

УДК 629.7

**РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО БЛОКА ВЫВЕДЕНИЯ,  
ВКЛЮЧАЮЩЕГО ХИМИЧЕСКИЙ РАЗГОННЫЙ БЛОК И  
ЭЛЕКТРОРАКЕТНЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ МОДУЛЬ, ДЛЯ ДОСТАВКИ  
ПОЛЕЗНЫХ НАГРУЗОК НА ГЕОСТАЦИОНАРНУЮ ОРБИТУ**

Русских А. С.

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

Комбинированный блок выведения включает химический разгонный блок (ХРБ) «Фрегат» и электроракетный транспортный модуль (ЭРТМ), который проектируется на основе получаемых проектно-баллистических параметров, определяемых в большой степени баллистической схемой перелёта.

Комбинированная схема межорбитального перелёта предполагает использование на первом этапе ХРБ для формирования промежуточной орбиты, а на втором – ЭРТМ для доведения орбиты до целевой. В качестве целевой может рассматриваться любая достаточно удалённая от начальной орбита, отличающаяся от неё по величине большой полуоси, наклонению и эксцентриситету.

Для оптимизации и расчёта проектно-баллистических параметров перелёта с комбинированной двигательной установкой использовалось программное обеспечение, разработанное на кафедре космического машиностроения СГАУ. Данное программное обеспечение позволяет производить расчёты проектных и баллистических параметров движения КА с химическим разгонным блоком на первом этапе полёта и электроракетным транспортным модулем на втором; оптимальной даты старта и долготы восходящего узла или времени пребывания тени Земли; времени нахождения КА в радиационных поясах Земли и полученной дозы радиоактивного излучения.

Анализ результатов расчёта показал, что использование комбинированного блока выведения позволяет доставить ракетой-носителем среднего класса «Союз-2.б» на геостационарную орбиту полезную нагрузку массой до 2400 кг, например, КА на базе универсальной космической платформы «Экспресс-1000» и «Экспресс-1000Н».

Основными элементами ЭРТМ являются блок электроракетных двигателей, система хранения и подачи топлива, двигательная установка системы ориентации и стабилизации, солнечные батареи и их панели, корпус. Именно эти элементы ЭРТМ и определяют его проектный облик и габаритно-массовые характеристики. Их выбор осуществлялся из существующих и хорошо зарекомендовавших себя в ходе эксплуатации узлов и агрегатов.

В качестве двигателей ЭРТМ выбраны стационарные плазменные двигатели СПД-140 разработки ОКБ «Факел», рабочим телом которых служит ксенон. Для его хранения использованы баллоны производства ФГУП «НИИмаш». Для обеспечения блока выведения необходимой электроэнергией устанавливаются наиболее эффективные солнечные батареи на основе арсенида галлия, производимые ОАО «Сатурн».

По полученным данным была разработана трёхмерная модель комбинированного блока выведения (рис. 1) и проверены условия его размещения с полезной нагрузкой под головным обтекателем ракеты-носителя.



Рис. 1. Трёхмерная модель комбинированного блока выведения

#### Библиографический список

1. Салмин, В.В. Методы оптимизации проектно-баллистических характеристик околоземных и межпланетных ка с электрореактивными двигателями малой тяги [Текст]/ В.В. Салмин, С.А. Ишков, О.Л. Старинова, В.В. Волоцуев, М.Ю. Гоголев, Г.А. Коровкин, К.В. Петрухина, И.С. Ткаченко, А.С. Четвериков //Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. – 2010. – №2. – С. 1-25.
2. Малышев, Г.В. Применение электроракетных двигателей для выведения, коррекции орбиты и поддержания группировок спутниковых систем [Текст]/ Г.В. Малышев, В.М. Кульков, Ю.Г. Егоров//Полёт. – 2006. –№7. – С. 82-88.
3. Архипов, Ю. С. Опыт создания композитных ёмкостей для космических аппаратов типа «Экспресс» [Текст]/ Ю. С. Архипов, С. А.Булдашев, А. И. Дудин, А. Н. Ермаков //ФГУП «НИИ машиностроения». – Нижняя Салда. – С. 1-4
4. ЖРДМТ от 0,5 кгс до 250 кгс [Электронный ресурс]. <http://kbhmisaeva.ru/main.php?id=33>.
5. Солнечные батареи [Электронный ресурс]. [http://www.saturn-kuban.ru/solar\\_battery.html](http://www.saturn-kuban.ru/solar_battery.html).
6. Электрореактивные двигатели [Электронный ресурс]. Wikipedia.ru.