

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о Башкатове Виталии Вадимовиче,
(ФИО соискателя)
представившем (ей) диссертацию «Полуаналитический метод расчета процесса распространения линейных волн в каналах при наличии однородного потока и нелинейной зависимости импеданса стенок от уровня возмущений давления»,
(название диссертации)
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
(отрасль науки)
по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы
(шифр и наименование специальности)

Башкатов В.В. поступил в бакалавриат ФАЛТ МФТИ в 2016 году, который успешно окончил в 2020 году. В 2020 году поступил в магистратуру ФАЛТ МФТИ и пришел на работу в НИО-9 ФАУ «ЦАГИ». В 2022 году успешно окончил магистратуру и поступил в очную аспирантуру МФТИ.

За годы учебы в магистратуре и аспирантуре МФТИ и работы в НИО-9 ФАУ «ЦАГИ» Башкатов В.В. проявил себя как активный ученый, умеющий ставить и решать самые сложные задачи механики жидкости и газа, акустики и аэроакустики с использованием как теоретических, так и численных методов.

С самого начала работы Башкатов В.В. был ориентирован на актуальную тематику исследований в области разработки звукопоглощающих конструкций (ЗПК) для авиадвигателей с целью удовлетворения магистральными самолетами норм ИКАО по шуму на местности. В последние годы актуальность этой тематики возросла в связи с созданием импортозамещенных отечественных самолетов. Башкатов В.В. был подключен к выполнению работ НИО-9 в интересах отечественных КБ в части проведения расчетных оценок эффективности разрабатываемых ЗПК. Он реализовал расчеты диаграмм направленности излучения отдельных звуковых мод из каналов воздухозаборника и наружного контура двигателя с помощью метода конечных элементов, что позволило учесть факторы неоднородности геометрии и потока в каналах двигателя и, как следствие, повысить точность выполняемых оценок. Эти результаты нашли непосредственное применения в работах ФАУ «ЦАГИ» с ОАО «ОДК-Авиадвигатель», ПАО «ОДК-Сатурн» и ПАО «ТАНТК им. Г.М. Бериева» по повышению эффективности работы ЗПК, устанавливаемых на отечественных двигателях ПД-14 и ПД-8.

В части работы над диссертацией Башкатов В.В. был ориентирован на общую задачу разработки метода учета влияния фактора зависимости импеданса сотовых ЗПК от уровня звукового давления (так называемый нелинейный режим работы ЗПК при высоких уровнях звукового давления) на процесс распространения акустических волн в каналах различной геометрии с высокоскоростным потоком. Эта сложная задача с нелинейными граничными условиями, которая входит в число пяти проблем, поставленных в период 2016-2021 годов активной деятельности рабочей группы «Liners» в рамках форума ведущих авиационных центров IFAR (консорциум состоял из специалистов NASA, ONERA, DLR, NLR и ЦАГИ) применительно к алгоритмам извлечения импеданса ЗПК в зависимости от скорости потока на установках типа «Интерферометр с потоком».

Первоначально эта задача была решена Башкатовым В.В. для цилиндрического канала с однородным потоком, стенки которого облицованы сотовыми ЗПК, на основе использования ВКБ-приближения для асимптотического решения задачи о распространении звука в плавно неоднородных каналах с потоком. При этом для

удовлетворения нелинейным граничным условиям была построена сходящаяся итерационная процедура. Однако дальнейший анализ продемонстрировал ограниченную возможность корректного применения этого решения для диапазонов параметров, реализуемых в авиадвигателях. Причиной, выявленной Башкатовым В.В., оказался не учёт в ВКБ-приближениях эффекта отражения акустических волн в каждом сечении канала при условии сильной неоднородности импеданса стенок канала. Более того, он обратил внимание на полуаналитический метод поперечных сечений, который развивался с 1950-х годов, нашел применение в теории нерегулярных волноводов в электродинамике, но не применялся для акустических возмущений в неоднородных каналах с потоком. В этом методе волновод с неоднородными характеристиками заменяется на совокупность волноводов с кусочно-постоянными характеристиками и решение задачи о распространении волн ищется в виде бесконечной совокупности прямых и отраженных волн в каждом участке с постоянными характеристиками. Как следствие, основная задача диссертации Башкатова В.В. была конкретизирована: реализовать полуаналитический метод поперечных сечений для описания распространения акустических возмущений в цилиндрическом и прямоугольном каналах с однородным потоком при произвольной зависимости импеданса стенок канала от осевой координаты, опираясь на задел НИО-9 в решении задач о прохождении акустических волн через множественные разрывы импеданса стенок канала, и далее на основе этого метода разработать полуаналитический метод расчета процесса распространения линейных волн в каналах при наличии однородного потока и нелинейной зависимости импеданса стенок от уровня возмущений давления.

