



CompactPCI

для решения ответственных задач автоматизации в атомной энергетике

Разработка автоматизированных систем контроля и управления с повышенными требованиями к надежности имеет определенные особенности, выделяющие ее среди других задач автоматизации. А промышленность, и в особенности энергетика, дополняют эти особенности своей спецификой. И в этом смысле одним из самых показательных вертикальных рынков, с точки зрения повышенных требований к конечным изделиям, является рынок информационных и управляющих систем в атомной энергетике

Александр Тхорик,
tkhorya@ivl.ua

В настоящее время на атомных станциях Украины работает 15 энергоблоков общей мощностью 13835 МВт. По официальным данным на эксплуатирующую организацию — ГП НАЭК «Энергоатом», в 2007 году пришлось 47,5 % всего объема выработанной в Украине электроэнергии — это на 2,7 % больше, чем в 2006 году. Коэффициент использования установленной мощности увеличился на 2,0 %. За «сухими» значениями этих показателей стоит громадный объем выполненных работ и вполне определенное оборудование. Ведь на рост производственных показателей влияет множество факторов, среди которых не последнее место занимает успешная модернизация оборудования, систем и элементов, в частности АСУ ТП.



Рис. 1.
Новейший процессорный модуль Kontron CP6016 устанавливает новый стандарт в категории «производительность на ватт» в классе защищенных модулей 6U CompactPCI. Оснащенный высокопроизводительным процессором Intel Core2 Duo 2,53 ГГц (T9400), в CP6016 может быть установлено до 16 Гб памяти DDR2 ECC SO-RDIMM и потребляет не более 50 Вт. В наличии также широкий набор интерфейсов: 6 x SATA с возможностью построения RAID 0/1/5, 7xUSB 2.0, 2xRS232, VGA, High Definition Audio (HDA) и 5 портов Gigabit Ethernet, подключенных через шину PCI Express. Есть также сокет ХМС (через PCI Express x8) и РМС для мезонинных карт, что позволяет устанавливать различные модули расширения.

Постановка задачи

С точки зрения сегментации, рынок АСУ ТП АЭС фактически поделен между небольшим количеством достаточно крупных предприятий, каждое из которых специализируется на разработке и изготовлении тех или иных систем, входящих в состав АСУ ТП, разработке программного обеспечения или выполнении пусконаладочных работ. Изделия (системы), производимые этими предприятиями и предназначенные для АЭС, носят специализированный характер и разрабатываются в соответствии со специфическими требованиями, жестко регламентированными специальными нормативными документами. Объем и жесткость требований к архитектуре систем, применяемым компонентам и программному обеспечению зависят от функций систем и их влияния на безопасность АЭС.

В то же время, практически во всех системах необходимо реализовать функции визуализации информации, человеко-машинного взаимодействия, обработки и хранения данных, шлюзовые функции для связи между подсистемами или связи с внешними системами и т.д. Для реализации перечисленных функций обычно используются компьютеры с процессорами общего назначения. Таким образом, все разработчики рано или поздно сталкиваются с проблемой выбора аппаратной платформы для реализации этих функций.

В чем же заключается проблема выбора платформы для создания компьютерной станции общего назначе-

ниями одной архитектуры, высокая производительность процессоров при доступной стоимости, наличие на рынке встраиваемых процессоров с пониженным уровнем тепловыделения и длительным сроком поддержки и т.д.

Не секрет, что большинство современной компьютерной техники, включая промышленные компьютеры, выполнено с использованием x86-процессоров. А обилие и доступность инструментальных средств разработки программного обеспечения (ПО) для x86-платформ делает их особо привлекательными для разработчиков систем автоматизации. Поэтому выбор аппаратной платформы (здесь и далее под аппаратной платформой подразумеваются базовые комплектующие уровня плата/шасси для создания компьютерных станций верхнего уровня ответственных систем контроля и управления) для большинства разработчиков лежит в плоскости выбора форм-фактора (под форм-фактором здесь понимается физическое исполнение комплектующих уровня плата/шасси, соответствие тому или иному стандарту механики, устанавливаемому, в частности, базовые размеры, питание, устойчивость к воздействию внешних факторов), обеспечивающего соответствие компьютера требованиям к конечному изделию.

