

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: 24.2.327.03

Соискатель: Грешников Иван Игоревич

Тема диссертации: Моделирование элементов информационно-управляющего поля кабины и действий экипажа воздушного судна на универсальном стенде прототипирования

Специальность: 1.2.2. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 24 ноября 2022 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, установленным Положением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, и принял решение присудить Грешникову Ивану Игоревичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета В.В. Малышев, заместитель председателя диссертационного совета М.Н. Красильщиков, ученый секретарь диссертационного совета А.В. Старков, члены диссертационного совета: В.Т. Бобронников, Л.В. Вишнякова, В.А. Воронцов, В.Н. Евдокименков, А.В. Ефремов, С.Ю. Желтов, К.А. Занин, А.И. Кибзун, Д.А. Козорез, М.С. Константинов, М.М. Матюшин, В.П. Махров, С.Н. Падалко, В.В. Пасынков, В.Г. Петухов, В.В. Родченко, Г.Г. Себряков, Ю.В. Тюменцев, А.В. Шаронов.

Ученый секретарь диссертационного совета

24.2.327.03, д.т.н., доцент




А.В. Старков

Научный секретарь
Т.А. 

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.03

созданного на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
(МАИ)

по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 24.11.2022 г., протокол № 18

О присуждении **Грешникову Ивану Игоревичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Моделирование элементов информационно-управляющего поля кабины и действий экипажа воздушного судна на универсальном стенде прототипирования» по специальности 1.2.2. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)» принята к защите «23» июня 2022, протокол № 7, диссертационным советом 24.2.327.03 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ, Московский авиационный институт), 125993, Москва, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Грешников Иван Игоревич, «18» мая 1985 года рождения. В 2008 г. окончил Московский Авиационный Институт (государственный технический университет) «МАИ» с присуждением квалификации инженер по специальности «Системы управления летательными аппаратами». С 2021 года проходит обучение в аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный психолого-педагогический университет» (МГППУ), по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» (справка о сдаче кандидатских экзаменов №07-1-43/05 выдана 11.06.2021 г.) Соискатель прошел промежуточную аттестацию в качестве экстерна в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре с 01.03.2022 г. по 30.06.2022 г. приказ № 170302/ст от 17.03.2022 г. по специальности научных работников и сдал кандидатский экзамен по дисциплине 1.2.2. «Математическое моделирование,

численные методы и комплексы программ» (справка о сдаче кандидатского экзамена №14 выдана 30.03.2022 г.)

В период подготовки диссертации соискатель Грешников Иван Игоревич работал в Федеральном автономном учреждении «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» (ФАУ «ГосНИИАС», до 15.03.2022 Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем», ФГУП «ГосНИИАС») в научном комплексе «Гражданская, военно-транспортная и дальняя авиация» в должности ведущего инженера. На данный момент соискатель работает в должности начальника сектора научного комплекса «Гражданская, военно-транспортная и дальняя авиация» ФАУ «ГосНИИАС».

Диссертация выполнена на кафедре «Прикладная информатика и мультимедийные технологии» факультета «Информационные технологии» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный психолого-педагогический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, декан факультета информационных технологий МГППУ, заведующий кафедрой прикладной информатики и мультимедийных технологий МГППУ по совместительству, Куравский Лев Семёнович.

Официальные оппоненты:

1. Аристов Антон Олегович – гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, доцент федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».

2. Колбин Илья Сергеевич – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук».

Все оппоненты дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА) г. Москва, в своем положительном отзыве, обсужденном на заседании кафедры безопасности полетов и жизнедеятельности МГТУ ГА (протокол №1 от 01.09.2022 г.), подписанном доцентом, доктором технических наук, профессором Феоктистовой О.Г., доцентом, кандидатом технических наук, доцентом Мерзликиным Игорем Николаевичем и утвержденным проректором по научной работе и инновациям, доктором технических наук, профессором Воробьевым В.В., указала, что диссертация Грешникова Ивана Игоревича на тему

«Моделирование элементов информационно-управляющего поля кабины и действий экипажа воздушного судна на универсальном стенде прототипирования» является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой на актуальную тему, содержащей новые научные результаты, полученные с применением классических методов математического моделирования. Работа 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».

