

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

**на диссертационную работу Мельничука Александра Владимировича  
«Разработка информационной системы для расчета взлетно-посадочных  
характеристик воздушных судов на базе электронного планшета  
пилота», представленной на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ,  
управление и обработка информации (авиационная и ракетно-  
космическая техника)».**

### **Актуальность темы диссертации**

Взлёт и посадка самолета относятся к критическим и наиболее сложным этапам полета. Для безопасного их выполнения, члены летного экипажа при подготовке к взлету и посадке определяют и оценивают взлетно-посадочные характеристики для текущих эксплуатационных условий – максимально допустимые взлетную и посадочную массы воздушного судна, скорости на взлете и посадке. Их неверное определение может приводить к авиационным инцидентам и происшествиям, таким как выкатывание самолета за пределы взлетно-посадочной полосы, касание взлетно-посадочной полосы хвостовой частью, сваливанию. В настоящее время для определения взлетно-посадочных характеристик отечественных воздушных судов выполняется преимущественно вручную с применением комплекса специальных номограмм из руководства по летной эксплуатации. Такой способ является слишком трудозатратным, требует от членов летного экипажа повышенного внимания и не позволяет оперативно определить взлетно-посадочные характеристики при внезапно изменившихся условиях взлета или посадки (например, при изменении погодных условий или изменении взлетно-посадочной полосы). В свою очередь, для иностранных воздушных судов достаточно давно на коммерческом рынке представлены решения, представляющие собой программное обеспечение, работающее на

Отдел документационного  
обеспечения МАИ



аппаратной платформе электронного планшета пилота и позволяющее не только выполнять определение взлетно-посадочных характеристик в режиме реального времени, но и, в частности, возможность выполнения взлета на пониженной тяге, что позволяет эксплуатантам сократить расходы на авиатопливо при обеспечении безопасного выполнения взлета. Однако такие решения, как правило, ориентированы на определенные типы воздушных судов, и не позволяют оперативно переориентироваться с одних типов летательных аппаратов на другие. Таким образом, ввиду необходимости обеспечения членов летного экипажа отечественных воздушных судов возможностью оперативно в режиме реального времени определять параметры взлета и посадки (что позволит повысить безопасность полетов, снизит рабочую нагрузку пилотов при подготовке к взлету и посадке, а также повысит эффективность эксплуатации воздушных судов), создание методики разработки соответствующих унифицированных информационных систем для пилотов является актуальной научно-технической задачей.

### **Научная новизна**

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Разработана методика создания используемой в кабине пилотов унифицированной информационной системы для автоматизированного определения взлетно-посадочных характеристик, включающая в себя новый подход к расчету взлетно-посадочных характеристик самолетов с использованием технологии продукционной экспертной системы и логического вывода, а также онтологический подход, позволивший сформировать структуру базы данных информационной системы и ее атрибуты.

2. Создана методика выбора аппаратной реализации рассматриваемой информационной системы с применением нового метода ранжирования

альтернатив на основе нечетких предпочтений лица, принимающего решение, заданных в нечетких областях.

3. Выполнена программная реализация информационной системы для автоматизированного определения взлетно-посадочных характеристик в режиме реального времени с применением технологии экспертных систем.

4. Проведена практическая апробация разработанной информационной системы в производственной деятельности авиакомпании.

### **Характеристика объема и содержания диссертационной работы**

Диссертационное исследование Мельничука А.В. общим объемом 193 страницы, содержит введение, четыре главы, заключение, список литературы из 91 наименования, 38 рисунков, 5 таблиц и 6 приложений.

Во введении приведено обоснование актуальности темы исследования, показаны тенденции внедрения систем EFB (Electronic Flight Bag – электронных полетных планшетов) на отечественных и иностранных воздушных судах, исследованы недостатки существующих систем EFB, степень научной разработанности проблемы создания систем EFB, определены цели работы, описана научная новизна диссертационного исследования, показана теоретическая и практическая значимость работы, представлены метод исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту, приведены сведения об основных публикациях по теме диссертации и об апробации работы.

В первой главе проведен анализ зависимостей параметров взлета и посадки воздушных судов; проанализированы методики расчета взлетно-посадочных характеристик (ВПХ) пилотами воздушных судов; показаны недостатки существующих методов. Проведен анализ существующих систем EFB, приведена классификация EFB, сделан вывод об отсутствии готовых решений FEB для большинства отечественных самолетов.

Во второй главе разработана архитектура экспертной системы для автоматизированного определения ВПХ воздушных судов. Предложенная архитектура представляет собой клиент-серверное решение, клиентами которого являются устройства EFB – планшеты пилота. Экспертная система включает в себя базу знаний и машину логического вывода, позволяющие на основании фактов и знаний, формировать заключения о ВПХ воздушного судна в конкретных условиях. Предложен алгоритм прямого логического вывода продукционной экспертной системы.

Рассмотрена онтология предметной области EFB, проанализированы источники информации и исходных данных для FEB, проведена классификация атрибутов описания взлетно-посадочных характеристик воздушного судна. Выбраны инструментальные средства для реализации экспертной системы.

В третьей главе разработан алгоритм ранжирования альтернатив на основе многокритериальной информации, позволяющий принимать решения о выборе аппаратной платформы информационной системы. Проведено ранжирование альтернатив аппаратной платформы, выбраны наиболее подходящие варианты EFB.

