

Михаил Бердичевский

Конструктивы Евромеханики во встраиваемых системах

В статье дан обзор субблоков, кросс-плат и приборных корпусов Евромеханики с описанием их конструктивных особенностей, обеспечивающих универсальность, высокий уровень унификации и надёжности. Особое внимание уделяется вопросам электромагнитной защиты. Изложены основные принципы стандарта Евромеханики, показаны его преимущества, перспективы развития, связь с другими стандартами.

ВВЕДЕНИЕ

Тем, кто уже долгое время занимается разработкой встраиваемых вычислительных, управляющих и коммуникационных систем, не надо объяснять, какие преимущества несут им конструктивы Евромеханики в удобстве компоновки и внешних подключений, в обеспечении высокой ремонтпригодности разрабатываемого оборудования и его стойкости к механическим воздействиям, а также в простоте поддержания оптимального теплового режима, что в итоге положительно сказывается на показателях надёжности оборудования. А благодаря тому что конструкции Евромеханики определены стандартом МЭК 60297 и, соответственно, применяются в десятках тысяч

приложений по всему миру и имеют высокую серийность базовых компонентов, их стоимость достаточно низка и позволяет использовать данные конструктивы как в массовых изделиях, так и в разовых разработках с небольшим бюджетом.

В то же время в связи со все более глубоким проникновением технологий персональных компьютеров в различные области применений в сфере встраиваемых систем начинают работать тысячи новых специалистов, которые зачастую оказываются незнакомы с теми преимуществами, которые им может принести использование этого существующего более 30 лет, но по-прежнему актуального и развивающегося стандарта.

В начале 1960-х годов стандарт Евромеханики, или 19" стандарт МЭК 60297 (ранее просто МЭК 297) разрабатывался на базе стандарта США ASA C 83.9 как нормативный документ, определявший размеры передних панелей блоков (прежде всего источников питания) для установки в шкафы. В 1980 году стандарт был дополнен спецификациями, определившими типоразмеры печатных плат для установки в монтажные субблоки (крейты), а в 1983 году принял законченный вид, определив и габаритные размеры шкафов. Естественно, в следующие 20 лет стандарт не оставался статичным, а постоянно совершенствовался, дополняясь спецификациями, призванными обеспечить оптимальное использование

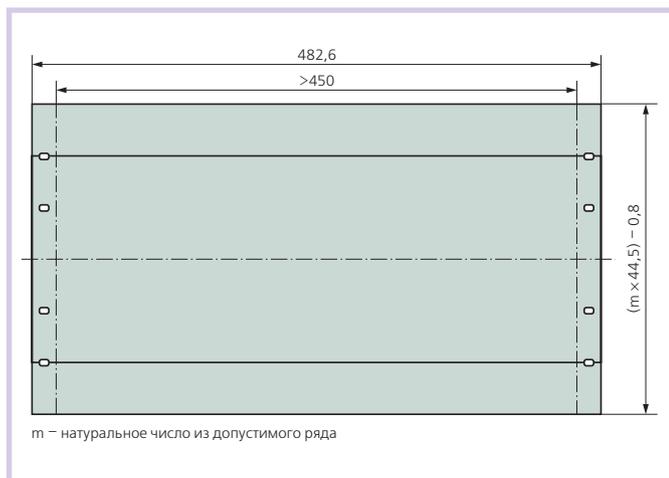


Рис. 1. Размеры передних панелей блоков

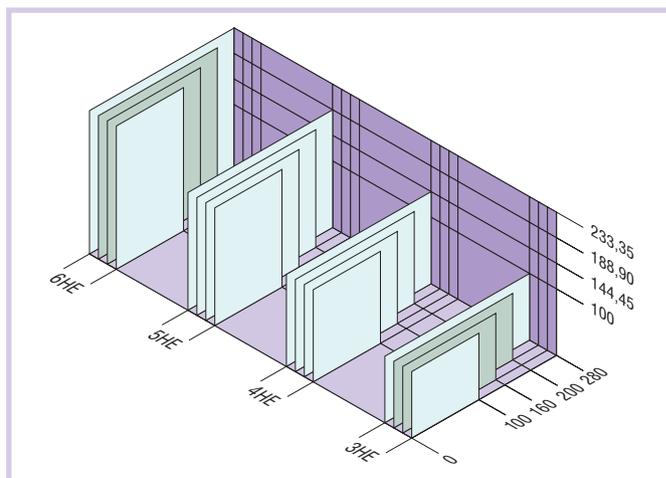


Рис. 2. Типоразмеры печатных плат

определяемых стандартом конструктивов с шинами, созданными на базе новых стандартов и находившими применение в промышленной, военной сфере, на транспорте и в области телекоммуникаций. Но основные параметры конструкции были определены еще тогда.

Базовым параметром в евроконструктивах является уже упоминавшийся размер 19 дюймов, который равен

482,6 мм — это ширина передней панели блока (рис. 1). Высота блоков определяется в единицах U, каждая из которых равна $1\frac{3}{4}$ дюйма, или 44,45 мм (один дюйм равен 25,4 мм). Субблоки могут быть разной высоты, но рекомендуются к применению субблоки под печатные платы высотой 3U и 6U. Соответственно, стандартные размеры печатной платы для установки в субблок высотой 3U составляют 100 мм в высоту и 160 или 220 мм в глубину. Глубина печатной платы может быть и больше, увеличиваясь с шагом 60 мм (рис. 2). Высота печатной платы может изменяться с шагом 1U, и для типоразмера 6U её габариты составят 233,35×160 мм или 233,35×220 мм.

Субблоки представляют из себя монтажные каркасы, состоящие из двух боковых панелей с монтажными фланцами и минимум четырех поперечных несущих монтажных рельсов, к которым с шагом 5,08 мм (0,2 дюйма, или 1HP) крепятся направляющие (рис. 3). Всего предусмотрено до 84 посадочных мест для направляющих, которые, в принципе, могут устанавливаться в произвольном порядке, однако минимальное расстояние между двумя соседними направляющими составляет 3HP, а в большинстве современных шинных стандартов — и вообще 4HP, или 20,32 мм. Таким образом, в стандартный 19" субблок можно установить



Рис. 4. Метрические соединители

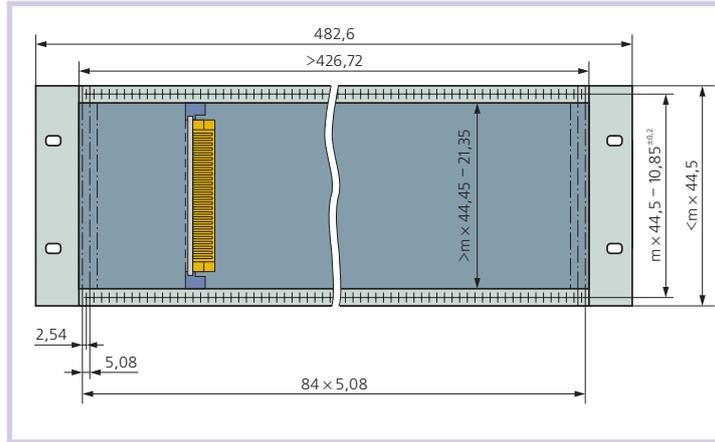


Рис. 3. Размеры субблоков

до 21 печатной платы. Однако во встраиваемых системах часто используются субблоки меньшей ширины; обычно в этих случаях выбираются 28HP, 42HP или 63HP, хотя встречаются и другие размеры.

В настоящее время среди магистрально-модульных стандартов, базирующихся на конструктивах Евромеханики, наиболее известны различные варианты VME и CompactPCI.

Стандарт VME (VERSA-Module Euroboard) появился в начале 80-х годов прошлого века. Это было переложение на евроконструктив предложенного в конце 70-х годов того же века фирмой Motorola формата плат с шиной VERSAbus. К сожалению, решения на базе шины VME, несмотря на достаточно широкое распространение, оказались слишком дорогими для очень многих применений, поэтому со временем возникли идеи объединить конструктивы Евромеханики с более доступными технологиями из сферы персональных компьютеров. Здесь можно упомянуть евромеханические варианты шины ISA (AT96/ISA96 и др.) и, конечно же, шины PCI (CompactPCI, IndustrialPCI).