Соискатель имеет 58 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 39 работ, включающих 3 статьи, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК Минобрнауки РФ, 2 патента, 18 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ, 4 работы в изданиях, индексируемых в международной реферативной базе данных SCOPUS, 1 работу в издании, индексируемой в международной реферативной базе данных Web Of Science. Наиболее значимыми научными работами по теме диссертации являются:

Статьи в рецензируемых журналах перечня ВАК:

1. Грешников И.И. Внедрение функции управления взглядом в информационно-управляющее поле кабины пилотов. – журнал Информационные технологии, №8, 2021, г. Москва, т. 27, с. 445-448 – DOI 10.17587/it.27.445-448 (4 с. авт., №326, перечень ВАК от 22.10.2021 г.)

Представлены концепция и результаты разработки модуля управления взглядом являющегося частью комплекса программ моделирования ИУП кабины пилотов.

2. Грешников И.И., Лаврова Г.А., Сальников Т.Д., Златомрежев В.И., Сергеева Г.В. Методика субъективных оценок информационно-управляющего поля кабины пилотов. – журнал Нейрокомпьютеры: разработка, применение, №3, 2020, г. Москва, с. 18-25 – DOI 10.18127/j19998554-202003-02 (8 с. авт., №1642, перечень ВАК от 22.10.2021 г.)

Представлены методика, математический аппарат и результаты разработки модуля экспертной оценки являющегося частью комплекса программ эргономической оценки ИУП кабины пилотов.

3. Грешников И.И., Златомрежев В.И. Внедрение сенсорных дисплеев в информационно-управляющее поле кабины пилотов с применением стандарта ARINC 661. – журнал Нейрокомпьютеры: разработка, применение, №3, 2021, г. Москва, с. 5-13 – DOI 10.18127/j19998554-202104-01 (9 с. авт., №1642, перечень ВАК от 22.10.2021 г.)

Представлены концепция и результаты разработки модулей для осуществления прототипирования ИУП кабины на основе сенсорных дисплеев, являющихся частью комплекса программ моделирования ИУП кабины пилотов.

Статьи в журналах, индексируемых в иностранных библиографических и реферативных базах данных (SCOPUS, Web Of Science):

1. Kuravsky L.S., Greshnikov I.I. Optimizing the mutual arrangement of pilot indicators on an aircraft dashboard and analysis of this procedure from the viewpoint of quantum representations. – Journal of Applied Engineering Science, №4, 2021, p. 1-10, DOI:10.5937/jaes0-31855 (SCOPUS)

Представлен численный метод взаимного расположения элементов индикации и результаты разработки программного модуля на основе данного метода, являющегося частью комплекса программ эргономической оценки ИУП кабины пилотов.

2. Куравский Л.С., Юрьев Г.А., Златомрежев В.И., Грешников И.И., Поляков Б.Ю. Оценка действий экипажа самолёта по данным видеоокулографии. – Экспериментальная психология, №1, 2021, г. Москва, с. 204-222, DOI 10.17759/exppsy.2021140110 (Web of Science)

Представлены математическая модель представления ГДА пилотов в метрике правдоподобия движения взора, и концепция оценки уровня подготовки пилотов на базе данной модели.

3. Greshnikov I.I., Salnikov T.D. and Ivanov A.S. Expert assessment of the cockpit crew information and control field. – Journal of Physics: Conference Series, Volume 1958, XI International Scientific & Technical Conference on Robotic and Intelligent Aircraft Systems Improving Challenges (RIASIC 2020) 10-11 December 2020, Moscow, Russia, p. 204-222, DOI 10.1088/1742-6596/1958/1/012018 (SCOPUS)

Представлены концепция, математический аппарат и результаты разработки модуля экспертной оценки являющегося частью комплекса программ эргономической оценки ИУП кабины пилотов.

4. Greshnikov I, Zlatomregey V and Davydov D. Optimization of cockpit displays and controls using touch displays. – 17th International Conference on Condition Monitoring and Asset Management, CM 2021 : 17, London, Virtual, 15–17 июня 2021 года (SCOPUS)

Рассмотрен процесс оптимизации ИУП кабины пилотов с использованием комплекса программ моделирования ИУП на основе сенсорных дисплеев.

5. Kuravsky L S, Yuryev G A, Zlatomrezhev V I, Greshnikov I I and Polyakov B Y. An approach to diagnostics based on video oculography data analysis. – 17th International Conference on Condition Monitoring and Asset Management, CM 2021 : 17, London, Virtual, 15–17 июня 2021 года (SCOPUS)

Представлены математическая модель представления ГДА пилотов в метрике правдоподобия движения взора и результаты разработки программного модуля на основе данного метода, являющегося частью комплекса программ оценки уровня подготовки пилотов.

