

# Полемиические заметки

Сергей Сорокин

Статья представляет собой отклик на цикл статей по промышленной автоматизации, напечатанный в журнале «Компьютер Пресс» в 1997 году.

*Изначально эти заметки писались для журнала «Компьютер Пресс», поэтому я заранее извиняюсь, если читатели «СТА» встретят здесь информацию, которая им уже хорошо знакома.*

Прежде всего хотелось бы поблагодарить журнал «Компьютер Пресс» за то хорошее дело, которое он начал и, к счастью, до сих пор не бросает. Это, пожалуй, единственный общеконьютерный журнал, систематически освещающий тему компьютеров специального назначения в рубрике «Промышленные компьютеры». Единственным недостатком является, пожалуй, то, что вся рубрика ведется практически одним и тем же автором. Отдавая должное творческому потенциалу и продуктивности Евгения Деревяго, нельзя не отметить, что это приводит иногда к односторонней и предвзятой подаче информации, а иногда к фактическим неточностям и ошибкам. Хотя автор и предупреждает о возможной малообъективности и пристрастности, а также о том, что «как свободный человек он имеет право на собственные заблуждения», как говаривал классик, «идеи (а значит, и заблуждения) становятся материальной силой, когда они овладевают массами». Работая в области промышленной автоматизации достаточно давно, я хотел бы коротко прокомментировать цикл статей Евгения Деревяго, тем более, что одна из статей имеет название «Полемика как отдых для ума», а полемика, как известно, предполагает участие в ней, как минимум, двух сторон. К упомянутой статье будут относиться и основные мои комментарии.

## Рейтинг производителей промышленных РС, или «бедные» азиаты

Меня немного озадачило то, как автор выстроил рейтинг производителей промышленных компьютеров по степени их известности на рынке СНГ (IBM, DEC, Texas Micro). Безусловно, дело это субъективное, к тому же, не совсем ясно, о какой известности идет речь. Все же, если идет речь об известности торговой марки фирмы, то непонятно, куда подевалась Siemens, если же речь идет об известности продукции фирмы на рынке промышленной автоматизации, то непонятно, откуда взялась DEC. Даже с увеличительным стеклом трудно отыскать следы промышленных персоналок DEC на нашем рынке. В октябре-ноябре 1997 года среди более чем пятисот специалистов по автоматизации Москвы и Петербурга был проведен опрос о наиболее известных производителях промышленных компьютеров. Респонденты могли указать в анкете до трех известных им производителей. На первом месте с большим отрывом оказалась фирма Advantech, а уже затем Texas Micro, Siemens и IBM.

Что касается расстановки сил по объёму производства промышленных компьютеров, то информацию о первой тройке лидеров мирового рейтинга (IBM, Siemens, Texas Micro) можно отнести к разряду устаревшей. По итогам 1997 финансового года объём продаж Texas Micro составил 65 млн. долларов при количестве работников около 300 человек. За это же время объём продаж фирмы Advantech составил 80 млн. долларов при числе занятых около 400 че-

ловек. Что касается собственно промышленных персоналок, то за первое полугодие 1997 года Texas Micro продала их менее чем на 15 млн. долларов, а фирма Advantech на 22 млн. Если учесть ценовую разницу, то опережение Advantech в натуральном выражении станет еще более заметным. Получается, что кто-то из упомянутой тройки должен подвинуться, чтобы освободить место фирме Advantech.

Так как г-н Деревяго работает в компании, являющейся дистрибьютором в основном американских фирм, эта особенность его профессиональной деятельности накладывает определенный отпечаток на весь цикл статей. Весьма благожелательно, а иногда и восторженно описываются определенные американские технологии, в то время как целые направления промышленной автоматизации, не входящие в сферу интересов автора, замалчиваются или сопровождаются негативными комментариями, при этом особенно достаётся азиатским производителям промышленных персоналок.

Хотя автор и признаёт, что тайваньская фирма Acer вошла в мировую элиту производителей офисных компьютеров, такая возможность почему-то отрицается для тайваньских производителей промышленных персоналок, которые называются не иначе как «компьютерные гунны», которые в условиях «темного» рынка продают «котлов той же масти». Возможно, автор имеет личные мотивы не любить всё, что носит клеймо «Made in Taiwan» (каждый имеет на это право), однако в обоснование своей позиции он приводит ряд аргументов,

на которых имеет смысл остановиться подробнее.

Итак, чем же, по мнению автора, хороши американские промпersoналки производства Texas Micro:

- 1) они «производятся в строгом соответствии с технологическими рекомендациями NEMA»;
- 2) корпуса «выполнены из высококачественной стали» достаточной толщины;
- 3) продуманное исполнение системы охлаждения (до восьми вентиляторов в одном корпусе);
- 4) ... и электропитания (ток нагрузки по напряжению 5 В достигает 70 А).

Чем же, по мнению г-на Деревяго, плохи азиатские промпersoналки производства «Contec, Mitac, Advantech и многих других» фирм:

- 1) «не повязанные жесткими американскими стандартами, эти компании производят промышленные компьютерные корпуса из тонколистового низкосортного металла»;
- 2) «...обходятся обычными источниками питания коммерческого исполнения с невысокой полезной нагрузкой»;
- 3) «популярные компьютерные шасси представленных производителей выглядят близнецами» и, похоже, делаются в одном месте;
- 4) процессорные модули «повторяют одну и ту же технологическую ошибку – поперечное расположение модулей памяти (SIMM)», что существенно ухудшает тепловой режим микропроцессора;
- 5) «неубедительно, как бюрократическая отписка конструктора, выглядит фильтр воздухозаборника размерами менее квадратного дециметра».

В результате азиатские промпersoналки получили от автора поражение в правах и оказались годными только для приложений типа «критический» офис («магазин с хлопающими дверями»). Читатель, намотав это на ус, конечно, сразу должен был бы смекнуть, что уж для настоящих промышленных приложений ему нужно использовать только американскую продукцию.

Здесь мне хотелось бы возвысить свой слабый голос в защиту бедных азиатов. В отличие от г-на Деревяго, я не чувствую за собой морального права говорить за всех азиатских производителей промышленных компьютеров, поэтому я буду использовать пример упомянутой в их числе фирмы Advantech, с продукцией которой я достаточно хорошо знаком.

### Люди гибнут за металл

Начнем, пожалуй, с вопросов качества продукции. В первую очередь, хотелось

бы отметить, что среди официальных документов NEMA я никаких технологических рекомендаций по производству промышленных компьютеров не нашел. Автор, кстати, не совсем верно расшифровывает аббревиатуру NEMA как National Electronic Manufacturer Association вместо правильного National Electrical Manufacturers Association. NEMA является общественным объединением американских фирм, работающих в области электроэнергетики. Кроме лоббирования отраслевых интересов, NEMA занимается выработкой стандартов, часть из которых утверждена в качестве национальных. В данном случае речь, по-видимому, идет о стандарте NEMA-250, который определяет классификацию степеней защиты корпусов для низковольтного (до 1000 В) оборудования. Действительно, этот стандарт широко применяется в сфере промышленной автоматизации, однако рекомендаций по технологии производства он не содержит. Упомянутый автором документ NEMA ICS6-1993 не утвержден даже в качестве национального стандарта США.

Волосы встают дыбом, когда читаешь, как заправили азиатского промышленного компьютеростроения, не связанные жесткими американскими стандартами, наводняют весь мир бракованной продукцией. Положение видится еще более ужасным, если мы вспомним, что европейские производители также не повязаны американскими стандартами и, наверно, тоже только и делают, что втихаря используют «тонколистовой низкосортный металл» вместо высококачественной стали.

Спешу успокоить тех, чья рука уже протянулась за маузером, чтобы предать бракоделов революционному суду. Впервые, европейские стандарты зачастую гораздо строже американских. Вторых, продукция, не соблюдающая соответствующие американские или европейские стандарты, не может быть ввезена в эти страны иначе как контрабандой. В-третьих, на мировом рынке уже давно существует своеобразный «знак качества», присваиваемый компаниям, независимо от их месторасположения и национальных особенностей. Речь идет о группе международных стандартов ISO-9000, которые покрывают весь цикл производства от разработки изделия и его изготовления до продажи и сервисного обслуживания. Компании, у которых система управления качеством признается соответствующей требованиям ISO-9000, на определенный срок получают официальный сертификат. В течение этого срока они

подвергаются периодическим инспекциям со стороны международных организаций, уполномоченных такие сертификаты выдавать. Интересно отметить, что если ISO-9001 покрывает все стадии жизненного цикла продукции, то ISO-9002 не покрывает этап разработки и проектирования новых изделий, а ISO-9003 относится только к процессу выходного контроля. В связи с этим компании, имеющие сертификат ISO-9002, как правило, не занимаются самостоятельными разработками, а всё их производство зачастую состоит в переупаковке полученной от субподрядчиков продукции.

Если теперь вернуться к попавшей по милости автора в компанию бракоделов фирме Advantech, то нельзя не подчеркнуть, что более половины ее продаж приходится на весьма требовательные рынки США и Европы, а сертификат ISO-9001 она получила даже раньше американской Texas Micro.

Если говорить серьезно, то утверждение автора о том, что фирма Advantech изготавливает свои промышленные шасси из «тонколистового низкосортного металла», непосредственно затрагивает деловую репутацию фирмы. Чего стоит одно только неопределенно-презрительное «металл». Создается впечатление, что шасси изготавливаются из собранного пионерами металлолома, наспех переплавленного в местной доменной печи времен Великого Китайского Скачка. А ведь достаточно открыть каталог Advantech, который, я уверен, у автора есть, чтобы найти недвусмысленное определение материала шасси как «Heavy Duty Steel», что означает «высокопрочная сталь». Прилагательное «низкосортный», кроме Advantech, должно также обидеть одну из крупнейших японских сталелитейных корпораций KOBELCO Steel, которая и является поставщиком металлопроката для Advantech. Для любознательных читателей сообщаю марку стали: JIS G3313 SECC. Что касается «тонколистового», то я не поленился и измерил толщину стального листа, применяемого фирмой Texas Micro для своего отказоустойчивого шасси серии 55xx и фирмой Advantech для аналогичного шасси IPC-622. Получилось 1,2 мм и 2 мм соответственно. Прделав аналогичные измерения с шасси 4508-RM фирмы Texas Micro и IPC-610 фирмы Advantech, я получил 1,2 мм и 1,2 мм соответственно. Действительность входит в явное противоречие с утверждениями автора. Именно Advantech не жалеет высококачественной стали на свои промышленные шасси.

### Системы электропитания

Первое, с чем я не могу согласиться, это то, что продуманность системы электропитания напрямую связана с мощностью блока питания. Если, например, электронная «начинка» промышленного компьютера потребляет 100 Вт, то я никак не могу назвать продуманным применение блока питания мощностью 350 Вт. Во-первых, это означает, что я как потребитель должен выложить дополнительные денежки за более мощный источник, во-вторых, это скажется на характеристиках энергопотребления всей системы и приведет к дополнительным платежам за электроэнергию, в-третьих, более мощный источник питания будет негативно сказываться на тепловом режиме работы компьютера.

Читая строки о том, что азиатские производители «обходятся обычными источниками питания коммерческого исполнения с невысокой полезной нагрузкой», читатель должен был бы, по-видимому, подсознательно укрепиться в мысли, что американские изготовители уж точно применяют необычные источники питания некоммерческого исполнения с высокой полезной нагрузкой. Сравнивая характеристики промышленных шасси (вся электроника которых – это источник питания) Advantech и Texas Micro, я, честно говоря, не нашел у американского производителя ничего необычного. Технические характеристики и условия эксплуатации примерно одинаковы. Что касается пресловутой «полезной нагрузки», то обе фирмы в основном используют источники питания мощностью от 150 до 350 Вт. Только в шасси 55xx Texas Micro использует источники питания мощностью 400 Вт. Некоторые источники питания Texas Micro могут автоматически определять напряжение питающей сети, что безусловно полезно, если вы постоянно таскаете промышленный компьютер из США в Европу и обратно, однако опять же ничего особенного здесь нет. Термин «коммерческое исполнение» заставил меня немного поломать голову, так как в буквальном переводе это означает «предназначенный для продажи». Мне было трудно себе представить, чтобы американцы – известные поклонники золотого тельца – делали свои источники в некоммерческом исполнении, то есть отдавали бы их даром. Скорее всего, автор намекал здесь на различие между изделиями военного и гражданского исполнения, однако такие намёки никак не вяжутся с практически полным совпадением совокупности эксплуатационно-технических характеристик блоков питания обеих фирм.

### Близнецы-братья

На основании схожести внешнего вида индустриальных шасси, поставляемых различными азиатскими фирмами, автор делает предположение о том, что все они производятся в одном и том же месте. Доверчивые читатели могут сделать из этого далеко идущие выводы о том, что нет никакой разницы, у какой из азиатских фирм приобретать шасси. А когда читатель вспомнит про «низкосортный металл», из которого в этом единственном месте клепаются все шасси, у него исчезнет сама мысль о целесообразности таких приобретений. Следуя логике автора, я могу предположить, что все мониторы для офисных компьютеров делаются в одном месте, так как они весьма подозрительно похожи друг на друга.

Как и в случае с офисными мониторами, в рамках функционального назначения индустриальных шасси, предназначенных для монтажа в стойку, у конструкторов и дизайнеров передней панели не так уж много простора для полета фантазии. Размеры панели определяются стандартом МЭК 297 (для 4U это 7" x 19"), по бокам должны быть предусмотрены «уши» для обслуживания шасси внутри стойки, с правой стороны (так как большинство людей правши), как правило, находится закрываемый дверцей отсек накопителей, а с левой – воздухозаборник для системы воздушного охлаждения. Поэтому в плане внешнего вида конструктору остается лишь возможность поупражняться в общем цветовом решении да в небольших вариациях на тему оформления дверцы отсека накопителей, конфигурации отверстий воздухозаборника и способа смены пылеулавливающего фильтра. Для примера предлагаю найти существенные различия в индустриальных

шасси фирм Industrial Computer Source, BSI, и ELMA, показанных на рис. 1.

Как уже упоминалось, я не в состоянии говорить за все азиатские фирмы, однако могу заверить, что фирма Advantech имеет собственные производственные мощности по изготовлению промышленных шасси. Кроме того, достаточно открутить «уши» от шасси фирмы Advantech, чтобы увидеть на ручке проставленное на этапе отливки клеймо фирмы, что со всей очевидностью свидетельствует об «именном» происхождении компонентов шасси.

### Система воздушного охлаждения

Тут азиатские производители заслужили множество упреков со стороны автора. Глубоко обеспокоенный тем, что оные производители все как один ставят SIMM-модули на процессорных платах поперек воздушного потока, автор аж в нескольких статьях цикла вызывает к мировому сообществу с призывом сплотиться в противодействие коварным замыслам бессовестных бракоделов. Добавьте сюда воздушные фильтры площадью меньше квадратного дециметра, и вы сразу поймете, что без влияния триад здесь не обошлось. Кто же спасёт человечество? Конечно, Texas Micro и другие американские фирмы с продуманными системами воздушного охлаждения наперевес. При этом автор ненавязчиво советует покупать продукцию именно американских фирм Texas Micro и DTP, грозя покупателям другой техники человеческими жертвами на производстве.

Я все же задумался: а вдруг есть более простое объяснение этой истории с SIMM-модулями и, может быть, не всё ещё потеряно для тех, кто сгоряча уже купил промкомпьютеры, сделанные в



Рис. 1. Внешний вид индустриальных шасси различных американских и европейских фирм. Очень много общего

Азии. Первым делом я измерил площадь воздушного фильтра шасси IPC-610 фирмы Advantech, которая оказалась равной 1,2 дм<sup>2</sup>. Опять что-то не ладится у автора с измерениями. Наверно, г-н Дервяго постоянно путает метрическую и дюймовую сторону линейки.

Удрученный перспективой измерять размер пор фильтра и решать дифференциальные уравнения  $n$ -го порядка для того, чтобы проникнуть в тайну распределения воздушных потоков внутри промышленного компьютера, я вдруг вспомнил не потерявшую актуальность мысль того же незабвенного классика о том, что практика – это критерий истины. Воодушевленный этим озарением, я проделал несколько простых опытов.

Я взял наиболее популярное шасси IPC-610 фирмы Advantech и вставил в крайнее левое место процессорную плату той же фирмы PCA-6147, предварительно сняв с микропроцессора охлаждающий вентилятор. Выбрав затем самый высокий SIMM-модуль высотой 35 мм, я с помощью специального термометра измерил температуру корпуса микропроцессора как в случае установленного SIMM-модуля, так и без него. При этом в обоих случаях обеспечивался одинаковый режим работы микропроцессора. Результат измерений оказался весьма показательным: что с SIMM-модулем, что без него температура микропроцессора останавливалась на одном и том же значении в 40°C. После установки вплотную к процессорной плате ещё одной полноразмерной платы наблюдалось ухудшение теплового режима и температура микропроцессора повысилась до 44°C, однако и в этом случае наличие или отсутствие SIMM-модуля не приводило к изменению температуры микропроцессора даже на один градус. При повторении этого эксперимента внутри шасси фирмы Texas Micro значения температуры оказались 42°C и 43°C соответственно. Оставаясь на материалистических позициях, можно сделать только один вывод: все претензии автора к качеству системы охлаждения промышленных шасси фирмы Advantech, а также его рассуждения о катастрофическом влиянии на тепловой режим микропроцессора способа расположения SIMM-модулей не соответствуют действительности.

В заключение этой части хотелось бы отметить, что, наверно, в любой стране есть производители некачественной продукции, однако я считаю неправильным сваливать в одну кучу всех производителей индустриальных компьютеров целого континента и огульно формировать отрицательное отношение к

их продукции. Феномен же Тайваня, являющегося сейчас после США и Японии третьим мировым производителем электроники, по-видимому, ждет ещё своего объяснения.

### Прочие «недоделанные» компьютеры

Довольно много внимания в статьях цикла уделяется «недоделанным» компьютерам, а точнее, компьютерам для встраиваемых применений. Здесь, правда, также бросается в глаза некоторая односторонность в освещении этого вопроса. Только одна из множества существующих мезонинных технологий (PC/104) удостоилась упоминания. По автору, прямо-таки всё прогрессивное человечество испытывает «восторг и умиление» по поводу шины STD, хотя практически эта шина достаточно популярна только на американском континенте. В то же время популярная в Западной Европе, а особенно в Германии шина AT-96 совсем не упомянута. Шина VME отнесена к неким специализированным промышленным архитектурам, не совместимым с архитектурой ПК, а потому и не заслуживающим отдельного рассмотрения. Я не хочу оспаривать тот факт, что доля изделий VME на рынке встраиваемых систем постепенно уменьшается, однако пока эта доля превышает и STD, и PC/104, и Compact PCI. Кроме того, VME отнюдь не чужда архитектуре ПК. Единственное, что здесь хотелось бы заметить, это то, что при перекладывании архитектуры ПК на «неродные» шины, будь то STD или VME, пользователь не застрахован от проблем совместимости программного обеспечения, которые возникают как следствие «маленьких тонкостей» и «хитростей» на стыке «неродной» шины и «родного» аппаратного обеспечения. Впрочем, давайте остановимся на тех вопросах, которые нашли отражение в цикле.

### MicroPC

Автор в целом негативно отозвался об этой серии изделий, по моему мнению, некорректно осветив при этом ряд вопросов.

1. Автор абсолютно не прав, когда говорит, что «компания-производитель решительно отошла от технологии STD». Octagon Systems и сейчас является одним из ведущих американских производителей плат с шиной STD, а глава фирмы Octagon был в своё время президентом ассоциации производителей изделий STD (STDMG). В связи с географически ограниченной популярностью этой шины изделия STD продаются

компанией только в Северной Америке. Octagon Systems, кстати, была первой фирмой, получившей лицензию на производство плат STD32, однако, взвесив все «за» и «против», посчитала это начинание малоперспективным. Правильнее было бы сказать, что фирма решительно пришла к технологии IBM PC.

2. Автор почему-то считает, что размер плат MicroPC стал результатом метаморфоз («укорачивание в продольном и расширение в поперечном направлении») все тех же плат STD. Более того, MicroPC была названа «сомнительной... раскольнической технологией... полностью порвавшей с STD80». На самом деле платы MicroPC представляют собой укороченную разновидность плат IBM PC и никакого отношения к STD не имеют и не имели. Я уверен, что «сомнительная технология» IBM PC используется автором каждый день, когда он садится за свой персональный компьютер.

3. Утверждается, что изделия MicroPC были «практически проигнорированы дома», а фирме-производителю «пришлось реабилитироваться на рынках развивающихся стран». Здесь я хотел бы только отметить, что более половины объёма продаж MicroPC приходится на «дом» (США), а изделия этой серии распространяются в том числе фирмой Marshall, входящей в пятерку крупнейших мировых дистрибьюторов электроники.

4. Автор «не нашел особенных преимуществ в режиме отладки периферии внутри персоналки», так как «стандартную машину стопроцентно заклинит, не доходя до нуля градусов по Цельсию». Я, в свою очередь, не понял, почему автор считает, что отладку нужно проводить в зимнюю стужу на улице. Действительно, рабочий диапазон температур MicroPC составляет -40...+85°C, однако это совсем не значит, что программист должен отлаживать систему в морозильной камере. Пользователи изделий MicroPC по достоинству оценили преимущества отладки с помощью обычной персоналки, так как при этом не требуется покупки дорогостоящих аппаратных систем разработки и кросс-средств программирования.

5. С помощью «неядовитого змея Каа» автор довольно ядовито критикует Octagon Systems за несоответствие вычислительной мощности современных процессорных плат и пропускной способности 8-разрядной шины XT. Интересно, однако, что любимый автором родоначальник шины STD компания ProLog выпускает для такой же медленной шины STD процессорные платы

вплоть до 5x86/133 МГц. Либо американских производителей поразило коллективное сумасшествие, либо всё-таки существует более разумное объяснение. Давайте искать последнее.

В первую очередь, хотелось бы отметить, что ОЗУ и основные периферийные контроллеры (вплоть до дискового), находящиеся на самой процессорной плате, взаимодействуют с микропроцессором через внутреннюю локальную шину. Во-вторых, если взглянуть на листинг реальной программы, то между операторами, непосредственно задействующими системную шину (например, inr и out), можно найти множество операторов сравнения, условных переходов и т. п., которые к работе собственно шины отношения не имеют. Исследования с помощью специального анализатора, проведенные фирмой Octagon Systems у заказчиков, которые жаловались на малую пропускную способность шины, показали, что реальная загрузка шины ни в одном случае не превышала 20%. В-третьих, не надо путать рынок вычислительных средств для промышленной автоматизации и встраиваемых систем с рынком рабочих станций для полиграфической верстки или телекоммуникационных серверов. В большинстве случаев промышленные контроллеры имеют дело с достаточно медленными процессами, работают с полупроводниковыми дисками и без полноформатных графических дисплеев. Даже если диски и дисплей имеются, реальной пропускной способности 8-разрядной шины ISA (примерно 1-2 Мбайт/с), как правило, вполне достаточно. Конечно, если стоит задача, связанная, например, с обработкой изображений в реальном времени или с автоматизацией физического эксперимента, то может понадобиться использовать более быстродействующую (и обычно более дорогую) технологию. Я никого не хочу убедить в том, что оборудование с шиной ISA и MicroPC в частности может решить все проблемы. Для решения каждой задачи разработчик должен индивидуально подобрать оптимальный набор аппаратных и программных средств. Хотя гвозди можно забивать и молотком, и хрустальной вазой, я за то, чтобы их забивали молотком.

6. Касаясь планов выпуска фирмой Octagon Systems изделий с шиной PCI, автор почему-то решил, что понадобится «перелопачивать на PCI всю обширную номенклатуру УСО, выпускаемую фирмой». Я, честно говоря, не вижу в этом необходимости, а по информации от фирмы, в первую очередь, на PCI будут работать узлы, действительно требующие повышенной пропускной спо-

собности шины, – это быстродействующая видеоподсистема, контроллер SCSI, Fast Ethernet. Меня, как и любого другого, может привести в «восторг и умиление» PCI-плата на 32 дискретных входа, однако, если мне нужно раз в секунду опрашивать пару десятков конечных переключателей, я в условиях промышленных помех предпочту использовать менее капризную шину.

7. Автор считает, что Octagon является членом консорциума PC/104. Действительно, фирма Octagon была в своё время даже исполнительным членом консорциума, однако около 3 лет назад получила членство в консорциуме бесполезным и вышла из него. Тем не менее некоторые процессорные платы Octagon используют PC/104 в качестве мезонинной шины расширения.

8. Самые страшные обвинения в адрес MicroPC касаются того, что автор называет недостаточной интероперабельностью. Если попытаться перевести это понятие, сделав выжимку из высказываний автора по этому поводу, то мы получим следующее.

- Octagon Systems является монопольным производителем изделий MicroPC.
- Отсутствует какая-либо общественная организация или ассоциация, поддерживающая «стиль» MicroPC, а слухи о нескольких десятках производителей, работающих в этом стиле, сильно преувеличены, так как автор нашёл только двух из них.
- «Избрав технологию MicroPC, пользователь попадает в полную зависимость от единственного поставщика».

Вначале несколько слов о монополизме. Во-первых, около 30% встраиваемых вычислительных систем (согласно исследованию фирмы Embedded Systems Research) являются заказными, т. е. вообще ни с чем не совместимыми. Во-вторых, в области высоких технологий наличие единственного производителя какой-либо продукции весьма типично. Например, Allen Bradley выпускает свои контроллеры, особо не волнуясь по поводу «поддержки коллег-конкурентов» из Siemens или Omron. Те, в свою очередь, предлагая свои уникальные решения, тоже, похоже, этим совсем не озадачены. В области встраиваемых систем такие компании, как Z-World, Radisys и др., вполне спокойно существуют, продвигая изделия с подчас весьма витиеватыми и никем больше не поддерживаемыми типоразмерами плат,

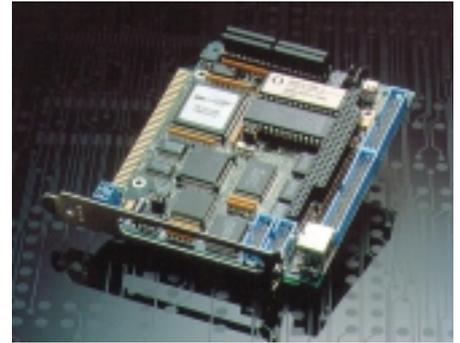


Рис. 2. Платы MicroPC готовы к работе в любом офисном или промышленном компьютере с шиной ISA

шинами и т. п. И, наконец, в-третьих, ничего из сказанного к MicroPC не относится, так как никакого стандарта MicroPC в природе не существует. MicroPC – это торговая марка фирмы Octagon Systems, призванная выделить ее продукцию по сочетанию ряда ключевых свойств, таких как широкий диапазон рабочих температур, укороченный размер плат, возможность крепления плат по 4-точечной схеме в стиле VME или Multibus. При этом и конструкция платы, и её электрические характеристики полностью совместимы с IBM PC (рис. 2). Спекуляции по поводу нестандартности MicroPC основываются на замалчивании того факта, что стандарт на периферийные платы персонального компьютера, предложенный в свое время фирмой IBM (de facto стандарт ISA), с точки зрения конструктива, определяет максимальные размеры платы, вид краевого разъёма системной шины и относительное положение этого разъёма и крепёжной скобы. При соблюдении этих параметров плата может иметь любые размер и форму, несколько не теряя при этом права называться IBM PC совместимой. Весь фокус в том, что сняв крепёжную скобу и используя монтажные каркасы фирмы Octagon (рис. 3), можно устанавливать



Рис. 3. Четырёхточечное крепление плат MicroPC в монтажном каркасе фирмы Octagon Systems обеспечивает повышенную вибростойкость и ударопрочность

платы MicroPC по давно применяемой в промышленных системах 4-точечной схеме крепления, что обеспечивает повышенную вибростойкость и ударопрочность. В то же время платы MicroPC могут быть вставлены в любой офисный или промышленный компьютер с шиной ISA. Отсюда ясно, что нельзя, как это делает автор, рассматривать MicroPC как какую-то самобытную технологию типа STD или VME, – это всего лишь небольшая вариация в рамках технологии IBM PC.

Из сказанного становится также понятным, почему нет никакой ассоциации MicroPC. Это все равно, что создавать отдельные ассоциации производителей PC-плат половинной длины и PC-плат полной длины или, например, VME-плат высотой 3U и VME-плат высотой 6U. Эта идея, по-видимому, даже менее продуктивна, чем деление партии любителей пива на фракцию любителей темного пива и на фракцию любителей светлого.

Что касается числа производителей плат в стиле MicroPC, то создается впечатление, что автор немного запугался в цифрах. В февральской статье цикла число таких производителей было обозначено цифрой 5, в то время как в июльской статье их осталось только два. Куда за четыре месяца делись 3 фирмы – непонятно. Кстати, в февральской статье неверно указан возраст семейства MicroPC в 15 лет. На самом деле семейство существует с 1990 года. Если вернуться к числу производителей, то я только в СНГ могу назвать их более десятка.

Среди зарубежных изготовителей можно назвать Corman Technologies, Excel Data, Intrax, M-Systems, Intellon и др. Некоторые из них даже не упоминают MicroPC в своих информационных материалах, подчеркивая тем самым, что их изделия предназначены для любого компьютера с шиной ISA. Среди потребителей продукции Octagon такие фирмы, как Siemens, ABB, Rockwell, IBM, Boeing, Motorola, Hewlett Packard и др., которые почему-то не боятся попасть в «полную зависимость» от Octagon. Вообще, продолжая тему зависимости, я считаю, что после того как потребитель приобрел у производителя его продукцию, они вступают в своеобразные партнерские отношения, а значит, становятся зависимыми друг от друга. Степень такой зависимости, конечно, разная. Если производитель поставяет систему с закрытой архитектурой и для любого изменения в аппаратном или программном обеспечении нужно идти к нему

на поклон, – это одна ситуация. Если поставяется система с открытой архитектурой, где на стандартных аппаратных средствах работает стандартное программное обеспечение – это другая ситуация. Я думаю, полностью независимым был, наверное, только Робинзон Крузо на своем острове. В случае с MicroPC степень зависимости не больше, чем зависимость, скажем, от фирмы Analog Devices, если вы используете её платы, или от фирмы National Instruments, если используются её платы. Я надеюсь, автор не хотел убедить читателей, что все производители STD или PC/104 выпускают одинаковую номенклатуру плат и можно, не глядя, менять платы одного производителя на платы другого, не переписывая драйверы и не модифицируя внешние подключения.

### PC/104

Автор не пожалел лестных эпитетов по отношению к PC/104. С ходу было сказано, что «из стопроцентно ПК совместимых форматов PC/104 наиболее компактен, механически стоек и энергетически эффективен».

Практически ни с чем из сказанного я не могу согласиться. Во-первых, PC/104 не является стопроцентно ПК совместимым форматом, так как конструктивно разъем системной шины PC/104 (рис. 4) не совместим со стандартной шиной ISA. Даже если с помощью специальной переходной платы разместить модуль PC/104 в ПК, нельзя дать гарантии, что он будет нормально работать, так как электрические параметры шины PC/104 и ISA не совпадают. Из нестопроцентно ПК совместимых форматов, к которым относится PC/104, существуют и более компактные.

Что касается механической стойкости, то здесь рассуждения автора тянут как минимум на государственную премию по науке и технике. Проведены весьма интересные параллели с «опти-



Рис. 4. Для размещения модулей PC/104 в персональном компьютере требуется специальная переходная плата

мальной анизотропной прочностью» твердых тел, откуда автор быстро пришел к заключению, что наибольшей устойчивостью обладают электронные конструктивы в форме шара или по крайней мере куба. Так что скоро во встраиваемых системах нужно ожидать появления шарообразных конструкций.

Что имел автор в виду, говоря об «энергетической эффективности» формата PC/104, не совсем понятно. Если речь идет о потребляемой мощности, то она, как известно, определяется не размерами платы, а применяемыми компонентами.

Весьма оригинально автор развеивает «мифы», циркулирующие вокруг технологии PC/104. «Миф» об ограниченной нагрузочной (по терминологии автора «несущей») способности шины PC/104 разбивается следующими примечательными рассуждениями: «Снизить токи, bestолково рассеиваемые в проводниках, позволил переход на штырьковые разъемы, резко снизивший импеданс магистрали...», или «...обнаружилась низкая электрическая энергоёмкость штыревых разъемов в сравнении со стандартной магистралью AT-ISA, что позволило в шесть раз снизить интерфейсные токи (с 24 мА на стандартной ISA до 4 мА на PC/104)».

Тут уже пахнет Нобелевской премией, так как автором ниспровергается закон Кирхгоффа, который гласит, что сколько тока в одном месте вытекает, столько же его в других местах втекает. Рассеивается же обычно мощность, причем не на реактивной составляющей импеданса (емкость, индуктивность), о которой потом говорит автор, а на активной. Что же касается ёмкости и индуктивности системной магистрали, то здесь основной вклад вносятся проводниками на периферийных печатных платах и шинными формироваателями, а не собственно разъёмами системной шины, вклад которых в ёмкость магистрали как для ISA, так и для PC/104 составляет менее 1 пф. Типовая же входная ёмкость шинных формироваателей составляет 5 пф. Поэтому не надо здесь наводить тень на плетень и создавать впечатление, что контакты шины ISA обладают некой магической «электрической энергоёмкостью», где, как в черной дыре, пропадают 20 мА тока. Надо спокойно признать, что по сравнению с шиной ISA минимальная нагрузочная способность PC/104 снижена до 4 мА. На сколько плат расширения хватит этого тока, зависит не от конструкции разъё-

ма системной шины, а от применяемых на периферийных платах шинных формирователей. Необходимо также помнить, что спецификации шины PC/104 содержат ограничения для токов модулей по цепям питания (например 2 А для +5 В) и предусматривают в некоторых случаях применение специальных согласующих элементов для сигналов шины.

Перейдем теперь к «слухам» об ограниченном количестве плат расширения в системах на базе PC/104. Автор считает вполне приемлемым применение 8 и более плат PC/104 в одной этажерке. Что ж, я могу только пожелать успехов тем энтузиастам, которые вступят на эту стезю. Надо всего лишь учесть ограниченную нагрузочную способность шины, обеспечить необходимую механическую стойкость и не забыть о ряде других мелочей. Согласно автору, этажерка из 6 плат представляет собой «оптимальную устойчивую конфигурацию», однако если добавить ещё 3 платы, конструкция становится «классически неустойчивой». Попытка мысленно представить момент, когда же происходит магическое превращение устойчивой системы в неустойчивую, воскрешает в памяти героев известного мультипликационного фильма удава и мартышку, которые долго спорили о том, сколько нужно взять кокосовых орехов, чтобы из них получилась куча. Если говорить серьезно, то размер плат PC/104, в принципе, позволяет создавать вибропрочные и ударостойкие изделия. Однако, если в случае классических промышленных конструктивов, будь то VME, STD или MicroPC, пользователь получает систему с заранее известными характеристиками по стойкости к механическим воздействиям, то в случае с PC/104 забота об этом полностью ложится на плечи разработчика.

Теперь поговорим о некоторых мелочах, о которых автор забыл упомянуть.

Отмечая в одной из статей цикла важность такого показателя, как MTTR (Mean Time To Repair – среднее время ремонта), автор молчит о недостатках PC/104 в этой области. Действительно, представьте, например, что необходимо заменить какую-либо плату в нижней части этажерки, состоящей из 6-8 плат. Операцию эту по затратам времени можно сравнить с хирургической. Вообще работы по поиску неисправностей в системах на базе PC/104 весьма затруднены. Если в традиционной системе с пассивной объединительной панелью любую плату можно быстро из-

влечь или с помощью удлинителя шины (иногда называемого «гитарой») исследовать поведение платы с помощью соответствующих измерительных приборов, то для внутренних плат стопки PC/104 это невозможно. Кроме того, в отличие, например, от мезонинных модулей Industry Pack, где разъём сам по себе содержит своеобразные направляющие, конструкция PC/104 никаких направляющих не предусматривает. В результате очень трудно разъединить платы PC/104, не повредив при этом штыри системной шины. Это означает, что для работы с PC/104 требуется повышенная квалификация персонала, а число циклов сочленения ограничено. Впрочем, я вполне допускаю, что для некоторых приложений указанные недостатки не так уж и существенны.

Лично у меня нет предубежденности по отношению к PC/104, просто я считаю, что у читателей цикла статей могли сформироваться несколько завышенные ожидания от этой технологии. Автор, как мне кажется, неправильно позиционирует PC/104 и PC/104+ на рынке. Эта, по сути мезонинная технология почему-то ставится на одну доску с системами на базе STD и ISA. Похоже, если бы не глубокое презрение автора к шине VME, он бы и её предложил заменить на PC/104. Кстати, у самих производителей плат PC/104 нет особых иллюзий ни насчет основной сферы применения PC/104, ни насчет приемлемого числа плат в системе. Например, в сравнительной таблице различных шин, размещенной на WEB-страничке фирмы VersaLogic ([www.versalogic.com](http://www.versalogic.com)), PC/104 обозначена как шина расширения для одноплатных компьютеров, с максимально возможным числом плат, равным четырем.

Ссылка автора на стандарт IEEE-P996.1, «обюрокративший технологию PC/104», является не совсем корректной. Буква «P» в названии стандарта является сокращением от слова «Proposed» (предложенный) и обозначает, что соответствующий документ является всего лишь проектом стандарта. Состояние вещей таково, что с 1992 года стандарт так и не был принят, а соответствующий подкомитет, который этим занимался, не так давно был вообще распущен. Я бы не стал, впрочем, драматизировать этот факт, так как считаю, что для успеха какой-либо технологии реальное признание рынка является более важным фактором, чем достижения в области стандартизации.

По поводу поддержки со стороны Intel и Motorola автор весьма эмоционально вопрошает: «Что сегодня в компьютерном мире может перевесить мнение Intel и Motorola, если оно у них совпало?» Однако пока ни Intel, ни Motorola не являются членами консорциума PC/104. Что же касается моральной поддержки, то, я думаю, ни у кого не возникает сомнений, что Intel поддерживает любую инициативу, следствием которой может быть увеличение объёма продаж её микропроцессоров. Кроме того, не надо путать мнение Motorola с мнением одного из подразделений компании (Motorola Computer Group), а точнее, одного из отделов этого подразделения (Technical Products Division), а ещё точнее, одного из подразделений этого отдела (Embedded Technologies Business Unit). К тому же это подразделение поддержало спецификации EBX, а не PC/104+ (автор почему-то думает, что это одно и то же). И, наконец, есть такая вещь, которая может перевесить мнение любой компании, и называется эта вещь рынком. Мы уже были свидетелями, когда, не получив поддержки рынка, проваливались проекты с весьма мощной финансовой поддержкой. Вспомните хотя бы MicroChannel фирмы IBM.

Позволю себе ещё пару реплик, заканчивая обсуждение PC/104. В консорциум PC/104 входит довольно большое число фирм, однако при ближайшем рассмотрении значительная часть из них является дистрибьюторами, разработчиками программного обеспечения, изготовителями источников питания, корпусов, разъёмов и т. п. По состоянию на апрель 1997 года из 148 членов консорциума только 112 производят электронные изделия, из которых 99 предлагают платы в формате PC/104, из них 31 имеет в своей номенклатуре процессорные платы. В числе последних только 11 компаний выпускают процессорные платы с быстродействием выше 386. Кстати, размер плат PC/104 составляет 90 × 96 мм, а не 96 × 98, как приводится в статьях цикла.

### STD, STD80, STD32

Похоже автор является большим энтузиастом архитектуры STD, тем обиднее те неточности, которые он допускает. Согласно автору, STD была создана компаниями ProLog и WinSystems как «вариант PC/XT совместимого конструктива», сама шина «была спроектирована как модифицированная и адаптированная версия магистрали... IBM

PC», при этом платы формата STD прекрасно функционировали в персональных компьютерах с шиной ISA.

На самом деле изделия STD появились на свет в 1978 году, благодаря усилиям компаний ProLog и Mostek. Компания WinSystems была образована выходцем из Mostek лишь в 1982 году. Естественно, шина STD не могла иметь никакого отношения к PC/XT, так как первая персоналка вышла из недр IBM только в 1981 году, а PC/XT в 1983 (на пять лет позже!). Платы STD не совместимы с шиной ISA, так как 8-разрядная секция шины ISA имеет 62 контакта и длину 81 мм, в то время как шина STD имеет 56 контактов и длину 92 мм. Системы обработки прерываний и прямого доступа в память также весьма различны. Схожесть же временных диаграмм циклов чтения и записи объясняется влиянием архитектуры микропроцессоров Intel, которые уже в то время доминировали на рынке. Автор почему-то считает, что название стандарта STD80 как-то связано с 1980 годом, однако происхождение этого суффикса совсем другое. На заре развития STD существовали две вариации шины, содержавшие процессорно-зависимые функции. Одна называлась STD80 и ориентировалась на микропроцессор Intel8080 и его последователей (8088, 80188 и т. д.), другая называлась STDZ80 и ориентировалась на микропроцессор Zilog Z80. Сейчас совсем не трудно догадаться, какой из двух подходов победил и лег в основу стандарта IEEE-961 для 8-разрядной шины STD. Кстати, вопреки утверждениям автора, шина STD32, как и PC/104, не является стандартизированной.

Читатели могут впасть в легкое замешательство, попытавшись определить число компаний, входящих в ассоциацию производителей STD Manufacturing Group (STDMG). В одной статье цикла сказано, что туда входит около 200 компаний, в другой, – что костяк STDMG состоит из 150 компаний. На самом деле число это равно нулю, так как организация эта уже примерно два года как распущена и странно, что автор об этом не знает. Относительно числа компаний, входящих в ассоциацию SIG32, также дается неточная информация (25). В настоящее время (конец 1997 г.) туда входит 21 компания, из которых только 3 выпускают процессорные платы.

Напоследок хотелось бы заметить, что размер плат STD не 130 × 160 мм, как напечатано в КП 2/97, а 100 × 160 мм. В 7/97 номере КП автор определил

размер плат евроформата как 220 × 160 мм, в то время как ближайший разрешенный размер европлаты равен 233 × 160 мм. Я думаю, что дело здесь в простой опечатке при подготовке материалов к печати.

### Клеммные соединители Wago

Технологиям немецкой фирмы Wago автор уделил всего один абзац, настолько, однако, примечательный, что стоит повторить его полностью:

«Компания Wago, кроме того, испугает пользователей выбросить и отвертку, гарантируя надёжность своих пружинных соединений даже при многократном использовании. Для меня, инженера-механика по образованию, это звучит чистой ересью, ниспровергающей основы; в мире, где нет усталости металла, можно поверить и в отсутствие трения, залить укропный настой в двигатель своего автомобиля и считать его вечным.»

Когда я прочел это, признаюсь, у меня возникли жуткие видения инквизиторских костров, на которых провинные сторонники винтовых клеммных зажимов сжигают еретиков из фирмы Wago. Если же потребителей продукции Wago также считать впавшими в ересь, то кровавое зарево могло бы покрыть всю планету.

Удивляет, как такая фирма, выпускающая продукцию с явным, по мнению автора, изъяном, несколько десятков лет дурачит своих потребителей и, более того, достигла оборота более 300 млн. марок и численности персонала в 2000 человек. Однако теперь все могут спать спокойно – бдительный автор разоблачил коварных заговорщиков и раскрыл мировой общественности глаза на эффект усталости металлов.

Если говорить серьёзно, то руководство фирмы Wago выразило недоумение и озабоченность в связи с появлением в таком уважаемом журнале, как «Компьютер Пресс», негативной информации об их продукции. Узнав о подготовке мною этих заметок, представитель Wago в Москве попросил донести до читателей следующее.

«Wago совсем не призывает отказаться от отвертки, которая по-прежнему остается необходимым инструментом для работы с пружинными клеммными соединителями фирмы Wago (рис. 5). Однако способ использования этой отвертки существенно отличается от традиционного закручивания винтов, как это имеет место при работе с обычными винтовыми соединителями. Wago также не утверждает, что явление усталости ме-

талла отсутствует как таковое. Мы утверждали, что в пружинных клеммах Wago применяются такие материалы и технологии, что этим явлением можно пренебречь. Так, например, в качестве материала для изготовления зажимной пружины применяются аустенитные хром-никелевые стали с высоким пределом прочности на растяжение. Лабораторные испытания показали, что даже несколько тысяч циклов нажатия на пружину Cage Clamp не приводят к изменению её качественных характеристик. Пружины, изготовленные более 20 лет назад и установленные в различных устройствах, до сих пор работают и демонстрируют те же качества, что и в первые дни. Эксплуатация клеммных соединителей в течение нескольких десятилетий не выявила ни одного случая возникновения контактной коррозии между хром-никелевой пружинной сталью и другими контактными материалами, применяемыми на Wago, включая и подсоединяемые медные проводники. Многолетний опыт эксплуатации и проведенные испытания показали, что при использовании клемм при температуре до 105°C явлением релаксации можно пренебречь. Даже во время испытаний при температуре 250°C и нагрузке 500 Н/мм<sup>2</sup> величина релаксации не превышала значения 1,5%. Высокие технические характеристики соединителей Wago позволяют давать на них пожизненную гарантию. Это означает, что работоспособность клеммных соединителей Wago гарантируется в течение всего срока службы того оборудования, куда они установлены.»

От своего имени я хотел бы добавить несколько слов. Сама идея подсоединения проводников с помощью пружины появилась в Германии ещё в 40-х годах. Понадобилось, правда, много времени, прежде чем идея воплотилась в конкретные технологические решения. На рис. 6 показана основа технологии, получившей название Cage Clamp и запатентованная фирмой Wago.



Рис. 5. Так используется отвёртка при работе с пружинными клеммными соединителями фирмы Wago

тентованной фирмой Wago в начале 70-х годов. Это, казалось бы, простое устройство разрабатывалось инженерами фирмы целых 9 (девять!) лет. Стоит упомянуть наиболее важные особенности клеммных соединителей фирмы Wago.

1. Технология Cage Clamp позволяет не искать компромисс между проводимостью и механической прочностью металлических элементов конструкции. Так, например, для токопроводящей шины используется электролизная медь, а для прижимной пружины – легированная сталь.

2. Специальная форма токопроводящей шины, особое покрытие оловянно-свинцовым сплавом и высокое удельное давление в точке зажима обеспечивают газонепроницаемый контакт как с одножильными, так и с многожильными проводами. При этом не требуется применения специальных обжимных наконечников.

3. Клемма Cage Clamp в широких пределах автоматически регулирует силу зажима в зависимости от сечения проводника. Например, с помощью типичной клеммы Wago можно успешно подключить проводники сечением как  $0,08 \text{ мм}^2$ , так и  $4 \text{ мм}^2$ .

4. Надежность соединения обеспечивается автоматически, в отличие от стандартных винтовых зажимов, где, как известно, существует опасность «недотянуть» винт, что может привести в конечном счете к выпадению проводника, или «перетянуть» винт, что может вызвать переламывание проводника. Качество контакта Cage Clamp не зависит до определенных границ ни от квалификации персонала, ни от его физического состояния, что особенно важно для российского рынка.

5. Скорость монтажа для клеммных соединителей Wago в 3-4 раза превышает показатели, характерные для винтовых зажимов.

6. Клеммные соединители Wago не требуют технического обслуживания даже в условиях сильной вибрации, в то время как для винтовых соединителей

требуются периодические регламентные работы по «подтягиванию» винтов.

Примечательно, что по истечении срока действия патента на технологию Cage Clamp основные конкуренты Wago на мировом рынке – Phoenix Contact и Weidmuller немедленно приступили к попыткам применить эту технологию в своих изделиях.

### Сага о захромавшей лошади

Несколько раз автор касается вопросов надёжности, пропагандируя при этом идеи, с которыми трудно согласиться. Автор называет параметр МТБФ «безотказным ресурсом» и выражает недоумение по поводу несравнимости указываемых производителями значений

ные маркетинговые приёмы» в купе со «ссылками на непостижимые военные стандарты», по его мнению, «недостойны внимания серьезного специалиста даже из отдела продаж».

Здесь, я думаю, будет полезно более подробно остановиться на вопросах надёжности, тем более, что эта тема касается не только средств промышленной автоматизации, но и компьютерной техники вообще. Существует целая область науки, называемая теорией надёжности, которая позволяет количественно определить показатели надёжности для того или иного изделия. Наиболее коротко суть явлений, с которыми имеет дело эта теория, обозначается крылатой фразой «ничто не вечно под

Луной». Печально, но факт: рано или поздно любое изделие или система выйдет из строя, то есть произойдет отказ. Ещё более печально, что происходит это совершенно случайно и подчас в самое неподходящее время. То, насколько часто эти неприятности случаются, называется интенсивностью отказов и обозначается красивой греческой буквой лямбда ( $\lambda$ ). Как правило, расчет надёжности сложных вычислительных комплексов начинается с определения того, что считать сбоями системы, а что считать отказом. При этом можно учитывать функции, выполняемые системой. Например, выход из строя накопителя на гибком диске может считаться отказом в случае, если в процессе работы системы необходим постоянный обмен информацией с накопителем, или не считаться таковым, если НГМД служит только для загрузки начальных

данных и затем не влияет на успешное выполнение задачи. Для простых изделий типа печатных плат принято считать, что отказ любого компонента ведёт к отказу всего изделия. Не надо быть большим знатоком теории вероятности, чтобы догадаться, что интенсивность отказов платы при этом будет равна сумме интенсивностей отказов расположенных на ней компонентов и соединений.

Известно, что интенсивность отказов не является величиной постоянной, и если мы попытаемся проследить её поведение, начиная от момента изготовления изделия, до момента, когда оно окажется на свалке, мы получим широко известную кривую (рис. 7), форма которой в западной литературе часто

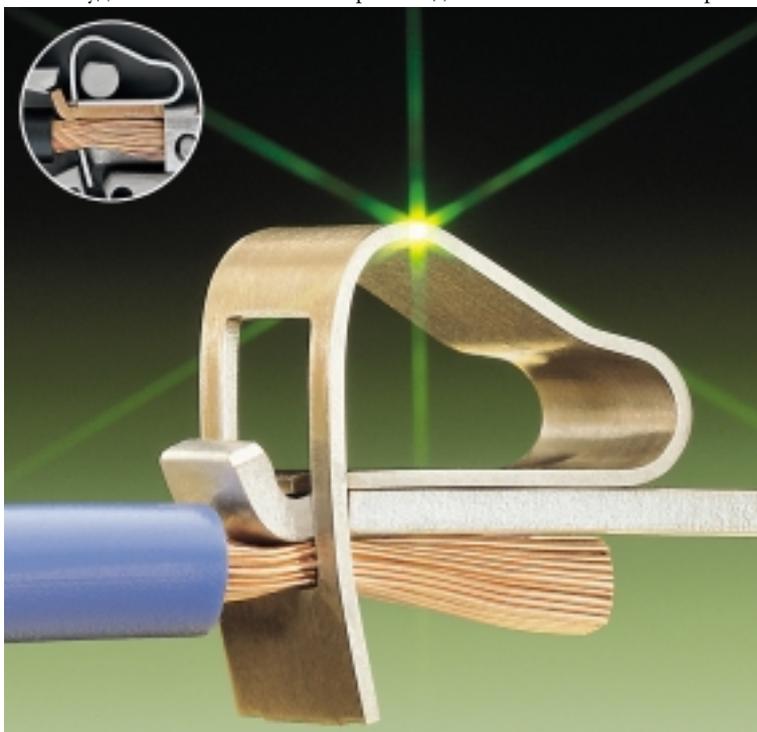


Рис. 6. Основной узел клеммного соединителя Cage Clamp фирмы Wago. До гениальности просто

МТБФ и сроков гарантийного обслуживания. Похоже, автор разделяет достаточно распространенное заблуждение о том, что МТБФ определяет минимальное время безотказной работы какого-либо устройства, что совершенно не соответствует действительности. Второй вывод, который может сделать читатель из достаточно пространственных рассуждений автора на эту тему, состоит в том, что производители, указывающие значение МТБФ среди прочих технических параметров своих изделий, являются мошенниками, а те, которые указывают высокие значения МТБФ, являются мошенниками вдвойне. При этом криминальные наклонности таких производителей настолько для автора прозрачны, что все эти «карточные фокусы» и «некоррект-



Рис. 7. Типичная зависимость интенсивности отказов от времени

сравнивается с ванной. Жизненный путь изделия можно условно поделить на три этапа (длительности этапов показаны условно).

Первый – это этап так называемой приработки, когда интенсивность отказов может быть достаточно высокой. На этом этапе, в самом начале жизни изделий, отказы обусловлены в основном грубыми ошибками при изготовлении и серьезными дефектами используемых компонентов. Длительность начального периода с высоким уровнем «детской смертности» составляет, как правило, несколько сотен часов. Многие изготовители, чтобы не иметь головной боли с гарантийными возвратами, стремятся пройти этот этап ещё на заводе, эксплуатируя изделия при повышенной температуре в течение одного-двух дней.

Второй этап является самым продолжительным и характеризуется стабильным значением интенсивности отказов. Именно на этот этап приходится период полезной эксплуатации изделий (Useful Life) и именно для него производятся все количественные оценки надежности.

На третьем этапе интенсивность отказов начинает быстро расти в связи с износом и/или физическим старением изделия.

