

ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата технических наук

Колокольникова Филиппа Аркадьевича

на диссертационную работу Дегтярева Вячеслава Сергеевича на тему:
«Методика сертификации устройств имитации полета, предназначенных для
тренировки экипажей по выводу воздушного судна из сложных
пространственных положений», представленной к защите на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.14 –
Эксплуатация воздушного транспорта.

Диссертационная работа Дегтярева В.С. посвящена решению **актуальной задачи** совершенствования методик сертификации современных и перспективных устройств имитации полета, путем разработки методики сертификации перспективных устройств имитации полета и компьютерной программы способной оценить коэффициент подобия системы имитации акселерационных эффектов устройств имитации полета, предназначенных для тренировки летного состава выводу из сложных пространственных положений (СПП). При этом, предлагается уход от применения субъективной оценки устройства имитации полета (УИП) при проведении квалификационных испытаний.

Поставленная цель достигается решением следующих **основных задач**:

1. Анализ существующих технических средств обучения, применяемых при подготовке летного состава ГА, а также действующих нормативных документов, регламентирующих сертификацию и эксплуатацию УИП в целях подготовки летного состава.
2. Анализ существующих методов обучения летного состава ГА распознаванию и выводу из СПП.
3. Разработка технических требований к перспективным УИП, предназначенным для тренировки летного состава выводу из СПП.
4. Анализ методик сертификации УИП, применяемых в нашей стране и за рубежом, и документов, регламентирующих процессы создания, сертификации и эксплуатации УИП.
5. Разработка методики сертификации УИП, применяемых при обучении летного состава ГА выводу из СПП.
6. Разработка компьютерной программы, способной рассчитывать коэффициент подобия системы имитации акселерационных эффектов УИП, предназначенных для тренировки летного состава распознаванию и выводу из СПП при проведении квалификационных испытаний.

7. Получение графиков перегрузок настоящего ВС, существующих УИП и перспективных УИП в сложных пространственных положениях. Анализ этих графиков и создание методики расчета коэффициента подобия.

Так как достижение поставленной в диссертационной работе цели и решение основных сформулированных задач позволит повысить уровень безопасности полетов и будет способствовать выходу отечественных авиационных тренажеров на мировой рынок, **актуальность** диссертационной работы не вызывает сомнения.

Оценка содержания диссертации.

Диссертация хорошо структурирована, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и четырех приложений.

Во введении представлены: актуальность, цель исследования, объект и предмет исследования, задачи, научная новизна, степень проработанности темы, методы исследования, положения, выносимые на защиту, практическая значимость, достоверность результатов, апробация и реализация результатов исследования, а также личный вклад автора.

Первая глава диссертационной работы посвящена анализу требований нормативных документов, применяемых при производстве и сертификации технических средств обучения (ТСО), предназначенных для подготовки летного состава ГА. Проведен анализ действующих федеральных законов, приказов и ФАП по вопросу сертификации УИП.

Во второй главе диссертационной работы дано обоснование необходимости тренировки летного состава выводу из СПП, сформулированы требования к УИП, предназначенным для проведения тренировок летного состава. Рассмотрены технические характеристики и возможности УИП нового поколения, проведен сравнительный анализ с УИП, применяемыми в настоящее время. Также проведен анализ технических характеристик акселерометров, применяемых в современных портативных компьютерах. Сделан вывод о теоретической возможности применения акселерометров современных мобильных устройств для целей измерения прироста перегрузки по трем осям на ВС и УИП. Проанализирована возможность создания, специализированного ПО для целей сертификации систем имитации акселерационных эффектов УИП, разработан его функционал. Проведен анализ и выбор возможных алгоритмов сравнения графиков прироста перегрузки по трем осям на ВС и

УИП для их корректного сравнения и расчета коэффициента подобия УИП и ВС. Разработано ПО для целей сертификации систем имитации акселерационных эффектов современных и перспективных моделей УИП, которое было зарегистрировано в Роспатенте.

Третья глава диссертационного исследования содержит обоснование разделения УИП на классы по уровням имитационных характеристик с учетом рекомендаций ИКАО и применяемой международной практики. Представлена матрица использования УИП по имитационным характеристикам для подготовки летного состава ГА по определенным видам тренировок (с учетом разделения УИП на 5 классов). Она позволяет определить возможность выполнения учебных задач согласно утвержденной программы подготовки летного состава на УИП разных классов, согласно их имитационным характеристикам. Также в третьей главе сформулированы требования к компоновке кабины УИП и усилиям на рычагах управления, аэродинамической модели полета и двигателя, уровню имитации самолетных систем, визуальных и звуковых эффектов, системе подвижности УИП, рабочему месту инструктора и пр.

В четвертой главе разработана и сформулирована методика сертификации современных и перспективных УИП всех классов. Разработаны

методики проведения испытаний систем имитации акселерационных эффектов, систем воспроизведения визуальных и звуковых эффектов, динамических систем управления и определения транспортной задержки. Даны рекомендации по допускам для всех вышеперечисленных систем. При разработке методики испытаний системы имитации акселерационных эффектов автором предложено использование разработанного ПО, доказана его работоспособность, эффективность и пригодность для использования в процессе проведения валидационных испытаний систем имитации акселерационных эффектов УИП при имитации сваливания и попаданий в СПП.

В заключении отмечено, что в результате проведенного диссертационного исследования поставленная цель достигнута в полном объеме. Решена научная задача по генерации методики сертификации современных и перспективных устройств имитации полета, предназначенных для тренировки летного состава выводу из СПП. Полученная методика учитывает все современные требования, применяемые к устройствам имитации полета, мировой опыт в сфере сертификации подобных устройств и нормативно правовую базу по данной тематике.

По своему содержанию представленная диссертационная работа является завершенной научно-квалификационной работой, в которой полученные результаты изложены последовательно, обеспечено их логическое единство и соответствие цели исследования. Теоретические и научно-методические положения по результатам исследования характеризуются в достаточной степени научной новизной и научно-практической значимостью. Представленные выводы соответствуют содержанию диссертационного исследования и являются логическим следствием выполненной работы. Результаты решения поставленных задач изложены четко. Использованный в диссертации заимствованный материал сопровождается ссылками на авторов и источники заимствования.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.22.14 - Эксплуатация воздушного транспорта.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Представленные в диссертационной работе положения, выводы, рекомендации соответствуют теоретическим и практическим потребностям гражданской авиации по направлению сертификации устройств имитации полета, предназначенных для тренировки экипажей по выводу воздушного судна из сложных пространственных положений.

Достоверность полученных результатов.

В диссертационной работе получены следующие основные результаты:

1. Проведен анализ требований нормативных документов, применяемых при производстве и сертификации технических средств обучения.

2. Рассмотрены требования, предъявляемые при сертификации устройств имитации полета, предназначенных для первоначальной подготовки, переучивания и поддержания квалификации летного состава гражданской авиации.

3. Исследован широкий спектр технических средств обучения летного состава, применяемый в авиационных учебных центрах.

4. Произведен анализ методик сертификации устройств имитации полета, применяемых в других странах и рекомендации международной организацией гражданской авиации (ИКАО) по данному вопросу.

5. На основании проведенного анализа программ подготовки летного состава гражданской авиации в вузах и на авиапредприятиях, произведено обоснование необходимости проведения тренировок летного состава

гражданской авиации выводу из сложных пространственных положений и необходимости возвращения данного вида тренировки в программу первоначальной подготовки летного состава в стенах учебных заведений ГА.

6. Разработаны требования к устройствам имитации полета способным имитировать попадания в СПП и выход из них.

7. Создано программное обеспечение, предназначенное для проведения валидационных испытаний систем имитации акселерационных эффектов устройств имитации полета. Для данной программы создан алгоритм сравнения графиков прироста перегрузки по трем осям с расчетом коэффициента подобия УИП реальному ВС в автоматическом режиме.

8. Проведены испытания данного ПО, и доказана его работоспособность и эффективность.

9. На данное ПО получено свидетельство о регистрации Роспатента.

10. Для проведения испытаний специально разработан и изготовлен с применением технологии 3D печати, держатель мобильного устройства в кабине летного экипажа УИП и ВС.

11. Сформулирована методика проведения сертификационных испытаний системы имитации акселерационных эффектов УИП с помощью созданного программного обеспечения.

