

*Канд. техн. наук Г.А. Акопов, инж. А.Г. Шехтман,
инж. А.Б. Платонов, инж. В.А. Туттов*

ВОПРОСЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ИВК ДЛЯ ПОДГОТОВКИ КА ТИПА «МЕТЕОР»

В период создания КА нового поколения, как правило, вводятся последовательные этапы перехода от существующих, серийно выпускаемых, к новым КА, построенным на более современных принципах с широким применением элементов вычислительной техники.

На первоначальном этапе переход к новым КА осуществляется путем последовательной замены бортовых систем на новые и установки дополнительной перспективной аппаратуры для ее экспериментальной отработки. В связи с этим КА постоянно изменяются и это предъявляет к испытательному оборудованию новые технические требования. В частности на КА «Ресурс-01», для которого был изготовлен испытательный комплекс ИВК-ПИ [1], в модернизированном варианте изменены обеспечивающие бортовые системы: в состав системы ориентации и стабилизации (СОК) впервые введен новый датчик Солнца; система ориентации солнечных батарей (СОСБ) принципиально новой разработки, которая будет применяться на перспективных КА; система электроснабжения (СЭС), хотя и построена на прежних принципах, значительно повысила свои энергетические возможности за счет значительного увеличения площади солнечных батарей и применения новых аккумуляторных батарей с увеличенной энергоемкостью. На модернизированном КА количество аккумуляторных батарей увеличено вдвое; в состав КА введена абсолютно новая бортовая аппаратура командной радиолнии, которую также планируется применять на КА нового поколения; изменилась система терморегулирования – введены новые температурные датчики и исполнительные устройства (вентиляторы, электронагреватели, жалюзи и т.д.).

Кроме того, значительно изменен состав информационной и научной аппаратуры и конструкции КА (в частности введены в большом количестве дополнительные механические зачеховки с дополнительными устройствами управления и контроля).

Модернизация испытательного комплекса

Для испытаний модернизированного КА, на первый взгляд, необходима разработка нового испытательного комплекса. Однако испытательные комплексы типа ИВК, описанные в [1], позволяют, путем незначительной рациональной модернизации без больших доработок и капиталовложений полностью обеспечить все необходимые испытания нового КА на всех этапах его подготовки к работе на орбите.

В статье показано, что при переходе от КА типа «Ресурс-О1» к измененному и насыщенному универсальной аппаратурой КА «Метеор-М» №1, можно обеспечить проведение испытаний с помощью ранее изготовленного комплекса типа ИВК, это говорит о универсальности заложенных при разработке испытательных комплексов типа ИВК технических решений.

Основные базовые устройства ИВК-ПИ - унифицированные блоки: блок управления релейными командами (БУК), блок формирования команд питания (БКП), блок формирования импульсных команд (БКИ), блок формирования длительных команд (БКД), блок контроля сигналов (БКС), блок контроля и формирования двухпозиционных и аналоговых сигналов (БКФС), пульт аварийных отключений и сигнализации (ПОС), на разработку и изготовление которых требуются значительные финансовые ресурсы, применяются в модернизированном варианте ИВК без изменений.

При модернизации комплекса заменяются источники постоянного тока ИПТ-2К, рассчитанные в базовом ИВК, для обеспечения имитации токов заряда солнечных батарей по шести секциям током до 5 А. В модернизированной СЭС космического аппарата, в связи с увеличением площади солнечных батарей, количество секций увеличилось до 30 (20 секций с током 3,6 А и 10 секций с током 3,0 А). Для удовлетворения этих новых требований в ИВК в качестве источников тока применяются новые компактные источники типа ИВЭП МИП500ЕМ-220АД362G-М. Они имеют компоновку и габаритные размеры, позволяющие разместить их в стойке питания комплекса ИВК на освободившееся место после демонтажа с них источников ИПТ-2К.

Несмотря на усложнения объекта контроля, модернизация комплекса может быть проведена без изготовления новых базовых блоков, поскольку для реализации новых функций комплекса используются аппаратные объемы, высвобождаемые за счет перемещения выполнения ряда дополнительных операций с чисто аппаратного уровня на вычислительно-программный. В частности, при

применении на КА новой командно-измерительной системы, отпадает необходимость использования аппаратных релейных коммутаторов выдачи команд управления на ее контрольно-проверочную аппаратуру. Управление контрольно-проверочной аппаратурой командно-измерительной системы осуществляется при этом через цифровой последовательный интерфейс ПЭВМ комплекса ИВК. Применение более современных источников тока, используемых в качестве имитатора секций солнечных батарей, позволяет сократить объем аппаратных средств ИВК, используемых для управления ими и т.д.

Структурная схема модернизированного ИВК приведена на рис. 1.

