

Аншаков Г.П., Головченко А.А., Залялова Р.Г., Платонов С.Н.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ «ФОТОН», «БИОН»

На автоматических низкоорбитальных космических аппаратах (КА) «Бион», «Фотон» с 1973 года проводятся технологические, биологические и научные эксперименты в условиях микрогравитации в интересах различных отраслей промышленности и науки.

В постановке задач экспериментов, изготовлении научной и технологической аппаратуры и обработке результатов принимают участие российские и зарубежные ученые и специалисты из 12 стран Европы под эгидой Европейского и Российского космических агентств. К настоящему времени осуществлено 12 запусков КА «Фотон» и 11 запусков КА «Бион».

Экспериментальные установки общей массой до 700 кг размещаются в спускаемом аппарате и возвращаются на Землю.

Управление угловым движением КА «Фотон» с № 13 и «Бион» с № 12 обеспечивает цифровая система управления движением (СУД).

Цифровая СУД представляет собой (рис 1) бесплатформенную систему управления, построенную на базе блока датчиков угловой скорости (БДУС) и инфракрасного построителя местной вертикали (ИКПМВ).

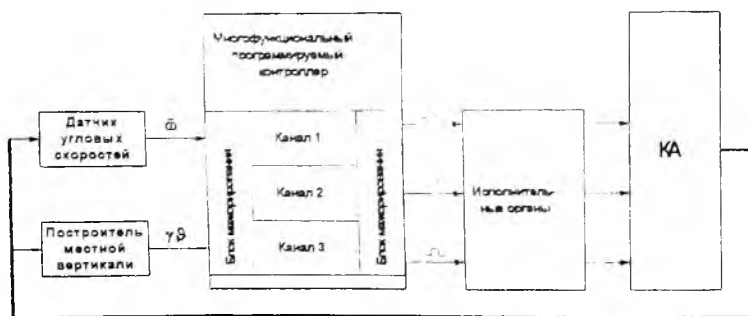


Рис. 1 Система управления движением

Бортовое программное обеспечение (БПО) цифровой СУД, которое решает задачу определения ориентации и управления угловым движением КА, реализуется в одноканальном

многофункциональном программируемом контроллере-МПК разработки НПП «Антарес» г. Саратов. МПК реализован в виде блочно-модульной конструкции (рис.2), прошел отработку в составе наземного отладочного комплекса при электродиагностических испытаниях КА «Фотон» № 13



Рис.2 Многофункциональный программируемый контроллер

Учитывая, что МПК имеет одноканальную структуру, для защиты от единичных сбоев в БПО СУД реализована защита вычислительного процесса на программном уровне. Эта цель достигнута введением трех контуров управления СУД, работающих в разных областях памяти (постоянной и оперативной) и разнесенных во времени за счет последовательного исполнения отдельных функционально законченных участков

Контроль вычислительного процесса от сбоев обеспечивается программным мажорированием результатов выполнения вычислительных операций в точках принятия решения о действиях по управлению

С этой целью алгоритмы съема и обработки информации с приборов, алгоритм управления ориентацией, алгоритм управления стабилизацией имеют по 3 вычислительных контура К1, К2, К3. В каждом из контуров указанных программ формируется выходная информация для управляющего алгоритма, который осуществляет мажорирование этой информации и формирование достоверного значения по совпадению двух значений из трех.

$$\alpha = (\alpha^{K1} \wedge \alpha^{K2}) \vee (\alpha^{K2} \wedge \alpha^{K3}) \vee (\alpha^{K1} \wedge \alpha^{K3})$$

Здесь α^{K1} – значение контролируемого параметра в 1-ом контуре управления, α – результирующее значение контролируемого параметра.

Поскольку взаимодействие с бортовой аппаратурой осуществляется по одноканальным линиям связи, съем информации с БДУС и НКПМВ и выдача управляющих воздействий в управляющие ракетные двигатели (УРД) осуществляется с контролем исправности каналов

приема информации и выдачи управляющих воздействий. Для защиты от единичных сбоя каждая операция повторяется до трех раз.

Снятая с бортовой аппаратуры информация поступает в соответствующий контур управления ориентацией, который, в свою очередь, формирует информацию для каждого контура стабилизации.

Мажорирование информации, контроль работы контуров ориентации и стабилизации, принятие решения о завершении функционального участка и переход к выполнению следующего осуществляет управляющий алгоритм, который обеспечивает последовательное включение контуров К1, К2, К3 для выполнения текущей задачи СУД

Контроль работы контуров ориентации осуществляется по времени завершения участков и по выходу параметров ориентации за допуск (нарушение ориентации). Решение о завершении участков принимается по состоянию признаков выполнения участка по возврату из третьего контура соответствующей программы. К таким участкам относится гашение начальных угловых скоростей, «поиск» Земли, построение вертикали места, построение плоскости орбиты. Контроль параметров ориентации осуществляется на участке коррекции от ИКПМВ.

Контроль работы контуров стабилизации и выбор контура управления осуществляется на всех участках работы по значениям расчетной длительности включения УРД и по наличию (отсутствию) программного неотключения УРД в трех контурах программ управления стабилизацией

Результатом анализа рассогласования между рассчитанными в трех контурах программы стабилизации длительностями включения УРД является выбор контура управления. Если рассогласование между двумя контурами из трех не превышает допустимого значения (1 мс) по всем каналам управления, то управляющая программа выполняет следующее:

формирует номер выбранного контура для управления;

для всех контуров программы управления ориентацией устанавливает начальные условия из выбранного контура управления;

обеспечивает выдачу управляющих воздействий, рассчитанных в выбранном контуре.

Если рассогласование между контурами по всем каналам управления больше допустимого значения на трех циклах работы подряд, управляющая программа формирует информацию о нарушении вычислительного процесса в МПК и переводит КА в неориентированный полет.