

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертацию Грешникова Ивана Игоревича
«Моделирование элементов информационно-управляющего
поля кабины и действий экипажа воздушного судна на
универсальном стенде прототипирования», представленную на
соискание учёной степени кандидата технических наук по
специальности 1.2.2 – Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ

1. Актуальность темы

В настоящее время в связи с развитием техники и технологий в значительной степени усложняется оборудование, используемое в различных отраслях. В распоряжении специалистов оказываются сложные комплексы, представляющие собой организационно-технические системы, частью которых является квалифицированный персонал. В таких условиях интерфейсы управления техническими системами, городскими коммуникациями, транспортными средствами, диспетчерскими пунктами являются достаточно сложными содержащими множество управляющих элементов, индикаторов и приборов контроля. При работе с такими комплексами наблюдается постоянное и тесное человеко-машинное взаимодействие, предполагающее быстрое осуществление прямой и обратной связи. Несмотря на автоматизацию процессов управления сложными комплексами, в аварийной ситуации решение остаётся за человеком. Поэтому, несмотря на современные достижения в области искусственного интеллекта и автоматизации управления в целом, важную роль играет и человеческий фактор.

Особое место среди организационно-технических систем занимают воздушные суда, экипажи которых работают в условиях повышенной психологической и физиологической нагрузки и часто несут ответственность за жизнь и здоровье людей. При управлении воздушным судном особую роль играет интерфейсная среда, существующая между средствами управления воздушным судном и членами экипажа. Постоянное взаимодействие в этой среде связано с обработкой

Отдел документационного
обеспечения МАИ

03 11 2022

значительных объёмов информации и информационного обмена между экипажем и воздушным судном. Такой обмен реализован за счет информационно-управляющего поля, в рамках которого обеспечивается передача информационных и управляющих потоков между экипажем и воздушным судном.

Стремление к обеспечению эргономичности интерфейсной среды, оценки и развития психологических и физиологических качеств членов экипажа, сертификации управляющего оборудования обосновывают необходимость анализа информационно-управляющего поля воздушного судна. Часто анализ информационно-управляющего поля построен на результатах субъективных оценок лётных экспертов, обладающих определённой квалификацией, участвующих в экспериментах на специальных испытательных стендах. Однако, субъективные оценки эргономических характеристик информационно-управляющего поля в ряде случаев вызывают противоречия, влияющие на критерии разработки интерфейсной среды. В этой связи возникает необходимость в развитии новых моделей и методов, позволяющих принимать оптимальные решения по проектированию интерфейсной среды, основываясь на комплексе эргономических оценок информационно-управляющего поля. Таким образом, актуальность диссертационной работы не вызывает сомнений.

2. Анализ содержания диссертации

Диссертационная работа включает в себя введение, четыре главы, заключение, перечень сокращений и условных обозначений и список литературы.

Во введении кратко изложена целесообразность разработки специального математического и программного обеспечения процесса оптимизации информационно-управляющего поля кабины воздушного судна. Отмечается комплексность процесса оптимизации и его поэтапность, предполагающая анализ существующих моделей информационно-управляющего поля кабины, разработку программного обеспечения стендовой базы испытаний перспективного информационно-управляющего поля, проведение экспериментов с участием лётных экспертов, а также оценку результатов испытаний.

Решение обозначенной задачи предполагает разработку и программную реализацию моделей и методов анализа уровня подготовки

пилотов на основе видеоокулографии и ещё ряда методов субъективной и объективной оценки и оптимизации информационно-управляющего поля на основе расположения элементов индикации.

В первой главе проведён анализ исследований по тематике диссертации, а именно исследований в области оценки психофизиологического и функционального состояния члена экипажа воздушного судна. Указанное состояние оценивается рядом объективных психофизиологических показателей, измеримых посредством известных технических средств, медико-биологических и психологических методов и средств измерений. Особое внимание уделяется исследованиям эргономической оценки. В целом в главе проведён обзор как объективных, так и субъективных методов исследования. Однако в вопросах эргономической оценки отмечается, что несмотря на многообразие методик, большинство из них построены на субъективных экспертных оценках. В такой ситуации особую проблему представляет комбинирование методик и оценку валидности полученных результатов.

Таким образом в ходе обзора обоснована объективная потребность в разработке технических и программных средств, позволяющих разносторонне оценить состояние пилота, а также принимать различные решения, связанные с управлением воздушным судном с учётом элементов его информационно-управляющей среды, возможностей автоматики и квалификации других членов экипажа, в частности бортпроводников.

Во второй главе диссертации описана процедура комплексной оценки уровня подготовки пилотов и соответствующее математическое обеспечение. Для каждой метрической оценки выбираются наиболее подходящие упражнения-паттерны, которые позволяют оценивать уровень подготовки испытуемого на основе параметров его глазодвигательной активности и параметров полета. Основу методики составляет определённый набор лётных упражнений, при выполнении которых оцениваются совершённые ошибки пилотов. Фактически определена архитектура системы поддержки принятия решений об уровне подготовки пилотов, где используется как метод экспертных оценок, так и математические модели, а именно многомерное шкалирование лётных упражнений-паттернов различных типов; кластерный анализ при классификации уровней выполнения и типов упражнений; дискриминантный анализ при классификации лётных

упражнений-паттернов. В основе различных оценок лежат Евклидова метрика, метрика Кохонена и метрика правдоподобия.

