

Ученому секретарю  
диссертационного совета  
Д 212.125.12  
Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский  
университет)  
125993 г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколам-  
ское шоссе, д.4

Направляю в Ваш адрес отзыв официального оппонента по диссертации Иргалеева Ильяса Хусаиновича на тему «Улучшение пилотажных свойств самолета путем использования прогнозного дисплея, отображающего развитие программной траектории», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Приложение: отзыв официального оппонента - 2 экз. (оба в адрес).

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

« 20 » 11 2021

*Ильин*

Исп. Верещиков Д.В.  
Тел. 29-49, 8(980)-348-64-75

## ОТЗЫВ

официального оппонента Верещикова Дмитрия Викторовича  
на диссертационную работу Иргалеева Ильяса Хусаиновича  
«Улучшение пилотажных свойств самолета путем использования прогнозного  
дисплея, отображающего развитие программной траектории», представленной  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением  
летательных аппаратов»

### Актуальность темы диссертации

Многолетний опыт создания и эксплуатации самолетов позволяет быть уверенным в адаптивных свойствах человека, являющегося важнейшим элементом замкнутого контура «летчик – система управления – самолет». Человек, при решении различных задач пилотирования, трансформирует свое поведение таким образом, чтобы, во-первых, собственно решить стоящую перед ним задачу и, во-вторых, потратить как можно меньше своего внимания, физических и психологических усилий для компенсации возможных недостатков в устойчивости и управляемости самолета. Расширение диапазона высот и скоростей полета, увеличение количества аэродинамических конфигураций, спектра массовых, инерционных, центровочных характеристик и, наконец, возможное появление отказов, неисправностей и повреждений приводит к тому, что создать самолет, обладающий приемлемыми для человека собственными устойчивостью и управляемостью невозможно.

Задача «приспособливания» самолета под ограниченные возможности человека решается путем применения различных автоматических систем, искусственно улучшающих характеристики устойчивости и управляемости и, в этом направлении, достигнуты значительные успехи. При этом контур «летчик – система управления - самолет» замыкается через командные рычаги управления и обратные связи по усилиям и перемещениям. Еще один важный информационный канал - канал отображения траекторной информации, данных о пространственном положении самолета, его высотно-скоростных параметрах, используется, вероятно, не в полной мере. Очевидно, одной из причин этого является длительное применение аналоговых стрелочно-механических индикаторов с ограниченными возможностями по отображению информации. Появление цифровых многофункциональных индикаторов и высокопроизводительных вычислительных бортовых систем позволяет не только значительно расширить осведомленность летчика о том, что происходит в полете, но и реализовать достижения в области создания экспертных и прогнозных систем. Тем не менее, научно-методическое обоснование применения форматов отображения информации при решении различных целевых задач пилотирования постоянно требует постановки и решения новых задач научно-исследовательского характера.

Другими словами, наблюдается противоречие между необходимостью решения различных целевых задач пилотирования и возможностями существующих средств отображения информации (дисплеев, по версии автора). Именно это противоречие разрешается в диссертации Иргалеева И.Х., а, следовательно, тема диссертационной работы, представленной для оппонирования, представляется вполне актуальной.

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

20. 1.1 2027.

Иргалеев И.Х. 

## **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 научно-методическое обоснование целесообразности и возможности применения дисплея с прогнозными свойствами, существенно улучшающего, по сравнению с традиционным дисплеем компенсаторного типа, качество решения таких задач пилотирования, которые могут быть отнесены к траекторным.

Предложенная Иргалеевым И.Х. методика выбора параметров прогнозного дисплея, а, по сути дела, геометрического места графических примитивов, отображаемых на индикаторе (дисплее), основана на глубоком анализе свойств человека - оператора, формирующие управляющие воздействия объектами, имеющими различные характеристики устойчивости и управляемости. Выявленные, на основе статистически достоверных экспериментов на пилотажном стенде, закономерности в поведении человека - оператора при решении задач слежения, преследования и предвидения, позволили автору сформировать структурную схему модели действий летчика и определить основные ее параметры.

