

ПАО «Корпорация «Иркут»  
Ленинградский проспект, д. 68  
Москва, 125315, Россия  
Телефон: +7 (495) 777-21-01  
Факс: +7 (495) 221-36-39



В составе  
**OAK**

ОГРН 1023801428111  
ИНН 3807002509, КПП 997450001  
ОКПО 07504910  
office@irkut.com  
www.irkut.com

**Публичное акционерное общество «Научно-производственная корпорация «Иркут»**

01.12.2020 № 17952  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Учёному секретарю  
диссертационного совета Д 212.125.12  
Московского авиационного института  
(национального исследовательского  
университета)  
к. т. н., доценту А. В. Старкову

125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,  
Волоколамское шоссе, д. 4,  
Учёный совет МАИ

Уважаемый Александр Владимирович!

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертационной работы Иргалева 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 на автореферат диссертации И. Х. Иргалева,  
2 экз. на 4 листах каждый.

Заместитель Генерального директора  
по разработке АТ –  
Директор Инженерного центра  
Главный конструктор МС-21,  
кандидат технических наук



К. Ф. Попович

Исп. С. В. Левицкий  
Тел. +7(495)777-21-01, доб. 77-20

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

01.12.2020 г.

*Левицкий*

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Генерального директора –  
Исполнительный директор,  
кандидат технических наук



В. Б. Прутковский

12 2020 г.

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Иргалева 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»

Диссертационная работа Иргалева И. Х. посвящена актуальной проблеме улучшения пилотажных характеристик летательных аппаратов (ЛА) в режиме директорного управления, в интересах повышения безопасности полета и эффективности решения задачи управления. Для достижения этих целей в работе предложено использование прогнозного дисплея, отображающего программную и прогнозную траектории движения ЛА.

Сама идея такого дисплея не нова, в 90-е годы на кафедре динамики полета ВВИА им. профессора Н. Е. Жуковского было предложено формировать оптимальную для решения конкретной задачи программную траекторию в виде «дороги в небе» проецируемой на лобовое стекло кабины летчика.

В настоящей работе системно решены следующие задачи, определяющие её принципиальную новизну:



- определения расстояния, на котором должно располагаться внутри туннеля, охватывающего программную траекторию, прогнозное окно, на которое должен проецироваться прогнозный вектор скорости;

- определены параметры туннеля за прогнозным окном.

Для решения этих задач автор создал математическую модель поведения летчика при управлении с предвидением. Ее разработке предшествовали экспериментальные исследования системы самолет-летчик в задаче управления с предвидением. Результаты этих исследований выявили существенные отличия в действиях летчика при переходе от компенсаторного слежения к управлению с предвидением.

Новым результатом является существенное уменьшение отклонений и скорости отклонения рычага управления при использовании дисплея с предвидением, и влияние на этот эффект ширины спектра входного сигнала, а также происходящие при этом изменения в эквивалентной частотной характеристике летчика.

С целью выявления закономерностей поведения летчика в задачах предвидения Иргалеевым И. Х. предложен алгоритм идентификации двух описывающих функций летчика, определяющих его реакцию на воспринимаемые сигнал ошибки и входной сигнал. Выявленные при этом закономерности явились основой разработанной математической модели поведения летчика в задаче предвидения. Сравнение математической модели и результатов математического моделирования подтвердило корректность модели и позволило получить требования к основным параметрам – времени прогноза и предвидения.

Использование полученных результатов в прикладных задачах синтеза закона отображения прогнозного вектора скорости на экране дисплея при наличии запаздывания в тракте управления и ограничений на быстродействие приводов определило практическую значимость работы. Предложенный закон позволяет подавить эффект влияния запаздывания, а также существенно

уменьшить потребные скорости отклонения рулевых поверхностей и тем самым уменьшить ошибки пилотирования и уменьшить вероятность возникновения раскачки самолета летчиком.

Работа прошла достаточную апробацию, её основные результаты опубликованы.

Вызывает сожаление, что в работе, судя по автореферату, не уделено внимание принципам формирования собственно программной траектории и отсутствует пример практического решения поставленной задачи при пилотировании конкретного ЛА.

Из автореферата не ясно, исследовался ли вопрос и каково влияние на оптимальную величину времени предвидения кривизны программной траектории и потребной перегрузки для движения по ней ЛА.

## Вывод

Диссертация выполнена на высоком научном уровне, является целостной и завершенной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а её автор, Иргалеев Ильяс Хусаниович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Заместитель Генерального директора  
по разработке АТ –

Директор Инженерного центра

Главный конструктор МС-21

кандидат технических наук



К. Ф. Попович

Ведущий инженер-конструктор,  
доктор технических наук, профессор

С. В. Левицкий

Место работы: ПАО «Корпорация «Иркут».

Рабочий адрес: 125315, г. Москва, Ленинградский проспект, дом 68.

Рабочий телефон: +7 (495) 777-21-01, доб. 77-20.

Адрес электронной почты: [Sergey.Levitskiy@irkut.com](mailto:Sergey.Levitskiy@irkut.com).

Подписи К. Ф. Поповича, С. В. Левицкого  
заверяю.

Руководитель департамента управления  
персоналом ПАО «Корпорация «Иркут»

А. Р. Бахарев