

ОСОБЕННОСТИ ПОПУТНОГО ВЫВЕДЕНИЯ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТАХ ТИПА «ФОТОН-М» ИЛИ «БИОН-М»

С.М. Шатохин, В.А. Поспелов, Н.Б. Губин, С.Л. Сафронов, М.И. Нуретдинов

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

saf_kos@mail.ru

В настоящее время во всём мире создаётся большое количество малых спутников весом до 50 кг, предназначенных для решения научно-технологических и экспериментальных задач. В связи с малым весом таких спутников, несоизмеримым с массой допустимого полезного груза большинства ракет-носителей, наиболее целесообразным является их выведение в качестве попутной нагрузки совместно с большим космическим аппаратом (КА). Данный вид запуска связан с проведением работ по доработке основного КА в части обеспечения условий при выведении на орбиту и условий при отделении.

В работе рассмотрены особенности попутного выведения малых космических аппаратов (МКА) на примере запуска МКА типа Cubesat и МКА «Аист», установленных в качестве дополнительной полезной нагрузки на КА «Бион-М» №1.

На КА «Бион-М» №1 в качестве попутно выводимой дополнительной полезной нагрузки были установлены 3 системы отделения, обеспечивающие запуск 5 МКА типа Cubesat. Данные по МКА приведены в таблице 1.

Таблица 1 – МКА типа Cubesat, запущенные с КА «Бион-М» №1

Наименование МКА	Система отделения	Формат Cubesat
G.O.D. Sat (Южная Корея, «Future Electronics Technology Mixer»)	FlyMate (NOVANANO, Франция)	1U
Dove-2 (США, Cosmogia)	3U ISIPOD (ISIS, Нидерланды)	3U
«BEESAT-2» (Германия, Берлинский технический университет)	ECM-SPL Assembly (ECM-Office, Германия)	1U
«BEESAT-3» (Германия, Берлинский технический университет)		1U
«SOMP» (Германия, Дрезденский технический университет)		1U

Системы отделения 3U ISIPOD и ECM SPL Assembly представляет собой контейнер с крышкой и удерживающим механизмом, управляемым соленоидом. При срабатывании соленоида происходит открытие крышки контейнера и выталкивание МКА за счет действия пружины. Система отделения FlyMate снабжена электронным блоком управления, собственным источником питания и шаговым двигателем, обеспечивающим выход МКА из корпуса устройства отделения.

Космический аппарат «Бион-М» №1 представляет собой научный спутник, предназначенный для проведения исследований в области биологии и медицины. Конструктивно КА состоит из герметичного спускаемого аппарата, приборного отсека и негерметичного агрегатного отсека. Общий вид КА «Бион-М» №1 приведен на рисунке 1.

