

На правах рукописи

**Прус Николай Викторович
Сосновская Анна Владимировна**

**МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС
НАЗЕМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ**

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание

степени магистра по направлению Системное проектирование космических
аппаратов (27.04.03)

магистерская программа – Основы проектирования космических аппаратов
(27.04.03.05)

Красноярск 2017

Работа выполнена на межинститутской базовой кафедре прикладной физики и космических технологий Института космических и информационных технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет»

Научный руководитель:

Ковель Анатолий Архипович - доктор технических наук, доцент

Рецензент:

кандидат технических наук, Кочура Сергей Григорьевич

Защита диссертации состоится «28» июня 2017 г. в 17:00 часов в ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» по адресу:
662971, г. Железногорск, ул. Кирова, д. 12А, ауд. 106.

С аннотацией магистерской диссертации можно ознакомиться на сайте СФУ <http://edu.sfu-kras.ru/engineering> и в архиве открытого доступа:
<http://elib.sfu-kras.ru>

Руководитель магистерской программы:

доктор технических наук, доцент Виктор Евдокимович Чеботарев

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. В настоящее время разработкой и производством малых космических аппаратов занимаются различные компании и научные коллективы, как крупные, так и небольшие. Следует отметить, что на крупных предприятиях-изготовителях космических аппаратов отсутствует специализированное оборудование для проведения электрических испытаний и предстартовой подготовки малых аппаратов, а малым разработчикам не выгодно разрабатывать такое оборудование, поскольку это увеличивает стоимость их продукции. На данный момент существуют лишь автоматизированные рабочие места для проверок и подготовок «больших», традиционных космических аппаратов. Имеющиеся рабочие места обладают следующими недостатками применимо к испытаниям малых аппаратов: имеют избыточный состав аппаратных средств и являются стационарными. Данный подход не целесообразен как с экономической точки зрения (т. к. все аппаратные средства из состава комплексов должны проходить техническое обслуживание, регламентные работы и возможные ремонты), так и с позиции удобства применения данных рабочих мест.

Предмет исследования – разработка готового технического решения для фирм-изготовителей малых космических аппаратов, позволяющее гибко организовать полный цикл электроиспытаний при минимальных затратах. Мобильный комплекс будет обладать свойством тиражируемости, что позволит предложить его на рынок испытательного оборудования для наземных комплексов испытаний космических аппаратов.

Цель работы: описание готового технического решения, разработка программного обеспечения.

Для достижения целей решаются следующие **задачи:**

- Разработка требований пользователя к программному обеспечению;
- Разработка дополнительных динамически подключаемых библиотек к существующему программному обеспечению, подготовка базы команд и параметров управления аппаратной частью рабочего места;
- Разработка исходных данных на проектирование коммутационной панели, наземной кабельной сети.

Научная новизна работы

В настоящее время на борту отечественных малых космических аппаратов применяется стандарт «МКО» (аналог «MIL-STD-1553»), который морально устарел. В рамках проекта проведено исследование применения телекоммуникационного стандарта «SpaceWire» в части отработки наземных электрических испытаний. Данный стандарт представляет собой соединение «точка-точка» и топология построения сети не исследована.

Практическая значимость работы

1. Разработана контрольно-проверочная аппаратура для проведения наземных электрических испытаний.
2. Новая разработка позволяет сократить затраты на изготовление и электрические испытания малого космического аппарата.

3. Результаты используются в области космического машиностроения.

Личный вклад авторов

Все результаты исследований получены в соавторстве при личном участии авторов, основными из которых являются: проработаны различные варианты аппаратной части; выбран основной открытый магистрально-модульный стандарт для проектирования; выбраны конкретные типы оборудования; определена компоновка оборудования в стойке; проработаны варианты применения в проекте существующего программного обеспечения; проработаны исходные данные на программное обеспечение; проработаны исходные данные на коммутационную панель и наземную кабельную сеть; определена логика проведения электрических испытаний; разработаны алгоритмы циклограмм испытаний.

Место выполнения диссертации. Межинститутская базовая кафедра прикладной физики и космических технологий Института космических и информационных технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет».

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы представлены на конференциях и конгрессах: Международная конференция «Перспективы развития науки и техники» (Тамбов, 2016); Международная научная конференция «Перспектив Свободный» (Красноярск, 2016); Всероссийский инженерный конкурс (Санкт-Петербург, 2017).

Публикации. Результаты диссертационной работы отражены в 2 печатных трудах.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения. Содержит 83 страницы машинописного текста, 16 рисунков, 16 таблиц и библиографический список из 12 позиций.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы и сформулирована цель работы, отмечается ее новизна и практическая значимость.

В первой главе рассматривается постановка задачи, приводятся исходные данные для проектирования. В результате ставятся следующие задачи:

1. Проанализировать полученные исходные данные.
2. Определить состав аппаратных средств, необходимых для обеспечения испытаний, исходя из отработанной базы.
3. Выделить подсистемы, отвечающие за определенную часть работы автоматизированного рабочего места.
4. Проработать вариант конструктивной реализации рабочего места.

Во второй главе приводится сравнительный анализ и выбор основного магистрально-модульного стандарта для реализации исходных требований. Приводится состав рабочего места, и анализируются конструктивные особенности реализации. Для формирования рабочего места для проведения автономных испытаний предлагается использовать одну стойку, выполненную

в стандарте «Евромеханика», в которой будет размещаться необходимое оборудование.



Рисунок 1 – рекомендуемое расположение оборудования в стойке

Описывается комплект функциональных модулей, предназначенный для реализации требований назначения, предъявляемых к рабочему месту.