Отдельно следует отметить, что достаточно наглядно представлена содержательная часть предлагаемого подхода как порядок использования отдельных методов классификации паттернов и метрических оценок в рамках программного комплекса. В выводах к главе ещё раз обозначены области применения каждого метода и метрики в предложенной автором методике оценки члена экипажа воздушного судна.

В третьей главе предложены методы оптимизации информационно-управляющего поля кабины пилота. В частности представлен метод размещения элементов индикации на основе результатов видеоокулографии, а также методика субъективной оценки информационно-управляющего поля на основе вероятностного метода парных сравнений. Формирование оптимального расположения элементов информационно-управляющего поля на базе индикации осуществляется численным методом, в рамках которого обрабатываются экспериментальные данные видеоокулографии, а именно частотные характеристики пребывания в зонах индикации. В качестве эталонных значений берутся экспериментальные данные пилотов высокой квалификации. Численный метод заключается в расчёте матрицы вероятностей переходов взгляда, обеспечивающей минимизацию по критерию хи-квадрат. Оптимальное расположение элементов индикации осуществляется на основе процедуры многомерного шкалирования, где за основу берётся матрица относительного показателя близости пар элементов.

Формирование окончательного расположения элементов индикации осуществляется на основе ортогональных координатных преобразований с учётом эргономических требований. Таким образом, результатом выполнения указанной процедуры является вариант компоновки элементов индикации.

Для оценки решений по компоновке элементов, с применением анкетирования производится субъективная оценка по заданным критериям опросного листа. В основе обработки анкетных данных лежит метод попарных сравнений. Сама процедура субъективного оценивания производится в рамках стендовых испытаний на имитационном тренажере. Автором критически оценены особенности стендовых испытаний в сравнении с условиями реального полёта.

В четвёртой главе диссертации рассматривается практическая реализация предложенных подходов к построению индикации в рамках информационно-управляющего поля кабины, построенного с использованием различных устройств – жидкокристаллических мониторов, голографических изображений, сенсорных экранов, специальных плёнок и др.. Для реализации различных подходов автором спроектирован и разработан комплекс программ, позволяющих проводить моделирование пилотажно-навигационной индикации на лобовом стекле самолета, обеспечивающий интеграцию с комплексом средств, описанных во второй и третьей главах. Кроме того, значительное внимание в главе 4 уделено проектированию архитектуры средств, обеспечивающих оценку лётного персонала, а также общую методику проведения эксперимента с использованием предлагаемых программных средств.

В заключении приведены основные результаты, выносимые на защиту.

Приведённые в разделах диссертации результаты полностью соответствуют научным положениям, выносимым на защиту.

3. Практическая значимость

Заключается в разработке новых математических моделей, построенных, на численных методах, и реализованных в рамках программных средств, позволяющих обеспечивать сокращение времени выполнения типовых операций при работе с информационно-управляющим полем кабины пилота более чем в 2 раза, сократить время выполнения типовых операций с резервным контуром управления индикацией индикацией и конфигурацией.

В целом, применение разработанных моделей и комплексов программ ориентировано на повышение эффективности процесса проектирования и оценки вариантов компоновки элементов информационно-управляющего поля в части снижения временных затрат на синтез и оценку проектных решений как за счёт автоматизации указанных процессов, так и за счёт сокращения пространств поиска решений.

4. Достоверность

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений. Достоверность подтверждается практикой внедрения разработок по тематике диссертационного исследования, выполняемых автором в рамках ОКР, НИР и НИОКР в «ГосНИИАС», АО «ГСС» и др.

5. Структура диссертации

Диссертационная работа содержит 134 страницы машинописного текста, включает в себя введение, четыре главы, заключение, список принятых сокращений и обозначений и список литературы из 110 наименований.

6. Качество оформления

Оформление диссертации соответствует установленным требованиям, имеются незначительные недочёты, которые не являются критическими.

7. Автореферат и опубликованные работы

Автореферат и публикации по теме диссертации в достаточной степени отражают содержание диссертационного исследования и научные положения, выносимые на защиту.

8. Замечания

По работе следует отметить ряд замечаний:

- 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;

- 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;
- 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;
- в разделе 2.2.2 неясно, с чем связан выбор конкретного размера топологической карты сети Кохонена;
- 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.;
- в списке литературы имеются отдельные незначительные нарушения при оформлении ссылок на источники.

Замечания не являются критическими и не снижают общего положительного впечатления о диссертационной работе.

9. Оценивая работу в целом

Считаю, что диссертация Грешникова И.И. является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основе проведённых автором исследований решена научно-прикладная задача разработки и применения методов математического моделирования, численных методов и комплексов программ для поддержки комплексного процесса оптимизации информационно-управляющего поля кабины воздушного судна на основе анализа разнородных данных об уровне психофизиологического состояния и квалификации лётного состава, эталонных экспертной информации и эргонометрических требований. Полученные автором оригинальные результаты соответствуют паспорту научной специальности.

Таким образом, рассматриваемая работа соответствует установленным требованиям к кандидатским диссертациям, а её автор Грешников Иван Игоревич заслуживает присуждения ему учёной степени

кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент,
доктор технических наук
доцент кафедры Автоматизации проектирования и дизайна
НИТУ «МИСиС»



Аристов Антон Олегович

Место работы:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС»

119049, Москва, Ленинский проспект, д. 4, стр. 1

тел. 8-906-786-7124

e-mail : batan-87@mail.ru

ПОДПИСЬ _____ ЗАВЕРЯЮ _____
Проректор по безопасности
и общим вопросам
НИТУ _____ И.М. Исаев



02.11.22