

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.129.01, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 12.11.2025 № 14/2025

О присуждении Филиппову Михаилу Витальевичу, гражданину Российской Федерации,
учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Экспериментальное исследование аэродинамической и тепловой интерференции свободных и импактных круглых струй» по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника принята к защите 03.09.2025, протокол № 2-1/2025 диссертационным советом 24.1.129.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 1, приказы Минобрнауки России от 11.04.2012 № 105/нк, от 03.06.2021 № 561/нк.

Соискатель Филиппов Михаил Витальевич, 18.10.1996 года рождения, на момент защиты диссертации работает в должности младшего научного сотрудника в лаборатории термогазодинамики ИТ СО РАН. В 2020 году соискатель окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» по направлению 03.04.02 – Физика, в 2024 году окончил очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук по научной специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Диссертация выполнена в лаборатории термогазодинамики ИТ СО РАН. Научный руководитель – Терехов Владимир Викторович, доктор физико-математических наук, профессор РАН, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, заведующий лабораторией термогазодинамики.

Официальные оппоненты:

Михеев Николай Иванович – доктор технических наук (01.04.14 – Теплофизика и молекулярная физика), профессор, ФГБУН «Федеральный исследовательский центр

«Казанский научный центр Российской академии наук», руководитель Института энергетики и перспективных технологий;

Литвиненко Юрий Алексеевич – доктор физико-математических наук (01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы), ФГБУН Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук, ведущий научный сотрудник лаборатории аэрофизических исследований дозвуковых течений

- дали положительные отзывы на диссертацию Филиппова Михаила Витальевича.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева» (РГАТУ), в своем положительном заключении, подписанном Гурьяновым Александром Игоревичем, доктором технических наук (01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника), доцентом, и.о. директора института «Авиационные технологии и инженерная теплофизика»; Веретенниковым Сергеем Владимировичем, доктором технических наук (1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника), доцентом, заведующим кафедрой общей и технической физики, указала, что «Полученные новые данные по газодинамике системы струй способствуют развитию представлений о турбулентных струйных и пристенных течениях, созданию новых моделей турбулентного теплообмена и их верификации... С позиции практической ценности работы, в работе выполнено обобщение данных газодинамических исследований в виде эмпирических зависимостей для координаты точек слияния и объединения от конфигурации струй, получены зависимости локального числа Нуссельта для системы из двух и трех импактных круглых струй при варьировании расхода газа, расстояния между струями и расстояния от сопел до поверхности».

Соискатель имеет более 30 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 28 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, опубликовано 10 работ, общим объемом 153 страницы. В диссертации недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах не содержится.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации Филиппова Михаила Витальевича:

1. Терехов В.И., Терехов В.В., Филиппов М.В., Чохар И.А. Взаимодействие двух турбулентных параллельных круглых струй в ближнем поле течения // Прикладная механика и техническая физика. 2022. №. 3. С. 3-13.

2. Пахомов М.А., Филиппов М.В., Чохар И.А., Терехов В.И. Исследование тепловой эффективности пристенной газовой завесы при вдуве через отверстия в поперечной траншее // Теплофизика и аэромеханика. 2022. №. 6. С. 883-893.

3. Chokhar I.A., Dyachenko A.Y., Pakhomov M.A., Philippov M.V., Terekhov V.I. Experimental study of the effect of a transverse trench depth on film cooling effectiveness // Case Studies in Thermal Engineering. 2021. V. 25. 100934.

На автореферат диссертации поступило 4 отзыва. Все отзывы положительные. В отзывах отмечено, что исследование является законченным и выполнено на высоком научном уровне, тема работы является актуальной, полученные результаты обладают научной новизной и способствуют пониманию сложных процессов при слабом взаимодействии трехмерных струй и влиянию их на теплообмен.

В отзыве на автореферат д.т.н. **Плотникова Л.В.**, доцента, профессора кафедры «Турбины и двигатели» ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», содержится три замечания: «1. Из каких соображений были выбраны геометрические размеры сопел и расходные характеристики потока воздуха через них? Сохранятся ли выявленные закономерности при изменении геометрии сопел? 2. Каковы отличия (в процентах) данных автора и результатов других ученых, представленные на рисунках 3, 5 и 6? Чем объясняются полученные отличия? 3. Рисунок 1 в автореферате имеет очень мелкий текст, что усложняет его восприятие.»

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. **Исаева С.А.**, профессора, заведующего лабораторией фундаментальных исследований Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации, содержится одно замечание: «1. Хотелось бы уточнить неопределенности данных экспериментальных результатов.»

В отзыве на автореферат к.т.н. **Здитовца А.Г.**, заведующего лабораторией Аэродинамики больших скоростей и термогазодинамики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Института механики, содержится два замечания: «1. В подписях к Рисунку 5 и в тексте автореферата не указано, для какого сечения одиночной круглой импактной струи приведены распределения давления, полученные как с помощью прямого измерения, так и восстановленные по полям скорости. 2. В качестве результатов главы пять, приведены только графики зависимости числа Нуссельта от исследуемых параметров. Комментарии результатов соискателем отсутствуют.»

