

УДК 629.78

**Салмин В.В., Ткаченко С.И., Волоцув В.В., Сафронов С.Л., Ткаченко И.С., Шиханов С.В., Кауров И.В., Иванушкин М.А., Волгин С.С.**

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАЛОМАССОГАБАРИТНОГО НИЗКООРБИТАЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ НИСХОДЯЩЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

В последние годы во многих отраслях промышленности, в частности при проектировании и конструировании новых изделий ракетно-космической техники (РКТ), практически повсеместно наблюдается применение современных информационных технологий, таких как автоматизированное управление проектированием, работа с большими сборками, параллельное проектирование с участием большого числа исполнителей.

Существуют два принципиально различных метода, которые используют предприятия при проектировании новых изделий: нисходящее и восходящее проектирование.

Принцип восходящего проектирования, состоит в том, что детали, входящие в одну сборку, проектируются отдельно друг от друга.

Нисходящее проектирование отличается тем, что работа начинается с определения компоновки и структуры будущего изделия, и только как все связи между деталями определены, начинается моделирование отдельных компонентов изделия. [1]

Целью данной работы являлась разработка эскизного проекта маломассогабаритного космического аппарата (МКА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с применением принципов нисходящего проектирования.

К тактико-техническим характеристикам проектируемого МКА были предъявлены следующие требования:

- масса – не более 750 кг;
- срок активного существования – не менее 5 лет;
- целевая аппаратура должна обеспечивать получение изображений земной поверхности сверхвысокого разрешения;
- обзорность (полоса захвата) целевой аппаратуры – не менее 25 км.

Опираясь на ТТХ проектируемого МКА, была сформулирована концепция аппарата.

Проектируемый космический аппарат должен функционировать на низкой солнечно-синхронной орбите высотой 400 км. Для обеспечения требуемой полосы захвата

было решено использовать оптико-электронный комплекс с двумя оптическими системами, расположенными под углом.

МКА должен иметь модульное построение в виде конструктивно и функционально обособленных двух негерметичных отсеков (модулей): модуля служебных систем (МСС) и модуля целевой аппаратуры (МЦА).

Разрабатываемый МКА должен иметь конструктивно-силовую схему, в виде вытянутого по направлению движения на орбите шестигранника, который состоит из шести несущих сотовых панелей и жесткого каркаса, на который они устанавливаются. Применение в составе сотовых панелей тепловых труб обеспечит необходимую термостабилизацию установленной на внутренней поверхности бортовой аппаратуры и эффективное распределение излишка тепла по радиатору-охладителю.

Длительный срок активного существования должен обеспечиваться наличием электрореактивной двигательной установки, служащей для поддержания заданной высоты орбиты и маневрирования космического аппарата в процессе выполнения целевой задачи.

Используемая бортовая аппаратура должна состоять из уже существующих приборов и агрегатов, что позволит минимизировать и упростить опытно-конструкторские работы, повысить коэффициент применяемости, а также обеспечить высокую взаимозаменяемость составных частей внутри космического аппарата. В качестве аппарата-аналога при разработке проекта рассматривалась космическая платформа «АИСТ-2» совместной разработки АО «РКЦ «Прогресс» и Самарского университета.

Исходя из сформулированных выше требований к разрабатываемому МКА в системе ProEngineer/Creo разработана мастер-геометрия, представленная на рисунке 1, которая задает основные системы координат, предварительные геометрические размеры изделия, конструктивно-силовую схему, взаимное расположение составных частей изделия, а также основные плоскости МКА.

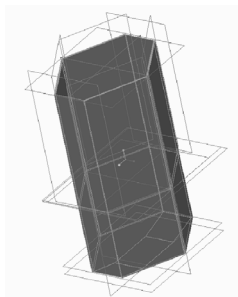


Рисунок 1 – Мастер-геометрия проектируемого МКА

На раме корпуса МКА организованы: конструктивный интерфейс с силовыми кронштейнами для крепления МКА к устройству отделения и установки датчиков; места для крепления сотовых панелей, места для крепления батарей солнечных.

Следующим этапом была параллельная проработка МЦА и МСС, в процессе которой размечались зоны крепления и расположения целевой и обеспечивающей аппаратуры, а также внешних устройств – антенных устройств высокоскоростной радиолинии (ВРЛ), контрольно-измерительной системы (КИС), бортового синхронизирующего координатно-временного устройства (БСКВУ), бортовой системы телеметрической информации (БСТИ) [2] (рисунок 2).

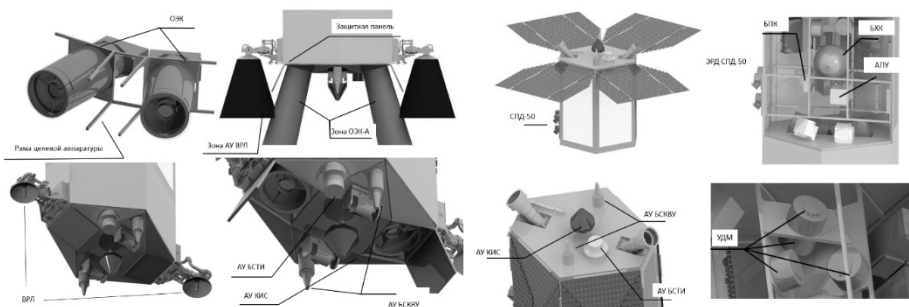


Рисунок 2 – Расположение аппаратуры в МЦА и МСС

В качестве целевой аппаратуры для МКА два блока опико-электронной аппаратуры «Аврора» (разработка ПАО «Красногорский завод им. С.А. Зверева»), которая в настоящее время проходит этап летно-конструкторских испытаний в составе МКА «АИСТ-2Д», запущенного на орбиту 28.04.2016 г. с космодрома Восточный.

На этом этапе прорабатывалась компоновка бортовой обеспечивающей аппаратуры, учитывались требования по тепловому режиму работы приборов, зоны излучения передающих и принимающих устройств.

Результатом проделанной работы является, так называемая, управляющая сборка проектанта, представленная на рисунке 3, которая содержит информацию для проведения будущих конструкторских работ.

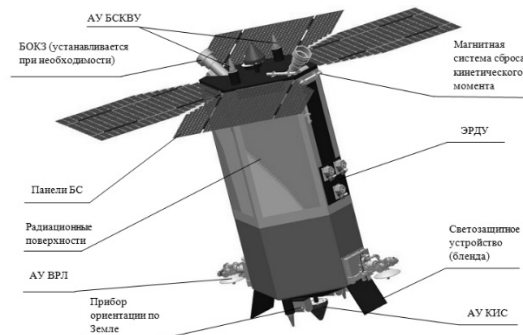


Рисунок 3 – Управляющая сборка проектанта

Принятый модульный принцип построения МКА [3] обеспечивает возможность создания на его основе различных модификаций МКА видового наблюдения.

Для увеличения срока активного существования, разрабатываемого МКА на низкой околоземной орбите предложена установка на его борту электрореактивной двигательной установки (ЭРДУ) [4]. ЭРДУ служит для создания импульсов тяги с помощью двигателей типа СПД-50 (разработка ОКБ «Факел») для осуществления маневра перехода с орбиты выведения на рабочую орбиту, в том числе при вводе МКА в состав орбитальной системы, а также маневров поддержания параметров рабочей орбиты и трассы полета.

ЭРДУ состоит из следующих блоков (сборочных единиц): электрореактивный двигатель марки СПД-50, блоки газораспределения БГР-50, аппаратура преобразования и управления (АПУ), блок подачи ксенона (БПК), блок хранения ксенона (БХК), межблочные кабели и трубопроводы.

В результате проектирования с применением методологии нисходящего проектирования разработан эскизный проект МКА «Зоркий», внешний облик которого представлен на рисунке 3.

Основные ожидаемые тактико-технические характеристики МКА «Зоркий»: масса МКА – 727,5 кг, срок активного существования МКА – 5 лет, ЦА обеспечивает получение изображений с разрешением – 1,5 м, оперативность – не более 2 часов с момент получения снимка, обзорность (полоса захвата) целевой аппаратуры – 38 км.

#### **Библиографический список**

1. Комарова, Л.А. Применение технологии нисходящего проектирования, основанной на решениях windchill pdmlink и sapr pro/engineer, для разработки изделий ракетно-космической техники [Текст]/ Л.А. Комарова, А.Н. Филатов//Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Вып. 1. – С. 297-303.

2. Ахметов, Р.Н. Выбор мест установки антенн навигационной системы на корпусе космического аппарата ДЗЗ [Текст]/ Р.Н. Ахметов, В.И. Куренков, Н.Р. Стратилатов и др.// Вестник СГАУ. – 2013. – №4(42). – С. 59-69.

3. Абрашкин, В.И. Проектирование малых космических аппаратов на основе модульных технологий [Текст]: учеб. пособие / В.И. Абрашкин, В.В. Волоцуев, В.И. Куренков, А.Г. Прохоров, С.Л. Сафронов, В.В. Салмин, С.И. Ткаченко, И.С. Ткаченко. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. – 88 с.

4. Салмин, В.В. Поддержание заданных орбитальных параметров космического аппарата с помощью двигателей малой тяги [Текст]/ В.В. Салмин, В.В. Волоцуев, С.В. Шиханов // Вестник СГАУ. – 2013. – №4(42). – С. 248-254.