

**Садыков О.Ф., Мордасов В.И.**

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСПОРТНОГО КОСМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В СОВРЕМЕННЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПРОГРАММАХ**

### **Введение**

В настоящее время космическая техника гражданского назначения применяется для решения разнообразных задач, а именно: транспортировка полезных грузов (ПГ) на различные орбиты назначения (в т.ч. перевозка космонавтов и грузов на международную космическую станцию (МКС), на орбиты планет Солнечной системы и за её пределы), создание карт земной поверхности, метеорологические наблюдения, научные эксперименты, организация опытно – промышленного производства.

В части решения задачи транспортировки ПГ на орбиты назначения приоритетными направлениями в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах различных конструкторских бюро ракетно-космической отрасли РФ являются:

- модернизация конструкции и технологии производства современных ракет космического назначения (РКН), разгонных блоков (РБ) и блоков выведения (БВ);
- разработка новых средств выведения и доставки, в т.ч. транспортных орбитальных средств и межорбитальных буксиров [1, 2];
- разработка новых программ полета по доставке ПГ на орбиту назначения.

В данной статье представлен проект транспортного космического комплекса и рассмотрена возможность применения данного комплекса в космических программах.

### **Транспортный космический комплекс**

Транспортный космический комплекс (ТКК) – это космический комплекс, обеспечивающий транспортировку полезного груза в космическом пространстве на орбитах в диапазоне высот 190-1000 км с помощью орбитальной группировки космических аппаратов (рис. 1).

Концепция ТКК обеспечивает формирование структуры комплекса, согласованное функционирование и развитие транспортных орбитальных средств и наземной инфраструктуры с целью максимального удовлетворения транспортных потребностей в космическом пространстве при минимальных затратах.

Схема обеспечения межорбитальной перевозки полезных грузов согласно определению и концепции транспортного космического комплекса представлена на рис. 1.

На рис. 1 введены следующие обозначения: 1 – полезный груз; 2 – транспортное орбитальное средство.

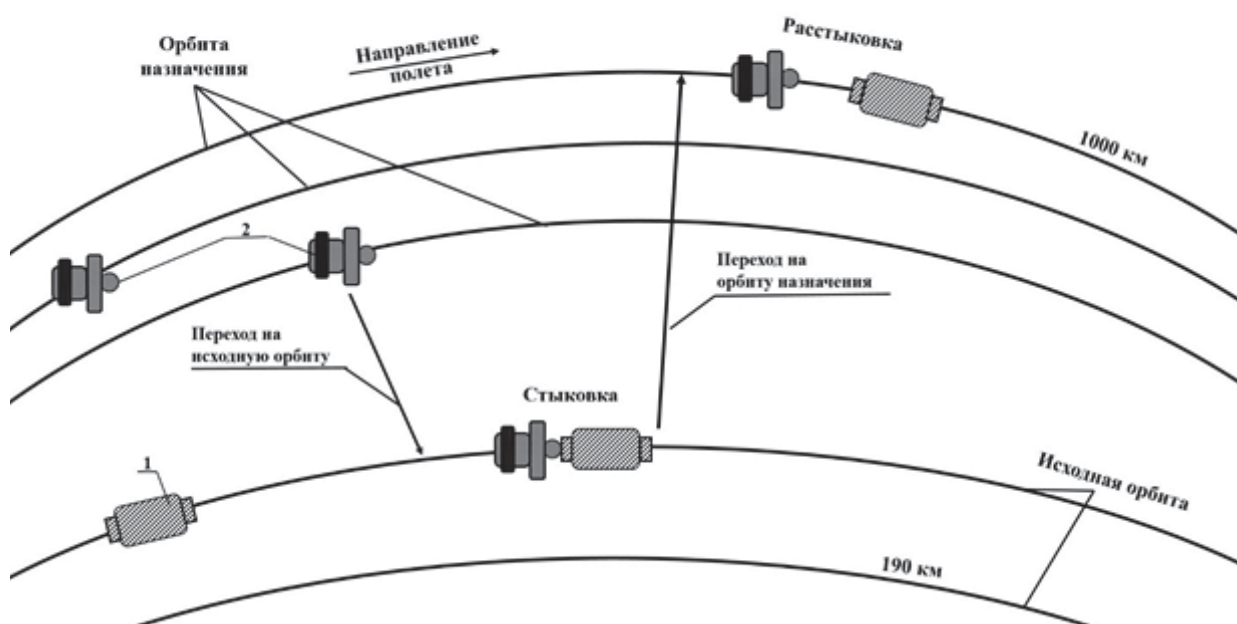


Рис.1. Схема обеспечения межорбитальной перевозки полезных грузов транспортным космическим комплексом

Состав ТКК предполагает орбитальную группировку космических аппаратов, орбитальную базу, центр управления полетами космических аппаратов.

