

## МАСШТАБИРУЕМАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ КОНТРОЛЛЕРОВ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПК BECKHOFF

А. Томе (Компании Beckhoff)

*Приводятся характеристики оборудования, производимого компанией Beckhoff: контроллеров узла промышленных шин BC и VX, оборудования сер. Embedded PC CX, промышленных ПК. Представлена новая серия устройств CP67xx: интегрированные в одном корпусе панель управления Beckhoff и Embedded PC.*

Проводя аналогии со спортом, можно сравнить тактовую частоту установленного в оборудовании процессора с "весовой категорией" спортсмена. В соответствии с характеристиками аппаратных средств, приведенными в таблице 1, контроллеры Beckhoff можно разделить на четыре основных категории: контроллеры узла промышленных шин BC ("легкий вес") и VX ("средний вес"); оборудование сер. Embedded PC CX ("полутяжелый вес"); промышленный ПК ("тяжелый вес").

### Контроллер узла промышленной шины BC

Контроллеры узла промышленной шины семейства BC (рис. 1) продаются на рынке уже несколько лет. Они предназначены для применения в качестве вспомогательного контроллера в сети, построенной на основе промышленных шин, при решении задач автоматизации отдельных устройств, а также в распределенных схемах автоматизации на небольших предприятиях. Говоря упрощенно, это миниатюрный ПЛК, подключаемый к шине в качестве ведомого устройства. Его программирование осуществляется по промышленной шине с центрального ПК или через последовательный программируемый интерфейс, которым оснащены все устройства. Для организации ввода/вывода предлагаются самые различные модули. Несмотря на то, что в контроллере BC другие интерфейсы связи не предусмотрены, имеется возможность организации обмена данными с устройствами, оснащенными, например, интерфейсами RS-232/485. Подключение к Ethernet возможно только для контроллера BC9000. Оборудование серии BC используется во всех случаях, когда требуется автономное выполнение программы: при управлении относительно независимыми агрегатами (например, конвейерами или сортировщиками), при регулировании критических процессов (температуры, давления, натяжения) или в автоматизации оборудования зда-

ния (контроль температуры, затененности, освещенности, доступа). Размер пользовательских программ ограничен объемом имеющейся памяти.

### Контроллер узла промышленной шины VX

Серия контроллеров VX (рис. 2) производства Beckhoff была впервые представлена в ноябре 2002 г. на выставке SPS/IPC/DRIVES в г. Нюрнберге (Германия). Уровень оснащенности и технические характеристики данной серии позволяют поместить ее между сериями BC и CX. Аналогично контроллерам BC, оборудование этой серии построено на микроконтроллерах и может работать в качестве автономного контроллера или ведомого устройства, подключаемого к промышленной шине. Конструкция корпуса разработана на основе CX и позволяет подключать к любому контроллеру VX плату памяти Compact Flash для хранения данных.

Основное отличие контроллеров BC от VX заключается в том, что VX оснащается памятью большего объема (таблица 1) и требует несколько большей мощности процессора. Устройства серии VX также оснащены двумя последовательными интерфейсами, один из которых предназначен для программирования, а второй свободен, и шиной Beckhoff Smart System Bus (SSB, интерфейс, базирующийся на протоколе CANopen), используемой для подключения других периферийных устройств, например, дисплеев или устройств распределенного ввода/вывода.

Наличие дополнительных доступных из программы ПЛК интерфейсов для подключения интеллектуальных устройств является принципиальным отличием контроллеров VX от BC. VX по отношению к промышленной шине является ведомым устройством, однако он предоставляет гораздо большие возможности (по сравнению с BC) для организации распределенного ввода/вывода как устройство Modbus RTU slave или как CANopen master.

Контроллер VX обладает оперативной памятью в 4 раза большего

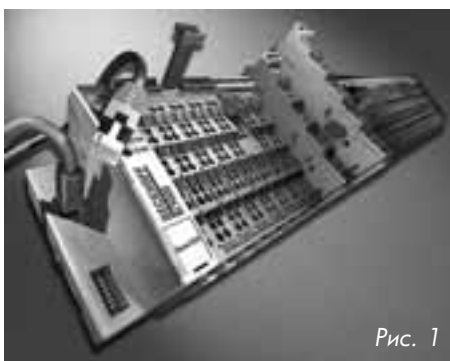


Рис. 1



Рис. 2

объема, чем ВС, и быстродействие у него выше в 3,5 раза.