Понятно, что другие характеристики определяемой к использованию платформы также не уйдут от требовательного взгляда разработчика.

ния для ответственной системы АСУ ТП?

Как известно, самыми распространенными процессорами общего назначения на сегодняшний день являются ЦПУ архитектуры x86 (здесь и далее под x86-процессорами будем понимать процессоры (в том числе и многоядерные), поддерживающие систему команд x86) от Intel. Основные тому причины — широкое распространение самой архитектуры, простота работы с настольными и встраиваемыми

Однако следует напомнить, что возможность выбора производительности и просто доступность процессора уже определены широчайшей номенклатурой x86-совместимых процессоров, доступных на рынке. А функциональные возможности аналогичных комплектующих в разных форм-факторах являются сходными, и подобрать изделие той или иной функциональности в рамках определенного формата значительно проще, чем не ошибиться в выборе самой платформы для разработки ответственных систем с длительным сроком службы и присутствия на рынке. Кстати, вопрос длительного присутствия на рынке приобретает особое значение в системах повышенной ответственности, где разработчик, да и конечный пользователь, должны иметь 100 % гарантию того, что и через 5 лет приобрести используемую плату будет возможно. Но мы еще вернемся к этому вопросу.

Требования к ПТК, ИУС и ТС

Описание и анализ действующей нормативной документации, относящейся к программно-техническим комплексам, информационно-управляющим системам, а также непосредственно требований к техническим средствам автоматизации является отдельным вопросом и заслуживает особого внимания. Мы не ставим перед собой целью экскурс в действующую нормативную документацию. Да и провести такой анализ в рамках одной статьи видится затруднительным. Остановимся лишь на некоторых требованиях, предъявляемых к техническим средствам автоматизации на объектах атомной энергетики.

Кроме общих требований действующей в Украине нормативной документации (НД), технические средства (ТС) на объектах атомной энергетики рассматриваются также с точки зрения обеспечения ядерной и радиационной безопасности. НД, в частности, устанавливает такие требования к информационным и управляющим системам (ИУС) и программно-техническим комплексам (ПТК) как:

- ▶ требования к точности;
- ▶ требования к временным характеристикам;
- ▶ требования по надежности;
- ▶ требования к интерфейсу «человек-машина»;
- ▶ требования по стойкости к воздействию внешних факторов;
- ▶ требования по стойкости к изменению параметров электропитания и др.

Необходимым, согласно НД, также является соблюдение принципов:

- ▶ единичного отказа;
- ▶ резервирования;
- ▶ независимости;
- ▶ разнообразия и др.

Задача приведения в соответствие системы/комплекса может быть решена разработчиком значительно проще и быстрее, если ТС, на основе которых строится система/комплекс, также выбраны с учетом соответствующих требований НД, среди которых:

- ▶ требования по стойкости к воздействию окружающей среды;
- ▶ требования по устойчивости к механическим воздействиям;
- ▶ требования по стойкости к воздействию электрических полей;
- ▶ требования по стойкости к изменению параметров электропитания;
- ▶ требования по электромагнитной совместимости;
- ▶ требования по надежности и т. д.

Компромисс с собой

Конечно, кроме требований НД при выборе всегда присутствует банальный, но далеко не последний фактор — цена. Однако попытка применения в системах АСУ ТП АЭС офисного компьютерного оборудования, как правило, приводит к заранее «провальному» компромиссу между ценой и реализацией функций системы с требуемыми показателями надежности. В этом случае единственным возможным вариантом выполнения рабочих станций на основе desktopPC становится искусственное «выведение» многих функций станции из перечня «высоконадежных», выполняемых при любых (определенных жесткими требованиями) условиях.

Ценой такого «компромисса» является неполное соответствие системы требованиям к ней и невозможность системы решать подчас жизненно необходимые задачи в условиях реально критической обстановки. А кому, как не нам с вами — пережившим и переживающим Чернобыльскую трагедию, знать о последствиях такого «компромисса».

