

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.379.10, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25 декабря 2025 г. № 21
о присуждении Орловой Екатерине Владимировне, гражданке Российской
Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы формирования облика камеры сгорания на начальных этапах проектирования ТРДД для гражданской авиации» по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов принята к защите 24 октября 2025 г. (протокол заседания № 17) диссертационным советом 24.2.379.10, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (443086, г. Самара, Московское шоссе, 34), приказом Минобрнауки России №229/нк от 14 февраля 2023 г.

Соискатель Орлова Екатерина Владимировна, 21 августа 1982 года рождения, в 2004 г. окончила государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева», присуждена квалификация Инженер по специальности «Двигатели внутреннего сгорания». В 2025 году Орлова Е.В. освоила программу подготовки научно-педагогических кадров в очной аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» по направлению подготовки 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника, работает ведущим инженером кафедры теплотехники и тепловых двигателей и по совместительству старшим преподавателем кафедры теплотехники и тепловых двигателей федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» Министерства

науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре теплотехники и тепловых двигателей федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Лукачѐв Сергей Викторович, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», заведующий кафедрой теплотехники и тепловых двигателей.

Официальные оппоненты:

Шайкин Александр Петрович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинский государственный университет», ведущий научный сотрудник Института машиностроения, химии и энергетики;

Грасько Тарас Васильевич, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), заместитель начальника факультета - начальник учебной части 7 факультета летательных аппаратов - дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, в своём положительном отзыве, подписанном Ахмедзяновым Дмитрием Альбертовичем, доктором технических наук, профессором, деканом факультета авиационных двигателей, энергетики и транспорта, Сенюшкиным Николаем Сергеевичем, кандидатом технических наук, доцентом, и.о. заведующего кафедрой авиационной теплотехники и теплоэнергетики, Бакировым Федором Гайфулловичем, доктором технических наук, профессором кафедры авиационной теплотехники и теплоэнергетики, и утверждённом профессором Шарафуллиным Ильдусом Фанисовичем, доктором физико-математических наук, проректором по научной работе, указала, что диссертационная работа Орловой Е.В. является законченной научной работой, в которой содержатся результаты разработки методов формирования облика камеры сгорания на начальных этапах проектирования турбореактивных двухконтурных двигателей, имеющие значение для повышения эффективности проектирования авиационных двигателей гражданской авиации.

Обоснованность и достоверность основных положений и выводов обеспечивается корректной постановкой задач исследования, использованием апробированных методов исследования, их правомерностью, применением обоснованных допущений и ограничений для создаваемых моделей, тождественностью полученных результатов.

Научные и практические положения диссертационного исследования представляют собой решение актуальной научной задачи, имеющей существенное значение для развития и совершенствования проектирования авиационных двигателей, а именно на его начальных этапах, в виде снижения материальных, временных затрат и повышения его эффективности.

Полученные в работе результаты соответствуют п.6 «Методы конструирования тепловых и электроракетных двигателей летательных аппаратов, их узлов и систем, включая методы и системы автоматизированного проектирования двигателей с помощью ЭВМ» направлений исследования паспорта научной специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов. Диссертация выполнена на высоком научном уровне, содержит результаты, обладающие научной новизной и практической значимостью, и отвечает всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор, Орлова Екатерина Владимировна, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 10 научных работ, из них 5 работ опубликованы в научных изданиях, рекомендованных ВАК России, 5 статей в журналах и материалах конференций. Суммарный объём принадлежащего соискателю опубликованного материала по теме диссертации составляет 3,35 п.л. Из материалов совместных публикаций лично соискателю принадлежат: установление зависимостей параметров цикла, геометрии камер сгорания и двигателей самолётов гражданской авиации, использующиеся для оценки диапазонов работоспособности камер сгорания с различными технологиями горения, максимальных размеров камеры сгорания и выбора прототипов проектирующихся изделий, исследование возможностей базового расчётного алгоритма В.Е. Резника по построению обливок современных камер сгорания, разработка методов и эмпирических математических моделей обеспечивающих

формирование облик камер сгорания ТРДД V поколения, проведение расчётных экспериментов и оценка их результатов путём сопоставления с реальными изделиями. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые работы:

