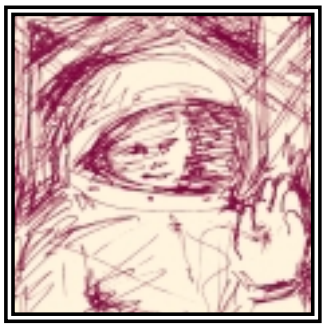
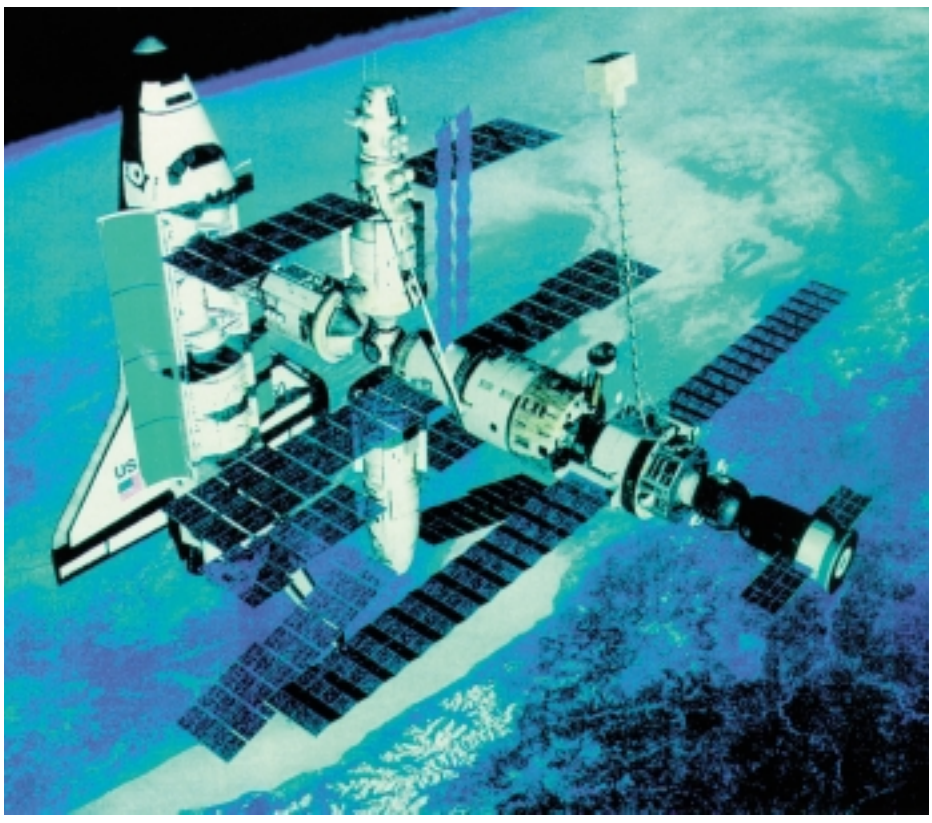


# ПЭВМ НА БОРТУ ПИЛОТИРУЕМОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Юрий Тяпченко, Владимир Безроднов

Обсуждается вопрос о применении в автоматизированных системах управления сложных объектов человеко-машинного интерфейса с использованием средств, аппаратно и программно совместимых с IBM PC. Приводятся данные об интегрированном пульте управления космической станции.

Известно, что одним из достижений пилотируемой космонавтики СССР является создание автоматизированных систем на основе принципов программно- логического управления. Возможность представления целей и задач полета, целей и задач функционирования систем в виде иерархического дерева программ позволила перейти от систем отображения информации развернутого типа к интегрированным системам (ИС) со сжатием команд-информаций (КИ). Основными средствами, обеспечивающими человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) в таких системах, являются многофункциональные индикаторы и кнопочные устройства ввода информации.



Сложность технических систем непрерывно возрастает. Известно, что с увеличением их сложности становится больше и объём информации, необходимой для принятия решения по управлению технологическими процессами, по управлению движением летательного аппарата с учетом ограничений по

В статье использованы иллюстрации из книги «РКК «Энергия» им. С.П. Королева. Россия». — М.: РКК «Энергия», 1994.