Отдельным нерешенным вопросом в случае использования обычных ПК остается устойчивость к воздействию окружающей среды, электрических полей и т. д. (см. перечень требований к ТС). Даже такой, казалось бы, мало-значительный показатель как рабочий диапазон температур оставляет желать лучшего. Обычная офисная техника, как правило, предназначена для эксплуатации при температурах до +40 °С. Но, несмотря на кажущиеся офисные условия, например, на щите управления энергоблоком, где установлена операторская станция, не следует забывать, что температура в относительно закрытой тумбе оператора может достигать и +50 °С. А в промышленном шкафу высотой 2 м, заполненном оборудованием, воздух в некоторых случаях нагревается и до +60 °С.

Другой «миной замедленного действия», заложенной в низкую стоимость офисного оборудования является срок жизни компьютеров и такая положительная, казалось бы, во всех отношениях высокая динамика развития рынка компьютерных компонентов. Дело в том, что, как упоминалось выше, замена оборудования на АЭС производится, как правило, не чаще одного раза в 10 лет. Но ресурс офисной техники значительно ниже. Кроме того, срок службы уменьшают относительно жесткие условия эксплуатации техники и круглосуточный режим работы. Таким образом, через 2–3 года техника уже требу-

ет замены, и вопрос финансирования снова становится актуальным. Кроме того, согласно регламентам, действующим на объектах атомной энергетики, ремонт и замена определенного оборудования невозможны на работающем энергоблоке. А внеплановый останов последнего выливается в миллионные, а то и миллиардные убытки!

Но и это еще не все. Часто уже через год–два найти на рынке новую офисную материнскую плату той же модели или хотя бы на основе тех же компонентов, к которым часто привязано ПО, невозможно. А это значит, что вместо замены компьютера необходимо переписывать или модернизировать ПО, переделывать документацию — снова тратить деньги.

Даже без учета денежных и временных затрат на ремонтный персонал, такие проблемы с содержанием техники могут значительно превысить начальную стоимость самого оборудования. Следовательно, имеем уже как минимум двойную стоимость эксплуатации, и кому-то эти расходы придется понести.

Таким образом, повышенные требования фактически исключают использование обычной офисной компьютерной техники при реализации множества функций, определенных соответствующей НД.

Половинчатое решение

Конечно, все эти проблемы известны, и уже давно ведутся поиски их решения. Одним из таких частных решений стала спецификация PICMG 1.0 и оборудование, выполненное в соответствии с этим стандартом. Проще говоря, — обычные промышленные компьютеры на основе пассивной объединительной панели ISA/PCI (а сегодня уже и PCI Express — спецификация PICMG 1.3).

Спецификация PICMG 1.0 создавалась как расширение офисных компьютерных стандартов для приближения к промышленным условиям использования, и на сегодняшний день является базовым стандартом при создании промышленных рабочих станций общего назначения. Почему же пром-ПК, нашедшие широкое применение при решении общих задач промышленной автоматизации, могут быть лишь частным решением проблем компьютерной автоматизации в атомной энергетике?

Для того чтобы ответить на этот вопрос, снова обратимся к требованиям к ТС автоматизации для атомных станций. Рабочий температурный диапазон промышленных ПК, как правило, шире



Рис. 2. Процессорная плата Kontron CP308 формата 3U CompactPCI на базе самого современного 45нм процессора Intel Core2 Duo (1,2/1,8/2,26 ГГц) может оснащаться до 8 Гб энергоэффективной памяти DDR3-SODIMM (800/1066 МГц). Плата имеет VGA-порт, до 7 портов USB 2.0, 2 COM-порта, 2 интерфейса Gigabit Ethernet и 4 SATA, которые доступны как через разъемы на самой плате, так и на лицевой и тыльной панелях. Один из USB-портов зарезервирован на плате для подключения соответствующего модуля флэш-памяти USB NAND. CP308 содержит также интерфейсы PCI 32-bit и 33 МГц CompactPCI, поддерживающий режим Drone Mode.

