

**ЭЛЕКТРОННЫЕ  
КОМПОНЕНТЫ  
И СИСТЕМЫ**

2002 август № 8 (60)

МАССОВЫЙ  
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
НАУЧНО-  
ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ**Учредитель и издатель:**  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ  
ФИРМА **VD MAIS**Зарегистрирован  
Министерством информации  
Украины 24.07.96 г.  
Свидетельство о регистрации  
серия KB № 2081Б  
Издается с мая 1996 г.  
Подписной индекс 40633**Директор фирмы VD MAIS:**  
В.А. Давиденко**Главный редактор:**  
А.В. Ермолович**Научный редактор:**  
В.А. Романов**Редакционная коллегия:**  
В.А. Давиденко  
В.В. Макаренко  
В.Р. Охрименко**Технический редактор:**  
Г.Д. Местечкина**Набор:**  
С.А. Чернявская**Верстка:**  
М.С. Заславская**Дизайн:**  
А.А. Чабан  
М.С. Заславская**Адрес редакции:**  
Украина, Киев,  
ул. Жилианская, 29  
**Тел.:** (044) 227-2262, 227-1356  
**Факс:** (044) 227-3668**E-mail:** info@vdmals.kiev.ua  
**Интернет:** www.vdmals.kiev.ua  
**Адрес для переписки:**  
Украина, 01033 Киев, а/я 942Цветоделение и печать  
ДП "Такі справи"  
т./ф.: 446-2420  
Подписано к печати 27.08.2002  
Формат 60x84/8  
Тираж 1000 экз.  
Зак. № 208-157-7210**СЕНСОРЫ И ДАТЧИКИ**

Методы и средства биометрической идентификации .....	3
Дактилоскопия и типы датчиков отпечатка пальца .....	8
Анализ крови с помощью биочипа .....	14
Неинвазивные мониторы приходят на смену инвазивным сенсорам .....	15

**ПЛИС**

ПЛИС – альтернатива ASIC и DSP .....	16
--------------------------------------	----

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ  
ФИРМЫ ANALOG DEVICES**

Микросхемы для "горячего" подключения периферийного оборудования .....	22
---	----

**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ**

Маломощные низковольтные DC/DC-преобразователи с КПД 90 % .....	28
--	----

**КОНКУРС: ЛУЧШАЯ РАЗРАБОТКА ГОДА**

Прибор для измерения характеристик элементов защиты устройств проводной связи от перенапряжений и экстратоков .....	30
---	----

**КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**

Модульная измерительная система фирмы HAMEG .....	32
Технологические компоненты PROFIBUS .....	38
Интерфейсная микросхема для синусно-косинусных преобразователей .....	40
САПР для радиоэлектроники .....	42

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

Полупроводниковая промышленность Европы: современное состояние и перспективы развития .....	45
2-гигабитные волоконно-оптические трансиверы с усовершенствованными возможностями для сетей стандарта Fibre Channel .....	46
Электронный паспорт для домашних животных .....	46
Дистанционный выключатель, не требующий источника энергии .....	47

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ**

DSP-конвертеры .....	48
----------------------	----

Перепечатка опубликованных в журнале материалов допускается с разрешения редакции.  
За рекламную информацию ответственность несет рекламодатель.

**SENSORS AND GAUGES**

<i>Methods and Techniques for Biometric Identification</i> .....	3
<i>Dactyloscopy and Types of Fingerprint Sensors</i> .....	8
<i>Infineon Makes 128-cell Biochip</i> .....	14
<i>Noninvasive Monitors Replace Invasive Sensors</i> .....	15

**PROGRAMMABLE LOGIC**

<i>CPLDs and FPGAs as Alternative to ASICs and DSPs</i> .....	16
---	----

**THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN**

<i>Hot Swap and Sequencing</i> .....	22
--------------------------------------	----

**POWER SUPPLIES**

<i>Low-Power Low-Voltage DC/DC Converters with 90 % Efficiency</i> .....	28
--	----

**BEST DESIGN ANNUAL CONTEST**

<i>A Meter of Protection Circuit Parameters for Wire Communications</i> .....	30
---	----

**CONTROL AND AUTOMATION**

<i>HAMEG's Modular Metering System</i> .....	32
<i>PROFIBUS Components</i> .....	38
<i>Interface IC for Resolvers</i> .....	40
<i>CAD Systems for Electronics</i> .....	42

**NEWS BRIEFS**

<i>Semiconductor Industry in Europe – Current State and Trends ...</i>	45
<i>2 Gigabit Fiber Optic Transceivers with Advanced Features for Fibre Channel</i> .....	46
<i>Electronic Descriptor for Livestock</i> .....	46
<i>Energylless Remote Switch for Lighting</i> .....	47

**PERSPECTIVE PRODUCTS**

<i>DSP-converters</i> .....	48
-----------------------------	----

**ELECTRONIC  
COMPONENTS  
AND SYSTEMS**

August 2002  
No 8 (60)

Monthly  
Scientific and Technical  
Journal

**Founder and Publisher:**  
Scientific-Production Firm  
**VD MAIS**

**Director**  
V.A. Davidenko

**Head Editor**  
A.V. Yermolovich

**Scientific Editor**  
V.A. Romanov

**Editorial Board**  
V.A. Davidenko  
V.V. Makarenko  
V.R. Ohrimenko

**Typographer**  
G.D. Mestechkina

**Type and setting**  
S.A. Chernyavskaya

**Layout**  
M.S. Zaslavskaya

**Design**  
A.A. Chaban  
M.S. Zaslavskaya

**Address:**  
Zhilyanska St. 29, P.O. Box 942,  
01033, Kyiv, Ukraine

**Tel.:**  
(380-44) 227-2262  
(380-44) 227-1356

**Fax:**  
(380-44) 227-3668

**E-mail:**  
info@vdmiais.kiev.ua

**Web address:**  
www.vdmiais.kiev.ua

Printed in Ukraine

Reproduction of text and illustrations  
is not allowed without written permission.



## МЕТОДЫ И СРЕДСТВА БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

*Развитие информационных технологий, распространение сети Интернет, возможность удаленного доступа к базам данных, рост популярности электронного бизнеса стимулируют внедрение новых технологий идентификации пользователей компьютерных сетей и выпуск большого количества устройств, предназначенных для контроля доступа к конфиденциальной информации с целью ее защиты. Положительной стороной этого процесса является то, что такие устройства становятся все более доступными по цене, удобными в установке и простыми в эксплуатации. В статье рассмотрены биометрические технологии и устройства идентификации, принципы их работы, преимущества и недостатки, а также перспективы их использования в ближайшем будущем.*

### **В. Охрименко**

Еще совсем недавно термин "идентификация личности" ассоциировался главным образом с деятельностью правоохранительных органов при расследовании преступлений или с судебно-медицинской экспертизой, но ни в коем случае – с предоставлением права доступа к информации. Однако, в настоящее время стоимость и важность информации, хранящейся в базе данных, например, ноутбука стоимостью пять тысяч долларов, может на несколько порядков превосходить стоимость самого компьютера. Главное, не овладеть компьютером (выкрасть и т. п.), а получить доступ к хранящейся в нем информации. Один из многочисленных способов защиты информации – идентификация личности пользователей компьютера или информационной сети [1-14].

К наиболее распространенным методам идентификации личности, которые повсеместно применялись правоохранительными органами до широкого внедрения информационных технологий и достижений в технологии изготовления преобразователей информации, относятся: метод дактилоскопии, основанный на выявлении индивидуальных особенностей папиллярных узоров поверхности кожи пальцев руки; метод словесного портрета – описание внешности человека (форма лица, носа, ушей, глаз и т. д.) и его особых примет (родимые пятна, бородавки, рубцы, татуировки и т. д.), а также другие методы [1], которые вряд ли могут найти практическое применение при идентификации пользователей информационных компьютерных сетей.

Один из простейших способов идентификации пользователей для ограничения доступа к компьютеру посторонних лиц – использование паролей. Однако не следует обольщаться относительной надежностью паролей. Для разных операционных систем существу-

ет много программ-вирусов, выполняющих перехват паролей и передачу их по компьютерной сети.

К идентификационным устройствам относятся: карточки с магнитным слоем (полосой), smart-карты со встроенным микропроцессором, аппаратно-программные жетоны (token) и разнообразные биометрические устройства, которые в недавнем прошлом демонстрировались как выставочные образцы и вследствие их высокой стоимости не имели широкого применения.

Основные области применения smart-карт: идентификация владельцев мобильных телефонов, банковские операции, электронный бизнес, электронная почта и другие. Существующие разновидности жетонов в зависимости от таких факторов, как требование к защите, надежности, составу пользователей, зачастую могут оказаться для некоторых приложений предпочтительней, чем smart-карты.

Традиционные методы идентификации на базе smart-карт, жетонов или с использованием таких "уникальных" сведений как пароль вовсе не являются абсолютно надежными. Smart-карту можно забыть, потерять, в конце концов, ее могут украсть. Пароль могут подсмотреть, "перехватить" во время передачи по сети или его можно забыть. Что касается идентификации потенциальных террористов, особенно после трагических событий в небе США 11 сентября 2001 года, пассажиры в самолете будут чувствовать себя намного спокойнее, если будут уверены, что системы, установленные в аэропорту, в состоянии абсолютно надежно идентифицировать любого преступника, как бы он ни старался изменить свою внешность. В такой ситуации совершенно очевидно, что невозможно обойтись без биометрической идентификации/аутентификации, если требуется получить надежные и неопровержимые результаты проверки личности.

Физиологические параметры человека и его индивидуальные характеристики поведения, в отличие от паролей, smart-карт и жетонов, обладают тем преимуществом, что их нельзя потерять, забыть, украсть, некоторые невозможно подделать, они индивидуальны для каждого человека.

Исследования по биометрической тематике ведут научные центры при университетах, правительственные организации, коммерческие фирмы и некоммерческие ассоциации. К числу таких организаций относятся: International Biometric Industry Association (IBIA) и Biometric Consortium (BC). IBIA (<http://www.ibia.org>) формирует законодателей и правоохранительные ор-

ганы о возможностях биометрии, а, кроме того, от имени компаний, занимающихся биометрическими технологиями, предпринимает шаги для выработки морального кодекса членов ассоциации, основной пункт которого – защита права на частную жизнь граждан. Консорциум ВС был создан в 1995 году по решению Совета по политике в области безопасности (США). Еще одной из международных ассоциаций, деятельность которой связана с исследованиями в области технологий биометрической идентификации, является International Biometric Group (IBG). В подготовленном этой ассоциацией докладе "Biometric Market Report 2000-2005", который посвящен анализу текущего состояния рынка, связанного с биометрическими технологиями, и прогнозу его развития, приведены сведения о доходах и темпах роста доходов в этом секторе рынка. С полным содержанием доклада можно ознакомиться на web-сайте ассоциации (<http://www.biometric-group.com>). На рис. 1 приведены сведения о доходах в секторе рынка, связанном с биометрическими технологиями. На рис. 2 – прирост общих доходов (кривая А) и темпы роста доходов в отдельных сегментах сектора (кривые Б, В) [11]. Кривая Б отражает темпы роста доходов в сегменте, связанном с традиционными приложениями идентификации (криминалистикой и другими), кривая В – в сегменте, связанном с идентификацией (доступом к компьютерам и информационным сетям, электронным бизнесом, физическим доступом на объекты и в помещения, доступом к базам данных по телефону).

Биометрические технологии и устройства (системы) идентификации сегодня стали надежной альтернативой традиционным системам идентификации во многих государственных и коммерческих организациях. Биометрические системы – это системы распознавания по шаблону, который устанавливает тождественность конкретных физиологических или поведенческих характеристик, предъявленных пользователем, шаблону, который хранится в памяти системы.

Биометрические устройства можно разделить на два класса. К первому относятся изделия, построенные на анализе статических (неизменных) параметров человека, которые присущи ему от рождения и хорошо наблюдаемы окружающими. Ко второму – устройства и программные продукты, принцип работы которых основан на анализе динамических параметров (действий) человека. Действия человека в большей степени обусловлены подсознательной деятельностью и проявляются при автоматических движениях в процессе рукописной подписи, произнесении слов, в походке и т. п. Преимуществом динамической биометрии является возможность замены биометрического образа личности за счет быстрой смены, например, воспроизводимого слова (пароля). Статический биометрический образ личности (представленный, например, отпе-

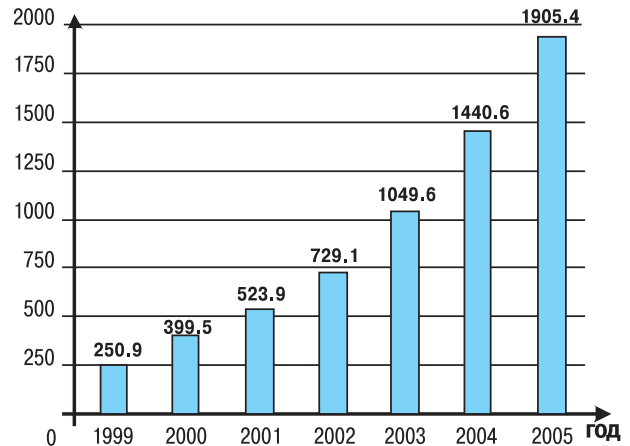


Рис. 1. Доходы (млн. долларов) в секторе рынка, связанном с биометрическими технологиями

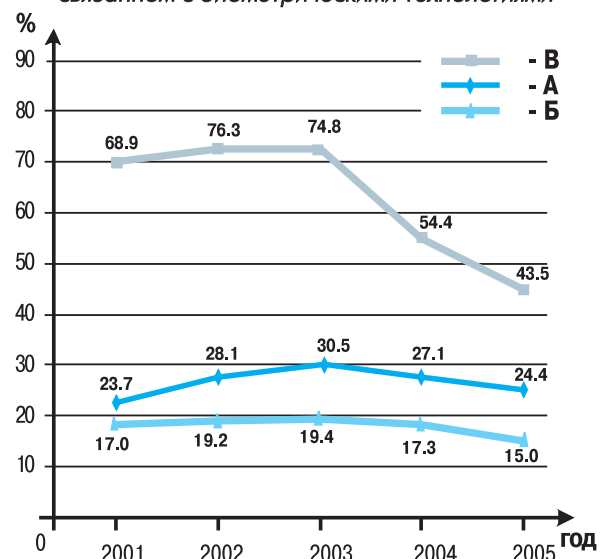


Рис. 2. Темпы роста доходов:  
А – прирост общих доходов,  
Б – традиционные приложения идентификации,  
В – идентификация пользователей информационных технологий

чатком пальца) нельзя сохранить в тайне или изменить, поскольку он дан человеку однажды и на всю жизнь. Совсем по-другому обстоит дело с биометрическими образами, которые используются в динамической биометрии, некоторые из них легко можно изменить и при необходимости они могут быть сохранены пользователем в тайне. Недостаток устройств на базе динамической биометрии в том, что на достоверность идентификации влияет психическое состояние человека (страх, испуг, стресс, воздействие психотропных препаратов и другие).

В ряду первых биометрических технологий, применяемых для идентификации/аутентификации личности, была технология, в которой используется анализ рисунка кровеносных сосудов глазного дна. Вены и арте-



рии хорошо видны при подсветке глазного дна источником инфракрасного света. В процессе идентификации выделяется рисунок кровеносных сосудов и в дальнейшем производится сравнение полученного рисунка с имеющимся шаблоном. EyeDentify (Великобритания) – одна из фирм, выпускающих устройства, работа которых основана на этом методе. С продукцией этой фирмы можно ознакомиться на web-сайте по адресу: <http://www.eyedentify.com>

Еще одной отличительной особенностью каждого человека является рисунок и цветовая гамма радужной оболочки глаза, существенные отличия которых имеются даже у близнецов. Недостаток этого метода идентификации/аутентификации заключается в том, что при некоторых заболеваниях наблюдаются характерные пигментные пятна и изменение цвета, влияние которых на результат идентификации можно значительно ослабить и устранить, если использовать черно-белое изображение с высоким уровнем разрешения. Надежность систем биометрической идентификации на базе анализа рисунка радужной оболочки глаза также высока, как и стоимость этих систем. Для получения изображения используются видеокамеры с высоким разрешением. Устройства на базе этого метода производятся фирмами IriScan (<http://www.iridiantech.com>) и EyeDentify (<http://www.eyedentify.com>).

Системы идентификации, в которых анализируются геометрические размеры кисти, появились одними из первых. Однако, используя муляж руки оригинала, подобные системы просто обмануть. В более сложных системах дополнительно измеряются и анализируются объемные пропорции кисти (объем пальцев и кисти, рельеф ладони, расположение складок кожи на изгибах пальцев). Данные о геометрических размерах кисти получают, анализируя изображение, полученное телекамерой с инфракрасной подсветкой под разными углами, что дает возможность получить теневые проекции кисти, в которых содержится информация о ее объеме. Подобные системы не отличаются малыми габаритами. На рис. 3 приведено устройство идентификации по размерам кисти.

При использовании для распознавания лиц термографического анализа уникального распределения артерий и вен, снабжающих кожу лица кровью, не требуется никакая-либо внешняя подсветка, а получить изображения можно даже в полной темноте. На результаты обработки полученного изображения не влияют изменения, связанные с пластическими операциями, если они не изменяют внутреннее расположение сосудов; перегрев и переохлаждение; последствия процесса естественного



Рис. 3. Устройство идентификации по размерам кисти

старения. Даже у близнецов имеются достаточно существенные различия в расположении кровеносных сосудов, несмотря на схожесть черт лица. В этом методе применяются специализированные видеокамеры, работающие в инфракрасном диапазоне, что и определяет высокую стоимость устройств, построенных на его базе.

Одним из направлений развития технологии биометрической идентификации является использование индивидуальных особенностей (черт) лица человека. С помощью видеокамеры вводится изображение лица, к примеру, находящегося перед компьютером человека. Весьма важно, что устройства этого класса позволяют осуществлять непрерывную идентификацию/аутентификацию пользователя на протяжении всего сеанса работы. На уровне программного обеспечения сравнивается введенное изображение (портрет) с шаблоном, который хранится в памяти. В процессе обработки изображения лица выделяются контуры глаз, бровей, носа и подбородка, а также расстояние между характерными точками выделенных контуров. Данные о расстоянии между характерными точками этих контуров и их относительном расположении образуют компактный шаблон конкретного лица. Технология FaceIt, используемая фирмой Visionics при анализе изображения лица, позволяет получить шаблон размером всего 84 байта. Следует отметить, что устройства идентификации этого класса не различают близнецов. Кроме того, если построение (поиск) контуров выполняется в результате анализа плоского (двухмерного) изображения, то "обмануть" такие системы достаточно просто, используя муляжи-фотографии. При анализе трехмерного изображения лица имеются определенные сложности. В настоящее время устройства на базе метода распознавания черт лица широко применяются в системах, управляющих физическим доступом в помещения. Такие системы выпускаются фирмами Visionics и BioNetrix (<http://www.bionetrix.com>).

В последние годы для идентификации/аутентификации личности пользователей, желающих получить доступ к компьютерным системам, наиболее широко применяется биометрическая технология, в которой анализируется и сравнивается узор (рисунок), образованный папиллярными линиями на коже человека, а именно: на поверхности кожи подушечек пальцев. Метод идентификации личности на основе анализа папиллярного рисунка пальцев рук был предложен в 1880 году. С тех пор он широко применяется в криминалистике и в течение многолетних наблюдений подтвер-

дил свою надежность. В системах дактилоскопической идентификации личности для получения изображения рисунка (узора), образованного папиллярными линиями, могут использоваться разнообразные датчики (оптические, термические, емкостные, ультразвуковые и другие).

В отличие от классической дактилоскопии, в которой для последующего анализа и сравнения сохраняется полное (несжатое) изображение отпечатка пальца, при биометрической идентификации/аутентификации сохраняется лишь некоторый образ (шаблон, идентификационная формула) изображения отпечатка пальца, который получается в результате анализа, классификации и выделения наиболее характерных типов отдельных элементарных деталей рисунка, что позволяет значительно сократить объем хранимой информации. Немаловажным преимуществом устройств на базе технологии биометрической идентификации по отпечатку пальца является то, что соотношение точности и стоимости таких систем наиболее оптимально по сравнению с устройствами на базе других методов распознавания, вследствие чего подобные системы и получают в настоящее время широкое распространение во многих приложениях идентификации личности.

Наряду с перечисленными выше методами биометрической идентификации личности на основе статических параметров человека на практике используются наиболее распространенные методы динамической биометрии – такие, как методы идентификации личности по голосу и почерку. Сравнительная оценка некоторых биометрических методов идентификации личности приведена в таблице [10].

Не исключено, что в скором времени биометрические пароли заменят свои алфавитно-цифровые аналоги и будут служить в качестве "удостоверений", которые невозможно забыть, украсть, потерять или передать другому человеку, а биометрические системы будут повсеместно применяться при идентифика-

ции/аутентификации пользователей компьютерных сетей. Предоставление корректного пароля всегда дает положительный результат при распознавании. Если же в биометрическую систему идентификации представлены легитимные биометрические эталоны (например, отпечаток пальца), это еще не гарантирует правильной аутентификации. Ошибка может произойти вследствие "помех" датчика, ограничений метода обработки или изменчивости биометрических характеристик.

Существует два вида биометрических систем: идентификационные и аутентификационные.

В идентификационных системах для анализа предоставляется биометрический эталон неизвестного человека. Система выполняет сравнение этого эталона с теми, которые хранятся в базе данных.

В аутентификационных системах пользователь предоставляет биометрический эталон и утверждает, что он принадлежит конкретному человеку. После анализа эталона система подтверждает или опровергает это утверждение. Аутентификационные системы широко применяются для проверки личности пользователей при управлении доступом к компьютеру.

Оценка эффективности аутентификационных систем осуществляется с помощью двух взаимозависимых количественных показателей. FRR (False-Reject Rate) – вероятность ошибочных отказов легитимным (зарегистрированным) пользователям и FAR (False Acceptance Rate) – вероятность ошибочных подтверждений. Ошибочный отказ возникает в случае, если система не подтверждает личность зарегистрированного пользователя. Ошибочное подтверждение – в случае подтверждения нелегитимного пользователя. В идеальной биометрической системе FRR и FAR должны быть равны нулю. Если система всем отказывает в доступе, то FRR=1, а FAR=0. В противном случае, если система всем разрешает доступ, FRR=0, а FAR=1. В общем случае ошибки биометрических систем идентификации/аутентификации связаны, в первую очередь, с не-

Сравнительная оценка некоторых биометрических методов идентификации

Характеристика	Оценка биометрических методов						
	Отпечаток пальца	Пропорции руки	Глазное дно	Радужная оболочка	Черты лица	Подпись	Голос
Удобство использования	высокая	высокая	низкая	средняя	средняя	высокая	высокая
Источник ошибок	влажность, грязь, возраст	повреждения, травмы, возраст	очки	слабая освещенность	освещение, возраст, очки, волосы	изменение подписи	помехи, простуда, метеорологические условия
Точность	высокая	высокая	очень высокая	очень высокая	высокая	высокая	высокая
Уровень секретности	высокая	средняя	высокая	очень высокая	средняя	средняя	средняя
Временная стабильность	высокая	средняя	высокая	высокая	средняя	средняя	средняя



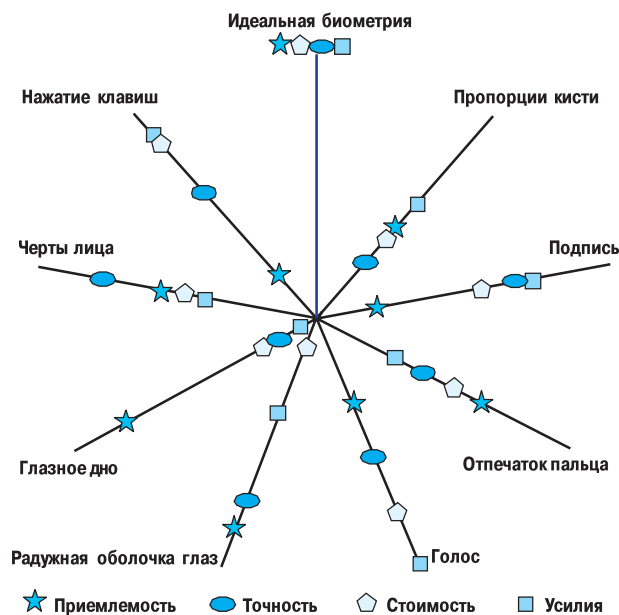


Рис. 4. Критерии оценки биометрических систем идентификации

возможностью получить биометрический эталон приемлемого качества. Хотя биометрические технологии постоянно совершенствуются и системы на их базе обеспечивают все большую эффективность, однако всегда остаются ограничения на достижимую точность, которые практически невозможно устранить. Например, вряд ли реально установить, сколько существует различных лиц и голосов, какова вероятность того, что у двух разных людей одинаковые лица. В подобных случаях единственное решение для исключения неоднозначности — применять одновременно несколько биометрических методов при идентификации личности.

Несмотря на очевидные преимущества, существует и негативное отношение к биометрическим методам идентификации, которое вызвано подозрениями, что биометрические данные могут использоваться для слежки за людьми и нарушать их права на частную жизнь. Многие люди стремятся избежать применения этих технологий из опасения, что полученные у них биометрические эталоны будут использоваться недобросовестно. Однако, учитывая, что число мошенничеств вокруг нас не уменьшается, растет спрос на недорогие аутентификационные устройства, а также то, что пользователям мобильных устройств все чаще и чаще необходимо подтверждать свою личность, проблема надежной идентификации становится все острее.