Наиболее часто в качестве параметра надежности производители указывают значение MTBF (Mean Time Between Failures – среднее время наработки на отказ). MTBF связано с интенсивностью отказов довольно простой формулой:  $MTBF = 1/\lambda$ . Зная интенсивность отказов, можно вычислить и другие характеристики надежности, такие как средний срок службы и т. п. Чтобы не утомлять читателей излишними подробностями, перейдем сразу к количественному определению надежности. Надежность – это вероятность того, что устройство при заданных условиях эксплуатации будет правильно функционировать в течение заданного

периода времени. Из этого определения видно, что надежность устройства зависит от условий его эксплуатации. Действительно, одно дело, когда аппаратура работает в тепличных офисных условиях, и совсем другое, если она установлена на самолете и подвергается вибрациям, перепадам температуры и другим неблагоприятным факторам. Кроме того, надежность зависит от критериев «правильности функционирования»,

другими словами, от того, что считать отказом. Вполне естественно, что отказом может считаться не только полный саботаж со стороны устройства, но и выход каких-либо его параметров за пределы допустимого. Например, источнику бесперебойного питания, чтобы считаться отказавшим, совсем не обязательно с дымом и грохотом превращаться в кучку углей, его вполне можно «уволить», если на выходе выдётся напряжение 250 В вместо номинальных 220 В.

Вычисляется надежность по следующей формуле:

$$R(t) = e^{-\lambda t} = e^{-t/MTBF}$$

На рис. 8 приведена зависимость надежности от времени. Из графика видно, что значение надежности для периода времени в один MTBF равно 0,37.

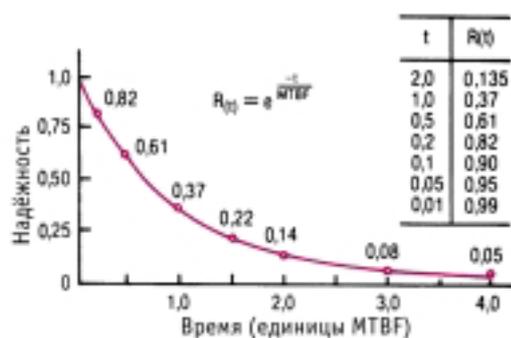


Рис. 8. Зависимость надежности от времени эксплуатации изделия

Поэтому автор напрасно удивляется несоответствию сроков гарантии и времени MTBF. Представим, что у нас есть изделие, имеющее значение  $MTBF = 10$  лет. Из графика легко видеть, что до этого возраста в среднем доживает только 37% таких изделий, или, другими словами, вероятность того, что любое отдельно взятое изделие без отказов проработает 10 лет, равна всего 37%. Небольшая таблица, приведенная на рис. 8, показывает, что уже в первый год эксплуатации в среднем 10% таких изделий выйдет из строя.

По моему мнению, автор зря так принижает роль показателей надежности. Зная эти показатели, отделы информационных систем, у которых в эксплуатации находится большой парк вычислительной техники, могут рассчитать, например, среднее количество отказов в месяц и запастись соответствующим количеством комплектующих для текущего ремонта. И если клерк в фирме, где о вопросах надежности не задумываются, может пару дней порешать кроссворды, пока ему покупают компьютер взамен «сгоревшего», то в промышленных и военных системах это совершенно недопустимо. Именно показатели надежности кладутся в основу расчета комплекта запасных частей (в обиходе ЗИП) для ответственных систем, и выглядит довольно странным, когда производитель индустриальных компьютеров (к таким, кстати, относится и Texas Micro) не указывает в каталоге никаких параметров надежности для своих процессорных плат.

Как мы уже видели, исходными данными при расчете надежности являются значения интенсивности отказов компонентов. Оценка этих значений, в случае отсутствия данных от производителя, и учет влияния условий эксплуатации зависят от используемой методики расчетов. Существуют три наиболее распространенные методики: MIL-HDBK-217F, BELLCORE TR-NWT-332 и HRD4. Расчет MTBF для одного и того же устройства, но по разным методикам даёт совершенно разные результаты (например, 520000 часов, 750000 часов и 2500000 часов соответственно), поэтому при сравнении надежности изделий разных изготовителей важно, чтобы сравниваемые цифры были получены по одной методике и для одних и тех же условий эксплуатации.

Автор прав в том, что интенсивность отказов зависит от температуры, но он слишком упрощенно понимает эту зависимость как увеличение в 2 раза на каждые  $10^{\circ}\text{C}$ . В общем случае эта зависимость не линейна и различается как по типам компонентов, так и по технологиям изготовления в рамках одного типа (например, ТТЛ или КМОП для микросхем). Автор старается создать впечатление, что существует некий сговор по сокрытию этой зависимости от общестественности, а производители, указывающие высокие значения MTBF, занимаются жульничеством. Автор даже описал, правда, совершенно невразумительно, механизм такого жульничества. На самом деле никто ничего не

скрывает. Фирма Advantech, например, для процессорной платы PCA-6143P указывает два значения MTBF: 64500 часов для 25°C и 39100 часов для 60°C. Если автор хотел бросить маленький камешек в огород фирмы Octagon Systems, которая указывает высокие значения MTBF для своих плат, то, насколько я знаю, Octagon проводит специальные мероприятия по отбору наиболее надежных компонентов, а расчеты надежности для изделий Octagon производятся независимой специализированной фирмой по наиболее жесткой военной методике MIL-HDBK-217F для температуры 25°C. Кстати, ничего «непостижимого» в этом военном стандарте нет, и он широко используется при расчетах надежности, в том числе и в России.

### Шероховатости

Здесь я буквально в двух словах упомяну ещё несколько неточностей, которые бросились в глаза при чтении цикла статей.

В 3/97 номере КП автор старается создать впечатление, что его обзор полевых шин является официальной точкой зрения таких организаций, как МЭК и ISA. На самом деле это не так. Диаграмма же, иллюстрирующая классификацию полевых шин, хотя и была напечатана на страницах журнала Intech, является, тем не менее, личной точкой зрения автора статьи, а не самой ISA и уж тем более не МЭК. Да и саму аббревиатуру ISA автор переводит неправильно, как Instrumentation Systems Automation вместо правильно-

го Instrument Society of America. И хотя эта общественная организация была в своё время переименована (the International Society for Measurement and Control), визитную карточку ISA оставили.

Автор называет стандарт RS-485 то средой передачи, то транспортным протоколом, то ещё как-нибудь, и в качестве базовой скорости обмена определяет 115 кбит/с. На самом деле RS-485 стандартизует только параметры приемо-передатчиков, с самого начала допуская передачу информации со скоростями до 10 мбит/с. Никакие логические протоколы стандартом не определяются.

Утверждается, что «машина» 7108 компании Texas Micro способна работать в диапазоне температур -30...+65°C. Однако 7108 – это шасси, то есть корпус и источник питания. Как только добавляется процессорная плата, температурный диапазон системы уменьшается до 0...+60°C. Если же вы хотите использовать дисплей и клавиатуру, рабочий диапазон температур получается ещё более узким.

Говорится, что мобильный компьютер Dolch MegaPAC не боится падений с полуметровой высоты и выдерживает удары в 50-60 g. На самом деле этот компьютер с высоты 120 см можно бросать только в транспортной упаковке. Без упаковки компьютер можно бросать с высоты 10 см и то только 4 раза. В рабочем состоянии компьютер выдерживает удар 15 g (в нерабочем 30 g).

Читатели неверно информируются о том, что компании ProLog, Comark и

Ergon входят в список Fortune 500. На самом деле они не входят даже в список Fortune 1000. Фирма ProLog недавно была поглощена одним из подразделений Motorola.

Автор утверждает, что компании Getac и Mitac – это практически одно и то же, и что Getac входит в Mitac. На самом деле Getac – это совместное предприятие, где 50% принадлежат фирме Mitac, в то время как другие 50% принадлежат американской аэрокосмической корпорации Lockheed-Martin. В административно-управленческом плане Getac является самостоятельной и независимой компанией.

Фирма SanDisk, вопреки утверждениям автора, не является подразделением Seagate.

Существует ряд других терминологических и фактических неточностей, которые, впрочем, вполне естественны, когда «на-гора» надо выдать много материала в довольно сжатое время. Хотелось бы пожелать г-ну Деревяго дальнейших творческих успехов в его усилиях по популяризации темы промышленной автоматизации. Единственное пожелание – это тщательнее проверять информацию перед её публикацией и давать более взвешенные оценки, рассматривая продукцию различных производителей. ●