В четвертой главе приведено описание программной реализации системы для расчета ВПХ на основе разработанной архитектуры, методов и алгоритмов. Разработана функциональная структура системы, выбраны интегрированные программные среды для реализации функций системы на платформе iOS. Разработан и описан интерфейс работы с программным приложением EFB для режимов расчета взлета и посадки. Приведены примеры решения задач определения ВПХ с использованием разработанного программного обеспечения, даны рекомендации по использованию программного обеспечения летными экипажами. Продемонстрировано сокращение времени подготовки летных экипажей к полету на 18 % при использовании разработанного программного обеспечения.

В заключении приведены основные результаты работы, состоящие в разработке и апробации информационной системы для автоматизированного расчета взлетно-посадочных характеристик воздушных судов в режиме реального времени, реализованной на базе электронного планшета летчика:

- разработана методика создания информационных систем определения ВПХ, включающая: архитектуру информационной системы, онтологическое представление программного обеспечения;

- разработан метод и алгоритм выбора аппаратного обеспечения системы расчета ВПХ в формате планшетного компьютера;

Выполнена реализация программного обеспечения на платформе iOS.

В приложениях приведены:

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Программное приложение для расчета взлетно-посадочных характеристик воздушных судов»;

2. Акт об апробации результатов работы;

3. Акт о внедрении результатов диссертационной работы;

4. Исходный текст основных модулей программы;

5. Исходные данные для ранжирования;

6. Результаты расчета альтернатив аппаратной платформы системы.

### **Достоверность и обоснованность полученных результатов**

Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечены корректным применением методов системного анализа, онтологического проектирования, многокритериальных методов анализа альтернатив при разработке методики создания специализированной информационной системы, использованием официальных одобренных авиационными властями руководств по летной эксплуатации воздушных судов при разработке алгоритмов и математических моделей зависимостей взлетно-посадочных характеристик. Разработанный с использованием новой методики создания

информационных систем программный комплекс успешно апробирован лётно-инструкторским составом в АО «Авиакомпания «РусДжет». Выполнена государственная регистрация разработанной информационной системы. Основные результаты работы апробированы на международных конференциях, соответствующих тематике диссертационного исследования и представлены в 16 публикациях в научных изданиях, в том числе 2 публикации – в журналах, входящих в перечни ВАК и 3 статьи – в изданиях, индексируемых в Scopus.

### **Соответствие диссертации заявленной специальности**

Представленная диссертация соответствует следующим областям исследования специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации»:

- пункт 2. Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.
- пункт 5. Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.
- пункт 10. Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки при принятии управленческих решений в технических системах.
- пункт 13. Методы получения, анализа и обработки экспертной информации.

### **Теоретическая и практическая значимость**

Теоретическая значимость диссертационной работы определяется возможностью использования результатов, представляющих собой методику создания информационных систем для расчета взлетно-посадочных характеристик воздушных судов в режиме реального времени, для выполнения проектирования и создания таких систем, применительно к широкому спектру воздушных судов.

Практическим результатом является применение разработок диссертационного исследования для создания прототипа программного обеспечения планшета пилоты для воздушных судов Ту-204-100 и RRJ-95В.

### **Недостатки работы**

К диссертационному исследованию имеются следующие замечания:

1) В анализе существующих систем EFB приведен состав функций таких систем, требования нормативных документов, примеры реализации этих систем для иностранных воздушных судов. Однако отсутствуют описания разработок аналогичного назначения для отечественных воздушных судов.

2) При рассмотрении методов разработки продукционных правил для реализации экспертной системы недостаточно подробно показаны роль и возможности технологий искусственного интеллекта.

3) При выборе аппаратной платформы для информационной системы полезно было бы показать влияние системного программного обеспечения на результаты ранжирования.

4) В четвертой главе диссертации излишне много внимания уделено описанию интерфейса разработанной информационной системы.

5) В работе детально рассмотрена реализация информационной системы в части программного обеспечения, работающего непосредственно на электронном планшете пилота. Однако, недостаточно подробно рассмотрена реализация решения на стороне сервера.

Отмеченные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации и являются рекомендациями для будущих исследований.

### **Заключение**

Диссертация А.В. Мельничука выполнена на высоком уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу,

содержащую решение актуальной задачи, имеющую существенное значение для науки и практики в авиационной отрасли и связанную с обеспечением безопасности полетов на этапах взлета и посадки воздушного судна.

Результаты диссертационной работы прошли научную апробацию и опубликованы в научных изданиях, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России. Автореферат отражает основные положения диссертационной работы.

Считаю, что диссертация соответствует всем требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденному Постановлением Правительства Российской Федерации № 942 от 24 сентября 2013 года № 842, а её автор Мельничук Александр Владимирович заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Официальный оппонент, начальник управления информационно-телекоммуникационных систем Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской Академии Наук, кандидат технических наук, (ФИЦ ИУ РАН, Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, д.44, кор.2, тел.: +7 (499) 135-62-60, E-mail: [frccsc@frccsc.ru](mailto:frccsc@frccsc.ru))



(подпись)

/Волович Константин Иосифович/

(фамилия, имя, отчество оппонента)

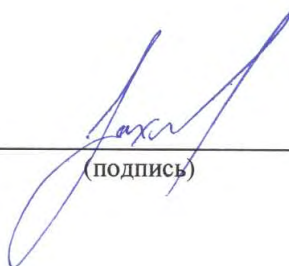
Подпись Воловича Константина Иосифовича удостоверяю.

Ученый секретарь ФИЦ ИУ РАН



(должность)

МП



(подпись)

В.Н. Захаров

(Фамилия И.О.)

12.03.2021