

ОБОРУДОВАНИЕ PC/104 из ШВЕЙЦАРИИ

**А.Н. Ковалев (ЗАО "РТСофт"),
Л.Г. Акиншин (Журнал "МКА:ВКС")**

Международный холдинг Kontron благодаря покупке компании DIGITAL-LOGIC (Швейцария) стал одной из заметнейших фигур на рынке PC/104, обогатив свое продуктивное предложение широким ассортиментом PC/104-совместимых изделий, адресованных разработчикам малогабаритных высоконадежных систем.

Ключевые слова: стандарт, встраиваемые платы, надежность, малые габариты, совместимость, ответственные рыночные сегменты.

В индустрии встраиваемых продуктов и систем сегмент PC/104 занимает особую нишу. Активное развитие технологии COM Express и других перспективных стандартов не привело к сколько-нибудь существенному падению популярности PC/104 среди разработчиков малогабаритных встраиваемых решений. Процессорные платы и модули ввода/вывода, выполненные в PC/104-совместимых конструктивах, использовались многими поколениями разработчиков и остаются востребованными в широчайшем диапазоне прикладных областей. На наш взгляд, секрет успеха кроется в том, что семейство стандартов PC/104 не стоит на месте и продолжает активно насыщаться новыми массовыми технологиями, представляющими интерес в контексте приложений класса Embedded.

Одним из известнейших брендов на рынке PC/104 является компания DIGITAL-LOGIC (www.digitallogic.com) (г. Солотурн, Швейцария), выпускающая компактные защищенные встраиваемые платы в стандартах PC/104, PC/104-Plus, PCI/104-Express и др., а также системы для жестких условий эксплуатации. Благодаря приобретению этой компании международный холдинг Kontron (www.kontron.com) получил возможность более полно удовлетворять потребности своих клиентов. Защищенные продукты и решения марки DIGITAL-LOGIC пользуются заслуженным уважением в различ-

ных ответственных сегментах, включая государственный, транспортный, оборонно-аэрокосмический и медицинский. Среди клиентов DIGITAL-LOGIC компании Thales, NASA, Boeing, Bombardier, Mercedes, BMW и др. Защищенные малогабаритные решения DIGITAL-LOGIC расширяют продуктивное портфолио холдинга Kontron в стабильных сегментах рынка и дополняют существующее предложение холдинга Kontron для задач с жесткими условиями эксплуатации.

У разработчиков высоконадежных систем бренд DIGITAL-LOGIC неизменно ассоциируется с высочайшим качеством, поскольку вся продукция DIGITAL-LOGIC разрабатывается, тестируется и производится на территории Швейцарии. Ассортимент стандартных продуктов компании весьма обширен и включает великое множество PC/104-совместимых процессорных плат, плат ввода/вывода и законченных решений типа Voh PC. Кроме того, компания DIGITAL-LOGIC всегда славилась своими заказными решениями. Еще одним важным свойством изделий DIGITAL-LOGIC традиционно являются длительные сроки доступности, играющие большую роль в задачах, на которые эти изделия ориентированы. Официальным каналом продаж продукции Kontron и DIGITAL-LOGIC в России и странах СНГ является компания РТСофт (www.rtssoft.ru) — стратегический партнер холдинга Kontron в указанных регионах.

Типы PC/104-совместимых модулей

В базовом стандарте PC/104 определяются платы размерами 90 x 96 мм (3,55 x 3,775 дюйма) с вертикальным штыревым разъемом, в который выведена шина ISA. Соединенные при помощи этих разъемов и винтовых креплений модули PC/104 образуют "этажерочные" конструкции, называемые также "стопками", "стеками" и "сэндвичами" (рис. 1).

