

## ОТЗЫВ

официального оппонента Верещикова Дмитрия Викторовича  
на диссертационную работу Десятника Павла Анатольевича  
«Критерии управляемости неманевренных самолетов  
в путевом канале управления», представленной  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.5.16 – «Динамика, баллистика и управление движением  
летательных аппаратов»

### Актуальность темы диссертации

Одним из решающих, с точки зрения возможности эффективной и безопасной летной эксплуатации самолетов фактором, является приспособленность характеристик устойчивости и управляемости самолета к возможностям летчика. Результаты широкомасштабных и до сих пор продолжающихся исследований в области человеко-машинных систем позволяют утверждать, что, во-первых, имеющиеся возможности к приспособлению у человека не безграничны и, во-вторых, соответствие между возможностями человека и свойствами объекта управления при решении различных задач существенно различно. В авиации, в этой связи, применяется термин «пилотажные характеристики». Смысл этого термина заключается в том, что они описывают свойства самолета с точки зрения летчика, решающего конкретную целевую задачу пилотирования.

Решения в области коррекции пилотажных характеристик самолетов лежат в плоскости их аэродинамики, принципов построения систем управления, применения широкого спектра средств автоматизации, адаптивных алгоритмов и, в современной практике, искусственного интеллекта. Однако все эти мероприятия направлены на обеспечение вполне определенных значений характеристик устойчивости и управляемости, величины которых должны быть известны и, что весьма важно, обоснованы для конкретных задач пилотирования. Таким образом, задача лежит в плоскости удовлетворения наперед заданным, научно обоснованным критериальным показателям.

Практика управления неманевренными самолетами не предполагает активного использования педального механизма за исключением случаев образования несимметричной тяги силовой установки, выполнения посадки при наличии ветровых возмущений или исправления ошибок по боковой координате относительно оси взлетно-посадочной полосы. Вероятно, по этой причине в существующих требованиях к пилотажным характеристикам в отношении управления самолетом педалями указывается, главным образом, на необходимость обеспечения прямой реакции креном на скольжение и балансировки при отказе критического двигателя.

Перечисленные соображения свидетельствуют о возможности существенного снижения уровня безопасности полета на малых высотах в условиях дефицита времени на принятие решения и реализации какой-либо стратегии управления с использованием педального механизма. В этой связи тема дис-

сертационной работы, представленной для оппонирования, представляется вполне актуальной.

### **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 обоснование требований к эффективности путевого управления самолетом педалями и к величине его поперечной статической устойчивости. В этом плане целесообразно отметить следующие важные моменты:

1. Показателем эффективности (чувствительности, по мнению автора) путевого управления понимается, по сути дела, производная приведенного момента рыскания по величине перемещения педалей. Наилучшее (оптимальное, в трактовке автора) значение этого параметра предлагается определять с использованием «частотного» или «временного» критериев. В работе показано, что выбор критерия зависит от решаемой задачи, а конечный результат, с точки зрения чувствительности управления, одинаков.

2. Показателем поперечной статической устойчивости самолета, по мнению автора, следует считать эквивалентную производную приведенного момента крена по углу скольжения. Термин «эквивалентная» автор вводит с целью учета возможного наличия автоматических устройств, реализующих перекрестные связи в канале рыскания при отклонении различных рулевых поверхностей.

3. Обоснование требований (критериев, в трактовке автора) выполнено с использованием серии полунатурных экспериментов на пилотажном стенде с подвижной кабиной и участием экспертов - летчиков. В ходе моделирования изучалось субъективное мнение летчиков, дававших оценку пилотажным характеристикам самолета с различными динамическими свойствами на этапе захода на посадку при наличии возмущений. Получена обширная и уникальная база данных, характеризующих степень влияния различных свойств самолета на его пилотажные характеристики.

4. Для обеспечения достоверных результатов полунатурного моделирования в работе была проведена сравнительная оценка влияния степени подвижности стенда на пилотажные оценки летчиков. Показано, что при моделировании управления самолетом педалями на режимах посадки наличие боковой инерционной силы, воспроизводимой на подвижном пилотажном стенде, является необходимым условием для выявления летчиками неблагоприятной резкой реакции самолета на перемещение педалей. Предложен алгоритм управления подвижностью стенда, обеспечивающий качественную имитацию боковой инерционной силы.

Существенным фактором, подтверждающим практическую ценность работы и квалификацию автора, являются реализованные в рамках государственных контрактов решения в системах управления самолетов SSJ-100 и MC-21.

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

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается корректным использованием уравнений динамики полета, применением широко известного и апробированного математического аппарата. Достоверность результатов моделирования динамики полета подтверждается их сравнением с результатами летных испытаний самолета МС-21.

### **Замечания по диссертационной работе**

В тексте диссертации многократно упоминаются созданные автором методики, хотя ни одна из них не выносится на защиту и, по всей видимости, автор не претендует на их научную новизну. В разделе работы «основные задачи» (стр. 12) указывается, что должна быть разработана «процедура стендовых испытаний», хотя, например, на стр. 17 в этой же связи речь идет уже о методике. Кроме того, на стр. 151 и 153 автор указывает на методики оценки оптимальной чувствительности управления по частотному и временному критериям, а на стр. 155 речь уже идет о методах.

Автор успешно решил задачу определения оптимального значения поперечной статической устойчивости самолета с точки зрения управления им в путевом канале с помощью педалей. При этом в работе никак не оценивается соответствие этого значения требованиям управления самолетом в поперечном канале.

### **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 критериев управляемости неманевренных самолетов при использовании педалей, что является безусловным вкладом в развитие научных основ и методов обеспечения летной годности воздушных судов в ожидаемых условиях эксплуатации, а так же повышения уровня безопасности полетов.

В диссертационной работе автор продемонстрировал глубокое понимание проблем, связанных с необходимостью и возможностью обеспечения необходимого уровня пилотажных характеристик неманевренных самолетов в боковом канале управления, особенностью которого является существенное взаимодействие путевой и поперечной составляющих движения.

В списке использованной при подготовке диссертации литературы широко представлены работы, в которых другими авторами рассмотрены вопросы полунатурного моделирования динамики полета самолетов, определения показателей и критериев, характеризующих пилотажные характеристики.

Материалы диссертационной работы прошли апробацию на международных и российских конференциях, весьма широко представлены в публикациях. При этом результаты исследований опубликованы не только в реко-

мендованных ВАК изданиях (четыре), но и в изданиях, включенных в реферативную библиографическую базу SCOPUS.

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 Постановлении Правительства РФ о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор – Десятник Павел Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика и управление движением 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 учебно-методического центра ВУНЦ ВВС «ВВА» кандидат  
технических наук, доцент

И.К.Шуклин

