

Общество с ограниченной
ответственностью «АУРУС-АЭРО»
(ООО «АУРУС-АЭРО»)

Юридический адрес: Индустриальный пр-д,
зд. 15, стр. 1, тер. портовая особая экономическая зона,
Мирновское с.п., Чердаклинский м.р-н,
Ульяновская обл., Российская Федерация, 433405

Адрес для почтовой корреспонденции:
Ленинградский пр-кт, д. 72, к. 3, Москва, 125315

Тел.: +7 (495) 428-48-28
E-mail: office@aurus-aero.ru
ОКПО 56697102 ОГРН 1221600050594
ИНН 1655480399 КПП 730001001

Ученому секретарю
диссертационного совета
24.2.327.03
Московского авиационного
института (МАИ),
д.т.н., доценту Старкову А.В.

Волоколамское шоссе, д. 4,
Москва, 125993

16.06.2026 № 273-ИСК
На № 604-10-651 от 22.04.2026

О направлении отзыва на автореферат

Уважаемый Александр Владимирович!

Направляем Вам отзыв на автореферат диссертации Воронина Александра Юрьевича, выполненной на тему: «Разработка реконфигурируемых алгоритмов электродистанционной системы управления вертолета» и представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.5.16. «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)».

Приложение: Отзыв на автореферат Воронина А.Ю. на 2 л. в 2 экз.

Генеральный директор



А.В. Степин

Козайчев А.Н.
+7 (495) 428-48-28 доб. 5200
andrey.kozyaychev@aurus-aero.ru

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«16» 06 2026 г.



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «АУРУС-АЭРО»

М.П.

А.В. Степин

«15» июня 2026 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Воронина Александра Юрьевича «Разработка реконфигурируемых алгоритмов электродистанционной системы управления вертолета», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)»

Диссертационная работа Воронина А.Ю. посвящена решению актуальной задачи синтеза алгоритмов ЭДСУ для вертолетов, где внедрение таких систем управления потенциально может дать еще больший эффект в части повышения безопасности полета, чем на самолетах. Это связано как с условиями эксплуатации вертолетов, так и с особенностями характеристик данного объекта управления - малая собственная устойчивость, значительный диапазон частот управления, высокие требования к информационному обеспечению в части сигналов обратных связей по параметрам полета.

Анализ современных требований к пилотажным характеристикам вертолетов, выполненный автором, показывает, что для существенного повышения безопасности полета алгоритмы ЭДСУ вертолета должны обеспечивать различные типы реакции в зависимости от условий полета, т.е. быть реконфигурируемыми. Для решения этой задачи автором разработан многоконтурный алгоритм каналов управления по тангажу, крену и рысканию, в котором внутренний контур обеспечивает тип реакции по угловой скорости, второй контур — по углу, а третий (для каналов тангажа и крена) — по линейной скорости. Для внутреннего контура ЭДСУ автором предложен интегральный алгоритм с эталонной моделью, который позволяет обеспечить заданные характеристики устойчивости и управляемости как на легких, так и на тяжелых вертолетах.

Для анализа динамики вертолета с ЭДСУ автором разработана методика, основанная на использовании эквивалентных моделей. Ее применение позволяет получить оценки основных нормируемых показателей устойчивости и управляемости в широком диапазоне изменения собственных динамических характеристик вертолетов, не имея их точных математических моделей, и показать, что с разработанными алгоритмами ЭДСУ могут быть обеспечены характеристики, соответствующие Уровню 1 в соответствии с принятыми требованиями.

Влияние допущений, сделанных при выводе эквивалентных моделей, проверено автором путем сравнения оценок с точными значениями соответствующих параметров, полученными для трех полных моделей вертолетов с алгоритмами ЭДСУ рассматриваемой структуры. В результате установлено, что в большинстве случаев погрешность не превышает 10%.

Результаты работы имеют **теоретическое и практическое значение** для создания перспективных вертолетов.

Научная новизна работы заключается в разработанных автором

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«16» 06 2026 г.

реконфигурируемом многоконтурном алгоритме с эталонной моделью для ЭДСУ вертолѐта и методике анализа характеристик устойчивости и управляемости вертолѐта с ЭДСУ с использованием эквивалентных моделей динамики.

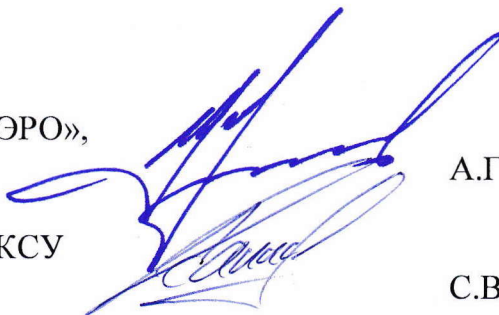
Достоверность результатов обеспечивается корректным применением широко используемых методов математического моделирования при решении задач динамики полѐта, успешным сопоставлением результатов расчѐтов, сделанных с использованием эквивалентных и полных моделей динамики вертолѐта, и результатами исследований на пилотажном стенде, подтверждающими результаты математического моделирования.

В качестве **замечаний** следует отметить следующие:

- 1) В автореферате не хватает оценки характеристик устойчивости и управляемости вертолѐтов с разработанными автором алгоритмами ЭДСУ с точки зрения перекрёстного взаимодействия каналов управления (продольное, поперечное и путевое движение вертолѐта считались изолированными).
- 2) Синтез алгоритмов управления в каждом из трёх рассмотренных случаев проведѐн для ограниченной области режимов полѐта: либо для висения и малых скоростей полѐта, либо для больших скоростей полѐта.
- 3) Принятая в математической модели аппроксимация динамики силовых приводов, фильтров сигналов обратных связей и цифровой реализации ЭДСУ посредством звеньев чистого запаздывания без учета нелинейностей требует дальнейшей проработки в части повышения детализации расчетной модели.

Указанные замечания не снижают общей ценности представленной работы. Работа соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки).

Заместитель генерального директора –
Главный конструктор ООО «АУРУС-АЭРО»,
кандидат технических наук



А.Г. Арутюнов

Заместитель главного конструктора по КСУ
ООО «АУРУС-АЭРО»

С.В. Байков

Общество с ограниченной ответственностью «АУРУС-АЭРО»

Юридический адрес: 433405, Ульяновская область, м.р-н Чердаклинский, с.п. Мирновское, тер. Портовая особая экономическая зона, пр-д Индустриальный, зд. 15 стр. 1

Почтовый адрес: 125315, г. Москва, Ленинградский проспект, д.72, к.3

Электронная почта: office@aurus-aero.ru

С отзывом ознакомлен  В.В. Воронин

18.06.2026г.