Малые габариты модулей сами по себе обеспечивают довольно высокую механическую прочность, при этом надежные винтовые крепления придают дополнительную жесткость как отдельным платам, так и всей многоплатной конструкции. Жесткие "этажерки", собранные из модулей PC/104, способны выдерживать значительные ударно-вибрационные нагрузки, что делает их пригодными для тех задач, где подобные нагрузки принципиально неустраняемы. Кроме того, оригинальный стандарт PC/104 опирался на системный интерфейс ISA, имевший в ту пору чрезвычайно широкое распростране-

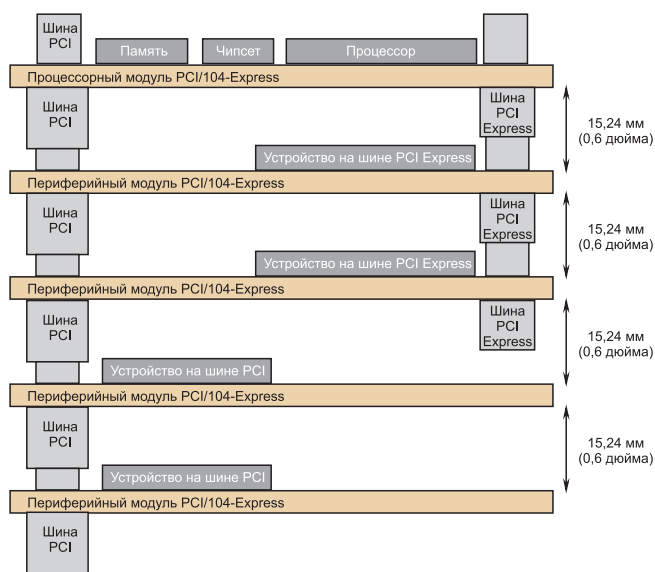


Рис. 1. "Этажерка", составленная из процессорных и периферийных модулей PCI/104 и PCI/104-Express

ние на рынке массовых систем и в компьютерной отрасли в целом. Шину ISA знало огромное число разработчиков и пользователей, под нее существовала масса готового ПО и разрабатывалось уникальное ПО.

Поэтому спецификация PC/104 была в кратчайшие сроки принята на вооружение очень многими производителями встраиваемых аппаратных средств. Модули PC/104 стали выпускаться в огромных количествах и быстро приобрели популярность у разработчиков разнообразных бортовых, промышленных и оборонных систем для приложений с ограниченным свободным пространством и повышенными требованиями к механической надежности оборудования. За считанные годы сегмент PC/104 превратился в огромный и в известном смысле самостоятельный рынок внутри индустрии Embedded, где работали десятки поставщиков, предлагавших сотни наименований процессорных и интерфейсных модулей.

Сегодняшнее состояние сегмента PC/104 можно охарактеризовать теми же словами: это по-прежнему большой процветающий рынок, на котором работает множество больших и малых компаний. За 18 лет его существования не изменился и состав клиентов этого рынка. Во многом такая стабильность обусловлена тем, что все эти годы технология PC/104 не стояла на месте. На PC/104-совместимых модулях регулярно появлялись новые внешние интерфейсы, становившиеся популярными в общекомпьютерном мире, а также новые процессоры и новые типы памяти. Однако самым главным аспектом развития индустрии PC/104 была и остается адаптация новых популярных системных интерфейсов (шин) без существенных изменений механики модулей.

Когда пропускной способности шины ISA стало не хватать, появилась спецификация PC/104-Plus, определившая в дополнение к существующему системному разъему еще один разъем с более быстрой и современной шиной PCI. Благодаря ISA-разъему новые модули сохраняли обратную совместимость со старыми, при этом интерфейс PCI позволял собирать из новых модулей решения повышенной производительности и с увеличенной скоростью внутрисистемного обмена. Затем появился стандарт PCI/104, в котором морально устаревшая шина ISA и оригинальный разъем PC/104 отсутствовали, а штыревой разъем с шиной PCI остался таким же и находился в том же самом месте, что и у модулей PC/104-Plus. Дальнейшее развитие семейства стандартов PC/104, курируемое членами PC/104 Consortium, подчинялось той же схеме: спецификация PCI/104-Express определила на модулях типа PCI/104 дополнительный разъем для шины PCI Express взамен исчезнувшего ISA-разъема, а в стандарте PCIE/104 разъем PCI был упразднен.

