

УТВЕРЖДАЮ

Временно исполняющий

обязанности директора ФГБУН

ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН,

академик РАН



С.А. Никитов

«5» ноября 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертационную работу Юрченко Екатерины Сергеевны
«Технология создания имитатора универсального рабочего места
космонавта для решения задач визуально-инструментальных
наблюдений», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук в Диссертационном совете 24.2.327.09 на базе
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»
по специальности 2.5.13. Проектирование, конструкция, производство,
испытания и эксплуатация летательных аппаратов

Диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата
технических наук Юрченко Е.С. посвящена обоснованию новых **научно-
технических решений**, имеющие существенное значение для развития
космической отрасли страны в части повышения эффективности
эксплуатации пилотируемых космических комплексов (ПКК) и разработки
эргономических требований к модулям РОС.

Актуальность темы исследования обусловлена государственной
политикой Российской Федерации в области космической деятельности,

продолжением и развитием программ пилотируемого освоения космического пространства, созданием пилотируемой российской орбитальной станции (РОС) и пилотируемых комплексов для исследования Луны. Одним из основных направлений научных экспериментов на борту перспективных ПКК является выполнение геофизических исследований методами ВИН. Одной из задач экипажей пилотируемых экспедиций лунных миссий является проведение тематической геологической, геохимической и геофизической съёмки Луны с необходимым крупномасштабным разрешением в районе места посадки лунного модуля. В соответствии с Положением о создании космической техники (РК-11-КТ) и схемой деления СПК (средства подготовки космонавтов) являются важной составной частью ПКК. СПК предназначены не только для подготовки космонавтов с целью обеспечения необходимого качества выполнения программы полета, но и для имитации деятельности космонавтов в полете с целью проектирования полетного рабочего места космонавта.

Для проведения операций и экспериментов в процессе выполнения ВИН потребуются наличие подготовленных операторов, что обуславливает необходимость углубленного формирования навыков деятельности у космонавтов по планируемым направлениям научных исследований, существующие в настоящее время информационные технологии и системы генерации изображений позволяют имитировать наблюдаемую поверхность с высоты до 400 км с разрешением, адекватным человеческому глазу, также отработка задач ВИН на Земле с использованием имитатора позволяет определить требования к рабочему месту космонавта на борту создаваемых ПКК. Соответственно, диссертация Юрченко Е.С. посвящена решению **актуальной научной задачи** – созданию наземных средств для отработки деятельности оператора при проведении ВИН с борта перспективных ПКК и оценки готовности космонавтов к выполнению ВИН.

Целью диссертационной работы является разработка технологии создания имитатора универсального рабочего места для решения задач

визуально-инструментальных наблюдений. Использование имитатора УРМ позволит повысить качество деятельности космонавтов на борту существующих и перспективных ПКК в части проведения геофизических исследований и мониторинга земной (в том числе в Арктике и вдоль Северного морского пути) и лунной поверхности методами ВИН.

Сформулированные диссертантом во введении объект, предмет, цель и задачи диссертации **корректны**, соответствуют содержанию работы и отражают логику исследования, а выбранные методы исследования адекватны цели и задачам исследования.

Работа включает в себя четыре главы, заключение и два приложения к работе. В диссертационной работе 167 страниц, 40 рисунков, 14 таблиц и 111 литературных источников. По итогам исследований: разработана ЦВМ Земли и уникальный не имеющий аналогов в мире компьютерный имитатор УРМ ВИН (с использованием современных информационных технологий). Важным результатом работы является также созданная в ее рамках методика оценки операторской деятельности на УРМ ВИН, что подтверждается актом внедрения.

Во введении изложено обоснование актуальности исследования, сформулирована его цель и основные задачи. Отмечены научная новизна и практическая значимость полученных научных результатов, приведены сведения об их апробации. Описана структура диссертации и указаны положения, выносимые на защиту.

В первой главе работы проведен системный анализ процесса выполнения космонавтами программ ВИН на борту существовавших и современных ПКК, определены проблемные вопросы выполнения ВИН космонавтами на борту ПКК, разработаны предложения по разработке имитатора УРМ ВИН, приведена схема организации и проведения исследования, введены показатели параметрической адекватности, составляющие показатели параметрической адекватности и критерии

эффективности для получения количественных оценок проектируемого имитатора УРМ ВИН.