Не следует с большими надеждами и восторгом воспринимать каждый новый биометрический метод идентификации до тех пор, пока он не будет тщательно протестирован. При выборе метода всегда необ-

ходимо четко и ясно представлять, что идеального метода биометрической идентификации не существует. Ответ на вопрос: "Какой из методов наилучший?" — зависит от многих факторов и, в первую очередь, от целей и назначения конкретной системы. Метод идентификации, оптимальный для одних приложений, может оказаться абсолютно непригодным для других.

Критерии оценки, на основании которых принимается решение об использовании того или иного метода биометрической идентификации, можно условно разделить на пользовательские и технические (системные). К первым относятся: приемлемость для пользователя, т. е., в какой мере пользователя устраивает процедура идентификации и в какой мере он готов к применению того или иного метода в отношении самого себя; усилия (хлопоты), т. е. сколько времени и усилий необходимо затратить пользователю, чтобы пройти процедуру идентификации. Ко вторым относятся стоимость и точность. На рис. 4 приведено относительное распределение значимости четырех вышеперечисленных критериев для различных методов биометрической идентификации. Эти критерии при выборе метода следует принимать во внимание в первую очередь [13].

Окончательное решение о выборе биометрической системы зависит от ее назначения. В конечном счете, только потребитель решает, будут ли преимущества и достоинства системы "перевешивать" недостатки и оправдывать затраты на ее внедрение.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://www.ibia.org>
2. Biometric Dictionary (<http://www.senseme.com/scripts/biometric/biometricdictionary.htm>).
3. <http://www.rubricon.ru>
4. Fingerprint recognition based on silicon chips. — Atmel, 2001 (<http://www.atmel.com>).
5. Biometrics. — Sence Technologies, 2001.
6. Fingerprint Facts. Why do people leave fingerprints. — Sence Technologies, 2001.
7. Действительно ли Вы тот, за кого себя выдаете? //ЭКиС, № 6/2001.
8. Биометрия: будущее идентификации (<http://www.osp.ru/os/2000/03/021.htm>).
9. Введение в оценку биометрических систем (<http://www.osp.ru/os>).
10. A Practical Guide to Biometric Security Technology. — IEEE Computer Society, 2000.
11. <http://www.biometricgroup.com>
12. Biometric Technology Overview. — International Biometric Group, 2001.
13. Zeptyr Analysis. — International Biometric Group, 2001.
14. Definition of Biometrics (<http://stat.tamu.edu/biometrics>).

# ДАКТИЛОСКОПИЯ И ТИПЫ ДАТЧИКОВ ОТПЕЧАТКА ПАЛЬЦА

С каждым днем биометрические методы идентификации личности находят все большее применение в системах управления доступом: физическим (на объекты и в помещения) и логическим (к информации в компьютерных системах и сетях). Наибольшее распространение в последние годы получили устройства, предназначенные для аутентификации пользователей компьютерных систем и сетей. Статья знакомит с наиболее распространенной на практике технологией идентификации/аутентификации по отпечатку пальца и типами существующих дактилоскопических датчиков.

## В. Охрименко

Применение устройств, созданных на базе методов биометрической идентификации личности, позволяет пользователям избавиться от необходимости запоминать пароли, коды (Personal Identification Number – PIN) или какие-либо другие данные, с помощью которых осуществляется идентификация/аутентификация. В отличие от паролей, PIN-кодов и т. п. биометрические характеристики невозможно потерять, забыть, украсть и в подавляющем большинстве случаев их невозможно подделать. В настоящее время сотни компаний выпускают устройства биометрической идентификации личности, предназначенные, главным образом, для управления физическим или логическим доступом [1-12].

В докладе "Biometric Market Report 2000-2005", который подготовлен международной ассоциацией IBG (International Biometric Group), приведен сравнительный анализ наиболее часто используемых на практике методов биометрической идентификации. На рис. 1

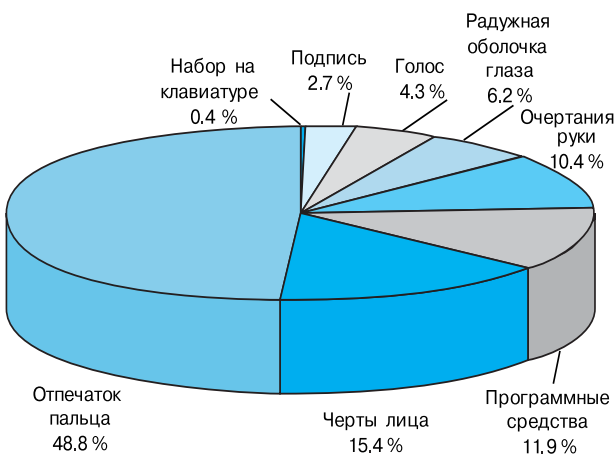


Рис. 1. Биометрические методы идентификации

приведены наиболее часто используемые на практике биометрические методы идентификации личности [2].

Более ста лет уникальность узоров папиллярных линий кожи пальцев рук использовалась главным образом в деятельности правоохранительных органов для получения отпечатков пальцев. Появление мощных микропроцессоров и программной обработки на их базе "электронного" изображения рисунка папиллярных линий открывает новые приложения для использования дактилоскопической идентификации: в системах управления доступом к базам данных; мобильных телефонах; автомобилях; компьютерах; системах предотвращения несанкционированного доступа к компьютерным сетям и системам; электронных замках различного назначения; электронном бизнесе и многих других системах, в которых до недавнего времени было принято для управления доступом использовать пароли.

Как и во всех биометрических методах, процесс идентификации личности по отпечатку пальца делится на два ключевых этапа: регистрации и распознавания (идентификации/аутентификации) [3, 4].

При регистрации можно выделить три фазы: ввода изображения рисунка папиллярных линий; выделения индивидуальных элементарных деталей рисунка и формирования (вычисления) образа рисунка (шаблона, идентификационной формулы); сохранения образа.

Ввод изображения заключается в получении (формировании) растрового изображения рисунка папиллярных линий. Как правило, разрешающая способность в 500 dpi (dots per inch – точек на дюйм), что при размере пикселей 50x50 микрон соответствует расстоянию между ними примерно 50 микрон, более чем достаточно для получения качественного изображения отпечатка пальца. Эти требования предъявляются к интегрированным автоматизированным системам распознавания отпечатков пальцев (Integrated Automated Fingerprint Identification System – IAFIS), рекомендованным к использованию в ФБР (FBI – Federal Bureau of Investigation). Разрешение 500 dpi достаточно для анализа микрорельефа (ребер и впадин) кожи пальца. Почти все существующие датчики для получения изображения отпечатка пальца обеспечивают такую разрешающую способность, хотя для коммерческих приложений это не требуется. Ширина ребер кожи обычно составляет 450 микрон, следовательно, теоретически с помощью датчиков с разрешающей способностью 112 dpi (расстояние между пикселями 225



микрон) можно получить удовлетворительное изображение отпечатка пальца. Поскольку ширина неровностей кожи на пальцах у некоторых людей может быть и меньше, чтобы получить изображение рисунка приемлемого качества, необходимо обеспечить разрешающую способность датчика не менее 250 dpi. В некоторых случаях для распознавания отпечатка пальца могут использоваться поры на коже. Ширина пор составляет порядка 40 микрон, поэтому разрешающая способность датчиков в этом случае должна быть не менее 1000 dpi. В настоящее время в устройствах идентификации на базе метода распознавания по отпечатку пальца используется программное обеспечение, позволяющее проводить анализ лишь элементарных деталей рисунка папиллярных линий, а не расположения пор на коже пальцев. В спецификациях IAFIS оговаривается также разрешающая способность для каждого пиксела изображения, которая должна составлять восемь бит на пиксел, что позволяет получить 256 градаций яркости. При разрешающей способности датчика 500 dpi и формате матрицы 400×600 пикселов объем памяти для сохранения изображения рисунка, образованного папиллярными линиями одного пальца, может составлять 240 Кбайт. Для десяти пальцев – более 2.4 Мбайт. Следовательно, для сохранения полного растрового изображения отпечатка пальца требуется большой объем памяти микропроцессорной системы устройства идентификации. К тому же для дальнейшего распознавания отпечатка пальца в процессе его сравнения с шаблоном, имеющимся в базе, вовсе не требуется сохранять его полное изображение. Чтобы получить сжатое изображение, можно использовать стандартные алгоритмы. Изображение с коэффициентом сжатия до десяти можно в дальнейшем полностью восстановить. Однако при таком коэффициенте сжатия объем памяти, необходимый для сохранения изображения, остается довольно большим. Поэтому при обработке изображения применяются специальные алгоритмы, позволяющие получить лишь образ (шаблон, идентификационную формулу) изображения рисунка папиллярных линий пальца. Шаблон представляет собой сжатое изображение с потерями, по которому невозможно восстановить первоначальное изображение отпечатка пальца. Однако он содержит достаточный объем информации для дальнейшего распознавания по отпечатку пальца. После ввода полного растрового изображения и его фильтрации в большинстве случаев обработка полученного изображения выполняется по алгоритмам, построенным на подражании традиционным методам, используемым в криминалистике на протяжении многих десятилетий. Этот метод основан на поиске элементарных деталей рисунка папиллярных линий (раздвоение и пересечение линий, точек, дельт, островков, мостиков и окончаний линий, и других).

В результате анализа и детализации рисунка выделяют примерно от 30 до 40 таких деталей (рис. 2).

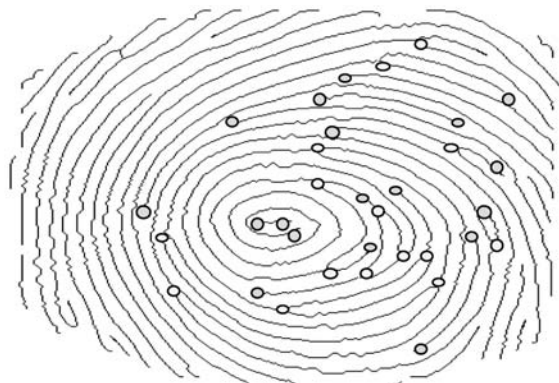


Рис. 2. Выделение элементарных деталей рисунка

В дальнейшем формируется шаблон, в котором сохраняются лишь координаты их расположения относительно выбранной точки (центра), что позволяет уменьшить объем данных для дальнейшего хранения до 40...1000 байт. Выделение элементарных деталей рисунка – не единственный метод, используемый при распознавании по отпечатку пальца. Для выделения особенностей рисунка папиллярных линий могут использоваться и другие методы, однако фирмы-производители устройств на базе этих методов зачастую стараются сохранить в тайне принцип их работы. В отдельных случаях применяется корреляционный метод сравнения двух изображений отпечатков пальцев, для которого требуется сохранять полное изображение или, по крайней мере, сжатое без потерь. В любом случае, для применения этого метода требуется сохранять изображение, которое занимает объем, больший необходимого для метода с выделением элементарных деталей рисунка. В архивах организаций, занимающихся правоохранительной деятельностью и розыском преступников, сохраняется полное изображение (или, в крайнем случае, сжатое без потерь), что дает возможность с высокой достоверностью выполнять судебно-медицинскую экспертизу с помощью традиционных методов сравнения рисунков папиллярных линий.

В процессе распознавания (идентификации), как и при регистрации, выполняется ввод изображения рисунка папиллярных линий, выделение индивидуальных элементарных деталей рисунка и формирование в процессе вычислений шаблона. Однако после этого вместо сохранения шаблона выполняется идентификация, в процессе которой осуществляется сравнение (сопоставление) с одним или многими шаблонами, имеющимися в базе данных системы. Процесс выделения элементарных деталей и формирования шаблона при идентификации всегда аналогичен тому, который выполняется при регистрации, поскольку как в первом,

так и во втором случае оба шаблона должны формироваться по одному и тому же алгоритму.

Однако ни одна из существующих биометрических технологий идентификации не может обеспечить абсолютную надежность (безошибочность) системы. Тем не менее, существуют определенные приемы, способствующие увеличению надежности системы, которые позволяют в определенных случаях повысить вероятность безошибочного подтверждения личности пользователя.

Отпечатки муляжа пальца могут отбраковываться по некоторым визуальным признакам (ориентирам), которые должны анализироваться в программе обработки изображения. Кроме того, измеряя электропроводность кожи пальца с помощью дополнительных датчиков, можно исключить случаи подтверждения отпечатков, оставленных муляжом.

Отпечатки, предложенные системе идентификации "мертвыми" пальцами, можно отбраковывать, измеряя кровяное давление с помощью инфракрасного датчика или воспользовавшись все тем же методом измерения электропроводности кожи.

Кроме рассмотренных путей повышения надежности системы, устраняющих главным образом последствия попыток "обмануть" систему, используя различного рода ухищрения, заключающиеся либо в подделке отпечатков пальцев, либо самих пальцев, необходимо обратить внимание и на обеспечивающие повышение надежности системы идентификации мероприятия, реализуемые на аппаратном уровне.

В подавляющем большинстве случаев передача данных от дактилоскопического датчика в устройство идентификации или в компьютер выполняется через последовательный (SPI, USB) или параллельный порт без какого-либо предварительного шифрования данных. Поэтому не исключена попытка перехвата этих данных с целью их дальнейшего использования для "взлома" системы идентификации путем последующей передачи перехваченных данных в систему. Выполнить же перехват данных в системе, реализованной в одной микросхеме (на одном кристалле) и содержащей датчик, микропроцессор, память, в которой хранятся шаблоны отпечатков пальцев зарегистрированных пользователей, невозможно. Система идентификации, выполненная на одном кристалле, была бы идеальной для многих приложений. В настоящее время создать такую систему сложно вследствие технологических ограничений, обусловленных необходимостью размещения в пределах одного кристалла аналогового датчика, микропроцессора и памяти типа ROM, RAM и флэш. Кроме того, другим ограничением при создании такой системы является ее стоимость. Более простой путь – размещение в датчике микропроцессора, выполняющего шифрование данных, передаваемых в компьютер или систему идентификации. Такую систе-

му, например, выполняющую управление доступом в помещение, можно было бы разместить на входной двери, а зашифрованные данные передавать в компьютер по радиоканалу. Поскольку создание системы идентификации на одном кристалле сопряжено с большими трудностями, для уменьшения размеров и стоимости системы, а также увеличения степени ее интеграции возможна реализация датчика, микропроцессора и памяти для хранения шаблонов в одном небольшом блоке (на одной печатной плате), на выход которого передаются лишь зашифрованные данные о результате распознавания (по сути лишь "да" или "нет").

Ярким примером такой высокоинтегрированной системы идентификации может служить система FIU-710 Purpu, выпускаемая фирмой Sony [10]. На базе емкостного датчика отпечатка пальца собственного производства фирма реализовала компактную и удобную в пользовании систему идентификации, структурная схема которой приведена на рис. 3.

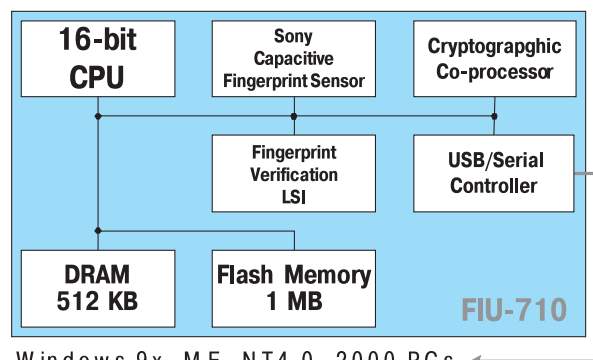


Рис. 3. Структурная схема системы идентификации FIU-710

Отличительная особенность этой системы от многих других, представленных на рынке, – встроенный криптографический сопроцессор. Система FIU-710 работает в среде операционной системы Windows всех модификаций. Датчик отпечатка пальца фирмы Sony имеет следующие параметры: размер пиксела 80×80 микрон, формат матрицы 128×192 пиксела, размер датчика 10.2×15.4 мм.

Система FIU-710 обеспечивает [10]:

- вероятность ошибочных подтверждений незарегистрированных пользователей (FAR) ≤ 0.008 %
- вероятность ошибочных отказов легитимных пользователей (FRR) ≤ 3.99 %
- среднее время аутентификации менее 1 с.

Устройства идентификации пользователей компьютеров на базе дактилоскопического метода выпускают сотни фирм-производителей, в числе которых и ОАО "Черниговский завод радиоприборов" (ЧеЗРа), предлагающий биометрическую систему контроля

(БСК) [8]. Система БСК предназначена для защиты информации, хранящейся в персональном компьютере, от несанкционированного доступа посторонних пользователей. Шаблон (идентификационная формула), который формируется системой БСК, имеет объем 6000 байт и содержит не только информацию об узоре папиллярных линий, но и картину распределения биоэнергетических потенциалов на коже пальца, т. е. в системе реализована двухуровневая защита, что позволяет избежать возможных фальсификаций при доступе к компьютеру с помощью фотографии, рисунка, муляжа и других элементов, содержащих информацию об отпечатке пальца пользователя. Система БСК выполнена в корпусе, имеющем форму устройства CD-ROM, и монтируется в стандартное установочное место этого устройства в компьютере с подключением его к свободному разъему шлейфа контроллера IDE. Программное обеспечение, используемое в БСК, позволяет работать в среде операционной системы Windows всех модификаций. Структура программного обеспечения БСК адаптирована для защиты информации персонального компьютера, работающего как автономно, так и в сети. Система БСК имеет следующие параметры [8]:

- время доступа пользователя к ресурсам персонального компьютера при загруженной операционной системе не более 15 с, включая время идентификации пользователя
- время регистрации не более 5 с
- вероятность отказа в идентификации по зарегистрированному отпечатку пальца не хуже 0.01 %
- вероятность доступа к компьютеру незарегистрированного пользователя не хуже  $10^{-6}$  %
- разрешающая способность системы получения дактилоскопического изображения 225 пикселей/мм<sup>2</sup>
- питание системы осуществляется от стандартного блока питания компьютера (напряжениями 5 и 12 В)
- потребляемая мощность не более 1.5 ВА (в режиме ожидания – 1.0 ВА).

В настоящее время большое распространение получили различного рода системы контроля несанкционированного доступа к компьютеру (рис. 4), в которых в устройстве для считывания отпечатка пальца используются в основном емкостные или оптические датчики. Очень часто считывающие устройства размещаются в корпусе, напоминающем компьютерную "мышь". Фирма Veridicom – известный производитель емкостных датчиков отпечатка пальца (FPS110 и FPS200) – выпускает также созданные на их базе системы контроля несанкционированного доступа к ком-



Рис. 4. Идентификация пользователя компьютера

пьютеру, в состав которых входят устройство считывания и программное обеспечение. Обмен данными между компьютером и устройством считывания осуществляется через параллельный или USB-порт. Фирма Veridicom предлагает также программное обеспечение (Comfirma Protector Suite и Comfirma Secure Suite), обеспечивающее совместно с устройством считывания защиту информации в компьютере. Стоимость устройства вместе с программным обеспечением составляет от 189 до 209 долларов США [9]. Программное обеспечение предназначено для работы в среде Windows различных модификаций. Кроме того, чтобы ускорить продвижение на рынок и внедрение выпускаемых устройств считывания отпечатка пальца во встроенные системы контроля несанкционированного доступа, проектируемые пользователем, фирма Veridicom предлагает программные средства разработки (Software Development Kit-SDK) по цене 1699 и оценочный набор (Evaluation Kit-EK) стоимостью 250 долларов США [9].

Примером интеллектуальной компьютерной "мыши", в которую встроен датчик отпечатка пальца, может служить компьютерная "мышь", выпускаемая фирмой Siemens. Кроме емкостного датчика отпечатка пальца (Finger TIPTM, Infineon), в "мышке" для регистрации ее перемещения вместо привычного шарика используются инфракрасные датчики, вмонтированные в ее дно [11].

В отличие от компании Siemens, фирма Biolink Technologies Inc. выпускает двухкнопочную компьютерную "мышь" с вмонтированным оптическим датчиком отпечатка пальца [12]. Фирма Biolink предлагает новую запатентованную методику сканирования и технологию обработки изображения отпечатков пальцев, полностью реализованные в стандартной двухкнопочной компьютерной "мышь". Применение в биометрической "мышь" новых технологий обработки изображения дает основания руководству фирмы утверждать, что такой важный показатель, как вероятность доступа в систему неавторизованного пользователя, удалось снизить на семь порядков по сравнению с аналогичными изделиями других фирм.

В последние годы получили распространение электронные способы, позволяющие отказаться от чернил и упростить процедуру получения отпечатка пальца. В новых способах реализуется "живое" сканирование пальца, а для получения изображения рисунка папиллярных линий исполь-

зуются следующие типы датчиков: оптические; ультразвуковые; полупроводниковые, под которыми здесь и далее подразумеваются датчики, выполненные в виде одной микросхемы (на одном кристалле), обеспечивающие сканирование отпечатка пальца при непосредственном контакте с пальцем без промежуточных звеньев (призм, линз и т. п.).

Способ получения изображения отпечатка пальца с помощью оптического датчика заключается в следующем (рис. 5). Свет от источника попадает на грань треугольной стеклянной призмы, к другой грани которой прикладывается палец. Отраженные от пальца лучи света фокусируются и попадают на оптический дат-

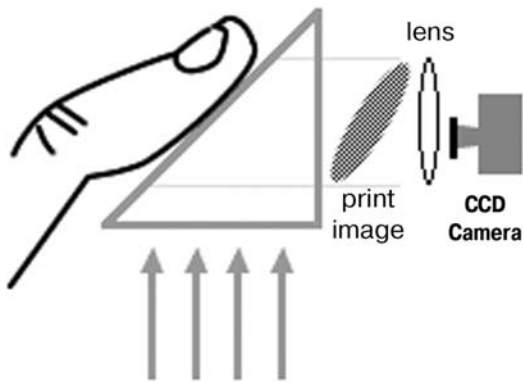


Рис. 5. Традиционная оптическая система идентификации

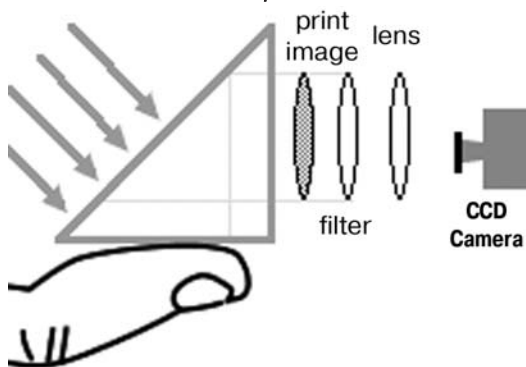


Рис. 6. Оптическая система идентификации с голографическим элементом

чик, в котором осуществляется преобразование световой информации в растровое видеоизображение. В качестве приемников световой информации можно использовать датчики типа CCD (Charge Coupled Device) или КМОП-датчики изображения (CMOS Image Sensor). Отличительной особенностью КМОП-датчиков изображения, в которых в качестве чувствительных элементов матрицы используются фотодиоды, является простота устройств управления светочувствительными элементами и преобразования сигналов от этих элементов, интегрированных на одном кристалле.

Оптические устройства для получения изображения отпечатка пальца сравнительно недороги, рабо-

тают в широком диапазоне температур и имеют разрешающую способность 500 dpi. К недостаткам таких устройств относятся: большие габаритные размеры, вызванные применением призмы и линзы, которая обеспечивает получение изображения высокого качества; сложность фокусировки, особенно на малых расстояниях; искажения изображения, которые обычно корректируют на программном уровне; наличие скрытого отпечатка на поверхности призмы, оставляемого предыдущим пользователем, что приводит к снижению качества изображения; износ покрытия призмы и изменение параметров CCD-камер с течением времени.

Оптический способ получения изображения узоров, образованных папиллярными линиями, был одним из первых, широко применяемых в различного рода устройствах идентификации. Множество фирм выпускают устройства, в которых используется этот способ. Из них наиболее известны две: Identicator и Identix. Фирма APrint (Advanced Precision Technology) разработала и запатентовала новый усовершенствованный оптический способ получения изображения узоров, в котором используется голографический оптический элемент (Holographic Optical Element), что обеспечивает получение изображения без искажений (рис. 6) [6, 7]. Устройства, реализованные на базе нового способа, имеют разрешающую способность 500 dpi и 256 градаций яркости и, как полагают специалисты фирмы APrint, их вполне можно использовать для судебно-медицинской экспертизы. Более подробно ознакомиться со способом, запатентованным фирмой APrint, можно на web-сайте фирмы ([www.aprint.com](http://www.aprint.com)).

Способ получения изображения узоров папиллярных линий с использованием ультразвуковых датчиков в настоящее время не получил широкого распространения, хотя он и обеспечивает высокую точность. В этом способе применяется эхография поверхности кожи пальца, причем основное его преимущество заключается в том, что сканируется скорее не поверхность кожи, а подкожный слой, т. е. грязь и "изношенность" поверхности пальца не влияют на качество полученного изображения. Однако для получения изображения приемлемого качества размеры ультразвуковых датчиков вследствие их малой чувствительности необходимо увеличивать, что одновременно приводит к увеличению их стоимости и размеров устройств идентификации. Кроме того, формирование изображения выполняется в течение нескольких секунд, что неприемлемо для некоторых приложений. Тем не менее, этот способ обладает многими преимуществами и его можно отнести к разряду перспективных, что подтверждается эксплуатацией устройств, построенных на его базе. Устройства идентификации с ультразвуковыми датчиками выпускаются фирмой USC (Ultra-Scan Corporation) [3].