Поставленные задачи решены Башкатовым В.В., и получены следующие новые научные результаты:

- Реализована и верифицирована полуаналитическая модель описания процесса распространения акустических волн в каналах с однородным потоком и произвольно неоднородным импедансом стенок, учитывающая эффект отражения и трансформации мод в каждом поперечном сечении участков канала с неоднородным импедансом, на основе метода поперечных сечений.
- Разработана полуаналитическая модель описания процесса распространения линейных волн в цилиндрическом и прямоугольном каналах с однородным потоком с учетом нелинейной зависимости импеданса многослойных сотовых ЗПК от уровня звукового давления.

Основным преимуществом развитого полуаналитического метода учета нелинейного эффекта в работе сотовых ЗПК является открывающаяся возможность анализа причин появления тех или иных особенностей акустического поля в зоне неоднородности характеристик стенок канала в терминах звуковых мод, что трудно реализовать при применении численных методов. Кроме этого, реализация расчетов с использованием разработанного метода занимает на порядок меньшее машинное время, чем при применении численного метода конечных элементов. Таким образом, открывается возможность осмысленно использовать нелинейный эффект для повышения эффективности работы ЗПК в каналах двигателя. В том числе, по результатам работы будет произведено дооснащение новыми микрофонами установки «Интерферометр с потоком» ЦАГИ с целью учета нелинейного эффекта в алгоритмах извлечения импеданса ЗПК в зависимости от скорости потока.

Основные результаты диссертации изложены в 25 печатных работах, из них 3 публикации в журналах, включены в перечень ВАК, а также 2 статьи опубликованы в изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus, и, помимо этого, получено 1

свидетельство на РИД (программы для ЭВМ). Результаты работы Башкатова В.В. прошли апробацию на 17 международных и всероссийских конференциях и были положительно оценены, среди которых 64-я, 65-я, 66-я, 67-я и 68-я всероссийская научная конференции МФТИ; VI, VII, VIII, IX, X и XI Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов Акустика среды обитания; XX и XXI научно-техническая конференция по аэроакустике; XXXIV, XXXV и XXXVI сессия Российского акустического общества, 21-я Международная конференция «Авиация и космонавтика».

Работа Башкатова В.В. была отмечена дипломами за лучший научный доклад молодого специалиста на XXXIV и XXXV сессиях Российского акустического общества, а также премией ЦАГИ за лучшую научно-исследовательскую работу, выполненную за 2023 год, в области экспериментальной техники, измерительных, управляющих и вычислительных систем и методики эксперимента. Башкатов В.В. является лауреатом стипендии Президента Российской Федерации для аспирантов и адъюнктов, обучающихся по очной форме обучения в российских организациях, осуществляющих образовательную деятельность, и проводящих научные исследования в рамках реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации, определенных в стратегии научно-технологического развития Российской Федерации.

Диссертационная работа «Полуаналитический метод расчета процесса распространения линейных волн в каналах при наличии однородного потока и нелинейной зависимости импеданса стенок от уровня возмущений давления» Башкатова Виталия Вадимовича выполнена на высоком научном уровне и носит законченный характер. Она соответствует специальности 1.1.9 — «Механика жидкости, газа и плазмы» и соответствует критериям, установленным положением ВАК Российской Федерации о порядке присуждения ученых степеней и званий. Рекомендую диссертационную работу «Полуаналитический метод расчета процесса распространения линейных волн в каналах при наличии однородного потока и нелинейной зависимости импеданса стенок от уровня возмущений давления» Башкатова Виталия Вадимовича к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 — «Механика жидкости, газа и плазмы».

Я, Остриков Николай Николаевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук (по специальности 01.02.05), доцент
Зам. начальника отделения по научным исследованиям-начальник отдела ФАУ «ЦАГИ»
(г. Жуковский, ул. Жуковского, д. 1, телефон +7(495) 916-90-91-41-01,
e-mail: nikolay.ostrikov@tsagi.ru)

« 01 » октября 2026 г.

Остриков Николай Николаевич

Подпись Н.Н. Острикова удостоверяю

Начальник Московского комплекса ЦАГИ

« 02 » октября 2026 г.

Беляков Александр Владимирович

