



Акционерное общество  
**«Российская  
самолетостроительная  
корпорация «МиГ»  
(АО «РСК «МиГ»)**

Ученый Совет МАИ

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

Ленинградское ш., д. 6, стр. 1, Москва,  
Россия, 125171  
Тел:(495) 721-81-00 Факс:(495) 653-14-47  
E-mail:inbox@rsk-mig.ru mig@migavia.ru  
http://www.rsk-mig.ru  
ОКПО/ОГРН42836853/1087746371844  
ИНН/КПП 7714733528/774301001  
*25.11.2020 № 0014-12-1263-2020*

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
отзыв на диссертацию

Направляю Вам отзыв ведущей организации на диссертацию Иргалеева Ильяса Хусаиновича «Улучшение пилотажных свойств самолета путем использования прогнозного дисплея, отображающего развитие программной траектории», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Приложение: Отзыв – в 2-х экземплярах, на 4 листах каждый

Заместитель Управляющего директора-  
Директор Опытно-конструкторского бюро  
им. А.И. Микояна



С.В. Шальнев

Оболенский Ю.Г  
Заместитель Главного конструктора.  
495-721-81-00 доб.101-26-03

*Трубин*

## УТВЕРЖДАЮ

Заместитель управляющего директора



АО «РСК «МиГ» -

Директор «ОКБ имени А.И.Микояна»

С.В. Шальнев

« 25.11.2020г.

## ОТЗЫВ

на диссертацию Иргалеева Ильяса Хусаиновича  
«Улучшение пилотажных свойств самолета путем  
использования прогнозного дисплея, отображающего  
развитие программной траектории», представленную на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика,  
управление движением летательных аппаратов».

Одно из важнейших направлений исследований, выполненных с целью повышения безопасности пилотирования летательных аппаратов, является улучшение их пилотажных характеристик. Традиционно на режимах точного пилотирования эта задача решается с помощью систем полуавтоматического управления, путем улучшения характеристик рычагов управления, а также использования директорного прибора. В последнем случае летчик по сути управляет динамикой системы самолет-дисплей, позволяющей реализовать более точное управление, а также снизить нагрузку летчика. В диссертационной работе Иргалеева И.Х. предложен новый тип такого дисплея – прогнозный дисплей, отображающий прогноз развития траекторного движения в виде прогнозного вектора скорости, проецируемого на плоскость, движущуюся внутри пространственного коридора, охватывающего программную траекторию. Для решения проблемы выбора основных параметров такого дисплея – время предвидения, время прогноза,

закон формирования директорного сигнала, автору пришлось решить ряд задач. К ним относятся:

- выявление закономерностей поведения летчика и системы самолет-летчик при использовании прогнозного дисплея при различной динамике объекта управления и характеристик спектра входного сигнала;

- влияние времени предвидения (протяженности отображаемого туннеля за прогнозным окном) на поведение летчика в каналах восприятия сигнала ошибки и входного сигнала.

Основываясь на этих закономерностях автором построена математическая модель формирования действий летчиком в канале восприятия входного сигнала, основанная на концепции различной значимости производных наклонов совокупности отрезков программной траектории, расположенных на разном удалении от летчика. В работе показано совпадение результатов математического моделирования и экспериментальных исследований, проведенных в один и тех же условиях управления с предвидением. Это позволило автору предложить методику выбора основных параметров дисплея, а также продемонстрировать эффективность его использования при решении практических задач — подавление с использованием дисплея влияния запаздывания в тракте управления самолета или при передаче сигнала с наземного пункта управления беспилотным летательным аппаратом, а также обеспечение точного пилотирования при малых скоростях отклонения рулевых поверхностей.

Новыми являются математические описания действий лётчика в задачах преследования и предвидения, в которых автор использует квазиинвариантность, вводя блок  $F$ , сигнал с которого суммируется с сигналом ошибки. Особенно интересны исследования автора, связанные с математическим наполнением этого блока.

Практическую значимость имеют рекомендации автора по компенсации временного запаздывания в высокоавтоматизированных

системах управления, а также существенное снижение загрузки лётчика при использовании дисплея, отображающего программную траекторию.

Диссертация опрятно выполнена, написана хорошим доступным языком, образно отражающим суть рассматриваемых явлений. Автореферат также написан ясным языком и дает полное представление о проблемах, изложенных в диссертационной работе. Количество публикаций и апробации работы достаточны для положительной оценки.

Вместе с тем, необходимо остановиться и на замечаниях:

1. Приведенная на странице 57 передаточная функция самолёта при выполнении задачи стабилизации высоты имеет два интеграла, что приводит к неустойчивости, и необходимости наличия при отслеживании прогнозного угла визирования второй производной. В современных системах управления для стабилизации высоты помимо сигнала высоты ещё используется и сигнал вертикальной скорости, замыкая один из интегралов и делая контур устойчивым.

2. Прогнозный угол визирования, предлагаемый автором, содержит информацию по углу наклона траектории и его производную, которые на самолётах не измеряются.

3. Скорость перекладки рулевых поверхностей выбирается не только исходя из управляющих действий лётчика, на которые, как показал автор, можно повлиять с помощью правильно организованной индикации, но и парирования ветровых возмущений, на которые с помощью дисплеев повлиять невозможно.

4. На странице 101 произошла некоторая путаница понятий: так какая проводится линеаризация: статическая или статистическая?

Однако перечисленные недостатки не умаляют достоинств рассматриваемой работы, её актуальности и положительной оценки.

В целом, диссертационная работа представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполнена на высоком научно-техническом уровне, содержит новые научные результаты и имеет

практическое значение, соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, а ее автор Иргалеев Ильяс Хусаинович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании президиума научно-технического совета АО «Российская самолетостроительная корпорация «МиГ», протокол № 10/2020 от 24 ноября 2020 г.

Заместитель председателя НТС АО «РСК «МиГ»,  
Заместитель Главного конструктора по системам управления  
Инженерного центра АО «Российская самолетостроительная корпорация «МиГ»  
Заслуженный машиностроитель РФ,  
Доктор технических наук, профессор

Юрий Геннадьевич Оболенский

«24» ноября 2020 г.

Почтовый адрес организации:  
125171, г. Москва, Ленинградское шоссе, д.6а,  
Акционерное общество «РСК «МиГ» Инженерный Центр,  
Тел.(495) 721-81-00 доб.101-26-03,  
Тел. 8-905-747-35-73 (моб.), Электронная почта [y.obolensky@rsk-mig.ru](mailto:y.obolensky@rsk-mig.ru)