1) Орлова, Е.В. Использование статистических данных для предварительного проектирования камер сгорания двигателей узкофюзеляжных самолётов / М.Ю. Орлов, В.А. Зрелов, Е.В. Орлова // Вестник Московского авиационного института. — 2022. — Т. 29. № 4. — С. 151-160. (научная статья 1,2 п.л./0,65 п.л.);

2) Орлова, Е.В. Использование статистических данных по камерам сгорания для создания цифровых двойников газотурбинных двигателей / М.Ю. Орлов, Е.В. Орлова // Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. — 2022. — № 4 (63). — С. 45-50. (научная статья 0,75 п.л./0,45 п.л.);

3) Орлова, Е.В. Анализ статистических данных для формирования облика камер сгорания авиационных газотурбинных двигателей широкофюзеляжных самолетов / Е.В. Орлова, М.Ю. Орлов // Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. — 2022. — № 2 (61). — С. 32-37. (научная статья 0,75 п.л./0,45 п.л.);

4) Орлова, Е.В. Доработка расчётной методики для формирования облика современных камер сгорания газотурбинных двигателей [Текст] / М.Ю. Орлов, Е.В. Орлова // Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. — 2023. — № 3 (66). — С. 25-29. (научная статья 0,625 п.л./0,4 п.л.);

5) Орлова, Е.В. Методика концептуального проектирования камер сгорания газотурбинных двигателей для самолетов гражданской авиации [Текст] / Е.В. Орлова, М.Ю. Орлов // Вестник Московского авиационного института. — 2025. — Т. 32. № 3. — С. 159-165. (научная статья 0,875 п.л./0,6 п.л.).

На диссертацию и автореферат поступило 12 отзывов от организаций:

1) АО «Металлист-Самара», отзыв составлен и подписан Федорченко Дмитрием Геннадьевичем, к.т.н., главным конструктором и Цыбизовым Юрием Ильичом, д.т.н., профессором, ведущим конструктором;

2) АО «Агрегат», отзыв составлен и подписан Усачевым Василием Владимировичем, к.т.н., первым заместителем генерального директора;

3) ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», отзыв составлен и подписан Поповичем Анатолием Анатольевичем, д.т.н., профессором, директором Института машиностроения, материалов и

- транспорта, Сотовым Антоном Владимировичем, к.т.н., ведущим научным сотрудником лаборатории «Дизайн материалов и аддитивного производства»;
- 4) ФАУ Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, отзыв составлен и подписан Разносчиковым Владимиром Валентиновичем, д.т.н., ведущим научным сотрудником;
- 5) ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева (КНИТУ-КАИ)», отзыв составлен и подписан Варсеговым Вадимом Львовичем, д.т.н., профессором кафедры «Реактивные двигатели и энергетические установки»;
- 6) АО «Казанское моторостроительное производственное объединение», отзыв составлен и подписан Баклановым Андреем Владимировичем, к.т.н., заместителем главного конструктора;
- 7) Публичное акционерное общество «ОДК-Уфимское моторостроительное производственное объединение» (ПАО «ОДК-УМПО»), отзыв составлен и подписан Кузьминым Сергеем Валерьевичем, заместителем генерального конструктора, директором ОКБ «Мотор», Болдыревым Олегом Игоревичем, к.т.н., главным конструктором ОКБ «Мотор» авиационных двигателей военного назначения, Лоскутниковым Александром Александровичем, к.т.н., главным конструктором ОКБ «Мотор» авиационных двигателей гражданского назначения, Арслановым Маратом Фанильевичем, начальником отдела «Камеры сгорания и выходные устройства» КБ ОКБ «Мотор», Кутлумухамедовым Артуром Рамилевичем, к.т.н., ведущим инженером – конструктором;
- 8) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», отзыв составлен и подписан Барановым Александром Юрьевичем, д.т.н., профессором, профессором образовательного центра «Энергоэффективные инженерные системы»;
- 9) ФГБОУ ВО Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», отзыв составлен и подписан Юнаковым Леонидом Павловичем, к.т.н., доцентом кафедры А8 «Двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» Факультета «А» Ракетно-космической техники;
- 10) ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет», отзыв составлен и подписан Земляковым Евгением Вячеславовичем, к.т.н., доцентом кафедры «Цифровые лазерные технологии»;
- 11) АО «ОДК – Климов», отзыв составлен и подписан Липиным Алексеем Владимировичем, к.т.н., зам. главного конструктора по перспективным разработкам, Бахышовым Максимом Тахировичем, инженером-конструктором I категории бригады основных камер сгорания, форсажных камер и выходных;

12) ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», отзыв составлен и подписан Матушкиным Антоном Алексеевичем, к.т.н., доцентом кафедры «Конструкция и проектирование двигателей».