(C) 1997 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

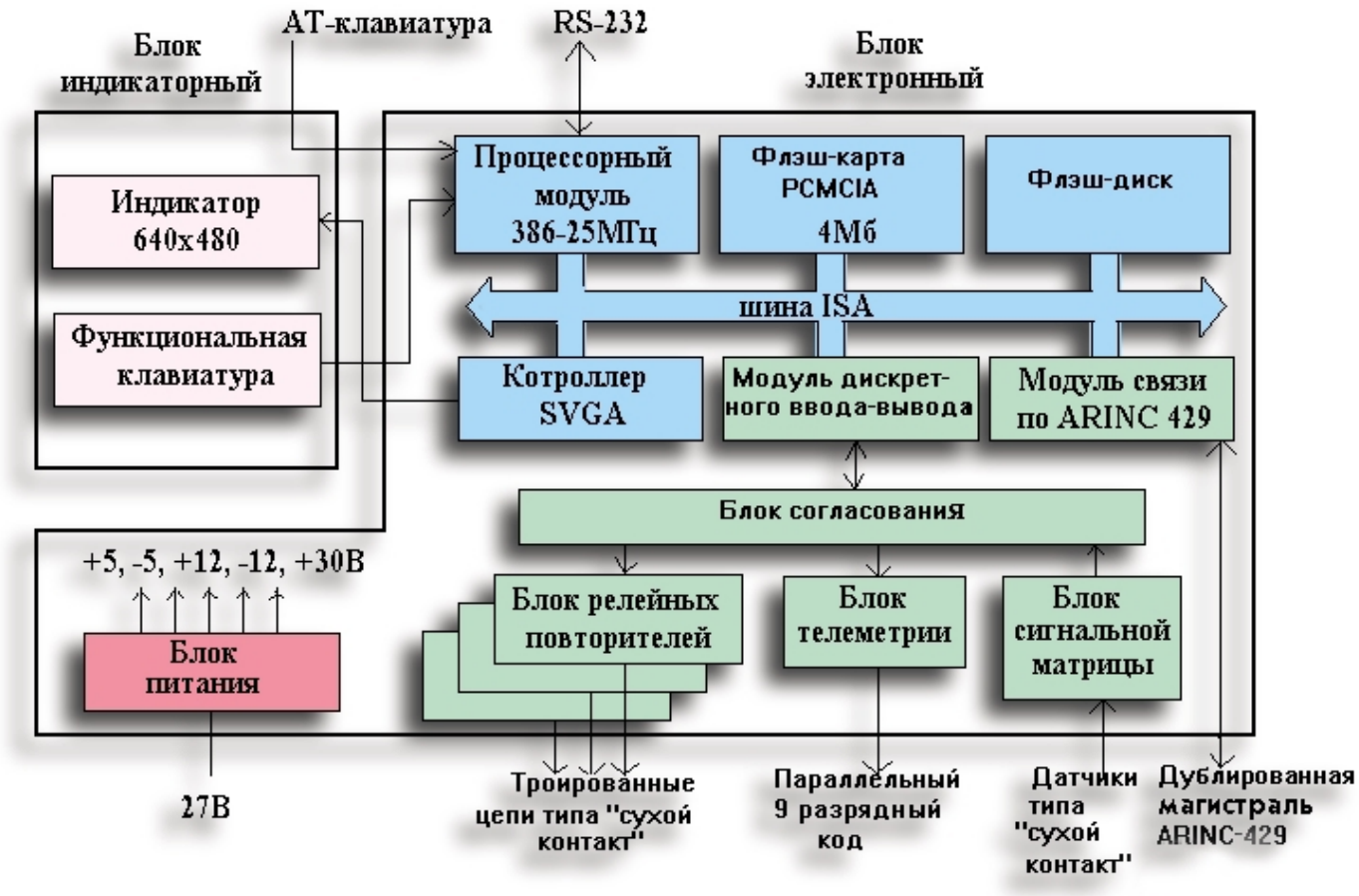



**Рис. 1. Структурная схема интегрированного пульта**

безопасности и т. д. Катастрофы в атомной энергетике, авиации, космонавтике и других отраслях промышленности сделали необходимым существенное повышение эффективности человеко-машинных систем. Оно может быть достигнуто, в частности, за счет разработки систем поддержки операторов, базирующихся на экспертных системах. Для создания экспертной системы требуются большие объемы памяти для хранения начальных данных, текущей информации об объекте управления, алгоритмов формирования решений, эксплуатационной документации, масса которой составляет от нескольких килограммов на космическом корабле до многих сотен кг на морском судне.