Контроллер оснащен ЖК-дисплеем (2 строки по 16 символов) с подсветкой, выполненным по технологии FSTN, и часами РВ (RTC). Модули ввода/вывода могут подключаться обычным образом. Область применения контроллеров данной серии аналогична серии ВС, однако больший объем памяти контроллеров ВХ делает их пригодными для выполнения значительно более сложных программ большего объема и позволяет организовать локальное управление данными (например, архивирование данных и регистрация тенденций их изменения), которые затем можно получить с устройства по промышленной шине или через сеть Ethernet.

**Серия Embedded-PC CX1000**

Система CX1000 (рис. 3) представляет собой переходную серию в линейке продукции Beckhoff, располагаясь между контроллерами, построенными на основе микроконтроллеров, и контроллерами на основе ПК, и сочетает особенности ПЛК и промышленного ПК. Корпус может монтироваться на DIN-рейке (30 мм); возможна стыковка нескольких модулей ввода/вывода; движущиеся элементы не применяются, возможна работа с системой без экрана и мыши; возможна установка всех обычных для ПК разъемов (DVI, USB, Ethernet, COM1/2/3, звук, видео, Compact Flash). Применение ОС Windows CE.NET и Windows XP Embedded также позволяет отнести изделие к классу ПК.

При подключении к промышленной шине контроллеры CX могут работать в качестве ведущего/ведомого устройства и поддерживать одновременную работу с несколькими промышленными шинами.

Серия CX представляет "полутяжелую весовую категорию" контроллеров Beckhoff, предназначенную для решения задач средней и большой сложности, где могут также потребоваться возможности ОС Microsoft: графический HMI, работа в сети, доступ к БД, работа в качестве Web-сервера и т.п. По сравнению с контроллерами узла промышленной шины ВС/ВХ аппаратная часть контроллера CX, рассчитанная на работу с числами с плавающей точкой, более пригодна для решения задач,

Таблица 1. Характеристики аппаратных средств ПЛК и промышленных ПК Beckhoff

Контроллер Beckhoff	Процессор	Частота, МГц	Память типа Flash	Оперативная память	Карта Compact Flash	Сопроцессор для выполнения операций с плавающей точкой	Часы РВ	Память NOVRAM, Кб	Поддержка промышленных шин	Ведущая/ведомая роль при подключении к промышленной шине	Другие интерфейсы
BC2000 BC3100 BC4000 BC7300 BC8000 BC8100	μC	16	256 Кб (макс. доступно 96 Кб)	64 Кб	-	эмуляция	-	0.5	Lightbus Profibus Interbus Modbus RS-232/485 Ethernet	ведомая	RS-232
BC9000		20		128 Кб			4				
VX3100 VX5120 VX5200 VX8000 VX9000	x86 Pentium MMX-совместимый	266	16 (64) Мб	32 Мб (128 Мб)	опция	+	+	2	Profibus CANopen DeviceNet RS-232 Ethernet	ведущая/ ведомая	SSB RS-232/485
CX1000											



Рис. 3. Embedded PC CX

требующих значительных вычислительных мощностей при работе со значениями с плавающей точкой или тригонометрическими функциями. Сложно назвать типовую сферу применения контроллеров, построенных на основе ПК, поскольку они являются универсальными изделиями и возможности их использования чрезвычайно разнообразны. Если соотношение цена/производительность является критическим параметром выбора, оборудование серии CX представляет собой эффективное решение по организации управления на основе промышленных ПК серии Embedded Industrial PC.

**"Контроллер" максимальной производительности: промышленный ПК**

В серии промышленных ПК (рис. 4) представлены устройства самой высокой производительности, варьирующейся в широких пределах в зависимости от отдельных элементов, которыми они оснащены (процессоры и устройства памяти): от 266 МГц и 64 Мб оперативной памяти до максимальной на данный момент мощности — 2,8 ГГц и 1 Гб оперативной памяти. Между указанными границами располагаются "рабочие лошади", например, Pentium III 850 МГц с оперативной памятью

128 Мб – конфигурация, достаточная для решения большинства различных задач управления, требующих значительной мощности, и в то же время характеризующаяся разумным соотношением цены и производительности. Разновидности механической конструкции весьма разнообразны: обеспечивается доступ к элементам с различных сторон; имеются



Рис. 4. Промышленные ПК

встраиваемый и навесной варианты монтажа ПК в шкафу управления или на опоре. Возможно оснащение ПК TFT-дисплеем, который устанавливается непосредственно на ПК или подключается через соединение CP-Link к панели управления Beckhoff, которая может находиться на расстоянии до 100 м. Имеется явная тенденция увеличения производительности устройств при уменьшении их размеров, наглядной иллюстрацией чего служит новая компактная серия С6300. В общем случае для организации ввода/вывода используются платы промышленных шин ПК, однако возможно также подключение промышленных шин малой стоимости к встроенным интерфейсам – RS-232, USB или Ethernet . ПО PV TwinCAT PLC и драйверы интерфейсных плат, интегрированные в ядро ОС, позволяют использовать промышленный ПК подобно контроллеру серии СХ для управления ТП в масштабе РВ.

встраиваемый и навесной варианты монтажа ПК в шкафу управления или на опоре. Возможно оснащение ПК TFT-дисплеем, который устанавливается непосредственно на ПК или подключается через соединение CP-Link к панели управления Beckhoff, которая может находиться на расстоянии до 100 м. Имеется явная тенденция увеличения производительности устройств при уменьшении их размеров, наглядной иллюстрацией чего служит новая компактная серия С6300. В общем случае для организации ввода/вывода используются платы промышленных шин ПК, однако возможно также подключение промышленных шин малой стоимости к встроенным интерфейсам – RS-232, USB или Ethernet . ПО PV TwinCAT PLC и драйверы интерфейсных плат, интегрированные в ядро ОС, позволяют использовать промышленный ПК подобно контроллеру серии СХ для управления ТП в масштабе РВ.

**Множество контроллеров – одно ПО**

Для всех контроллеров Beckhoff, вне зависимости от их принадлежности к определенному классу, для установок параметров и программирования используется одно и то же ПО под Windows NT/2000/XP – TwinCAT. Это позволяет заказчику изменять свое решение в последний момент: если заранее выбранного контроллера становится недостаточно для решения задачи, то можно выбрать более мощный контроллер из той же серии. Обычно при этом изменения пользовательского ПО не требуется. Пользователь продолжает работать с привычными средствами ПО TwinCAT (например, интерфейс программирования ПЛК, System Manager и область применения TwinCAT); выбор устройства, на котором будет установлено ПО, осу-

Таблица 2. В таблице показана поддержка элементов конечным устройством: поддерживаются только элементы РВ (R=PB) или также средства программирования (T=средства программирования)

Контроллер Beckhoff	Операционная система	TwinCAT					
		Ввод/вывод	PLC	PTP	NC I	CNC	OPC Server
BCxx00	Beckhoff BCOS	прямой	R	-		R (по протоколу ADS)	
BVxx00							
CX1000	Windows CE.NET, XP Embedded	R			-	R	
Промышленный ПК	Windows CE.NET, NT, NT Embedded, 2000, XP XP Embedded	R+T					

**Постоянное взаимодействие с использованием протокола ADS**

Важной особенностью оборудования Beckhoff является возможность централизованного программирования на предприятиях, где устройства объединены в сеть. Сегменты с различной физической средой передачи можно объединить, используя разработанный Beckhoff протокол ADS. Имеется, например, возможность использовать программную станцию (ПК), подключенную по сети Ethernet, для программирования ВС3100, который с этой целью подключается ко второму ПК в сети Ethernet по шине Profibus. В таблице 2 приведены функции TwinCAT, которые поддерживаются различными устройствами. TwinCAT PLC – это средство разработки и среда исполнения программы на языке стандарта IEC 61131-3. TwinCAT NC работает с позиционированием (т.е. перемещением осей между точками), включая функции специального назначения, например, работа с кулачковыми механизмами/отрезными станками с подвижной головкой. TwinCAT NC I включает перемещение в трехмерном пространстве по интерполированной траектории; TwinCAT CNC представляет собой пакет интерполирования для расчета траекторий движения для обрабатывающего инструмента и центров механической обработки.

**Тесты производительности контроллеров**

Исторически сложилось так, что для измерения производительности контроллера используется промежуток времени, необходимый для выполнения 1024 команд ПЛК. Эта мера является достаточно неточной, поскольку оцениваемые команды и виды операндов у оборудования разных производителей различаются. Тем не менее, данная мера позволяет дать общую оценку времени выполнения программы ПЛК, а также дает возможность сравнивать производительность различных контроллеров одного производителя при условии, что во всех случаях используется одно и то же ПО. Для тестирования используется набор, состоящий из трех программ.

