

3. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике –М.: Изд-во физ. мат. лит-ры, 1963.
4. Электронно-оптические преобразователи и их применение в научных исследованиях / Под ред. Е.К. Завойского, М.: Наука, 1978.
5. Техническое зрение роботов / Под ред. Ю.Г. Якушенкова, М.: Машиностроение, 1990.
6. Арутюнов В.А. Линейные ФПЗС для автоматизации пространственных измерений // Электронная промышленность, 1986, вып. 5, с.16-18.
7. Вестник российской академии наук. Том 71, № 1, с. 26-31, 2001 г.

УДК 629.7.05

Белов Ю.В.

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАССО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ЗОНДИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Характерной чертой развития современных космических систем зондирования (КСЗ) земной поверхности является усложнение космических аппаратов (КА), что обусловлено все возрастающими требованиями к таким основным критериям их эффективности как качество получаемой информации, оперативность ее доставки потребителю и производительность [1].

Отмеченная особенность развития КСЗ приводит к возрастанию массы и энергопотребления специальной аппаратуры (СА) зондирования и бортовых обеспечивающих систем (БОС), а в сочетании с требованием повышения их экономической эффективности – к увеличению сроков активного существования КА и запасов расходующихся материалов.

В этих условиях одной из актуальных проблем создания перспективных КСЗ является минимизация массо-энергетических показателей (МЭП) бортовой аппаратуры (БА) и неиспользуемых ресурсов КА.

Решение ее системными средствами возможно в двух направлениях. Первое основано на упрощении и, следовательно, улучшении МЭП новой и модернизируемой БА за счет усложнения логики управления ею и отражает в настоящее время общую тенденцию развития цифровых бортовых комплексов управления. Примерами являются применение в системе

ориентации (СО) двухступенных силовых гиросtabilизаторов с лучшими МЭП вместо конструктивно более сложных, но зато простых в управлении спаренных трехступенных гироскопов; создание системы электроснабжения (СЭС) с гибким управлением структурой и режимами работы.

Второе направление предусматривает совершенствование МЭП БА и сокращение затрат топлива за счет более полной реализации их потенциальных возможностей путем использования в нескольких бортовых системах (БС).

В настоящее время зачастую приборы и методы, реализующие близкие функции в разных бортовых и наземных системах (НС), основаны на одних и тех же физических принципах (например, прецизионные оптико-электронные приборы в системах автономной навигации (АН) и ориентации и оптико-электронные звездные аппараты (ЗА) в бортовой СА для определения угловых элементов внешнего ориентирования (УЭВО) снимков; фазовый метод измерения дальности до КА, используемый в бортовой навигационной аппаратуре и угломерных НС - радиопеленгаторах для определения направлений на КА и т.д.). В этих случаях решение аналогичных задач в интересах разных БС целесообразно совмещать в одной аппаратуре.

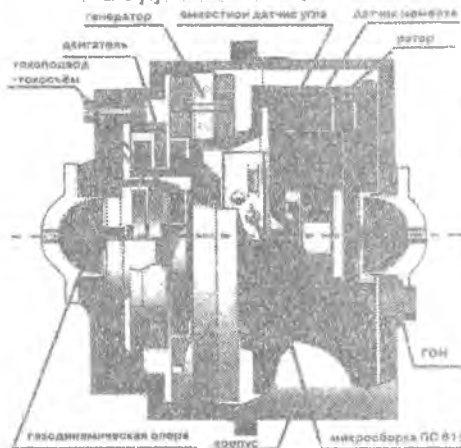
Этот резерв в значительной степени объясняется исторически сложившейся и существующей до сих пор специализацией предприятий-разработчиков БА не по принципам ее работы, а по функциональному назначению, целесообразность которой не всегда вытекает из структурной декомпозиции БС КА, ставшей почти стандартной, и тем более не оправдана с точки зрения минимизации их МЭП.

В [2] показана целесообразность создания единого информационно-измерительного устройства (ИИУ) для определения и обеспечения угловой ориентации СА на основе комплексования ЗА с гиросистемой (ГС), за счет чего возникает избыточность информации об углах ориентации, что приводит, с одной стороны, к повышению точности определения УЭВО снимков, с другой, - к существенному снижению требований к ЗА (по чувствительности и углу зрения) и ГС (по постоянному "уходу") и, как следствие, - дополнительному улучшению МЭП ИИУ и БА в целом.

