производственной базе ПАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королёва, где были продемонстрированы реальные показатели точности и быстродействия системы.

Практическая значимость работы выражена в конкретных, измеримых результатах, востребованных в отрасли:

- внедрение математической модели и методики в акустико-эмиссионную систему «РАНИС» (сертификационный номер № 78686-20, ООО «НДТ системы»);

- использование результатов при разработке системы мониторинга состояния конструкции ОКР «КК РОС»;

- применение в регламенте ФГУП «ВНИИМ им. Д. Ф. Менделеева» для контроля вакуумных камер эталона давления ГЭТ 49-2016;

- интеграция в образовательный процесс БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова при подготовке специалистов по направлениям, связанным с материалами и методами контроля.

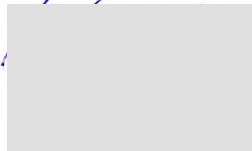
Личный вклад соискателя является существенным и охватывает все ключевые этапы исследования: от обзора литературы и научного обоснования методики до проведения экспериментов, обработки данных, разработки алгоритма и проверки рекомендаций на практике. Результаты апробации на конференциях и конкурсах, а также публикации (в том числе в базах Web of Science, Scopus и в журналах из перечня ВАК) свидетельствуют о признании результатов научным сообществом.

Единственным замечанием к работе является относительная краткость описания вопросов помехоустойчивости и адаптации алгоритма к изменяющимся условиям распространения акустических волн в реальных конструкциях сложной геометрии (например, при наличии сварных швов, неоднородностей материала или температурных градиентов). В перспективе эти аспекты могли бы быть дополнительно проработаны, однако они не снижают общей научной и практической ценности полученных результатов.

Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 1.3.7 «Акустика», в частности пункту «2. Акустическая диагностика и неразрушающий контроль в транспорте и строительстве; акустический мониторинг зданий и конструкций».

Диссертация по объему и уровню исследований соответствует критериям, изложенным в пунктах 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (постановление правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г.), является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические решения, имеющие существенное значение в космической отрасли нашей страны, а её автор Соболев Илья Александрович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.3.7 «Акустика».

Начальник отдела
интеллектуальной
собственности,
кандидат технических наук



Чуприков Артём
Олегович