Применяемая до этого в комплексе ИВК управляющая ЭВМ, выполненная на базе офисной ПЭВМ с расширителем системной шины ISA, соединяющим системную шину ПЭВМ с установленной в дополнительном корпусе на кросс-плате, на которой монтировались устройства ввода-вывода и связи с КА, заменяется на промышленный компьютер, монтируемый в стойку управления комплекса вместо дополнительного корпуса ПЭВ [2]. В состав аппаратных средств входят:

- PCA-6176 – процессорная плата Pentium II/III с интегрированным видеоконтроллером;
- PCL-818L – высокопроизводительный АЦП;
- ЛА-8М1 – АЦП с гальванической развязкой входов;
- PCL-726 – шестиканальный восьмиразрядный ЦАП;
- PCL-731 – сорокавосемиканальное устройство цифрового ввода-вывода;
- PCL-746+ – четырехканальный последовательный интерфейс RS-232/422/485;
- контроллер Ethernet 10/100 Base-T для связи с КПА командно-измерительной системы;
- плата приема ТМ-информации от телеметрической системы КА.

Все перечисленные устройства выполнены в виде стандартных ISA и PCI плат расширения и устанавливаются в корпусе промышленного компьютера.

При этом платы PCL-818L, ЛА-8М1, PCL-726, PCL-731 используются из комплектации предыдущего комплекса.

Структурная схема ЭВМ приведена на рис. 2.

Изменения соединений устройств ИВК с модернизированными бортовыми системами КА проводятся путем перекроссировки устройств связи (блоки БС), которые изначально предназначались для обеспечения такой возможности. Кроссировка на устройствах связи выполняется навивкой проводов.

