

Московский авиационный
институт (национальный
исследовательский университет)
Москва, Волоколамское шоссе, д.4.
ученому секретарю
диссертационного совета
24.2.327.09 к.т.н., Стрельцу Д.Ю.

Отзыв официального оппонента

На диссертацию Петелина Дмитрия Александровича
**«Разработка методики повышения качества наземного блока
тренажерного оборудования системы обеспечения жизнедеятельности
экипажа МКС»**, представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.5.13 – «Проектирование, конструкция,
производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов»

Актуальность исследования. Одной из важнейших систем пилотируемых космических аппаратов (ПКА) является система обеспечения жизнедеятельности (СОЖ) экипажа. В задачу СОЖ входит восстановление свойств и состава среды, обеспечение массообмена экипажа со средой. Поскольку от работы СОЖ зависит работоспособность и поддержание жизнедеятельности экипажа, к СОЖ предъявляются особые требования по обеспечению эффективности и надежности работы. Неотъемлемой частью конструктивного решения комплекса СОЖ является наземный блок тренажерного оборудования, целью которого является практическое обучение и отработка космонавтами навыков и умений эксплуатации и ремонта СОЖ ПКА.

При подготовке пилотируемых космических программ тренажерная техника играет ключевую роль. Тренажеры и моделирующие стенды являются единственными доступными на Земле средствами для практического обучения и отработки навыков управления пилотируемыми

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«25» 03 2025г.

космическими аппаратами космонавтами, а также для проверки готовности экипажей к выполнению программы полета. В рамках комплексной подготовки космонавтов тренировки на космических тренажерах занимают до 70% времени обучения.

Совершенствование бортовых систем СОЖ, модернизация оборудования, введение в ее состав новых подсистем вызывает необходимость синхронного проведения модернизации существующих и разработки новых тренажеров. При этом решается задача достижения подобия между тренажером и реальным объектом, так называемой, адекватности, или другими словами, качества. Таким образом, повышение качества тренажерного оборудования является актуальной задачей, стоящей перед разработчиками наземного блока тренажерного оборудования комплекса СОЖ.

Целью работы является разработка методики повышения качества наземного блока тренажерного оборудования СОЖ РС МКС.

Для достижения поставленной цели автор успешно решает ряд научно-технических задач, что подтверждают структура и содержание текста диссертации, написанной на высоком научном уровне, снабженной достаточным количеством иллюстративного материала и содержащей ссылки на источники.

Текст автореферата соответствует тексту диссертации и позволяет ознакомиться со всеми основными достигнутыми результатами. Диссертационная работа состоит из четырех глав.

В первой главе автор проводит аналитический обзор имеющихся литературных данных. Рассмотрены особенности и принципы построения наземного блока тренажерного оборудования комплекса СОЖ, целью которого является практическое обучение и отработка космонавтами навыков и умений эксплуатации и ремонта СОЖ ПКА. Проведен анализ СОЖ российского и американского сегментов (РС и АС) МКС и подготовки космонавтов к работе с ней.

На основе проведенного анализа выявлена необходимость разработки методики повышения качества наземного блока тренажерного оборудования

СОЖ РС МКС. Анализ методов оценки качества, или, другими словами, адекватности тренажерного оборудования СОЖ РС МКС показал целесообразность проведения анкетирования группы космонавтов в условиях космического полета на МКС.

Во второй главе автор рассматривает показатели адекватности наземного тренажерного оборудования СОЖ, подходы и методы оценки адекватности имитационного моделирования в тренажерах, описывает их достоинства и недостатки. Представлен метод оценки качества наземного тренажерного оборудования СОЖ на основе системы коэффициентов функционально-методической полноты и параметрической адекватности. Методом экспертной оценки с использованием коэффициентов функционально-методической полноты и параметрической адекватности сформирован интегральный коэффициент, позволяющий оценить качество тренажеров.

Проведена оценка качества наземного блока комплекса СОЖ – тренажерного оборудования подсистемы обеспечения газового состава и подсистемы водообеспечения с использованием системы коэффициентов функционально-методической полноты, параметрической адекватности и интегрального коэффициента.

Получены численные значения интегрального коэффициента, позволяющие оценить качество наземного тренажерного блока СОЖ, а также используемые при верификации результатов оценки качества тренажерного оборудования СОЖ, полученных иными методами.

В третьей главе представлена разработанная математическая модель оценки адекватности тренажера на основании анкетирования обучаемых с учетом количества суток налета. Разработаны анкеты, содержащие вопросы, соответствующие информационным признакам, по которым сравнивается тренажер со штатной техникой.

Представлены результаты эксперимента, заключающегося в анкетировании космонавтов и астронавтов во время работы на МКС, в результате которого получены значения компетентности участников опроса и значения адекватности тренажеров СОЖ РС и АС МКС.

Приведена верификация оценки адекватности тренажерного оборудования наземного блока комплекса СОЖ, полученной с использованием методики анкетирования космонавтов с учетом количества суток налета путем сравнения результатов эксперимента с данными, полученными при количественной оценке адекватности тренажеров, основанной на системе коэффициентов функционально-методической полноты и параметрической адекватности.

