



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБОРОНЫ РОССИИ)

ВОЙСКОВАЯ ЧАСТЬ
18347

г. Ахтубинск,
Астраханская обл., 416300

«04» 08 2026 г. № 47/24/3813

На № _____

Федеральное государственное
автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский авиационный институт
(национальный исследовательский
университет)»

Ученому секретарю
диссертационного совета 24.2.327.03
(через отдел подготовки кадров
высшей квалификации)

125993 г. Москва,
Волоколамское шоссе, д. 4

Высылаю Вам отзыв на автореферат диссертационной работы Щербакова Александра Игоревича на тему: «Разработка адаптивной системы управления с идентификацией математической модели летательного аппарата в реальном масштабе времени», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)».

Приложение: 1. Отзыв на автореферат, экз. №1, 2, на 4 листах каждый, несекретно, только в адрес.

Заместитель начальника ЛИИЦ ГЛИЦ им В.П. Чкалова
по испытательно-методической и научно-исследовательской работе
доктор технических наук, доцент

С. В. Николаев

04.08.2026г.

Вх. №	01-МАИ
«21»	08 2026 г.
Кол-во листов док-та	_____
Приложения	_____

УТВЕРЖДАЮ

Врио заместителя начальника ГЛИЦ
им. В.П. Чкалова по научной работе

К. Хвостинюк

2026 г.

О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы Щербакова Александра Игоревича на тему: «Разработка адаптивной системы управления с идентификацией математической модели летательного аппарата в реальном масштабе времени», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)».

Важнейшей задачей систем управления летательными аппаратами является обеспечение и соответствие заданным пилотажным характеристикам. Пилотажные характеристики летательного аппарата, в том числе его характеристики устойчивости и управляемости, не только обеспечивают безопасность полета, но и определяют в целом возможности летательных аппаратов по решению возложенных на них целевых задач. Этим подтверждается актуальность работы.

Улучшение пилотажных характеристик достигается в том числе за счет разработки адаптивных систем управления, а проблеме улучшения пилотажных свойств летательных аппаратов в настоящее время посвящено значительное число работ. В их число входит и диссертация Щербакова А.И., в которой рассматриваются вопросы синтеза адаптивной системы улучшения устойчивости и управляемости на базе принципа обратной динамики.

Автором проведен анализ существующих подходов к синтезу законов управления СУУ (системы улучшения устойчивости) и выбран наиболее рациональный вариант для реализации на борту ЛА. Для устранения недостатка, заключающегося в необходимости точного знания математической модели для синтеза регулятора, автором предложен алгоритм идентификации математической модели динамики ЛА в реальном масштабе времени, использующий набор входных и выходных параметров, называемый «буфером данных». Кроме того, автором предложен вариант нелинейного корректирующего устройства, которое позволяет избежать возникновения явления раскачки самолета летчиком, также известное под термином PIO (pilot-induced oscillations).

На основании результатов экспериментальных исследований, выполненных на пилотажном стенде, показано, что при использовании алгоритмов СУУ на базе принципа обратной динамики наблюдается значительное улучшение точности пилотирования по сравнению с традиционными вариантами автоматизации. В случае возникновения отказа адаптивные свойства регулятора позволили сохранить точность пилотирования, в то время как при использовании традиционного интегрального закона оценка дисперсии сигнала ошибки возросла более чем в 2 раза.

Таким образом необходимо отметить однозначную научную новизну выносимых автором на защиту положений:

- алгоритм параметрической идентификации коэффициентов системы управления движения летательного аппарата заданной структуры с использованием обновляемого буфера данных, функционирующий в режиме реального времени;

- закон управления адаптивного регулятора, базирующегося на принципе обратной динамики с онлайн-идентификацией динамических коэффициентов и синтезированный на основе упрощенной модели движения летательного аппарата;

- нелинейный префильтр-гаситель колебаний, позволяющий обеспечить подавление явления раскачки самолета летчиком путем существенного снижения потребных скоростей отклонения руля, вплоть до исключения выхода привода на максимальную скорость.

В целом, полученные результаты, отраженные в диссертации Щербакова А.И., можно охарактеризовать как имеющие научную новизну и практическую значимость. Результаты исследования опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК, и в журналах базы данных Scopus. Автором получен патент на изобретение.

Несмотря на безусловно положительное впечатление от работы, следует отметить ряд недостатков.

1. Судя по автореферату, автором в 1 главе наиболее целесообразным признается использование метода синтеза регулятора на базе принципа обратной динамики (NDI), при этом приводится пример линеаризованных уравнений динамики самолета в продольном канале. Также следует из автореферата, что в главе 3 приводится схема альтернативного префильтра применительно к самолетам, однако в главе 4 приведены результаты исследований в основном для вертолета (4 задачи пилотирования) в то время, как для самолета рассмотрены 2 задачи точного пилотирования. Для полной оценки эффективности альтернативного префильтра желательно было бы показать результаты оценки следующих задач пилотирования: облет рельефа местности на предельно малых высотах, полет сомкнутым строем, палубная посадка, дозаправка топливом в полете, заход на посадку с предельными параметрами бокового ветра, а также других целевых задач.

2. Так же, судя по автореферату, в главе 2 не отражен вопрос о граничных условиях, допустимых для выполнения онлайн-идентификации по параметрам движения летательного аппарата. Неясен вопрос о допустимости онлайн-идентификации при активном маневрировании ($n_y > 2,5$), и в автореферате не отражен вопрос влияния длительности данных, загружаемых

в буфер расчета на характеристики запаздывания в контуре «летчик-самолет-система управления».

Тем не менее, диссертация представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, автореферат изложен понятным языком, удовлетворяет критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положением о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Щербаков Александр Игоревич, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки).

Отзыв обсужден и одобрен на заседании НТС войсковой части 18347, протокол № 15 от «04» августа 2026 года.

Заместитель начальника лётно-исследовательского испытательного центра ГЛИЦ им В.П. Чкалова по испытательно-методической и научно-исследовательской работе
доктор технических наук, доцент

Николаев Сергей Владимирович

416500, Астраханская область, г. Ахтубинск,

Государственный лётно-испытательный центр имени В.П. Чкалова