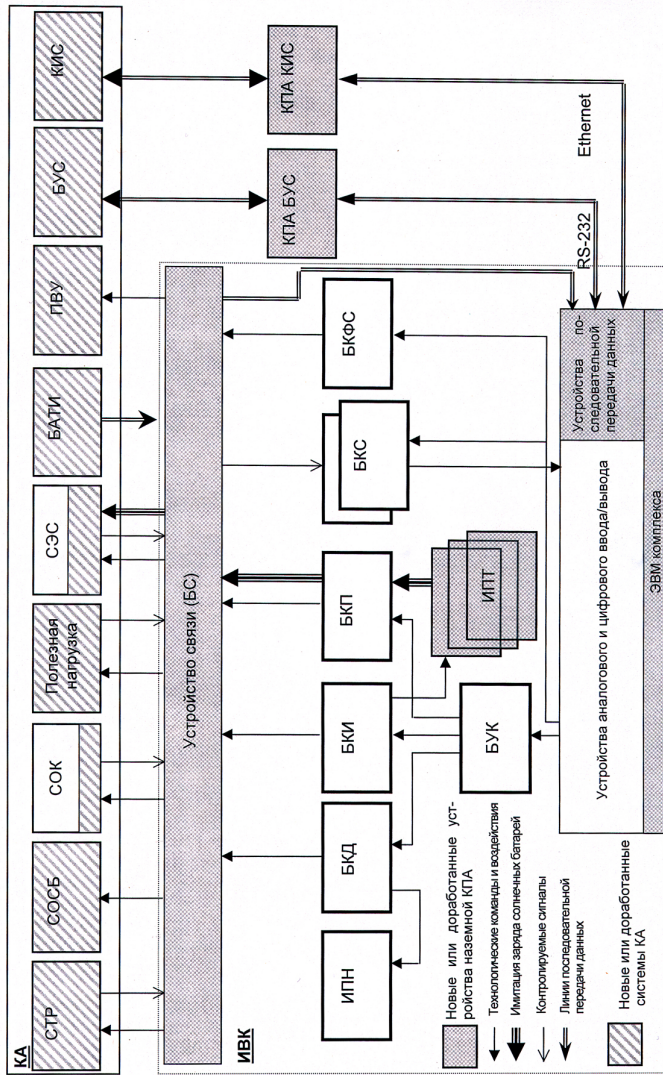


Рис. 1. Структурная схема модернизированного ИВК

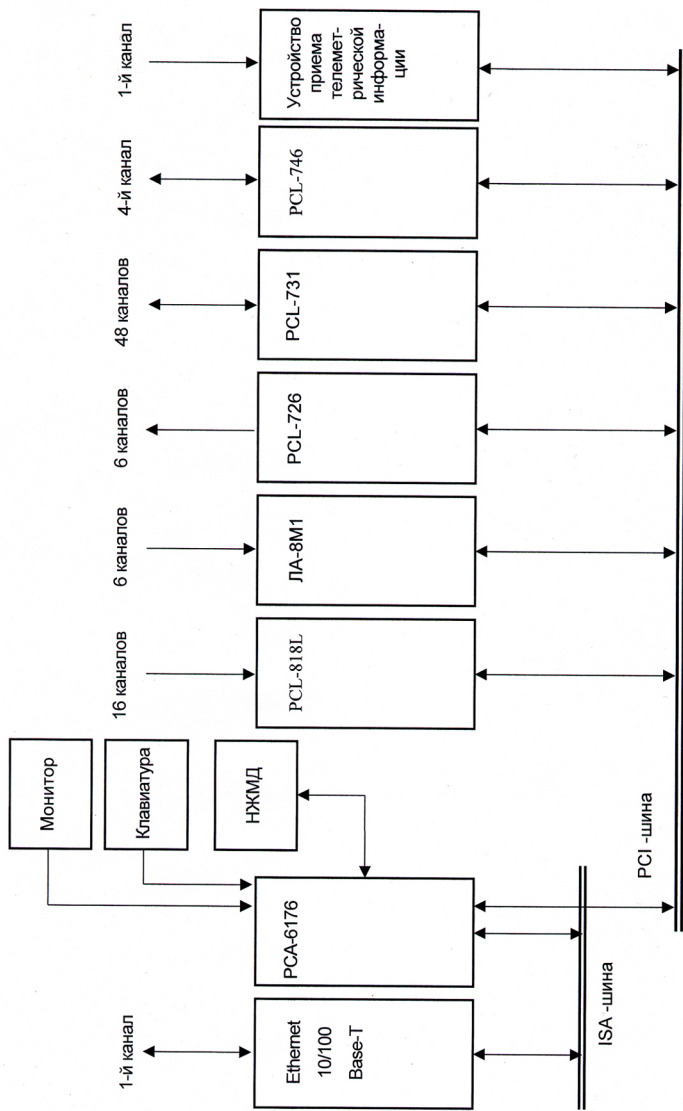


Рис. 2. Структурная схема ЭВМ комплекса

Программное обеспечение

Наряду с модернизацией аппаратных средств комплекса ИВК изменения должны быть проведены в программном обеспечении ПО ИВК. При этом следует отметить универсальность ПО, реализованного еще при его разработке [3].

Универсальность ИВК для КА обеспечивается использованием концепции разделения задачи проведения испытаний на две части: создание, отладка и прогон силами непрофессиональных в области программирования пользователей (инженеров-испытателей) комплекта испытательных программ и создание необходимого для их реализации инструментария, образующего "дружелюбную" для пользователей среду, скрывающую от него глубинные слои весьма сложно устроенной системы. В роли такого инструментария выступает ПО ИВК. Эта концепция подобна концепции сменной программы вычислительной машины. В нашем случае программой является комплект испытательных программ, а вычислительной машиной – виртуальная вычислительная машина, образованная программными и техническими средствами ИВК.

Универсальность ПО ИВК-ПИ обеспечивается также определенными принципами его разработки, к которым относятся: модульная структура ПО; применение концепции диалектов языка пользователя испытательной системы, базирующихся на общем ядре; концентрация конкретных сведений об объекте испытаний и конфигурации ИВК в базе данных.

Программы подготовки ИП, постобработки результатов испытаний и программы управления базой данных модернизированного ИВК, средства программного обеспечения ПЭВМ общего назначения (дисковые операционные системы и их оболочки, редакторы, системы программирования, программы сборки и настройки) в модернизированном ИВК будут использованы одни и те же.

Наращивание средств ПО обеспечивается:

- разработкой программных средств для вновь применяемых устройств ввода/вывода;
- модификацией языка пользователя испытательной системы;
- модификацией базы данных и компоновкой новых программных средств из набора модулей базового исполнения ПО ИВК.

Выводы

Приведенные в статье материалы по модернизации испытательного комплекса типа ИВК наглядно показывают, что первоначально заложенные технические решения при разработке ИВК позво-

ляют, при довольно больших и принципиально новых изменениях в КА, преобразовать возможности ИВК простыми и дешевыми методами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акопов Г.А., Шехтман А.Г., Платонов А.Б. Создание испытательных вычислительных комплексов типа ИВК для КА «Электро» и «Ресурс-01». М.: Труды ВНИИЭМ. 1999. Т. 99.
2. Акопов Г.А., Шехтман А.Г., Платонов А.Б. Испытательные комплексы космических аппаратов. Состояние и перспективы. М.: Труды НПП ВНИИЭМ. 2001. Т.100.
3. Бражников С.Ф., Исайкин В.М., Матвеев А.М., Матвеева О.В., Раковский Г.С. Опыт создания универсальных средств автоматизированных испытаний космических аппаратов геофизического наблюдения. М.: Труды ВНИИЭМ. 1987. Т.83.