В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты, представленные в диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы:

1. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА), ведущая организация. Отзыв положительный.

К работе имеются следующие замечания:

1. Оформление диссертации частично не соответствует ГОСТ Р 7.0.11-2011 Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. В частности – некоторые формулы не пронумерованы, периодически встречаются заголовки в конце листов.

2. При анализе негативного воздействия на экипаж ВС отсутствует описание дистресса и его последствий. Именно дистресс и его последствия, а не стресс является наиболее опасным состоянием для людей. Стресс же в некоторых случаях можно считать положительным фактором воздействия в виду «мобилизации» внутренних резервов организма и повышения работоспособности вследствие этого воздействия.

3. В тексте диссертации при описании работы разрабатываемых моделей используется цветовая навигация, как например при оценке уровня подготовки пилотов на основе анализа параметров полета и данных ГДА, однако сами схемы приведены в тексте в черно-белом исполнении, что заметно усложняет понимание текста для читателя. Помимо этого, часть фрагментов индикаций, графически отображаемых на приборной панели кабины ВС, разнятся с их описанием, приведенным в тексте диссертации.

4. Метод экспертной (субъективной) оценки на основе вероятностного подхода метода парных сравнений, предлагаемый автором имеет ряд ограничений/особенностей которые автор предлагает учитывать каждый раз при проведении эргономических оценок. Возникает вопрос о работоспособности и применимости предлагаемого метода при проведении эргономической оценки на

подвижных стендах, где перечисленные автором ограничения будут отсутствовать или сведены к минимуму.

2. Аристов Антон Олегович, официальный оппонент, доктор технических наук. **Отзыв положительный**, заверен проректором по безопасности и общим вопросам И.М. Исаевым.

К работе имеются следующие замечания:

1. на стр. 41 указано, что «Эмпирические данные, состоящие из паттернов лётных упражнений, являются своеобразным «интеллектом» системы, который может видоизменяться по мере накопления этих данных.». Неясно, какова длительность предварительного обучения и как оценивается достаточность обучающего набора данных;

2. на стр. 44 автор отмечает, что «При достаточно высокой скорости машинных вычислений оценки уровня подготовки пилотов могут быть получены в автоматическом режиме», но при этом не приводятся конкретных значений и условий получения оценок в автоматическом режиме;

3. стр. 44 – в упоминании прямого сравнения указано, что «При помощи одной из применяемых метрик сравниваются лётные упражнения и паттерны деятельности из базы данных», но не уточняется, о какой именно метрике идёт речь;

4. в разделе 2.2.2 неясно, с чем связан выбор конкретного размера топологической карты сети Кохонена;

5. на стр. 62 приведено утверждение о пригодности предлагаемых методик «для оптимизации любых ИУП». Здесь следует всё-таки уточнить имеющиеся ограничения для классов воздушных судов, типа управления и т.д.;

6. в списке литературы имеются отдельные незначительные нарушения при оформлении ссылок на источники.

3. Колбин Илья Сергеевич, официальный оппонент, кандидат технических наук. **Отзыв положительный**, заверен учёным секретарём федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук», д.т.н В.Н. Захаровым.

К работе имеются следующие 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.

4. Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил Министерства обороны Российской Федерации, отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан ведущим научным сотрудником, д.т.н. М.В. Найченко, заверен заместителем начальника Центрального научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил Министерства обороны Российской Федерации, В. Поповым.

К работе имеются следующие замечания:

1. Из автореферата неясно, какие эргономические показатели использовались при оценке информационно-управляющего поля кабины пилотов?
2. В каком виде проводилась оценка эргономичности ИУП - в качественном или количественном? Если в количественном, то какая методика при этом была принята за основу и полученный при этом уровень эргономичности ИУП.

5. Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации», отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан начальником 826 отдела ГосНИИ ГА, д.т.н Г.Е. Масленниковой, и Летчиком-испытателем ФГУП ГосНИИ ГА Н.М. Григорьевым.

К работе имеются следующие замечания:

Автореферат написан не всегда простым, но вполне понятным языком, дает полное представление о выполненной работе, однако наиболее важные моменты все же следовало изложить в более доступной форме, в частности:

- описание принципов построения созданной модели движения самолёта, и её преимуществ по сравнению с иными используемыми моделями для решения поставленной задачи;

- отсутствием в автореферате материалов сопоставления результатов вычислительных экспериментов и данных эмпирических исследований, включая проверку гипотез по статистическим критериям согласия, подтверждающих достоверность полученных материалов.

