



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ИНСТИТУТ ИМЕНИ Н.Е.ЖУКОВСКОГО

[ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е.Жуковского»]

Юридический адрес:
Жуковского ул., д. 1, г. Жуковский, Московская область, 140180

Почтовый адрес:

Викторенко ул., д. 7, Москва, 125319

тел. +7(495) 231-7623, +7(495) 231-7624

факс +7(499) 759-0186

e-mail: info@nrczh.ru

ОГРН 1155040005889, ИНН 5040136208,

КПП 504001001, ОКПО 01432434

Н. Н. Шадко № *11СВ-2/1487*

На № _____

Председателю диссертационного
совета Д 212.125.12 на базе
Московского авиационного института
(национального исследовательского
университета)
профессору, д.т.н. Малышеву В.В.

Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва,
125993

О направлении отзыва

Уважаемый Вениамин Васильевич!

Направляем Вам отзыв ведущей организации Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского» на диссертационную работу Иеда Каисса на тему «Формирование системы предупреждения авиационных происшествий при энергичном маневрировании спортивного самолёта по результатам имитационного летного эксперимента», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Приложение:

1. Отзыв в 2 экз. на 9 листах.

Первый заместитель
Генерального директора

Исп. А.В. Кан
+7 (495) 234-00-77 (доб. 1027)

Отдел документационного
обеспечения МАИ

С. С. Шадко 11 20 20

В.С. Шапкин

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального
директора ФГБУ «НИЦ «Институт
имени Н.Е. Жуковского»

Профессор, д.т.н.

Шапкин В.С.

Отзыв ведущей организации

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского» на диссертационную работу Иеда Каисса на тему «Формирование системы предупреждения авиационных происшествий при энергичном маневрировании спортивного самолёта по результатам имитационного летного эксперимента», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Актуальность работы. Диссертационная работа Иеда Каисса направлена на решение актуальной и практически важной задачи повышения безопасности пилотирования маневренных спортивных самолетов и посвящена разработке модели системы предупреждения о возникновении опасной ситуации при выполнении нисходящих маневров для улучшения качества тренажерной подготовки пилотов.

Повышенный уровень риска в авиаспорте требует разработки специальных мер по увеличению безопасности полётов. Предотвращение

Отдел документационного
обеспечения МАИ

« 11 » 11 20 20

AC

столкновения спортивных самолетов с землей при выполнении фигур пилотажа на авиашоу и спортивных соревнованиях является важной составляющей обеспечения безопасности полетов. Анализ приведших к столкновению с землей спортивных самолетов авиационных происшествий и аварий (ПРАПИ), говорит о том, что основная их причина заключается в потере управления вследствие ошибок, допущенных пилотами при выполнении фигур высшего пилотажа. Таким образом, для повышения безопасности полетов спортивных самолетов необходимы подходы, позволяющие нивелировать последствия ошибок пилотирования при выполнении фигур высшего пилотажа. Одним из таких подходов является подход по организации управления при выполнении маневра уклонения (выхода из опасного положения при выполнении фигур высшего пилотажа) и по определению опасной близости земли для спортивных самолетов. Однако, в последнее десятилетие этому подходу уделено недостаточное внимание в отечественных и зарубежных публикациях. Поэтому тема рассматриваемой диссертационной работы является актуальной.

Научные результаты диссертации и их новизна. Главным полученным результатом проведенного в диссертационной работе исследования является разработанная модель системы предупреждения пилота о возникновении опасной ситуации, которую возможно применить для отработки мышечных навыков выполнения маневра уклонения в процессе тренажерной подготовки пилота спортивного самолета.

При разработке модели системы предупреждения пилота о возникновении опасной ситуации диссертантом были изучены возможные ошибки пилотирования спортивных самолетов и их влияние на изменение траектории манёвра.

Наиболее распространенные ошибки, обусловленные навыками пилотирования, среди более чем 17 000 выявленных в проведенном исследовании, включали: ошибки при управлении самолетом и, в том числе, утерю контроля за скоростью при маневрировании на малых высотах. Примерно в одной трети авиационных происшествий присутствовали ошибки в принятии решений. Не вызывает сомнений вывод диссертанта о необходимости совершенствовать тренажерную подготовку пилотов для предотвращения возможной потери управления и столкновения спортивного самолета с землей.

