

МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКТНОГО ОБЛИКА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДЗЗ ПО ЗАДАНЫМ ЦЕЛЕВЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ЭФФЕКТИВНОСТИ

А.Н. Кирилин¹, Р.Н. Ахметов¹, В.И. Куренков², Н.Р. Стратилатов¹, В.И. Абрашкин¹,
А.С. Кучеров², С.Л. Сафронов¹, А.А. Якишик²

¹ ОАО «Ракетно-космический центр «Прогресс», Самара, Россия

² Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева
(национальный исследовательский университет), Самара, Россия

kvi.48@mail.ru, alexandersk@mail.ru

Существует несколько подходов к выбору основных проектных характеристик и формированию проектного облика космических аппаратов ДЗЗ на основе:

- эвристического подхода, при котором проектирование ведётся «с чистого листа» (характерен для начинающих организаций или абсолютно новых проектов с бортовыми системами, работающими на новых принципах);
- установки целевой аппаратуры и обеспечивающих бортовых систем в корпусе заданных габаритов (характерен для малых КА);
- совершенствования прототипов (Янтарь-2К, Неман, Ресурс ДК, Ресурс П);
- совершенствования состава целевой аппаратуры в отсеке полезной нагрузки при неизменных характеристиках отсека служебных систем (универсальная космическая платформа Яхта, КА Кондор);
- на основе установки оптико-электронного телескопического комплекса и чувствительных датчиков на термостабилизированной платформе (КА детального наблюдения Pleades);
- на основе установки в состав КА нескольких типов целевой аппаратуры по некоторым критериям с ограничением общей массы и комплексированием работы этой аппаратуры и др.

При реализации этих подходов необходимо безусловно выполнить целевые показатели КА ДЗЗ, основными из которых являются периодичность наблюдения, линейное разрешение на местности, ширина полосы обзора, ширина полосы захвата, производительность съёмки, оперативность доставки видеoinформации на землю, срок активного существования и другие.

Особого обсуждения заслуживает подход к проектированию КА ДЗЗ по заданным целевым показателям эффективности. Суть этого подхода заключается в том, что оптимизация основных проектных характеристик КА ДЗЗ осуществляется в неявной форме, без постановки задач математического программирования, в которых требуются построения целевых функций и функций ограничений. Здесь сразу реализуется так называемая «концепция точного попадания».

Преимущества такого подхода заключаются в том, что спроектированный КА потенциально будет обладать лучшими массогабаритными, инерционными, энергетическими и другими характеристиками по сравнению с КА, спроектированными, например, на основе совершенствования прототипа с большим заимствованием элементов.

Недостатком этого подхода является то, что экономически не всегда целесообразно создавать более совершенные элементы, если можно заимствовать существующие, отработанные, хотя и с менее совершенными характеристиками.

В связи с этим КА, спроектированный по заданным целевым показателям эффективности, можно рассматривать как эталонный по массогабаритным, инерционным, энергетиче-

ческим и другим характеристикам, то есть рассматривать как виртуальный аппарат, характеризующий меру совершенствования выпускаемых изделий ракетно-космической техники.

Отметим, что, такой подход наиболее целесообразен при создании новых КА, габариты и форма которых не связаны с существенными ограничениями по их размещению на ракете-носителе (РН), например, для формирования облика малых КА ДЗЗ.

Суть предлагаемой методики сводится к формированию такой последовательности проектных действий, при которой обеспечивались бы выбор основных проектных характеристик и формирование проектного облика с минимальным количеством итераций. При этом полученные результаты в виде массогабаритных, инерционных, энергетических и других характеристик КА обеспечивали бы возможность реализации технических средств (элементов бортовых систем) с заданными характеристиками.

Приведём этапы реализации данной методики.

Исходные данные: детальность, ширина полосы захвата, ширина полосы обзора, периодичность, производительность, оперативность (не более), срок активного существования.

Ограничения: орбиты круговые, солнечно-синхронные; высота орбиты менее 1000 км; ограничения по грузоподъёмности РН (кг), ограничения по габаритам головного обтекателя (м).

1. Сбор и обработка статистических данных по КС и характеристикам КА заданного класса (для уточнения регрессионных зависимостей в программном обеспечении).

2. Выбор минимальной высоты орбиты исходя из ширины полосы захвата.

3. Оценка показателей периодичности и оперативности (с помощью программного обеспечения EFRAN, построенного на основе имитационного моделирования).

4. Уточнение параметров орбитальной группировки (количества КА, количества наземных пунктов приёма видеоинформации – для обеспечения показателей периодичности и оперативности).

5. Выбор состава и принципов работы целевой аппаратуры, бортовых систем КА.

6. Расчет массогабаритных и энергетических характеристик целевой аппаратуры, бортовых систем и конструкции КА (с помощью программного обеспечения SinteZ или проблемно-ориентированной системы автоматизированного проектирования) по заданным характеристикам целевой эффективности.

7. Передача основных рассчитанных массогабаритных характеристик из системы SinteZ или проблемно-ориентированной системы автоматизированного проектирования в систему твёрдотельного моделирования с целью автоматизированного формирования элементов с рассчитанными габаритами на рабочем поле модели сборки.

8. Разработка модели сборки КА (компоновочной схемы) в системе твёрдотельного моделирования с учётом выбранных критериев и существующих ограничений.

9. Уточнение мест и углов установки внешних элементов КА: панелей солнечных батарей, радиаторов охлаждения, блока определения координат звёзд, антенн системы спутниковой навигации, корпуса антенн фазированных решёток и др., проверка выполнимости целевых показателей эффективности КА (с помощью программы Satellit).

10. Уточнение предварительной массовой сводки и определение центровочных и инерционных характеристик.

11. Оценка стоимости КА с учётом выбора средств выведения на орбиту.

12. Разработка твёрдотельных моделей установки КА под головным обтекателем РН и анимации отделения и развертывания КА.

13. Оперативная распечатка протоколов с видами КА и проектными характеристиками.

Точность нахождения массогабаритных и энергетических характеристик КА, найденных с помощью программы SinteZ, зависит от точности используемых уравнений связи (моделей). Сбор статистики и обработка статистических материалов . организуется с целью уточнения некоторых моделей, используемых в этом программном обеспечении.

В докладе на простом примере показана реализация предложенной методики.

Секция 5. Проектирование и конструирование малых космических аппаратов и их систем

Использование предлагаемой методики в совокупности с разработанным программным обеспечением позволяет ускорить процесс выбора основных проектных параметров и формирование конструктивного облика проектируемых КА ДЗЗ. Массогабаритные, инерционные и энергетические характеристики КА, рассчитанные по данной методике, могут рассматриваться в качестве эталонных с целью суждения о степени совершенства КА.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ.