

**ЭЛЕКТРОННЫЕ  
КОМПОНЕНТЫ  
И СИСТЕМЫ**

 2004 июль  
№ 7 (83)

 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 КВ, № 2081Б  
Издается с мая 1996 г.  
Подписной индекс 40633

**Директор фирмы VD MAIS:**

В.А. Давиденко

**Главный 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.А. Беспалый

**Дизайн:**

 А.А. Чабан  
С.А. Молокович

**Адрес редакции:**

 Украина, Киев,  
ул. Жилянская, 29

Тел.: (044) 227-2262, 227-1356

Факс: (044) 227-3668

E-mail: ekis@vdmals.kiev.ua

Интернет: www.vdmals.kiev.ua

**Адрес для переписки:**

Украина, 01033 Киев, а/я 942

Цветоделение и печать

 ДП "Такі справи"  
т./ф.: 456-9020

Подписано к печати 27.07.2004

Формат 60×84/8

Тираж 1000 экз.

Зак. № 407-154-1111

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

**СЕНСОРЫ И ДАТЧИКИ**
**Цифровые температурные сенсоры  
позволяют улучшить тепловые параметры  
электронной аппаратуры** ..... 3

**УСИЛИТЕЛИ**

 В. Романов  
**Технологии подгонки параметров  
микроселектронных усилителей** ..... 5

**ДИСПЛЕИ**

 В. Охрименко  
**Малоформатные цветные TFT-LCD дисплеи (часть 2)** ..... 9

**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ**

 Г. Местечкина  
**Низкопрофильные DC/DC-преобразователи  
с выходной мощностью 10-30 Вт** ..... 20

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES**
**Прецизионные аналоговые микроконтроллеры** ..... 23

**В ПОМОЩЬ РАЗРАБОТЧИКУ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ**

 Soufiane Bendaoud, Giampaolo Marino  
**Как повысить устойчивость ОУ,  
работающего на емкостную нагрузку?** ..... 31

**КОНКУРС "ЛУЧШАЯ РАЗРАБОТКА ГОДА"**

 А. Васильченко, А. Стеценко  
**Многофункциональный трехканальный  
"Калибратор КМ2-002" класса точности 0.01-0.02** ..... 37

**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И СВЯЗЬ**

 В. Макаренко  
**Микросхемы для систем телекоммуникаций  
компания IDT** ..... 39  
К. Скиба  
**GSM/GPRS/GPS-модуль Q2501 компании Wavcom** ..... 43

**ШКАФЫ И КОРПУСА**

 А. Мельниченко  
**Шкафы фирмы RITTAL** ..... 46

**КОНФЕРЕНЦИИ И СЕМИНАРЫ**
**Большая Европа – один рынок** ..... 48

**SENSORS AND GAUGES****Digital Temperature Sensors: Help for Hot Boards .....3****AMPLIFIERS****Trimming Technologies of Integrated Amplifiers .....5****DISPLAYS****Color TFT-LCD Displays (part 2) .....9****POWER SUPPLIES****Ultra Low Profile DC/DC Converters .....20****THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN****Precision Analog Microcontrollers .....23****ASK THE APPLICATION ENGINEERS****Practical Techniques to Avoid Instability due to Capacitive Loading .....31****BEST DESIGN ANNUAL CONTEST****Multifunctional Three-Channel "Calibrator KM2-002" with Grade of Accuracy 0.01-0.02 .....37****TELECOMMUNICATIONS****IDT Telecommunications ICs .....39**  
**Wavecom GSM/GPRS/GPS-module Q2501 .....43****CABINETS AND CASES****RITTAL Cases .....46****CONFERENCES AND SEMINARS****First European Channel Sales Conference .....48****ELECTRONIC COMPONENTS AND SYSTEMS**July 2004  
No 7 (83)Monthly  
Scientific and Technical  
Journal**Founder and Publisher:**  
Scientific-Production Firm  
**VD MAIS****Director**  
V.A. Davidenko**Head 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.A. Bespaly**Design**  
A.A. Chaban  
S.A. Molokovich**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:**  
ekis@vdmals.kiev.ua**Web address:**  
www.vdmals.kiev.ua

