

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор ПАО «ОДК-УМПО»,
председатель Башкортостанского регионального
отделения Общероссийской общественной
организации «Союз машиностроителей России»



Е.А. Семивеличенко

2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

публичного акционерного общества «ОДК - Уфимское моторостроительное
производственное объединение» на диссертацию Буровой Аделии Юрьевны «Метод
уменьшения разнотяговости турбореактивных двухконтурных двигателей силовой
установки двухдвигательного самолёта», представленную на соискание учёной степени
кандидата технических наук по научной специальности 2.5.15. «Тепловые,
электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Актуальность темы

В современной авиации задача уменьшения разнотяговости (асимметрии тяги) двигателей силовой установки двухдвигательного самолёта решается компенсацией асимметрии тяги этих двигателей в полёте. Разнотяговость этих двигателей приводит к появлению разворачивающего момента сил, действующих на самолёт в полёте, и снижению запаса устойчивости и управляемости самолёта. Компенсация этого момента с помощью поверхностей управления приводит к увеличению сопротивления самолёта и, как следствие, часового и километрового расхода топлива по сравнению с полётом без асимметрии тяги. Однако, при уменьшении разнотяговости двигателей силовой установки двухдвигательного самолёта в крейсерском режиме полёта в настоящее время не учитываются индивидуальные особенности каждого из этих двигателей.

Таким образом, диссертация Буровой Аделии Юрьевны на тему: «Метод уменьшения разнотяговости турбореактивных двухконтурных двигателей силовой установки двухдвигательного самолёта», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

27.08.2026 г.

и энергоустановки летательных аппаратов», посвящена решению одной из важных и актуальных научно-технических задач.

Научная новизна

При решении поставленных задач автором диссертации разработаны новые метод, способы и алгоритмы уменьшения разнотяговости турбореактивных двухконтурных двигателей (ТРДД) силовой установки двухдвигательного самолета. При этом:

1. Разработан метод уменьшения разнотяговости ТРДД силовой установки двухдвигательного самолета, включающий два этапа: селективный отбор пар ТРДД одной серии для их установки на самолет (Этап 1) и коррекцию тяги двигателей в полете (Этап 2).

2. Разработаны способ и алгоритм отбора ТРДД одной серии для комплектации двухдвигательной силовой установки самолёта, отличающиеся от существующих применением метода иерархического кластерного анализа, позволяющего разделить двигатели одной серии на пары с минимальными отклонениями высотно-скоростных и дроссельных характеристик, а также расширенным набором параметров, косвенно характеризующих тягу, что снижает разнотяговость между двигателями в парах.

3. Разработан алгоритм определения оценочных значений силы тяги ТРДД по измеренным значениям его рабочих параметров и параметров крейсерского полёта, отличающийся применением табличной формы представления результатов математического моделирования рабочих процессов в двигателе при различных условиях и позволяющий учесть индивидуальные параметры двигателя и изменение коэффициентов полезного действия (КПД) его неконтролируемых в полёте агрегатов и узлов.

4. Разработаны способ и алгоритм уменьшения разнотяговости ТРДД двухдвигательной силовой установки самолёта в крейсерском режиме полёта, отличающиеся от существующих тем, что разнотяговость уменьшается за счет целенаправленного изменения частоты вращения роторов двигателей в зависимости от разности оценочных значений силы тяги двигателей в полёте, определяемой с учетом индивидуальных особенностей каждого двигателя, текущих условий полёта и изменения КПД узлов двигателя.

5. Разработаны структура и алгоритм работы системы автоматической коррекции тяги ТРДД силовой установки двухдвигательного самолёта для уменьшения их разнотяговости в крейсерском режиме полёта, учитывающие предложенный алгоритм определения оценочных значений силы тяги ТРДД.

Практическая значимость работы состоит в следующем:

1. Предложенный способ селективного отбора ТРДД одной серии позволяет выбирать наиболее близкие по тяге пары двигателей для их установки на двухдвигательный самолёт, что при минимальных затратах на уменьшение их разнотяговости в полёте позволит улучшить балансировку сил, действующих на самолёт в крейсерском режиме полёта. Дополнительно селективный отбор ТРДД позволяет согласованно вырабатывать ресурс двигателей в связи с минимальной необходимостью корректировки разнотяговости, что потенциально снижает стоимость владения самолётом.

2. Предложенный способ уменьшения разнотяговости ТРДД двухдвигательного самолёта с системой автоматической коррекции тяги его двигателей позволит повысить качество управления двухдвигательным самолётом за счёт выравнивания самолёта в крейсерском режиме полёта без необходимости отклонения поверхностей управления самолёта.

3. Предложенный метод уменьшения разнотяговости ТРДД двухдвигательного самолёта в крейсерском режиме полёта способствует экономии топлива за счёт исключения необходимости коррекции разнотяговости аэродинамическими поверхностями управления самолётом.

Результаты диссертационной работы **используются** в ФАУ «ЦАГИ» в направлении повышения безопасности полетов. Подтверждена возможность их использования в АО «ММП имени В.В. Чернышева» с целью повышения качества выпускаемых авиационных двигателей и их последующей адаптации под цифровые электронные системы управления с полной ответственностью.

