

На правах рукописи



Иванов Марк Александрович

**МОДЕРНИЗАЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ БОРТОВОГО КОМПЛЕКСА
УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание

степени магистра по направлению Системный анализ и управление (220100.68)

магистерская программа – Системное проектирование космических аппаратов
(220100.68.05)

Красноярск 2014

Работа выполнена на Межвузовской базовой кафедре «Прикладная физика и космические технологии» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет»

Научный руководитель:

Андреев Андрей Владимирович

Рецензент:

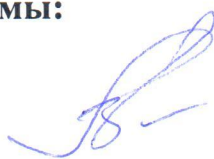
Соломатова Анна Александровна, кандидат технических наук

Защита диссертации состоится «8» июля 2014 г. в 16:00 часов в ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» по адресу:
662971, Железногорск, ул. Кирова 12А

С авторефератом 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,
профессор



В. Е. Чеботарев

ВВЕДЕНИЕ

Бортовой комплекс управления (БКУ) наряду с наземным является основным звеном в системе контроля и управления космическим аппаратом (КА) и представляет собой совокупность приборов и устройств с информационным и программным обеспечением, предназначенным для управления движением КА и функционированием бортового оборудования. Бортовая сеть обеспечивает электрический и информационно-логический интерфейс между узлами космического аппарата.

На сегодняшний день организация и архитектура автоматизированных систем управления КА в ОАО «ИСС» построена на централизованной схеме управления, основой которой является специализированная цифровая вычислительная машина (СЦВМ) и интерфейс MIL-STD-1553В. Возможности развития и модернизация такой БКУ с ее информационно-логическим интерфейсом достигли своего предела.

Для дальнейшего развития БКУ КА, разрабатываемых ОАО «ИСС», необходимо модернизировать информационно-логический интерфейс, пересмотреть топологию бортовой сети, а также архитектуру БКУ, что позволит в будущем получить унифицированную платформу всего КА.

Цель данной работы – разработка новой архитектуры бортового комплекса управления и бортовой информационно-коммуникационной сети для применения в унифицированной платформе космического аппарата.

Современная архитектура БКУ КА производства ОАО «ИСС»

В настоящей главе изложены принципы реализации бортового комплекса управления бортовой аппаратурой КА, описание его архитектуры и применяемые интерфейсы в современных КА производства ОАО «ИСС».

Подход к реализации современной архитектуры АСУ КА сложился в ОАО «ИСС» в конце 70-х годов. В его основе лежит двухконтурная схема, состоящая из наземного и бортового контуров управления, с динамическим перераспределением функций и задач между контурами на различных этапах функционирования КА. АСУ, реализующие этот подход, созданы ОАО «ИСС» и успешно эксплуатируются более 25 лет в 7-и космических программах, таких как «ЛУЧ», серии КА «ЭКСПРЕСС», «ГЛОНАСС». Отличительной особенностью таких систем являются высокие показатели по надежности, автономности и живучести КА.

Созданный в результате реализации этого подхода БКУ «Контур» прошел полный объём наземной экспериментальной отработки и квалификации. Лётная эксплуатация БКУ «Контур» начата в 1982 году, при этом общий срок работы на геостационарной орбите составляет более 100 лет в составе 20-ти КА.

БКУ «Контур» вобрал в себя опыт передовых разработок ОАО «ИСС» в части создания КА с высоким уровнем автономности и живучести, и объединяет оборудование и программное обеспечение, необходимое для осуществления мониторинга и управления КА, его полезной нагрузкой и служебными системами в процессах:

- проведения операций по сборке, интеграции и испытаниям КА;
- выведения КА на орбиту;
- проведения начальных режимов и орбитальных испытаний;
- всех этапов и режимов штатной эксплуатации;
- нештатных ситуаций и режимов сохранения живучести.

