

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по разработке
Филиала ПАО «Яковлев» -
«Региональные самолеты»
А.В. Кубасов
«19» 05 2025 г.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Макеева Павла Вячеславовича «Методы численного моделирования нестационарных аэродинамических характеристик и формирования границ области режимов вихревого кольца винтов и их приложение к задачам повышения безопасности полёта вертолётов», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. - «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов»

Диссертационная работа Макеева П.В. посвящена разработке двух новых методов, которые позволяют выполнять численное моделирование аэродинамических характеристик винтов вертолетов в области режимов «вихревого кольца» и определять границы этой области, на основе анализа этих характеристик с учетом как внешних особенностей и условий работы винтов, так и с учетом их индивидуальных геометрических и других параметров. Это соответствует тенденциям развития винтокрылых летательных аппаратов, когда винты и их комбинации в составе несущих систем классических и перспективных вертолетов и несущее-тянущих систем имеют значительные отличия в своих параметрах. При этом всё они в той или иной мере подвержены попаданию в небезопасную область режимов «вихревого кольца», что делает актуальным исследование связанных с ними задач. В силу большой сложности данных режимов для исследования различными методами и, одновременно с этим, необходимостью их исследования для обеспечения безопасности полета винтокрылых летательных аппаратов, решение данных задач является серьезной научной проблемой. Таким образом, тема диссертации Макеева П.В. является весьма актуальной.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

22 05 2025 г.

Предложенный в диссертации метод численного моделирования базируется на усовершенствованной вихревой теории винта, отличается достаточно высокой степенью точности моделирования физической картины работы винта в области режимов «вихревого кольца» и позволяет получать совокупность различных, в том числе нестационарных по времени аэродинамических характеристик, и одновременно отличается сравнительно низкой ресурсоемкостью. Это позволяет решать практические задачи, отличающиеся большим количеством требуемых параметрических расчетов. Предложенный метод прошёл достаточную валидацию, и апробирован автором на широком спектре актуальных задач, что подтверждается наличием актов о внедрении результатов работы в промышленности и в учебном процессе. В работе получено значительное количество информации об особенностях исследуемых режимов «вихревого кольца» несущих и рулевых винтов и существующих закономерностях, в том числе связывающих параметры винта с поведением его аэродинамических характеристик. Решение указанных задач и полученные данные вносят существенный вклад в аэродинамику винта на этих опасных критических режимах, и, таким образом, в повышение безопасности вертолета, что вносит значительный вклад в развитие аэродинамики вертолёт и имеет важное хозяйственное значение для страны. Таким образом **научная новизна**, а также **практическая и теоретическая значимость** диссертации также не вызывает сомнений.

По содержанию автореферата можно сделать следующие замечания:

1. С чем связано то, что в работе рассмотрена работа винтов в режимах «вихревого кольца» только для вертолетов одновинтовой и соосной схемы? Одним из перспективных направлений является применение поперечной схемы, которая используется, например, для летательных аппаратов типа конвертоплан. Было бы интересно осветить вопросы, связанные с возможными особенностями режимов «вихревого кольца» для подобных конфигураций несущих систем.

2. В работе не рассмотрены вопросы моделирования и поиска стратегии оптимального выхода вертолета из режимов «вихревого кольца», в случае их возникновения. Планируется ли дальнейшее развитие данного направления?

Отмеченные недостатки не влияют на научный уровень и практическую значимость представленной диссертационной работы.

Рассмотрение автореферата диссертации позволяет сделать заключение, что диссертация Макеева П.В. является завершенной научно-квалификационной работой и удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор – Макеев Павел Вячеславович, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. – «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании НИО аэродинамики, состоявшемся 16 мая 2025 года.

Начальник НИО Аэродинамики –
Заместитель главного конструктора
по аэродинамике



Бабулин А.А.

Главный специалист департамента
аэродинамических характеристик
НИО Аэродинамики, к.ф.-м.н.



Березко М.Э.

Подписи Бабулина А.А., Березко М.Э. удостоверяю

Руководитель направления по работе
с филиалами и ДЗО департамента
управления персоналом ПАО
«Яковлев»



Синицын И.В.

115280, Россия, г. Москва,
ул. Ленинская Слобода, 26, с. 5
Тел. +7 495 727-19-88,
E-mail: info@scac.ru