Printed in Ukraine

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

## ЦИФРОВЫЕ ТЕМПЕРАТУРНЫЕ СЕНСОРЫ ПОЗВОЛЯЮТ УЛУЧШИТЬ ТЕПЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ \*



Новые микроэлектронные цифровые температурные сенсоры позволяют поддерживать в заданных пределах температуру внутри электронной аппаратуры. Особенности использования таких сенсоров рассмотрены в настоящей публикации.

Одной из основных тенденций в развитии электронной аппаратуры является уменьшение ее размеров. Это приводит к увеличению плотности установки электронных компонентов на поверхности печатной платы, уменьшению расстояния между печатными платами и, в конечном счете, к повышению температуры внутри устройства в целом. Для поддержания температуры в заданных пределах используется температурный мониторинг и, в случае необходимости, принудительный отбор тепла. В качестве температурных сенсоров используются термисторы, термометры сопротивления, термопары и микроэлектронные температурные сенсоры. Основные сравнительные параметры, а также преимущества и недостатки перечисленных температурных сенсоров приведены соответственно в табл. 1, 2.

На основании данных таблиц можно заключить, что микроэлектронные цифровые температурные сенсоры имеют достаточно высокую точность в широком диапазоне температур, сравнительно невысокую стоимость и миниатюрный корпус, поэтому во многих устройствах они могут успешно заменять старые температурные сенсоры, выполненные на дискретных компонентах. По сравнению с аналоговыми цифровые температурные сенсоры не требуют дополнительных цепей для линеаризации передаточной ха-

рактеристики. Они непосредственно сопрягаются с микроконтроллером, что экономит время и расходы, затрачиваемые на проектирование изделия в целом. Минимальное потребление позволяет использовать их в портативных устройствах с батарейным питанием. В цифровом температурном сенсоре легко программируются верхняя и нижняя границы допустимых значений температуры и по каналу прерывания информация о выходе температуры за эти границы заносится в микроконтроллер, который в свою очередь управляет скоростью вентилятора для восстановления заданного температурного режима. В основу микроэлектронного сенсора положена зависимость напряжения  $\Delta V_{BE}$  на рп-переходе транзистора от температуры. На рис. 1 приведена упрощенная схема входного каскада сенсора, для которого

$$\Delta V_{BE} = \left( \frac{kT}{q} \right) \ln \left[ \frac{I_1}{I_2} \right],$$

где  $I_1=NI_2$ ,  $k$  – постоянная Больцмана,  $q$  – заряд электрона,  $T$  – температура окружающей среды в градусах Кельвина. Как следует из рис. 1, кроме чувствительного элемента (internal sense transistor), в сенсоре используется компенсирующий элемент (biase diode), который за счет дифференциального включения с чувствительным элементом позволяет снизить уро-

Таблица 1. Сравнительные параметры температурных сенсоров

Наименование параметра	Тип сенсора			
	Термометр сопротивления	Термистор	Термопара	Микроэлектронный сенсор
Чувствительный элемент	платина	окисел металла	два разнородных металла	кремний
Измеряемый параметр	сопротивление		напряжение	
Относительная стоимость	средняя		низкая	
Стоимость системы мониторинга	средняя	средняя	высокая	низкая
Наличие дополнительных цепей и устройств	цепи коррекции	цепи линеаризации	холодный спай	—
Диапазон измеряемых температур, °C	-200...850	-100...500	-270...1800	-55...150
Разброс параметров от образца к образцу:	%	0.06...0.1	10	1
	°C	0.3...0.2	2	3
Стабильность	высокая	средняя	низкая	средняя
Типовая чувствительность, %/°C	0.39	4	40 мкВ/°C	10 мВ/°C
Относительная чувствительность	средняя	высокая	низкая	средняя
Линейность	высокая	низкая	средняя	средняя
Тип передаточной характеристики	положительная	отрицательная	положительная	положительная
Чувствительность к шумам	низкая	низкая	высокая	низкая

\* Claire O'Keefe, Donal McNamara. Digital Temperature Sensors: Help for Hot Boards. – www.sensormag.com (January, 2004). Сокращенный перевод с английского В. Романова.