Критическими замечаниями в представленных отзывах являются: отсутствует указание предельных чисел Рейнольдса при оценке сходства явлений в геометрически подобных камерах сгорания при формировании обливок; не приведены ограничения (или рекомендации) по допустимому уровню различия газодинамических параметров между прототипом и проектируемой, по разработанным методам, камерой сгорания; отсутствует оценка дополнительной погрешности вычислений потерь полного давления в камере сгорания, связанной с переходом расчёта с 3D на 2D постановку; не отмечено, можно ли использовать полученные статистические данные и математические модели для проектирования авиационных ТРДД другого назначения, или круг их использования ограничен только гражданской авиацией.

В полученных отзывах отмечено, что указанные замечания в целом не снижают высокой оценки работы, диссертация соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и сделано заключение о возможности присуждения Орловой Е.В. учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Выбор Шайкина Александра Петровича в качестве официального оппонента обосновывается его компетенциями в области исследований контроля, управления и организации процессов сжигания жидкого, газообразного и мелкодисперсного топлива, в том числе сжиженного природного газа, в камерах сгорания тепловых двигателей и энергетических установок летательных аппаратов.

Выбор Грасько Тараса Васильевича в качестве официального оппонента обосновывается его большим опытом и компетенциями в области исследований рабочего процесса основных и форсажных камер сгорания турбореактивных двигателей.

Выбор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» в качестве ведущей организации связан с наличием компетенций в теории и проектировании современных авиационных газотурбинных двигателей и их камер сгорания, и обосновывается наличием таких компетентных специалистов, как: декан факультета авиационных двигателей, энергетики и транспорта, д.т.н.,

профессор Ахмедзянов Д.А., и. о. зав. кафедрой авиационной теплотехники и теплоэнергетики, к.т.н. доцент Сенюшкин Н.С., профессор кафедры авиационной теплотехники и теплоэнергетики, д.т.н., профессор Бакиров Ф.Г., заведующий кафедрой авиационных двигателей, к.т.н., доцент Зырянов А.В..

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны:

- метод формирования облика камеры сгорания на основе прототипа с учётом характера протекания физических явлений, построенного на закономерностях теории горения и гидродинамики;

- метод формирования облика камеры сгорания с помощью масштабирования, основанный на теории подобия и позволяющий значительно снизить затраты времени;

- алгоритм формирования облика камеры сгорания, включающий возможность выбора её прототипа, оценку экологических характеристик, а также более точную оценку массы и потерь полного давления, позволяющий сократить время проектирования;

предложены:

- зависимости, полученные на основе анализа развития ТРДД самолётов гражданской авиации, определяющие взаимное влияние параметров рабочего процесса двигателя, конструкции и геометрических размеров камер сгорания ТРДД различных поколений;

- эмпирические математические модели современных камер сгорания с технологиями горения TAPS и RQL;

- нетрадиционный подход к определению максимальных размеров камеры сгорания на основе выявленных в ходе анализа развития камер сгорания ТРДД зависимостях;

- рекомендации по выбору прототипов и технологий горения на основе параметров цикла при проектировании камер сгорания турбореактивных двигателей;

доказана перспективность применения созданного алгоритма формирования облика камеры сгорания на начальных этапах проектирования, позволяющего повысить эффективность расчётов рабочего процесса малоэмиссионного горения и разработку технологии изготовления почти в два раза.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

изложены основные положения новых подходов к проектированию камер сгорания на начальных этапах разработки турбореактивных двигателей

гражданской авиации, обеспечивающие выполнение основных требований на уровне лучших мировых образцов и снижение затрат на проектирование, основанные на двух разработанных методах формирования облика камеры сгорания;

раскрыто и впервые установлено влияние параметров цикла (степени повышения давления и температуры газа перед турбиной) двигателя на изменение относительных размеров камеры сгорания для различных поколений двухконтурных турбореактивных двигателей гражданской авиации.

