



С И Б И Р С К И Й  
Ф Е Д Е Р А Л Ь Н Ы Й  
У Н И В Е Р С И Т Е Т | S I B E R I A N  
F E D E R A L  
U N I V E R S I

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский федеральный университет»

660043, Красноярский край,  
г. Красноярск, проспект Свободный, д. 79  
телефон: (391) 244-82-13, тел./факс: (391) 244-86-25  
<http://www.sfu-kras.ru>, e-mail: [office@sfu-kras.ru](mailto:office@sfu-kras.ru)

ОКПО 02067876; ОГРН 1022402137460;  
ИНН/КПП 2463011853/246301001

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

ФГАОУ ВО «Сибирский

Федеральный университет»

Денис Сергеевич Гуц

«02» апреля 2026 г.

№ \_\_\_\_\_  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

## ОТЗЫВ

ведущей организации - Федерального государственного автономного образовательного учреждения «Сибирский Федеральный университет» на диссертацию Максютин Андрей Сергеевич на тему: «Комплекс моделирования работы распределенных бортовых систем при создании перспективных автоматических космических аппаратов» по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»

### Актуальность исследования

Технология SpaceWire является основой построения распределенных бортовых систем космических аппаратов ведущих мировых космических агентств. Для обеспечения процесса создания систем на базе SpaceWire за рубежом широко применяется моделирование, позволяющее обеспечить минимизацию затрат временных ресурсов при проектировании инфраструктуры системы и отработке информационного взаимодействия.

На сегодняшний день SpaceWire постепенно внедряется и в отечественной космической отрасли. В данных условиях возникает необходимость обеспечения предприятий космической отрасли инструментами моделирования, позволяющими осуществлять процесс разработки систем на базе SpaceWire, которые позволяли бы осуществлять передачу данных

с учетом характерных особенностей работы существующей бортовой аппаратуры отечественных космических аппаратов.

В соответствии с данным утверждением разработка нового комплекса моделирования работы систем на базе SpaceWire является **актуальной научно-технической задачей.**

### **Содержание и объем диссертации**

Материал диссертации представлен на 189 страницах, включает в себя 153 страницы основного текста, 49 рисунков, 27 таблиц. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы из 107 наименований, списка сокращений и условных обозначений, 4-х приложений.

**Во введении** обоснована актуальность тематики, сформулированы цель и задачи, определена научная новизна и положения, выносимые на защиту, перечислены методы исследования, отражена теоретическая и практическая значимость выполненных работ, обоснована степень достоверности и представлены результаты апробации.

**В главе 1** описываются основные задачи, стоящие в процессе создания распределенных бортовых систем космических аппаратов на базе SpaceWire. В мировой практике решение обозначенных задач неразрывно связано с применением средств моделирования. Рассматривается типовой объект моделирования – система на базе SpaceWire из состава отечественного космического аппарата. На основе рассмотренной информации формулируются требования к функциональным и техническим характеристикам комплекса моделирования.

**В главе 2** обзревается основные разновидности моделирования работы систем на базе SpaceWire – имитационное и аппаратно-программное моделирование. Приводятся существующие технические решения, относящиеся к каждому из видов моделирования, которые анализируются на предмет соответствия выдвигаемым требованиям к комплексу моделирования работы

систем на базе SpaceWire. Поскольку в ходе анализа выявлено, что ни одна из разработок не отвечает требованиям в полном объеме, то имеет место задача разработки нового комплекса моделирования, в ходе решения которой учитываются недостатки аналогов.

**В главе 3** описана структура нового комплекса моделирования, а также алгоритмы, в соответствии с которыми он функционирует. Приведено несколько групп алгоритмов, среди которых выделяются алгоритмы, связанные с процессом моделирования и анализа информационного взаимодействия. Кроме того, приводится методика исследования зависимости характеристик информационных потоков от различных факторов в системах на базе SpaceWire.

**В главе 4** описана экспериментальная отработка нового комплекса моделирования, подразделяющаяся на демонстрацию работы отдельных алгоритмов и комплекса в целом. Результаты сравниваются с аналогом, доступным для применения в отечественной космической отрасли.