Применение для получения изображения полупроводниковых датчиков позволяет исключить призму и линзу из схемы прибора, при этом изображение отпечатка пальца формируется при непосредственном контакте пальца с поверхностью датчика, который обычно имеет износостойкое твердое покрытие. По сути, все полупроводниковые датчики отпечатка пальца, каждый из которых выполняет преобразование одной из физических величин (давления, емкости, разности температур и других) в напряжение, представляют собой матрицу чувствительных элементов. С помощью специальных микросхем выполняется измерение уровня напряжения и затем генерируется выходной поток данных, на основании которых и формируется растровое полутоновое изображение. Интегральные полупроводниковые датчики изготавливаются на базе недорогой КМОП-технологии и отличаются высокими параметрами. Среди полупроводниковых датчиков, применяемых на практике, необходимо выделить емкостные и термические (тепловые) датчики.

Идея использования для получения отпечатка пальца датчиков давления – одна из самых старых, поскольку контакт с датчиком всегда сопровождается определенным давлением на его поверхность. Однако существующие пьезоэлектрические материалы имеют низкую чувствительность и, кроме того, защитное покрытие, без которого не обойтись, приводит к резкому снижению контрастности изображения. Устройства, в которых используется этот способ получения отпечатка пальца, промышленностью не выпускаются.

Первые полупроводниковые датчики отпечатка пальца появились в 90-х годах прошлого века. В настоящее время наиболее популярными являются емкостные датчики, которые выпускаются рядом фирм-производителей (AuthenTec. Inc., Fujitsu, Infineon, Sony, STMicroelectronics, Veridicom и многими другими). Принцип работы этих датчиков, проиллюстрированный на рис. 7, заключается в измерении емкости между рельефными линиями на коже пальца, которые образованы ребрами и впадинами, и отдельными чувствительными элементами, расположенными на поверхности датчика. Измеряемые величины емкости очень незначительны, поэтому, чтобы не снижать величину измеряемой емкости, толщина внешнего защит-



Рис. 7. Устройство емкостного датчика

ного покрытия датчиков выбирается минимальной, насколько возможно, и обеспечивающей выполнение защитных функций. Емкостные датчики имеют разрешающую способность 500 dpi и более, однако, их недостаток – чувствительность к электростатическим полям и электростатическим разрядам, воздействие которых может приводить к "разрушению" датчика (поэтому на заземление прибора и пальца необходимо обращать особое внимание). Формат емкостной матрицы выпускаемых датчиков составляет от 96×96 пикселей (AES4000 фирмы AuthenTec. Inc.) до 300×300 пикселей (FPS110 фирмы Veridicom и MBF110 фирмы Fujitsu). Измеренная емкость преобразуется в 8-разрядное слово. После сканирования всей матрицы получается полное растровое изображение отпечатка пальца с 256 градациями яркости. Время сканирования всей матрицы составляет сотни миллисекунд. Размеры емкостных датчиков, выпускаемых разными производителями, находятся в диапазоне от 6.5×6.5 до 15×15 мм, допустимое электростатическое напряжение – от 8 до 16 кВ, напряжение питания – от 2.7 до 5.5 В. Большинство типов емкостных датчиков предназначено для работы в диапазоне температур от 0 до 40 °С. Однако датчик, выпускаемый фирмой Infineon, может работать в диапазоне температур от -40 до 85 °С, датчики фирмы AuthenTec. Inc. – от -20 до 70 °С.

Емкостные датчики отпечатка пальца выпускаются в корпусах типа PLCC, LQFP и особо прочном корпусе VSPA (Fujitsu), предназначенном для эксплуатации в "жестких" условиях. Во всех емкостных датчиках для получения изображения используются разновидности способов измерения емкости на "постоянном" токе. Фирма AuthenTec. Inc. применяет технологию измерения емкости на "переменном" токе, по сути между "живым" подкожным слоем и чувствительными элементами на поверхности датчика [3].

В термических (тепловых) датчиках для получения отпечатка пальца используется свойство пьезоэлектрических материалов преобразовывать разность температурных потенциалов в напряжение (это свойство эффективно используется в инфракрасных камерах). Поскольку разница температур между смежными участками рельефа поверхности кожи пальца (ребрами и впадинами) слишком мала, при использовании датчиков этого типа определяется разность температуры между поверхностями кожи пальца и датчика (того участка датчика, который не контактирует с кожей пальца, – находится под впадиной). Температуру же этого участка датчика и окружающего воздуха можно считать одинаковой. Главный недостаток датчиков этого типа – быстрое (в течение десятых долей секунды) уравнивание температуры поверхности датчика и температуры пальца, что приводит, в конечном счете, к исчезновению изображения.

Кроме перечисленных имеются и другие типы датчиков, которые существуют лишь как опытные образцы, применяются в исследовательских лабораториях и не имеют на сегодняшний день практического использования [4].

Подводя итоги, следует отметить, что устройства на базе метода дактилоскопической идентификации, в которых используются полупроводниковые датчики отпечатков пальцев, отличаются повышенной надежностью и невысокой стоимостью и поэтому с каждым днем все шире применяются для идентификации пользователей компьютерных сетей и систем с целью защиты информации от несанкционированного доступа.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Действительно ли Вы тот, за кого себя выдаете? // ЭКиС, № 6, 2001.
2. Biometric Technology Overview. – International Biometric Group, 2001.

3. <http://www.biometricgroup.com>
4. Fingerprint recognition based on silicon chips. – Atmel, 2001 (<http://www.atmel.com>).
5. A Practical Guide to Biometric Security Technology. – IEEE Computer Society, 2000.
6. HoloPass™, Fingerprint Reader (<http://www.aprint.com>).
7. Technology. How HoloPass Works (<http://www.aprint.com>).
8. <http://www.chezara.com.ua>
9. Veridicom. Cataloge of Solutions, 2002 (<http://www.veridicom.com>).
10. FIU-710 Puppy™ Fingerprint ID Unit. Hardware (<http://www.sony.com>).
11. One fingerprint replaces countless passwords. – Siemens, 2001 (<http://www.siemens.com/biometrics>).
12. <http://www.biolinkusa.com>; <http://www.biolink.ru>

## АНАЛИЗ КРОВИ С ПОМОЩЬЮ БИОЧИПА \*

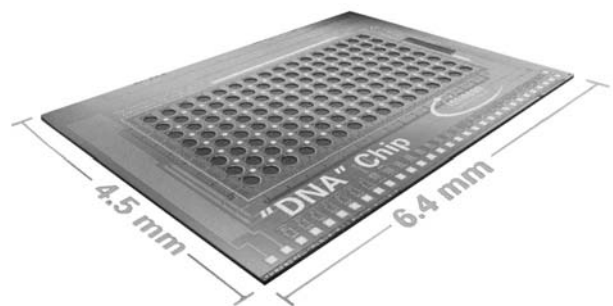
*В настоящее время биохимический экспресс-анализ, как правило, выполняется с помощью сложных спектрофотометрических устройств путем измерения параметров спектров поглощения (пропускания) исследуемого вещества. Успехи в развитии микроэлектроники позволяют надеяться на то, что в ближайшем будущем такой экспресс-анализ будут производить с помощью специальных микросхем, получивших название биочипов. В настоящей публикации рассмотрены особенности нового биочипа фирмы Infineon, предназначенного для молекулярных биохимических исследований, в том числе для экспресс-анализа крови.*

Немецкая фирма Infineon объявила о создании биочипа для проведения молекулярных тестов. Тест выполняется путем оценки изменения электрических параметров биочипа, выполненного на основе КМОП-кристалла. Существенным достижением, по мнению специалистов фирмы Infineon, является то, что встроенные в кристалл золотые электроды не влияют на работу биочипа при выполнении молекулярного тестирования.

Разработчик нового биочипа Dr. Thewes отмечает, что новый биочип отличается от разработанных фирмами Motorola и Toshiba в 2001 г. тем, что является "активным" элементом. Биочип фирмы Motorola используется для поиска мутаций под воздействием лекарственных препаратов, а биочип фирмы Toshiba – для выявления вируса гепатита С. "Активный" КМОП-

биочип фирмы Infineon имеет большее число тестовых ячеек, чем "пассивные" кристаллы фирм Motorola и Toshiba, и выполняет обработку без использования внешних компонентов, в то время как для "пассивных" биочипов требуются внешние средства обработки и, в связи с этим, они должны иметь большее число входов/выходов.

Фирма Infineon рассчитывает, что новый биочип найдет применение в фармакогенетике, т. е. при определении необходимых фармакологических препаратов, исходя из индивидуальных генетических признаков пациента. Ускорение анализа белков и нуклеиновых кислот с помощью нового биочипа поможет быстрее установить диагноз и назначить соответствующее лечение. В то же время, уже сейчас биочипы могут быть использованы для ускоренного биохимического анализа крови.



\* Infineon makes 128-cell biochip. – European Semiconductor, April 2002. Перевод с английского В. Романова.

В биочипе объединены в одно устройство тестовые ячейки для биохимического анализа и КМОП-элементы для преобразования результатов анализа в электрический сигнал. Предполагается, что лабораторные исследования кристалла начнутся в ближайшее время. Площадь кристалла не превышает  $0.25 \text{ см}^2$ . Каждый биочип содержит 128 ячеек-колодцев. Специальный минизонд может быть соединен с любой из 128 ячеек, диаметром 100 мкм каждая. Таким образом, миниатюрный биочип выполняет те же функции, что и сложный прибор на основе спектрофотометрического или оптического метода.

Специалисты фирмы Infineon рассчитывают, что с появлением нового биочипа оптические методы ана-

лиза биохимических свойств вещества будут заменены электронными, основанными на измерении электрических токов. Это приведет к упрощению устройств для биохимического анализа, уменьшению их размеров и снижению стоимости.

При выполнении "электронного" биохимического анализа в пробу добавляется специальный фермент, который предназначен для расщепления анализируемой субстанции. В результате химической реакции биочипом генерируется и снимается с золотых электродов ток в диапазоне от 1 до 100 нА. Величина и скорость изменения этого тока связаны математической зависимостью с концентрацией и составом анализируемого вещества.

## НЕИНВАЗИВНЫЕ МОНИТОРЫ ПРИХОДЯТ НА СМЕНУ ИНВАЗИВНЫМ СЕНСОРАМ

*Развитие микроэлектроники в течение последнего десятилетия привело к созданию широкого класса портативных медицинских измерительных приборов. К ним относятся портативные кардиографы, энцефалографы, измерители концентрации глюкозы и гемоглобина, в том числе глюкогемоглобина, и многие другие. В настоящее время на смену приборам с чисто измерительными функциями приходят портативные мониторы, которые не только измеряют требуемый параметр, но и осуществляют слежение за его изменениями. В настоящей публикации рассмотрены особенности портативных мониторов для долговременного измерения концентрации глюкозы в крови.*

### В. Романов

Разработка новых медицинских приборов для безболезненного и безопасного обследования пациентов является одной из важнейших задач современного медицинского приборостроения [1, 2]. В первую очередь это относится к тем приборам, которые могут использоваться непосредственно в домашних условиях. В течение последних десяти лет многие известные в области медицинского приборостроения компании выпускают инвазивные портативные глюкометры или приборы для экспресс-анализа концентрации глюкозы в крови. Известно, что диабетом сейчас страдает более 7 % населения земного шара, причем число этих больных с каждым годом увеличивается. Среди больных не только люди преклонного возраста, но и дети. Всем им необходим надежный контроль concentra-

ции сахара в крови. Однако инвазивные методы экспресс-анализа имеют ряд недостатков. Частый забор крови в домашних условиях нежелателен в связи с неблагоприятной эпидемиологической обстановкой. Наличие болевого эффекта затрудняет проведение экспресс-анализа у детей.

В связи с этим в последнее время рядом зарубежных фирм были разработаны неинвазивные глюкометры для экспресс-анализа и непрерывного слежения за содержанием глюкозы в крови. Неинвазивные глюкометры условно можно разделить на три группы: имплантируемые мониторы, трансдермальные глюкометры, измеряющие содержание глюкозы непосредственно через кожный покров, и глюкометры на основе спектрофотометрического метода. Рассмотрим более подробно приборы каждой из групп.

Имплантируемые мониторы основаны на вживлении сенсора непосредственно в кровеносный сосуд.

Впервые приборы на основе этого принципа были разработаны фирмой Medtronic MiniMed Inc. (Northridge, Calif.) [3] и сейчас находятся на стадии клинических испытаний. Серийное освоение будет возможно через несколько лет. Совмещение такого монитора (рис. 1) с системой автоматического впрыскивания инсулина будет первым шагом на пути создания искусственной поджелудочной железы. Имплантируемый монитор построен на основе электрохимического сенсора и ему присущи все недостатки, связан-



Рис. 1. Монитор с имплантируемым сенсором фирмы Medtronic MiniMed

ные с вживлением в ткань человека инородного тела. Однако фирма надеется в ближайшее время преодолеть все недостатки такого метода. Снабженный радиопередатчиком имплантируемый монитор сможет оперативно предупреждать пациента об опасности, связанной с резким изменением концентрации сахара в крови.

Фирмой Cygnus разработан трансдермальный монитор с использованием электрохимического сенсора [4]. Монитор выполнен в виде часов (рис. 2) и производит не более трех измерений в течение одного часа. При непрерывных измерениях электрохимический сенсор подлежит замене каждые 12 часов. Встроенный в монитор контроллер позволяет задавать нижний и верхний уровни концентрации глюкозы, выход за которые сопровождается звуковым сигналом.

Мониторы на основе спектрофотометрического метода работают в ближней инфракрасной (БИК) области спектра (от 1000 до 2500 нм). Опытные образцы БИК-мониторов созданы фирмой Instrumentation Metrics Inc. [5]. Недостатком мониторов такого типа является необходимость индивидуальной калибровки прибора для каждого пользователя.



Рис. 2. Трансдермальный монитор фирмы Cygnus

Таким образом, одно из основных направлений в области медицинского приборостроения связано с созданием неинвазивных мониторов. С одной стороны, ухудшающаяся эпидемиологическая обстановка (ВИЧ-инфекция, вирусные гепатиты, малярия и др.) и наличие болевого эффекта, а, с другой стороны, совершенствование микроэлектронной базы способствуют быстрому развитию этого направления.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Будяк В.Н., Корсунский В.Н., Снегур А.А. и др. Прибор для неинвазивного определения гемоглобина в тканях человека // Радиоаматор, № 4, 1998.

2. Janet A. Tamada, Matthew Lesho, Michael J. Tierney. Keeping Watch On Glucose. — IEEE Spectrum, No 4, 2002.

3. [www.minimed.com](http://www.minimed.com)

4. [www.cygn.com](http://www.cygn.com)

5. [www.instrumentationmetrics.com](http://www.instrumentationmetrics.com)

## ПЛИС – АЛЬТЕРНАТИВА ASIC И DSP

В статье рассмотрены особенности структуры и параметры новых типов ПЛИС, а также специализированных СБИС, предназначенных для замены ПЛИС в продукции массового производства.

### Э. Комухаев

Ранее ПЛИС за счет преимуществ отладки чаще всего были востребованы при создании малых партий изделий для проверки на опытных образцах их восприятия рынком, а при больших сериях изделий для снижения стоимости переходили на заказные СБИС (ASIC) и DSP. Теперь достижения в интеграции активных элементов уже обеспечивают такие технические и ценовые характеристики ПЛИС, что даже при относительно больших объемах выпуска проектируемых на их основе изделий они являются конкурентоспособной альтернативой ASIC и DSP. Вместе с тем, разработана технология создания недорогих ASIC, предназначенных для использования взамен ПЛИС в продукции массового производства.

### Особенности современных ПЛИС

Современные ПЛИС утвердились в средствах информатики, телекоммуникациях, приборостроении в качестве эффективного средства:

- ускорения вывода на рынок образцов новых или модифицируемых изделий с гибкими возможностями серийного выпуска как малых, так и относительно больших партий изделий

Таблица 1. Объемы продаж ПЛИС основных производителей, млн долл. США

Фирма-производитель	2000 год	2001 год	Спад, %
Xilinx	1.56	1.15	26
Altera	1.38	0.84	39
Lattice Semiconductor	0.57	0.30	48
Actel	0.23	0.15	35
Agere Systems	0.17	0.07	53
Cypress Semiconductor	0.08	0.05	24
Quicklogic	0.05	0.03	38
Atmel	0.05	0.03	49



Таблица 2. Семейства ПЛИС, внедренные в 2000 - 2001 гг.

Производитель – фирма Altera							
Тип	Тип корпуса	Число вентиляей, тыс. шт.	Число вх./вых., программируемых пользователем	Число логич. вентиляей	Объем ОЗУ, бит	Тип встроенного процессора	Напряж. питания, В
Семейство Excalibur							
EPXAI	BGA-(484, 672, 612)	100	173, 178, 178	4160	53 248	ARM922T, 32-разр.	1.8
EPXMI	BGA-(484, 672, 612)	100	173, 178, 178	4160	53 248	MIPS32 4Кс	1.8
EPXA4	BGA-(672, 1020, 612, 864)	400	275, 360, 215, 360	16 640	212 992	ARM922T, 32-разр.	1.8
EPXM4	BGA-(672, 1020, 612, 864)	400	275, 360, 215, 360	16 640	212 992	MIPS32 4Кс	1.8
EPXA10	BGA-(1020, 864)	1000	521, 365	38 400	327 680	ARM922T, 32-разр.	1.8
EPXM10	BGA (1020, 864)	1000	521, 365	38 400	327 680	MIPS32 4Кс	1.8
Семейство Mercury							
EPIM 120	BGA-484	120	303	4800	49 152	нет	1.8
EPIM 350	BGA-780	350	486	14 400	114 688	нет	1.8
Производитель – фирма Altera							
Тип	Тип корпуса	Число вентиляей, тыс. шт.	Число входов/выходов	Число логич. элементов	ОЗУ, бит	Напряжение питания, В	
Семейство APEX 20Кс							
EP20K200C	PQFP-136, PQFP-240, BGA-356, BGA-484, BGA-652, BGA-672	200	136, 168, 271, 376	8320	106 496	1.8	
EP20K400C	BGA-652, BGA-672	400	488	16 640	212 992	1.8	
EP20K600C	BGA-652, BGA-672, BGA-1020	600	488, 508, 588	24 320	311 296	1.8	
EP20K1000C	BGA-652, BGA-672, BGA-1020	1000	488, 508, 708	38 400	327 680	1.8	
EP20K1500C	BGA-652, BGA-1020	1500	488, 808	51 840	442 368	1.8	
Семейство APEX II							
EP2A15	BGA-724, BGA-672	492	492	16 640	425 984	1.5	
EP2A25	BGA-724, BGA-672, BGA-1020	607	607	24 320	622 592	1.5	
EP2A40	BGA-724, BGA-672, BGA-1020	735	735	38 400	655 360	1.5	
EP2A70	BGA-724, BGA-1508	1060	1060	62 200	1146 880	1.5	
EP2A90	BGA-724, BGA-1508	1140	1140	89 280	1523 712	1.5	
Производитель – фирма Xilinx							
Тип	Матрица логических блоков	Число логических ячеек	Число системных вентиляей, тыс. шт.	Объем ОЗУ, Кбит	Число менеджеров тактирования с частотой до 420 МГц	Число умножителей 18х18 разр.	Число вх./вых., программируемых пользователем
Семейство Virtex-II * с напряжением питания 1.5 В							
XC2V40	8х8	576	40	72	4	4	88
XC2V80	16х8	1152	80	144	4	8	120
XC2V250	24х16	3456	250	432	8	24	200
XC2V500	32х24	6912	500	676	8	32	264
XC2V1000	40х32	11 520	1000	720	8	40	432
XC2V1500	48х40	17 280	1500	864	8	48	528
XC2V2000	56х48	24 192	2000	1008	8	56	624
XC2V3000	64х56	32 256	3000	1728	12	96	720
XC2V4000	80х72	51 840	4000	2160	12	120	912
XC2V6000	96х88	76 032	6000	2592	12	144	1104
XC2V8000	112х104	104 882	8000	3024	12	168	1108
XC2V10000	128х120	138 240	10 000	3456	12	192	1108

\* Для Virtex-II используются корпуса: CS144, FG256, FG456, FG676, FF896, FF1152, FF1517, BG575, BG728, BF957.

- увеличения числа рабочих режимов, благодаря возможности реконфигурации структуры в процессе эксплуатации
- гибкой оптимизации быстродействующих высокоинтегрированных устройств, содержащих логику и память
- реализации быстродействующей ассоциативной памяти, наборов параллельных умножителей (например, в кристалл Virtex-II введены 192 умножителя) и др.
- реализации режимов обработки данных с пониженным энергопотреблением (в частности, на базе семейств CoolRunner).

Из трех разновидностей ПЛИС (SPLD, CPLD, FPGA) доминируют CPLD и FPGA (крупнейший производитель CPLD – фирма Altera, FPGA – фирма Xilinx). Фирмы Xilinx и Cypress кроме ПЛИС, отвечающих требованиям коммерческого и промышленного стандартов, выпускают также соответствующие военному стандарту (диапазон эксплуатационных температур -55...125 °С).

В июле этого года журнал EBN опубликовал рейтинговую таблицу объемов годовых продаж ПЛИС основных производителей в 2000-2001 гг. (см. табл. 1).

После спада 2001 г. идет рост объемов продаж ПЛИС. Например, лидирующий производитель – фирма Xilinx – в первом квартале 2002 г. увеличила на 20 % продажи по сравнению с предыдущим кварталом.

Для проектирования изделий на базе ПЛИС пользователю необходим ПК (рабочая станция) и САПР. ПЛИС служат в качестве исходного высокотехнологичного полуфабриката с нормами разрешения 0.35-0.13 мкм при реализации проектов конкретных устройств. В частности, проектирование устройств на базе ПЛИС фирмы Xilinx предусматривает использование пакета САПР Xilinx Foundation Series либо Xilinx Alliance Series, развиваемого с участием ряда ведущих в области САПР фирм.

Для ряда приложений фирмой Xilinx предлагаются лицензии на оптимизированные решения (набор Cores), на сайте [www.xilinx.com](http://www.xilinx.com) доступно свыше 600

описаний XAPP (типовых применений конкретных ПЛИС, например, XAPP 175 – High Speed FIFOs in Spartan-II).

### Структуры и параметры новых ПЛИС

В табл. 2 приведены параметры новых семейств ПЛИС лидирующих производителей, используемых в качестве альтернативы ASIC и DSP, а именно: Virtex-II, Spartan-II, Spartan-IIE фирмы Xilinx, Excalibur, APEX 20KC, Mercury фирмы Altera.

Эффективной альтернативой ASIC стало выпускаемое с ноября 2001 года четвертое поколение семейств Spartan – Spartan-IIЕ с напряжением питания 1.8 В. Это семейство выполнено по архитектуре Virtex, но отличается от ПЛИС этого семейства уменьшенным в два раза числом блоков памяти и управления синхронизацией и, соответственно, меньшей стоимостью. Spartan-IIЕ работает с тактовой частотой до 200 МГц, поддерживает 19 стандартов ввода/вывода, обеспечивает совместимость с логическими элементами, имеющими напряжение питания 5 В. Основные параметры пяти микросхем Spartan-IIЕ приведены в табл. 3.

В последних журналах Excell [5] анализируются данные табл. 4, иллюстрирующие преимущества ПЛИС типа Virtex перед традиционными DSP.

В микросхемы новейшего семейства Stratix фирмы Altera введены не только встроенные умножители, но и блоки DSP. Основные параметры этого семейства ПЛИС приведены в табл. 5.

Серьезнейшую конкуренцию микросхемам Stratix составят новые ПЛИС фирмы Xilinx Virtex-II Pro, возможности которых представлены в докладах фирм Xilinx, IBM, Mentor Graphics и др. на сайте: [www.xilinx.com/pw2002](http://www.xilinx.com/pw2002)

### Развитие технологий замен и сочетаний

Развивающимся технологиям замен и сочетаний ПЛИС и ASIC посвящены многие сообщения, включая некоторые доклады на ежегодной конференции "DAC-2001" по автоматизированному проектированию [6].

Ниже рассмотрен вариант замены ASIC на ПЛИС

Таблица 3. Характеристики семейства Spartan-IIЕ

Тип	Тип корпуса	Число системных вентиляей, тыс. шт.	Число комбинационных логич. блоков	Число логич. ячеек	Макс. число вх./вых.	Распределенная память, бит	Блочная память, Кбит
XC2S50E	TQ-144, PQ-208, FT-256	50	384	1728	182	24 576	32
C2S100E	TQ-144, PQ-208, FT-256, FG-456	100	600	2700	202	38 400	40
C2S150E	PQ-208, FT-256, FQ-456	150	864	3888	263	55 296	48
C2S200E	PQ-208, FT-256, FG-456	200	1176	5292	289	75 264	56
C2S300E	PQ-208, FT-256, FG-456	300	1536	6912	329	98 304	64

Таблица 4. Сравнение возможностей ПЛИС и DSP

Выполняемая функция	Промышленные DSP	Virtex-E	Virtex-II
Умножитель 8x8 с накоплением результата, млрд операций/с	8.8	128	600
КИХ-фильтр (256 отводов, 16-разр.), MSPS */при такт. частоте, МГц	17/1100	160/160	180/180
БПФ (1024 точки, 16-разр.), мкс/при тактовой частоте, МГц	7.7/800	<41/100	<1/140

\* MSPS (Mega Samples Per Second) – миллион отсчетов за секунду.