Орбитальная группировка космических аппаратов – это совокупность транспортных орбитальных средств, расположенных на орбитах в диапазоне высот 190-1000 км и обеспечивающих запланированную и оперативную межорбитальную перевозку ПГ. В состав орбитальной группировки космических аппаратов входит минимум два аппарата: первый на постоянном дежурстве, второй – в резерве.

Транспортное орбитальное средство (ТОС) – это орбитальное средство многократного использования, предназначенное для межорбитальной перевозки ПГ.

Классифицировать ТОС необходимо по следующим группам:

– по типу применения первичного источника электроэнергии (солнечная батарея или ядерная энергоустановка);

– по типу применения ракетных двигателей в объединенной двигательной установке (ТОС с жидкостными ракетными двигателями или ТОС с электрическими ракетными двигателями или ТОС с жидкостными и электрическими ракетными двигателями).

На орбитах в диапазоне высот 190-1000 км функционирует ТОС, в конструкцию которого должны входить: лазерная система обнаружения и сопровождения, солнечные батареи и объединенная двигательная установка на основе жидкостных и электрических ракетных двигателей (*сокр.*: транспортное орбитальное средство с солнечными батареями) [3, 4].

На орбитах высотой более 800 км функционирует ТОС, в конструкцию которого должны входить: лазерная система обнаружения и сопровождения, ядерная энергоустановка и объединенная двигательная установка на основе электрических ракетных двигателей (*сокр.*: транспортное орбитальное средство с ядерной энергоустановкой) [5, 6].

Транспортное орбитальное средство с солнечными батареями – модульное орбитальное средство, которое состоит из функционально-служебного, топливного, энергетического и узлового модулей.

Функционально – служебный модуль предназначен для реализации управляющих и обеспечивающих функций транспортного орбитального средства в орбитальном полете. Он включает в себя герметичный приборный отсек со стыковочным узлом и негерметичный агрегатный отсек [7 – 9].

В приборном отсеке установлена аппаратура бортовых систем корабля, и поддерживаются необходимые условия для ее работы в орбитальном полете [7 – 9].

В агрегатном отсеке смонтирована объединенная двигательная установка. В состав объединенной двигательной установки включены: двигательная установка коррекции на основе жидкостных ракетных двигателей многократного включения и двигательная установка ориентации и стабилизации на основе электрических ракетных двигателей [7 – 9].

Топливный модуль предназначен для хранения компонентов топлива, жидкостей и газов и снабжения ими двигательных установок ТОС [10].

Энергетический модуль предназначен для генерирования энергии, ее преобразования, стабилизации и обеспечивает коммуникацию с потребителями энергии на ТОС [10].

Узловой модуль обеспечивает выполнение стыковки ТОС с космическим аппаратом (КА) и последующую их расстыковку. Конструктивно модуль состоит из двух осевых стыковочных узлов и боковых стыковочных узлов количеством до четырех в зависимости от модификации модуля [10].

Орбитальная база – орбитальное средство, предназначенное для топливно-энергетического и программного обеспечения, технического обслуживания и ремонта орбитальных средств и их модулей [10].

Центр управления полетами космических аппаратов обеспечивает формирование, передачу, прием, обработку, хранение, документирование информации при непрерывном процессе управления полетами космических аппаратов в период эксплуатации ТКК [10].

В ближайшие 15 лет сформировать ТКК (с точки зрения экономической эффективности и конструкторско-технологической возможности космической отрасли) целесообразно из следующих соображений:

- орбитальная группировка космических аппаратов состоит из двух аппаратов, при этом резервный аппарат находится в режиме ожидания на орбите в диапазоне высот 600-700 км;

- основной единицей в орбитальной группировке космических аппаратов использовать современный разгонный блок или блок выведения с выполнением программы полета по маршруту «орбита высотой 190 км – орбита МКС – стыковка с МКС (при необходимости) – орбита высотой 1000 км – орбита МКС – стыковка с МКС (при необходимости) – орбита высотой 190 км» минимум четыре раза в год;

- функции орбитальной базы в части топливно-энергетического и программного обеспечения, технического обслуживания и частичного ремонта модулей разгонного блока или блока выведения будут выполняться на МКС.

Возможно два варианта применения ТКК в федеральной космической программе Российской Федерации на 2016-2025 годы.

