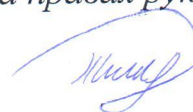


На правах рукописи



Тимофеев Сергей Владимирович

**РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЬНОГО ПОСТРОЕНИЯ
НАВИГАЦИОННОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

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:

Фаткулин Роман Фаритович, начальника сектора проектирования космических аппаратов координатно-метрических комплексов (систем)

Рецензент:

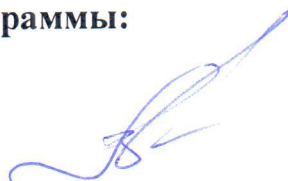
Жуков Андрей Викторович, начальник сектора отдела конструирования космических аппаратов и модулей полезных нагрузок

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

Актуальность работы.

В настоящее время спутниковая радионавигация охватывает многие сферы деятельности и повседневного быта человека. Спутниковая радионавигация является уникальным доступным средством глобального, оперативного, высокоточного определения всех параметров движущихся объектов. Для поддержания работоспособности системы спутниковой радионавигации требуется постоянное пополнение системы новыми космическими аппаратами, приходящими на смену устаревших и отработавших свой срок активного существования.

Одним из направлений развития космической техники является создание космических аппаратов на основе универсальных платформ модульного построения. Модульность космического аппарата позволяет проектировать и испытывать модули независимо друг от друга, что ускоряет процесс проектирования и создания аппарата. Так же модульность позволяет модернизировать и заменять отдельные части системы (модули) не затрагивая основную часть космического аппарата.

Проектирование КА как правило использует комплексный метод рационального проектирования, основанный на иерархической процедуре анализа и синтеза космического аппарата: внешнем проектировании КА на уровне космической системы и внутреннем проектировании КА на уровне его составных частей.

Предмет исследования – принципы модульного проектирования навигационного космического аппарата.

Цель работы: разработка навигационного космического аппарата с применением модульного принципа построения.

Новизна работы

1. Определены особенности и пути создания космического аппарата при большом числе и разнообразии, технических требований на основе модульного построения.

2. Применены унифицированные базовые конструкции при модульном построении.

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

Место прохождения международной стажировки. Institut Aeronautique et Spatial (г. Тулуза, Франция).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

В первой главе описаны общие принципы спутниковой радионавигации. Спутниковая радионавигация является уникальным доступным средством глобального, оперативного, высокоточного определения всех параметров движущихся объектов.

Глобальность зоны обслуживания, охватывающей всю поверхность нашей планеты, околоземное воздушное и космическое пространство, поддерживается свойствами орбит КА и быстрым передвижением спутников по орбитам вокруг Земли.

Оперативность получения навигационных определений за требуемое время, исчисляемое часами, минутами, секундами и менее, задается при выборе типа орбит и количества КА в орбитальной группировке.

Доступность надежной навигации при любой погоде, независимо от времени года и суток, обеспечивается применением высокочастотных радиосигналов спутника.

Высокая точность навигационных определений достигается за счет выбора метода навигации, высокой стабильности радиосигнала и бортовой шкалы времени, а также за счет высокой точности прогнозирования положения спутника на момент навигационных измерений. Спутниковые навигационные радиолинии при необходимости могут обеспечивать определение полного вектора параметров движения, таких как местоположение, направление и значение скорости, поправки времени.

Спутниковая радионавигация использует совокупность наземных и космических средств, образующих *космическую навигационную систему* (КНС) и реализующих активный или пассивный метод навигации.

В второй главе представлены принципы проектирования космического аппарата.

Одной из важных задач внутреннего проектирования КА является его компоновка, т. е. создание конструктивно-компоновочной схемы (ККС), определяющей проектно-конструкторский облик КА.

Проектный облик КА определяется его целевым назначением и орбитой функционирования, формируется его конструктивно-компоновочной схемой, типом применяемых приборов и систем, используемыми средствами выведения.

КА в конструктивном отношении представляет собой комплекс приборов и агрегатов, установленных на некоторой общей конструктивной базе и соединенных общей кабельной сетью.

Конструктивно-компоновочная схема КА определяется исходя из следующих предпосылок:

- Целевого назначения основной аппаратуры.
- Количественного состава аппаратуры, ее габаритов, веса, специальных характеристик.
- Параметров РН, т.е. размеров ЗПГ, максимального и минимального веса выводимого на заданную орбиту, специальных параметров.
- Уровня технологии, достигнутого на данный момент времени, с учетом перспективных разработок в науке и технике.