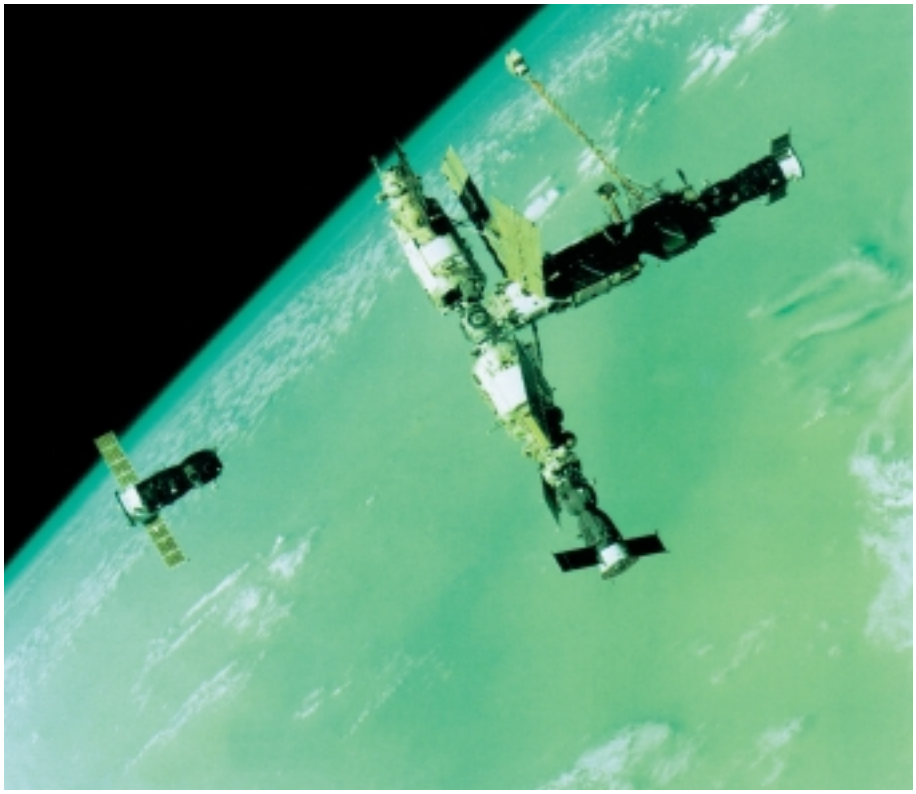
Из сказанного следует, что эффективное решение проблем человеко-машинного интерфейса тесно связано с развитием информационных технологий вообще и систем отображения в частности.

Если раньше развитие информационных технологий стимулировалось, в основном, военно-ориентированными отраслями, то в настоящее время это



**Рис. 2. Внешний вид интегрированного пульта**


(C) 1997 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru



происходит за счет инвестиций в потребительский сектор и гражданские отрасли промышленности. В связи с сокращением расходов на военно-ориентированные направления возникает потребность в адаптации промышленных технологий к объектам специального назначения, каковыми являются объекты авиации, космонавтики, атомной энергетики, судостроения и др.

При этом следует иметь в виду, что такая адаптация целесообразна при условии широкого использования промышленных технологий в системах указанного типа. Для обеспечения этого условия необходимо выделить общую часть человеко-машинного интерфейса автоматизированных систем управления, независимо от их назначения.

Как показали исследования, выполненные в НИИАО совместно с рядом предприятий, работающих в интересах космонавтики и энергетики, общая часть может быть выделена, если деятельность человека рассматривать с позиций теории обслуживания сложной технической системы. При таком подходе, например, задача пилотирования самолета – одна из задач обслуживания самолета. Задача стыковки космического аппарата со станцией есть одна из многих задач обслуживания космического аппарата, останов атомного реактора есть задача обслуживания его систем и т. д. Технические средства человеко-машинного интерфейса должны обеспечивать возможность решения задач проверки, контроля за использованием расходных компонентов, диагностики систем, выдачи рекомендаций в различных ситуациях и т. п.

Известно, что многие из перечисленных задач применительно к наземным объектам успешно решаются с помощью ПЭВМ типа IBM PC. На основании работ, проведенных НИИАО (г. Жуковский Московской области), РКК «Энергия» (г. Калининград Московской области) и др., «стандарт» IBM PC принят в качестве основного при создании ЧМИ для модернизируемого варианта корабля «Союз» и международной станции «Альфа». Рядом предприятий аналогичные решения предложены при построении человеко-машинных интерфейсов объектов энергетики, в том числе атомной.

Основываясь на изложенном, мы представляем интегрированный пульт управления, который может быть включен непосредственно в контур ручного управления корабля или станции, использован в качестве средства системы поддержки оператора, электронной библиотеки, системы регистрации параметров и сигналов и др. Структура интегрированного пульта управления показана на рис. 1, а на рис. 2 – его внешний вид. В таблице 1 приводятся основные характеристики пульта.

В качестве процессорного ядра используется вычислительный модуль 5025A семейства MicroPC фирмы Octagon Systems. Благодаря хорошим вычислительным возможностям и значительным ресурсам памяти модуль управляет работой как канала межсистемного обмена, так и внутренними средствами пульта.

