

Экз. №2

«Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский  
университет)»

Проректору по научной работе  
Ю.А.РАВИКОВИЧУ

125993 г. Москва, Волоколамское шоссе,  
д.4, Ученый совет МАИ



Уважаемый Юрий Александрович!

Направляю в Ваш адрес отзыв официального оппонента по диссертации Смагина Андрея Андреевича на тему «Методика выбора рациональных проектных решений систем управления движением самолета по земле с использованием имитационного моделирования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Приложение: отзыв официального оппонента на 4 стр., 2 экз. (оба в адрес).

*С уважением,*

Заместитель начальника ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина» по учебной и научной работе  
кандидат военных наук, доцент

В. Казаков

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«27» 11 2023

## ОТЗЫВ

официального оппонента Верещикова Дмитрия Викторовича  
на диссертационную работу Смагина Андрея Андреевича  
«Методика выбора рациональных проектных решений систем управления  
движением самолета по земле с использованием  
имитационного моделирования»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности  
2.5.13 – «Проектирование, конструкция, производство, испытания  
и эксплуатация летательных аппаратов»

### Актуальность темы диссертации

Степень эффективности выполнения самолетом задач по своему целевому назначению во многом определяется решениями, принятыми на начальных этапах проектирования. Цена ошибок, допущенных на этих этапах, весьма высока, а их исправление надолго затягивает время, снижает безопасность испытаний и эффективность эксплуатации.

В этой связи процесс выбора основных проектных параметров колесного шасси имеет ряд особенностей:

1. Масса амортизационных стоек, колес, тормозов, конструктивных элементов уборки и выпуска (створок, гидроцилиндров, замков и т.п.), поворота передней стойки, части энергетических систем, ответственных за функционирование шасси, весьма высока и может достигать до 20% взлетной массы самолета. При этом время, в течение которого все эти перечисленные элементы применяются, часто незначительно.

2. Шасси представляет собой основной элемент конструкции, определяющий условия базирования самолета.

3. Шасси во многом определяют собственную устойчивость, управляемость самолета при движении по ВПП, требования к системе управления самолета, его несущим свойствам на воздушных и наземных участках взлета и посадки.

4. Нагрузки, действующие на шасси, а так же их размеры, кинематика уборки и выпуска определяют компоновочные решения конструкции планера самолета.

Столь тесная взаимосвязь закладываемых при проектировании свойств шасси с обликовыми параметрами самолета и его пилотажными характеристиками требует тщательного анализа степени влияния шасси на конструкцию самолета и его функциональные системы. Этот процесс часто является итерационным, а, следовательно, представляется целесообразным «запускать» его на как можно более ранних этапах проектирования в том числе и с использованием имитационного моделирования.

В этой связи тема диссертационной работы, представленной для оппонирования, представляется вполне актуальной.

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«24» 11 2023

## **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается корректным применением широко известного и апробированного математического аппарата, позволяющего описывать явления в области динамики полета самолета с учетом особенностей функционирования систем шасси.

Выводы о целесообразности использования проектных решений в части систем торможения и управления положением колес передней стойки шасси делаются автором на основе достоверных результатов имитационного моделирования динамики движения самолета при пробеге.

Выбор критериальных показателей весового совершенства и эффективности шасси автором справедливо обоснован тем, что они в полной мере отражают затраты массы на обеспечение поглощения кинетической энергии движения самолета и создание располагаемого управляющего путевого момента.

Рекомендации по использованию условий для имитационного моделирования динамики движения самолета (матрицы расчетных ситуаций) обоснованы тем, что именно при таких условиях в полной мере проявляются свойства системы управления движением по земле в части обеспечения устойчивости, управляемости, а так же поглощения и рассеивания кинетической энергии движения самолета.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. Автор утверждает, что в ходе работы разрабатывается «целевая математическая модель» для исследования динамики движения летательного аппарата по земле, однако фактически им создана «имитационная модель».

2. На расчетной схеме (рис. 2.5) приводятся силы и моменты, которые не описаны в тексте и не фигурируют в расчетных формулах.

### **Общая характеристика диссертационной работы**

В целом, несмотря на отмеченные недостатки, представленная для оппонирования диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, связанную с научно-методическим обоснованием проектных решений в области конструкции шасси летательных аппаратов, базирующихся на показателях их весового совершенства и степени удовлетворения требований к взлетно-посадочным характеристикам. Это является безусловным вкладом в развитие научных основ и методов обеспечения эффективности и безопасности летной эксплуатации самолетов.