Слот										
Ethernet controller	2	1	M704-208	2	1	MCS-20	2	1	резерв	Блок питания периферии
		2	M704-208		2	MCS-20		2	резерв	
		3	M704-40		3	MCS-20		3	резерв	
		4	M704-20		4	MCS-20		4	M704	
5		1		2		3		4	5	

Рисунок 2 – размещение комплекта функциональных модулей

Приводится описание реализации коммутационной панели. Коммутационная панель представляет собой панель с установленными соединителями, предназначенными для подключения объекта контроля, данные соединители подключены переходными кабеля непосредственно к модулям рабочего места.

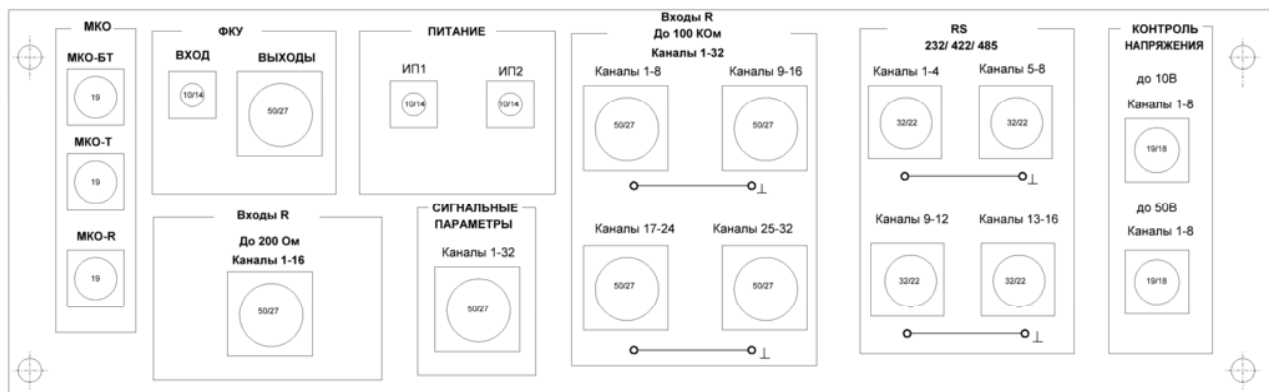


Рисунок 3 – коммутационная панель рабочего места

Приводится структурная схема контрольно-проверочной аппаратуры.

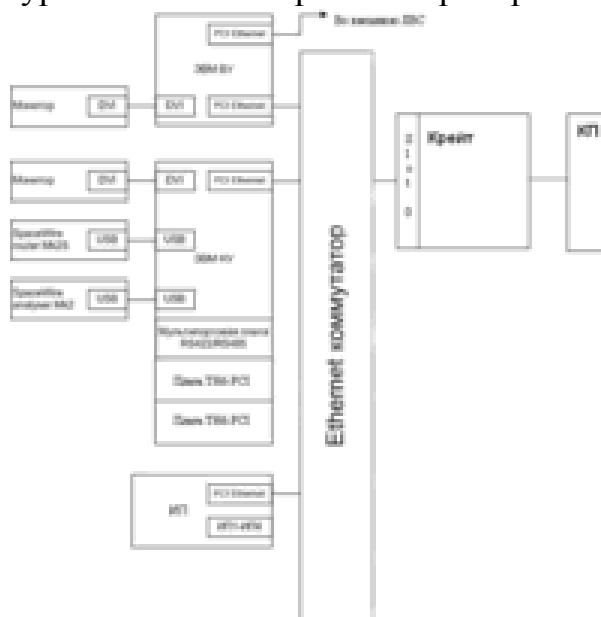


Рисунок 4 – структурная схема

Описывается программная часть рабочего места. Программное обеспечение представляет собой совокупность общесистемного программного обеспечения, специального программного обеспечения и технологического программного обеспечения, обеспечивающих автоматизированное проведение испытаний. Приводится состав программного обеспечения, список команд и параметров, требования назначения и т.д.

В третьей главе описываются основные функциональные подсистемы.

В заключении представлены основные выводы и результаты работы.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Проанализированы исходные данные, сформулированные совместно с заказчиком, в результате анализа выделены основные подсистемы рабочего места.
2. Произведен анализ аппаратных средств, необходимых для удовлетворения предъявленных требований.
3. Разработана структурная схема автоматизированного рабочего места.
4. Предложен вариант компоновки функциональных модулей в крейтах и вариант компоновки всего подобранного оборудования в стойке.
5. Предложен состав программного обеспечения, необходимого для автоматизации проведения электрических испытаний.
6. Определено функциональное назначение подсистем, входящих в состав рабочего места, приведено их подробное описание и состав, а также описаны некоторые аспекты технической реализации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана контрольно-проверочная аппаратура, которая полностью отвечает поставленным требованиям, которая позволяет произвести электрические испытания малого космического аппарата с меньшими затратами.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

1. Прус, Н. В. Применение современных открытых магистрально-модульных стандартов при тестировании ракетно - космической техники / Н.В.Прус // Научный альманах: сб. материалов Международной научно-практической конференции Перспективы развития науки и образования [Электронный ресурс]. – Тамбов, 2016. Режим доступа: <http://ucom.ru/docns.2016.04.04.pdf>

2. Прус, Н. В. Comparative analysis of the modern open standards for building bus-modular systems / Н.В.Прус // электронный сб. материалов Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Проспект Свободный-2016, посвященной году образования в содружестве независимых государств [Электронный ресурс]. – Красноярск, 2016. Режим доступа: <http://nocmu.sfu-kras.ru/digest2016/index.html>