Рекомендуется использовать разработанные алгоритмы при серийном изготовлении ТРДД отечественных магистральных самолетов, а также рассмотреть возможность адаптации этих алгоритмов применительно к турбовинтовым двигателям и многорежимным ТРДД с форсажной камерой.

Содержание работы. Соответствие автореферата диссертационной работе

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы, изложенных на 144 страницах, и приложения. Список литературы содержит 122 источника.

Во введении к диссертации заявлена цель диссертационной работы, определены и сформулированы задачи исследования, выбраны методы их решения и обосновывается актуальность темы исследования.

В первой главе рассматриваются причины возникновения разнотяговости ТРДД двухдвигательного самолёта и известные пути её уменьшения, а также известные способы

уменьшения асимметрии тяги поверхностями управления самолётом. Выявлены основные недостатки существующих методов уменьшения разнотяговости ТРДД.

Во второй главе рассматриваются различные подходы к решению проблемы уменьшения разнотяговости ТРДД двухдвигательного самолёта. Предложен двухэтапный метод уменьшения разнотяговости ТРДД одной серии в условиях их серийного производства и эксплуатации в силовых установках двухдвигательных самолётов.

В третьей главе предложены и описаны принципы, алгоритмы и методики этапа 1 предлагаемого метода – селективный отбор пар двигателей в условиях серийного производства по результатам стендовых испытаний.

В четвертой главе предложены и описаны принципы, алгоритмы и методика этапа 2 предлагаемого метода – коррекция режимов работы двигателей в полёте. Предложены структура и алгоритм работы системы автоматической коррекции тяги ТРДД двухдвигательного самолёта.

В заключении приведены основные результаты диссертационной работы.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертационной работы.

Апробация результатов работы

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на научно-практических и научно-технических конференциях.

Выносимые на защиту положения и результаты отражены в 28 работах, в том числе 10 научных статьях по специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов», опубликованных в периодических изданиях, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, рекомендованных ВАК РФ и приравненных к ним, 2 публикации в сборниках материалов научных конференций, проиндексированных в международной базе данных «*Scopus*».

Наряду с положительными результатами диссертационной работы можно выделить ряд **замечаний по работе**, не снижающих общую положительную оценку работы:

- 1) Внедрение первого этапа разработанного метода в авиационную промышленность связано с дополнительными техническими, организационными и логистическими трудностями, требующими дальнейшей научно-практической проработки.

- 2) Приведенные соискателем объект и предмет исследований в диссертации представлены на совсем корректно, что затрудняет целостное восприятие логики научной работы. Следует уточнить, что объектом научных исследований является процесс, а предметом – методы, применяемые в процессе научных исследований.
- 3) В описании разработанного метода не конкретизировано, имеются в виду физические или приведенные частоты вращения роторов, хотя по тексту и в описании разработанных алгоритмов это уточнение присутствует.
- 4) При проектировании системы автоматической коррекции тяги не использована обратная связь по балансирным отклонениям поверхностей управления самолётом.
- 5) Пункт 6 заключения диссертации не является выводом по выполненной работе, а представляет предложения по совершенствованию и развитию разработанного метода.

Перечисленные замечания не снижают значимость полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение

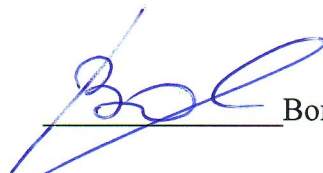
Диссертационная работа Буровой Аделии Юрьевны «Метод уменьшения разнотяговости турбореактивных двухконтурных двигателей силовой установки двухдвигательного самолёта» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу. Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне и посвящена решению актуальной научно-технической задачи снижения разнотяговости ТРДД силовой установки двухдвигательного самолёта, обладает научной новизной, имеет практическую ценность и перспективную направленность. Цель работы достигнута. Основные выводы обоснованы и подтверждены результатами численных исследований. Автореферат в полном объёме отражает содержание диссертации.

Диссертация Буровой Аделии Юрьевны соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в актуальной редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, **Бурова Аделия Юрьевна, заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Отзыв ведущей организации по диссертационной работе Буровой Аделии Юрьевны рассмотрен и одобрен на заседании НТС «ОКБ им. А. Люльки» филиала ПАО «ОДК-УМПО» от 07.07.2026 г. № 109-2026

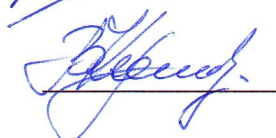
Отзыв на диссертацию Буровой Аделии Юрьевны «Метод уменьшения разнотяговости турбореактивных двухконтурных двигателей силовой установки двухдвигательного самолёта» составили:

Заместитель главного конструктора, к.т.н.


Вовк М.Ю.

Главный специалист

отдела перспективных разработок, к.т.н.


Кулалаев В.В.

Наименование организации: Публичное акционерное общество «ОДК - Уфимское моторостроительное производственное объединение».

Почтовый адрес: 450039, Республика Башкортостан, город Уфа, ул. Ферина, д.2.

Тел. +7 (347) 238-18-63, адрес электронной почты: umpo@umpo.ru,

официальный сайт: <https://www.uecrus.com/about/structure/pao-odk-umpo/>

С отзывом ознакомлена
27.08.2026г.

А Бурова А.Ю.