изучено изменение соотношений геометрических размеров двухконтурных турбореактивных двигателей для гражданской авиации и их камер сгорания на примере основных семейств двигателей;

доказана возможность использования методов формирования обличков камер сгорания для построения на основе прототипов и понимания их рабочего процесса математических моделей геометрии современных малоэмиссионных камер сгорания.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

– разработанные методы начального проектирования камер сгорания двухконтурных турбореактивных двигателей представляют собой эффективный инструмент, позволяющий обеспечить достижение поставленных целей с наилучшим соотношением материальных и временных затрат с одной стороны и полученного результата с другой стороны;

– в рамках разработанных методов впервые **предложены** эмпирические математические модели, позволяющие выполнить проектирование малоэмиссионных камер сгорания с современными технологиями организации горения TAPS и RQL для ТРДД гражданской авиации с взлётной тягой более 50 кН, $\pi_{k\Sigma} > 45$ и $T_r^* > 1900$ К;

– результаты диссертационной работы **использовались** в виде разработанных методов и алгоритма в АО «Металлист-Самара» при разработке камер сгорания для ГТД, позволив почти в два раза снизить время проектирования и повысить его эффективность (подтверждено актом внедрения от 24 июня 2025 года);

– результаты диссертационного исследования **включены в курс** «Моделирование процессов в камерах сгорания» специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева (подтверждено актом внедрения от 14.05.2025 г.);

– **определены** перспективы практического использования предложенных методов проектного расчёта камер сгорания ТРДД на АО «Металлист-Самара» г. Самара, АО «Казанское моторостроительное производственное объединение» г. Казань, ПАО «ОДК-Уфимское моторостроительное производственное объединение» г. Уфа и других предприятиях авиационной отрасли.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

расчётный эксперимент проводился с помощью сертифицированных программных продуктов, соответствующих требованиям действующих стандартов и применяемых для моделирования физических процессов;

теория, лежащая в основе методов расчёта облика камеры сгорания ТРДД, построена на классических положениях термодинамики, газовой динамики, теории горения и теплообмена, а также теории воздушно - реактивных двигателей, и согласуется с опубликованными данными по теме диссертации и смежным отраслям;

идея базируется на обобщении передового опыта в области камер сгорания газотурбинных двигателей;

установлено качественное совпадение результатов теоретических исследований с характеристиками натурального объекта, а также результатов, полученных автором диссертации, с результатами, представленными в независимых литературных источниках по тематике исследования, когда такое сравнение является обоснованным;

использованы лицензионное программное обеспечение NX 8.5, Ansys Fluent v. 2021 R1, КОМПАС-3D v. 18.1 и Mathcad, а также известные численные методы, обладающие высокой точностью при проведении вычислительных экспериментов.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии соискателя в получении исходных данных, проведении аналитических и расчётно-экспериментальных исследований, разработке подходов и критериев для обработки результатов расчётов в рамках предлагаемых методов формирования обликов камер сгорания ТРДД, создании их математических моделей и алгоритма расчёта, получении результатов аналитических и расчётных исследований, обработке результатов расчетного эксперимента, подготовке 5 основных публикаций по выполненной работе. Все результаты, выносимые на защиту, получены автором лично, либо при его определяющем личном участии.

Диссертация Орловой Е.В. является законченной научно-квалификационной работой, соответствует специальности 2.5.15. Тепловые,

электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов и отвечает критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук (пп. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013). В диссертации решена научная задача, имеющая значение для развития авиационного двигателестроения, направленная на повышение эффективности начальных этапов проектирования газотурбинных двигателей гражданской авиации, за счёт применения новых расчётных методов формирования облика современных камер сгорания и алгоритма, отличающегося выбором прототипов проектируемых изделий с организацией малоэмиссионного горения и значениями параметров цикла на основе установленных автором зависимостей, определением экологических характеристик и более точных значений массы изделия и потерь полного давления при снижении затрат времени на проектирование.

В ходе защиты диссертационной работы не было высказано критических замечаний. Соискатель Орлова Е.В. обоснованно ответила на все задаваемые в ходе защиты вопросы.

На заседании 25 декабря 2025 г. диссертационный совет за решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, принял решение присудить Орловой Е.В. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 11, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета 24.2.379.10
академик РАН, д.т.н., профессор

Шахматов Евгений Владимирович

Учёный секретарь
диссертационного совета 24.2.379.10
д.т.н., доцент

Виноградов Александр Сергеевич

25.12.2025