Подобная логика смогла обеспечить для индустрии PC/104 высочайшую степень живучести, которая не

идет в ущерб актуальности применяемых интерфейсных технологий и компонентов. Перспективы индустрии PC/104 рисуются нам в самых радужных тонах, поскольку описанную "двухтактную" схему, в которой на первом шаге появляется разъем с новой шиной, а во втором исчезает разъем с морально устаревшим системным интерфейсом, теоретически можно продолжать до бесконечности.

Подробнее о наследии DIGITAL-LOGIC

Спецификации PC/104-Plus и PCI/104-Express определяют наличие у одного модуля сразу двух системных интерфейсов. Изделия, удовлетворяющие любой из этих двух спецификаций, оказываются совместимыми сразу с тремя стандартами, которые можно условно назвать "предыдущим", "их собственным" и "следующим". Модули PC/104-Plus способны подключаться к классическим изделиям PC/104, другим модулям PC/104-Plus и платам PCI/104; модули PCI/104-Express — к изделиям PCI/104, PCI/104-Express и PCIE/104. Стандарты PC/104-Plus и PCI/104-Express являются, таким образом, наиболее универсальными и перспективными из всего семейства спецификаций PC/104, объективным отражением чего служит устойчивая положительная динамика продаж соответствующего оборудования. По прогнозам наибольшую долю этого рынка (более 100 млн. долл. США) уверенно занимает спецификация PC/104-Plus с темпами роста 7%, причем во многом этот рост обусловлен вытеснением стандарта PC/104, в основе которого лежит устаревшая шина ISA. Платформа PCI/104-Express пока еще не успела завладеть значительной долей рынка, однако демонстрирует стремительный рост на уровне 149 % в год. В силу перечисленных причин на момент своего приобретения холдингом Kontron компания DIGITAL-LOGIC ориентировалась, главным образом, на стандарты PC/104-Plus и PCI/104-Express, и новые владельцы из Kontron не собираются этого менять.

Процессорные модули авторства компании DIGITAL-LOGIC оснащаются разными ЦП, что позволяет им покрывать весь диапазон PC/104-приложений от Low End (тактовая частота процессора 500 МГц) до High End (мощные двудерные ЦП с частотой до 1,66 ГГц). Рассмотрим несколько актуальных продуктов из этой серии.

Сверхнизкое энергопотребление для систем начального уровня:

процессорные модули Kontron MICROSPACE MSM800XEL/XEV и MSM800SEL/SEV/BEV

Модули MICROSPACE MSM800XEL/XEV и MSM800SEL/SEV/BEV (рис. 2) изготавливаются по стандарту PC/104-Plus на базе комбинации из сверхмалопотребляющего процессора AMD Geode LX800 и чипсета CS5536 AD. В дополнение к типовому на-

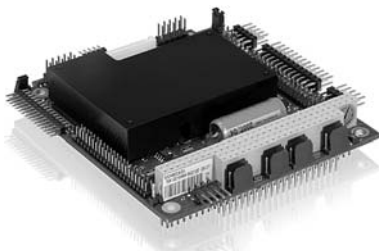


Рис. 2. Модуль серии Kontron MICROSPACE MSM800

бору PC-интерфейсов у представителей линейки Kontron MICROSPACE MSM800 имеются интерфейс Ethernet и звуковой контроллер AC97 (модели MICROSPACE MSM800XEВ, MSM800SEВ и MSM800BEВ). У версий MICROSPACE MSM800SEL, MSM800SEВ и MSM800BEВ объем ОЗУ варьируется в пределах 128...1024 Мбайт, тогда как модели MICROSPACE MSM800XEL и MSM800XEВ оснащаются запаянной памятью фиксированного объема 256 Мбайт, что придает им дополнительную ударо- и вибростойкость.

Версии MICROSPACE MSM800XEВ и MSM800BEВ имеют мост PCI-ISA, реализующий поддержку шины ISA, у модели MSM800SEВ этой цели служит LPC-ISA. Для расширения базовой функциональности доступны разъемы PC/104-Plus (шины ISA и PCI) и 4 порта USB 2.0. Благодаря процессору AMD Geode LX800 на 500 МГц энергопотребление изделий MICROSPACE MSM800XEL/XEВ и MSM800SEL/SEВ/BEВ ≤ 8 Вт, что позволяет эксплуатировать их без активного охлаждения в самых неблагоприятных условиях окружающей среды (модели MICROSPACE MSM800XEL, MSM800XEВ и MSM800BEВ существуют в версиях для температурного диапазона $-40...85^{\circ}\text{C}$). Модели MICROSPACE MSM800XEL и MSM800SEL не имеют батареи, звукового контроллера и шины ISA и ориентированы на низкостойкие приложения.

Снятие модулей серии MICROSPACE MSM800 с производства запланировано на 2015 г., при этом для заказчиков они будут оставаться доступными по 2018 г. Среди других важных преимуществ этих изделий по сравнению с конкурирующими продуктами можно назвать встроенный аккумулятор емкостью 400 мАч, сохраняющий работоспособность в течение 5 лет, поддержку расширенного диапазона температур на уровне чипсета, 24 месяца гарантии и исключительно низкую стоимость в комбинации со швейцарским качеством и возможностью учета специфики клиентских задач в конструкции модулей.

Продукты MICROSPACE MSM800XEL/XEВ и MSM800SEL/SEВ/BEВ находят спрос у разработчиков автомобильной и авиационной электроники, информационных терминалов и различных интерактивных устройств, а также измерительных инструментов и игровых систем с поддержкой вывода звука.

Средний уровень производительности

при низком энергопотреблении: процессорные модули Kontron MICROSPACE MSM200S и MSM200X/XU/XP

Основное отличие между сублинейками MICROSPACE MSM200S и MSM200X/XU/XP состоит в том, что представители первой удовлетворяют стандарту PC/104-Plus, а второй – стандарту PCI/104-Express.

Все изделия серии Kontron MICROSPACE MSM200 имеют по две шины расширения: для модели MSM200S этими шинами являются ISA и PCI, а для версий MICROSPACE MSM200X, MSM200XU и MSM200XP – PCI и PCI Express.

Изделия MICROSPACE MSM200S и MSM200X/XU/XP (рис. 3) имеют все интерфейсы классического ПК и базируются на чипсетах Intel US15W и процессорах Intel Atom Z510/Z530, стремительно набирающих популярность во встраиваемых приложениях. Разработчикам следует обратить внимание на такие конкурентные преимущества данных модулей, как поддержка локальной сети и наличие звукового контроллера HD Audio. Запаянное ОЗУ, объем которого может достигать 2 Гбайт, позволяет данным продуктам сохранять работоспособность в условиях повышенных ударно-вибрационных нагрузок. Дополнительные функции могут реализовываться при помощи системных интерфейсов ISA, PCI и PCI Express, разъема PCI Express MiniCard (поддержка беспроводных и сотовых сетей), 4 последовательных портов и 4/6 портов USB 2.0. Опционально доступны версии с запаянными модулями GPS. Бюджетная модификация с индексом XL лишена батареи и звукового контроллера.

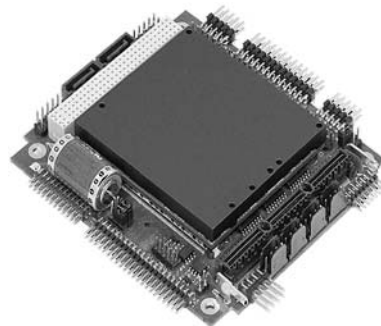


Рис. 3. Процессорный модуль Kontron MICROSPACE MSM200

Модули серии MICROSPACE MSM200 оснащаются встроенными аккумуляторами на 900 мАч, что соответствует 10 годам работы, при этом жизненный цикл данных изделий продлится как минимум до 2020 г., благодаря чему их можно смело использовать в долгосрочных проектах. Последнему обстоятельству способствует также масштабируемость рассматриваемых модулей, обусловленная постепенным расширением процессорного семейства Intel Atom. Изделия MICROSPACE MSM200S и MSM200X/XU/XP имеют 24-месячную гарантию и могут дорабатываться под требования заказчика.

