ВЫБОР ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Бусыгин Сергей Евгеньевич

Московский технологический университет (119454, г. Москва, Проспект Вернадского, д.78) e-mail:rector@mirea.ru

Одним из направлений развития космической техники является создание малых космических аппаратов на основе универсальных платформ. Основные достоинства МКА – более низкая относительно больших космических аппаратов стоимость изготовления и запуска. Проектирование МКА является итерационным процессом, который сопровождается эволюцией проектных параметров и не может быть полностью формализован. Однако эффективность решения проектных задач может быть существенно повышена за счёт использования модульного принципа, приводящего в конечном итоге к уменьшению размерности вектора проектных параметров, а также за счёт декомпозиции задачи синтеза, т.е. решения совокупности частных проектных задач, объединённых ресурсными и информационными связями [1].

Космическая универсальная платформа (или спутниковая универсальная платформа) – это общая унифицированная структура для построения КА, которая включает в себя все служебные системы спутника (модуль служебных систем), а также конструкцию модуля полезной нагрузки (без целевой аппаратуры). Космическая универсальная платформа предназначена для дальнейшей установки и адаптации на ней целевой аппаратуры (ЦА) и обеспечения её всеми условиями для штатного функционирования и выполнения поставленных перед КА задач.

Ключевые слова: Универсальные платформы, космический аппарат, информационная связь

THE CHOICE OF THE DESIGN PARAMETERS OF THE UNIVERSAL PLATFORMS OF SMALL SATELLITES

Busygin Sergei Evgenievich

Moscow technological University (119454, Moscow, Prospekt Vernadskogo, d. 78) e-mail:rector@mirea.ru

One of directions of development of space technology is the creation of small spacecraft based on universal platforms. The main advantages of IPA is lower relatively large spacecraft, the cost of manufacturing and launch. The design of the UA is an iterative process, which is accompanied by evolution of design parameters and cannot be completely

formalized. However, the effectiveness of implementation of the project tasks can be significantly improved through the use of the modular principle, leading ultimately to the reduction of dimensionality of the vector of design parameters, as well as due to the decomposition of the synthesis task, i.e. the solution of set private the project objectives, the joint resource and information links [1].

Universal space platform (satellite or universal platform) is a common standardized structure to build ON, which includes all service systems of the satellite (the module of service systems) and the design of the payload module (without target hardware). Cosmic universal platform is designed for installation and adapting it to the target apparatus (TSA) and ensure all conditions for normal functioning and performance set up tasks.

Keywords: Universal platform, spacecraft, information communication

Особенности проектирования универсальных платформ
малых космических аппаратов

Космическая универсальная платформа (или спутниковая универсальная платформа) – это общая унифицированная структура для построения КА, которая включает в себя все служебные системы спутника (модуль служебных систем), а также конструкцию модуля полезной нагрузки (без целевой аппаратуры). Космическая универсальная платформа предназначена для дальнейшей установки и адаптации на ней целевой аппаратуры (ЦА) и обеспечения её всеми условиями для штатного функционирования и выполнения поставленных перед КА задач.

Облик универсальной платформы МКА зависит от того, какой аспект проектирования выбран в качестве ведущего. УП может рассматриваться либо как объект получения целевого эффекта, либо как система механических конструкций, в которой размещается обеспечивающая аппаратура и в которой необходимо разместить ЦА.

Проектирование МКА сводится к процедуре структурно-параметрического синтеза на основе системы физических, знаковых (в том числе математических) и комбинированных моделей. При этом применяется метод последовательных приближений с использованием на каждом шаге более подробных моделей. После того как этап структурного синтеза УП завершён, можно переходить к выбору

наилучших с точки зрения назначенных критериев эффективности значений проектных параметров [3].

В настоящее время существует ряд разработок УП, предназначенных для дальнейшего создания МКА посредством адаптации с ЦА.

