

УДК 629.78

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЕКТНОГО ОБЛИКА АВТОМАТИЧЕСКИХ МЕЖПЛАНЕТНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Курочкин Д.В., Старинова О.Л.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Современные проекты автоматических космических аппаратов (КА) конкурируют друг с другом по ряду критериев. Предпочтение отдается многоцелевым автоматическим межпланетным КА, способным выполнять различные цели. Это усложняет проектно-баллистическую оптимизацию перелетов и КА, но позволяет повысить эффективность межпланетных миссий в целом. Проектно-баллистическая оптимизация направлена на снижение издержек и достижение максимальной эффективности КА.

Решение задачи проектно-баллистической оптимизации требует формального описания проектного облика и движения КА. Проектный облик КА определяется уравнением баланса масс, которое представляет стартовую массу космического аппарата как сумму масс отдельных функциональных частей. Масса этих частей определяется вектором проектных параметров КА и длительностью работы двигателей, необходимой для выполнения целевой задачи.

Баллистическая часть задачи оптимизации сводится к определению оптимальных законов управления и соответствующих им траекторий движения, доставляющих минимум суммарному моторному времени перелета. Проектная часть задачи оптимизации сводится к определению оптимального вектора проектных параметров, обеспечивающего минимум стартовой массы КА.

В соответствии с методикой проектно-баллистической оптимизации межпланетных миссий [1] был разработан программный комплекс, осуществляющий расчет оптимальных баллистических схем перелетов, проектных параметров КА и отображение полученного проектного облика КА.

Программный комплекс реализован в среде программирования Delphi 7 с использованием среды Solid Works 2001. На рисунке 1 приводится укрупненный алгоритм работы комплекса.



Рисунок 1. Укрупненный алгоритм работы программного комплекса

Программный комплекс позволяет:

- 1) последовательно проводить баллистическое моделирование и оптимизацию межпланетных миссий КА;
- 2) определять оптимальные проектные параметры и подбирать тип двигательных установок и систем энергоснабжения КА из встроенной базы данных;
- 3) рассчитывать массогабаритные параметры систем КА и отображать упрощенный проектный облик КА с помощью библиотеки графических примитивов.

Результаты проектно-баллистической оптимизации миссии Земля-Юпитер показаны на рисунках 2-3. На рисунке 2 представлены результаты баллистической оптимизации миссии Земля-Юпитер осуществляемой КА с двигателем малой тяги и солнечной энергетической установкой. Процедура баллистической оптимизации проводилась с учетом возможности совершения гравитационных маневров в сферах действия промежуточных планет. Было показано, что оптимальной баллистической схемой является перелет Земля-Венера-Юпитер.

Для данной баллистической схемы была проведена оптимизация проектных параметров КА и выбрана энергодвигательная установка из числа реально существующих двигателей (СПД-140). Найденные параметры систем КА позволяют приблизительно вычислить массы и геометрические размеры этих систем. Геометрические параметры систем КА рассчитываются исходя из их представления в виде объемных примитивов. Полученный упрощенный проектный облик КА показан на рисунке 3. Различные вспомогательные системы, системы крепления, датчики, элементы радиолокационного оборудования не моделировались.

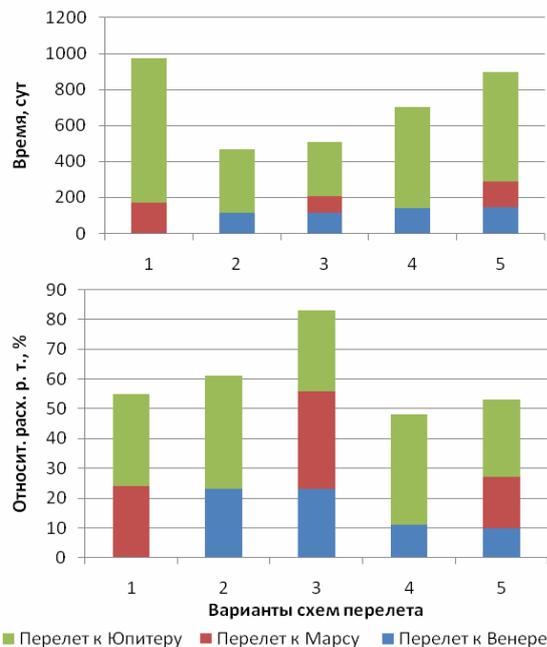


Рисунок 2. Результаты баллистической оптимизации миссии Земля-Юпитер с использованием гравитационных маневров

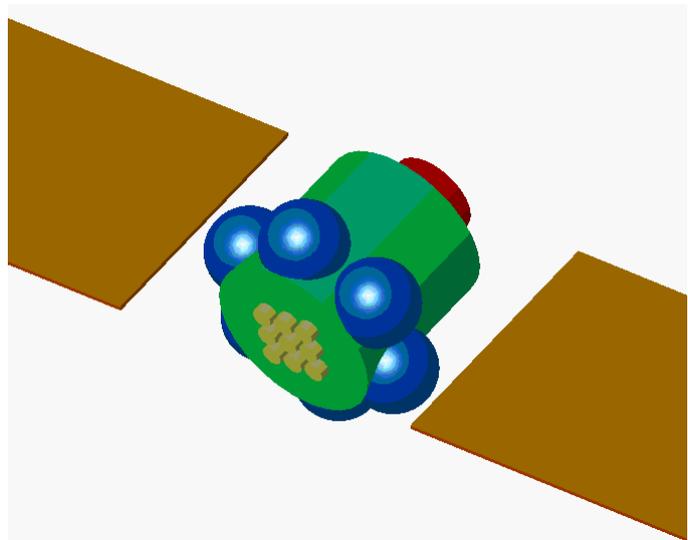


Рисунок 3. Результат упрощенного отображения проектного облика КА с солнечной энергодвигательной установкой малой тяги для перелета к Юпитеру

Разработанные методика и технология проектирования позволяют автоматизировать и ускорить процесс поиска оптимальных параметров межпланетных миссий, создать общее представление о соотношении габаритных размеров и взаиморасположении систем КА, отработать алгоритм автоматического расчета массогабаритных параметров и визуализации по результатам проектно-баллистической оптимизации.

Список источников

1. Старинова, О.Л. Расчет межпланетных перелетов космических аппаратов с малой тягой [Текст]. – Самара: Изд-во Самара. научного центра РАН, 2007. – 196 с.