Несмотря на сравнительно высокую производительность, процессоры Intel Atom Z510/Z530 весьма экономичны, вследствие чего модули MICROSPACE MSM200S и MSM200X/XU/XP рассеивают лишь около 6 Вт мощности и подходят для создания безвентиляторных решений, рассчитанных на работу при температурах $-40...85^{\circ}\text{C}$. Модули MICROSPACE MSM200S и MSM200X/XU/XP используются в питающихся от батарей мобильных компьютерах, информационных терминалах с видеодисплеями, измерительных приборах и игровых решениях.

Высший уровень производительности для систем класса High End

(процессорный модуль Kontron MICROSPACE MSM945)

Модуль MICROSPACE MSM945 (рис. 4), реализованный в стандарте PCI/104-Express, оснащается быстрыми двудерными процессорами серии Intel Core 2 Duo

и построен на чипсете Intel 945GME. На сегодняшний день MICROSPACE MSM945 является одним из самых высокопроизводительных изделий, когда-либо рожденных индустрией PC/104. Объем ОЗУ у данного изделия может достигать 3 Гбайт, при этом 1 Гбайт памяти является запаянным, что повышает механическую надежность всей системы.

Будучи полноценным современным компьютером, реализованным на плате размерами 90 x 96 мм, модуль MICROSPACE MSM945 имеет развитую коммуникационную функциональность, которая включает помимо прочего порт Ethernet, опциональные интерфейсы DVI и LVDS, позволяющие организовать вывод на два дисплея, и звуковой контроллер HD Audio. Благодаря наличию разъемов PCI/104-Express (шины PCI и PCI Express) и 6 портов USB, исходную функциональность изделия можно легко наращивать и дополнять. Модуль MICROSPACE MSM945 также поддерживает эмуляцию 8-разрядной шины ISA посредством специального моста.

Встроенный и внешний аккумуляторы модуля MICROSPACE MSM945 емкостью 80 мАч и 900 мАч рассчитаны на 2 и 10 лет работы соответственно. Продукт имеет эффективный теплопроводный интерфейс с медной основой, поддерживает температурный диапазон E47 и подходит для установки в защищенные корпуса Cap-Tainer. Возможен апгрейд модуля до 45-нанометровых ЦП с ядрами Penryn. Жизненный цикл изделия MICROSPACE MSM945 составляет ≥ 10 лет, при этом производитель дает на него 2 года гарантии и готов к конструктивным переделкам модуля, если того пожелает клиент.

Целевыми областями применения данного продукта является работа с потоковым видео высокого разрешения, двухдисплейная визуализация, обработка изображений, видеомониторинг и другие задачи с высокой интенсивностью обычных и графических вычислений. Изделия типа MICROSPACE MSM945 выводят индустрию PC/104 на новый уровень производительности, позволяющий применять стандартное PC/104-совместимое оборудование в тех приложениях, где ранее использовались нестандартные и/или более крупногабаритные аппаратные средства.

Средства ввода/вывода, аксессуары и проч.

Переходя к периферии, доставшейся холдингу Kontron в наследство от компании DIGITAL-LOGIC, отметим ее чрезвычайное изобилие и разнообразие, исключающее возможность сколько-нибудь подробного рассмотрения в рамках настоящей статьи хотя бы

основных подгрупп в составе данного обширнейшего продуктового семейства. В периферийной продуктовой линейке DIGITAL-LOGIC есть изделия с разъемами Express Card 34/54, PCI Express MiniCard, интерфейсами Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Serial ATA 300, USB, IEEE 1394A/B (FireWire), а также многоканальные платы захвата изображения, платы для подключения к сотовым сетям GSM/UMTS, платы с множественными последовательными портами, платы с двумя контроллерами промышленной шины CAN, источники питания в формате PC/104 и т.д. Предлагаются даже специальные "расширители" для увеличения просвета между отдельными PC/104-совместимыми модулями, смонтированными в "этажерку".