В случае с CompactPCI стандарт Евромеханики пришлось подвергнуть достаточно значительным изменениям, интегрировав в него положения семейства стандартов IEEE 1101. В частности, в CompactPCI вместо дюймовых соединителей используются метрические с шагом контактов 2 мм, что позволяет в системе 6U иметь до 791 контакта (рис. 4). Тут возникает другая проблема: такие соединители требуют значительных усилий при соединении и размыкании. Для решения этой проблемы пришлось оснастить модули специальными ручками, обеспечивающими большой рычаг, а поперечные рель-

сы — специальной удлиненной кромкой с прямоугольными отверстиями, за которые ручка может зацепиться, чтобы обеспечить ту самую Архимедову «точку опоры» при установке модуля (рис. 5). Однако принципиально сама суть конструктива это не изменило — три десятка лет не срок для хорошей идеи, особенно когда речь идет о конструкции.

Кроме VME, CompactPCI и уже упомянутых AT96/ISA96 и IndustrialPCI, существует целый ряд других евромеханических стандартов. Но тем не менее основная масса оборудования, выпускаемая в 19" конструктивах, всё ещё использует несовместимые друг с другом частнофирменные решения.

И для VME, и для CompactPCI поддерживающие их консорциумы производителей предложили в последнее время варианты стандартов, позволяющие электронным модулям обмениваться между собой информацией по быстрым коммутируемым последовательным каналам на основе Ethernet. Партнером обоих консорциумов в области доработки конструктивов Евромеханики с учётом требований новых стандартов, в том числе в области разработки кросс-плат, выступает фирма Schroff — европейское отделение холдинга Pentair Enclosures, являющегося мировым лидером в области разработки и поставок конструктивов Евромеханики и принадлежностей для них. Примечательно, что основатель фирмы Понтер Шрофф был тем самым человеком, который стоял у истоков 19" стандарта, и все тридцать лет фирма остается на самых передовых позициях в этой области, поставляя шкафы, субблоки, передние панели для модулей, кросс-платы, источники питания и всевоз-



Рис. 5. Установка модуля CompactPCI с помощью специальной ручки

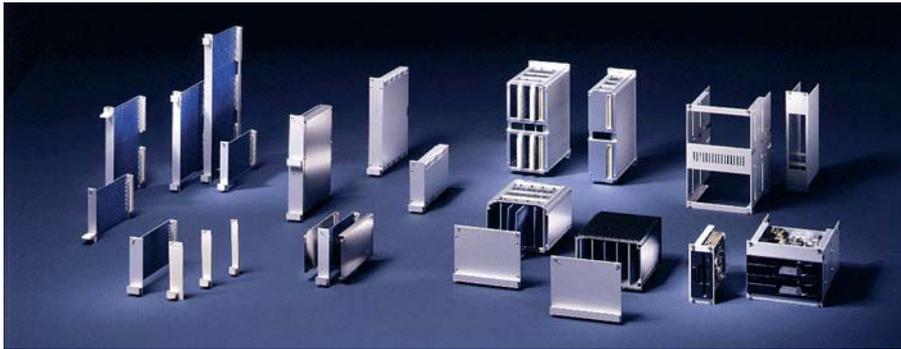


Рис. 6. Передние панели и корпуса модулей

можные принадлежности в 19" стандарте Евромеханики. При этом важно отметить, что, несмотря на высокое качество продукции, цены, предлагаемые фирмой, остаются одними из самых низких в отрасли; это обеспечивается как крупной серийностью продукции, так и высокой степенью унификации конструкций, закладываемой на этапе проектирования.

СУББЛОКИ

Субблок (или крейт, как привыкли его называть люди, работавшие еще с КАМАК) — это, можно сказать, центральная часть евромеханических конструкций. Именно в него вставляются печатные платы, источники питания, различные электронные модули, как с передней панелью, так и закрытые, с механической или электромагнитной защитой, а также каркасы для дисковых устройств (рис. 6). И уже субблоки собираются в приборные каркасы, стойки и шкафы. На протяжении десятилетий существования 19" стандарта было разработано множество конструкций субблоков для разных условий применения. В одном случае требовалась минимальная стоимость, в другом — установка максимально возможного числа различных принадлежностей, в третьем — максимальная прочность конструкции для использования на подвижных объектах, а в четвертом — обеспечение высокой степени электромагнитной защиты.

Проблема была в одном: все эти конструкции, несмотря на соответствие одному и тому же стандарту, были несовместимы друг с другом по конструктивным элементам. В результате резко возрастала номенклатура покупных изделий, трудно было оптимизировать складские запасы на производстве, удлинились сроки разработки. Также следует отметить, что поскольку конструктивы для разных модификаций субблоков были разными, то и полный

комплекс сертификационных испытаний для каждого из них надо было проводить отдельно. Конечно, эти проблемы можно было решить, используя для всех модификаций результаты испытаний самой сложной из них, но, во-первых, это не всегда было возможно, а во-вторых, заметно увеличивало стоимость.

Решение всех этих проблем фирма Schroff нашла во второй половине 1990-х годов, предложив новое семейство субблоков Eurogas PRO. Это современный модульный субблок, пригодный для самых разнообразных приложений и соответствующий всем требованиям стандартов (рис. 7). Главной особенностью субблока является его практически абсолютная универсальность.

Уже говорилось, что основой несущей конструкции субблоков являются две боковые панели и минимум четыре поперечных несущих рельса. Субблоки Eurogas PRO имеют три типа боковых панелей: L (Light — облегченный), F (Flexible — модульный) и H (Heavy Duty — повышенной прочности). К ним предлагаются различные варианты передних и задних поперечных рельсов, которые можно разделить на два класса (облегченные и усиленные), имеющих одно или два крепежных отверстия, причем поперечный рельс с длинной кромкой для современных ручек поставляется только в усиленном варианте, поскольку на такой рельс при установке и извлечении модулей действуют очень большие нагрузки. Раз уж речь зашла о поперечных рельсах, следует обратить внимание на несколько важных моментов. Во-первых, все контактные поверхности рельсов имеют проводящее покрытие, что необходимо для целей заземления, обеспечения электромагнитной совместимости и снятия электростатического разряда. Во-вторых, все рельсы имеют промаркированные посадочные места

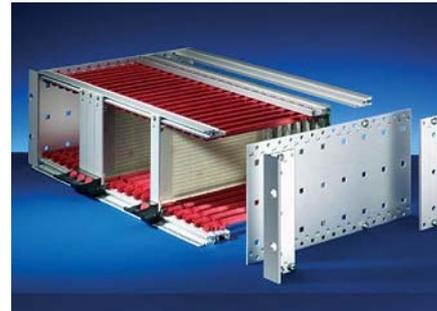


Рис. 7. Субблок Eurogas PRO

для направляющих, причем при установке стандартной направляющей этот номер будет виден в специально предусмотренном окошке, что упрощает сборку системы. Облегчают сборку и предусмотренные в боковых панелях специальные выкладки, фиксирующие положение поперечного рельса (рис. 8); кроме того, эти выкладки предохраняют поперечные рельсы с одной точкой крепления от возможного проворачивания.

Ну и чем этот набор разных боковин и поперечных рельсов отличается от множества различных моделей субблоков? А тем, что все эти компоненты полностью взаимозаменяемы! Комбинируя их в различных сочетаниях, используя единые принадлежности и крепеж, можно получить субблоки, обладающие самыми разными потребительскими свойствами. Например, используя панели типа L и облегченные рельсы, можно получить простой субблок минимальной стоимости, а применяя панели типа H и усиленные поперечные рельсы, вы получите субблок, который удовлетворяет самым жестким требованиям мобильных и ответственных применений, что подтверждено результатами испытаний на сейсмостойкость и на соответствие стандартам немецких железных дорог.

Важно также отметить, что все эти субблоки позволяют легко интегрировать средства электромагнитной защиты, не заменяя никаких уже установ-



Рис. 8. Крепление поперечного рельса к боковой панели



Рис. 9. Элементы электромагнитной защиты субблоков

ленных элементов конструкции, — нужно просто установить дополнительные детали (рис. 9) при необходимости. Это позволяет, например, на этапе макетирования не тратить средства на данные детали, а установить их по окончании разработки, если результаты испытания укажут на такую необходимость. Кроме того, предлагаемые модульные средства электромагнитной защиты, включающие в себя ограниченную номенклатуру экранов и контактных пружин, крайне технологичны и недороги. При этом обеспечиваемая ими защита очень эффективна и позволяет, например, гарантировать полную электромагнитную защиту субблока с горизонтальным расположением модулей (а это гораздо тяжелее, чем защитить субблок со стандартным расположением модулей) в диапазоне частот от 30 до 1000 МГц (рис. 10).

Конечно, не во всех приложениях нужна электромагнитная защита или высокая механическая прочность. Зато всегда необходимо установить в субблок тот или иной набор модулей и печатных плат — а иначе зачем вообще нужен субблок? При этом конструкция модулей может быть самой различной (рис. 6), и для их оптимальной установки, а также в соответствии с требованиями различных стандартов, в частности, IEEE 1101, необходимы различные типы направляющих, и все они есть в номенклатуре Eurocas PRO (рис. 11), в том числе со средствами механического кодирования расположения модуля в субблоке или для установки специальных источников питания CompactPCI. Использование такой направляющей совместно со специальной ручкой позволяет применить микропереключатель, который бы вырабатывал сигнал для электронной схемы на плате об открытой защелке на ручке, что необходимо для систем с возможностью «горячей» замены (рис. 12). При



Рис. 10. Субблок с электромагнитной защитой и горизонтальным расположением модулей

необходимости направляющие, кроме штатных защелок, могут крепиться винтами и снабжаться специальными контактными пружинами для снятия с плат электростатического заряда. Поставляются также фиксаторы и ручки для печатных плат, устанавливаемых без передней панели. Конструкция этих ручек позволяет закрывать такие печатные платы групповой передней панелью.

Предусмотрены в Eurocas PRO и другие средства для оптимальной компоновки субблока. Например, существуют накладные фланцы для монтажа субблока в панель или специальные со-

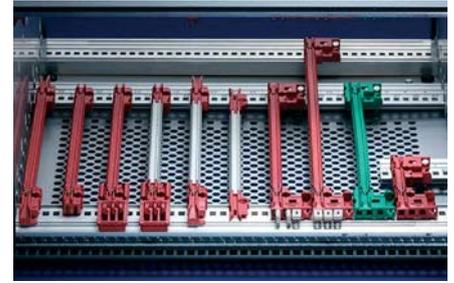


Рис. 11. Варианты направляющих для плат и модулей

единительные планки для жесткого соединения двух субблоков. Предусмотрены различные передние, верхние, нижние и задние крышки, имеющие исполнение и для простой механической защиты субблока, и для обеспечения его электромагнитной защиты. Возможность превращения субблока в настольный корпус привлекательного дизайна без внесения каких-либо изменений в субблок допускают конструктивы серии Projet (рис. 13). Это особенно важно в приложениях, требующих сертификации готового изделия: поскольку в уже сертифицированный субблок не вносятся никаких изменений, то повторная сертификация или испытания полученной настольной версии изделия не требуются!



Рис. 12. Передние ручки для систем CompactPCI

Говоря о компоновке субблока, необходимо более подробно остановиться на задних рельсах. Эти рельсы, так же как и передние, могут крепиться одним или двумя винтами с каждой стороны, но отличаются способами крепления к ним кросс-платы и соединителей. Кросс-плата может крепиться к задним рельсам непосредственно или через изоляционную прокладку толщиной 3 мм. В приложениях без использования кросс-платы, когда модули вставляются непосредственно в соединители, объединенные друг с другом объёмным монтажом, необходим задний рельс с Z-образным элементом либо специальные Z-рельсы для креп-



Рис. 13. Корпус Projct: превращение субблока в настольный корпус

ления к поперечным рельсам первых двух типов (рис. 14).

В системах высотой 6U часто используется центральный рельс, обеспечивающий дополнительную механическую опору для кросс-плат и соединителей и имеющий, как и поперечный рельс, три возможных варианта исполнения. Однако в системах CompactPCI и VME64X применение центрального рельса невозможно, так как оба стандарта для плат высотой 6U допускают использование на его месте дополнительного соединителя. Это может создавать определенные проблемы из-за

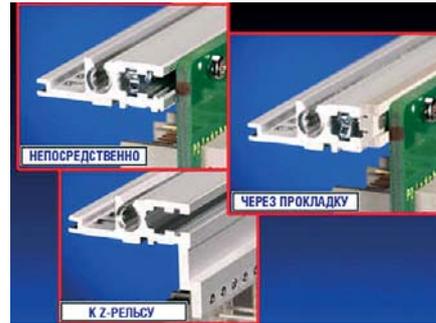


Рис. 14. Типы крепления кросс-плат и соединителей к задним поперечным рельсам

того, что усилия при установке и извлечении плат достаточно велики и кросс-плата может деформироваться. Для решения этой проблемы фирма Schroff предложила специальные литые ребра жесткости, которые крепятся к кросс-плате в местах её соединения с поперечными рельсами, а также в двух точках в середине платы (рис. 15). Важно, что такие ребра не только устанавливаются на кросс-платы, производимые Schroff, но и поставляются отдельно и могут использоваться в собственных разработках заказчика.

Предусмотрены в номенклатуре Eurogas PRO и такие элементы, как разделительные и опорные панели, представляющие собой шасси для монтажа тяжелых нестандартных элементов в субблоке, например трансформаторов. Следует отметить, что вопросы обеспечения в случае необходимости высокой механической прочности субблоков проработаны для субблоков Eurogas PRO просто великолепно. Для установки сейсмостойких и мобильных вариантов субблоков Eurogas PRO в соответствующие стойки (их Schroff производит на базе шкафов PROLINE) имеются выдвигающие направляющие, жестко фиксирующие весь субблок в шкафу и предотвращающие вибрации его задней части, которая в обычном исполнении была бы закреплена консольно. Предусмотрены также специальные выполненные из алюминиевого профиля направляющие для особо тяжелых печатных плат и модулей, устанавливаемых в субблок.

Продолжая рассказ о принадлежностях, вернёмся к комплекту для горизонтального монтажа плат высотой 6U в субблоки высотой 3U и 4U, обеспечивающему возможность электромагнитной защиты субблока (рис. 10). Поставляется комплект и для решения обратной задачи — установки в субблок 6U плат высотой 3U. Такое решение достаточно популярно в системах с

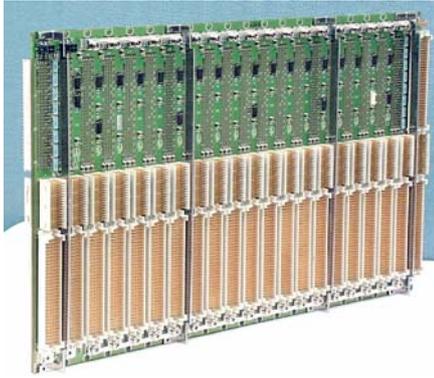


Рис. 15. Кросс-плата VME64X с литыми рёбрами жёсткости (вид сзади)

шиной VME и также может применяться в системах CompactPCI при использовании процессорных плат высотой 6U с модулями УСО высотой 3U. Имеются специальные рельсы и направляющие для установки плат ввода-вывода с задней стороны. Для всех этих исполнений предусмотрены средства электромагнитной защиты, и это не случайно, так как в современных системах, оснащенных гигагерцовыми процессорами и высокоскоростными каналами связи, обеспечение электромагнитной совместимости оборудования становится все более и более значимым даже в совершенно утилитарных задачах. Поэтому прекрасно проработанные в субблоках Eurogas PRO ещё на этапе проектирования вопросы обеспечения электромагнитного экранирования, заземления и снятия электростатического разряда с устанавливаемых модулей являются одним из основных преимуществ данных конструктивов наряду с огромной номенклатурой разнообразных принадлежностей, узкой номенклатурой крепежных изделий, универсальностью и низкой стоимостью.

Кросс-платы

Уже упоминалось, что Schroff производит хорошие и недорогие кросс-платы, в том числе заказные и для новейших шинных стандартов. Например, как только в более или менее законченном виде были оформлены спецификации PICMG 3.0 (Advanced TCA), соответствующие готовые предложения немедленно появились в программе поставок этой фирмы.

Помимо полной номенклатуры стандартных плат VME, VME64X и CompactPCI разных типоразмеров, есть у фирмы Schroff и определенные «изюминки». Кроме уже описанных ребер жесткости, это, например, шины

питания в верхней и нижней частях кросс-плат VME64X, предназначенные для распределения всех питающих потенциалов по кросс-плате без нагрузки внутренних печатных линий (рис. 15).

Важной особенностью плат VME фирмы Schroff является наличие функции электронного переопределения порядка следования запроса по шине (EDC). Обычно предусмотрено два варианта решения этой проблемы: «ручное» переопределение (MDC), когда порядок следования запроса по шине назначается переключками, которые пропускают этот сигнал по шине через неиспользуемые слоты, и «автоматическое» переопределение (ADC), когда используется более дорогой соединитель специальной конструкции. В обоих случаях на шину устанавливаются пассивные согласующие элементы, в качестве которых, кстати, Schroff использует керамические изделия для поверхностного монтажа. В случае же электронного переопределения эта функция выполняется специальной микросхемой, что увеличивает надежность и быстродействие, а также снижает энергопотребление, уменьшает искажение фронтов импульсов и вероятность ошибочных подключений.

Есть интересные особенности и у плат CompactPCI фирмы Schroff. Прежде всего ширина этих плат точно кратна ширине слота — 20,32 мм. Это становится особенно важным, когда надо иметь в системе более допустимых 7 плат. В этом случае две кросс-платы устанавливаются встык и объединяются компактным мезонинным модулем моста PCI-PCI, позволяя тем самым расширить систему еще на 7 слотов.

Подобным образом решает Schroff и проблему подвода питания в системах CompactPCI. Дело в том, что стандарт на соединители источников питания для CompactPCI еще больше, чем вариантов назначения контактов на соединителях P3, P4 и P5. Большую их номенклатуру производит и фирма Schroff. Поэтому с задней стороны кросс-платы предусмотрен специальный соединитель под мезонинную плату питания, которая дополнительно крепится к кросс-плате винтами (рис. 16). Для каждого типа источника питания есть соответствующая переходная плата, а сравнительно дорогая кросс-плата остается неизменной. Дополнительно на мезонинной плате питания предусмотрены соединители пи-



Рис. 16. Кросс-плата CompactPCI с мезонинной платой питания

тания для дисковых накопителей, что решает еще одну распространенную проблему систем CompactPCI.

Приборные корпуса

Что такое приборный корпус в первом приближении? Это закрытый субблок. Мысль очевидная, но на практике до недавнего времени все приборные корпуса на рынке представляли собой оригинальные конструкции с несовместимыми с субблоками принадлежностями. Существовали, конечно, изящные решения типа уже упоминавшегося Projet (рис. 13), но сфера их применения была далеко не универсальной.

Но фирма Schroff нашла решение и этой задачи. Ей удалось создать приборный корпус, в каркасе которого только боковая панель имеет чуть отличную от каркаса субблока конструкцию (рис. 17). Все остальные детали — это стандартные элементы субблоков Eurogas PRO. Такие приборные корпуса называются Ratiopac PRO.

Конструкция этих приборных корпусов достаточно проста. К уже упомянутому каркасу субблока крепятся на-



Рис. 17. Каркас Ratiopac PRO



Рис. 18. Два варианта исполнения приборных корпусов Ratiopac PRO

ружные панели (крышки), которые и формируют приборный корпус. Здесь возможны 2 варианта (рис. 18).

Первый вариант предполагает такое исполнение крышек, при котором они плотно облегают корпус, сохраняя габариты получаемого приборного корпуса точно соответствующими размеру субблока, например 3U или 6U. Такой вариант наиболее удобен в системах с ненапряженным тепловым режимом.

В случае когда требуется обеспечение отвода большого количества тепла, используется другой набор крышек, который крепится на тот же каркас и образует ниши высотой по $1/2U$ сверху и снизу субблока. Ниши служат для оптимизации воздушного потока в корпусе, способствуя его естественному току спереди и снизу вверх и назад, что удобно и при установке на стол, и при



Рис. 19. Типы передних фланцев для Ratiopac PRO

монтаже в стойку. Такой вариант корпуса называется Ratiopac PRO-air, и его наружный габарит всегда ровно на 1U больше высоты внутреннего монтажного пространства. Важно отметить, что вентиляционные отверстия в этом корпусе имеют форму пчелиных сот, что, согласно последним исследованиям, лучше, с точки зрения электромагнитной совместимости.

Полная совместимость с Eurocas PRO даёт возможность использовать вместе с приборными корпусами



Рис. 20. Приборный корпус Ratiopac PRO в исполнении «башня» для компоновки микропроцессорных систем

Ratiopac PRO абсолютно все принадлежности данного субблока без исключения, что позволяет при необходимости легко превратить систему любой конструктивной сложности, первоначально разработанную в качестве субблока, в приборный корпус. В зависимости от используемого типа передних фланцев этот приборный корпус можно монтировать в стойку, использовать в качестве настольного или переносного корпуса (рис. 19). Для компоновки



Рис. 21. Специальные ножки для Ratiopac PRO позволяют устанавливать корпуса этажеркой

микропроцессорных систем Ratiopac PRO может также поставляться в варианте «башня» (рис. 20).

Конечно, различия в сферах применения субблоков и приборных корпусов потребовали разработки для Ratiopac PRO, кроме крышек, и некоторых других специфических принадлежностей. Это, в частности, различные ножки для установки корпусов на стол, в том числе этажеркой (рис. 21). Это и специальные барьеры и фильтры для организации оптимального тока воздуха внутри корпусов Ratiopac PRO-air. Предлагаются также держатели для

крепления кабелей питания на задней панели корпуса. Во многих случаях окажутся полезными и декоративные цветные накладки для придания корпусу индивидуальных черт дизайна или поставляемые по запросу задние панели с установленными розетками и вентиляторами питания, а также ряд других полезных для приборных корпусов вспомогательных элементов.

И снова следует сказать несколько слов об электромагнитной защите корпусов Ratiopac PRO. Поскольку это фактически закрытый субблок, то его базовая электромагнитная защита с обычными передней и задней панелями уже очень неплоха: порядка 20 дБ на частоте 1000 МГц (на более низких частотах этот показатель возрастает примерно до 60 дБ). Однако для Ratiopac PRO можно использовать такие же контактные пружины между панелями, как и в Europac PRO, что значительно повысит степень защиты корпуса (приблизительно до 35 дБ на той же частоте). Конечно, это примерные цифры, поскольку внутренняя компоновка и «начинка» прибора могут изменять их существенно, тем не менее это великолепные показатели для такой высокой частоты, требующей очень хоро-

ших контактов между панелями и наличия щелей минимального размера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К сожалению, формата журнальной статьи недостаточно, чтобы сколько-нибудь подробно рассказать обо всех особенностях евромеханических конструкций. Ведь кроме описанных, к ним относятся самые разнообразные шкафы, стойки, субблоки, приборные корпуса, корпуса для модулей, кросс-платы, а также специализированные конструктивы для организации локальных и глобальных сетей.

А если вспомнить о заказных системах, которые только частично базируются на стандартных изделиях, то здесь разговор вообще становится бесконечным. Однако автор надеется, что ему удалось заронить толику интереса к Евромеханике как типу базовых несущих конструкций, и вы, может быть, захотите попробовать применить их в своем следующем проекте. ●

М.Е. Бердичевский — сотрудник фирмы ПРОСОФТ
Телефон: (095) 234-0636
Факс: (095) 234-0640
E-mail: michael@prosoft.ru