



Универсальный пультовой прибор управления на базе технических средств шин сРСІ и VME

Андрей Иванов, Руслан Козачук, Анастасия Прокопенко, Василий Сысоев

В статье рассматриваются принципы модульного построения универсальных пультовых приборов управления для судовых автоматизированных радиоэлектронных систем различного назначения, использующих современные вычислительные средства. Описан разработанный в ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» совместно с ЗАО НПЦ «Аквamarin» конструктив универсального пультового прибора управления. Рассмотрены примеры реализации пультовых приборов управления с многопроцессорными вычислительными системами на базе шины сРСІ.

ВВЕДЕНИЕ

Современный подход к созданию судовых автоматизированных радиоэлектронных систем различного функционального назначения (навигация, управление техническими средствами, управление оружием и др.) требует решения задачи унификации технических решений построения пультовых приборов, обеспечивающих интерфейс «оператор – система».

Унификация технических решений построения пультовых приборов управления (ППУ) базируется на следующих подходах:

- использование единых принципов построения интерфейса «оператор – система», удовлетворяющих требованиям эргономики;
- использование модульного принципа построения цифровых вычислительных средств ППУ как в части аппаратуры и программного обеспечения, так и в части конструкции.

При решении задачи унификации технических решений построения пультовых приборов управления рассматриваются:

- отличие и сходство систем разного функционального назначения в требованиях к средствам отображения и ввода информации;
- требования к производительности вычислительных средств;
- требования эргономики;
- требования по размещению систем на объекте.

Требования по размещению систем на

объекте ставят вопрос о возможности перемещения приборов через люки и проёмы ограниченных размеров, возможности комплексной установки ППУ в единый центр (секцию) управления главного командного пункта (ГКП).

С учётом указанных требований была разработана концепция построения универсальных пультовых приборов управления (УППУ), которая включает в себя:

- модульную конструкцию ППУ, состоящую из трёх функциональных (тумба, вертикальный пульт, консоль) и четырёх вспомогательных (соединительная рама, основание, задняя балка, поручень) легко сочленяемых и расчленяемых модулей (рис. 1);
- модульную конструкцию тумбы ППУ (рис. 2);
- модульную конструкцию вертикального пульта (рис. 3);
- модульную конструкцию консоли (рис. 4).

Конструкция

Вертикальный пульт и консоль УППУ являются конструктивами, в которых размещены средства интерфейса взаимодействия между комплексом и оператором. Конструкция вертикального пульта УППУ обеспечивает разме-

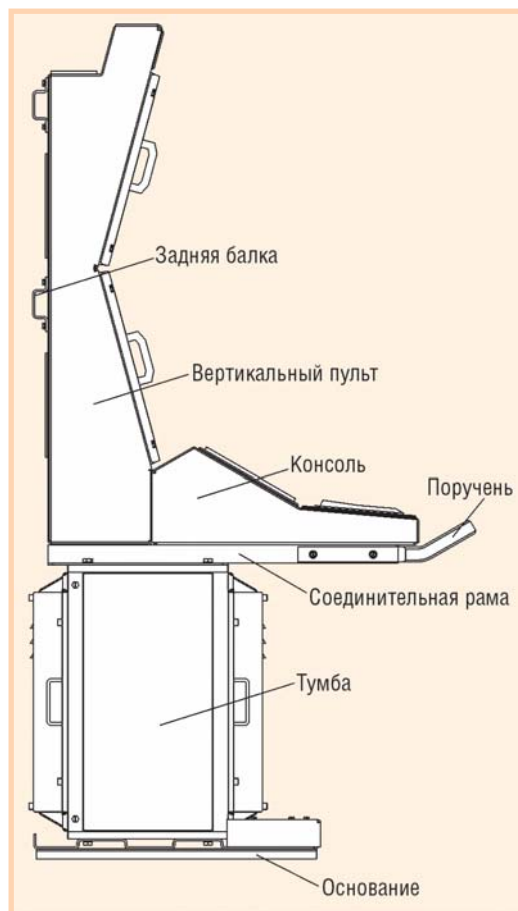


Рис. 1. Модульная конструкция ППУ

щение двух дисплеев с диагональю 51 см с фланцем, выполненным в соответствии со стандартом МЭК 60297 (высота 9U), и верхней лицевой панели. В конструкции консоли УППУ предусмотрена

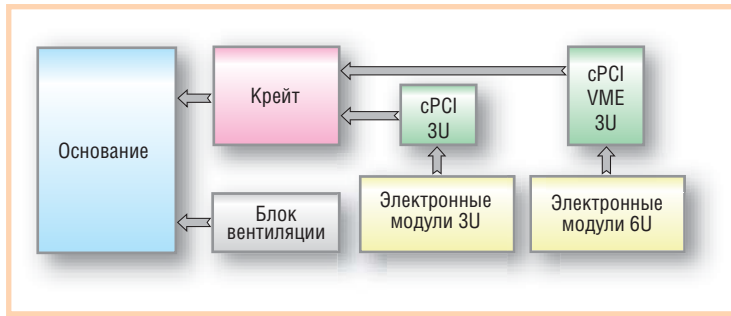


Рис. 2. Модульная конструкция тумбы ППУ

возможность размещения двух дисплеев с диагональю 21 см, оснащённых сенсорными экранами, символической клавиатуры и трекбола. В зависимости от выполняемых задач вертикальный пульт или консоль УППУ могут содержать различные наборы средств отображения и управления: на местах дисплеев или клавиатуры можно расположить панели управления, содержащие кнопки, световые индикаторы, ключи и т.п. Вертикальный пульт и консоль разработаны с учётом требований эргономики; окраска УППУ, рамок дисплеев, лицевых панелей соответствует ГОСТ РВ 20.39.309-98. Всё это создаёт комфортное рабочее место, позволяя повысить производительность труда и понизить утомляемость при долгой работе оператора.

Вертикальный пульт и консоль УППУ, а также вспомогательные части конструкции представляют собой бескаркасные конструкции из листового алюминиевого сплава. При изготовлении раскрой, гибочно-штамповочные операции и автоматизированная сварка эле-

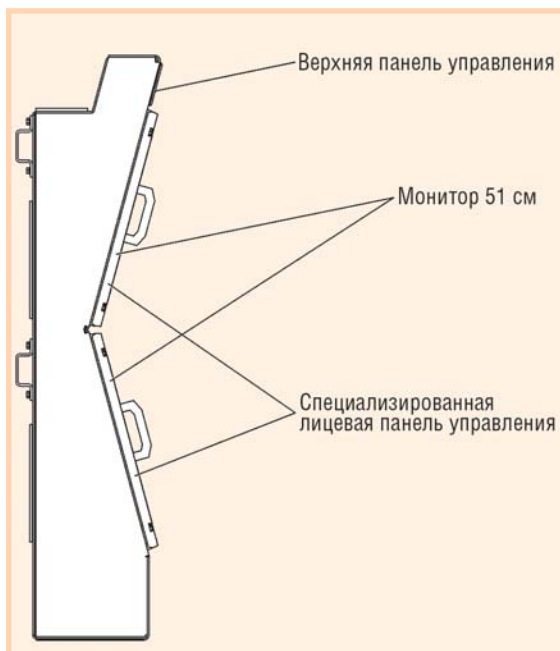


Рис. 3. Модульная конструкция вертикального пульта (монитор и специализированная лицевая панель управления могут устанавливаться в различных сочетаниях)



Рис. 4. Модульная конструкция консоли (монитор и специализированная панель управления могут устанавливаться в различных сочетаниях)

ментов конструкции производятся по технологическим программам, получаемым непосредственно из 3D-моделей элементов конструкции. Благодаря этому имеется возможность быстрой перенастройки оборудования для изготовления конструктива, отвечающего требованиям заказчика. Применение автоматизированного высокотехнологичного оборудования позволяет обеспечить повторяемость и качество изготовления конструкции независимо от человеческого фактора и навыков исполнителей.

Отличительной особенностью является отсутствие литых и фрезерованных деталей. Для организации мест крепления встраиваемого оборудования в конструктиве широко применяются запрессовываемые детали.

В тумбе УППУ размещается цифровая вычислительная система. В базовой конструкции тумба имеет высоту и глубину, позволяющие разместить с любой стороны (как спереди, так и сзади) крейт с модулями высотой 6U (либо 3U).

Тумба УППУ представляет собой сборно-каркасную конструкцию. Каркас выполнен на основе специализированных профилей сложной конфигурации. Профили имеют пазы и отверстия, в которых размещены подвижные элементы крепления. Элементы обшивки каркаса выполнены из листового алюминиевого сплава. На каркасе крепятся две крышки, имеющие жалюзи для вентиляции размещаемого оборудования и ручки для удобства снятия.