Во второй главе представлена концептуальная модель предметной области процесса выполнения космонавтами мониторинга наблюдаемой поверхности с борта перспективных ПКК методами ВИН. Модель представляет собой сложную систему взаимодействия элементов: экипажа ПКК, бортовых систем ПКК, ЦУП и объектов наблюдения. Определены и описаны аддитивные показатели каждого элемента и факторов, влияющих на выполнение ВИН с борта ПКК. Сформулированы основные этапы выполнения ВИН. Концептуальная модель в работе представлена графически и в виде математической модели класса интеллектуальных систем. Разработанная концептуальная модель предметной области процесса операторской деятельности при выполнении ВИН Земли учитывает все составляющие данного процесса и их взаимодействие, позволяет создать логическую и физическую модели наземного компьютерного имитатора рабочего места космонавта на борту ПКК для выполнения ВИН. Для определения требований к ЦВМ рассчитаны рабочие зоны при выполнении ВИН, ширина полосы наблюдаемой поверхности.

В третьей главе работы разработана структура и требуемые характеристики для цифровой модели визуальной обстановки (ЦВМ) наблюдаемой поверхности с борта ПКК (логическая модель предметной области) и разработана структура имитатора УРМ проведения ВИН космонавтами с борта имеющихся и перспективных ПКК (физическая модель), которая отличается использованием современных компьютерных технологий. Выполнена оценка качества и эффективности существующих и перспективных имитаторов УРМ ВИН. Базовым элементом создания компьютерного имитатора УРМ космонавта для решения задач ВИН является создание ЦВМ наблюдаемой поверхности.

В четвертой главе впервые разработана методика оценки операторской деятельности космонавта на имитаторе УРМ при

формировании навыков проведения ВИН с борта перспективных ПКК. Методика позволяет рассчитать количественный показатель по оценке работы оператора на имитаторе УРМ по 5-ти бальной системе с точностью до десятых. Приводятся результаты экспериментальных исследований с кандидатами в космонавты и космонавтами на всех трех этапах подготовки по оценке качества отработки навыков деятельности ВИН на УРМ ВИН, которые свидетельствуют о повышении качества подготовки космонавтов по ВИН на 27%.

Заключение дает основные результаты диссертационной работы, приведены выводы по работе в целом. Указывается внедрение результатов работы.

Словарь терминов и список использованной литературы с необходимой полнотой охватывает тематику и положения, изложенные в диссертации.

Научная новизна исследования и полученных результатов заключается в следующем:

Разрабатываются методические основы проектирования компьютерного имитатора УРМ для отработки космонавтами задач в области геофизических исследований и мониторинга земной и лунной поверхностей с борта существующих и перспективных ПКК методами ВИН, которые включают в себя:

- концептуальная модель предметной области процесса выполнения космонавтами мониторинга наблюдаемой поверхности с борта существующих и перспективных ПКК методами ВИН;

- структура и требуемые характеристики цифровой модели визуальной обстановки (ЦВМ) наблюдаемой поверхности с борта существующих и перспективных ПКК (логическая модель предметной области);

- структура имитатора УРМ для формирования навыков и оценки качества проведения ВИН космонавтами с борта существующих и

перспективных ПКК (физическая модель), которая отличается использованием современных компьютерных технологий;

- показатели оценки качества и эффективности имитатора УРМ ВИН;
- методика оценки операторской деятельности космонавта на имитаторе УРМ при формировании навыков проведения ВИН с борта перспективных ПКК.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечены непротиворечивостью исходных теоретических положений, внутренней логикой исследований, применением апробированных теоретических концепций и методов, описывающих сущность изучаемого процесса и отвечающих поставленным целям и задачам работы, использованием фактических данных по результатам космических полетов экипажей МКС с первой по 72-ю экспедицию на базе ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»; разработкой и внедрением методик экспериментальных исследований, использованием достоверных статистических данных и экспертных оценок, а также непосредственное вовлечение космонавтов в исследовательский процесс.

Теоретическая и практическая значимость работы. В научном плане значимой является технология создания имитатора УРМ ВИН в основе которой лежит метод трехуровневого моделирования. Созданы концептуальная модель предметной области, ЦВМ Земли (как логическая модель предметной области) и требования к ней, и физическая модель. На базе моделей создан уникальный, не имеющий аналогов в мире имитатор УРМ ВИН. Для оценки УРМ ВИН введены, рассчитаны и проанализированы коэффициенты качества и эффективности. Для оценки качества подготовки космонавтов по ВИН разработана методика оценки операторской деятельности на УРМ ВИН. Созданный УРМ ВИН позволяет определять качественные и количественные характеристики рабочего места космонавта на борту перспективных ПКК, обеспечивать необходимое

качество отработки деятельности космонавта к проведению геофизических исследований с борта ПКК.

Практическая значимость работы подтверждается внедрением результатов диссертационной работы в практику деятельности ЦПК имени Ю.А. Гагарина при осуществлении подготовки экипажей Международной космической станции по направлению Исследование Земли из космоса.

Результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы для применения в подготовке будущих экипажей МКС и по перспективной программе Российской орбитальной станции.

Результаты **опубликованы** в 16 научных работах, включая: 4 статьи в рецензируемых журналах из Перечня ВАК, среди которых 3 публикации соответствуют специальности 2.5.13 Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов; 1 публикация в сборнике, индексируемом в международной базе данных Scopus.

Личный вклад автора. Результаты, составляющие основное содержание диссертации, получены автором самостоятельно. Практическая реализация осуществлялась, как лично автором, так и совместно с привлеченными специалистами. Значимым является, что автор обладает профильной квалификацией в области тренажных средств и подготовке космонавтов к геофизическим исследованиям методами ВИН. Имеет непосредственный практический опыт проведения подготовки у 39 основных экипажей Международной космической станции.

В диссертационной работе выявлены следующие недостатки:

1. В аннотационной части многократно используется термин «универсальное рабочее место», однако отсутствует краткое пояснение, что именно делает его «универсальным».

2. В Оглавлении в названии пункта 1.2 допущена опечатка «Расчет рабочих зон выполнения ВИН с порта ПКК».

3. Одним из целей работы имитатора УРМ ВИН является, как указано в диссертационной работе, обучение космонавтов проведению измерений в рамках ВИН. Этот аспект применения УРМ ВИН целесообразно было бы проиллюстрировать конкретным примером.

Приведенные замечания не снижают общего научного уровня и практической значимости диссертационной работы и не изменяют ее общей положительной оценки. Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК.

Соответствие паспорту специальности. Данная диссертация соответствует паспорту специальности 2.5.13 Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов. В том числе по пунктам:

п.3. Создание и отработка принципиально новых конструктивных решений выполнения узлов, систем и ЛА в целом. Исследование их характеристик и оценка перспектив применения.

п.5. Разработка методов, моделей и программного обеспечения для принятия оптимальных решений проектно-конструкторских задач при заданных ограничениях с учетом их компромиссного характера, риска и различимости сравниваемых вариантов изделий (процессов), в том числе, для космических планетных баз.

Апробация работы

Материалы диссертационной работы доложены и обсуждены на чтениях, конференциях, конгрессах, рабочих встречах и научном семинаре ФИРЭ РАН 16.10.2025 г.

Автореферат с необходимой полнотой отражает содержание диссертации и позволяет составить целостное представление о проведенном исследовании.

В диссертации научно обоснованы **новые технические решения**, имеющие существенное значение для развития космической отрасли страны

в части подготовки космонавтов к эксплуатации пилотируемых космических аппаратов, а именно:

- технология создания имитатора универсального рабочего места космонавта для решения задач визуально-инструментальных наблюдений с борта перспективных ПКК с использованием современных компьютерных технологий;

- требования к цифровой визуальной модели Земли и непосредственно цифровая визуальная модель Земли применительно к УРМ ВИН;

- структура имитатора УРМ ВИН с использованием современных компьютерных технологий;

- предложения для развития имитатора УРМ ВИН применительно к РОС и лунным программам;

- методика оценки операторской деятельности космонавта на имитаторе УРМ при формировании навыков проведения ВИН с борта перспективных ПКК.

Заключение

Представленная на отзыв диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу на актуальную тему, в которой научно обоснованы **новые технические решения, имеющие существенное значение для развития космической отрасли страны** в части повышения эффективности эксплуатации ПКК и разработки эргономических требований к модулям РОС. Диссертационная работа в полной мере соответствует требованиям, установленным п.п. 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 с изменениями и дополнениями, а ее автор Екатерина Сергеевна Юрченко заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании научно-квалификационного семинара ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН «Радиофизические методы исследования Земли, околоземного космического пространства и объектов солнечной системы», протокол №12 от 19 ноября 2025г.

Старший научный сотрудник «Лаборатории инструментальных и информационных методов исследования окружающей среды средствами дистанционного зондирования» №301 Фрязинского филиала государственного бюджетного учреждения науки Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук, секретарь секции № 3 КНТС Роскосмос "Исследования Земли из космоса", кандидат физико-математических наук

26 ноября 2025 г.  Саворский Виктор Петрович

Учёный секретарь Ученого совета ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, доктор физико-математических наук

26 ноября 2025 г.  Чусов Игорь Иванович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук.

Почтовый адрес: 125009, Москва, Моховая ул., дом 11, корпус 7

Телефон: +7(495)629-35-74, +7(495)629-36-16

Электронная почта: ire@cplire.ru

С отзывом ознаменена 5.12.2025 