Из процессорных и периферийных модулей бывшей компании DIGITAL-LOGIC в формате PC/104 можно собирать огромное разнообразие систем, "узко заточенных" под конкретные задачи. Не будет большим преувеличением сказать, что полная потенциальная сфера применимости таких решений совпадает со сферой применимости PC/104-совместимых изделий вообще.

Предположим, нужно создать компактную систему видеонаблюдения. В минимальной конфигурации для решения этой задачи будет достаточно какому-нибудь процессорному модулю, платы видеозахвата Kontron MICROSPACE MSMG104+ (рис. 5), поддерживающей подключение до трех видеокамер с выходами CVBS и одной камеры с выходом S-Video (30 кадров в секунду в разрешениях PAL или NTSC). Можно добавить ко всему этому еще и блок питания, например, 75-ваттный модуль Kontron MICROSPACE MSMPS104B, который, как и вышеупомянутая плата видеозахвата, существует в версии для температурного диапазона -40...85 °С. При желании получившаяся "этажерка" легко наращивается модулями с интерфейсами Serial ATA 300 или сетевыми картами. Чтобы превратить итоговый "сэндвич", содержащий всю необходимую периферию, в законченную систему, заказчику будет достаточно заключить его в подходящий корпус либо поручить данную операцию самому холдингу Kontron, который в этом случае будет выступать в роли поставщика готового решения.

Готовые встраиваемые компьютеры в корпусах

В качестве примера законченных корпусных решений авторства DIGITAL LOGIC можно привести компактную защищенную систему Kontron MICROSPACE MPCX28R (рис. 6) типа Box PC, характеризующуюся увеличенным жизненным циклом и ориентированную



Рис. 4. Изделие Kontron MICROSPACE MSM945

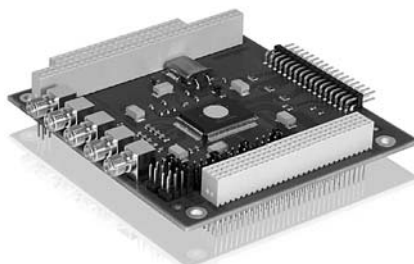


Рис. 5. Плата видеозахвата Kontron MICROSPACE MSMG104+

на железнодорожные приложения (имеется сертификат соответствия стандарту EN50155 по классу TX). Встраиваемый компьютер MICROSPACE MPCX28R базируется на малопотребляющем процессоре Intel Atom Z530 с тактовой частотой 1,5 ГГц, поддерживает до 1 Гбайт памяти и имеет изолированный блок питания на 1,5 кВ. Питание выведено в защищенный разъем M12; подключение через M12 доступно также для портов Fast Ethernet и порта USB 2.0. Компьютер является безвентиляторным, заключен в прочный корпус из профилированного алюминия и рассчитан на эксплуатацию при температурах -25...70°C. В качестве локальных накопителей могут использоваться 2,5-дюймовые диски с интерфейсом Serial ATA 300 либо карточки CompactFlash. Два слота PCI Express MiniCard позволяют добавлять в систему интерфейсы шины CAN, модули GPS, модули для подключения к беспроводным и сотовым сетям и другие дополнительные функции, а порт eSATA обеспечивает возможность подключения внешних накопителей. На передней панели имеются два порта USB 2.0, два 3,5-миллиметровых аудиоразъема (вход/выход) и отверстие для установки SIM-карты с целью реализации поддержки мобильных сетей. Сзади есть два дополнительных порта



Рис. 6. Kontron MICROSPACE MPCX28R

USB 2.0 и выход DVI-I для подключения аналоговых и цифровых дисплеев с разрешениями до 2048 x 1536 точек. Также в наличии два надежных разъема D-sub, реализующих COM-порты (RS-232C/422/485), и изолированные линии цифрового ввода/вывода. Компьютер MICROSPACE MPCX28R может работать под управлением ОС Windows XP Embedded, XP, Vista, 7 и Linux.

Время лидерства

Как ведущий поставщик встраиваемых компьютерных технологий холдинг Kontron не может не понимать важности индустрии PC/104 для всего рынка Embedded и для бизнеса самого Kontron. Процессорные платы и модули ввода/вывода в формате PC/104 – это весьма ходкий товар: эксперты аналитического агентства Venture Development Corporation (VDC) полагают, что при среднегодовых темпах роста в 5,6% мировые объемы продаж оборудования PC/104 превысят 300 млн. долл. США уже в 2010 г.

Компания DIGITAL-LOGIC, несомненно, попала в хорошие руки. Представители Kontron не скрывают, что в своей деятельности по направлению PC/104 они будут придерживаться прежней политики DIGITAL-LOGIC, что подразумевает высочайшее качество продукции и ориентацию на заказчика.

Компания DIGITAL-LOGIC, несомненно, попала в хорошие руки. Представители Kontron не скрывают, что в своей деятельности по направлению PC/104 они будут придерживаться прежней политики DIGITAL-LOGIC, что подразумевает высочайшее качество продукции и ориентацию на заказчика.

Ковалев Александр Николаевич – директор направления ЗАО "РТСофт",

Акиншин Леонид Геннадьевич – канд. физ.-мат. наук, обозреватель журнала "МКА:ВКС".

Контактные телефоны: (495) 742-68-28, 967-15-05. Http://www.rtsoft.ru E-mail: pr@rtsoft.ru

Усовершенствованные технологии автоматизации для упаковочной промышленности посредством управления с ПК

28-30 сентября 2010 г. в г. Нюрберге (Германия) на выставке FachPack компания Beckhoff представила технологии по управлению и контролю за упаковочными машинами и целыми упаковочными линиями, базирующиеся на ПК и EtherCAT.

Компания Beckhoff представила на выставке универсальную новую панель управления в корпусе из нержавеющей стали, а также новые влагозащищенные двигатели для использования в пищевой, упаковочной и во многих других областях промышленности. Новые панели управления и панельные ПК в корпусе из нержавеющей стали удовлетворяют строгим санитарно-гигиеническим требованиям упаковочной, пищевой и фармацевтической областей промышленности. Панели из нержавеющей стали с классом защиты IP 65 характеризуются бесшовной конструкцией корпуса и установленными заподлицо 12- или 15-дюймовыми сенсорными экранами.

Серия синхронных сервомоторов AM3000 с влагозащитным поверхностным слоем, соответствующим требованиям управления по контролю за качеством продуктов и лекарственных препаратов (FDA), представляет собой недорогое решение для всех областей применения в сфере упаковки для пищевых продуктов. Покрытие подходит для использования с продуктами питания и устойчиво к воздействию агрессивных моющих средств.



На базе концепции Научной автоматизации Beckhoff интегрирует в централизованную платформу управления функции позиционирования и робототехники. С выходом решения TwinCAT Kinematic Transformation пользователям предоставляются программные средства, которые интегрируют контроллер, управляющий роботом, в среду Beckhoff и позволяют осуществлять высокоточную синхронизацию управления позиционированием и роботом. Таким образом, робот "на лету" может захватить и отложить деталь, перемещающуюся на конвейерной ленте. До реализации этой концепции управление роботом с простой тяговой кинематикой, которые часто используются в упаковочной промышленности, требовало специализированного процессора и специального пакета программ.

В новой версии ПО TwinCAT 3 кроме объектно-ориентированного расширения МЭК 61131-3 в качестве языков среды ИТ также могут использоваться С и С++. Интеграция TwinCAT 3 с Matlab®/Simulink® облегчает использование в научных областях. Модули выполняются на различных языках с общей средой исполнения в жестких условиях РВ, при использовании многоядерной технологии и 32- или 64-битной ОС.

Контактный телефон (495) 981-64-54. E-mail: russia@beckhoff.com Http://www.beckhoff.ru