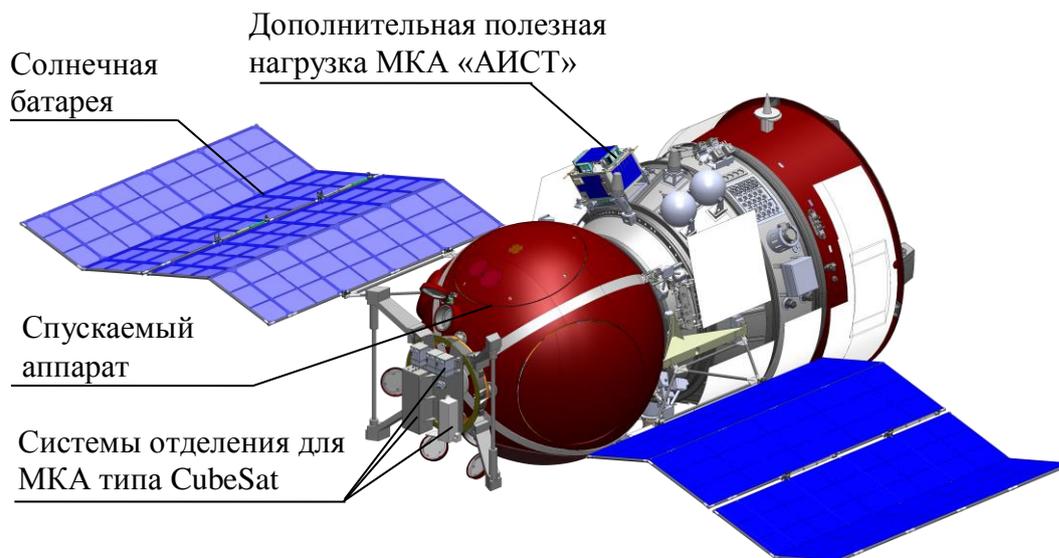


Рис. 1 – Общий вид КА «Бион-М» №1

КА «Бион-М» №1 оснащен двигательной установкой, позволяющей проводить маневры по изменению орбиты и обеспечению посадки спускаемого аппарата в заданный полигон.

Запуска КА «Бион-М» №1 состоялся 19.04.13 г. Космический аппарат был выведен на эллиптическую околоземную орбиту высотой 260x575 км и наклоном 64,9°. Отделение МКА G.O.D. Sat системой отделения FlyMate проведено на 5 витке орбитального полета, что соответствует приблизительно 7,5 часам от момента запуска КА-носителя. На 29 витке орбитального полета КА «Бион-М» №1 проведен маневр перехода на околокруговую рабочую орбиту высотой 575 км. На 32 витке проведено отделение МКА системами отделения 3U ISIPOD и ECM Assembly. МКА «Аист» отстыковался от «Бион - М» №1 последним.

В обеспечение попутного запуска МКА типа Cubesat и МКА «Аист» на КА «Бион-М» №1 был проработан ряд технических вопросов:

- обеспечение безопасности относительного движения КА и отделяемых МКА;
- обеспечение температурного режима в месте установки систем отделения;
- обеспечение требуемых параметров сигнала активации систем отделения и порядок съема телеметрической информации, подтверждающей отделение МКА;
- проведение испытаний систем отделения и МКА на заводе-изготовителе и техническом комплексе космодрома.

Учитывая, что на момент принятия решения о попутном запуске системы отделения и КА находились в состоянии готового изделия, требовалось найти решения по вышеуказанным вопросам при минимальном объеме доработок.

Отделение МКА типа Cubesat проводилось при нахождении КА «Бион-М» №1 в ориентированном на Солнце положении, соответствующем штатной работе КА. Проведенный расчет показал, что безопасность относительного движения после отделения может быть гарантирована при отделении МКА в момент прохождения КА над терминатором Земли. Однако, учитывая специфику работы телеметрической системы КА «Бион-М» №1, с точки зрения гарантированного получения информации об отделении МКА было принято решение о выдаче сигнала активации систем отделения в зоне радиовидимости наземного пункта управления КА в сеансе связи. В этом случае съём телеметрической информации осуществляется с большей частотой дискретизации.

Достаточно широкий диапазон требуемой температуры конструкции в месте установки систем отделения (от минус 30 до плюс 50 °С) и короткий период совместного полёта (до 48 ч) позволили обеспечить температурный режим МКА пассивными сред-

Секция 4. Проекты и миссии малых космических аппаратов

ствами. На момент срабатывания системы отделения FlyMate температура конструкции КА составляла 14,1 °С, 3U ISIPOD – плюс 13,6 °С, ECM SPL Assembly – плюс 21 °С.

Для управления системами КА «Бион-М» №1 используются электрические сигналы, характеристики которых не могут обеспечить гарантированного срабатывания соленоидов систем отделения 3U ISIPOD и ECM SPL Assembly. Для обеспечения требуемых параметров сигнала активации была организована подача напряжения от автономных источников тока других систем КА, а также разработано специальное программное обеспечение, позволяющее за счёт выдачи последовательности команд на прибор коммутации обеспечить необходимую длительность сигнала активации.

Электрические проверки систем отделения и взаимодействие с КА проводились на заводе-изготовителе и техническом комплексе космодрома с макетами МКА. Окончательная проверка систем отделения и загрузка МКА проведены за 10 суток до запуска КА «Бион-М» №1.