▼ Kontron ITC-320 + OCPB LynxOS-SE:**высокая производительность и поддержка реального времени для ответственных приложений**

Международный холдинг Kontron и компания LynuxWorks, ведущий поставщик встраиваемого ПО, в январе 2009 года анонсировали появление в продуктовой линейке Kontron ITC-320 модели с поддержкой операционной системы LynxOS-SE 5.0, что позволит использовать ITC-320 в приложениях средней степени защищенности (medium robustness). Линейка Kontron ITC-320 образована платами формата 3U CompactPCI на базе процессора Intel Core2 Duo и высокопроизводительных чипсетов Intel, имеющих увеличенные сроки доступности. Плата, работающая под управлением OCPB LynxOS-SE 5.0, оснащена процессором Intel Core2 Duo LV с частотой 1,5 ГГц. Память DRAM с поддержкой функции ECC, компоненты с длительным жизненным циклом и специальный дизайн платы, оптимизированный для ее лучшего охлаждения, являются частью комплекса мер, направленных на адаптацию этой платы к специфике требовательных приложений с жесткими условиями эксплуатации. Наличие высокоскоростного интерфейса PCI Express, который может конфигурироваться как четыре порта x1 или как один порт x4, сохраняя обратную совместимость с шиной PCI на уровне ПО, делает этот продукт готовым к использованию в задачах с интенсивными потоками данных. BSP-пакет для платы Kontron ITC-320, включающий операционную систему LynxOS-SE 5.0, удовлетворит самых взыскательных пользователей, ищущих безопасные высоконадежные продукты с поддержкой режима реального времени. Разработчики оборонных систем по достоинству оценят законченное аппаратно-программное решение, оптимизированное для эксплуатации в самых неблагоприятных



условиях и способное работать в ответственных системах высокой готовности с предсказуемым временем отклика.

Операционная система реального времени LynxOS-SE 5.0 предоставляет открытый API-интерфейс, совместима с ОС Linux на уровне исполняемого кода, полностью отвечает требованиям POSIX, имеет среднюю степень защищенности (одноуровневый профиль безопасности) и обладает богатой сетевой функциональностью. Кроме того, LynxOS-SE 5.0 поддерживает ОЗУ большого объема, что позволяет полностью использовать возможности современных аппаратных средств. Обновленная графическая оболочка обеспечивает удобный доступ к интегрированному набору инструментальных средств, а усовершенствованный интерфейс Linux ABI позволяет запускать Linux-программы в среде LynxOS-SE и упрощает разработку.

офисных, но не превышает +50 °С. Обычные пром-ПК не имеют специальной электромагнитной защиты и не способны в полной мере удовлетворить повышенным требованиям по стойкости к воздействию электрических полей и электромагнитной совместимости. Несмотря на применение в корпусе дополнительных элементов жесткости для укрепления полноразмерных плат большой длины, в PICMG 1.X используются те же, что и в офисных ПК, ламельные разъемы. А это отнюдь не добавляет требуемой устойчивости к вибрационным и ударным нагрузкам.

Кроме того, на промышленных платах могут применяться как компоненты для собственно промышленного использования, так и обычные компоненты офисного назначения. Например, на процессорных платах могут использоваться процессоры Intel из продуктовой линии Desktop или Embedded. В случае использования Desktop-процессора плата характеризуется высоким энергопотреблением и, как следствие, значительным тепло-

выделением, «добавляющим градус» в и без того уже высокую температуру окружающей среды. Встраиваемые (Embedded) процессоры имеют более совершенную, многоступенчатую защиту от перегрева и часто не требуют активного охлаждения на плате. Это еще одна причина, по которой имеет смысл ориентироваться на производителей—мировых лидеров. Такие компании ответственно подходят к разработке своих изделий и подбору компонентов, разделяя продукцию, например, на базовые и встраиваемые платы, как это делает Kontron.

