

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Максютинна Андрея Сергеевича «Комплекс моделирования работы распределенных бортовых систем при создании перспективных автоматических космических аппаратов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»

Актуальность выбранной темы исследования.

Усложнение задач, стоящих перед перспективными космическими аппаратами, обуславливает рост требований к комплексам бортового оборудования. В частности, увеличивается объем требований к организации информационного обмена между оконечными узлами из состава платформы и полезной нагрузки космического аппарата. Требуется, чтобы данные доставлялись с минимальными задержками, сохраняли свою последовательность и целостность. В соответствии с данными требованиями разрабатываются новые технологии информационного взаимодействия бортового оборудования космических аппаратов. На сегодняшний день в российской космической отрасли активно внедряется одна из таких технологий – SpaceWire.

Внедрение новой технологии, в свою очередь, требует наличия соответствующего технического оснащения, позволяющего осуществлять разработку и исследования комплексов, построенных на основе данной технологии. В связи с этим актуальной задачей является разработка инструментов, обеспечивающих поддержку создания информационных систем на базе SpaceWire. В мировой практике, где обозначенная технология применяется на протяжении 20 лет, данная задача неразрывно связана с применением средств моделирования.

Учитывая зарубежный опыт, на сегодняшний день **актуальной является** разработка средств моделирования, позволяющих осуществлять

поддержку процесса создания систем передачи информации на базе SpaceWire перспективных российских космических аппаратов.

Основная идея диссертационной работы.

Автором предложен комплекс моделирования работы распределенных бортовых систем на базе SpaceWire, реализующий ряд новых алгоритмов, обладающих свойствами, необходимыми для воспроизведения информационного взаимодействия бортовой аппаратуры современных российских космических аппаратов, что позволит в свою очередь обеспечить повышение точности вычисления характеристик информационных потоков.

Внутреннее единство структуры работы.

Основной текст диссертационной работы изложен на 141 странице. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 107 наименований и приложений.

Во введении обоснована актуальность работы и описана степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи исследования, определена научная новизна и положения, выносимые на защиту, приведена теоретическая и практическая значимость работы, обоснована степень достоверности и представлены результаты апробации исследований.

В первой главе приведена общая информация о технологии SpaceWire и описан процесс создания распределенных бортовых систем космических аппаратов, строящихся на основе данной технологии. Определена необходимость наличия комплекса моделирования, обеспечивающего поддержку решения задач, возникающих в рамках обозначенного процесса. На основе информации о текущем применении технологии SpaceWire в отечественной космической отрасли сформулированы требования к комплексу моделирования.

Во второй главе представлен анализ существующих комплексов моделирования систем на базе SpaceWire, в ходе которого выявлено, что ни одно из данных технических решений не обеспечивает выполнение требований, предъявляемых к комплексу моделирования, который учитывал

бы особенности информационного взаимодействия бортовой аппаратуры отечественных космических аппаратов. Поставлена задача по проектированию и разработке нового комплекса моделирования, отвечающего всем поставленным требованиям.

В третьей главе представлена структура комплекса моделирования, которая состоит из блоков, позволяющих строить различные конфигурации моделей систем на базе SpaceWire. Описываются разработанные алгоритмы функционирования комплекса, относящиеся к процессам моделирования и анализа информационного взаимодействия. Выделяется методика исследования зависимости характеристик информационных потоков от различных факторов.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальной отработки разработанного комплекса моделирования. Демонстрируются преимущества разработки по сравнению с существующими аналогами в области разработанных алгоритмов. Подтверждается общая адекватность разработки, приводится пример исследования, проведенного с помощью комплекса.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы в четырех пунктах. Представлены задачи для последующих исследований.

В приложениях представлены алгоритмы автономного тестирования элементов систем на базе SpaceWire, которые обеспечивают расширение функциональных характеристик представленного в диссертационном исследовании комплекса моделирования. Кроме того, приводятся акты внедрения разработки.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов.

Достоверность научных выводов, выносимых на защиту, обеспечивается непротиворечивостью результатов экспериментальной отработки известным данным, низкой относительной погрешностью

значений, полученных в ходе применения разработки. Выводы подтверждены проведенными экспериментальными исследованиями, а также обсуждением результатов диссертации на международных и Всероссийских конференциях, научных семинарах.

Научная новизна диссертационной работы.