Наличие модели действий летчика, в свою очередь, позволило автору сформировать требования к геометрическим параметрам «прогнозной картины», отображаемой на дисплее. Эта картина, по сути дела, представляет собой перспективную траекторию, заключенную в коридор прямоугольного сечения, геометрия которого зависит от скорости движения объекта управления, решаемой задачи пилотирования и состояния объекта управления в каждый момент времени.

Результаты сравнительной оценки точности выдерживания заданной траектории, полученные в полунатурном эксперименте на пилотажном стенде, убедительно свидетельствуют о том, что применение индикатора на лобовом стекле с прогнозными свойствами существенно повысило качество решения задачи пилотирования.

Описанный результат является подтверждением факта достижения основной цели диссертации, четко просматриваемой в формулировке темы: «Улучшение пилотажных свойств самолета путем использования прогнозного дисплея ...».

Кроме этого, автор спроецировал основной результат своей работы на задачу практического характера, связанную с самолетами, имеющими в составе системы управления рулевые приводы с ограниченной располагаемой скоростью перемещения исполнительных механизмов, а, следовательно, и с ограничениями скорости отклонения рулевых поверхностей. Исследования, проведенные в ходе работы над диссертацией, позволяют утверждать, что наличие прогнозной индикации позволяет существенно снизить требуемые величины углов и скоростей отклонения рулевых поверхностей. Этот факт свидетельствует о весомой практической значимости результатов диссертации Иргалеева И.Х., так как известно, что одним из основных применяемых способов согласования «быстрых» требуемых перемещений командных рычагов летчиком с условно

«медленными рулевыми приводами» является применение префильтров, ухудшающих динамические свойства контура ручного управления.

Заслуживает внимания и тот результат работы Иргалева И.Х., который свидетельствует о положительном влиянии прогнозной индикации на качество управления объектами с ощутимым запаздыванием прямого и обратных сигналов в тракте управления.

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

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается корректным использованием аппарата теории функций комплексной переменной, основных уравнений динамики полета, использованием широко известных и апробированных подходов к статистической обработке результатов экспериментальных исследований.

### **Замечания по диссертационной работе**

В тексте диссертации автор упоминает о том, что применение дисплея с прогнозными свойствами позволяет снизить «загрузку» летчика при решении различных целевых задач пилотирования. При этом смысл применяемого автором понятия «загрузка» не приводится. В то же время автор широко применяет термин «пилотажные свойства» («пилотажные характеристики»), сущность которых заключается, по версии нормативного документа - ОТТ ВВС, в оценке летчиком характеристик устойчивости и управляемости самолета при решении конкретной целевой задачи пилотирования с учетом компенсации недостатков самолета. В этой связи не ясно, имеет ли в виду автор усилия и величины перемещения командных рычагов или психофизическую нагрузку на летчика при пилотировании.

Автор ограничился оценкой эффективности применения прогнозного дисплея только для того класса целевых задач, решение которых заключается в движении по заданной траектории. При этом речь идет о широком спектре целевых задач пилотирования, которые, вообще говоря, не всегда являются сугубо траекторными.

### **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 разработкой научно-обоснованного способа улучшения пилотажных характеристик самолетов при решении целевых задач пилотирования, связанных с движением по заданной траектории. При этом допускается, что собственные характеристики устойчивости и управляемости самолетов могут по различным причинам быть неудовлетворительными.

В диссертационной работе автор продемонстрировал глубокое понимание проблем, связанных с операторской деятельностью летчика и аналитическими методами описания этой деятельности.

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

создания моделей динамики полета самолетов на различных этапах полета, модели операторской деятельности человека, систем обеспечения устойчивости и управляемости.

Материалы диссертационной работы прошли апробацию на научно-технических конференциях и семинарах, широко представлены в публикациях как в Российской Федерации, так и за рубежом.

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 Российской Федерации о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор – Иргалеев Ильяс Хусаинович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, 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



М.П.

И.К.Шуклин

«17» ноября 2020 г.