- Конкретные условия изготовителя и проектанта, большое значение имеют возможности конкретного предприятия и времени, отведенного на разработку.

Приведены общие принципы компоновки космического аппарата.

Внешняя компоновка КА.

Компоновка КА, заключающаяся в проектировании его геометрической формы, условно подразделяется на внешнюю и внутреннюю.

При внешней компоновке решается задача определения конструктивно-компоновочной схемы для транспортного и рабочего положений КА.

Внутренняя компоновка КА.

Принципы внутренней компоновки КА зависят от выбранной конструктивно-компоновочной схемы: моноблочной с герметичным или негерметичным приборным блоком и модульной.

Выбор типа приборного блока КА: герметичного или негерметичного - во многом зависит от возможностей функционирования оборудования в вакууме.

Проведен обзор ряда космических платформ негерметичного приборного исполнения.

Моноблочные ККС с негерметичным приборным блоком используются на космических аппаратах нового поколения, у которых изготовление бортового целевого комплекса в виде моноблока нецелесообразно. В этом случае параметры ККС спутника выбираются из условия оптимального размещения аппаратуры БЦК и его антенн с учетом ограничений по компоновке в зоне полезного груза РН, особенно при групповых запусках. Для моноблочных ККС унифицируется функциональное построение бортовых систем и их приборный состав, в то время как конструктивное исполнение КА может быть оригинальным.

В третьей главе представлены принципы модульного построения навигационного космического аппарата.

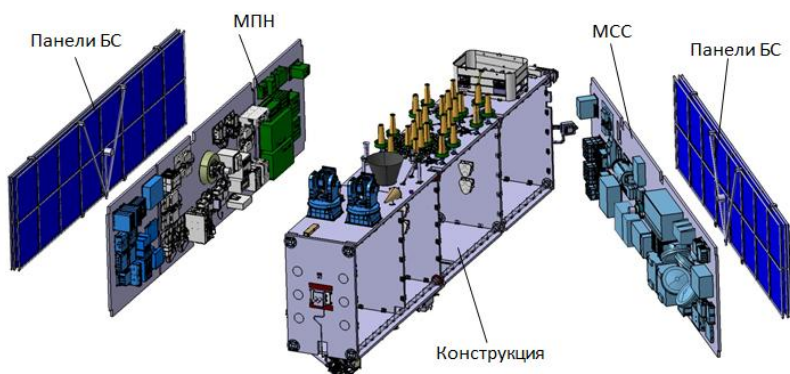


Рис. 1. Укрупненная схема членения КА

В результате анализа поставленных перед КА целевых задач, а также рассмотренных конструктивно-компоновочных схем, был определен проектный облик КА и основные характеристики, принят принцип модульно-блочного построения аппарата, как наиболее соответствующий требованиям оптимизации и унификации одновременно.

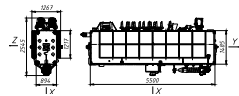


Рис.2. Транспортировочное положение КА

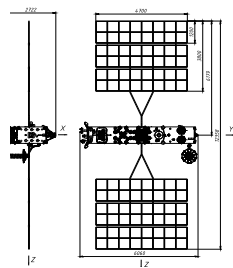


Рис.3. Рабочее положение КА

Такое решение основывается на том, что КА, разработанный на этом принципе, имеет высокие массово-энергетические характеристики, а блоки и модули, составляющие аппарат, обладают значительной степенью автономности и могут быть использованы в составе космических аппаратов, предназначенных для решения широкого круга задач. Одна из основных целей упомянутой идеологии построения – обеспечение перехода от создания уникальных единичных изделий с длительным циклом разработки и изготовления к технологии ускоренного и экономичного производства КА, содержащих в своем составе максимальное количество унифицированных функционально законченных модулей. При этом при рассмотрении вопросов унификации должны рассматриваться вопросы унификации как конструктивного исполнения и систем в целом, так и интерфейсов, протоколов сопряжения, алгоритмов управления, элементной базы, технологических процессов изготовления, стандартов обеспечения качества, методов экспериментальной отработки, испытаний и приемки. Современные служебные системы для КА должны быть построены на основе отказоустойчивого модульно-магистрального принципа с единой коммутационной средой. Также необходимо обеспечить высокую скорость разработки

систем, простоту тестирования и испытаний систем, отказоустойчивость к спецфакторам, быстродействие системы, малый вес, размер и энергопотребление системы в целом.