Тестовая программа 1 содержит переменные типов BOOL, INT, WORD. Тестовая программа 2 содержит переменные типов BOOL, INT, DINT, WORD, DWORD. Тестовая программа 3 содержит 32-битовые значения с плавающей точкой, включает переменные типов BOOL, INT, WORD, DWORD, REAL. Все программы предусматривают выполнение операций: присвоения, арифметических, ограничения, логических с двоичной последовательностью, простого и цикличес-

кого сдвига, побитовых логических и сравнения. В качестве языка тестирования используется ПЛ (язык линейных инструкций), поскольку он позволяет наиболее эффективно задавать число инструкций. Используемые инструкции и их доля в программе показаны на рис. 5. Время выполнения 1000 инструкций на языке ПЛ на различных процессорах показано на рис. 6. Тестирование устройств серии ВС производилось на примере контроллера узла промышленной шины Ethernet BC9000; устройств серии Embedded PC – на примере контроллера CX1000, устройств максимально возможной на сегодняшний день производительности – на примере промышленного ПК С6140 с процессорами РП с тактовой частотой 850 МГц и Pentium 4 с тактовой частотой 2,8 ГГц, с частотой внешней шины 533 МГц. Чтобы быть точными, повторим, что значения на рис. 6 представляют собой время, необходимое для выполнения ПЛК тестовой последовательности, а не время рабочего цикла контроллера. Фактические значения времени рабочего цикла обычно выше указанных значений, поскольку включают отрезки времени, необходимые для ввода/вывода, администрирования системы и работы ОС.

Даже среди продукции Beckhoff доля оборудования на основе ПК неуклонно растет за счет оборудования на основе микроконтроллеров. Это служит убедительным подтверждением правильности избранного Beckhoff подхода, который заключается в использовании гибкой инновационной технологии на основе ПК вместо жестких аппаратных решений.

Узким местом автоматизации опять являются периферийные устройства: технология автоматизации требует не разработки новых контроллеров, а увеличения скорости промышленных шин и ускорения передачи сигналов.

Даже инженеры, работающие в сфере автоматизации, скоро привыкнут к измерению времени в наносекундах.

При тестировании серий устройств, поддерживающих управление позиционированием, для определения времени вычисления для каждой оси можно использовать операции обработки чисел с плавающей точкой. На устройстве, оснащеном процессором РП с тактовой частотой 850 МГц, базовое время выполнения функций позиционирования составило 40 мкс, что соответствует времени вычисления (для позиционирования с генерацией набора значений и с дополнительным контролем положения) приблизительно 13 мкс. Для контроллера серии CX значения увеличиваются примерно в 6 раз, что соответствует базовому времени 250 мкс и времени вычисления 80 мкс для каждой оси. На практике обнаружено, что для контроллера CX1000 с целью упрощенных приближенных расчетов можно считать, что на каждую ось, управление которой производится, затрачивается по 1 мс. Это означает, что интервал дискретизации для управления осями в ПО TwinCAT для контроллера CX1000 с двумя осями следует установить равным 2 мс, с тремя осями – 3 мс и т.д. Приведенные значе-

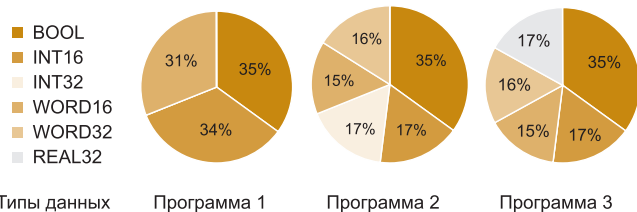
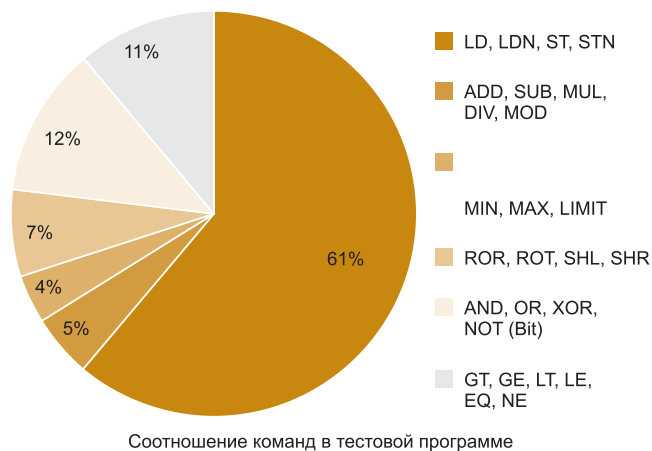


Рис. 5. Структура тестовых программ

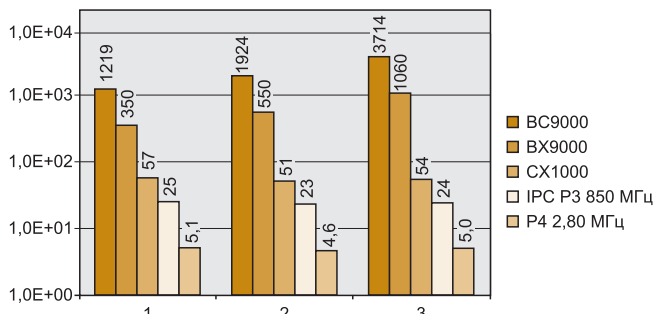


Рис. 6. Время выполнения кода ПЛК в ходе тестирования (мкс/1000 строк кода)

ния в большой степени зависят от общей конфигурации, а также от доли вычислительной мощности устройства, выделенной для использования TwinCAT: при отсутствии необходимости визуализации, а также если операционная система используется редко, вполне возможно выделение более 70% вычислительной мощности системы для выполнения задач РВ. Это, в свою очередь, означает, что для целей позиционирования можно уменьшить значения времени дискретизации, например, 1 мс для двух осей контроллера CX1000. Значительно большая производительность промышленных ПК означает, что время выполнения для них также кажется существенно ниже: в зависимости от типа процессора, вполне реальным является управление 10 или более осями в течение 1 мс.

**Заключение**

Компания Beckhoff предлагает широкую гамму контроллеров для различных целей – ВС, ВХ, СХ, ИРС. ПО TwinCAT представляет собой единую среду программирования и установки параметров всех устройств как ПЛК, так и средств позиционирования.

В данной статье описание контроллеров Beckhoff дано по состоянию на конец 2002 г. Благодаря следующему поколению микроконтроллеров и x86-совместимых процессоров, производительность контроллеров Beckhoff в настоящее время превосходит данные, приведенные в статье. Появилась новая серия устройств (CP67xx) – это интегрированные в одном корпусе панель управления Beckhoff и контроллер серии CX, которые могут использоваться не только для отображения информации, но и выполнять функции управления, упразднив необходимость в установке отдельного ПК для выполнения задачи отображения в шкафу управления. Таким образом, контроллером становится экран монитора, имеющий толщину всего 30 мм. В до-

полнение к увеличению производительности, второй тенденцией развития устройств компании Beckhoff в настоящее время является расширение сферы применения ПК совместимых процессоров (вне зависимости от целей применения) в направлении их использования в контроллерах средней и малой мощности – девизом становится "управление с использованием Embedded PC". Это служит еще одним примером использования продукции потребительского сектора для решения задач промышленной автоматизации и использования существующей в нем тенденции увеличения производительности, снижения энергопотребления и максимально возможного уменьшения размеров оборудования. Мы не имеем ничего против.

*Андреас Томе – менеджер по продукции средств компьютерного управления компании Beckhoff  
E-mail: info@beckhoff.com.ru Http:// www.beckhoff.com.ru*



**17-20 МАЯ 2005**  
МОСКВА, СК "ОЛИМПИЙСКИЙ"

**4-я Международная выставка и конференция**  
**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**












**РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:**

- Акустическая эмиссия
- Ультразвуковой контроль
- Вихретоковый контроль
- Визуальный и оптический контроль
- Магнитопорошковый контроль
- Электромагнитный контроль
- Инфракрасный и термический контроль
- Динамический контроль твердости
- Вибрационный контроль
- Капиллярный контроль
- Тензискание
- Радиографический контроль
- Электрический контроль
- Радиационный контроль
- Контроль трубопроводов
- Обучение и сертификация персонала
- Аттестация лабораторий

СОВМЕСТНО С:



**ЛАБОРАТОРНЫЙ КОНТРОЛЬ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Организаторы:




Тел.: (812) 380 60 02/00  
Факс: (812) 380 60 01  
E-mail: ndt@primexpo.ru



**ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**



[www.primexpo.ru/ndt](http://www.primexpo.ru/ndt)



*Новогодний калейдоскоп*

*Что труднее: высасывать данные из пальца или брать их с потолка?*  
Вторая дилемма Ю.З. Рыбникова

*Чем дальше эксперимент от теории, тем ближе он к Нобелевской премии.*  
Закон Ф. Жолио-Кири

*Что для одного ошибка, для другого - исходные данные...*  
Берман

*Если не в состоянии оценить выходной результат, то оцените выходные данные...*  
Закон Шульца