В качестве примера можно указать платформы разработки британской компании SSTL (Surrey Satellite Technology Ltd., Гилдфорд, Англия). Сегодня компания предлагает пять типов платформ для реализации МКА: SSTL-50, SSTL-100, SSTL-150, SSTL-300 и SSTL-900. Платформа SSTL-100 позволяет создавать спутники различного назначения массой порядка 100 кг и обеспечивать их работу. Развитием данной платформы является SSTL-150, которая также имеет форму куба и негерметичный отсек. Но в отличие от SSTL-100 она имеет свободнонесущую архитектуру построения и размещения приборов на борту. Данные УП используются в основном для решения задач мониторинга, но могут быть использованы и для реализации научных программ. КА TUBSAT-A и TUBSAT-B созданы на базе УП TUBSAT разработки Института авиации и космонавтики Технического университета Берлина. КА TUBSAT-A предназначен для проведения в космосе научных экспериментов, испытаний новых типов солнечных батарей (СБ) и системы связи с наземными станциями. TUBSAT-B предназначен для дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). УП TUBSAT имеет негерметичное построение и использует современные принципы построения конструкции и обеспечивающей аппаратуры [4].

Современные УП разрабатываются под установку полезной нагрузки (ПН), решающей определённые классы задач. При этом каждому классу задач соответствует свой диапазон масс УП. Кроме того, конструктивно-компоновочные схемы УП имеют различное построение и основаны на различных проектных решениях.

Выбор схемы построения УП на начальном этапе является одним из ключевых в проектировании. Он затруднён вследствие разнообразия требований со стороны возможной ЦА и ограничений и в большинстве случаев проводится на основании опыта и интуиции проектировщика. Такой подход не всегда является оптимальным в плане дальнейшего выбора проектных характеристик бортовых систем. Схема построения отдельно взятой УП может подходить по всем параметрам для одной и быть непригодной для другой ЦА в случае неудовлетворения хотя бы одному из требований. Это происходит вследствие определённых ограничений, заложенных в

схему построения УП. Для уменьшения объёма ограничений необходимы новые принципы и технологии проектирования с учётом системного подхода.

Проектирование современных УП должно проводиться с использованием модульных технологий. Модульное построение заключается в интеграции в единое изделие отдельных готовых модулей бортовых систем и ЦА, разработанных под единые требования. Модульность позволяет проводить декомпозицию задачи проектирования как самой УП, так и отдельной системы, путём решения совокупности частных задач проектирования.

Методы и модели структурнопараметрического синтеза универсальной платформы

Целью создания УП является формирование платформы, которая после адаптации обеспечит необходимые условия для работы определённого класса ЦА.

Предлагается подход к проектированию УП МКА, основанный на решении задачи адаптации ЦА к минимальной базовой структуре (задача структурнопараметрического синтеза).

Модель-описание структуры универсальной платформы

Авиационная и ракетно-космическая техника

Параметры ЦА предъявляют энергетические требования к УП, которые находят отражение в сложности организации бортовой вычислительной системы (БВС) и мощности её процессора, структуре системы обеспечения теплового режима (СОТР), структуре системы электропитания (СЭП) и её мощности, построении и мощности радиоканала, структуре и мощности системы управления движением (СУД).

Анализ ЦА различного назначения показал невозможность создания универсальной конструктивно-компоновочной схемы УП и выработки состава обеспечивающей аппаратуры и схемы полёта, гарантирующих решение различных целевых задач с максимальной эффективностью. Для снижения проигрыша в показателе эффективности конкретного МКА необходимо оптимизировать структуру и характеристики минимальной базовой структуры одновременно с выработкой конструктивно-компоновочной схемы на этапе адаптации ЦА к УП.

В основе минимальной базовой структуры УП лежит типовой состав обеспечивающей аппаратуры. Данный типовой состав представляет собой минимальный набор систем обеспечивающей аппаратуры, необходимых для

эксплуатации МКА определённого класса и его функционирования на орбите. Данный типовой состав может быть изменён в сторону расширения (добавления другой обеспечивающей аппаратуры) и наращивания характеристик. В типовой состав входят управляющие модули обеспечивающих систем: БВС, модуль управления СОТР, модуль управления СЭП, модуль радиоканала, модуль управления СУД. Минимальная базовая структура УП подлежит дальнейшей оптимизации на этапе адаптации ЦА к УП. Адаптация – необходимый проектный этап доведения структуры УП до требуемой в соответствии с выполняемыми МКА задачами. Другими словами, адаптация - это поиск оптимального проектного решения УП с точки зрения критериев эффективности целевого МКА [5].