Здесь в плане унификации приборного состава низко- и высокодинамичных КА интерес представляет датчик угловой скорости (УС) на базе модуляционного гироскопа на газодинамической опоре ПИКВ 05-001М разработки ОАО "Пермская приборостроительная компания", схематично представленного на рисунке, обладающего высокой точностью (случайная составляющая дрейфа $0,005$ °/ч, погрешность масштабного коэффициента $0,01\%$ в диапа-

зоне измеряемых УС $0,005 \text{ } ^\circ/\text{ч} \dots 10 \text{ } ^\circ/\text{с}$), отсутствием тренда и необходимости калибровки за весь срок эксплуатации, большим ресурсом (10^3 ч), инвариантностью к магнитным и электромагнитным полям и минимальными МЭП ($0,3 \text{ кг}$; 5 Вт). При этом необходимо заметить, что для КА, требующих автономной ориентации на Землю с точностью до $20'$, задача определения полного 12-тимерного вектора их состояния решается с помощью лишь ГС и бортового синхронизирующего командно-временного устройства.

МОДУЛЯЦИОННЫЙ ГИРОКОМПАС НА ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ ОПОРЕ ПИКВ 05-001М



ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРА:

Масса	330 гр.
Полоса пропускания	116 Гц.
Ресурс	100000 час.
Время точной готовности	20 сек.
Случайная составляющая дрейфа (3σ)	0,005 град./час.
Диаметр парировочных угловых скоростей в режиме ДУС	300 град./сек.
Количество осей чувствительности	2.

ОСОБЕННОСТИ ПРИБОРА:

- модульный вариант термостабильной системы сигнала во вращающейся системе координат (гидродинамическая опора)
- газодинамическая опора
- датчик момента магнитно-электрического типа

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИБОРА:

- высокая точность измерения углов, большой диапазон парировочных угловых скоростей
- отсутствие тренда, отсутствие необходимости калибровки за весь срок эксплуатации
- большой ресурс при малых эксплуатационных затратах
- инвариантность к магнитным и электромагнитным полям.

АО ППК

Существует также принципиальная возможность совместного (одновременного) управления траекторным и угловым движениями КА с целью поддержания параметров его рабочей орбиты (РО) в заданных пределах и "разгрузки" инерционных исполнительных органов (ИО) СО за счет использования одних и тех же управляющих ракетных двигателей (УРД) малой тяги и единого запаса рабочего тела двигательной установки, предназначенного для коррекции РО. При этом создающий положительный эффект баланс импульсов сил тяг УРД, потребных для осуществления той и другой операций управления, может быть обеспечен за счет соответствующей компоновки последних. Реализация этого мероприятия позволит также отказаться от установки на борту КА как бы то ни было других систем "сброса" аккумулируемого в процессе полета кинетического момента, в частности, электромагнитной и не-

эффективней на больших высотах системы аэродинамической “разгрузки” инерционных ИО, и тем самым получить дополнительную экономию массы и энергопотребления БОС по сравнению с существующими КА.

Один из перспективных подходов к решению проблемы динамической совместимости конструкции и СО упругого КА базируется на концепции локально-автономного управления. При этом наряду с центральными ИО, устанавливаемыми на жестком корпусе КА, в качестве локальных ИО, размещаемых на упругих элементах конструкции (панелей солнечных батарей, антенное устройство высокдетального радиолокационного комплекса и др.), целесообразно использование электроприводов, работающих также в составе СЭС, контурах аэродинамической компенсации внешнего возмущающего момента и “разгрузки” инерционных ИО СО или бортовом специальном комплексе.

Этим же требованиям отвечает моноблок электроники в виде набора функционально законченных плат в бескорпусном исполнении, размещенных на единой раме в едином герметичном отсеке КА с едиными средствами жизнеобеспечения.

Все перечисленное представляет собой далеко не полный перечень фрагментов перспективной базовой интегрированной системы управления малых КА дистанционного зондирования Земли с различными типами СА и целевыми задачами на основе унифицированных приборных и программных модулей, очевидно удовлетворяющей требованию минимизации МЭП их БА.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Космические аппараты систем зондирования поверхности Земли/ Под редакцией чл.-корр. РАН Козлова Д.И. – М.: Машиностроение, 1993.
2. Белов Ю.В., Боровков В.А., Шальмов С.В. Минимизация массо-энергетических показателей бортовых систем КА зондирования поверхности Земли/ Сборник трудов IX Всероссийского научно-технического семинара по управлению движением и навигации летательных аппаратов, Самара: Академия космонавтики им. К.Э. Циолковского, Поволжское региональное отделение, 2000, с. 43-46.