

О Т З Ы В

официального оппонента Ефимова Вадима Викторовича на диссертационную работу Воронина Александра Юрьевича «Разработка реконфигурируемых алгоритмов электродистанционной системы управления вертолёта», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки).

Актуальность темы диссертационной работы Воронина А.Ю. определяется необходимостью улучшения характеристик устойчивости и управляемости вертолетов с электродистанционной системой управления (ЭДСУ) путем разработки структуры алгоритмов управления и методики выбора их параметров с целью повышения безопасности полетов, а также расширения ожидаемых условий эксплуатации. Кроме того, постоянно повышаются требования к характеристикам устойчивости и управляемости вертолетов, что в свою очередь требует обеспечения возможности реконфигурации алгоритмов управления, чему и посвящена диссертационная работа Воронина А.Ю.

Научная новизна диссертационной работы состоит в основном в:

– разработке универсального многоконтурного реконфигурируемого алгоритма для продольного, поперечного и путевого каналов управления вертолёта с ЭДСУ, позволяющего реализовать требуемые формы управляемого движения;

– разработке методики оценки характеристик устойчивости и управляемости вертолёта с ЭДСУ с использованием эквивалентных моделей динамики, учитывающей собственные динамические характеристики неавтоматизированного вертолёта.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что разработаны рекомендации по структуре и рациональному выбору параметров алгоритмов ЭДСУ, которые могут быть использованы при создании перспективных вертолётов.

Достоверность и обоснованность результатов, полученных в диссертационной работе, подтверждается в основном экспериментальными данными, полученными при стендовом моделировании с участием оператора.

Автором по теме диссертации опубликовано 5 печатных работ, в том числе 3 – в изданиях из перечня ВАК. Основные результаты докладывались на российских и международных конференциях, что свидетельствует о достаточной апробации работы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы. Общий объем диссертации составляет 171 страницу, работа содержит 73 рисунка, 12 таблиц. Список использованных источников включает 101 наименование.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость, представлены положения, выносимые на защиту.

Глава 1 содержит анализ математических моделей, требований к динамике и алгоритмов управления современных вертолетов с ЭДСУ.

В качестве требований к характеристикам устойчивости и управляемости вертолетов за основу предлагается принять стандарт ADS-33, получивший международное признание и широко используемый при проектировании вертолетов, он является достаточно подробным и учитывает возможности современных ЭДСУ. Отмечается, что увеличение степени стабилизации приводит к уменьшению маневренных возможностей вертолёта, поэтому, как правило, не удаётся обеспечить заданные пилотажные характеристики при всех условиях эксплуатации. Это определяет необходимость реконфигурируемости алгоритмов управления, т.е. возможности автоматически или по желанию лётчика выбирать наиболее подходящий в конкретной ситуации тип реакции (вид переходного процесса при управляемом движении вертолёта), что делает тему диссертации весьма актуальной.

Глава 2 посвящена описанию разработанного автором реконфигурируемого алгоритма ЭДСУ вертолетов в каналах тангажа, крена и рыскания. Для исследования характеристик устойчивости и управляемости вертолетов с ЭДСУ автором была разработана методика, в которой используются эквивалентная модель динамики вертолёта с ЭДСУ и безразмерные переменные, благодаря чему удалось существенно сократить число параметров в рассматриваемой системе, что значительно упрощает анализ.

Глава 3 посвящена обеспечению возможности использования реконфигурируемого многоконтурного алгоритма во всем диапазоне изменения безразмерных производных демпфирования на вертолетах всех классов. Для этого был разработан алгоритм внутреннего контура с эталонной моделью для ЭДСУ вертолёта. Эталонная модель используется в нём для формирования управляющего сигнала интегральной части алгоритма.

Глава 4 посвящена синтезу алгоритмов ЭДСУ для полных моделей динамики вертолёта с целью исследования влияния допущений, сделанных в главах 2 и 3 при расчётах с использованием эквивалентных моделей (линейная постановка, изолированность продольного, поперечного и путевого движений и др.). Было показано, что полученные в главах 2 и 3 оценки выполняются с достаточно высокой точностью (с погрешностью до 10 %), а разработанные алгоритмы ЭДСУ во всех рассмотренных случаях обеспечивают Уровень 1 пилотажных характеристик в соответствии с принятыми требованиями ADS-33.

В заключении сформулированы основные научные результаты работы и актуальные направления дальнейших исследований по теме диссертации.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

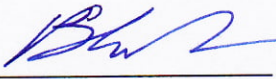
К отдельным **недостаткам** работы, не умаляющим ее общей высокой оценки, можно отнести следующие:

- достоверность полученных в работе результатов оценивалась без опоры на натурное моделирование;
- в работе предлагается реконфигурация алгоритмов управления автоматически или по желанию летчика, но критериев для реконфигурации не представлено;
- в автореферате к диссертации не все входящие в формулы обозначения расшифрованы.

Указанные замечания носят частный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Таким образом, диссертация «Разработка реконфигурируемых алгоритмов электродистанционной системы управления вертолётa» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Воронин Александр Юрьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки).

Официальный оппонент,
профессор кафедры аэродинамики, конструкции и прочности летательных аппаратов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА),
доктор технических наук, доцент,
контактные данные: 125993, г. Москва, Кронштадтский бульвар, 20, каб. 105А, тел.: 8 (499) 459-07-37, e-mail: v.efimov@mstuca.ru


_____ Ефимов Вадим Викторович
(подпись) (Ф.И.О. полностью)


«06» мая 2026 г.

Подпись Ефимова Вадима Викторовича заверяю.

Начальник управления персоналом




Бунин А.В.

С одобренной ознакомлен  Воронин А. Ю.
12.05.2026