Поиск оптимального решения проводится с учётом дерева проектных ограничений, в котором сначала учитываются ограничения более высокого порядка, а потом более низкого. Работа по адаптации проводится с учётом ограничений со стороны ЦА. При этом УП должна обеспечивать работу всей бортовой аппаратуры (БА), включая целевую, т.е. иметь определённую среднесуточную мощность СЭП. При увеличении мощности потребления увеличивается мощность СЭП, что способствует увеличению массы обеспечивающей аппаратуры и площади СБ. Рост массы УП приводит к смене способа запуска, что отражается на его стоимости. Кроме того, увеличение мощности СЭП может повлечь за собой изменение баллистических характеристик и срока активного существования МКА. Таким образом, задача синтеза УП изначально является итерационной и должна решаться соответствующими методами.

Проектирование универсальных платформ малых космических аппаратов с учётом типизации и интеграции бортовых систем

В процессе предварительного проектирования УП или формирования технических требований к ней возникает необходимость в разработке проекта, в котором бы достигалась существенная экономия финансовых и материальных ресурсов при одновременном сокращении сроков реализации проекта. Такая возможность появляется при применении методов проектирования УП с учётом типизации, т.е. применением в новой разработке стандартных элементов, узлов и систем типичной конструкции, а также принципов повышения надёжности за счёт функциональной и механической интеграции. При постановке задачи типизации и интеграции применяется основная математическая модель – модель масс.[2]

В качестве параметра типизации и интеграции принят коэффициент интеграции kИнт. К данному параметру чувствительны такие критерии, как масса МУП, объём VУП и время существования ТСущ. Интеграция реализуется только по отношению к типизированной бортовой аппаратуре.

Типизация заключается в построении бортовых систем по единым конструктивным требованиям, с использованием типоразмеров при разработке. Таким образом, образуются модули и можно говорить о модульном построении бортовых систем. Модули группируются посадочными плоскостями друг к другу, образуя пакеты модулей. Высота модулей выбирается либо кратной высоте самого лёгкого модуля, либо произвольной, пропорционально массе модуля. Во втором случае при одинаковой плотности модулей получается минимальный объём пакетов

VПi (i = 1, …, n) и, следовательно, минимальный объём УП.

Процедура интеграции заключается в механическом объединёнии в одном пакете двух и более типизированных модулей бортовых систем. Коэффициент интеграции показывает степень объединёния модулей, которая выражается в отношении массы объединённых модулей типизированной аппаратуры к массе всей бортовой аппаратуры: kИнт = mТип.БА / mБА. При интеграции достигается экономия массы корпуса пакета модулей, внешних кабелей и элементов крепления модулей. Кроме того, уменьшается объём, занимаемый бортовыми системами, и следовательно объём, занимаемый МКА под обтекателем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Волоцуев В.В. Параметры универсальных платформ на базе новых инфотехнологий / Волоцуев В.В., Лукьянов С.П. // Дистанционное и виртуальное обучение. - 2014. - № 1. - С. 17-27.**
2. **Еляков А. Д. Проблемы МКА в условиях современной информационной среды // Науч.-техн. информ. Сер. 1, Орг. и метод. информ. раб. — 2015. — № 4. — С. 1-10.**
3. **Матвиенко В.В. Безопасность проектных параметров КА // Актуальные проблемы бортовых систем – 2011. - № 10. – С. 287-294.**
4. **Музурова З.М. Сущность и классификация электронных образовательных ресурсов. // Мир науки, культуры и образования. – 2015. - № 2 (51). – С. 221-225.**
5. **Петраков А.В. Основы практической защиты информации передаваемой МЦА. Учебное пособие. -М., 2015.- 281 с.**