Таблица 5. Параметры ПЛИС семейства Stratix

Тип	EPIS10	EPIS20	EPIS25	EPIS30	EPIS40	EPIS60	EPIS80	EPIS120
Число логич. элементов	10 570	18 460	25 660	32 470	41250	51120	79 040	114140
Число блоков M512 RAM	94	194	224	295	384	574	767	1118
Число блоков M4K RAM	60	82	138	171	183	292	364	520
Число блоков Mega RAM	1	2	2	4	4	6	9	12
Объем ОЗУ, бит	920 448	1 669 248	1 944 576	3 317 187	3 423 744	5 215 104	7 427 520	10 118 016
Число DSP блоков	6	10	10	12	14	18	22	28
Число умножителей	48	80	80	96	112	144	176	224
Число контактов вх./вых.	422	582	702	726	818	1.018	1.234	1.310
Сроки готовности	октябрь 2002 г.	4 кварт. 2002 г.	июнь 2002 г.	4 кварт. 2002 г.	4 кварт. 2002 г.	2003 г.	сентябрь 2002 г.	2003 г.

Spartan-II, а также возможности замены ПЛИС фирмы Altera на ASIC фирмы Clear Logic (филиала крупнейшего производителя микросхем Integrated Device Technology).

В разделе "Xilinx ASIC Alternatives" на сайте фирмы Xilinx выделяются следующие преимущества ПЛИС этой фирмы перед ASIC:

- значительно более быстрый выход на рынок изделий на базе ПЛИС
- меньшая стоимость разработки кристалла, поскольку не требуются этапы NRE (Non-Recurring Engineering – неповторяющиеся этапы проектирования).

С другой стороны, компания Clear Logic разработала технологию создания недорогих ASIC, которые могут использоваться вместо запрограммированных ПЛИС фирмы Altera (вскоре такая замена появится и для ПЛИС фирмы Xilinx). В этой технологии лазерного конфигурирования соединения между логическими схемами прокладываются по вертикали, что снижает себестоимость кристалла за счет экономии до 75 % его площади.

Обслуживание заказов проводится в соответствии с формами, приведенными на Web-странице ([www.clear-logic.com/firstarticle](http://www.clear-logic.com/firstarticle)). Заполненная форма заказчика проверяется на правильность заполнения, а файл прошивки – на корректность. Перед заказом полной партии микросхем фирма бесплатно высылает пользователю два образца ASIC для окончательного контроля.

Данная технология имеет следующие достоинства:

- отсутствие необходимости хранить конфигурацию ПЛИС
- снижение цены на 20-70 % относительно прототипа на микросхеме Altera
- отсутствие затрат на разработку векторных тестов
- гарантию правильности работы микросхем массового применения
- взаимодействие с имеющимися у заказчика средствами разработки с возможностью корректировки ее результатов.

В табл. 6 приведены некоторые варианты замены ПЛИС на ASIC. Например, при замене EPM7512AE на CL7512AE экономится 45 % площади кристалла и на 30 % снижается энергопотребление. С 1998 года реализовано свыше 1300 проектов перехода на CL7512AE. Среди заказчиков такие ведущие фирмы как NEC, Cisco, Matsushita и др. В сентябре 2001 года для замен распространенных ПЛИС FLEX 10K50V Clear Logic анонсировала в семействе Liberator ASIC микросхему CL 10K50V, отличающуюся минимальным числом транзисторов. Эта микросхема, содержащая 50 тысяч вентилях, предлагается с тремя вариантами корпусов: PQFP-240, RQFP-240 и BGA-356. В партии более 50 тысяч штук стоимость одного экземпляра CL 10K50QC 240-3 составляет всего 14.80 долларов США. Сведения о полном спектре ASIC типа Clear Logic представлены на сайте [www.clear-logic.com](http://www.clear-logic.com)

#### Программируемые ASSP

В состав фирменных чипсетов ASIC входят стандартные узлы, называемые фиксированными ASSP. Поскольку акроним ASSP, широко используемый в англоязычных публикациях, еще не внедрился в соответствующие русскоязычные материалы, остановимся подробнее на сущности данного термина и его отличиях от ASIC.

Существуют две расшифровки акронима ASSP: Application Specific Standard Products и Application Specific Standard Parts. Последняя расшифровка, приведенная в [5, No 40], представляется более предпочтительной, а именно: "стандартные детали специализированного применения". Благодаря использованию слова "деталь", четче видны отличия ASSP от ASIC. Последние представляют автономные микросхемы специализированного назначения, в составе которых могут быть и структуры ASSP. Уровень интеграции ASIC выше, вплоть до SoC (системы на кристалле), зато ASSP имеют гораздо больший спектр применения по сравнению с ASIC.

Например, на рынке ASSP для цифровых абонентских линий представлены чипсеты фирмы Alcatel типа

Таблица 6. Варианты замены ПЛИС на ASIC

ПЛИС фирмы Altera	EPM3128	EPM7512	EPF8282	EPF8820	EPF10K50	EPF10K200
ASIC фирмы Clear Logic	CL3128	CL7512	CL8282	CL8820	CL10K50	CL10K200

Таблица 7. Варианты замены фиксированных ASSP программируемыми

Назначение ASSP	Производитель фиксированного ASSP	Цена, долл. США	Spartan-II для программируемого ASSP	Цена, долл. США
Декодер Витерби	ANA, Conexant, LSI Logic	25	XC2S100	9.95
Чип Quad ATM IMA	Zarlink Semiconductor	40	XC2S150	12.95
Мост MIPS PCI	Galileo Technology	40	XC2S100	9.95
Контроллер HDLC	Zarlink Semiconductor, Dallas Semiconductor, Conexant	10-60	XC2S100	9.95
Контроллер памяти Quad Data Rate	Таких фиксированных ASSP нет	-	XC2S100	9.95

МТС-20131 со стандартными компонентами МТС-20136 ADSL-трансиверов, МТС-20135 DMT-модемов, чипсеты Motorola типа Copper Gold с компонентами MC 145650 ADSL-трансиверов, чипсеты Texas Instruments (TNETD 2000), Lucent (Wildwire), ADI (AD20MSP910) и др. производителей.

Среди сетевых ASSP выделяются контроллеры 82559, 21145 фирмы Intel, контроллеры Am79 C972, Am79 C978 фирмы AMD и т. д. Высокими передаточными характеристиками обладают Switch ASSP фирмы Sun ([www.sun.com](http://www.sun.com)), ATM Interworking Switch фирмы Motorola ([www.mot.com](http://www.mot.com)).

В табл. 7 приведены варианты замены фиксированных ASSP программируемыми, созданными на базе Spartan-II.

Многовариантностью отличаются программируемые ASSP, оперирующие с кодами Рида-Соломона и получившие широкое применение в современных устройствах телекоммуникаций для контроля и исправления ошибок. В табл. 8 приведены преимущества ASSP, разработанных фирмой Xilinx на базе Spartan-II, перед типовыми фиксированными реализациями ASSP.

#### Усиление роли средств проектирования

Ключевой роли средств проектирования посвящены многие доклады конференции "DAC-2001". В качестве одной из основных причин затоваривания в 2001 г. складов электронных компонентов называют недостаточный уровень развития инструментария проектирования. Ниже выделим основные развивающиеся программные средства, предназначенные для проектирования вышеуказанных семейств ПЛИС.

В обновленном составе средств проектирования фирмы Altera имеются:

- расширенные версии пакетов MAX+PLUS, Quartus, среди которых бесплатные САПР Quartus II Web Edi-

tion и E+MAX, коммерческая версия Quartus II ver 1.1 с поддержкой семейств APEX II, APEX 20KС, Excalibur, Mercury, FLEX 10KE, ACEX IK

- плата для отладки проектов на основе семейства APEX, обеспечивающая реализацию IP-функций, широкого ряда стандартных интерфейсов (на плате установлен кристалл APEX EP 20K400-1, подсистема памяти из двух банков синхронных SRAM-кэш объемом 1 Мбайт, 64 Мбайт SDRAM в модуле DIMM, 4 Мбайта FLASH, 256 Кбайт EPROM, разъемы для реализации интерфейсов 10/100 Мбит Ethernet, PCI, UCB и др.)
- программные наборы Nios Linux Development Kit, Nios Ethernet Development Kit и др.

Кроме того, на сайте [www.altera.com](http://www.altera.com) введен раздел "Системные решения" (по сетям, беспроводной связи, телекоммуникационному оборудованию), в котором приведены готовые проекты Altera-IPcores, а в рамках создания сертификационных центров проектирования выполняется программа помощи клиентам в подборе квалифицированных инженеров для заказываемых проектов на базе ПЛИС Altera.

Фирма Xilinx традиционно развивает средства проектирования своих ПЛИС по двум направлениям: на основе собственных решений (Xilinx Foundation Series) и на основе совместных решений с рядом фирм, специализирующихся на разработке САПР для электроники (Alliance Series). В частности, предлагается технология XST – собственность фирмы Xilinx, FPGA Express фирмы Synopsis, Synplity фирмы Synplicity, Leonardo Spectrum фирмы Exemplar и др. Выпущены новые версии 4i интегрированной программной среды ISE Foundation и ISE Alliance, которые, кроме Windows 98/2000/NT, работают и под операционной системой Solaris.

Таблица 8. Реализация фиксированных и программируемых ASSP, оперирующих с кодами Рида-Соломона

Особенности	Типовых ASSP	Программируемых ASSP
Реализация полиномов	Фиксированная	Зависящая от параметров
Ширина символов	Фиксированная	Зависящая от параметров
Длина кодового блока	Программируемая, от 3 до 255 разрядов	Параметризованная, от 3 до 409 разрядов
Число исправляемых ошибок	Программируемое, от 1 до 10	В зависимости от параметров от 1 до 64
Пропускная способность	12 Мб/с	Декодер: 62 Мб/с. Кодер: 108 Мб/с
Ожидание результата	1181 цикл	418 циклов
Стоимость партии 250 К	20 долл. США	9.95 долл. США

Инструменты проектирования ISE-серии поддерживают проекты на база Spartan, Virtex, Virtex-II, XC9500, CoolRunner. Недавно разработчикам представлена бесплатная САПР Web PACK ISE (Integrated Synthesis Environment). Этот пакет обеспечивает возможность реализации на ПЛИС фирмы Xilinx проектов, подготовленных с использованием пакета Altera MAX + Plus II и языков описания аппаратуры VHDL, Verilog.

В ежеквартальном журнале для пользователей [5, No 40] указаны следующие ПЛИС фирмы Xilinx, проектирование которых обеспечивает бесплатно распространяемый пакет WebPACK ISE.: Virtex XCV300E, все ПЛИС семейства Spartan-II, все ПЛИС семейства CoolRunner Series и XC9500 Series. Все семейства ПЛИС фирмы Xilinx поддерживаются только пакетом Elite Foundation, возможности остальных пакетов указаны в ежеквартальном журнале для пользователей XCELL, размещенном на сайте фирмы Xilinx. Многие приведенные пакеты позволяют описывать проект на языках VHDL и Verilog, являющихся промышленными стандартами и обеспечивающих обмен данными между различными системами проектирования.

Эффективный инструмент Xilinx System Generator for Simulink проектирования DSP на базе ПЛИС фирмы Xilinx недавно разработан последней при партнерстве фирмы The MathWorks. Пользователям DSP стала доступна версия 2.1, в которой использованы решения популярной системы MATLAB/Simulink фирмы The MathWorks применительно к Virtex-II, Virtex-E, Virtex, Spartan-II.

Наличие в составе ПЛИС фирмы Xilinx внутренней быстродействующей (до 250 МГц для Virtex-E) распределенной оперативной памяти, которую можно объединять в блоки требуемых размеров, существенно повышает их конкурентоспособность по сравнению с ПЛИС других фирм при реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов. Такое ОЗУ эффективно при хранении коэффициентов и результатов промежуточных вычислений, реализации алгоритмов распределенных вычислений.

Важным направлением расширения сферы применения ПЛИС являются разработки методик их согласования с источниками и приемниками аналоговых сигналов. Для преобразования аналоговых сигналов в цифровой код разработаны методы использования ряда внутренних CLB и внешних аналоговых компараторов. В частности, в составе Virtex восьмиразрядный АЦП реализуется с использованием шестнадцати Virtex CLB, а для реализации десятиразрядного АЦП требуется девятнадцать CLB. Подробнее ознакомиться с этими методами можно в XAPP 155 (Virtex Analog to Digital Converter) и XAPP 355 (Serial ADC Interface Using a CoolRunner CPLD) на сайте [www.xilinx.com](http://www.xilinx.com).

#### Краткие выводы

1. Многолетние лидеры рынка ПЛИС – фирмы Xilinx и Altera – расширяют наборы своих микросхем фикс-

рованных ASSP, представляющих альтернативу ASIC и DSP. Например, выделяется приведенное выше новое семейство Mercury фирмы Altera, предназначенное для реализации программируемых ASSP, ориентированных на приложения в системах телекоммуникаций и обработки сигналов, а также новое семейство Stratix со встроенными DSP.

2. Наивысший рейтинг среди производителей ПЛИС имеет фирма Xilinx, она по итогам 2000 и 2001 гг. включена журналом Fortune в престижный список ста самых перспективных компаний мира. Эта фирма предлагает эффективные технологии реализации проектов ASIC и DSP на базе своих новых кристаллов Virtex-II, Spartan-IIe, CoolRunner-II, а на симпозиуме "DAC-2001" анонсировала новую архитектуру сочетания FPGA и ASIC.

3. Значительно возросли состав и возможности IP-решений, предлагаемых фирмами Xilinx и Altera. Например, для DSP-приложений недавно анонсированы 50 решений Xilinx и 47 решений Altera. Фирма Xilinx учредила консорциум CLC (Common License Consortium) с целью развития и поставок IP-решений.

4. Успешно развиваются новые технологии перевода законченных проектов FPGA в ASIC фирмы Clear Logic, эффективные для больших партий кристаллов. Пока такой перевод реализуется для FPGA фирмы Altera, вскоре станет возможен перевод на неконфигурируемый вариант ASIC также FPGA фирмы Xilinx.

5. После периода быстрого роста рынка полупроводниковых микросхем в 2000 г. (на 31 % по данным компании Dataquest), в 2001 году произошел крупнейший спад. Тем не менее, в это время произошел рост объемов продаж средств проектирования на 12 %, хотя недостаточное их развитие отмечено на "DAC-2001" как одна из основных причин возникшего затоваривания складов микросхем. Фирмы Xilinx и Altera в 2001 году значительно усовершенствовали свои средства проектирования и обновили семейство ПЛИС, что обеспечило в начале 2002 года увеличение объемов их продаж. В 2004 году компания Dataquest прогнозирует удвоение мирового объема продаж ПЛИС относительно объема 2000 года.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Палагин А.В., Опанасенко В.Н., Сахарин В.Г. Особенности проектирования цифровых устройств на современных кристаллах ПЛИС фирмы Xilinx. – Проблемы управления и информатики, 2001, № 1.
2. Ray Weiss. Second-Generation FPGA Delivers Platform-Level Capabilities // Electronic Design, 2001, March.
3. [www.xilinx.com/assp.htm](http://www.xilinx.com/assp.htm)
4. Mercury: The Programmable ASSP. – Проспект фирмы Altera, 2001.
5. [www.xilinx.com/excell](http://www.xilinx.com/excell) 39/ 40/ 41/ 42
6. [www.dac.com](http://www.dac.com)

# Микросхемы для "горячего" подключения периферийного оборудования \*

Апрель 2002

Информационный бюллетень фирмы Analog Devices

## В этом номере

**ADM869L** – многофункциональный программируемый токовый ключ-ограничитель для "горячего" подключения периферийного оборудования ..... 22

**ADM1014** – двухканальный PCI-контроллер для "горячего" подключения периферийного оборудования ..... 23

**ADM1060** – программируемый супервизор источника питания с упорядочением последовательности подключения напряжений питания ..... 24

**ADM1070** – миниатюрный контроллер с линейным ограничением по току для "горячего" подключения периферийного оборудования ..... 25

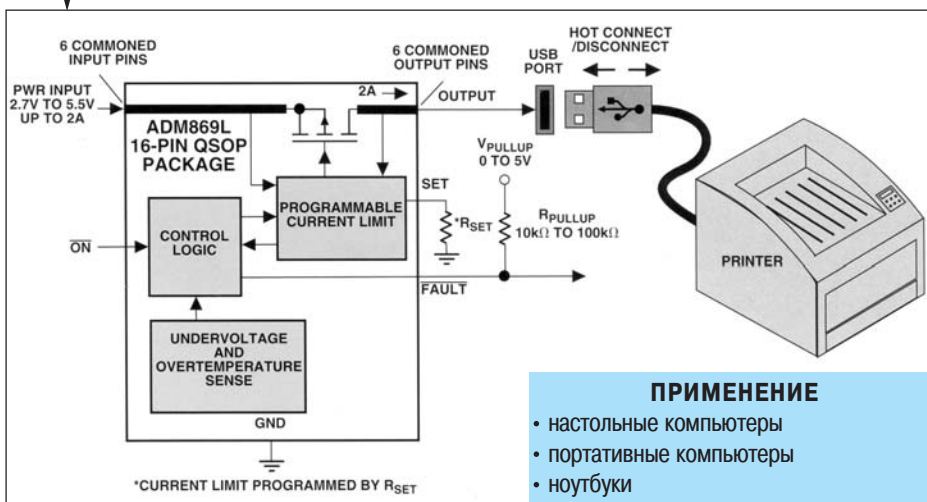
**ADM1072** – двухканальный USB-контроллер для управления питанием ..... 26

Схема расположения выводов и основные параметры ИМС для "горячего" подключения периферийного оборудования ..... 27

## ADM869L – многофункциональный программируемый токовый ключ-ограничитель для "горячего" подключения периферийного оборудования

ИМС ADM869L представляет собой P-канальный ключ с ограничением по току, предназначенный для защиты источника питания материнской платы при "горячем" подключении к ней периферийного оборудования. Максимальный ток через ключ составляет 2 А. ADM869L в случае нарушения температурного режима отключает цепь питания материнской платы от периферийного оборудования. ИМС ADM869L защищает периферийное оборудование от короткого замыкания (КЗ) и выбросов по цепи питания, возникающих во время "горячего" подключения этого оборудования к материнской плате ПК. Уровень ограничения по току устанавливается пользователем с помощью внешнего резистора. ИМС может быть использована для "горячего" подключения широкого класса периферийных устройств. Диапазон программируемых уровней ограничения по току – от 400 мА до 2 А, сопротивление замкнутого ключа составляет не более 40 мОм. Подключение/отключение ключа осуществляется по сигналу, поступающему на логический вход ИМС. Аварийный сигнал превышения тока или температуры снимается с открытого стока ADM869L и может быть подан через проводное ИЛИ на индикатор.

- ток нагрузки 2 А
- сопротивление открытого канала 45 мОм
- программируемый пользователем уровень ограничения по току
- типовой ток потребления 12 мкА
- ток потребления в режиме покоя 10 нА
- ток утечки при разомкнутом ключе 40 нА
- имеется защита от КЗ
- предусмотрено отключение от цепи питания при нарушении температурного режима
- предусмотрен выход для индикации аварийной ситуации
- тип корпуса QSOP-16



### ПРИМЕНЕНИЕ

- настольные компьютеры
- портативные компьютеры
- ноутбуки
- портативные приборы
- сетевые устройства для подключения к USB-шине
- "горячее" подключение оборудования с положительным напряжением питания
- адаптеры цифрового и кабельного ТВ

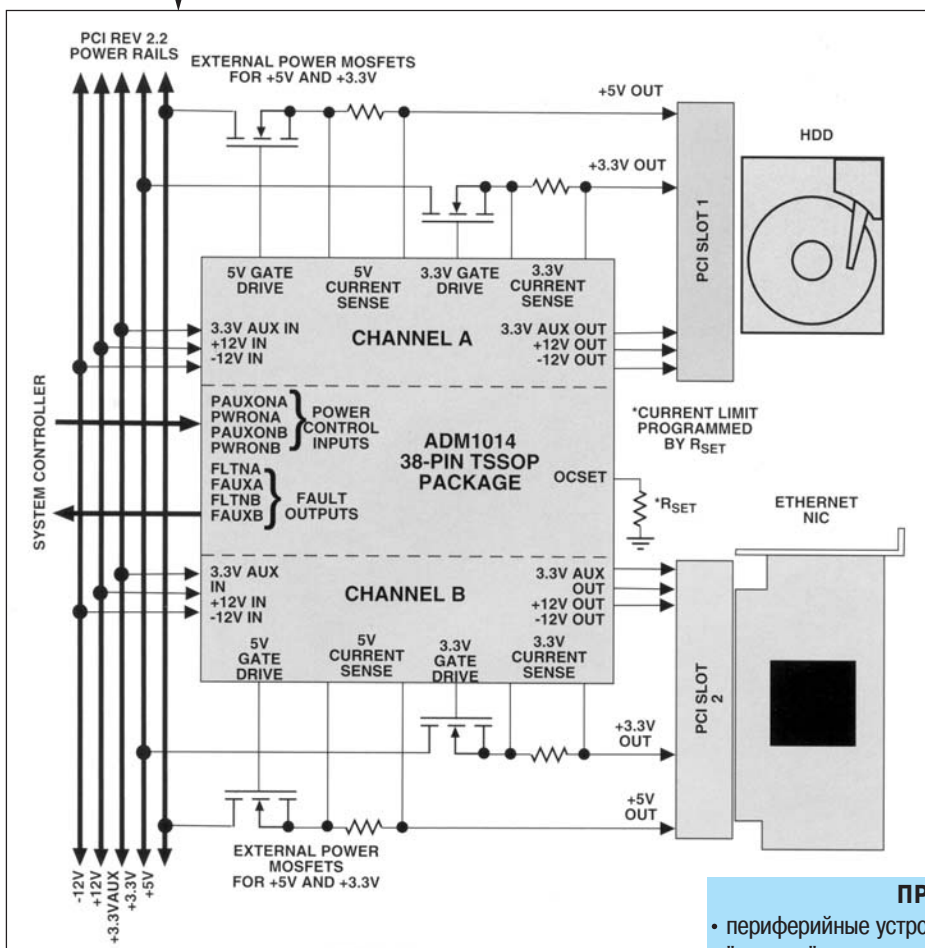


\* Перевод с английского В. Романова

## ADM1014 – двухканальный PCI-контроллер для "горячего" подключения периферийного оборудования

ИМС ADM1014 представляет собой двухканальный PCI-контроллер для "горячего" подключения периферийного оборудования к PCI-шине (revision 2.2). ИМС управляет "горячим" подключением периферийных устройств к четырем основным источникам питания PCI-шины (3.3, 5, 12, -12 В) и, кроме того, к дополнительному источнику питания напряжением 3.3 В. В составе ИМС имеются мощные ключи и ограничительные цепи для источников питания PCI-шины: 3.3 В (дополнительного источника), 12 и -12 В. Внешние N-канальные транзисторы и ограничительные резисторы предназначены для "горячего" подключения цепей питания напряжением 3.3 и 5 В. Напряжение питания ИМС 3.3 и 12 В.

- управление двумя PCI-слотами
- управление питанием PCI-шины: напряжениями питания 3.3, 5, 12, -12 В, а также 3.3 В (дополнительный источник) и -12 В (выходное напряжение)
- внутренние MOSFET-ключи для подключения источников питания напряжением 3.3 В (дополнительный источник), 12 В и -12 В (выходное напряжение)
- регулируемый уровень ограничения по току для всех выходов
- защита от перенапряжений источников питания 3.3, 5, 12 и 3.3 В (дополнительный источник)
- наличие аварийного сигнала с регулируемой задержкой, снимаемого с открытого стока ключа
- логическое управление выходными сигналами
- программно регулируемый запуск



### ПРИМЕНЕНИЕ

- периферийные устройства в стандарте Compact PCI
- "горячее" подключение к PCI-шине
- серверы

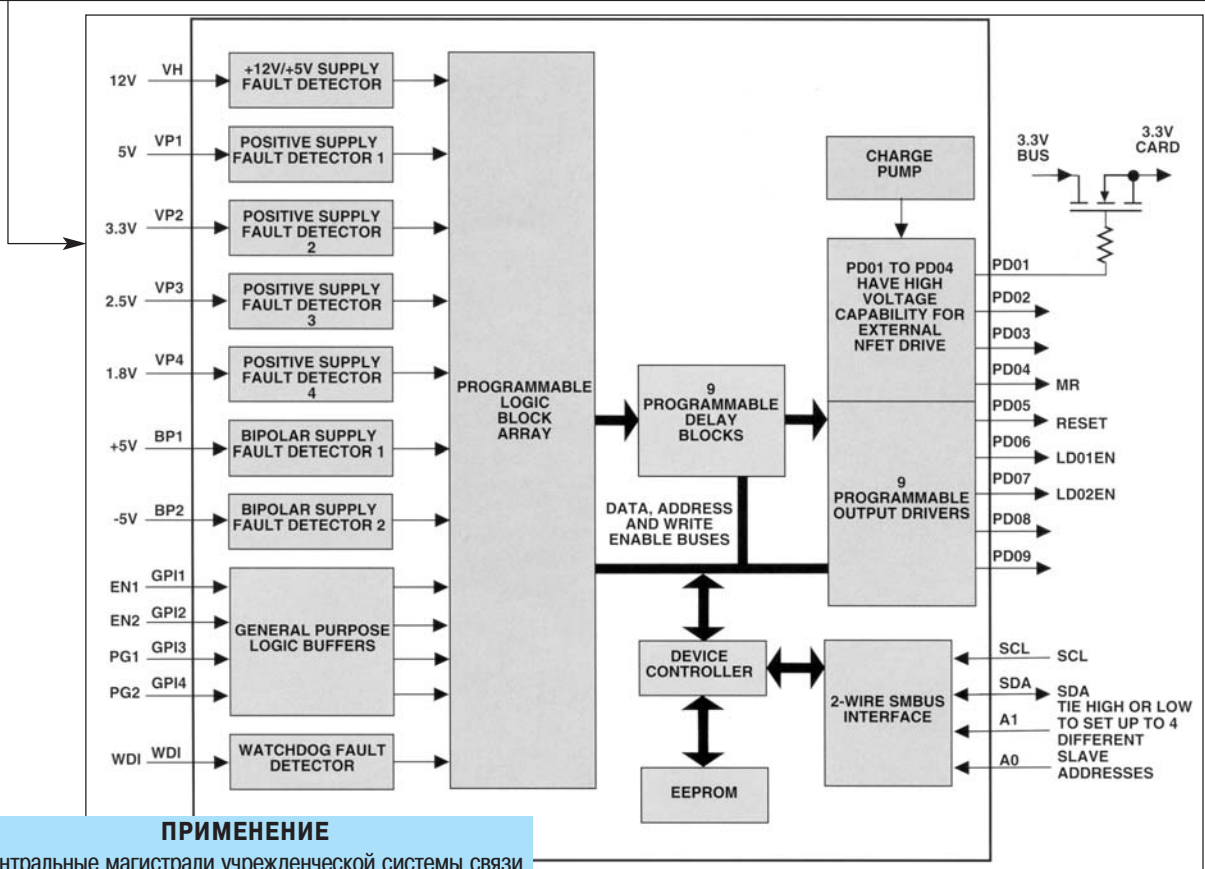
## ADM1060 – программируемый супервизор источника питания с упорядочением последовательности подключения напряжений питания

ИМС ADM1060 представляет собой программируемый супервизор источника питания, предназначенный для коммуникационного оборудования. ADM1060 позволяет следить за состоянием семи мощных и четырех логических выходов, а также за одним входом сторожевого таймера. Комбинация аппаратной и программной задержек позволяет упорядочить состояние по девяти выходам при любой комбинации событий на входе. Девять выходных драйверов могут быть запрограммированы для выполнения различных режимов работы. ИМС подсоединяется к двухпроводному SMBus интерфейсу. Заданная конфигурация ADM1060 хранится во встроенной EEPROM-памяти.

- обнаружение отказов по семи независимым цепям питания:
  - одно напряжение питания не менее 14.4 В
  - два положительных напряжения питания не менее 6 В
  - два двухполярных напряжения питания в диапазоне от 6 до -6 В
- обнаружитель отказов сторожевого таймера с регулируемой задержкой

- четыре логических входа общего назначения
- блок программируемой комбинаторной логики
- программируемая задержка для упорядочения состояния выходов
- девять выходных драйверов с программируемыми режимами работы:
  - драйверы с открытым стоком (необходим внешний резистор)
  - драйверы с открытым стоком

- и повышением напряжения до уровня источника питания
- режим быстрого повышения выходного напряжения до уровня источника питания
- формирование четырех выходных напряжений высокого уровня для управления внешними N-канальными полевыми транзисторами
- EEPROM-память объемом 512 байт
- промышленный интерфейс типа SMBus



### ПРИМЕНЕНИЕ

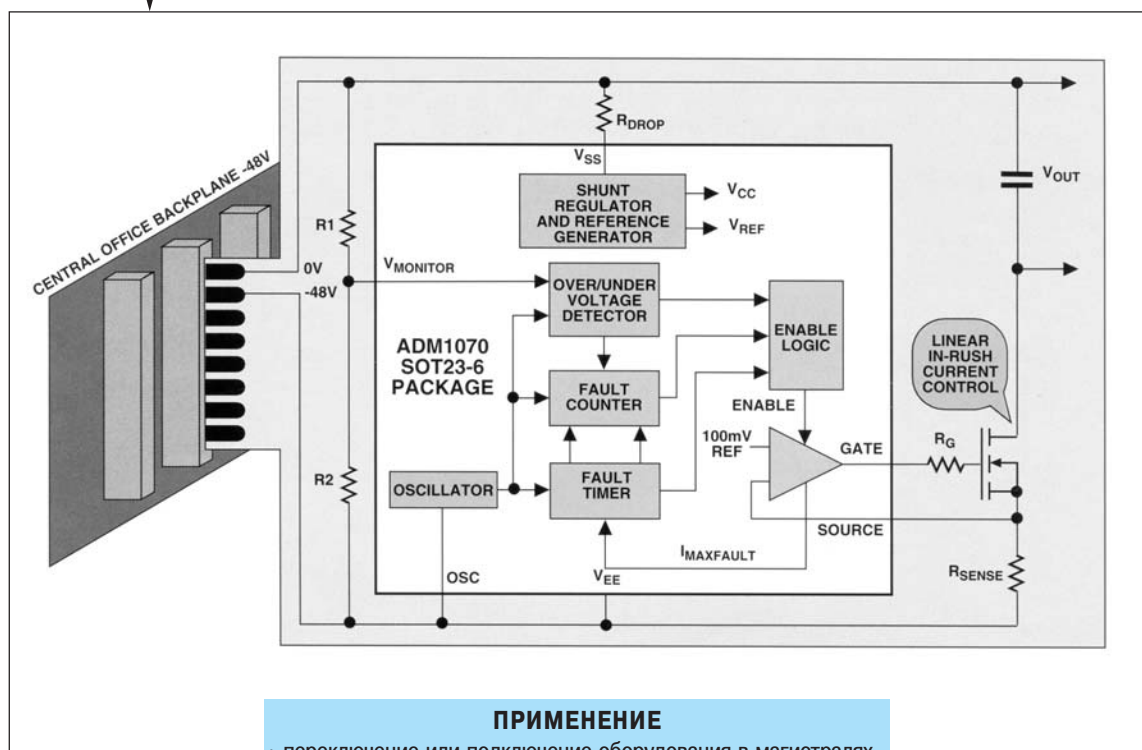
- центральные магистрали учрежденческой системы связи
- серверы
- информационные сетевые инфраструктуры для офисов
- высокочастотные системные карты с большим числом уровней напряжения



## ADM1070 – миниатюрный контроллер с линейным ограничением по току для "горячего" подключения периферийного оборудования

ИМС ADM1070 представляет собой контроллер для "горячего" подключения периферийного оборудования к центральной магистрали учрежденческой системы связи. Магистральный уровень подключаемого напряжения -48 В. Миниатюрный корпус контроллера типа SOT-23 занимает на 25 % меньше площади на поверхности печатной платы, чем корпус типа SOIC-8. Контроллер ADM1070 предназначен для линейного управления током и защиты источника питания от пусковых токов и КЗ. Кроме того, контроллер обеспечивает защиту источника питания от скачков напряжения при установках карты. Ограничение по току обеспечивается при всех видах подключений периферийного оборудования.

- защищает плату от напряжения -48 В при подключении или отключении периферийного оборудования
- наличие аварийного сигнала с регулируемой задержкой на выходе открытого стока
- напряжение питания от -36 до -80 В
- программируемое линейное ограничение пускового тока с высокой степенью точности
- программируемая блокировка подключения при превышении заданного уровня тока
- автоматический перезапуск после блокировки
- переход в режим отключения после семи последовательных перезапусков
- установка синхронизации не вызывает осцилляций
- предусмотрен вывод для сигнализации о перенапряжениях или провалах напряжения
- программируемое обнаружение перенапряжений или провалов напряжений
- корпус типа 6-SOT-23

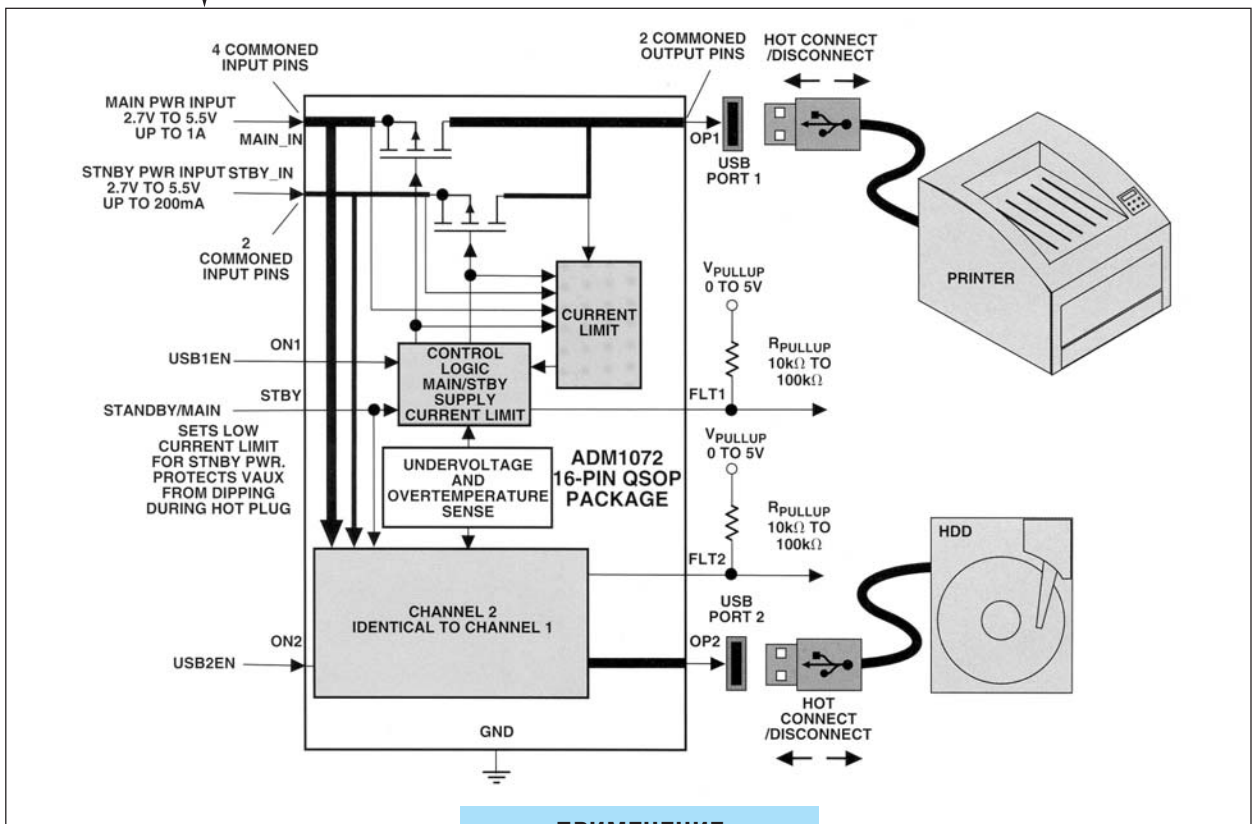


- переключение или подключение оборудования в магистралях учрежденческой системы связи
- распределенные системы питания
- управление отрицательными уровнями напряжения питания
- цифровые абонентские линии связи и сети на их основе

## ADM1072 – двухканальный USB-контроллер для управления питанием

ИМС ADM1072 представляет собой двухканальный USB-контроллер для управления питанием и предназначен для использования в материнских платах. Управляет режимом полной мощности и режимом покоя. Тип шины – USB 2.0. Контроллер позволяет коммутировать токи в цепях питания одновременно по двум портам USB-шины. Имеет раздельное управление по входам ON1 и ON2 как для подтверждения, так и блокировки сопряжения. Защищает источник питания от перегрузок по току и перенапряжения при подключении периферийного оборудования к USB-шине. Уровень ограничения тока по основному входу составляет 500 мА, в режиме покоя – 100 мА. Более низкий уровень ограничения тока в режиме покоя позволяет защитить память при "горячем" подключении. Наличие аварийного сигнала на входах с открытым стоком свидетельствует о режиме ограничения по току.

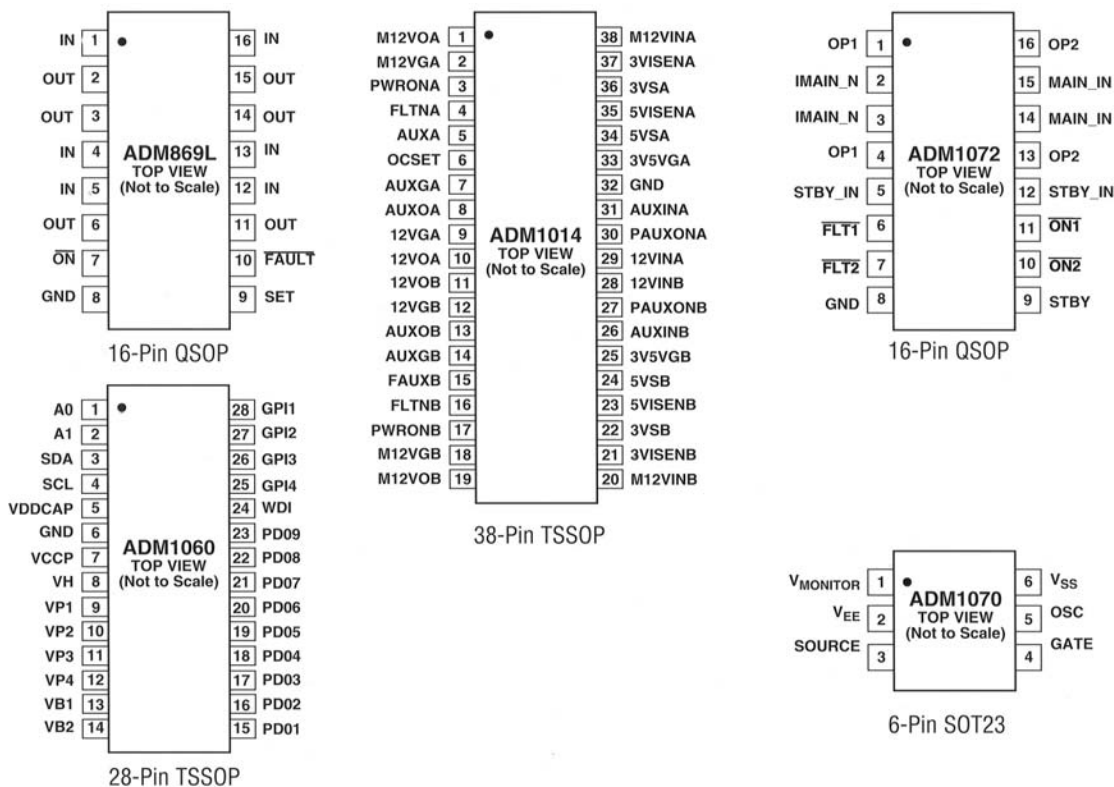
- ток нагрузки 100 мА
- сопротивление ключа в замкнутом состоянии 135 мОм
- режим ограничения с переключением источника тока
- ток потребления 50 мкА
- ток потребления в режиме отключения 10 нА
- ток утечки разомкнутого ключа 40 нА
- предусмотрена защита от КЗ
- предусмотрено отключение питания при нарушении температурного режима
- наличие аварийного сигнала
- тип корпуса QSOP-16



### ПРИМЕНЕНИЕ

- настольные компьютеры
- портативные компьютеры
- ноутбуки
- переносные портативные приборы
- оборудование с USB-шиной

## Расположение и обозначение выводов



Основные особенности ИМС для "горячего" подключения периферийного оборудования			
Тип ИМС	Число выводов	Число контроллеров	Основное назначение
ADM869L	16	1	USB
ADM1014	38	10	PCI
ADM1060	28	9	учрежденческие сети
ADM1070	6	1	учрежденческие сети
ADM1072	16	2	USB

## Информационные бюллетени фирмы Analog Devices

• АЦП • ЦАП • Усилители • Схемы управления электропитанием • Оптические сети • Телекоммуникации •

## Центральный офис

One Technology Way  
P.O. Box 9106  
Norwood,  
MA 02062-9106 U.S.A.  
Тел.: +1 781 329 4700  
(1 800 262 5643,  
только для США)  
Факс: +1 781 326 8703  
Интернет:  
<http://www.analog.com>

## Офис в Германии

Am Westpark 1 - 3  
D-81373 München  
Germany  
Тел.: +89 76903-0  
Факс: +89 76903-157  
Интернет:  
<http://www.analog.com>

## Офис в Австрии

Breitenfurter Strabe 415  
1230 Wien  
Austria  
Тел.: +43-1-8885504-76  
Факс: +43-1-8885504-85  
Интернет:  
<http://www.analog.com>

Дистрибьютор  
в Украине VD MAIS

ул. Жиланская, 29  
а/я 942, Киев 01033  
Украина  
Тел.: +380 44-227-2262  
Факс: +380 44-227-3668  
E-mail:  
[info@vdm.kiev.ua](mailto:info@vdm.kiev.ua)  
Интернет:  
<http://www.vdm.kiev.ua>

## МАЛОМОЩНЫЕ НИЗКОВОЛЬТНЫЕ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ С КПД 90 % \*

Известная во всем мире фирма Astec Power и фирма Recomatic – производители широкого класса DC/DC-преобразователей, пользующихся большим спросом и в Украине, – анонсировали выход на рынок новых серий низковольтных DC/DC-преобразователей. Основные характеристики преобразователей новых серий (APC08 и AEQ15 фирмы ASTEC и RSZ фирмы RECOM) приведены в статье.

Г. Местечкина

Повышение экономичности современных электронных и электротехнических устройств обусловлено требованием времени, особенно актуальным для устройств с автономным питанием (в основном, от низковольтных батарей и аккумуляторов). В этой связи перед разработчиками электронных компонентов и устройств была поставлена задача перехода на пониженные напряжения питания. Успешное решение этой задачи привело к необходимости создания DC/DC-преобразователей с низкими выходными напряжениями для обеспечения электропитания этих устройств.

Важным достоинством описываемых преобразователей является широкий диапазон входных напряжений, что обеспечивает возможность их использования при питании от батарей или аккумуляторов, выходное напряжение которых изменяется в больших пределах. Высокий КПД преобразователей серий APC08 и AEQ15 (до 90 %, в то время, как его величина в мало-мощных низковольтных источниках не превышает 70 %) обеспечивает продление срока эксплуатации батарейных первичных источников и повышение экономичности систем, в которых эти DC/DC-преобразователи применяются. Основные технические характеристики и выходные параметры преобразова-

телей серий APC08 и AEQ15 приведены в табл. 1 и 2.

Возможность выбора необходимого выходного напряжения преобразователя обеспечивается наличием в каждой из серий ряда напряжений (от 0.9 до 3.0 В для APC08 и от 1.5 до 5.0 В для AEQ15). В то время как преобразователи серии APC08 имеют одно выходное напряжение, источники



Преобразователь серии APC08



Преобразователь серии AEQ15

Таблица 1. Основные технические характеристики DC/DC-преобразователей серий APC08 и AEQ15

Параметры	APC08	AEQ15
<b>Вход</b>		
Диапазон входных напряжений, В	1.8-6 и 5-13	36-75
КПД, %	до 90 (3.3 В)	до 90 (5.0/3.3 В, 6.0/9.0 А)
Управление включением	TTL-уровень ("1" или "0" по заказу)	
<b>Выход</b>		
Выходная мощность, Вт	25	60
Диапазон выходных напряжений, В	0.9-3.6	1.5-5.0
Стабильность выходного напряжения при изменении входного напряж., нагрузки, температуры, %	<3	$\pm 4/\pm 3 U_n$ (5.0/3.3 В) $\pm 1 U_n$ (3.3/2.5/1.8 В)
Уровень пульсаций и шумов, мВ, макс.	75 (>2.5 В) 50 (<2.5 В)	100 (5.0 В), 80 (3.3 В), 60 (2.5/1.8/1.5 В)
Частота преобразования, кГц	400	300
Регулировка выходного напряжения	программно	90-110 %
Защита от перенапряжения, %	+	130 (5.0 В), 140 (3.3 В), 160 (1.8, 2.5 В)
Защита от перегрузки, А	+	15 (5 В), 19 (3.3/2.5/1.8/1.5 В)
Защита от перегрева, °С	+	110
Диапазон температур, °С: - рабочих - хранения	-40-85 -55-105	-40-100 (для платы) -55-105
Габаритные размеры, мм	33.0×13.5×8.4	58.4×38.1×12.7
Наработка до отказа, ч	1 млн.	
Электромагнитная совместимость	UL, cUL 1950, TUV EN60950	

\* News Release from Astec Power, April 2002.

Таблица 2. Выходные параметры DC/DC-преобразователей серий APC08 и AEQ15

Тип	Входное напряжение, В	Выходное напряжение/макс. ток, В/А	КПД, %
APC08J03/08	(1.8-6.0)/ (5.0-13.0)	0.9/8.0	70
APC08K03/08		1.2/8.0	80
APC08M03/08		1.5/8.0	81
APC08Y03/08		1.8/8.0	82
APC08K03/08		2.5/8.0	86
APC08F03/08		3.3/8.0	89
AEQ15 AF48	36-75	5.0/12.0, 3.3/15.0	90 (5 В/6 А, 3.3 В/9 А)
ALQ15 FG 48 *		3.3/15.0, 2.5/15.0	
ALQ15 FY 48 *		3.3/15.0, 1.8/15.0	
ALQ15 GM 48 *		2.5/15.0, 1.5/15.0	

\* – на стадии подготовки к серийному выпуску.

серии AEQ15 имеют сдвоенный выход, что позволяет выбрать необходимую пользователю пару напряжений. Выходная мощность преобразователей серии APC08 составляет 25 Вт (при максимальном выходном токе нагрузки 8 А, а для источника 0.9 В – 9.5 А), а суммарная выходная мощность обоих источников преобразователей серии AEQ15 – 60 Вт (при максимальном токе источника 5 В – 12 А, а 3.3 В – 15 А).

Широкий диапазон рабочих температур преобразователя серии AEQ15 обеспечивается возможностью его установки на плату устройства с использованием теплоотвода. Выполнение требований стандартов по электромагнитной совместимости обеспечивается выбором соответствующих материалов корпуса. Высокая надежность преобразователей обеих серий (наработка до отказа более 1 млн часов) достигается также благодаря наличию систем защиты от перенапряжения, перегрузки и перегрева, а в преобразователях серии AEQ15 – и системы защиты от снижения входного напряжения за пределы допуска. При устранении причин, вызвавших срабатывание защиты, работоспособность преобразователей автоматически восстанавливается за время не более 500 мкс.



#### Преобразователь серии RSZ

Малые габариты и низкая стоимость преобразователей серий APC08 и AEQ15, возможность их установки непосредственно на печатную плату, в дополнение ко всему вышесказанному, делают спектр их применения достаточно широким. Так, они могут быть использованы в средствах телекоммуникаций, включая беспроводные передатчики, приемники и базовые станции. Возможно применение этих DC/DC-преобразователей и в измерительной аппаратуре, устройствах сети Интернет (таких как концентраторы и роутеры), оборудовании для автоматического тестирования и измерений и многом другом. Кроме того, преобразователи серии APC08 имеют еще два очень важных преимущества: обеспечение точной подстройки программным путем выходного стабилизированного напряжения (выбором сопротивления внешнего резистора) и распределения токовой нагрузки между двумя включенными параллельно источниками.

Известная как производитель микросхем DC/DC-преобразователей фирма Recomatic анонсировала выпуск серии RSZ низковольтных преобразователей с одним выходным напряжением и выходной мощностью 1 Вт в SMD корпусе.

Эти преобразователи могут найти применение в портативных устройствах, для которых низковольтное стабилизированное напряжение питания является критичным. Источники имеют защиту от КЗ и гальваническую развязку между входом и выходом, выдерживающую 2 кВ постоянного напряжения.

Основные технические характеристики преобразователей серии RSZ:

- диапазон входных напряжений, В 5-28
- диапазон выходных напряжений, В 3-14
- максимальное отклонение выходного напряжения от номинального значения, %:
  - при изменении входного напряжения 1
  - при изменении тока нагрузки 1
- защита от КЗ источников с выходным напряжением 3, 3.3, 4.85 и 5 В
- габаритные размеры, мм 15.24×9.3×8.9
- наработка до отказа, ч 0.5 млн
- диапазон рабочих температур, °С от -40 до 71.

Дополнительную информацию о DC/DC-преобразователях фирм Astec Power и Recomatic можно получить в сети Интернет по адресам: <http://www.astecpower.com> и <http://www.recom-international.com>

# ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЩИТЫ УСТРОЙСТВ ПРОВОДНОЙ СВЯЗИ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ И ЭКСТРАТОКОВ

Прибор "ПЛИНТ-1" предназначен для измерения электрических характеристик элементов защиты от перенапряжений и экстратокков при проведении периодических, плановых, приемо-сдаточных испытаний действующих линий связи, вводимых в эксплуатацию и реконструируемых кроссов.

**А. Леонтьев, Г. Александров**

Универсальные возможности микроконвертера ADuC812 позволяют создавать на его основе простые, недорогие и достаточно точные приборы. Основным достоинством ADuC812 является наличие высокоточного многоканального АЦП и двух ЦАП. Наличие процессорного ядра 8051/8052 позволяет реализовать функции управления, простейшей обработки и отображения результатов измерений. На основе этого микроконвертера разработан прибор для измерения характеристик элементов защиты устройств проводной связи от перенапряжений и экстратокков.

Прибор обеспечивает измерение напряжения пробоя газовых разрядников, напряжения срабатывания варисторов, стабилитронов, супрессоров, а также измерение сопротивления, тока и времени срабатывания позисторов. Измерение напряжения пробоя газовых разрядников производится в соответствии с рекомендациями К12 ITU-T, напряжения срабатывания варисторов – К28 ITU-T, параметров позисторов – К30 ITU-T.

Прибор позволяет измерять с погрешностью не более  $\pm 2.5\%$ :

- напряжение срабатывания элементов защиты от перенапряжений в диапазоне (10...800) В положительной и отрицательной полярности
- сопротивление позисторов в диапазоне (2...20) Ом
- ток срабатывания позисторов в диапазоне (40...400) мА
- время срабатывания позисторов в диапазоне (0.1...10) с.