Кроме этого, срок производства и поддержки компонентов для обычных ПК значительно ниже, чем аналогичных для встраиваемых компьютеров. И, чтобы обезопасить себя и конечного пользователя в этом вопросе, можно предварительно обратить внимание на заявленные производителем компонентов сроки поддержки. Проведение такого анализа может потребовать значительных временных затрат. А чтобы не терять времени

на выяснение жизненного цикла каждого чипа на плате, возможен и более простой подход — уточнить у поставщика/производителя жизненный цикл платы/модуля, как конечного изделия. Например, Kontron гарантирует доступность своих изделий в течение минимум 5 лет, а некоторых — в течение 7 и более лет. В этом случае Вы уже не зависите от производителя, собственно компонентов на уровне чипов, а гарантированно сможете получить готовый модуль/плату в течение заявленного периода времени.

Панацея от всех бед

Итак, применение обычных промышленных компьютеров является лишь частичным решением проблем при построении компьютерных станций верхнего уровня систем автоматизации для АЭС. И это было понятно уже при публикации спецификаций PICMG 1.X.

Для полного удовлетворения повышенных требований к компьютерной технике промышленного применения



Рис. 3. ИП от сети постоянного тока CP3-SVE-M75DC, поставляемые Kontron вместе с оборудованием CompactPCI, обеспечивают питание от сети с входным напряжением от 20 до 60 В

была разработана и опубликована спецификация PICMG 2.0. А стандарт на основе группы спецификаций PICMG 2.X – CompactPCI, за годы своего существования стал де-факто основой для создания ответственных компьютерных систем высокой надежности.

Не приводя сухих цифр спецификаций и протоколов испытаний – их всегда можно посмотреть в соответствующих документах, отметим лишь основные моменты, подтверждающие преимущества CompactPCI. Диапазон рабочих температур оборудования CompactPCI производства Kontron в стандартном исполнении, то есть на базе стандартных встраиваемых компонентов, – от 0 °C до +60 °C. Тщательно продумана концепция охлаждения каждого модуля в отдельности и обеспечена надежная общая схема отвода тепла из системы. Выпускается оборудование и для расширенного температурного диапазона – от -40 до +85 °C, например, платы CP6001-R2/R3. Причем такой широкий диапазон температур обеспечивается не отбором готовых изделий тестированием, а подбором элементной базы, предназначенной для работы при таких температурах. Хотя и температурные испытания в этом случае также проводятся для 100 % изделий.

В случае работы в условиях высокой запыленности оборудование CompactPCI может иметь полностью пассивное охлаждение, как на уровне модулей, так и на уровне всей системы.

Высокие, по сравнению с обычными пром-ПК, показатели устойчивости CompactPCI-оборудования к меха-

ническим воздействиям «заложены» уже на уровне базовой спецификации. Вибро-, ударостойкость обеспечена следующими основными положениями спецификации:

- ▶ использование самого популярного в мире стандартного промышленного евроконструктива 3U (100 x 160 мм) и 6U (233 x 160 мм), обладающего достаточным запасом механической прочности;
- ▶ применение высоконадежных многорядных штырьковых соединителей МЭК 076-4-101, контакты которых дублированы;
- ▶ жесткая вибростойкая схема четырехточечного крепления всех без исключения модулей в каркасе, независимо от их назначения и функционального использования.

От некоторых автоматизированных систем для АЭС требуется выполнение критических функций в таких экстренных условиях как землетрясение, падение самолета, попадание ракеты, взрыв и т. п. В этом случае дисковые накопители, имеющие в своей основе вращающиеся элементы – обычные HDD, CD, DVD, не могут обеспечить выполнение требуемых функций. И на помощь должны приходиться диски других типов. В оборудовании CompactPCI, например, широкое распространение получили съемные флэш-диски CompactFlash, а также запаянные на плате флэши типа NAND. Такие диски имеют стандартные интерфейсы, поддерживаемые набором системной логики. Кстати, элементы набора системной логики также подбираются тщательно, с учетом возможности их использования в жестких условиях эксплуатации и длительной поддержки производителем.