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. **Кузнецова Г.В.**, профессора, Профессора Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,

содержится одно замечание: «1. В разделе «Научная новизна» (п.1) предложение «Предложены эмпирические формулы влияния расстояния до точек слияния и объединения от числа Рейнольдса для круглых струй» трудно правильно интерпретировать непосвященному в детали читателю».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией в областях науки, непосредственно связанных с темой диссертации. Ведущая организация на протяжении последних лет выполняет комплексные исследования турбулентных и вихревых струйных течений, включая взаимодействие систем вихревых и коаксиальных струй, их структуру, динамику и влияние на процессы переноса импульса и тепла, в ней работают специалисты, которые могут дать полноценную экспертную оценку научной и практической значимости результатов работы (д.т.н. Гурьянов А.И., д.т.н. Веретенников С.В., д.т.н. Евдокимов О.А. и др.). Официальные оппоненты д.ф.-м.н. Михеев Н.И. и д.ф.-м.н. Литвиненко Ю.А. являются признанными специалистами в областях газодинамики турбулентных течений и конвективного теплообмена, что подтверждается их научными публикациями в отечественных и международных рецензируемых изданиях, а также участием в крупных научных проектах, связанных с проблематикой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получены новые экспериментальные данные о структуре течения и теплообмене взаимодействующих свободных и импактных круглых струй при различных режимных и геометрических параметрах. Впервые одновременно исследованы поля скорости, давления и локального теплообмена, что позволило установить механизм формирования фонтанного (возвратного) течения между струями и его влияние на интенсивность теплопередачи. Впервые сделано обобщение по локальному и интегральному теплообмену для систем из двух и трех импактных струй. Показано, что изменение расстояния между струями слабо сказывается на интегральном теплообмене. Установлено, что уменьшение расстояния между соплами течения трех коллинеарных струй приводит к увеличению дальнобойности и повышению скорости расширения течения в поперечном направлении. Полученные данные значительно расширяют существующие представления о механизмах взаимодействия струй вблизи поверхности и теплоотдаче при многоструйном охлаждении, они могут служить базой для построения и валидации новых численных моделей.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии представлений о структуре турбулентного течения и локального теплопереноса в системах близкорасположенных свободных и импактных струй. Полученные результаты по полям

скоростей, давления и теплоотдачи могут быть использованы при совершенствовании и валидации численных моделей (RANS, LES, гибридных подходов), а также при уточнении существующих корреляционных зависимостей для расчёта коэффициентов теплоотдачи. Выявленные механизмы влияния фонтанного течения на распределение тепловых потоков позволяют корректировать инженерные модели охлаждения и нагрева протяжённых поверхностей в условиях локализованного обдува.

Практическая значимость работы обусловлена возможностью использования полученных результатов при проектировании и оптимизации систем импактного охлаждения и локализованного теплового воздействия на поверхности в энергетическом машиностроении, авиационных и газотурбинных двигателях, а также в теплотехнических установках. Полученные экспериментальные данные о влиянии расстояния между струями и расстояния до поверхности на структуру течения и распределение теплоотдачи могут быть использованы при разработке элементов охлаждения лопаточного аппарата газотурбинных двигателей, форсунок и тепловых экранов. Результаты диссертационной работы могут быть применены в научно-исследовательских и конструкторских организациях, занимающихся вопросами аэрогазодинамики и теплообмена, таких как АО «ОДК – Сатурн», ПАО «ОДК – УМПО», АО «Авиадвигатель», АО «Туполев», АО «ЦИАМ им. П.И. Баранова», АО «ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского», ФГБУН Институт теоретической и прикладной механики СО РАН, ФГБОУ ВО «МЭИ и др. Кроме того, результаты могут быть использованы при создании и верификации численных моделей (RANS/LES/DNS) в отечественных программных комплексах для расчёта течений и теплообмена, таких как ЛОГОС, ИРВИС, FlowVision, Уран, а также при подготовке студентов и аспирантов по направлениям «1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника», «01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы».

Достоверность полученных результатов обеспечивается анализом неопределённости экспериментальных данных, сравнением эталонного случая одной струи с теоретическими положениями. Отобранные экспериментальные режимы отличаются высокой воспроизводимостью и согласованностью с результатами исследований других авторов, подтвержденными в ходе верификационных опытов.

Основные научные результаты, включенные в диссертацию и выносимые на защиту, получены соискателем лично. Вклад автора состоял в проектировании, создании и модификации экспериментальных стендов, настройке и калибровке измерительного оборудования, выполнении экспериментальных исследований по аэродинамике и теплообмену в системах свободных и импактных круглых струй, создании ПО и кода по обработке и анализу результатов эксперимента, а также представлении научных докладов

и написании публикаций. Все данные, включенные в диссертацию, получены лично автором. Постановка задачи исследования сформулирована научным руководителем диссертационной работы д.ф.-м.н., профессором РАН Тереховым В.В.

Диссертационным советом 24.1.129.01 сделан вывод о том, что диссертация Филиппова Михаила Витальевича представляет собой научно-квалификационную работу, в которой решена задача экспериментального исследования влияния геометрических и режимных параметров на структуру течения, локальные и интегральные коэффициенты теплоотдачи в системе из двух и трех взаимодействующих свободных и импактных круглых струй. Полученные результаты имеют существенное значение для развития научных основ теории теплопереноса в турбулентных струйных течениях, а также для совершенствования методов расчёта и инженерного проектирования систем локализованного охлаждения и нагрева. Представленная диссертационная работа соответствует критериям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013.

На заседании 12 ноября 2025 года диссертационный совет 24.1.129.01 принял решение присудить Филиппову Михаилу Витальевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 9 докторов наук по профилю специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали за присуждение ученой степени – 21, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

12 ноября 2025 года

Заместитель председателя
диссертационного совета
академик РАН



В.М. Фомин

И.о. ученого секретаря
диссертационного совета
профессор РАН

М.А. Пахомов