1. Предложен алгоритм передачи данных из состава взаимосвязанных информационных потоков для применения в процессе моделирования работы систем на базе SpaceWire, позволяющий решать задачу по обработке информации о функционировании бортовой аппаратуры отечественных КА, отличающийся от известных возможностью установки относительных задержек и блокировок передачи данных из состава каждого информационного потока, обладающего взаимосвязью с прочими информационными потоками, а также возможностью повторной передачи данных из состава групп взаимосвязанных информационных потоков с конфигурацией таймера повтора и максимального числа передач.

2. Предложен алгоритм оценки искажений в передаваемых данных для применения в процессе моделирования работы систем на базе SpaceWire, позволяющий решать задачу по обработке информации об условиях функционирования распределенных бортовых систем КА в отношении воздействия заряженных частиц космического пространства на передаваемые данные, отличающийся от известных возможностью учета маршрута следования данных, состоящего из элементов, обладающих разной устойчивостью к влиянию различных типов заряженных частиц.

3. Предложена методика исследования зависимости характеристик информационных потоков от различных факторов в системах на базе SpaceWire, предназначенная для проведения прикладных статистических исследований, направленных на анализ функционирования данных систем в условиях изменения параметров информационного взаимодействия, отличающаяся от известных возможностью проведения ряда итераций

моделирования с последующей обработкой результатов с помощью метода корреляционно-регрессионного анализа.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов для науки и производства.

Результаты, представленные в диссертационной работе обладают теоретической значимостью, заключающейся в расширении существующих подходов к обработке информации о функционировании распределенных бортовых систем на базе SpaceWire перспективных автоматических КА для проведения моделирования их работы, а также в развитии способов проведения прикладных статистических исследований в области применения технологии SpaceWire. Практическая значимость работы заключается в разработке комплекса моделирования, областью применения которого является проектирование, разработка и испытания распределенных бортовых систем на базе SpaceWire на предприятиях космической отрасли.

Соответствие содержания диссертации содержанию и качеству опубликованных работ

По результатам диссертационного исследования опубликовано 12 печатных работ, в том числе 6 публикаций в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Содержание опубликованного материала соответствует направлению научных исследований, изложенному в тексте диссертационной работы.

Соответствие темы диссертации заявленной научной специальности.

Тема диссертационной работы соответствует паспорту специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика:

п.4. Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта;

п.17. Прикладные статистические исследования, направленные на выявление, измерение, анализ, прогнозирование, моделирование

складывающейся конъюнктуры и разработки перспективных вариантов развития сложных систем.

Замечания по диссертационной работе.

1. В процессе рассмотрения существующих технических решений в области моделирования систем на базе SpaceWire слабо прослеживается общая структура их анализа на предмет функциональных характеристик для обеспечения возможности их дальнейшего сопоставления.
2. Не рассмотрен механизм арбитража при передаче данных с учетом загруженности каналов и конфигураций маршрутизирующих коммутаторов, критичность передачи высокоприоритетных данных.
3. Приведенный пример исследования зависимости характеристик информационных потоков от объема передаваемых данных является типовым и не несет информации, которой нельзя было бы получить без использования представленной разработки (те же результаты могут быть получены с помощью аналитической модели). Следовало бы привести примеры зависимости характеристик от других факторов.
4. В заключении, основных выводах диссертации не отмечены числовые характеристики алгоритмов, комплекса моделирования, которые позволяют оценить их эффективность по сравнению с аналогами.
5. В диссертации предлагаются новые алгоритмы передачи данных для применения в процессе моделирования работы систем на базе SpaceWire. Однако, в опубликованных результатах диссертации отсутствуют свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, патенты на изобретения.

Отмеченные замечания не снижают значимости проведенной работы и не влияют на теоретические и практические результаты диссертационного исследования.

Общее заключение.

Диссертационная работа Максюткина Андрея Сергеевича «Комплекс моделирования работы распределенных бортовых систем при создании

перспективных автоматических космических аппаратов» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены результаты исследований, имеющих значимость в области создания распределенных бортовых систем перспективных автоматических космических аппаратов. Работа обладает актуальностью и научной новизной. Результаты работы и выводы обоснованы и достоверны.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертационной работы. Результаты диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 2.3.1. Диссертационная работа отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, а ее автор – Максютин Андрей Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Официальный оппонент

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Вычислительная
техника» ФГБОУ ВО «Пензенский
государственный университет»

Никишин Кирилл Игоревич

« 26 » марта 2026 г.

(подпись)

Кандидатская диссертация защищена по специальностям 05.13.15 – «Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети», 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления»

Адрес организации: 440026, г. Пенза, ул. Красная, д. 40 ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»

Телефон +7(8412)66-65-89; E-mail: nkipnz@mail.ru

Подпись Никишина Кирилла Игоревича заверяю

специалист по кадрам
(должность)