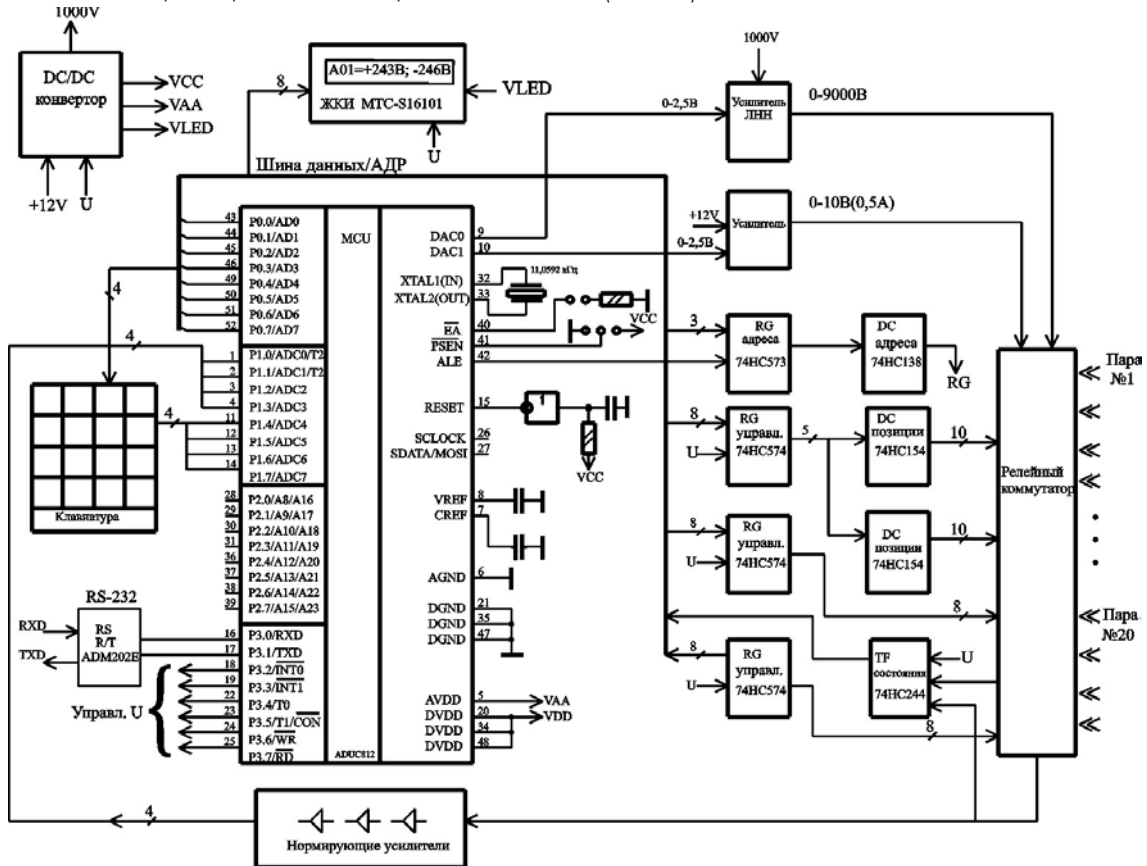


Рис. 1. Структурная схема прибора "ПЛИНТ-1"

Скорость нарастания измерительного напряжения (100 или 1000 В/с) устанавливается с погрешностью  $\pm 2.5\%$ . Количество одновременно проверяемых элементов варьируется в диапазоне от 1 до 20 шт. Режимы измерения: выборочный (одиночный) и комплексный (циклический).

Структурная схема прибора приведена на рис. 1. Управление его работой осуществляется по шине данных/адреса, подключенной к порту P0 микроконвертера. К шине данных подключены ЖК-индикатор со встроенным контроллером, клавиатура, регистры управления и состояния. Выбор регистра осуществляется дешифратором по адресу, записанному по сигналу ALE. Анализ состояния клавиатуры осуществляется по старшему полубайту данных порта P1. Порт P3 используется для связи с COM-портом персонального компьютера, формирования прерываний и сигналов чтения и записи. Для измерений используются аналоговые входы ADC0-ADC3, аналоговые выходы DAC0 и DAC1 – для задания линейно нарастающих напряжений в режимах измерения напряжения и тока срабатывания соответственно. Канал DAC0 используется для измерения сопротивления позисторов, канал DAC1 – для измерения тока срабатывания позисторов, DAC2 – для измерения времени срабатывания



Рис. 2. Внешний вид прибора "ПЛИНТ-1"

позисторов, а DAC3 – для контроля напряжения питания прибора. С помощью релейного коммутатора осуществляется подключение измерительных цепей к любому из двадцати газовых разрядников и позисторов. Прибор имеет режим задания минимальных и максимальных значений измеряемых параметров.

При выходе измеряемых параметров за преде-

лы заданных значений включается звуковая сигнализация и указывается адрес позиции. Наличие режима "тес" позволяет автоматически измерять характеристики магазинов защиты за достаточно короткое время. Внешний вид прибора "ПЛИНТ-1" приведен на рис. 2.

В заключение необходимо отметить, что быстрому освоению микроконвертера ADuC812 и сокращению сроков разработки прибора способствовало использование отладочной системы ADuC812QS Quick Start.

Подробную информацию о приборе можно получить в НПФ "Интегдиф" по тел./факсу: (044) 468-53-27, 468-70-29, e-mail: zagor@integdiff.ru.kiev.ua или сети Интернет: <http://www.integdiff.com.ua>

## Межрегиональная выставка "ЭкспоПромЭнергоМаш-2002"

18-20 СЕНТЯБРЯ

г.Кривой Рог, Дворец Молодежи и Студентов



### Тематика:

Технологии, оборудование, сырье и материалы нового поколения для машиностроения; энергетика, энергоэффективность, энерго-ресурсосберегающие технологии, альтернативные источники энергии; электротехника; системы контроля и управления технологическими процессами; робототехника; станки; металлургическая промышленность; металлообработка; сварочные материалы; технологии и защита окружающей среды; современные технологии и оборудование для переработки и утилизации промышленных и бытовых отходов; обогатительные и горнодобывающие технологии, складские комплексы, подъемно-транспортные устройства и установки

организатор  
выставки



Тел./факс: (0564) 40-08-50, 40-09-09, 44-89-23  
[www.riamost.com.ua](http://www.riamost.com.ua), e-mail: [info@riamost.com.ua](mailto:info@riamost.com.ua)

## МОДУЛЬНАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ФИРМЫ HAMEG \*

Для проведения настройки и испытаний различной радиоэлектронной аппаратуры необходимо использовать целый комплекс измерительных приборов, причем состав необходимого оборудования зависит от многих факторов. Часто габариты и масса испытательного оборудования имеют весьма существенное значение. Универсальная модульная измерительная система Modular System 8000 производства компании Hameg Instruments, благодаря широкому выбору сменных модулей, позволяет решать широкий круг задач в области измерений. При этом габариты и стоимость такой системы существенно ниже, чем при использовании автономных измерительных приборов.

**В. Макаренко**

Модульная измерительная система Modular System 8000 производства компании Hameg Instruments построена на базе универсального блока HM8001-2 и набора сменных модулей. Одновременно в базовый блок может быть установлено два измерительных модуля. Такое построение измерительной системы дает существенную экономию затрат на приобретение необходимого измерительного оборудования и обеспечивает ее малые габариты. Широкий ассортимент вставных модулей позволяет исследовать характеристики различных устройств и производить измерения их параметров. Причем потребитель может приобретать только необходимые ему для работы модули.



**Базовый блок HM8001-2  
измерительной системы**

Пример типичной конфигурации модульной системы: базовый блок HM8001-2, включающий строенный источник питания HM8040; функциональный генератор HM8030-5 и цифровой осциллограф HM407. Такая конфигурация позволяет формировать сигналы различной формы в широком диапазоне частот и контролировать их параметры на входах и выходах исследуемых цепей.

Питание каждого сменного модуля осуществляется от независимого источника. Максимальная выходная мощность системы питания с двумя установленными модулями не превышает 36 Вт. Все источники питания

\* HAMEG® Instruments Catalog 2001/2002.

имеют защиту от короткого замыкания в нагрузке. Мощность, потребляемая каждым сменным модулем системы Modular System 8000, не превышает 12 Вт. Исключение составляет модуль HM8040-2, мощность потребления которого 30 Вт. При использовании этого модуля установка второго модуля в базовый блок недопустима.

На задней стенке базового блока установлены четыре байонетных разъема (BNC), через которые осуществляется подключение входов и выходов сменных модулей. Подключение к системе возможно и через разъемы, установленные на передних панелях сменных модулей.

Основные характеристики базового блока приведены в табл. 1. В базовом блоке установлено три сдвоенных источника питания: 2×8 В переменного тока, 2×5 В и 2×20 В – постоянного тока. Напряжение последнего из них может изменяться программным путем в диапазоне от 5 до 20 В. Включение питания осуществляется выключателем, расположенным на передней панели HM8001-2.

В состав системы могут быть включены следующие сменные модули:

- цифровой мультиметр HM8011-3
- миллиомметр HM8014
- измеритель LC HM8018
- универсальный счетчик HM8021-3
- измеритель нелинейных искажений HM8027
- функциональный генератор HM8030-5
- генераторы гармонических сигналов HM8032 и HM8037
- генератор импульсов HM8035
- строенный источник питания HM8040-2.

**Таблица 1. Основные характеристики базового блока HM8001-2**

Характеристика	Значение
Напряжение и ток на выходе источников питания:	
- переменный ток	2×8 В/0.5 А
- постоянный ток	2×5 В/1.0 А, 2×20 В/0.5 А
Суммарная мощность потребления двух включенных модулей, не более	36 Вт
Максимальная мощность, потребляемая от сети	110 ВА
Напряжение питания	115/230 В ±10 %, 50/60 Гц
Класс безопасности	I (IEC 348)
Габаритные размеры	285×75×365 мм
Масса	4 кг



## Цифровой мультиметр HM8011-3



- погрешность измерения на постоянном токе 0.05 %
- измерение среднеквадратических значений
- максимальное разрешение 10 мкВ, 10 нА, 10 МОм
- входное сопротивление 10 МОм
- максимальный измеряемый ток 20 А
- максимальное измеряемое напряжение 1000 В (DC) и 750 В (AC)
- диапазон частот 20 Гц...20 кГц

Цифровой мультиметр HM8011-3 предназначен для измерения постоянных и переменных напряжений и токов, а также сопротивлений. Результаты измерений отображаются на светодиодном дисплее (4.5 десятичных разряда). Разрешающая способность 10 мкВ, 10 нА и 10 МОм при измерении напряжения, тока и сопротивления соответственно. Выбор пределов измерения осуществляется переключателем барабанного типа, а выбор измеряемой величины – кнопочным переключателем. В мультиметре предусмотрена возможность формирования звукового сигнала при проведении измерений. Прибор имеет встроенную систему защиты от перенапряжений на входе и сохраняет работоспособность при перегрузке до 1000 В на малочувствительных пределах измерения и 350 В – на самых чувствительных пределах. Основные характеристики мультиметра приведены в табл. 2.

Миллиомметр HM8014 позволяет измерять сопротивления в диапазоне значений от 0.1 МОм до 20 кОм. Подключение измеряемого сопротивления к прибору осуществляется по четырехпроводной схеме. Дополнительно предусмотрена возможность проверки полупроводниковых диодов. Измерение сопротивления

## Миллиомметр HM8014



- погрешность измерения 0.25 %
- максимальное разрешение 0.1 МОм
- возможность тестирования диодов
- максимальный измеряемый ток 20 А
- четырехпроводная схема подключения измеряемых сопротивлений

Таблица 2. Основные характеристики мультиметра HM8011-3

Характеристика	Значение
<i>При измерении постоянного напряжения</i>	
Пределы измерения, В	0.2, 2.0, 20, 200, 1000
Разрешающая способность, мВ	0.01, 0.1, 1, 10, 100
Погрешность измерения, %:	
- в диапазоне 2...1000 В	$\pm(0.05_{OV}^{1}) + 0.005_{OR}^{2})$
- в диапазоне 2...200 мВ	$\pm(0.05_{OV}^{1}) + 0.01_{OR}^{2})$
Входное сопротивление, МОм	10
Входная емкость, пФ	70
<i>При измерении постоянного тока</i>	
Пределы измерения, мА	0.2, 2, 20, 200, 2 А, 10 А
Разрешающая способность, мкВ	0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000
Погрешность измерения, %:	
- в диапазоне 0.2...200 мА	$\pm(0.2_{OV}^{1}) + 0.01_{OR}^{2})$
- в диапазоне 0.2...10 А	$\pm(0.3_{OV}^{1}) + 0.01_{OR}^{2})$
<i>При измерении переменного напряжения</i>	
Пределы измерения, В	0.2, 2.0, 20, 200, 750
Разрешающая способность, мВ	0.01, 0.1, 1, 10, 100
Погрешность измерения, %:	
- в диапазоне 0.2...20 В	
40 Гц...10 кГц	$\pm(0.5_{OV}^{1}) + 0.07_{OR}^{2})$
20 Гц...20 кГц	$\pm(1.0_{OV}^{1}) + 0.07_{OR}^{2})$
- в диапазоне 200...750 В	
40...100 Гц	$\pm(0.5_{OV}^{1}) + 0.07_{OR}^{2})$
20...100 Гц	$\pm(1.0_{OV}^{1}) + 0.07_{OR}^{2})$
Входное сопротивление, МОм	10
Входная емкость, пФ	70
<i>При измерении переменного тока</i>	
Пределы измерения, мА	0.2, 2, 20, 200, 2 А, 10 А
Разрешающая способность, мкВ	0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000
Погрешность измерения <sup>3)</sup> , %:	
- в диапазоне 0.2...200 мА	$\pm(0.7_{OV}^{1}) + 0.07_{OR}^{2})$
- в диапазоне 0.2...10 А	$\pm(1.0_{OV}^{1}) + 0.07_{OR}^{2})$
<i>При измерении сопротивления</i>	
Пределы измерения, кОм	0.2, 2, 20, 200, 2 МОм, 20 МОм
Разрешающая способность, Ом	0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000
Погрешность измерения, %	$\pm(0.1_{OV}^{1}) + 0.01_{OR}^{2})$

Примечание: <sup>1)</sup> – OV (Of Value), <sup>2)</sup> – OR (Of Range),

<sup>3)</sup> – в диапазоне частот 40...100 Гц.

может сопровождаться звуковым сигналом, высота тона которого зависит от значения измеряемого сопротивления. Звуковой сигнал может формироваться при отключении и подключении цепей, в которых производится измерение параметров.

Прибор отличается очень низкими значениями тестовых напряжений и токов. При измерении сопротивлений минимальное напряжение, формируемое на выходе миллиомметра, составляет 4 мВ. Ток, протекающий в тестируемой цепи, может колебаться в пределах от 10 мкА до 20 мА (максимум). Испытательное напряжение, формируемое на выходе прибора при проверке диодов, равно 2 В. Испытательный ток через диод задается путем выбора сопротивления резистора, включаемого последовательно с диодом при тестировании. Предусмотрены три варианта сопротивления резистора: 200 Ом, 2 и 20 кОм. При этом через диод протекает ток, не превышающий 20, 2 и 0.2 мА соответственно.

Выходная мощность генератора звукового сигнала 250 мВт. На передней панели прибора расположено гнездо для подключения головных телефонов.

**Измеритель LC HM8018** измеряет в автоматическом режиме индуктивность, емкость и сопротивление элементов, подключаемых к его входам по четырехпроводной схеме. Возможно подключение исследуемых цепей и по двухпроводной схеме. Основная погрешность измерения 0.5 %. Результат измерения отображается на светодиодном дисплее (3.5 десятичных разряда). Измерения производятся дважды в секунду. Частота испытательного сигнала выбирается автоматически.

Прибор HM8018 позволяет измерять параметры цепей по последовательной и параллельной схеме замещения. Погрешность измерения менее 1 %, если угол поворота вектора комплексного сопротивления исследуемой цепи не превышает 45°.

**Измеритель LC HM8018**



- погрешность измерения 0.5 %
- максимальное разрешение 0.1 пФ, 0.1 мкГн, 0.01 Ом
- возможность проведения измерений на частотах 0.16, 1.6 и 16 кГц
- возможность измерения тока утечки электролитических конденсаторов
- четырехпроводная схема подключения измеряемых элементов

Диапазоны измеряемых величин:  
L – 20 мкГн...200 Гн, C – 200 пФ...200 мкФ,  
R – 20 Ом...200 кОм.

Максимальное измерительное напряжение 1 В, максимальный ток в исследуемой цепи 36 мА, максимальная мощность, рассеиваемая в измерительной цепи, не превышает 3.2 мВт. Входные цепи имеют встроенную защиту от коротких замыканий и от перенапряжений до 100 В в течение короткого времени. Энергия импульса перегрузки не должна превышать 10 мДж. Напряжение поляризации при измерении емкостей конденсаторов составляет 2 В.

**Универсальный счетчик HM8021-3**



- измерение частоты, периода, длительности и количества импульсов
- чувствительность 20 мВ
- восьмиразрядный цифровой дисплей
- нестабильность частоты температурно-компенсированного кварцевого генератора

**Таблица 3. Основные характеристики универсального счетчика HM8021-3**

Характеристика	Значение
<i>Характеристики по входу А</i>	
Измеряемые параметры	частота, период, длительность и количество импульсов
Диапазон частот:	
- закрытый вход	10 Гц...150 МГц
- открытый вход	0 Гц...150 МГц
Диапазон измерения периода	66.6 нс...10 000 с
Чувствительность:	
- в диапазоне 0...80 МГц	20 мВ (80 мВ, импульс)
- в диапазоне 80...150 МГц	60 мВ
Входное сопротивление/емкость	1 МОм/40 пФ
Минимальная длительность измеряемых импульсов	5 нс
<i>Характеристики по входу С</i>	
Диапазон частот	0.1...1.6 ГГц
Чувствительность:	
- в диапазоне 0.1...1.3 ГГц	30 мВ
- в диапазоне 1.3...1.6 ГГц	100 мВ
Входное сопротивление	50 Ом
Макс. входное напряжение	5 В

**Универсальный счетчик НМ8021-3** позволяет измерять частоту исследуемых сигналов в диапазоне от постоянного тока до 1.6 ГГц. Кроме частоты прибор измеряет период, количество и длительность импульсов положительной и отрицательной полярностей.

Использование микроконтроллера для управления всеми режимами работы и обработки результатов измерения расширяет функциональные возможности прибора. Например, обеспечивает автоматический выбор чувствительности прибора. Высокая точность измерений сохраняется в широком диапазоне температур, благодаря применению температурно-компенсированного кварцевого генератора.

Основные характеристики счетчика НМ8021-3 приведены в табл. 3.

#### Измеритель коэффициента нелинейных искажений НМ8027



- диапазон частот 20 Гц...20 кГц
- разрешающая способность 0.01 %
- трехразрядный цифровой дисплей
- автоматическая подстройка частоты
- наличие выхода для подключения анализатора спектра

**Измеритель коэффициента нелинейных искажений НМ8027** позволяет измерять коэффициент гармоник сигналов в диапазоне звуковых частот 20 Гц...20 кГц. Величина собственных нелинейных искажений анализирующей части прибора не превышает 0.005 %. Разрешающая способность 0.01 %. В приборе предусмотрен выход для подключения внешнего анализатора спектра, что дает возможность проводить анализ состава гармоник исследуемого сигнала. Весь частотный диапазон разбит на три поддиапазона. Выбор поддиапазона осуществляется кнопочным переключателем. Чувствительность измерителя регулируется в пределах 0...30 дБ: дискретно ступенями по 10 дБ и плавно. Диапазон входных напряжений 0.3...50 В, входное сопротивление 100 кОм. Для ослабления помех промышленной частоты предусмотрен фильтр верхних частот с частотой среза 1 кГц (12 дБ/октава).

**Функциональный генератор НМ8030-5** формирует четыре вида сигналов: гармонический, прямоугольный, треугольный и постоянное напряжение. К дополнительным функциям генератора можно отнести возможность качания частоты (частотной модуляции) от внутреннего или внешнего генератора и введение постоянного смещения в выходной сигнал. Диапазон частот

#### Функциональный генератор НМ8030-5



- диапазон частот выходных сигналов 0.05 Гц...5 МГц
- гармонический, прямоугольный, треугольный сигналы
- качание частоты от внутреннего или внешнего генератора модулирующего сигнала
- время нарастания фронта прямоугольного сигнала не более 15 нс
- наличие выхода сигнала синхронизации
- коэффициент нелинейных искажений гармонического сигнала в диапазоне частот до 100 кГц <0.5 %

формируемых сигналов 0.05 Гц...5 МГц. Весь диапазон частот разбит на восемь поддиапазонов. Нестабильность частоты не превышает 0.5 % за час и 0.8 % за день. Основные характеристики функционального генератора приведены в табл. 4.

В генераторе предусмотрена защита выхода от короткого замыкания в нагрузку. Регулировка выходного напряжения ступенчатая (через 20 дБ) и плавная (0...20 дБ).

Сигнал синхронизации (уровень ТТЛ-логики) формируется на отдельном выходе. Вход для подачи внеш-

Таблица 4. Основные характеристики функционального генератора НМ8030-5

Характеристика	Значение
Коэффициент нелинейных искажений гармонического сигнала, не более:	
- в диапазоне 0.05 Гц...100 кГц	0.5 %
- в диапазоне 0.1...0.5 МГц	1.5 %
- в диапазоне 0.5...5 МГц	3.0 %
Время нарастания сигнала прямоугольной формы	15 нс
Выброс на вершине прямоугольного сигнала, не более	5.0 %
Коэффициент нелинейности треугольного напряжения в диапазоне частот до 100 кГц	<1.0 %
Выходное сопротивление	50 Ом
Выходное напряжение:	
- на нагрузке 50 Ом	±2.5 В
- на холостом ходу	±5.0 В
Диапазон регулировки выходного напряжения	60 дБ
Неравномерность уровня выходного напряжения:	
- в диапазоне 0.05 Гц...0.5 МГц	0.2 дБ
- в диапазоне 0.5...5 МГц	0.5 дБ

него модулирующего напряжения имеет входное сопротивление  $6 \text{ кОм}/25 \text{ пФ}$ . Максимальный диапазон качания частоты от внешнего и внутреннего источников модулирующего сигнала 1:100. Скорость перестройки частоты при внешней модуляции определяется

параметрами внешнего генератора. При формировании сигнала качающейся частоты от встроенного модулирующего генератора время качания может регулироваться в пределах от 20 мс до 15 с.

**Генератор гармонических сигналов HM8032**



- диапазон частот выходного сигнала 20 Гц...20 МГц
- коэффициент гармоник в диапазоне частот 20 Гц...500 кГц не более 0.2 %
- выходное напряжение на нагрузке 50 Ом 1.5 В
- переключаемое выходное сопротивление 50/600 Ом
- цифровой отсчет выходной частоты
- неравномерность АЧХ выходного напряжения во всем диапазоне частот не более 0.2 дБ

**Генератор гармонических сигналов HM8037**



- диапазон частот выходного сигнала 5 Гц...50 кГц
- коэффициент гармоник в диапазоне частот 20 Гц...10 кГц не более 0.01 %
- выходное напряжение 1.5 В на нагрузке 600 Ом
- выходное сопротивление 600 Ом
- цифровой отсчет выходной частоты
- неравномерность АЧХ выходного напряжения во всем диапазоне частот не более 0.2 дБ

**Генератор импульсов HM8035**



- диапазон частот выходного сигнала 2 Гц...20 МГц
- длительность выходных импульсов 20 нс...200 мс
- длительность фронта < 3 нс
- выходные импульсы положительной и отрицательной полярности
- выходное сопротивление 50 Ом
- амплитуда импульсов на нагрузке 50 Ом не менее 1.9 В

**Генератор гармонических сигналов HM8032** предназначен для формирования испытательных сигналов с малыми нелинейными искажениями в широком диапазоне частот, что позволяет использовать его для настройки и испытаний видео- и звукотехнической аппаратуры. Возможность переключения выходного сопротивления генератора (50 или 600 Ом) расширяет функциональные возможности прибора. Генератор имеет защиту от короткого замыкания в нагрузке.

**Таблица 5. Основные характеристики генератора гармонических сигналов HM8032**

Характеристика	Значение
Диапазон частот выходного сигнала	20 Гц...20 МГц
Коэффициент нелинейных искажений, не более:	
- в диапазоне 20 Гц...500 кГц	0.2 %
- в диапазоне 0.5...1.0 МГц	1.0 %
- в диапазоне 1.0...20 МГц	2.5 %
Выходное сопротивление	50/600 Ом
Выходное напряжение при $R_{\text{вых}} = 50 \text{ Ом}$ :	
- на нагрузке 50 Ом	$\pm 1.5 \text{ В}$
- на холостом ходу	$\pm 3.0 \text{ В}$
Диапазон регулировки выходного напряжения	60 дБ
Неравномерность уровня выходного напряжения:	
- в диапазоне 20 Гц...2 МГц	$\pm 0.5 \text{ дБ}$
- в диапазоне 2...20 МГц	$\pm 1.0 \text{ дБ}$

Уровень напряжения на выходе регулируется ступенчато с дискретностью 10 дБ в диапазоне 0...-50 дБ и плавно – 0...-10 дБ. Характеристики генератора приведены в табл. 5.

Весь диапазон частот разбит на шесть поддиапазонов. Внутри поддиапазона перестройка частоты плавная. Дрейф частоты за 8 часов работы в диапазоне частот до 20 МГц не превышает 0.3 %, в диапазоне частот 0.2...2 МГц – 0.05 %. Значение частоты выходного сигнала отображается на четырехразрядном цифровом индикаторе.