В диссертационной работе автор продемонстрировал глубокое понимание проблем, связанных с необходимостью обеспечения торможения самолетов в процессе их устойчивого и управляемого движения по поверхности аэродрома и возможными техническими решениями в этой области.

В списке использованной при подготовке диссертации литературы широко представлены работы, в которых другими авторами рассмотрены вопро-

## **Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Анализ содержания диссертационной работы, представленной для оппонирования, позволяет утверждать, что основным (главным) достижением автора является разработка методики выбора рациональных проектных решений для комплекса элементов конструкции колесного шасси самолета.

Методика заключается в итерационном выборе из перечня практически реализованных вариантов комплекса, который включает конструктивно-компоновочную схему стоек шасси, тормоза и систему поворота колес передней стойки шасси, и удовлетворяет критериям весового совершенства.

Методика отличается от существующих тем, что на каждой итерации производится имитационное моделирование динамики движения самолета по взлетно-посадочной полосе с целью определения величин основных показателей целевой эффективности шасси. Эти показатели определяют принципиальную способность самолета завершить пробег при посадке или прерванном взлете в пределах взлетно-посадочной полосы.

Созданная методика позволяет выбрать такой комплекс конструктивных решений для стоек шасси, колес, тормозов и системы управления поворотом колес передней стойки, который, во-первых, безусловно обеспечивает выполнение требований к условиям базирования самолета, а, во-вторых, обладает наименьшей массой. Именно это целесообразно считать целью все диссертационной работы. Важно то, что этот процесс происходит на предварительных этапах проектирования, когда существуют реальные, незначительные по временным и финансовым затратам возможности внесения коррекции в принимаемые конструкторские решения.

Достоверность результатов работы подтверждается следующими соображениями:

- для имитационного моделирования динамики движения самолета на пробеге автор использовал успешно прошедший многократную апробацию при решении задач динамики многосвязных, обладающих широким спектром свойств объектов, программный продукт ADAMC-2013;

- результаты моделирования динамики движения самолета хорошо согласуются с материалами летного эксперимента;

- характеристики подобранного с использованием разработанной методики комплекса конструктивных элементов шасси соответствует практически реализованным конструкциям.

Существенным фактором, подтверждающим практическую ценность работы является то, что ее результаты позволили обоснованно уменьшить массу и размерность привода механизма поворота колес передней опоры и оценить характеристики при движении по земле в ходе выполнения опытно-конструкторской работы по созданию перспективного самолета в ОКБ Сухого.

сы проектирования шасси, тормозных и амортизационных устройств, моделирования динамики движения летательных аппаратов по поверхности аэродрома, оценки эффективности взлетно-посадочных устройств. Сделан вывод о наличии противоречия между необходимостью оценки работоспособности систем, обеспечивающих движение самолета по земле на ранних этапах проектирования и возможностями существующего научно-методического аппарата.

Материалы диссертационной работы прошли апробацию на международных и российских конференциях, широко представлены в публикациях. При этом основные результаты исследований опубликованы не только в рекомендованных ВАК изданиях, но и в издании, включенном в реферативную библиографическую базу Web of Science.

Автореферат отражает основное содержание диссертации и содержит необходимые сведения для оценки научной новизны и практической значимости результатов исследований, выполненных автором.

### Заключение

Учитывая актуальность выполненных исследований, научную новизну и практическую значимость полученных результатов считаю, что представленная для оппонирования диссертационная работа удовлетворяет требованиям, изложенным в «Положении о присуждении ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г., а ее автор – Смагин Андрей Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Официальный оппонент - начальник 72 кафедры авиационных комплексов и конструкции летательных аппаратов ВУНЦ ВВС «ВВА» (394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А. Тел. 8(473)244-76-10, email: vaiu@mil.ru).

кандидат технических наук, доцент

 Д.В.Верещиков

Подпись Верещикова Дмитрия Викторовича заверяю  
Начальник учебного отдела ВУНЦ ВВС «ВВА» кандидат технических наук, доцент



Р.Е.Первезенцев

М.П.

*С отзовом*  
*27.11.2023*  
*Сем*