Помимо описанных особенностей конструкция обеспечивает возможность размещения большого количества выходных соединителей, оптимизации внутриприборного

монтажа, разделения низко- и высокочастотных входов, линий питания и сигналов и пр., а также позволяет обеспечить доступ к монтажу внешних соединителей при снятых передней и задней крышках и реализовать внутриприборный монтаж любого уровня сложности.

Симметричная конструкция корпуса тумбы позволяет устанавливать крейты с модулями с любой стороны (спереди и при необходимости сзади) на разных уровнях или на одном, что создаёт условия для оптимизации монтажа прибора.

Если для охлаждения модулей крейта недостаточно естественной конвекции, в тумбе под крейтом можно установить вентиляционную панель.

При необходимости высоту тумбы можно увеличить, что позволит разместить в ней несколько крейтов и тем самым сосредоточить всю цифровую вычислительную систему (ЦВС) в одном корпусе. В таком случае тумба будет размещаться отдельно от пультовой части.

Благодаря применению технологии модульного построения универсальный пультовой прибор управления может легко и с минимальными производственными затратами быть модифицирован для применения в разных комплексах.

В конструкции предусмотрена возможность агрегатирования корпусов в секции вплотную без зазоров либо с произвольным шагом.

Конструкция УППУ обеспечивает загрузку прибора в люк с условным диаметром 594 мм (шаблон НФ6.119.004), а также в люк с размерами 600×600 мм и радиусами закругления 100 мм в минимально разобранном на составные части состоянии (без демонтажа ЦВС).

В результате внедрения такой конструкции достигается высокая унификация пультовых приборов, расширяется область применения УППУ. Пультовой прибор может быть как морского (надводного или подводного), так и берегового базирования.

СТРУКТУРА ЦВС И ЕЁ РЕАЛИЗАЦИЯ

При разработке структуры ЦВС пультового прибора использовался принцип модульного построения.

При выборе модулей для построения ЦВС УППУ учитывались:

- производительность технических средств;
- номенклатура производимых технических средств;
- наличие сертификатов для применения в жёстких условиях эксплуатации;
- возможность наращивания и конструктивная совместимость;
- совместимость с ОС QNX v.4.x.

В результате произведённого анализа для построения ЦВС УППУ было определено использование системных шин сPCI и VME и конструктивов стандарта Евромеханика.

Кроме того, при выборе электронных модулей оценивались следующие параметры:

- наличие стандартных последовательных интерфейсов RS-232/422/485, USB, MIL-STD-1553B;
- возможность работы в составе ЛВС Ethernet 10/100/1000Base-T/TX;
- возможность реализации каналов цифрового ввода/вывода с гальванической развязкой для обеспечения обмена релейными сигналами с сопрягаемой аппаратурой;
- возможность использования всей необходимой номенклатуры модулей одного производителя.

В результате были выбраны следующие изделия:

- процессорные модули CPC501 (сPCI 6U), CPC502 (сPCI 3U), CPC600 (VME 6U) НПФ «Доломант»;
- модули-носители мезонинов УСО С12 (сPCI), M12 (VME) и модули УСО (M14, M16, M17) фирмы ОСАТЕК;
- интерфейсные модули (коммутаторы Ethernet, модули интерфейса MIL-STD-1553B) фирмы ЭЛКУС.

Электронные модули ЦВС УППУ размещаются в кейте, который отвечает требованиям стандарта Евромеханика. Формат модулей может быть 3U или 6U, что позволяет создавать ЦВС разнообразной архитектуры. Кейт может содер-



Рис. 5. Внешний вид кейта ЦВС с электронно-вычислительными средствами на базе шины сPCI 6U

жать однопроцессорную или многопроцессорную систему на одной объединительной плате, несколько однопроцессорных или многопроцессорных систем с собственными объединительными платами. В кейте можно разместить несколько объединительных плат для электронных модулей различной высоты (формата). Применение модульного принципа построения вычислительной системы позволяет повысить унификацию и взаимозаменяемость её элементов.

На рис. 5 представлен внешний вид кейта ЦВС с электронно-вычислительными средствами на базе шины сPCI 6U. Кейт содержит коммутатор Ethernet и две объединительные платы с шиной сPCI, образующие два независимых узла ЦВС. В состав каждого узла входят процессорная плата CPC501 с установленным мезонинным модулем РМС с последовательными каналами RS-422/485, модуль С12 с установленными модулями M14, M16, M17 и модуль интерфейса MIL-STD-1553B.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для обеспечения надёжной работы УППУ используется операционная система реального времени QNX v.4.25 (изделие КПА.00002-01, сертификат № 906), сертифицированная для применения в изделиях военного и двойного назначения. Помимо надёжности выбор этой операционной системы обусловлен следующим:

- возможность установки операционной системы на носители с ограниченным объёмом памяти без потери производительности;
- расширяемость операционной системы (возможность исключать или подключать дополнительные программные модули и протоколы);
- переносимость операционной системы (возможность работы операционной системы на различных вычислительных платформах, в том

числе и на выбранной современной аппаратной базе);

- наличие высокопроизводительной встраиваемой графической оболочки Photon microGUI, позволяющей создавать удобный графический интерфейс «оператор – система».