**В заключении** сформулированы выводы и результаты диссертационной работы. Обозначены задачи для дальнейших исследований.

**Научная новизна исследования** заключена в следующем:

1. Разработан новый 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 космических аппаратов, отличающийся от известных возможностью установки относительных задержек и блокировок передачи данных из состава каждого информационного потока, обладающего взаимосвязью с прочими информационными потоками.

2. Разработан новый 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 космических аппаратов

в отношении воздействия заряженных частиц космического пространства на передаваемые данные, отличающийся от известных возможностью учета маршрута следования данных.

3. Разработана новая 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 значимость** заключена в расширении подходов к обработке информации о функционировании распределенных бортовых систем на базе SpaceWire перспективных автоматических космических аппаратов для проведения моделирования их работы.

**Практическая значимость** заключена в разработке аппаратно-программного комплекса моделирования, областью применения которого является проектирование, разработка и испытания распределенных бортовых систем на базе SpaceWire на предприятиях космической отрасли. Разработанный комплекс моделирования рекомендуется к использованию на предприятии АО «РЕШЕТНЁВ» при формировании рекомендаций по базовым алгоритмам тестирования систем на базе SpaceWire и их отдельных элементов.

#### **Замечания по проведенному исследованию**

1. В разделе **Введение** в диссертации на стр. 10 соискатель в подразделе **Публикации** упоминает публикации, ссылки на которые расположены в автореферате. При этом номера публикаций не совпадают с номерами этих публикаций в списке литературы диссертации.

2. В разделе **Введение** в диссертации на стр.11 и в автореферате на стр. 5 соискатель утверждает, что содержание работы им изложено на 189 стр., очевидно включает туда и раздел **Приложения**. Однако в соответствии с ГОСТ Р.7.011-2011 приложения в состав основного текста диссертации не включаются.
3. В разделе **Разработанность темы** соискатель перечисляет фамилии ученых, указывает организации, которые внесли вклад в разработку технических решений, обеспечивающих моделирование работы распределенных бортовых систем на базе SpaceWire, однако не указывает степень их личного участия в проработанности конкретных проблем и вопросов.
4. В разделе 1.2.2 **«Исследовательские задачи, ставящиеся в процессе создания систем на базе SpaceWire»** недостаточно раскрыта суть и особенности самих представленных исследований.
5. В качестве цели диссертационных исследований соискателем заявлено *«повышение точности вычислений характеристик информационных потоков в процессе разработки распределенных бортовых систем на базе SpaceWire»*. Естественно предположить, что в разделе **Заключения** будет указано, что цель достигнута и указано на сколько повысилась эта точность. Но там указано только то, что *«Проведена экспериментальная отработка комплекса моделирования работы систем на базе SpaceWire, по результатам которой подтверждена его адекватность и выявлен ряд преимуществ по сравнению с аналогами»*.  
Следует отметить, что отмеченные недостатки не снижают научной значимости и не влияют на общую положительную оценку диссертации в целом.

### **Заключение**

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

перспективных автоматических космических аппаратов» выполнена на высоком научном уровне, обладает внутренним единством и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые технические решения, направленные на повышение точности вычислений характеристик информационных потоков в процессе разработки распределенных бортовых систем на базе SpaceWire, что имеет существенное значение для внедрения данной технологии в отечественной космической отрасли.

Работа обладает актуальностью, результаты работы обладают научной новизной и практической значимостью, результаты и выводы обоснованы и достоверны. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика». Диссертация соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» № 842 (утверждено Правительством РФ от 24.09.2013 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Максютин Андрей Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен на расширенном заседании кафедры «Системы автоматики, автоматизированного управления и проектирования» 01.04.2026 г., протокол № 8.

Отзыв составил:

профессор каф. «Системы автоматики,  
автоматизированное управление  
и проектирование»,  
проф., д-р техн. наук, (05.13.14)

Ченцов Сергей Васильевич

02 апреля 2026 г.