6. Общество с ограниченной ответственностью «Инженерный Центр Программы СиАр929», отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан генеральным директором ООО «ИЦ СиАр929» М.С. Литвиновым.

К работе имеются следующие замечания:

1. В работе предлагается проводить сравнение исследуемых фрагментов полёта с сопоставимыми фрагментами (шаблонами) из специализированной базы данных, эталоном для которых являются приравниваемые к идеальной оценке полёты экспертов, тогда как практика полётов показывает, что в каждом конкретном случае допустима вариативность в зависимости от множества окружающих условий. Это может привести к недооценке части фрагментов полётов и требует более тщательной выборки эталонных фрагментов.

7. Публичное акционерное общество «Научно-производственная корпорация «Иркут», отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заместителем генерального директора по разработке АТ, главным конструктором МС-21, к.т.н. К.Ф. Поповичем. Заверен директором по персоналу и организационному развитию М.С. Драгуновым.

К работе имеются следующие замечания:

1. Недостаточно уделено внимания аспектам бортового применения рассмотренных комплексов программ для прототипирования ИУП кабины пилотов.

2. Не рассмотрены вопросы сертификации разработанных программных комплексов при использовании их в качестве бортового ПО.

8. Открытое акционерное общество "Научно-испытательный институт эргатических систем", отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан начальником испытательной лаборатории, д.т.н. О.А. Балыком.

К работе имеются следующие замечания:

- из материала автореферата диссертации не ясно, как выполнялась сравнительная оценка исходного и оптимизированного варианта компоновки пилотажного кадра и какие получены преимущества при оптимизации;

- материал автореферата не раскрывает содержание комплексов программ моделирования ИУП и эргономической оценки, рассматриваемых в четвертом разделе.

9. Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан старшим научным сотрудником лаборатории виброакустической диагностики машин, к.т.н. Ф.Я. Балицким. Заверен ведущим специалистом по кадрам С.М. Розановым.

К работе имеются следующие замечания:

1. Объём автореферата (20 стр.) не соответствует стандарту (16 стр.).

2. Недостаточно подробно рассмотрено применение комплексов программ для решения практических задач.

10. Пермский государственный национальный исследовательский университет, отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан профессором кафедры прикладной математики и информатики, д.т.н. Л.Н. Ясницким. Заверено ученым секретарем ПГНИУ Е.П. Антроповой.

Замечаний нет.

11. Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева, отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан профессором кафедры летной эксплуатации и безопасности полетов УИГА, к.т.н. С.Г. Косачевским. Заверен начальником отдела управления персоналом С.А. Зинченко.

К работе имеются следующие замечания:

1. По каким критериям осуществлялся отбор летных упражнений, используемых для оценки качества подготовки пилотов?

2. Каким образом учитывались индивидуальные особенности пилотов при разработке математической модели глазодвигательной активности и на чем основано предположение о том, что распределение времени пребывания взора пилота в зонах индикации слабо зависит от его индивидуальных особенностей?

3. В автореферате не представлены результаты вычислительных экспериментов, на основании которых сделаны выводы о достоверности результатов работы.

12. Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие „ПРИМА“», отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заместителем генерального директора по научно-техническому развитию, к.т.н. И.В. Скрипником, главным научным сотрудником - руководителем проектов по научно-техническому развитию, д.т.н В.Р. Миловым.

К работе имеются следующие замечания:

1. В качестве замечаний по автореферату следует отметить, что название рисунка 4 «Численный метод определения взаимного расположения элементов индикации» должно быть уточнено, поскольку рисунок иллюстрирует только алгоритм расчета матрицы вероятностей переходов между зонами индикации

2. Кроме того, процедура двумерного шкалирования, предназначенная для определения взаимного расположения элементов индикации на пилотажном кадре, связанная с решением задачи 2, осталась в автореферате без достаточно подробного описания.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, компетентностью, имеющимся у них большим опытом обеспечения безопасности на воздушном транспорте, исследования математических методов моделирования систем и процессов, исследования новых технологий обработки сигналов и информации в приложении к задачам управления ресурсами и транспортом, в том числе, в области соответствующей паспорту специальности 1.2.2. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

(технические науки)» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

МГТУ ГА является ведущей высшим учебным заведением в области подготовки кадров по инженерно-техническому обеспечению безопасности на воздушном транспорте, обеспечению экологической и производственной безопасности на воздушном транспорте, исследованию математических методов моделирования систем и процессов, технической эксплуатации авиационных электросистем и авионики, исследованию новых технологий обработки сигналов и информации в приложении к задачам управления ресурсами и транспортом, обеспечению безопасности полетов. Заключение по диссертационной работе обсуждено и подписано учеными, которые непосредственно занимаются вопросами, связанными с разработкой методов и ПО моделирования бортовых систем и подготовкой лётных кадров, а также методов обеспечения безопасности полёта гражданских судов.