Схема БКУ «Контур» приведена на рисунке 1

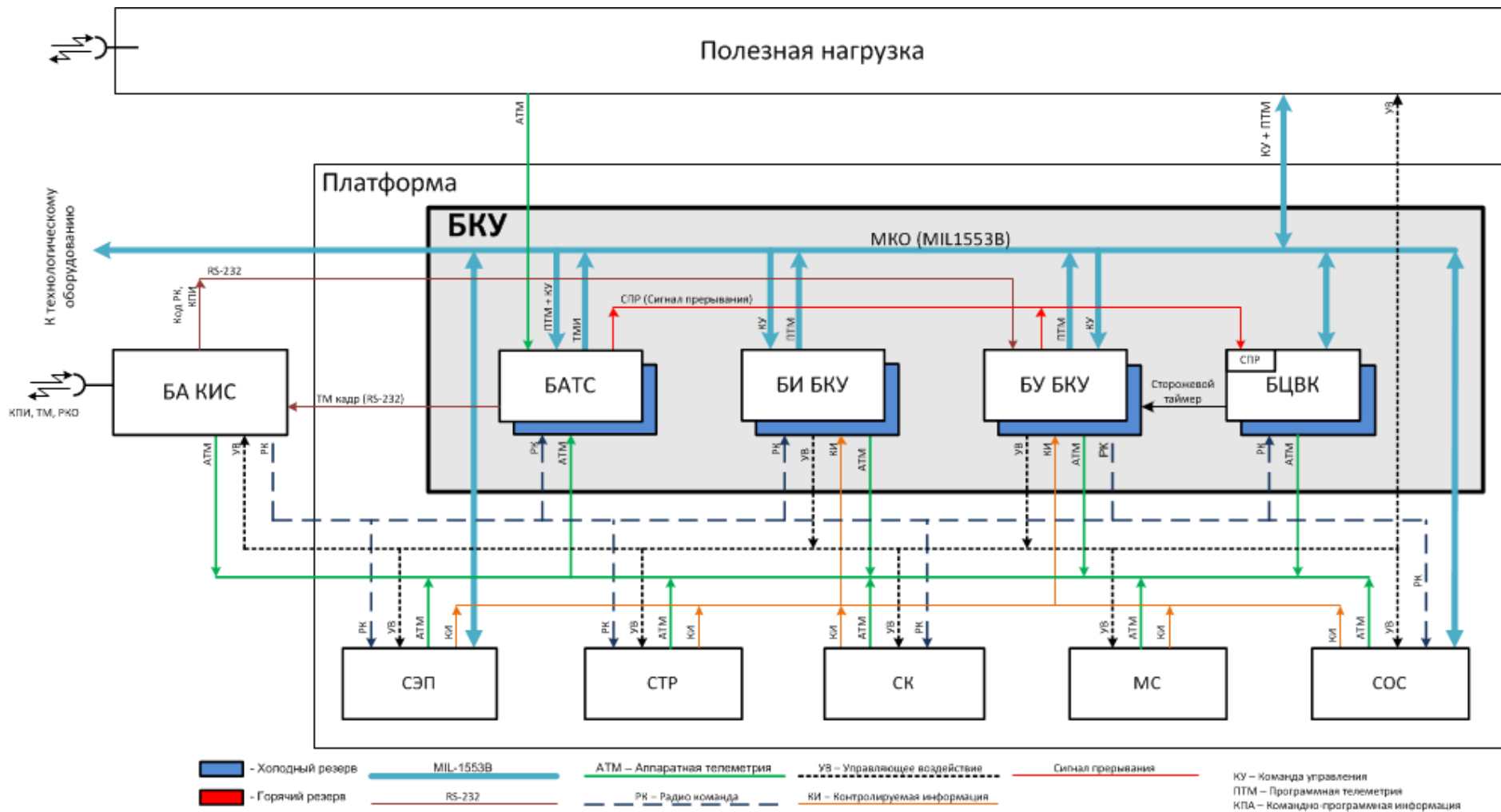


Рисунок 1. Схема БКУ «Контур»

Постановка задачи

Исходя из анализа технологий, применяемых сегодня в ОАО «ИСС», в части информационно-логического интерфейса, приведены ключевые вопросы, которые необходимо решить в рамках данной работы:

- низкое число абонентов;
- низкая пропускная способность сети;
- линейная топология шины данных,
- низкая масштабируемость;
- использование нестандартизованных интерфейсов;

Выбор технологии построения БКУ

Возможным решением недостатков существующей архитектуры системы управления КА, описанных в главе 1, является разработка масштабируемой отказоустойчивой архитектуры бортового комплекса управления на основе сетевых коммуникационных технологий. Такой БКУ позволит создать интегрированную сетевую инфраструктуру платформы КА, которая в единой аппаратно-программной среде реализует передачу всех видов информации (высокоскоростных потоков данных, потоков команд управления, пакетов данных информационно-вычислительных средств, меток системного времени и т.д.), вместо передачи каждого типа информации по разнородным интерфейсам.

На сегодняшний день наиболее подходящим и перспективным интерфейсом является интерфейс SpaceWire.

Стандарт SpaceWire ECSS-E-50-12C разработан международной европейской группой под эгидой Европейского центра космических исследований и технологий (ESTEC) Европейского космического агентства (ESA).