В четвертой главе представлены основные показатели качества тренажеров. Для выявления причинно-следственных факторов, характеризующих адекватность тренажеров и определения управляющих воздействий, направленных на корректировку конкретных аспектов их использования в интересах повышения качества обучения, проведена оценка адекватности информационных признаков тренажеров СОЖ.

По результатам расчетов предложены мероприятия по модернизации наземного блока тренажерного комплекса СОЖ РС МКС. С использованием предложений проведена модернизация тренажерного оборудования блока очистки атмосферы от микропримесей (БМП), позволившая повысить на 7,2 %, с 0,83 до 0,89 показатель значения адекватности тренажера БМП. В результате проведенной модернизации значение интегрального показателя адекватности тренажера БМП на 35 % приблизилось к качеству идеального тренажера.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты работы.

Наиболее значимыми новыми научными результатами, представляющими теоретический интерес можно отнести: математическую модель оценки адекватности тренажеров СОЖ, учитывающую количество суток налета космонавтов при определении их компетентности, алгоритм оценки адекватности тренажеров СОЖ с учетом количества суток налета космонавтов, участвующими в эксперименте с анкетированием, проведенным в условиях работы на МКС.

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

– разработана математическая модель оценки адекватности тренажеров СОЖ, учитывающую количество суток налета космонавтов при определении их компетентности;

– разработан алгоритм оценки адекватности тренажеров СОЖ с учетом количества суток налета космонавтов при определении их компетентности;

– получены новые научные результаты по оценке адекватности тренажеров СОЖ РС МКС, полученные в результате эксперимента с анкетированием космонавтов на борту МКС;

– получены новые научные результаты по оценке адекватности информационных признаков тренажеров СОЖ РС МКС, полученные в результате эксперимента с анкетированием космонавтов на борту МКС.

Практическая значимость научных результатов диссертационной работы заключается в разработке методики повышения качества наземного блока тренажерного оборудования комплекса СОЖ с привлечением космонавтов для анкетирования в условиях работы на МКС, реализованной в математическом и программном обеспечении, в практических рекомендациях по исследованию и проектированию наземного блока тренажерного оборудования комплекса СОЖ.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Научные положения и выводы в диссертационной работе изложены последовательно и подробно.

Достоверность полученных результатов и выводов подтверждается четким формулированием основных положений исследований, использованием формализованных описаний и применением базовых методов анализа. Допущения, принятые при разработке математических моделей, являются стандартными и подтверждены многочисленными исследованиями в практике проектно-конструкторских организаций. Выводы по диссертационной работе подтверждаются и иллюстрируются проведенными экспериментальными исследованиями с участием космонавтов на борту МКС, результатами оценки компетентности обучаемых на тренажерах СОЖ космонавтов, оценки адекватности тренажеров СОЖ, оценкой информационных признаков тренажеров СОЖ.

Результаты работы докладывались на восьми международных и российских конференциях. Автором опубликовано 3 работы в рецензируемом журнале, входящем в перечень ВАК РФ.

Все результаты диссертационной работы получены автором лично или при его непосредственном участии.

Соответствие содержания диссертации специальности. Диссертация соответствует паспорту специальности 2.5.13 – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Оценка содержания диссертации. Диссертация написана ясно, логически совершенно, хорошо иллюстрирована. По содержанию диссертации можно сделать следующие замечания:

– не вполне понятно, на каком основании распределены весовые коэффициенты для определения интегрального коэффициента качества тренажера;

– по моему мнению, недостаточная выборка экспертов, участвующих в оценке информационных признаков, в частности иностранных астронавтов.

– имеются замечания по оформлению иллюстраций (стр. 23-24), таблиц (стр. 37-38, 78-79). Следовало бы обратить внимание на относительное расположение иллюстраций, а также их качество. Для таблиц имеются различия в выравнивании и отступах внутри ячеек.

Приведенные замечания не снижают научной и практической ценности выполненной диссертационной работы.

Заключение. Диссертационная работа Петелина Д.А. представляет законченную квалификационную работу, содержащую решение актуальной задачи повышения качества наземного блока тренажерного оборудования СОЖ РС МКС.


Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях и семинарах, опубликованы в рецензируемых научных изданиях, соответствующих специальности 2.5.13 и включенных в перечень ВАК.

Диссертационная работа Петелина Дмитрия Александровича соответствует критериям, изложенным в «Положении о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, в ред. От 25.01.2024.

Петелин Дмитрий Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Официальный оппонент:

Профессор кафедры «Вычислительной техники и информационных систем» факультета компьютерных наук и технологий Воронежского государственного лесотехнического университета им. Г.Ф. Морозова» (ФГБОУ ВО «ВГЛТУ»), доктор технических наук, профессор


«07» марта 2025 г. Потопов Андрей Николаевич

394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, д.8. Тел.: 8-980-546-71-68 .

Эл. почта: potarov_il@mail.ru.



С отзывом ознакомился

25.03.2025

 Петелин Д.А.