12. На основании рекомендаций международной организации гражданской авиации (ИКАО) и мировой практики, сформулирована необходимость разделения УИП на классы по уровням имитационных характеристик и обоснованно количество этих классов.

13. Разработаны минимальные требования к компоновке кабин и усилиях на рычагах управления, к математической модели полета и двигателя, к уровню имитации самолетных систем, к звуковым эффектам, к визуальным эффектам и системам имитации акселерационных эффектов УИП разных классов.

14. Сгенерирована методика проведения валидационных испытаний систем имитации акселерационных эффектов УИП, систем визуализации, систем имитации звуков, динамической системы управления, измерения транспортной задержки и времени запаздывания, проведения функциональных и субъективных испытаний, квалификационной оценки УИП новых типов ВС, проведения периодических оценок УИП и представления валидационных данных.

15. Создана методика сертификации устройств имитации полета для тренировки летного состава по выводу из сложных пространственных положений.

Достоверность полученных результатов строится на корректном применении методов исследования и использовании современного математического аппарата. Достоверность полученных экспериментальных данных обеспечена проведением проверки полученных результатов в реальных условиях на ВС и УИП, применяемых в настоящее время в учебных центрах, и еще находящихся на этапе разработки и испытаний. Теоретические положения исследования основаны на методиках подготовки

летнего состава, применяемых в настоящее время и на международных документах, относящихся к данной тематике.

Научная новизна полученных результатов исследования.

1. Сформулированы технические требования к современным и перспективным УИП.
2. Дано обоснование необходимости разделения УИП на 5 классов.
3. Разработана методика сертификации всех видов существующих и перспективных УИП, предназначенных для тренировки летного состава выводу из СПП.
4. Разработано программное обеспечение, способное вычислять коэффициент подобия УИП настоящему ВС, в том числе при имитации попадания в СПП.
5. Проведены испытания созданного программного обеспечения в реальных условиях на ВС нескольких типов и на существующих УИП данных типов ВС.
6. Предложены рекомендации по имплементации созданной методики сертификации современных и перспективных УИП в документы, регламентирующие сертификационный процесс в Российской Федерации, для повышения уровня безопасности полетов и гармонизации Российской авиационной правовой базы с международной.

Практическая значимость диссертационной работы.

Полученные в диссертационной работе результаты позволяют:

- использовать разработанную методику для сертификации действующих и перспективных УИП, предназначенных для тренировки летного состава по выходу из СПП;
- применять разработанное ПО при сертификации действующих и перспективных моделей УИП;
- применять разработанный математический аппарат для создания новых видов программного обеспечения, которое может быть использовано при сертификации всех типов УИП;
- повысить уровень безопасности полетов, за счет тренировки летного состава выводу из СПП на УИП нового поколения;
- имплементировать настоящую методику сертификации УИП в документы, регламентирующие сертификационный процесс в РФ, для гармонизации процесса сертификации с международными стандартами, применяемой практикой и требованиями руководящих документов в ИКАО.

В диссертационной работе проведен качественный анализ, отмечены недостатки нормативно-правовой базы с целью гармонизации ее с общепринятыми стандартами и рекомендациями ИКАО. Представлена схема поэтапного процесса определения уровня адекватности УИП. Отмечена

необходимость в разработке и внедрении современных правил и методик сертификации в части совершенствования системы сертификации УИП. Особенно важно, что представленная диссертационная работа имеет практическую реализацию в виде разработанного ПО (в приложении к диссертации представлен отлаженный программный код), которое прошло испытания. Результаты этих испытаний также приводятся в работе и по их результатам автор убедительно доказывает полную работоспособность ПО и возможность его применения для целей сертификации систем имитации акселерационных эффектов современных и перспективных моделей УИП. Следует отметить, что также автором была разработана методика проведения сертификационных испытаний систем имитации акселерационных эффектов современных и перспективных моделей УИП с помощью разработанного ПО. В работе изложены необходимые минимальные требования к имитационным характеристикам для каждого класса УИП, точное изложение которых дает возможность производителям таких устройств более точно формулировать техническое задание на этапе проектировки УИП, способствует единообразной формулировке методов проведения испытаний и присвоения класса УИП.

Замечания по содержанию и оформлению диссертации:

1. При оформлении допущены пунктуационные ошибки, не искажающие содержание работы.