Представлены состав и сводка масс космического аппарата в таблице.

Таблица 1.

№ п/п	Наименование	Масса, кг
1	Бортовой информационно – навигационный комплекс (БИНК)	167,0
2	Межспутниковая лазерная навигационно - связная система (МЛНСС)	75,0
3	Бортовое синхронизирующее устройство (БСУ)	127,0
4	Оптическая ретрорефлекторная антенная система (ОРАС)	6,0
5	Бортовой комплекс управления (БКУ)	95,0
6	Антенно-фидерные устройства (АФУ)	90,0
7	Система коррекции (СК)	65,0
8	Система ориентации и стабилизации (СОС)	90,0
9	Система электропитания (СЭП)	205,0
10	Система терморегулирования (СТР)	30,0
11	Механические устройства (МУ)	85,0
12	Конструкция общего назначения	350,0
13	Бортовая кабельная сеть (БКС)	120,0
14	Грузы компенсирующие (КГ)	15,0
15	Грузы балансирующие (БГ)	20,0
16	Дополнительная полезная нагрузка (ДПН)	60,0
Итого	Навигационный космический аппарат	1600,0

Представлена структура и описание основных систем навигационного космического аппарата, состоящего из трех основных модулей:

1. Конструкция
2. Модуль служебных систем (МСС);
3. Модуль полезной нагрузки (МПН).

Представлены принципы размещения КА в зоне полезного груза ракеты-носителя. Располагаемая зона полезного груза средств выведения должна обеспечивать возможность размещения в ней КА (блока КА) в стартовом положении с необходимыми зазорами безопасности.

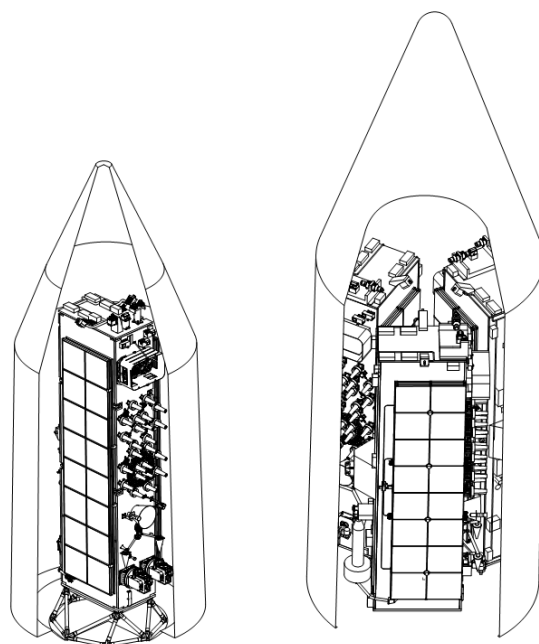


Рис.4. Блок из одного и трех КА под головными обтекателями

Представлены средства выведения КА. Средства выведения предназначены для запуска КА с требуемыми массово - габаритными характеристиками на заданную орбиту, с обеспечением необходимой точности орбитальных параметров и с учетом возможных ограничений на дату, время запуска, продолжительность участка выведения, условий совместной эксплуатации и т.д.

В заключении представлены основные выводы и результаты работы.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В данной работе определен проектный облик КА, оценены параметры служебных систем, предложен возможный состав аппаратуры полезной нагрузки, был проведен тепловой анализ модулей космического аппарата и определены средства выведения космического аппарата на орбиту функционирования.

Примененные принципы модульного построения КА могут быть использованы при создании перспективных навигационных аппаратов для системы спутниковой радионавигации.

По результатам проектной проработки КА можно заключить, что существует технологический задел, позволяющий говорить о возможности создания данного КА.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

1.Звонарь В.Д., Фаткулин Р.Ф., Ильин М.А., Тимофеев С.В. Навигационный космический аппарат на геостационарной орбите// Интеллект и наука: труды XIII Международной молодежной научной конференции «Интеллект и наука»- Железногорск, 2013. – С. 19-20.