**Генератор гармонических сигналов HM8037** предназначен для настройки низкочастотной аппаратуры и формирования сигналов в диапазоне частот 5 Гц...50 кГц. Коэффициент гармоник в диапазоне частот 20 Гц...10 кГц не превышает 0.01 %, 10...20 кГц – 0.03 % и 20...50 кГц – 0.05 %. Выходное сопротивление генератора 600 Ом. На согласованной нагрузке максимальная величина среднеквадратического значения выходного напряжения составляет 1.5 В.

**Генератор импульсов HM8035** формирует прямоугольные импульсы положительной и отрицательной полярности в диапазоне частот от 2 Гц до 20 МГц. Длительность фронта и спада формируемых импульсов не более 3 нс (типичное значение 2 нс). Регулировка длительности импульсов в пределах 20 нс...200 мс осуществляется дискретно с плавной подстройкой внутри поддиапазона.

Для синхронизации частоты генератора предусмотрен вход для подключения внешнего генератора импульсов. Максимальное напряжение на входе синхронизации  $\pm 30$  В. Частота внешнего сигнала синхронизации 0...20 МГц, минимальная длительность импульсов 20 нс. Для синхронизации осциллографов либо других приборов предусмотрен выход сигнала синхронизации с уровнями ТТЛ.

Выходной сигнал может сниматься с каждого из двух или с двух выходов одновременно. Оба выхода имеют встроенную защиту от короткого замыкания. Выходное сопротивление 50 Ом. Напряжение на каждом выходе генератора регулируется в пределах 2...5 В.

*Строенный источник питания HM8040-2*



- три независимых источника питания  
2x(0...20) В, 0.5 А; 5 В, 1.0 А
- цифровая индикация тока и напряжения
- регулируемое ограничение тока
- возможность параллельного и последовательного включения источников

**Строенный источник питания HM8040-2** содержит три независимых источника напряжения: два с регулируемым в диапазоне 0...20 В напряжением (0.5 А) и один – 5 В/1 А. Предусмотрена возможность включения источников параллельно и последовательно. Во всех источниках предусмотрена регулировка максимального значения выходного тока. Выходное напряжение и ток каждого из источников контролируются с помощью цифрового индикатора.

Внутреннее сопротивление источников с максимальным напряжением 20 В не более 0.015 Ом (типичное значение 0.007 Ом). Напряжение шумов и пульсаций на выходе не более 1 мВ.

В источнике напряжением 5 В предусмотрена подстройка выходного напряжения в пределах  $\pm 0.5$  В относительно номинального значения, выходное сопротивление  $\leq 0.05$  Ом. Температурный коэффициент напряжения каждого из источников  $\leq 0.1$  %/°С.

Дополнительную информацию об измерительной системе HAMEG можно получить в офисе VD MAIS.

**19-21**  
ВЕРЕСНЯ

СПЕЦИАЛИЗОВАНА ВИСТАВКА  
**ЕНЕРГОПРОГРЕС**

Виставочний Центр (універмаг "Київ")

**Тематика виставки:**

- Енергетика (обладнання та пристрої)
- Прилади та системи обліку використаної енергії
- Контрольно-вимірювальні прилади
- Енергозберігаючі технології
- Автономні системи опалення
- Енергоменеджмент і енергоаудит
- Системи екологічного контролю
- Нетрадиційні джерела енергозбереження

Україна, 40030, м. Суми, вул. Кооперативна, 1  
тел.: (0542) 371-200, 214-191,  
тел./факс: (0542) 371-201, 214-114  
e-mail: expo@ukrrosmetall.com.ua  
http: www.expocenter.sumy.ua

**2-4**  
ОКТЯБРЯ

СПЕЦИАЛИЗОВАНА ВИСТАВКА  
**ЛИДЕРЫ**  
**МАШИНОСТРОЕНИЯ 2002**

**РАЗДЕЛЫ:**

- Тяжелое и транспортное машиностроение
- Электротехническая промышленность и приборостроение
- Станки и оборудование
- Гидравлика и пневматика
- Экологические аспекты в машиностроении
- Инструмент и оснастка
- Новые технологии в машиностроении

В рамках выставки будет проведена научно-практическая конференция "Современный уровень развития насосного и компрессорного машиностроения в Украине"

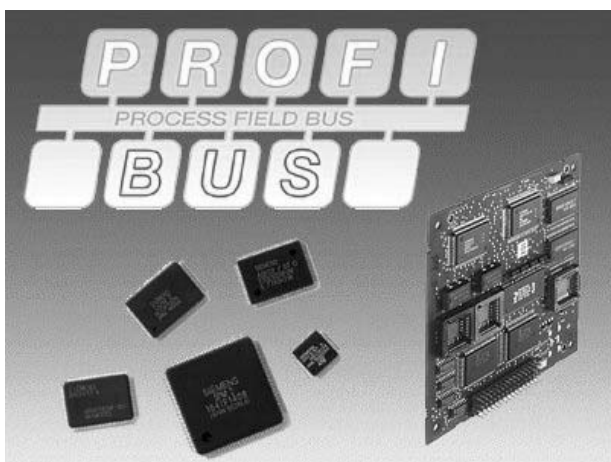
Украина, 40030, г. Сумы, ул. Кооперативная, 1  
тел.: (0542) 371-200, 214-191,  
тел./факс: (0542) 371-201, 214-114  
e-mail: expo@ukrrosmetall.com.ua  
http: www.expocenter.sumy.ua

Виставочний Центр (універмаг "Київ")

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ PROFIBUS

*Должное функционирование промышленных систем автоматизации на сегодняшний день зависит не только от характеристик используемых программируемых логических контроллеров, но также в большой степени определяется окружением, в которое кроме средств визуализации, управления и контроля входит высокопроизводительная коммуникационная система. В этом качестве хорошо зарекомендовала себя шинная система PROFIBUS.*

*П. Горбатенко, ИТЦ "Сименс-Украина", г. Донецк*



PROFIBUS – это шина, разработанная на основе стандарта EN 50170, служащая для построения сетей, объединяющих многие станции и "полевые" устройства. В ней использован метод master-slave доступа к шине и обеспечивается открытость для присоединения компонентов различных производителей, разработанных в соответствии со стандартом.

Сеть PROFIBUS поддерживает различные интерфейсы обмена данными, среди которых наиболее известны FDL и FMS, предназначенные для коммуникации интеллектуальных сетевых устройств (в первую очередь программируемых контроллеров, персональных компьютеров), а также DP и PA, предназначенные для связи последних с устройствами децентрализованной периферии.

Конфигурирование, запуск и устранение проблем может быть произведено в любой точке сети. Это позволяет делать свободный, максимально гибкий выбор коммуникационных соединений, простой и быстрый ввод их в эксплуатацию и очень простое их модифицирование.

Разработка новых устройств, поддерживающих

связь по шине PROFIBUS, в последнее время также не является проблемой – крупные фирмы-производители электронных компонентов и систем выпускают элементную базу и инструментарий для разработки, а также компоненты для интеграции в сеть PROFIBUS готовых устройств.

Так фирма Siemens AG производит и реализует специализированные интегральные микросхемы для PROFIBUS-DP, интерфейсные модули для подключения к PROFIBUS, пакеты разработки аппаратных и программных приложений для сети PROFIBUS.

### Специализированные интегральные микросхемы для PROFIBUS-DP (PROFIBUS-DP ASICs)

Специализированные интегральные микросхемы для шины PROFIBUS-DP дают возможность изготовителям устройств достаточно просто подключать их к шине PROFIBUS.

В каждом случае возможно использование скорости передачи до 12 Мбит/с.

Для различных функциональных требований и областей применения выпускаются следующие микросхемы:

- для применения в качестве master-устройств:
  - ASPC 2 для PROFIBUS-DP и -FMS, с аппаратным доступом к шине
- для интеллектуальных slave-устройств:
  - SPC 3 для PROFIBUS-DP, с аппаратным доступом к шине
  - DPC 31 для PROFIBUS-DP и PROFIBUS-PA, со встроенным ядром 8031-Core
  - SPC 4-2 для PROFIBUS-DP, PROFIBUS-FMS и PROFIBUS-PA (внутренне безопасной зоны), с аппаратным доступом к шине
- для подключения к системам повышенной безопасности:
  - SIM 1 для физического подсоединения блока доступа Medium Attachment Unit к "полевой" шине повышенной безопасности (совместно с SPC 4-2 или DPC 31)
- для простых slave-устройств:
  - SPM 2, имеющий 64-разрядный вход/выход
  - LSPM 2, имеющий 32-разрядный вход/выход для малабаритных устройств
- для подключения к волоконно-оптическим линиям:
  - блок FOCSI для электрической обработки принимаемых и подлежащих передаче сигналов. Блок берет на себя чисто электрическое восстановление (согласование во времени/повторный запуск) оптически передаваемых сигналов.

### Интерфейсные модули

Интерфейсные модули PROFIBUS-DP обеспечивают простое подключение устройств к шине

PROFIBUS DP. Они основываются на описанных специализированных интегральных микросхемах фирмы Siemens AG. Интерфейсные модули могут использоваться для скорости передачи до 12 Мбит/с.

Для различных функциональных требований и областей применения имеются в распоряжении различные интерфейсные модули:

- для master-устройств:
  - IM 180 для подключения периферийного устройства к PROFIBUS-DP в качестве ведущего master-устройства
  - несущая плата IM 181 для адаптации IM 180 к шине ISA ПК
- для slave-устройств:
  - подчиненная плата IM 182-1 для подключения AT-совместимых ПК в качестве slave-устройств DP
  - IM 183-1 для подключения к шине PROFIBUS-DP "полевого" устройства
  - IM 184 для подключения к PROFIBUS-DP простого "полевого" устройства.

#### Пакеты для разработки

С помощью таких пакетов могут разрабатываться и тестироваться аппаратные и программные приложения PROFIBUS с применением различных специализированных интегральных микросхем или интерфейсных модулей PROFIBUS.

Благодаря обширным, согласованным друг с другом, аппаратным и программным компонентам затраты на разработку устройств PROFIBUS существенно сокращаются.

Эти пакеты предоставляют удобную среду разработки для специалистов, имеющих особые требования к аппаратному и программному обеспечению.

При использовании этих пакетов ноу-хау фирмы Siemens, касающиеся шины PROFIBUS, становятся доступными также и другим пользователям. Бригада разработчиков фирмы Siemens помогает советами новым пользователям в их собственных разработках, так как техническая поддержка и консультации являются составной частью этих пакетов.

По окончании разработки устройства могут быть по желанию сертифицированы в профессиональном центре фирмы Siemens, занимающемся сетевыми интерфейсами. Фирма Siemens готова оказать любую поддержку новым пользователям.

#### Пакет для разработки 4 для PROFIBUS-ASIC SPC 3, IM 183-1, IM 184 и IM 180/181

С помощью этого пакета 4 возможна разработка и тестирование приложений, используемых в качестве master- и slave-устройств, для подключения к PROFIBUS-DP.

Используемая аппаратная конфигурация:

- ведущий интерфейсный модуль IM 180 и несущая плата IM 181

- подчиненный интерфейсный модуль IM 181-1 (интеллектуальное slave-устройство с ASIC SPC 3)
- интерфейсный модуль IM 184
- шинный штекер и шинный кабель.

Имеющееся программное обеспечение:

- COM PROFIBUS (для проектирования систем шин или интерфейсного модуля IM 180)
- программное обеспечение для IM 183-1 (оригинальное программное обеспечение для ASIC SPC 3, включая лицензию на разработку)
- программное обеспечение симуляции для тестирования создаваемых систем.

#### Пакет для разработки PROFIBUS-DP/PA

Этот пакет делает возможным построение slave-устройств PROFIBUS с различными стандартами PROFIBUS:

- PROFIBUS-DP-V1 (RS-485)
- PROFIBUS-PA (IEC 1158)
- PROFIBUS, базирующимся на волоконно-оптическом кабеле.

Кроме среды разработки включены примеры реализации приложений при использовании PROFIBUS-ASIC DPC 31 и показано применение ASIC SIM1 в качестве блока доступа к среде передачи данных (Medium Attachment Unit) шины PROFIBUS-PA в соответствии с IEC 1158-2.

Используемая аппаратная конфигурация:

- макетная плата DPC 31 для разработки и тестирования собственных приложений
- коммуникационный процессор CP 5613, который служит главным интерфейсным модулем персонального компьютера (плата PCI)
- оптический шинный терминал для перехода от электрического проводного к волоконно-оптическому кабелю
- готовые кабели PROFIBUS, укомплектованные коннекторами.

Имеющееся программное обеспечение:

- программное обеспечение для тестирования и симуляции, рассчитанное на работу на персональном компьютере в операционной среде Windows NT совместно с коммуникационным процессором CP 5613 в качестве master-модуля
- пример программы для платы DPC 31
- оригинальное программное обеспечение DPC 31 DPV1, включающее лицензию на разработку
- программное обеспечение параметрирования CP 5613 "COM PROFIBUS"
- демонстрационное программное обеспечение PDM (Process Device Manager) для режима PROFIBUS-PA.

Дополнительную информацию о шине PROFIBUS можно получить по тел: (062) 345-1721 или e-mail: pavel.gorbatenko@siemens.donetsk.ua

# ИНТЕРФЕЙСНАЯ МИКРОСХЕМА ДЛЯ СИНУСНО-КОСИНУСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ \*

EN-19500FX – интерфейсная ИМС фирмы Data Device Corporation, предназначенная для совместной работы с синусно-косинусными преобразователями. Кроме интерфейсных функций EN-19500FX выполняет интерполяцию данных с выхода преобразователя и формирует обратную связь по положению в робототехнических комплексах. Особенности этой микросхемы рассмотрены в настоящей публикации.



**В. Романов**

EN-19500FX – недорогая миниатюрная микросхема, отличающаяся высокой точностью и предназначенная для формирования цепи обратной связи по положению в системах управления с использованием синусно-косинусных преобразователей. Типовое применение этой ИМС: роботы, АСУ ТП, системы управления двигателями, станками и т. п.

Особенности EN-19500FX:

- максимальное разрешение 24 разряда
- после фильтрации разрешение 20 разрядов
- выходные цепи:
  - параллельный 32-разрядный порт

- синхронный последовательный порт
- инкрементный выход
- определение абсолютного значения положения
- цифровое определение скорости
- обеспечение совместимости с низковольтными (3.3 В) КМОП-входами/выходами
- тип корпуса SPQF
- невысокая стоимость
- простота применения.

Функциональная схема EN-19500FX приведена на рис. 1. Синусно-косинусный преобразователь сопрягается с EN-19500FX посредством интерфейса RS-485 (Hiperface/EnDAT) и по аналоговым синусно-косинусным каналам.

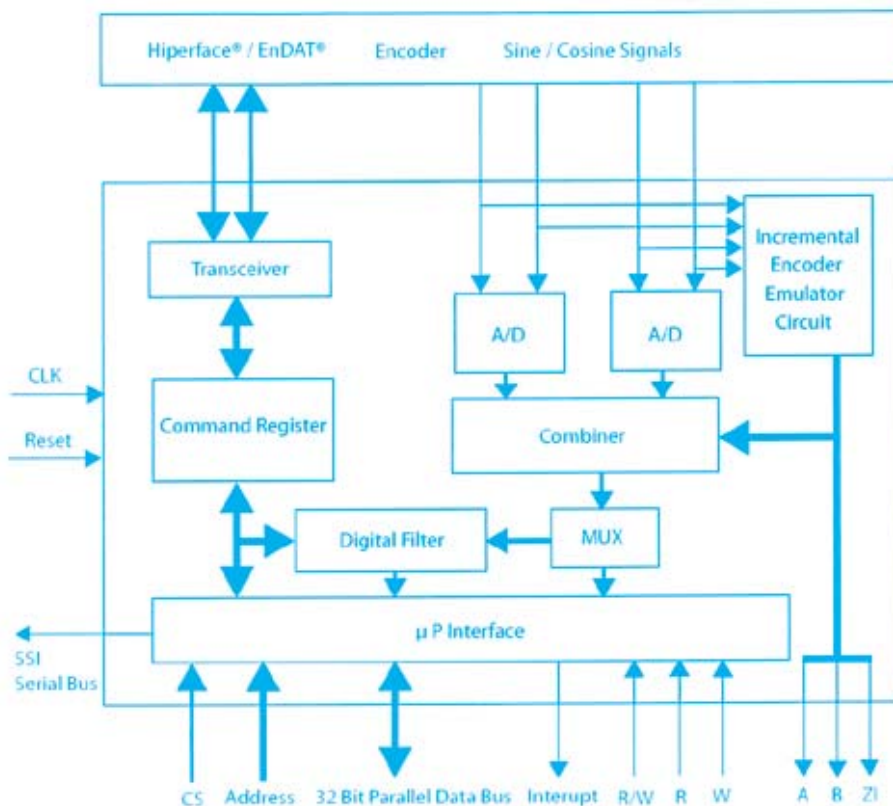


Рис. 1. Функциональная схема EN-19500FX

\* EN-19500FX Sine/Cosine Encoder Interface Devise. – Data Sheet, DDC, 2001.



Микросхема запускается сигналом Reset. Поступающие через интерфейс RS-485 цифровые данные имеют разрешение, эквивалентное 15 разрядам, что обусловлено типом синусно-косинусного преобразователя. В сочетании с инкрементным сигналом, который поступает на дифференциальные входы 12-разрядных АЦП, разрешающая способность определения положения может быть доведена до 24 разрядов. Аналоговый сигнал, снимаемый с выхода синусно-косинусного преобразователя, имеет размах 1 В и сдвинут на величину 2.5 В (рис. 2). EN-19500FX имеет дифференциальные входы для уменьшения влияния синфазной помехи. Синусный и косинусный сигналы, кроме того, используются для формирования инкрементных выходных сигналов A, B и Z1 (рис. 1).

Для определения требуемой точности положения микросхему EN-19500FX необходимо программировать с учетом числа циклов синусно-косинусного преобразователя. По умолчанию это число равно 1024. Пользователь может программно задавать число циклов от 32 до 8192.

Абсолютное значение положения определяется в два этапа. Сначала через интерфейс RS-485 в EN-19500FX поступает цифровое значение положения с точностью до 15 разрядов (грубое значение). Затем определяется цикл аналогового синусно-косинусного сигнала (рис. 3). Преобразование этого сигнала

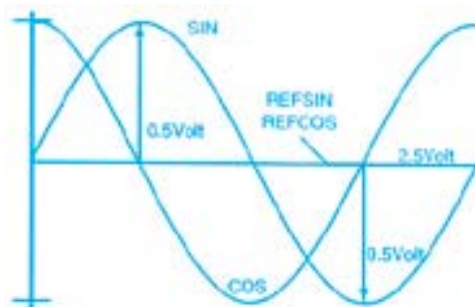


Рис. 2. Входной синусно-косинусный сигнал

ние положения автоматически или по запросу, а также использовать избыточные данные для проверки результата измерения.

В микросхеме EN-19500FX может быть реализован алгоритм цифровой фильтрации для формирования контура обратной связи в системе привода. После цифровой фильтрации 24-разрядного кода сохраняется значение положения с разрешением 20 разрядов.

#### Основные параметры EN-19500FX

Наименование параметра	Значение параметра
Разрешение (в зависимости от типа преобразователя)	14-24 разряда
Точность	16 разрядов
Среднеквадратическое значение входного аналогового сигнала	1 В
Число линий прерывания	8
Максимальная частота обмена данными по последовательному порту	4 МГц
Частота выборки аналогового сигнала	50-500 кГц
Диапазон частот входного сигнала (программируется пользователем)	100-1000 Гц
Скорость слежения	12 000 оборотов/с
Напряжение питания	5.0/3.3 В
Диапазон рабочих температур	-40...55 °С
Габариты	14x14 мм

EN-19500FX может сопрягаться с микроконтроллером посредством 32-разрядной параллельной шины или синхронного последовательного интерфейса. Параллельная шина может иметь формат 8, 16, 24 или 32 разряда, а микроконтроллер или сигнальный процессор подключается к EN-19500FX как к внешней памяти. Данные, которые необходимо передать из микроконтроллера в синусно-косинусный преобразователь, предварительно записываются во внутреннюю FIFO-память приемопередатчика EN-19500FX. Таким же образом происходит считывание данных из преобразователя. Основные параметры EN-19500FX приведены в таблице.

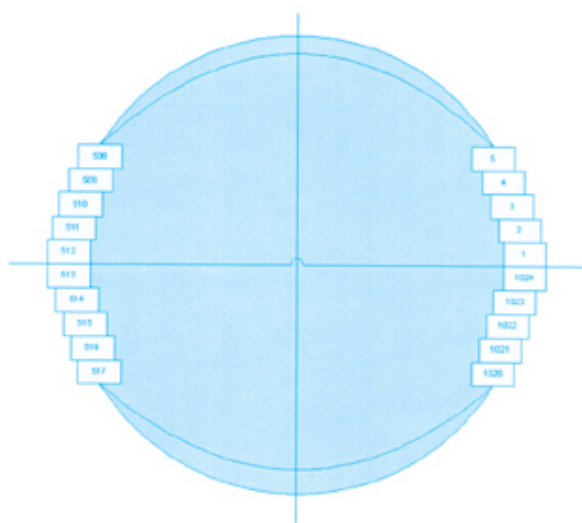


Рис. 3. Синусно-косинусные циклы (диаграмма для преобразователя на 1024 цикла)

## САПР ДЛЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

В статье приведены краткие характеристики наиболее широко распространенных в Украине САПР для радиоэлектроники.

**А. Мельниченко**

### Системы проектирования печатных плат

Этот класс САПР отличается наибольшим разнообразием. Представленные в настоящей статье сквозные системы проектирования позволяют вести разработку проекта от создания принципиальной схемы до генерации файлов управления оборудованием для изготовления фотшаблонов и сверления отверстий. Ниже приведен перечень наиболее распространенных продуктов этого класса [1].

**CircuitMaker 2000** ([www.circuitmaker.com](http://www.circuitmaker.com)). Эта программа предлагается как самое доступное по цене средство проектирования несложных печатных плат. Стандартная версия программы имеет удобный и гибкий редактор схем и программу моделирования. Она позволяет разрабатывать платы, имеющие до шести сигнальных слоев и до двух слоев металлизации.

**Protel 99 SE** ([www.protel.com](http://www.protel.com)) является мощной современной программой для разработки проектов "сверху вниз". В ней использована оригинальная технология хранения проектной информации, позволяющая осуществлять одновременный сетевой доступ различных разработчиков к одним и тем же частям проекта. Иерархия проекта может иметь сколь угодно сложную структуру. Архитектура "клиент-сервер" позволяет пользователям добавлять в систему собственные модули. Возможность работы с различными языками обеспечивается настройками операционной системы Windows. Точность прорисовки примитивов на платах достигает 0.025 мкм, что на два порядка выше, чем в других программах.

**PowerPCB 4.0** ([www.pads.com](http://www.pads.com)) – это новое название программы PADS, разработанной одноименной компанией. Содержит стандартный набор средств проектирования плат. Ее особенностью является тесная интеграция с системой проектирования eProduct Designer компании Innoveda ([www.innoveda.com](http://www.innoveda.com)).

**OrCAD 9.2** ([www.orcad.com](http://www.orcad.com)). Находящийся в этом пакете редактор печатных плат OrCAD Layout имеет три разных конфигурации с различными функциональными возможностями. Проектируемые платы могут содержать до тридцати слоев, из которых шестнадцать – сигнальные. Имеется интерфейс SPECCTRA с программой авторазмещения и автотрассировки. Основным модулем этого пакета является редактор принципиальных схем OrCAD Capture CIS (Component Information System), оснащенный уникальной системой управления базами данных компонентов, обеспечивающей доступ всех пользователей пакета к централизован-

ным базам данных компонентов, находящимся в сети Интернет ([www.spincircuit.com](http://www.spincircuit.com)). Гибкость этой системы позволяет создавать корпоративные базы разрешенных к применению компонентов, работать в локальных сетях, а также автоматизировать процедуру нормоконтроля.

**PCB Design Studio** ([www.pcb.cadence.com](http://www.pcb.cadence.com)). Этот пакет является наиболее мощным и дорогим решением для проектирования плат. Для редактирования печатных плат в нем использована программа Allegro, позволяющая разрабатывать многослойные и высокоскоростные платы с большой плотностью размещения компонентов. Для авторазмещения и автотрассировки служит программный модуль SPECCTRA. Функцию анализа целостности сигналов выполняет поставляемый отдельно модуль SPECCTRAQuest SI. Средством построения проектов невысокой сложности служит программный модуль OrCAD Capture CIS, для сложных проектов используется модуль Concept HDL.

Несмотря на большое разнообразие современных программных продуктов, значительная часть разработчиков использует программы более ранних выпусков. Примером может служить работающая в DOS русифицированная программа P-CAD 4.5 выпуска 1989 г. с обширными графическими библиотеками и драйверами для сопряжения с имеющимся технологическим оборудованием. В течение последующих лет было разработано несколько версий этой программы, после чего в начале 1996 года выпущена программа P-CAD для Windows, получившая название ACCEL EDA, версия 12.0. В конце 1997 года появилась версия 13.0, а в середине 1999 года – версия 15.0. Последняя версия этой программы существует в настоящее время под названием P-CAD 2001.

**P-CAD 2001** ([www.pcad.com](http://www.pcad.com)) – более мощная, но менее гибкая система, которая является логическим продолжением серии продуктов ACCEL EDA [2]. Она имеет много общего с программой Protel 99 SE: идентичность библиотек элементов, модулей моделирования, автотрассировки и анализа целостности сигналов. Между этими программами существует полный двунаправленный транслятор. Для авторазмещения и автотрассировки в ней использован программный модуль SPECCTRA ([www.specctra.com](http://www.specctra.com)).

Программа позволяет выполнять полный цикл проектирования печатных плат, включающий графический ввод схем, перенос их на плату, ручное размещение компонентов, ручную и/или автоматическую трассировку проводников, контроль ошибок и выпуск документации. Точность представления линейных размеров в ней составляет 0.01 мм, угловых – 0.1 градуса. По сравнению с P-CAD для DOS программа P-CAD 2001 имеет следующие преимущества:

- возможность задания разных типов переходных от-

- верстий при переходе проводников от слоя к слою
- возможность автоматической трассировки одной и той же цепи сегментами разной ширины
- более совершенные алгоритмы автотрассировки проводников
- возможность автотрассировки многослойных печатных плат с внутренними слоями металлизации.

Обеспечивается также поддержка различных текстовых форматов описания баз данных, что позволяет обмениваться информацией с такими пакетами, как AutoCAD, OrCAD, Viewlogic, PSpice, P-CAD, Tango.

### Средства анализа электромагнитной совместимости печатных плат

Канадская компания Quantic EMC ([www.quantice-mc.com](http://www.quantice-mc.com)) выпускает систему анализа электромагнитной совместимости печатных плат **Omega PLUS**, которая не является системой проектирования, однако имеет средства импорта проектов из других САПР. Система Omega PLUS позволяет провести анализ целостности сигналов и уровня перекрестных искажений, а также получить спектры излучения платы в заданном диапазоне частот, значения токов в проводниках, интенсивность

## Ведущие производители САПР печатных плат

**Accel Technologies** ([www.acceltech.com](http://www.acceltech.com)) специализируется на разработке САПР для сквозной технологии проектирования печатных плат, включая подготовку, создание и прорисовку электрических схем, компоновку и размещение элементов, трассировку проводников, контроль ошибок и анализ топологии полученных плат, подготовку технологического процесса изготовления, выпуск технической документации на платы и обмен файлами с другими САПР. Компании принадлежат права на систему P-CAD, на базе которой разработаны пакеты Accel EDA, Accel PCB, Tango PCB, Spectra и др.

**Advanced CAM Technologies** ([www.ecam.com](http://www.ecam.com)) – один из лидирующих производителей программ проектирования печатных плат и подготовки их к производству. Входит в состав компании Innoveda.

**Cadence Design Systems** ([www.cadence.com](http://www.cadence.com)) предлагает пользователям самый широкий спектр программных продуктов. В состав компании входит ранее самостоятельная компания OrCAD, продукты которой хорошо известны пользователям. Это программный пакет OrCAD Capture Channel, предназначенный для проектирования и размещения компонентов, OrCAD Express Channel – проектирования устройств и системного проектирования, OrCAD Layout Channel – комплексного проектирования, OrCAD Enterprise Component Information Systems, являющийся информационной системой по компонентам и Dr Spice 2000 A/D – аналого-цифрового моделирования.

**CADint PCB** ([www.cadint.com](http://www.cadint.com)) обеспечивает разработку ПО для систем CAD/CAE и CAM. Программный пакет CADint PCB содержит графический и семантический редакторы, управление библиотеками, трассировку. Поддерживаются многие форматы и процедуры ввода/вывода.

**Innoveda** ([www.innoveda.com](http://www.innoveda.com)) – ведущий поставщик ПО, предлагающий разнообразные средства проектирования.

**Lavenir Technology Inc.** ([www.lavenir.com](http://www.lavenir.com)) – производитель фотоплоттеров и программного обеспечения для подготовки печатных плат к производству.

**Mentor Graphics Group** – крупнейший поставщик программного обеспечения для проектирования плат высшей сложности на платформах UNIX и NT.

**MicroSim** ([www.microsim.com](http://www.microsim.com)) специализируется на разработке полнофункциональных систем проектирования печатных плат; программных продуктов для проектирования элементов, аналогового и цифрового моделирования, оптимизации и трассировки печатных плат. Имеются обширные библиотеки аналоговых и цифровых компонентов.

**Protel International Ltd** ([www.protel.com](http://www.protel.com)) – один из лидирующих производителей программ проектирования электронных устройств. В состав компании входит компания Accel Technologies.

**Quantic EMC Inc.** ([www.quantice-mc.com](http://www.quantice-mc.com)) поставляет систему Omega PLUS для анализа электромагнитной совместимости печатных плат.

**Synopsys** ([www.synopsys.com](http://www.synopsys.com)) выполняет разработку, обеспечивает поддержку и маркетинг систем автоматического моделирования высокого уровня, разработку программ для проектирования интегральных схем и электронных систем. Компания предлагает широкий набор синтезаторов, эмуляторов, тестов и апробированных решений, которые поддерживают Verilog HDL и VHDL.

**Thermal Solutions Inc.** ([www.sauna.com](http://www.sauna.com)) предлагает программу Thermal Solutions для теплового анализа режима работы печатных плат.

**Viewlogic Systems** ([www.viewlogic.com](http://www.viewlogic.com)) выполняет разработку программ для автоматизации проектирования электронных устройств, программ синтеза, эмуляции, анализа, верификации и тестирования интегральных схем и ПЛИС типа PLD, CPLD и FPGA.

**Ziegler-Informatics GmbH** ([www.caddy.de](http://www.caddy.de)) предлагает интегрированную среду CADdy сквозного проектирования печатных плат ([www.caddy.ru](http://www.caddy.ru)).

электрического и магнитного полей над платой.

#### Средства теплового анализа печатных плат

Программа **BETAsoft-Board** ([www.betasoft-thermal.com](http://www.betasoft-thermal.com)) имеет средства импорта проектов и позволяет моделировать тепловые процессы на платах. Могут быть получены температуры отдельных компонентов, температурные карты плат, градиент температур. Программа содержит обширные библиотеки моделей компонентов и материалов. Для анализа тепловых процессов в кристаллах используется программа **BETAsoft-MCM**.

Программа **Sauna** ([www.sauna.com](http://www.sauna.com)) позволяет моделировать тепловые процессы печатных плат, блоков и шкафов. В ней имеется графический редактор для прорисовки конфигурации оборудования. Предусмотрена возможность моделирования тепловых процессов при работе устройств с питанием от внешних источников.

Российская программа **Асоника-Т** также позволяет моделировать тепловые режимы радиоэлектронной аппаратуры. Она содержит базу данных тепловых моделей компонентов с учетом их конструкции и способа монтажа. Можно также задавать внешние граничные условия. Имеется отдельный программный модуль для создания тепловых моделей произвольных систем, определенных на уровне графов.

#### Средства подготовки проекта к производству

Подготовка проекта к производству включает генерацию управляющих файлов для изготовления фотшаблонов, сверления отверстий, автоматического тестирования плат и расстановки компонентов. Обычно средства генерации этих файлов встроены в существующие САПР, однако имеется ряд задач, требующих специальных программных продуктов. Это связано, как правило, с созданием оптимизированных Gerber-файлов для изготовления фотшаблонов.

Простая, но достаточно мощная программа **CAMtastic! 2000** ([www.camtastic.com](http://www.camtastic.com)) поставляется в двух конфигурациях. Более простая из них прилагается в качестве дополнения к программам P-CAD 2001 и

Protel 99 SE.

Более мощная программа **CAM 350** поставлялась ранее (в упрощенной версии) вместе с пакетом ACCEL EDA. Она позволяла загружать проект платы не в виде Gerber-файлов, а в виде файлов pcb, сохраняющих информацию об электрических связях. Используя язык макросов, возможно автоматизировать большинство операций по оптимизации производственных файлов. Следует отметить недостаточную гибкость интерфейса этой программы.

Наиболее мощным и дорогостоящим инструментом обработки Gerber-файлов, настраиваемым под нужды разработчика, является программный пакет **CAMMaster 7.1** компании Lavenir ([www.lavenir.com](http://www.lavenir.com)). Программные продукты этой компании весьма разнообразны и ориентированы на применение фотоплоттеров Pulsar 8000. Все функции пакета CAMMaster 7.1 доступны программно с использованием языка VBA, что позволяет легко приспособить интерфейс к особенностям технологического цикла предприятия. Широкий набор программ различных конфигураций позволяет пользователю сформировать программный пакет, оптимальный по возможностям и цене.

*В заключение можно сказать, что упомянутые выше программные продукты имеют хорошие шансы на распространение на постсоветском пространстве. Широкий выбор программ предлагает электронный магазин [www.edaconnect.com](http://www.edaconnect.com), где можно приобрести лицензионную версию на ограниченный срок по цене, существенно меньшей ее полной стоимости. Более подробную информацию о САПР можно найти в сети Интернет по адресу: [www.rodnik.ru](http://www.rodnik.ru)*

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Потапов Ю. Обзор программных продуктов на рынке EDA-систем. – Журнал "CAD/CAM/CAE Observer", 2001, № 2(3).
2. Разевиг В. Д. Система проектирования печатных плат ACCEL EDA 15 (P-CAD 2000). – "Солон-Р", Москва, 2000.

Готовится к печати рекламно-информационное издание (планируется к выходу в конце 2002 – начале 2003 г.)

### Украинский проспект электроники

*Издание предполагает дать под одной обложкой совокупную информацию о возможностях предприятий Украины, работающих в области электроники. К участию приглашаются предприятия, занимающиеся исследованиями, разработкой, производством электронных систем и средств различного назначения, компонентов и материалов, а также предприятия и организации, представляющие инфраструктуру электроники, – от дистрибьюторов и поставщиков, изготовителей специального технологического оборудования до учебных заведений, готовящих специалистов в области электроники.*

**Проспект предполагается распространить среди его участников, разослать в качестве приложения к журналу "Технология и конструирование в электронной аппаратуре" подписчикам в Украине, РФ и других странах СНГ, направить в крупнейшие библиотеки.**

**Планируется размещение электронной версии проспекта в сети Интернет.**

*Условия включения рекламы в проспект на Web-сайте: [tkea.wallst.ru/elektroniks.html](http://tkea.wallst.ru/elektroniks.html)*

*Справки e-mail: [tkea@odessa.net](mailto:tkea@odessa.net)*

*Тел./факс: (048) 733-67-91*

## Полупроводниковая промышленность Европы: современное состояние и перспективы развития \*

Прошлый год был достаточно успешным для европейской полупроводниковой промышленности. Такие компании как STMicroelectronics, Infineon Technologies и Philips вошли в десятку крупнейших мировых производителей электронных компонентов. Общий объем продаж трех этих фирм в 2001 году составил 10.1 % от мирового объема продаж электронных компонентов. 15 лет назад Европа полностью зависела от поставок американской и японской элементной базы. В настоящее время степень участия европейских компаний в мировом рынке электронных компонентов составляет не менее 20 %. При этом Infineon Technologies занимает лидирующее положение в области производства пластин диаметром 300 мм, ASML – производитель номер один систем литографии, Nokia – ведущий производитель мобильных телефонов и т. д. Одной из важных тенденций развития полупроводниковой промышленности Европы является то, что производство дорогостоящего оборудования перемещается из стран западной Европы в Чехию, Польшу, Венгрию и другие страны с более дешевой инфраструктурой и рабочей силой. Двадцать крупнейших мировых производителей электронных компонентов по итогам 2001 г. приведены в табл. 1.

Прогнозируемые показатели развития микроэлектроники в Европе приведены в табл. 2. Устойчивый рост этих показателей свидетельствует об инвестиционной привлекательности европейской полупроводниковой промышленности.

Таблица 2. Показатели развития микроэлектронной промышленности на ближайшие пять лет

в млн долл. США

Регион	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Увеличение производительности за 6 лет, %
Германия	9 035	9 167	11 338	14 715	15 698	16 954	13.4
Великобритания и Ирландия	8 259	8 242	9 910	12 731	13 420	14 369	11.7
Франция	3 897	3 868	4 652	5 996	6 336	6 796	11.8
Скандинавские страны	3 213	3 204	3 819	4 902	5 138	5 526	11.5
Италия	1 873	1 844	2 235	2 830	2 944	3 134	10.8
Страны Бенилюкса	1 038	1 028	1 196	1 556	1 647	1 720	10.6
Остальные европейские страны	2 900	2 871	3 480	4 485	4 709	5 013	11.6
Всего в Европе	30 215	30 224	36 630	47 215	49 892	53 512	12.1
Всего в мире	138 962	139 240	175 442	231 584	240 847	266 114	13.4
Показатели европейского производства в процентном соотношении	21.7	21.7	20.9	20.4	20.7	20.6	

\* Europe's semi market. – Solid-State Technology, No 4, 2002.

Таблица 1. Двадцать крупнейших мировых производителей электронных компонентов по итогам 2001 г. \*

Место компании в году:	Место компании в году:		Наименование компании	Доход в 2001 г., млн долларов	Удельный вес в мировом обороте, %
	2000	2001			
1	1	1	Intel	24 927	16.0
2	2	2	Toshiba	6 781	4.4
6	3	3	STMicroelectronics	6 360	4.1
4	4	4	Samsung	6 303	4.1
5	5	5	Texas Instruments	6 050	3.9
3	6	6	NEC	5 389	3.5
7	7	7	Motorola	4 828	3.1
8	8	8	Hitachi	4 724	3.0
9	9	9	Infineon Technologies	4 511	2.9
12	10	10	Philips	4 401	2.8
17	11	11	IBM	3 892	2.5
13	12	12	Mitsubishi	3 874	2.5
14	13	13	Fujitsu	3 785	2.4
16	14	14	Advanced Micro Devices	3 701	2.4
15	15	15	Agere Systems	2 975	1.9
18	16	16	Matsushita	2 804	1.8
19	17	17	Sony	2 570	1.7
20	18	18	Sharp	2 521	1.6
11	19	19	Hynix	2 433	1.6
10	20	20	Micron Technology	2 410	1.5

\* По материалам фирмы Dataquest, март 2002 г.

## 2-гигабитные волоконно-оптические трансиверы с усовершенствованными возможностями для сетей стандарта Fibre Channel \*

Компания Agilent Technologies Inc. представила два новых миниатюрных волоконно-оптических трансивера (small form factor pluggable – SFP), рассчитанных на работу со скоростями 2 Гб/с и предназначенных для сетей стандарта Fibre Channel, обеспечивающих хранение данных (storage area networks – SAN). Новые трансиверы имеют расширенный диапазон рабочих температур и напряжений питания, а также снабжены специальным механизмом, облегчающим операцию отсоединения трансивера от платы.

Расширенный диапазон рабочих температур новых 2-гигабитных SFP-трансиверов позволяет снизить требования к охлаждению системы, а расширенный диапазон напряжений питания упрощает топологию платы и разработку схемы электропитания. В устройствах с высокой плотностью размещения элементов, в которых трансиверы установлены вблизи друг друга по обе стороны монтажной платы, операторам зачастую достаточно сложно извлекать трансиверы для их замены. Новый выталкивающий механизм разработки Agilent Technologies Inc. решает эту проблему.

Волоконно-оптические SFP-трансиверы позволяют производить "горячую замену": это означает, что их можно установить на монтажную плату либо извлечь из нее, не отключая электропитание. Это преимущество является решающим в среде SAN, где недопустим простой системы для приложений, осуществляющих обработку транзакций в режиме реального времени.

Волоконно-оптические SFP-трансиверы имеют радиус действия 300 м и предназначены для работы в многомодовых приложениях. Напряжение питания трансиверов составляет 3.3 В, они поставляются в корпусах стандарта SFP с дуплексными LC-разъемами. В трансиверах используются оксидные поверхностно-излучающие лазеры с вертикальным резонатором (VCSEL) с длиной волны 850 нм, приборы обеспечивают расширенный диапазон рабочих температур от -20 до 85 °С. Трансиверы соответствуют техническим требованиям для сетей стандарта Fibre Channel со скоростями передачи 2.125 и 1.0625 Гб/с.

*Дополнительную информацию можно получить в сети Интернет по адресу: [www.agilent.com/view/storage](http://www.agilent.com/view/storage)*

*\* Agilent Technologies Introduces 2 Gigabit Fiber Optic Transceivers with Advanced Features for Fibre Channel. – Press-Release No PRSP0100228.*

## Электронный паспорт для домашних животных \*

Сегодня потребители желают знать происхождение мяса, поступающего на их обеденный стол. В недалеком будущем информация о домашнем животном будет накапливаться в электронном паспорте. С этой целью в феврале 2002 г. на одном из откормочных предприятий земли Шлезвиг-Гольштейн (Германия) начался эксперимент, в котором участвуют фирмы Siemens, Infineon и Orga Kartensysteme.

Электронный паспорт представляет собой пластмассовую бирку, укрепленную на ухе животного. Он содержит идентификационный номер, время и место рождения, а также другие данные (прививки, вид и количество корма и т. д.). Эти данные могут быть считаны с помощью портативных считывающих устройств или бесконтактным способом при прохождении так называемых "ворот качества". Для паспорта используется микросхема фирмы Infineon, соединенная с антенной. Таким образом, владелец животного, ветеринарный врач, а также представитель власти или потребитель всегда смогут получить любые данные о животном (способ его содержания и кормления, перенесенные болезни и др.). Во избежание манипуляций данные кодируются. В случае возникновения эпидемии имеется возможность проанализировать ее причины, быстро изолировать заболевших животных и принять необходимые меры ее локализации.

В основу электронного паспорта положена технология, разработанная фирмой Infineon и усовершенствованная фирмой Siemens, специалисты которой уже давно работают с подобными системами, известными под названием "Moby". Бесконтактные системы "Moby" с успехом используются на транспорте для идентификации контейнеров, ящиков и др., а также в производстве для идентификации инструмента и деталей. Максимальное расстояние, на котором может осуществляться связь, зависит от типа системы и составляет от нескольких сантиметров до трех метров. Как будет работать система в неблагоприятных условиях фермы, покажет эксперимент.

*\* По материалам фирмы Siemens.*



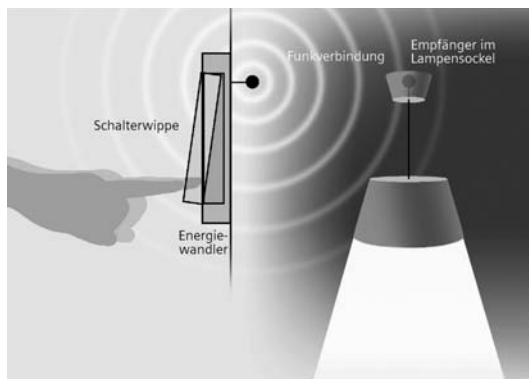
## Дистанционный выключатель, не требующий источника энергии \*

Фирма EpOcean, основанная бывшими сотрудниками фирмы Siemens, разработала дистанционный выключатель для управления осветительными приборами в помещении, не требующий источника энергии. Вместо него используется энергия, возникающая при нажатии на кнопку выключателя. Преобразователем служит установленный в выключателе пьезоэлектрический элемент, выходное напряжение которого питает экономичный процессор и передатчик. Приемник сигналов помещается в арматуре лампы и управляет регулятором освещенности помещения.

Выключатель работает автономно и может быть установлен в любом месте. Дальность его действия на открытой местности достигает 300 м, в помещениях – 60 м. В одном помещении может функционировать несколько выключателей, так как сигнал каждого из них содержит идентификационный код. Мощность излучаемого сигнала в миллион раз меньше, чем у мобильного телефона.

Появление на рынке новых выключателей ожидается в начале 2003 года. В 2004 году предполагается выпустить в продажу устройства, в которых используется такой же принцип для дистанционного управления замком автомобилей, а в 2005 году – энергонезависимые сенсоры для передачи информации о температуре и давлении в автомобильных шинах.

\* По материалам фирмы Siemens.



# 10-12 октября

# КОМПЬЮТЕР СВЯЗЬ ОФИС

Выставочный центр "ЭкспоНиколаев"  
приглашает принять участие  
в XIV специализированной выставке-ярмарке

Украина,  
г. Николаев, пл. Судостроителей. 3-Б



Справки по телефонам:  
(0512) 37-44-75; 47-87-62; 36-22-06

E-mail: expo@biz.mk.ua

### В экспозиции:

Компьютерные системы.  
Системы мультимедиа.  
Компьютерные сети, аппаратура и услуги.  
Интернет. Средства связи и телекоммуникации.  
Мобильная и радиосвязь.  
Технологии с использованием  
пластиковых карт.  
Копировальная и офисная техника.  
Программное обеспечение.  
Комплексные решения  
для управления предприятием.  
Полиграфические услуги.  
Реклама. Специализированные издания.

## DSP-КОНВЕРТЕРЫ

DSP-конвертеры – аналого-цифровые микросхемы нового типа, в составе которых выполнены аналоговые цепи коррекции и обработки входных и выходных сигналов, прецизионные АЦП и ЦАП, высокопроизводительный цифровой сигнальный процессор и флэш-память.

**А. Ермолович**

Основное назначение новых микросхем – реализация сложных алгоритмов обработки аудиосигналов в реальном масштабе времени. Ключевой особенностью этих микросхем является тщательно разработанная топология и согласование временных диаграмм работы аналогового интерфейса и цифровых узлов, что позволило практически полностью устранить проникание помех из цифровых узлов в аналоговые. Номенклатура и основные характеристики DSP-конвертеров приведены в таблице. Структурная схема микросхемы AD73422 двухканального конвертера приведена на рисунке.

Аналоговый интерфейс микросхем построен на базе кодеков семейства AD733xx и содержит:

- АЦП и ЦАП с дифференциальными входами и выходами
- усилители с программируемым усилением на входе АЦП (0...+38 дБ) и выходе ЦАП (-15...+6 дБ)
- входные и выходные цепи коррекции
- опорный источник напряжения
- последовательный цифровой порт для связи с процессором.

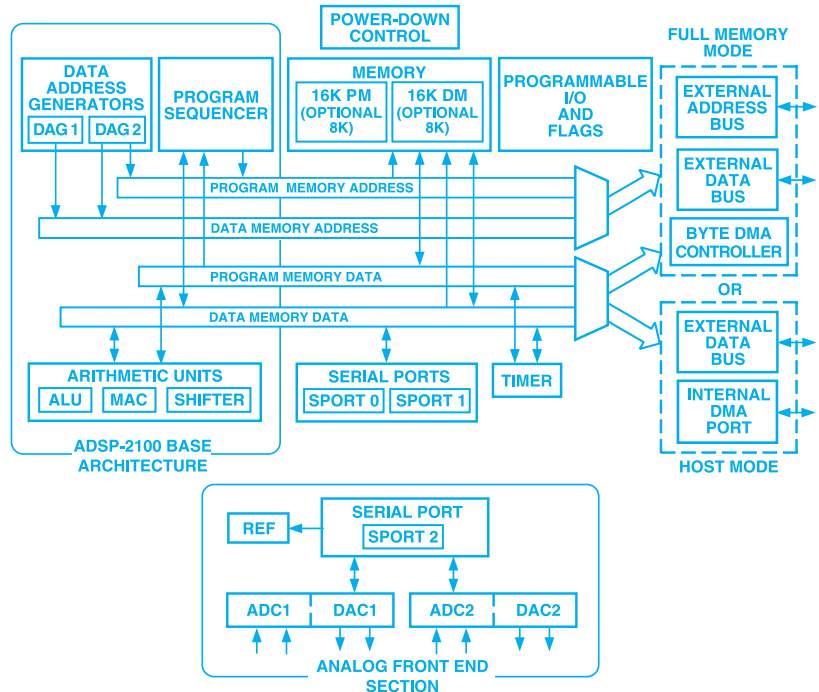
Основные характеристики аналогового интерфейса:

- отношение сигнал/шум АЦП 76 дБ
- отношение сигнал/шум ЦАП 77 дБ
- уровень помех с входа АЦП на выход ЦАП и с выхода ЦАП на вход АЦП не более -90 дБ
- частота преобразования при тактовой частоте 16.384 МГц 8, 16, 32 или 64 кГц
- групповая задержка АЦП 25 мкс
- групповая задержка ЦАП 50 мкс.

В DSP-конвертерах используются экономичные цифровые сигнальные процессоры семейства ADSP-218x с производительностью 52 MIPS, которые характеризуются выполнением команд за один такт (19 нс) и наличием режимов снижения энергопотребления.

Микросхемы DSP-конвертеров выпускаются в пластмассовом корпусе с шариковыми выводами 119-PBGA (габариты 22x14 мм), потребляют ток 55 мА при максимальной тактовой частоте и напряжении питания 3...3.6 В и имеют диапазон рабочих температур -20...+85 °С.

Микросхемы DSP-конвертеров предназначены для использования в промышленных системах сбора и об-



Структурная схема DSP-конвертера AD73422

работки данных, измерительных приборах, системах связи и передачи данных, цифровой телефонии, системах распознавания и синтеза речи. Низкое энергопотребление и наличие режимов снижения тока потребления позволяют использовать эти конвертеры в устройствах с автономным питанием.

### Основные характеристики DSP-конвертеров

Тип	Число 16-разр. $\Sigma$ - $\Delta$ АЦП	Число 16-разр. $\Sigma$ - $\Delta$ ЦАП	Память программ (24-разр.)	Память данных (16-разр.)
AD73411-40	1	1	8 К	8 К
AD73411-80	1	1	16 К	16 К
AD73422-40	2	2	8 К	8 К
AD73422-80	2	2	16 К	16 К
AD73460-80	6	-	16 К	16 К

Дополнительную информацию о DSP-конвертерах можно получить в сети Интернет по адресу: [www.analog.com](http://www.analog.com)