2. При исследовании технических средств обучения (ТСО) автор разделяет их на две группы (п.1.2., стр.28 диссертации). К первой группе для теоретической подготовки он в тексте относит курсы СВТ и учебные фильмы, которые являются составной частью, элементом ТСО УКК (СВТ), но не могут быть рассмотрены и приведены в качестве примера как отдельное техническое средство. Кроме этого, из текста следует, что автор относит к ТСО и препарированное оборудование, которое, безусловно, может крайне эффективно применяться при теоретической подготовке авиационного персонала, но не может быть также отнесено к техническим средствам обучения.

3. На Рисунке 1.1. автор приводит примеры ТСО, применяемые при теоретической подготовке летного состава и среди них приводит пример эксплуатационной документации (на иллюстрации в бумажном виде), которую неправильно рассматривать как полноценное техническое средство обучения даже когда она выполнена в электронном представлении. Она действительно используется при теоретической и практической подготовке авиационного персонала, но лишь как вспомогательный элемент. Теоретическая подготовка проводится в соответствии с программами подготовки с применением СВТ под управлением LMS по автоматизированным учебным курсам.

4. В диссертации автор использует термин «Тренажер типа ТПТО», что является некорректным с точки зрения общепринятой терминологии и русского языка. Аббревиатура ТПТО (аналог английскому термину MTD) расшифровывается как тренажер процедур технического обслуживания. ТПТО бывает действительно нескольких типов, но не бывает «тренажер типа тренажер процедур технического обслуживания» (стр.30 диссертации).

5. В диссертации часто применяется термин УИП, хотя правильнее было бы, на мой взгляд, использовать термин, употребляемый в ФАП, а именно ТУИП – тренажерное устройство имитации полета.

6. Одним из важных международных документов в части вывода ЛА из СПП является Doc.10011 ICAO «Руководство по подготовке для предотвращения попадания самолетов в сложные пространственные положения и вывода из них». Ссылка на данный документ присутствует в списке литературы данной диссертационной работы (№36). Между тем автор ссылается на этот документ лишь единожды во введении. А между тем выдержки из этого документа, на мой взгляд, необходимо было бы использовать прежде всего в Главе 1 «Анализ требований нормативных документов».

7. В диссертации и автореферате встречаются ошибки в оформлении маркированных и нумерованных списков в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011, которые не искажают содержание работы.

Отмеченные недостатки и замечания не снижают научной и практической значимости основных положений, теоретических и практических результатов диссертационной работы.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации, в полной мере отражает основные положения работы и полученные научные результаты.

Считаю, что диссертационная работа Дегтярева Вячеслава Сергеевича на тему: «Методика сертификации устройств имитации полета, предназначенных для тренировки экипажей по выводу воздушного судна из сложных пространственных положений» **прошла необходимую апробацию** на международных и всероссийских конференциях, им опубликовано 4 печатные работы в изданиях, рекомендованных ВАК, оформлен патент.

Оформление диссертации и автореферата отвечает предъявляемым требованиям и правилам оформления ГОСТ Р 7.0.11-2011. Диссертация и автореферат написаны технически грамотно, литературным языком и с корректным изложением материалов исследования.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным в Положении о присуждении ученых степеней.

Диссертационная работа Дегтярева Вячеслава Сергеевича на тему: «Методика сертификации устройств имитации полета, предназначенных для тренировки экипажей по выводу воздушного судна из сложных пространственных положений» является завершенной самостоятельной научно-квалификационной работой, обладает внутренним единством, содержит обоснованные научные результаты и положения, обладающие научной новизной, теоретической и практической значимостью. Диссертация отвечает требованиям пунктов 9,10,11 Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Дегтярев Вячеслав Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.14 – Эксплуатация воздушного транспорта.

Ведущий инженер
Института системного программирования
им. В. П. Иванникова
Российской Академии Наук,
кандидат технических наук



Колокольников Ф.А.
«22» 04 2022г.

Контактные данные:
140054, Московская область,
г. Котельники, мкр. Ковровый
д.19, кв.10.
Тел: +7(915)090-33-90
E-mail: philipp.kolokolnikov@icloud.com

Подпись официального оппонента к.т.н. заверяю:

*Исполнитель по кадрам
ИИИ - Е.А. Москосов*



«22» 04 2022г.