Вариант 1. ТКК в программе МКС.

Задачи, решаемые ТКК в программе МКС:

- транспортировка ежегодно тремя КА серии «Прогресс МС» ПГ на космическую станцию по маршруту «орбита высотой 190 км – орбита МКС (орбита высотой от 410 до 440 км) – орбита высотой 190 км» в период с 2016 г. до 2021 г.;

- перевозка ежегодного отряда космонавтов на четырех космических аппаратах серии «Союз МС» по маршруту «орбита высотой 190 км – орбита МКС (орбита высотой от 410 до 440 км) – орбита высотой 190 км» в период с 2016 г. до 2021 г.;

- экстренная эвакуация экипажа с космической станции с последующей посадкой на поверхность Земли.

Вариант 2. ТКК в программе увеличения орбитальной группировки спутников дистанционного зондирования Земли до 23 КА к 2025 г.

Рассмотрим КА «Ресурс-П» №4, №5 разработки АО «РКЦ «Прогресс». Задачи, решаемые ТКК в данной программе, заключаются в транспортировке КА транспортным орбитальным средством по маршруту «орбита высотой 190 км – околокруговая солнечно-синхронная орбита со средней высотой от 470 до 483 км».

По предварительным расчетам обоих вариантов необходимы следующие технические характеристики ТОС: параметр суммарного времени работы маршевого ракетного двигателя 4000 сек; параметр по числу включений ракетного двигателя – 35 (минимум); топливный модуль ТОС должен вмещать до 6000 кг топлива (для буксировки семи КА на МКС и обратно) [11].

Таким образом, транспортный космический комплекс обеспечивает постоянный межорбитальный грузопоток ПГ по орбитам в диапазоне высот от 190 до 1000 км по следующим направлениям: транспортировка пилотируемого КА по маршруту «орбита высотой 190 км – космическая станция (международная, российская и др.) – орбита высотой 190 км»; доставка КА на орбиту назначения (на орбиту функционирования); транспортировка КА (орбитального средства) по маршруту «орбита функционирования – новая орбита назначения».

### **Библиографический список**

1. Сердюк, В.К. Проектирование средств выведения космических аппаратов [Текст] / В.К. Сердюк. – М.: Машиностроение, 2009. – 504 с.
2. Лозино-Лозинский, Г.Е. Авиационно–космические системы [Текст] / Г.Е. Лозино-Лозинский, А.Г. Братухин. – М.: Изд-во МАИ, 1997. – 416 с.
3. Мордасов, В.И. Проектирование лазерных систем авиационного и космического назначения: Учебное пособие. Ч.1 [Текст] / В.И. Мордасов, В.Н. Гришанов. – Самара: СГАУ, 1995. – 121 с.
4. Мордасов, В.И. Проектирование лазерных систем авиационного и космического назначения: Учебное пособие. Ч.2 [Текст] / В.И. Мордасов, В.Н. Гришанов. – Самара: СГАУ, 1995. – 171 с.
5. Хамиц, И.И. Концепция космической транспортно-энергетической системы на основе солнечного межорбитального электроракетного буксира [Текст] / И.И. Хамиц, И.М. Филиппов, Л.С. Бурыйлов, С.М. Тененбаум и др. // Космическая техника и технологии. – 2017. – № 1 (16). – С. 32-40.

6. Кувшинова, Е.Ю. Сравнительный анализ технико-экономической эффективности применения многоразовых межорбитальных буксиров с ядерной электроракетной двигательной установкой и одноразовых химических разгонных блоков в транспортных операциях по доставке полезных грузов на окололунную орбиту [Текст] / Е.Ю. Кувшинова, В.Н. Акимов, Н.И. Архангельский, В.М. Нестеров // Космическая техника и технологии. – 2016. – № 3 (14). – С. 62-70.

7. Гуцин, В.Н. Основы устройства космических аппаратов [Текст] / В.Н. Гуцин. – М.: Машиностроение, 2003. – 272 с.

8. Гаврилов, В.Н. Автоматизированная компоновка приборных отсеков летательных аппаратов [Текст] / В.Н. Гаврилов. – М.: Машиностроение. 1988. – 137 с.

9. Козлов, Д.И. Конструирование автоматических космических аппаратов [Текст] / Д.И. Козлов, Г.П. Аншаков, В.Ф. Агархов и др. – М.: Машиностроение. 1996. – 448 с.

10. ГОСТ Р 53802-2010. Системы и комплексы космические. Термины и определения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-53802-2010> (дата обращения 12.04.2018).

11. Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.tsniimash.ru/> (дата обращения 27.05.2018).