Естественно, что в условиях высоких вибрационных нагрузок не может быть и речи о применении такого стандартного для всех офисных и промышленных ПК элемента, как «планки памяти». В системах CompactPCI с повышенными требованиями к виброустойчивости применяется ОЗУ, запаянное на плате.

Источники питания (ИП) CompactPCI обеспечивают стабильное и надежное питание в широком диапазоне входных напряжений сети постоянного или переменного тока. Часто применение таких ИП помогает не только сэкономить средства на закупку дополнительных ТС, таких как вторичные ИП, но и применить системное решение, позволяющее более точно достичь соответствия требованиям к питанию всей системы.

Например, ИП от сети постоянного тока CP3-SVE-M120DC, поставляе-

мые Kontron вместе с оборудованием CompactPCI, обеспечивают питание от сети с входным напряжением от 8,5 до 36 В. Для источника CP3-SVE-M75DC диапазон составляет 20–60 В. ИП переменного тока имеют стандартный для компьютерной техники входной диапазон от 115 до 230 В. При этом в системах CompactPCI предусмотрено использование нескольких ИП с различными схемами их работы, включая резервирование или работу на общую мощность.

Электромагнитную совместимость и защиту от электромагнитных помех элементов и систем CompactPCI обеспечивает специальная электромагнитная защита каждого модуля и системного блока в целом. Таким образом, устойчивость оборудования к воздействию внешнего электромагнитного излучения определена, опять же, на уровне самого стандарта. И разработчику, использующему CompactPCI, нет необходимости принимать ответственные технические решения или применять дополнительные средства для обеспечения соответствия системы предъявляемым к ней требованиям. Все уже сделано за него. А разработчику документации на систему остается лишь переписать из документации на оборудование соответствующие характеристики.

Спецификацией PICMG 2.1 стандарта CompactPCI определена возможность и основные механизмы реализации горячей замены. Оборудование, выполненное согласно PICMG 2.1, поддерживает все сигналы, необходимые для обеспечения замены периферийных модулей «на ходу», без выключения питания, что в принципе невозможно в обычных офисных и промышленных компьютерах. Это относится и к модулям питания CompactPCI. Соответствие оборудования CompactPCI Hot Swap Specification PICMG 2.1 R2.0 обеспечивает индивидуальную горячую замену для каждого из слотов пассивной объединительной панели.

Оборудование CompactPCI позволяет реализовать ввод/вывод на передней и/или тыльной стороне корпуса системного блока. Такое удобное свойство оборудования кажется незначительным при работе с офисными ПК, обслуживание и модернизация которых может вестись в любое время и в удобном для ремонтного персонала месте. Однако, для систем с повышенными требованиями к надежности, оборудование которых установлено в труднодоступных местах, а временные требования по восстановлению и готовности которых

жестко определены, такая возможность приобретает особое значение. Ведь от того, как быстро будет заменен тот или иной модуль в системе АЭС, важной для безопасности, может зависеть нечто большее, нежели потери от простоя оборудования. И именно CompactPCI обеспечивает прямой и быстрый доступ к модулям, а в купе с горячей заменой позволяет оперативно заменить модуль прямо с передней панели, не открывая корпус компьютера и не отключая его от сети питания.

Что касается надежности самого оборудования CompactPCI, то ее показатели, конечно же, варьируются от производителя к производителю. Для определения надежности промышленного компьютерного оборудования производители обычно используют расчетный показатель среднего времени наработки на отказ или, если быть точным, — Mean Time Between Failures (MTBF; поскольку определение ГОСТовского термина «средняя наработка на отказ» несколько отличается от показателя MTBF, а в контексте статьи речь идет именно о показателе MTBF, используемом зарубежными фирмами производителями, то и мы будем оперировать термином «MTBF»).