Аристов Антон Олегович – автор более 70 работ, в т.ч. программ для ЭВМ. Специалист в области математического моделирования на дискретных структурах, геометрического моделирования и автоматизированного проектирования комплексных IT-систем с тесным человеко-машинным взаимодействием.

Колбин Илья Сергеевич – автор более 15 работ. Занимается исследованиями, связанными с разработкой методов анализа данных и численного моделирования в различных прикладных областях. Является непосредственным разработчиком численных методов и программного обеспечения, применяемых для моделирования теплопереноса в наноструктурах.

В дискуссии приняли участие:

Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, шифр специальности в совете
Евдокименков Вениамин Николаевич	д.т.н., 2.3.1
Ефремов Александр Викторович	д.т.н., 2.5.16
Махров Владислав Петрович	д.т.н., 1.2.2
Желтов Сергей Юрьевич	Академик РАН, д.т.н., 2.3.1

Диссертационный совет отмечает, что **наиболее существенные научные результаты, полученные лично соискателем**, могут быть сформулированы следующим образом:

1. Разработаны математические модели для представления и сопоставления фрагментов полёта в пространстве вейвлет-коэффициентов на основе параметрической бортовой информации и перемещения взора пилота, благодаря чему впервые удалось решить проблему точной синхронизации начала

сравниваемых фрагментов полётов, не позволявшей выполнять оценки в автоматическом режиме ранее.

2. Разработан численный метод оптимизации кабинной индикации, основанный на отслеживании перемещения взора пилота, позволяющий не только оценить, но и произвести оптимизацию элементов информационно-управляющего поля в реальном времени, что раньше достигалось только с использованием экспертных оценок.

3. Разработана архитектура комплексов программ для моделирования информационно-управляющего поля кабины и его эргономической оценки, позволяющие эффективно и быстро производить прототипирование информационно-управляющего поля, и производить его оценку и оптимизацию в реальном времени.

4. Разработана архитектура комплекса программ для оценки уровня лётной подготовки экипажа воздушного судна обеспечивающая получение оценок в реальном времени с возможностью выявления причин аномального пилотирования, используя содержательную интерпретацию вкладов лётных параметров.

Новизна полученных результатов заключается в том, что впервые предложены методы представления и сопоставления динамики параметров полета с помощью результатов их вейвлет-преобразований, что позволило решить задачи оценки качества пилотирования и синхронизации временных рядов бортовых параметров в реальном времени. Впервые разработана и применена метрика правдоподобия для сопоставления перемещений взора пилота по зонам индикации, опирающаяся на моделирование движения взора с помощью марковских процессов, что позволило продвинуться в разработке методов оценки уровня подготовки пилотов и эргономической оценки кабины.

Теоретическая значимость заключается в создании эффективных и обоснованных методов эргономической оценки кабины и оценки уровня подготовки пилотов, в том числе численного метода оптимизации взаимного расположения элементов индикации, методов оценки качества пилотирования воздушного судна и глазодвигательной активности пилотов. Впервые применено вейвлет-преобразование исходных временных рядов для моделирования полёта воздушного судна, а также представление глазодвигательной активности пилота на основе марковских процессов, что позволило создать математические модели, численные методы и методики, с помощью которых были созданы эффективные комплексы программ для решения задач предметной области, обозначенной в исследовании.

Практическая значимость работы заключается в создании методов и программного обеспечения, которые могут быть непосредственно использованы для совершенствования информационно-управляющих полей кабин вновь

разрабатываемых воздушных судов, причём как на этапах их моделирования, так и на этапах апробации и оценки. Кроме того, в работе предложены методы для оценки уровня подготовки лётного состава, которые могут применяться для подготовки пилотов в учебных центрах авиакомпаний. Разработанные комплексы программ использовались для моделирования и эргономической оценки информационно-управляющих полей кабин самолётов SSJ-NEW и MC-21, а также кабин перспективных самолётов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается следующими актами о внедрении результатов диссертации и патентами:

1. Акт о внедрении результатов диссертационной работы в ФАУ «ГосНИИАС» от 13.05.2022г.