На основе многолетнего опыта работы с операционной системой QNX v.4.25 разработан комплекс программ, реализованный с использованием пакета Watcom C/C++ и решающий задачи применения модулей распространённых аппаратных интерфейсов:

- сбор и обработка информации с использованием модулей ввода/вывода, установленных в носители мезонинов С12 с шиной сPCI или M12 с шиной VME;
- приём и передача данных из портов последовательных каналов RS-422/485;
- приём и передача информации с использованием модуля мультиплексного канала MIL-STD-1553B для шин сPCI или VME.

ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПУЛЬТОВЫХ ПРИБОРОВ УПРАВЛЕНИЯ

На рис. 6 представлен пример реализации УППУ для судовой радиолокационной системы. Вертикальный пульт УППУ содержит два информационных дисплея ВМЦ-51 ЖКМ для отображения обработанной радиолокационной информации от двух каналов РЛС и верхнюю лицевую панель с клавишей управления питанием комплекса. На консоли размещены два управляющих дисплея ВМЦ-21 ЖКМ с сенсорными экранами, обеспечивающими управление режимами работы первого и второго каналов РЛС. ЦВС этого УППУ представляет собой кейт с многопроцессорной системой из четырёх вычислительных узлов. Первый и второй вычислительные узлы реализованы на базе процессорных модулей CPC501 и размещены на объединительной плате шины сPCI 6U, третий и четвёртый вычислительные узлы реализованы на базе процессорных модулей CPC502 и размещены на объединительной плате шины сPCI 3U.

На рис. 7 представлен пример реализации УППУ для корабельной АСУ (КАСУ). В вертикальном пульте УППУ установлены один информационный дисплей ВМЦ-51 ЖКМ и верхняя лицевая панель управления увеличенных размеров с органами управления питанием комплекса. На консоли размещены специализированная панель управления с



Рис. 6. УППУ для судовой радиолокационной системы

органами управления объектами, символьная клавиатура и трекбол. При этом верхняя лицевая панель, специализированная панель управления и панель для размещения клавиатуры и трекбола имеют одинаковые размеры, что позволяет унифицировать технологический процесс изготовления. ЦВС УППУ содержит два вычислительных узла, размещённых в крейте с двумя независимыми объединительными платами шины сPCI 6U. Коммутатор Ethernet, расположенный в крейте, объединяет в общую сеть Ethernet вычислительные узлы ЦВС

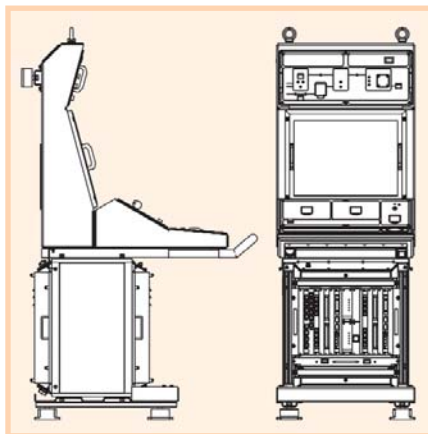


Рис. 7. Пример реализации УППУ для корабельной АСУ

УППУ и вычислительные узлы периферийных приборов, образующие ЦВС комплекса КАСУ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка конструктива пультового прибора управления велась с учётом:

- технологичности производства;
- многофункциональности использования;
- модульного принципа построения;
- особенностей современной аппаратной базы;
- эргономичности.

В результате создан простой и недорогой в производстве универсальный пультовой прибор управления. Унификация конструктива УППУ и соответствие требованиям эргономики позволяют создавать ГКП на его базе в едином стиле и делать помещение ГКП удобным и красивым. Использование современных электронных модулей на базе шин сPCI и VME повышает надёжность и быстродействие ЦВС прибора, обеспечивая возможность применять УППУ при создании простых и сложных автоматизированных систем различного функционального назначения. ●

E-mail: ruslankozachuk@gmail.com