Для офисного оборудования MTBF определяют, а тем более заявляют открыто, крайне редко — в этом просто нет необходимости. Для промышленных компьютеров этот показатель, как правило, находится в пределах 30–100 тыс. часов. Что же касается CompactPCI, то это 130–200 и более тысяч часов. Конечно, для различного типа оборудования даже в рамках одного и того же форм-фактора значение показателя MTBF может быть очень разным. Например, MTBF для процессорного модуля CompactPCI CP6001 производства Kontron состав-

ляет более 180 тысяч часов, а для модуля питания CompactPCI GK200-4-сPCI 24V производства Eplax — более 500 тысяч часов.

Для определения значений показателей надежности могут быть использованы разные методики. Но на сегодняшний день, имея 13 лет успешного применения CompactPCI, можно смело утверждать, что надежность оборудования CompactPCI по отношению к обычным пром-ПК выше, если не на порядок, то в разы. И относительные значения MTBF, полученные на основе различных методик расчетов, этот факт подтверждают.

Трудный выбор

Конечно, кроме стандарта CompactPCI, существует масса других спецификаций, стандартов, разработок и т. п., которые не только не уступают CompactPCI по надежности, но за счет применения дополнительных программно-аппаратных средств опережают его. Но однозначно можно говорить о том, что второго стандарта, получившего такое же распространение на рынке, полностью программно совместимого с офисными компьютерами и имеющего столь высокую надежность, в мире нет. И, наверное, не скоро появится. Поэтому, «прожив» на рынке уже более 10 лет, CompactPCI не собирается «уходить», находя новые применения.

Иногда можно слышать мнение, что компьютеры CompactPCI имеют более высокую стоимость по сравнению с обычными пром-ПК. Это действительно так. Не имеет смысла использовать высоконадежную, отказоустойчивую, относительно дорогую технику там, где показатели надежности не имеют большого значения, а выход из строя компью-

тера не приведет к значительным убыткам и/или потере здоровья и даже жизни людей. Поэтому часто такие задачи как общая обработка, визуализация, передача, архивирование и хранение данных в системах с повышенными требованиями реализуются на основе так называемых «промышленных компьютеров» — оборудовании, соответствующем группе спецификаций PICMG 1.X.

Но как только речь заходит о действительно критических с точки зрения надежности производственных процессах, то выбор однозначен — это CompactPCI. Тем более что разница в стоимости не такая значительная, как может показаться: стоимость компьютера CompactPCI в базовой конфигурации может составить 1,5–2 тыс. Евро. Согласитесь, это вполне сопоставимо со стоимостью обычного пром-ПК. А в качестве центрального функционального узла рабочей станции для информационно-управляющих систем АЭС, стоимостью более 30 тыс. Евро — не предмет экономии.

Что ж, в условиях кризиса мы все учимся считать заново. И афоризм «мы не настолько богаты, чтобы позволить себе покупать дешевое» снова становится актуальным.

На сегодняшний день количество компьютерных станций CompactPCI, поставленных отечественным разработчикам АСУ ТП для атомной энергетики, перевалило далеко за сотню. Компьютеры CompactPCI успешно эксплуатируются уже в течение нескольких лет на объектах атомной энергетики Украины и России. Работая в круглосуточном режиме без сбоев и остановок, оборудование CompactPCI доказало свою высокую надежность, готовность и отказоустойчивость на практике и продолжает «осваивать» все новые и новые системы, принимая на себя ответственность разработчиков систем и гарантируя беспереывность процесса производства и его безопасность.

И как приятно разработчику АСУ ТП услышать от эксплуатационного персонала АЭС комплимент в адрес своей системы вместо привычных претензий по поводу сбоев и отказов. А особенно приятно, если на фоне очень позитивного доклада руководства об общей тенденции снижения числа отказов в системах АСУ ТП АЭС, твою систему называют среди чемпионов по надежности, поскольку за год эксплуатации не зарегистрировано ни единого отказа, а в кулуарах в неформальной беседе специалисты одной АЭС говорят специалистам другой: «Внедряйте эту систему, не пожалеете!». **МА**

Рис. 4. MTBF для процессорного модуля CompactPCI CP6001 (внизу) производства Kontron составляет более 180 тысяч часов, а для модуля питания CompactPCI GK200-4-сPCI 24V производства Eplax (справа) — более 500 тысяч часов