Проведенный диссертантом обзор основных систем предупреждения об опасном режиме показал, что существующие системы предупреждения обеспечивают защиту в основном при наличии систем автоматического управления, и неприемлемы для спортивного самолета при выполнении им фигур высшего пилотажа. Для спортивного самолета нет эффективной системы автоматического предупреждения столкновения с землей (при выполнении им фигур высшего пилотажа) на основе прогнозирования траектории маневра уклонения. Таким образом показано, что система, направленная на увеличение безопасности полетов спортивных самолетов, должна быть основана на выработке навыков выхода из режима (манёвра) на основе предупреждающего сигнала.

Диссертантом предложена методика контроля маневрирования при выполнении фигур высшего пилотажа применительно к спортивному самолету, направленная на повышение безопасности полета при отработке техники пилотирования в процессе тренажерной подготовки. Предложенная методика основана на поиске закономерностей между ошибками пилотирования и их последствиями, которые могут приводить к возникновению критических ситуаций в полете при выполнении конкретных

маневров различного вида. Для поиска закономерностей между ошибками пилотирования и их последствиями диссертантом применена искусственная нейронная сеть прямого распространения. Требуемый набор данных для обучения нейронной сети формировался путем выполнения серии экспериментов с использованием авиасимулятора X-Plane 11. В общей сложности было выполнено 600 типовых маневров (300 переворотов, 100 пикирований, 100 петель Нестерова, 100 поворотов на вертикали) на примере спортивного пилотажно-акробатического самолета Як-55М.

Предложенная диссертантом система предупреждения реализует следующую последовательность действий:

1) измеряются и анализируются величины, характеризующие текущее состояние самолета, и показывающие, в частности, как самолет маневрирует на заданном временном интервале (угол тангажа и угол крена, град; приборная скорость, км/ч; вертикальная скорость, м/с; нормальная перегрузка; текущая высота, м);

2) вычисляется граничная высота $H_{гр}$, заданная для конкретного совершаемого маневра, выполняемого с учетом Y_{1max} – максимальная потеря высоты при достижении рекомендуемой скорости выхода из манёвра в ситуации, когда имеют место рассматриваемые диссертантом ошибки пилотирования.

3) выбирается одна из предусмотренных альтернативных стратегий управления самолетом, отвечающая полученным на предыдущем шаге результатам, формируется и выдается соответствующий сигнал на систему индикации.

Для прогнозирования изменения параметров траектории выбрана система МСБИ разработки СибНИА, которую возможно разместить на борту спортивного самолета.

Оценка результатов по улучшению безопасности маневрирования при применении разработанной диссертантом методики контроля маневрирования проведена по методу Монте-Карло имитационным моделированием с использованием авиасимулятора X-Plane 11. Полученные оценки подтверждают эффективность разработок диссертанта.

Полученные в диссертации результаты являются новыми и могут быть рекомендованы как предварительный способ построения систем предупреждения для спортивных самолетов и для практического использования в организациях, разрабатывающих спортивные самолеты и тренажные комплексы для них.

Основное содержание работы достаточно полно отражено в девяти научных работах, в том числе в трех работах, опубликованных в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Полученные автором основные результаты прошли апробацию на конференциях.

Автореферат отражает основные положения и выводы диссертации. Содержание исследования соответствует паспорту специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Отмечая актуальность, научную обоснованность, практическую значимость работы, необходимо отметить и следующие **недостатки**.

1. Количество проведенных испытаний по методу Монте-Карло достаточно для подтверждения работоспособности разработок

диссертанта, но для внедрения требуется большая статистическая точность, для чего необходимо выполнить больше количество испытаний по методу Монте-Карло.

2. В диссертации для моделирования по методу Монте-Карло (раздел 5.6) не указаны исходные данные и выбранные для них распределения.
3. Приведенные в диссертации статистические оценки полностью описывают нормальное распределение, однако из рисунков 5.8 и 5.9 следует, что закон распределения результатов статистического моделирования не является нормальным законом распределения вероятностей.
4. Рассмотрен только один тип ошибок пилотирования (ошибки управления рулем высоты) и по сути дела один тип маневров (нисходящий маневр), которые хоть и являются наиболее распространенными, но тем не менее не решают весь спектр задач, связанных с безопасностью выполнения маневров на спортивном самолете.
5. С.73 – «выбирается одна из предусмотренных альтернативных стратегий, отвечающая полученным на предыдущем шаге результатам, формируется и выдается соответствующий сигнал на систему индикации» - не понятно задание критерия выбора. Представляется, что из всех стратегий надо использовать ту, которая обеспечивает благоприятный исход в наибольшей степени. Из текста диссертации неявно следует, что эта стратегия – Стратегия 1 на с.74., как более простая в реализации и приводящая к меньше потере высоты. Требование для Стратегии 2 линейного нарастания в течение двух секунд отклонение ручки управления трудновыполнимо на практике, так как субъективное восприятие времени и прилагаемых физических

усилий существенно зависит от психофизического состояния пилота (летчика).

6. В диссертации присутствует терминологическая «путаница»: С.13 – «К сожалению, нет точных данных о количестве воздушных аварий во всем мире, но имеются точные данные об авариях на авиашоу. Диаграмма на рис. 1.1 иллюстрируют происшествия на авиашоу с 2006 по 2018 годы [3,5,6]» - в первом предложении упоминается об «авариях», а во втором предложении о «происшествиях». Диссертанту надо было указать, терминология из каких нормативных документов (ПРАПИ или Конвенция о международной гражданской авиации) используется в диссертации.
7. С.63 «...предупреждение об опасности в случае возможных ошибок при выполнении маневра, которые могут привести к потере управляемости и столкновению с землей» - в этом контексте речь идет об управлении, а не об управляемости. Управлением обладает субъект действия, а управляемостью – объект.
8. с.93 - потеря контроля (англ. Loss of Control (LOC)) – терминологически в англоязычной литературе термин Loss of Control означает потерю пилотом (летчиком) управления ВС при отсутствии приводящего к потере управляемости ВС технического отказа. Управление в данном случае понимается в «широком» смысле, когда человек-оператор (летчик, пилот) в контуре управления является как управляющей системой (непосредственное управление органами управления ВС или системой автоматического управления), так и следящей системой (контроль работы автоматической системы управления). Применительно к рассматриваемым спортивным самолетам при выполнении фигур высшего пилотажа LOC означает именно случай

человека-оператора в контуре управления как управляющей системы. То есть, в рассматриваемом случае LOC означает именно потерю управления.

Указанные недостатки не являются определяющими при общей положительной оценке представленного диссертационного исследования.

Таким образом, по рассматриваемой работе можно сделать следующее **заключение:**

Диссертационная работа Иеда Каисса представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на хорошем техническом уровне. Научные положения и выводы, представленные к защите, показывают, что автором были получены оригинальные результаты и изложены научно-обоснованные подходы по совершенствованию системы предупреждения о возникновении опасной ситуации при выполнении нисходящих маневров для улучшения качества тренажерной подготовки пилотов.

Диссертация имеет существенное значение для развития отрасли знаний, соответствующей специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Основные положения работы, выносимые на защиту, полностью отражены в публикациях. Автореферат соответствует содержанию текста диссертации. По своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований, теоретической и практической значимости, а также оформлению и содержанию диссертация Иеда Каисса соответствует всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании научно-технического совета (протокол № 23 от «09» нояб 2020 г.).

Директор проектного комплекса
«Ситуационное моделирование и
интегрированные системы
авиационных комплексов»
ФГБУ «НИЦ «Институт имени
Н.Е. Жуковского»
доктор технических наук

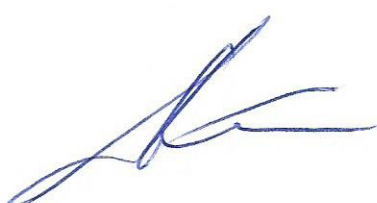
Топоров Николай Борисович



125319, г. Москва, ул. Викторенко,
д. 7,
тел. +7 (495) 234 00 77 (*1044)
e-mail: toporovnb@nrczh.ru

Начальник аналитического отдела
координации и сопровождения
программ
ФГБУ «НИЦ «Институт имени
Н.Е. Жуковского»
кандидат технических наук

Кан Анна Владимировна



125319, г. Москва, ул. Викторенко,
д. 7,
тел. +7 (495) 234 00 77 (*1027)
e-mail: avkan@nrczh.ru

Подписи Топорова Н.Б., Кан А.В. заверяю.

Начальник отдела кадров



Никифоров А.С.

«10» нояб 2020 г.