

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА Колбина Ильи Сергеевича

на диссертацию Грешникова Ивана Игоревича «Моделирование элементов информационно-управляющего поля кабины и действий экипажа воздушного судна на универсальном стенде прототипирования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)».

Диссертация Грешникова И.И. посвящена решению проблем увеличения эргономических показателей ИУП кабины ВС и оценки подготовки лётного состава, которые являются важными факторами безопасности полётов, что определяет **актуальность темы работы**. Для достижения цели и задач диссертации соискателю потребовалось предварительно развить необходимый математический аппарат, подготовить для предстоящих исследований необходимую аналитику, разработать для проведения численных экспериментов специальные комплексы программ, всё это вместе взятое несомненно составляет научную новизну диссертации. Разработанные программные комплексы позволяют осуществлять моделирование элементов и прототипирование ИУП в составе любой стендовой базы, что потенциально позволяет существенно поднять эргономические показатели ИУП.

В диссертации представлены следующие **новые научные результаты**:

1. Разработана математическая модель, представляющая полёт ВС в пространстве вейвлет-коэффициентов, вычисленных по репрезентативным параметрам, обеспечивающая оценку уровня подготовки экипажа на УСП;
2. Разработана математическая модель, представляющая ГДА пилотов в метрике правдоподобия траекторий движения взора, обеспечивающая оценку уровня их подготовки на УСП;
3. Разработан численный метод определения взаимного расположения элементов индикации, согласованного с эталонным распределением частот пребывания в зонах фиксации взора, путём оптимизации матрицы вероятностей переходов между ними;
4. Разработаны комплексы программ моделирования ИУП, эргономической оценки и анализа уровня подготовки пилотов, установленные на УСП ГосНИИАС.

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«06» 10 2022.

**Практическая ценность** проведённых исследований заключается в том, что разработанные методы, комплексы программ, могут быть использованы для оценки уровня подготовки пилотов, эргономичности ИУП. позволяют проводить оценки уровня подготовки экипажа готовы к применению на практике. Разработанные комплексы программ могут быть использованы в составе стендов прототипирования ИУП.

**Общая характеристика работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы (110 наименований). Общий объём работы составляет 134 страницы, включая таблицы и рисунки.

Введение построено традиционно: обоснована актуальность проблемы, сформулированы цель и задачи исследования, дана общая характеристика работы.

В первой главе даётся обширный литературный обзор по рассматриваемой проблематике. Делаются выводы о важности задачи оптимизации ИУП кабины, обусловленной необходимостью снижения нагрузки на экипаж и, как следствие, повышение безопасности полёта. Также отмечена необходимость создания надёжных средств, позволяющих оценивать уровень подготовки пилотов и, при необходимости, отстранять от управления ВС, возложив данные функции на автоматику, что особенно важно в контексте перехода к одночленному экипажу.

Вторая глава посвящена рассмотрению математических моделей полёта ВС и ГДА пилотов, обеспечивающих оценку уровня их подготовки. Уровень подготовки пилота определяется на основе интегральных сравнений исследуемых фрагментов полёта с сопоставимыми фрагментами (паттернами) из специализированной базы данных, которые характеризуют выполнение лётных упражнений экипажами с различным уровнем подготовки. Паттерны представляют характерные фрагменты полётов с помощью наборов временных рядов, которые содержат значения параметров, определяющих движение и состояние систем ВС. На исследуемый фрагмент полёта переносятся характеристики паттерна, ближайшего в заданной метрике. Определение ближайшего паттерна сопровождается распознаванием аномального пилотирования и параметров полёта, характеризующих ошибки экипажа.

Третья глава диссертации посвящена методу определения взаимного расположения элементов индикации. Расположение зон индикации обуславливается, высокой частотой взаимных переходов между элементами индикации, близостью зон индикации, распределением времени пребывания в зонах индикации, соотношением частот взаимных переходов между парами элементов индикации. Перемещения взора характеризуются последовательностями просмотренных зон индикации, которые интерпретируются как последовательности состояний. Для моделирования динамики перемещений взора по зонам индикации используются цепи Маркова, в которых указанным зонам соответствуют определённые состояния, образующие полную систему. Пребывание в состоянии определяется нахождением взора в соответствующей ему зоне индикации.

В четвёртой главе представлены комплексы программ моделирования ИУП, эргономической оценки и анализа уровня подготовки пилотов, установленные на УСП.

**Оформление материалов диссертации.** Диссертация написана в целом на квалифицированном уровне, снабжена достаточным количеством иллюстративного материала, ссылками на источники. Структура диссертации логична, соответствует цели и задачам исследования.

Автореферат в полном объёме отражает содержание диссертационной работы и позволяет ознакомиться со всеми основными результатами, полученными автором; тема диссертации соответствует заявленной специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)».

**Основные результаты опубликованы** в 19 научных работах, из которых 5 в международных индексируемых базах (Scopus и WoS), 3 в научных журналах, входящих в перечень ВАК, 11 в прочих изданиях. Основные положения диссертационной работы были представлены на различных национальных и международных научных конференциях.

По содержанию диссертации можно высказать некоторые **замечания:**

1. На рисунке 15 представлен оптимизированный вариант компоновки пилотажного кадра с учётом требований эстетики и нормативных документов, при этом по тексту диссертации данные требования не были раскрыты.
2. В главе 4.1.1 описывается построение ИУП на базе сенсорных дисплеев, при этом не перечислены недостатки подобного подхода.

Указанные замечания не снижают качество результатов исследования соискателя, общую высокую оценку их новизны, практической значимости.

**Заключение.** Диссертационная работа Грешникова Ивана Игоревича является самостоятельной научно-исследовательской работой, содержащей новые научные результаты на актуальную тему с применением методов математического моделирования. Диссертация соответствует паспорту специальности 1.2.2 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (технические науки). Диссертация отвечает всем требованиям положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Грешников Иван Игоревич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