Структурная схема БКУ

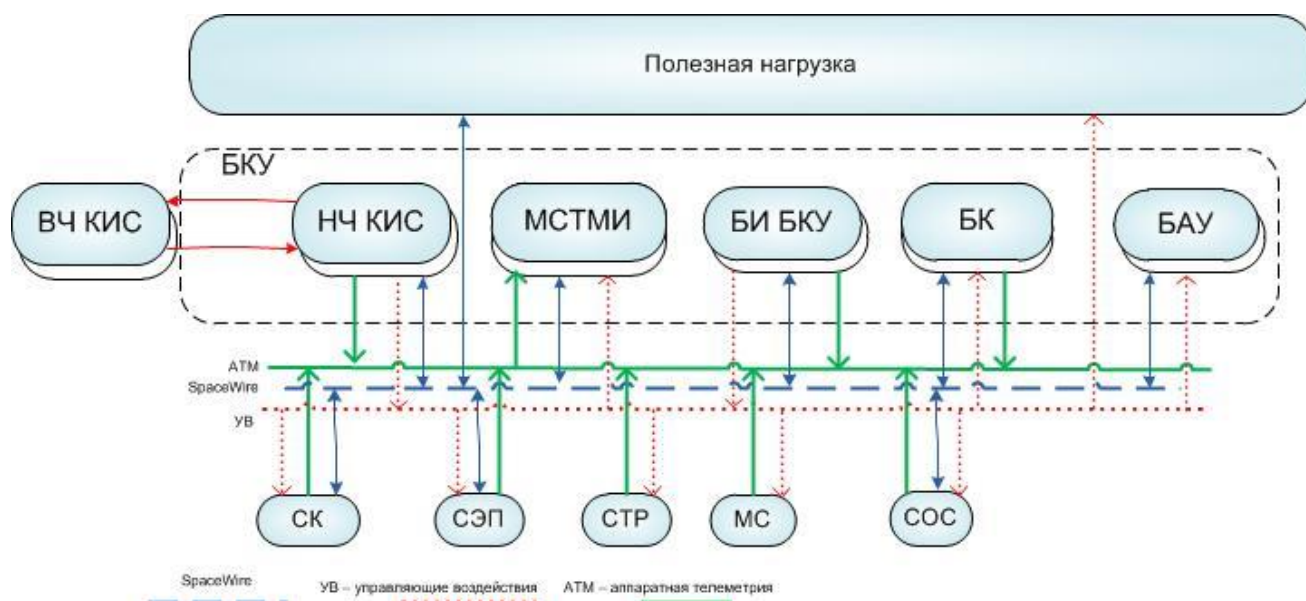


Рисунок 2 – Схема нового БКУ

Перспективным развитием БКУ-С является его реализация в виде модульной архитектуры – в виде стекового моноблока. Такая реализация значительно сократит массу, энергопотребление системы, а также время, затрачиваемое на разработку и отладку.

Однако, на сегодняшний день для организации стековой архитектуры БКУ-С необходима соответствующая российская ЭКБ, стойкая к внешним факторам космического пространства с опережающей разработкой на 2-3 года относительно потребностей поколений архитектуры БКУ-С (при поэтапном введении).

Результаты работы и перспективы развития

По результатам работы разработана новая архитектура бортового комплекса управления и бортовой информационно-коммуникационной сети для применения в унифицированной платформе космического аппарата.

На данном этапе произведен анализ современной архитектуры БКУ КА производства ОАО «ИСС», произведен выбор технологии построения современного БКУ, на основании чего предложено новое архитектурное построение с рассмотрением преимуществ нового интерфейса, определены требования к ЭКБ, рассмотрены вопросы функционирования КА в аварийном режиме. Кроме того, выдвинуты дополнительные требования к КА для решения поставленных задач, показана возможность реализации выдвинутых требований. Рассмотрен поэтапный переход на БКУ-С, где промежуточными этапами предложены комбинированная архитектура БКУ и БКУ с использованием SpaceWire внутри подсистемы. Показано текущее состояние отработки технологии SpaceWire с описанием прототипов, разрабатываемых ОАО «ИСС» совместно с НПЦ МКА – СибГАУ.

Результаты работы на более поздних этапах могут быть использованы в качестве исходных данных для проектирования бортового комплекса управления с проработкой вопросов по составу, протоколам информационно-логического обмена, исходным данным на логику функционирования БКУ-С в штатных режимах и режимах обеспечения живучести КА. Также по результатам работы будут проработаны требования, предъявляемые к остальным составным частям КА, связанные с переходом БКУ на новые принципы построения.

Развитие и отработка данного проекта предполагается в рамках малых КА (в т.ч. студенческих), инициативных работ, патентных изобретений.

На основании предложенного курса развития бортовых комплексов управления в перспективе возможно создание отдельной НИР в рамках молодежного КБ ОАО «ИСС», в том числе с привлечением заинтересованных молодых сотрудников других предприятий космической отрасли России.