

## ОТЗЫВ

на автореферат Рябова Павла Александровича «Методика многодисциплинарной оценки эффективности применения маршевых гибридных газотурбинных двигателей магистрального самолета», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Диссертационная работа Рябова П.А. посвящена разработке методики и комплекса математических моделей многодисциплинарной оценки эффективности применения маршевых гибридных ГТД магистральных самолетов, позволяющей оперативно оценивать и прогнозировать уровень технического совершенства новых электрических и гибридных систем для их дальнейшего эффективного применения в авиации.

**Актуальность работы** определяется двумя базовыми соображениями:

С одной стороны – в настоящее время при надзоре за эксплуатацией технических систем все больше внимание уделяется экологическим ограничениям и, в частности, экологичности авиационной техники.

С другой стороны – глобальная конкуренция на рынке авиационных перевозок жёстко диктует необходимость неуклонного снижения расхода топлива для перемещения единицы груза (тонны груза или одного пассажира) на единицу расстояния (километр).

Одним из известных и технически реализуемых направлений повышения топливной экономичности и снижения выбросов в атмосферу авиационных двигателей пассажирских самолетов является переход на альтернативное керосину газомоторное и/или водородное топливо. Другим актуальным в последние годы направлением становится «гибридизация» маршевых силовых установок самолетов транспортной авиации, позволяющая снижать энергозатраты обеспечения полета, тем самым сокращая количество сжигаемого топлива и, следовательно, повышать экономические и экологические характеристики самолёта.

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«10» 09 2021.

Учитывая, что представленная в автореферате работа посвящена разработке методики и компьютерных программ для исследования в комплексе двух указанных выше направлений, актуальность работы сомнений не вызывает.

**Научная новизна** заключается в разработке методики и комплекса компьютерных программ для оценки эффективности маршевых гибридных ГТД в составе силовой установки самолета транспортной авиации по многодисциплинарным критериям. Получены результаты оценки эффективности по комплексу многодисциплинарных критериев силовой установки нового типа на базе гибридных ГТД с бортовой энергоустановкой на твердооксидных топливных элементах при использовании четырех видов топлива: керосина, пропан-бутана, метана, водорода, в том числе в составе одно- и двухтопливного магистральных самолетов. Получен Патент РФ на схему гибридного ГТД, эффективность которой была подтверждена расчётным путём с использованием разработанной и обозначенной в автореферате методики.

**Практическая значимость** работы заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы профильными организациями и вузами при разработке и оценке эффективности двигателей и самолетов будущих поколений, что подтверждается Актом о внедрении ФГУП «ЦАГИ» и практикой ЦИАМ. Получено авторское свидетельство на программный модуль для ЭВМ, алгоритм которого базируется на математической модели, являющейся элементом разработанного автором комплекса математических моделей.

Не вызывают сомнения **достоверность и обоснованность** научных положений и выводов, изложенных в автореферате диссертации, так как они:

а) базируются на результатах, полученных с использованием множества классических расчетных методик, применимость которых для практических расчётных оценок с приемлемой точностью характеристик представленных в работе объектов исследования – общепризнана;

б) обусловлены комплексным подходом в сравнительном анализе полученных в работе данных;

в) результаты спрогнозированных характеристик магистральных самолетов с гибридным ГТД на протяжении всего периода исследований последовательно



обсуждались в среде высококвалифицированных в исследуемом предмете специалистов.

Диссертация впитала в себя результаты огромной актуальной практически-значимой научно-исследовательской работы.

Публикации автора в достаточной мере отражают содержание диссертации. Результаты исследования, в том числе полученные новые данные, представлены в 17 публикациях, включая зарубежные. Опубликовано шесть работ в рецензируемых научных изданиях, получен один патент на изобретение и одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

**Тема и содержание автореферата** соответствуют паспорту специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов». Оформление автореферата замечаний не вызывает, и оно отвечает требованиям ВАК.

По тексту и содержанию автореферата диссертации могут быть сделаны следующие **замечания**:

1. По существу методология работы фактически базируется на принципах многофакторной (многопараметрической) оптимизации. Однако, в автореферате не содержится чёткой формулировки, к каким каноническим математическим методам (или методу) многопараметрической оптимизации относится разработанная автором методика.

2. Принятые для расчётов, проведённых в рамках диссертационной работы, соотношения цен между разными компонентами газообразного топлива и керосином привязаны к текущей ситуации ценообразования на мировом рынке энергоресурсов и отсутствует оценка (пусть приближённая) изменения этих соотношений к 30-м и 40-м годам текущего столетия и не учитывают тенденции по увеличению доли безуглеродного топлива в общем объеме потребляемых энергоресурсов.


Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы Рябова Павла Александровича, которая представляет собой завершённую научно-квалификационную комплексную работу, обладает научной новизной и практической значимостью, соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, утвержденного постановлением

Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Рябов Павел Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Я, Боровиков Александр Дмитриевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Рябова Павла Александровича «Методика многодисциплинарной оценки эффективности применения маршевых гибридных газотурбинных двигателей магистрального самолета» и их обработку.

Главный специалист отделения «Самолеты»  
проектного комплекса «Гражданская  
авиационная техника» ФГБУ «НИЦ «Институт  
имени Н.Е. Жуковского»,

кандидат технических наук

  
09.09.2021

Боровиков Александр Дмитриевич

Подпись А.Д. Боровикова заверяю:

Начальник отдела кадров

ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского»

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

2021 г.

г. Кадров



Александр Сергеевич Никифоров

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского» (ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского»)

Адрес: 125319, г. Москва, ул. Викторенко, д. 7

Телефон: +7 (499) 759-01-86

E-mail: info@nrczh.ru