2. Акт о внедрении результатов диссертационной работы в Московском Авиационном Институте от 02.05.2022г.

Результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию в организациях, осуществляющих проектирование новых гражданских самолётов и подготовку лётного состава, таких как ПАО «Корпорация «Иркут», ПАО «Авиационный комплекс имени С. В. Ильюшина», ПАО «Туполев», ИЦ «СиАр929», а также в центрах лётной подготовки авиакомпаний.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что основные положения диссертации опираются на современный математический аппарат и согласуются с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации. Соискателем разработаны и используются корректные математические модели и алгоритмы. В рамках исследования автором грамотно применены общие и специальные численные методы, созданы эффективные математические модели представления сложных процессов, разработаны комплексы программ с применением современных средств и подходов к программированию.

В ходе защиты были высказаны следующие критические замечания:

1) Непонятно как решается проблема возможной корреляции между исходными временными рядами.

2) Используется метод статистической классификации, но при этом постулируется, что вероятности определения принадлежности распознаваемого объекта к одному из классов одинаковы. Непонятно почему нормальные и аномальные фрагменты полёта возникают с одинаковой вероятностью.

3) Объём выборки для построения эталонной матрицы вероятности переходов недостаточный.

4) Неясно что является критерием оптимальности индикации.

5) Неясно каким образом будет происходить отстранение пилота от управления при определении его недееспособности.

6) Недостаточно отражено как коррелирует требования к оптимизации размещения индикаторов с общими требованиями по эргономике.

7) При проведении эргономической оценки не используется звуковой канал.

Соискатель Грешников Иван Игоревич ответил на задаваемые вопросы и привел собственную аргументацию:

1) Данная проблема решается при помощи использования метода главных компонентов.

2) Кластерный анализ проводится после определения взаимных расстояний между лётными фрагментами, поэтому при проведении дискриминантного анализа с определением соответствующих вероятностей мы оперируем уже известным числом кластеров и известным содержанием данных кластеров. Пик распределения плотности вероятности проецируется в центр кластера, при определении вероятности принадлежности рассматриваемого фрагмента полёта к каждому из кластеров, определяется вероятность принадлежности именно к кластеру, а не к какому-либо конкретному типу фрагменту полёта, нормальному или аномальному.

3) Объём выборки может быть скорректирован в зависимости от конкретной задачи, помимо этого, эталонная матрица вероятностей перехода может быть построена аналитически, при помощи словесного описания пилотом последовательности перехода между зонами индикации исходя из лётных задач.

4) Критерием оптимальности является уровень приведения матрицы вероятностей переходов оптимизируемого варианта индикации к эталонной матрице вероятностей переходов, определяемый путём сравнения стационарных распределений данных матриц при помощи статистики Хи 2.

5) Отстранение пилота от управления теоритически возможно в будущем при условии возможности задействования альтернативных каналов управления (например, автоматическое управление, или канал управления с земли).

6) Близость к эталонной матрице вероятностей переходов и ортогональные преобразования проводимые после процедуры оптимизации позволяют избежать слишком сильного отдаления от традиционных способов представления индикации сохраняя положение наиболее важных зон индикации, в тоже время давая возможность перемещения менее критичных зон (или зон не имеющих единого, традиционного для большинства типов воздушных судов местоположения).

7) Ставка сделана на канал визуального восприятия как на наиболее информативный. Помимо этого, в отличии от голоса, параметры глазодвигательной активности можно фиксировать постоянно.

В диссертационной работе все заимствованные материалы представлены со ссылкой на автора или источник. Тем самым работа удовлетворяет п.14 Положения о присуждении ученых степеней.

На заседании 24 ноября 2022 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, и принял решение за **новые научно-обоснованные технические решения**, имеющие существенное значение для развития авиационной отрасли страны в части повышения безопасности полётов и подготовки лётного экипажа присудить Грешникову Ивану Игоревичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 8 докторов наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)», участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 22, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета
24.2.327.03, д.т.н., профессор
Малышев Вениамин Васильевич



Ученый секретарь диссертационного совета
24.2.327.03, д.т.н., доцент
Старков Александр Владимирович



«24» ноября 2022 г.

Начальник отдела УДС МАИ

Т.А.