Для отображения информации в пульте использован многоцветный электролюминесцентный дисплей фирмы Planar. Технические характеристики дисплея обеспечивают высокое качество изображения при широком угле обзора.

Управляет работой дисплея контроллер SVGA (модуль 5420) семейства MicroPC. Для хранения прикладного программного обеспечения в пульте предусмотрен электронный диск на основе флэш-памяти, что дает пользователю широкие возможности по отработке и модернизации программного обеспечения в процессе адаптации пульта под задачи конкретного применения. Объем флэш-диска составляет 4 Мбайт с возможностью увеличения до 32 Мбайт. Функции электронного флэш-диска выполняет модуль PC-FD фирмы M-Systems.

Контроллер PCMCIA (модуль 5842 фирмы Octagon Systems), установленный в пульте, обеспечивает переноси-

**Таблица 1. Основные характеристики интегрированного пульта**

| | |
|---|---|
| Масса пульта | 12 кг |
| Габаритные размеры | 310 x 290 x 275 мм |
| Напряжение питания | 27 В |
| Потребляемая мощность | 45 Вт |
| в дежурном режиме с отключенным дисплеем | 25 Вт |
| Срок службы | 15 лет |
| Наработка на отказ | 30 000 час |
| Условия эксплуатации: | |
| температура окружающей среды | -20°C...+50°C |
| влажность | 90% |
| давление | 965 - 0,0001 мм рт. ст. |
| ударные воздействия | до 20 g |
| вибрационная нагрузка | 0,05 g²/Гц в диапазоне 20...500 Гц |



(C) 1997 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

мость программного обеспечения с помощью флэш-карты. В общем случае, благодаря этому контроллеру, к пульту могут быть подключены дополнительная внешняя память объемом до 80 Мбайт, модем, АЦП, сеть Ethernet, спутниковая навигационная система GPS и т. д.

Для организации межсистемного обмена в пульте предусмотрен интерфейс по ГОСТ 18977-79 (ARINC 429 ), предназначенный для создания каналов информационного обмена в комплексах бортового оборудования. Модуль связи по ARINC 429 поддерживает 2 передающих и 2 приемных канала. Конструктивно контроллер интерфейса выполнен в формате MicroPC. При необходимости он может быть заменен контроллерами интерфейсов MIL-STD-1553B, Ethernet и др., выполненными в этом же формате.

Управление объектом обеспечивается возможностью подачи до 27 троированных команд релейного типа, а также приемом информации от 192 сигнальных датчиков типа «сухой контакт». Информация, выдаваемая в виде 9-разрядного параллельного кода, представляет собой коды команд управления и сигналов состояния объектов контроля и управления, благодаря чему можно дистанционно контролировать работу оператора и объекта.

Для работы оператора в пульте предусмотрена функциональная клавиатура, а также имеется возможность подключения стандартной клавиатуры ПЭВМ.

Формирование необходимых питающих напряжений для модулей пульта обеспечивается блоком питания, в котором использованы преобразователи фирмы Interpoint.

## Функциональные возможности

Пульт обеспечивает

- отображение сигнальной информации,
- формирование и выдачу команд,
- регистрацию сигнальной информации,
- отображение на экране текущего времени,
- обмен по магистрали межсистемного обмена.

На рис. 3-6 показаны примеры видов индикации, разрабатываемые для космического корабля типа «Союз».

В пульте предусмотрена аппаратная и программная поддержка режима дистанционного управления объектом, когда команды управления поступают по каналу межсистемного обмена и транслируются пультом, преобразуясь в релейные команды управления. Это позволяет создавать на основе таких пультов распределенные системы автоматизированного управления с возможностью контроля за периферийными объектами с центрального поста.




**Рис. 5. Отображение параметров ориентации корабля**




**Рис. 3. Отображение аналоговых параметров**

Гибкая архитектура пульта обеспечивает возможность адаптации функций пульта к требованиям пользователя. Например, может быть реализована функция приема и выдачи аналоговых сигналов, приема и отображения на экране пультового дисплея телевизионного изображения.

Пульт предназначен для работы в условиях сложных механико-климатических воздействий. Хорошие эксплуатационные характеристики пульта обеспечиваются заложенными в нем конструктивными решениями, применением высоконадежных электронных компонентов, электрических соединителей, клавишных переключателей и т. д.




**Рис. 6. Отображение программы выведения корабля на орбиту**




**Рис. 4. Отображение давления в отсеках при решении задачи перехода из корабля на станцию**

*В подготовке материалов данной статьи принимали участие А. В. Белков, С. В. Исаев, М. В. Великовский.* ●



(C) 1997 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru