

## **Отзыв официального оппонента**

кандидата технических наук Патрикеева Андрея Павловича  
на диссертацию Марасанова Леонида Олеговича  
на тему «Метод оценки соответствия требованиям эксплуатационных  
разрешений в части автоматического самолетовождения воздушных судов граж-  
данской авиации»  
на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности  
05.22.14 – «Эксплуатация воздушного транспорта».

**Актуальность темы.** Современный этап развития авиационной техники характеризуется высоким уровнем автоматизации процесса управления полетом воздушного судна (ВС) на всех этапах полета. Автоматизация позволяет уменьшить влияние человеческого фактора на уровень безопасности полетов. Однако, как показывает практика, увеличение интенсивности воздушного движения и ужесточение в связи с этим требований к точности автоматического самолетовождения может приводить к негативным ситуациям. Международная организация гражданской авиации ИКАО требует от эксплуатантов получения ряда специальных эксплуатационных разрешений для выполнения автоматических полетов в ужесточенных нормах вертикального эшелонирования, при полетах по правилам навигации, основанных на характеристиках, при автоматической посадке и ряда других разрешений. В связи с этим становится актуальным вопрос комплексной оценки точности автоматического самолетовождения бортового оборудования по результатам обработки обширных статистических данных, полученных в процессе эксплуатации ВС.

Диссертация Марасанова Л.О. посвящена актуальной теме оценки соответствия точности автоматического самолетовождения требованиям эксплуатационных разрешений. Практическое значение имеет разработанный в работе метод оценки соответствия и алгоритм обработки статистических данных.

Для решения поставленной задачи в магистерской диссертации последовательно рассмотрены вопросы применения существующих методов и алгоритмов анализа полетной информации, основные требования к оценке параметрической информации и методы статистической обработки информации, адекватные рассматриваемой ситуации. На основе разработанного алгоритма и его программной реализации осуществлена проверка экспериментальных данных по записям бортовых средств регистрации параметров полёта.

**Содержание работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы и изложена на 186 страницах.

**Во введении** обоснована актуальность, сформулирована цель, научная новизна и практическая значимость диссертационной работы.

**В первой главе** проведен анализ перечня эксплуатационных разрешений, базирующихся на точности автоматического самолетовождения, показан их довольно широкий спектр и важность методов определения соблюдения требований этих разрешений. Проведен анализ методов определения соблюдения требований этих разрешений. Показано, что не все эксплуатационные разрешения располагают методами определения соблюдения требований. Часть эксплуатационных разрешений располагают такими методами, однако они очень сложны и дорогостоящи в реализации. Сформулирована идея разработки метода оценки соответствия требованиям эксплуатационных разрешений в части автоматического самолетовождения, который базировался бы на анализе записей параметров полета, поступающих с бортовых средств регистрации. Показана возможность использования бортовых регистраторов параметров полета для оценки точности автоматического самолетовождения. Сформулирована общая задача диссертационной работы, как совокупность представленных к решению частных задач.

**Вторая глава** посвящена разработке математических моделей пространственного движения самолета в замкнутых контурах с системами автоматического управления (САУ). Сделан выбор и проведено обоснование параметров автоматического самолетовождения для определения качества выполнения эксплуатационных разрешений. Показано, что статические ошибки являются основными причинами выхода самолета за пределы эшелона и нарушения требований эксплуатационных разрешений в части требований RVSM, выхода самолета за пределы коридора и нарушения требований эксплуатационных разрешений в части требований RNP и PBN, выхода самолета за пределы траектории снижения к ВПП и нарушения требований эксплуатационных разрешений в части CAT-I-CAT-III. Показано, что статические ошибки являются случайными величинами, а их изменение во времени – случайными процессами, в результате чего они становятся динамическими погрешностями. Сделан вывод о том, что вычисление динамических погрешностей в результате вторичной автоматизированной обработки параметров продольного и бокового движения самолета является насущной задачей при определении соблюдения требований эксплуатационных разрешений.

**В третьей главе** осуществлен выбор методов расчета и разработаны алгоритмы оценки точностных характеристик параметров полета автоматического самолетовождения. Поставлена и решена задача определения вида функции распределения при оценке точностных характеристик автоматического самолетовождения. Проведено обоснование использования модифицированного критерия Хи-квадрат М.Никулина. Разработаны алгоритмы проверки модифицированного критерия согласия Никулина для оценки параметров полета.

**В четвертой главе** представлены результаты математического моделирования оценки точности параметров автоматического самолетовождения при определении соответствия требованиям эксплуатационных разрешений. Приведены результаты исследования и оценка точности режима стабилизации высоты и соответствия требованиям RVSM. Показана принципиальная возможность использования информации со штатных бортовых регистраторов для оценки точности самолетовождения при производстве полетов по RVSM. Для этой цели использован аппарат математической статистики и различения статистических гипотез. На основе обработанной информации было произведено уточнение оценок отклонения самолета от заданных значений параметров положения и движения по магнитному курсу и линейному боковому отклонению, а также реализована процедура принятия решений о соответствии требованиям по точности в части PBN.

**Научная новизна.** Научная новизна диссертационной работы состоит в:

- разработке алгоритма оценки вида функции распределения с применением критерия Никулина для оценки точностных характеристик параметров полета, распределенных по нормальному и логнормальному законам;
- получении результатов статистического анализа параметров, характеризующих точность автоматического самолетовождения;
- разработке рекомендаций по принятию решений о выдаче эксплуатационных разрешений.

**Практическая значимость.** Практическая значимость работы заключается в определении параметров, характеризующих точность автоматического самолетовождения и регистрируемых бортовыми средствами параметрической информации, статистической обработке этих параметров с помощью современных методов и пакетов прикладных программ, сравнении с требуемыми показателями качества автоматического самолетовождения и принятия решения о соответствии или несоответствии значений параметров требуемым, достаточным для выдачи эксплуатационных разрешений.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.** Научные положения и выводы в диссертационной работе строго обоснованы и доказаны.

**Соответствие содержания диссертации специальности.** Диссертация соответствует паспорту специальности 05.22.14 «Эксплуатация воздушного транс-

порта», так как содержит разработку «методов и средств диагностирования и прогнозирования технического состояния авиационной техники и метрологического обеспечения авиационной техники», а также «методологических основ и инженерно-авиационных методов и средств обеспечения безопасности полётов.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность полученных автором результатов подтверждается тем, что методики и алгоритмы, разработанные автором, базируются на теории математической статистики, справедливость которых доказана ранее.

Количество и уровень публикаций и апробаций работы соответствуют требованиям к кандидатским диссертациям. По материалам опубликованы 11-ть печатных работ, из них в изданиях из списка ВАК – 6, в трудах международных и всероссийских конференций – 4 и одна публикация в ином издании.

Текст автореферата полностью соответствует тексту диссертационной работы и в достаточной степени отражает полученные в ней результаты.

В качестве **достоинств** работы отмечаю следующее:

1. В процессе исследований соискателем показано, как можно использовать полетную информацию штатных бортовых регистраторов для решения насущных эксплуатационных задач с использованием современных методов статистического анализа.
2. Разработанный метод оценки соответствия требованиям эксплуатационных разрешений в части автоматического самолетовождения воздушных судов гражданской авиации может быть использован для научного обоснования выдачи или приостановки специальных эксплуатационных разрешений на полеты с использованием RVSM, PBN, CAT I – CAT III и ряда других эксплуатационных разрешений.

Вместе с тем работа не лишена ряда **недостатков**:

1. Не показано, как полетная информация, полученная на основе экспресс-анализа, преобразуется к необходимому для автоматизированной вторичной обработки виду с использованием разработанных алгоритмов.
2. Не раскрыты выражения для вычисления коэффициентов математической модели пространственного движения самолета под управлением САУ.
3. По тексту диссертации критерий согласия Никулина называется, то модифицированным критерием Хи-квадрат, то критерием У-квадрат. Что затрудняет понимание его использования.

4. В табл.4.6. где приведены результаты проверки гипотез о функциях распределения по критериям Хи-квадрат и Y-квадрат лишь в двух из 25-и случаев выявлено несоответствие, что ставит под сомнение сделанный соискателем вывод о целесообразности применения критерия Y-квадрат.

В целом, не смотря на отмеченные в работе недостатки, считаю, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решается актуальная задача соответствия требованиям эксплуатационных разрешений в части автоматического самолетовождения ВС ГА, которая имеет существенное значение для безопасной эксплуатации ВС.

**Заключение.** Диссертация Марасанова Л.О. на тему «Метод оценки соответствия требованиям эксплуатационных разрешений в части автоматического самолетовождения воздушных судов гражданской авиации» является законченной научно-квалификационной работой, имеющей новизну и высокую практическую ценность, Она соответствует специальности 05.22.14 - «Эксплуатация воздушного транспорта». Цель работы достигнута, задачи решены.

Диссертация отвечает требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям и присуждению ученых степеней, а её автор, Марасанов Леонид Олегович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.14 - «Эксплуатация воздушного транспорта».


Официальный оппонент  
кандидат технических наук,  
заместитель генерального директора  
ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт»  
129085, г. Москва, улица Годовикова, 9, с. 1  
тел.: 8 (903) 549-84-02  
e-mail: appat@mail.ru



« 08 » 04 2022 г.  Патрикеев Андрей Павлович

Верно

Подпись Патрикеева А.П. заверяю:

Начальник отдела кадров 

Максимова О.Ю.