**Таблица 2. Преимущества и недостатки температурных сенсоров**

Тип сенсора	Преимущества	Недостатки
Термометры сопротивления	<ul style="list-style-type: none"> <li>· высокая точность</li> <li>· высокая стабильность</li> <li>· средний температурный диапазон</li> <li>· хорошая линейность</li> <li>· низкая стоимость</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· более дорогие, чем термометры</li> <li>· боятся воздействия вибраций</li> </ul>
Микроэлектронные цифровые температурные сенсоры	<ul style="list-style-type: none"> <li>· возможность адресации</li> <li>· сохраняемость и восстановление данных</li> <li>· высокая надежность</li> <li>· миниатюрный корпус</li> <li>· хорошее разрешение</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· ограниченный температурный диапазон</li> </ul>
Термисторы	<ul style="list-style-type: none"> <li>· высокое сопротивление позволяет обходиться без компенсации сопротивления выводов</li> <li>· малое время реакции при изменении температуры</li> <li>· миниатюрный корпус</li> <li>· низкая стоимость</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· нелинейная зависимость сопротивления от температуры</li> <li>· ограниченный температурный диапазон</li> <li>· трудности замены одного термистора другим</li> </ul>
Термопары	<ul style="list-style-type: none"> <li>· широкий температурный диапазон</li> <li>· высокая надежность</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· средняя стабильность</li> <li>· необходима калибровка из-за удаления от измерителя</li> <li>· большая температурная погрешность</li> </ul>

вень внутренних шумов. Максимальное напряжение на чувствительном элементе не превышает нескольких десятков милливольт, поэтому в составе температурного сенсора используются усилитель с прерывателем (chopper amplifier) и коммутируемые конденсаторы. Встроенный в сенсор АЦП преобразует температуру окружающей среды в цифровой код. Кроме внутреннего чувствительного элемента, к темпера-

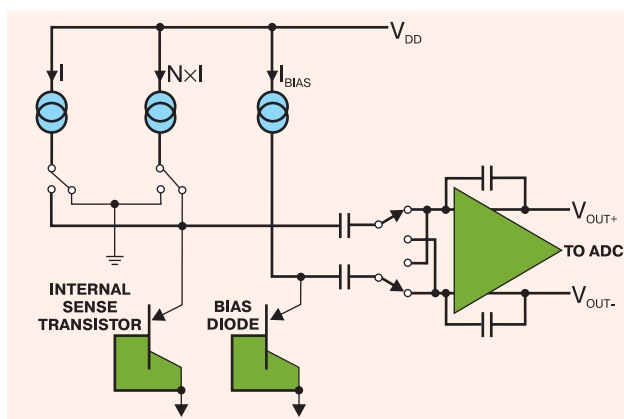
турному сенсору можно подключать выносной элемент, как правило, стандартный pnp-транзистор, например, типа 2N3906. Для учета погрешности, вносимой внешним чувствительным элементом, используется коэффициент  $n_f$  в выражении:

$$\Delta V_{BE} = n_f \left( \frac{KT}{q} \right) [\ln N].$$

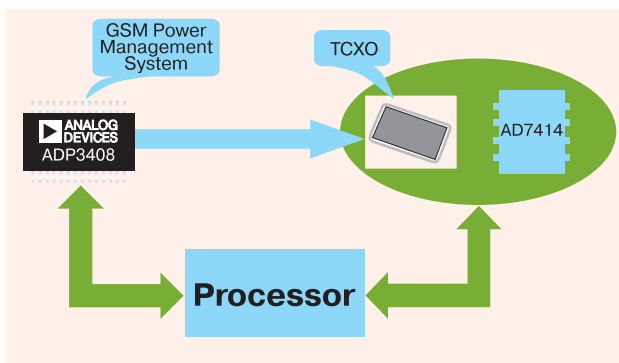
В ряде случаев подгонка сенсора осуществляется непосредственно в процессе производства и величина коэффициента  $n_f$  записывается в регистр, как, например, это сделано в ИМС ADM1032. Для этой ИМС значение  $n_f$  устанавливается равным 1.0008. Если величина  $n_f$  отличается от установленной в регистре, дополнительная температурная погрешность  $\Delta T$  может быть учтена в соответствии со следующим выражением:

$$\Delta T = \left( \frac{n_f - 1.008}{1.008} \right) (273.15 \text{ Kelvin} + T),$$

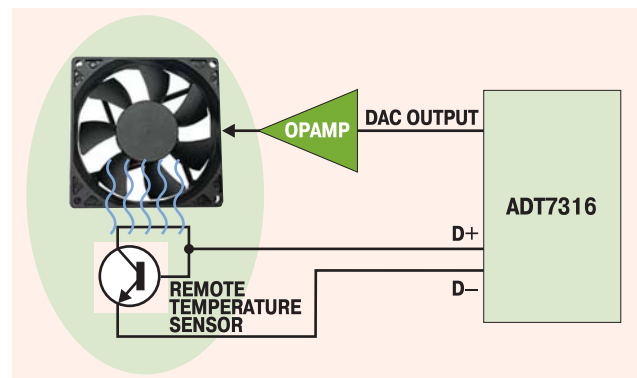
где  $T$  – текущая температура. Для минимизации погрешности, вносимой выносным чувствительным элементом, ИМС сенсора следует располагать как можно ближе к выносному сенсору и осуществлять его связь с этой ИМС с помощью витой пары.



**Рис. 1. Принципиальная схема входного каскада микроэлектронного температурного сенсора**



**Рис. 2. Управление температурой осциллятора мобильного телефона с помощью температурного сенсора AD7414**



**Рис. 3. Управление скоростью вентилятора с помощью температурного сенсора ADT7316**

Таблица 3. Параметры цифровых температурных сенсоров

Тип сенсора	Тип чувствительного элемента	Тип интерфейса	Макс. погрешность (в диапазоне), °C	Диапазон рабочих температур, °C	Напряжение питания/Ток потребления, В/мА	Стоимость в партии 1 К, \$	Тип корпуса	Особенности	
ADT7301	внутренний	SPI	±2 (0...70)	-40...150	(2.7...5.5)/-	1.20	6-SOT23	13 бит, совместим с AD7814	
AD7314			±2 (-35...85)	-35...85	(2.65...3.3)/1.4	0.59	8-MSOP	разрешение 10 бит	
AD7414		I <sup>2</sup> C, SMBus	±1.5 (-40...70)	-40...125	(2.7...5.5)/0.1	0.93	6-SOT23, 8-MSOP	10 бит	
AD7415			±2 (-25...100)		(2.7...5.5)/0.1	0.93	5-SOT23	10 бит	
AD7416			±2 (0...85)	(2.7...5.5)/0.6	0.90	8-SOIC, 8-MSOP	взамен LM75		
AD7814		SPI	±2 (0...85)	-55...125	(2.7...5.5)/0.4	0.90	6-SOT23, 8-MSOP	10 бит	
AD7816			±2 (25)		(2.7...5.5)/2	1.30	8-SOIC, 8-MSOP	программирование граничных значений температуры	
ADM1021A	внутренний, выносной	I <sup>2</sup> C	±3 (0...100)	0...100	(3...5.5)/70	2.25	16-QSOP	вывод для сигнала тревоги	
ADM1022			±2 (85)	0...85	(3...5.5)/1.4	3.25	16-QSOP	выносной диодный сенсор	
ADM1023		SMBus	±1.5 (60...100)	0...120	(3.3...5.5)/-	3.25	16-QSOP	совместим с AD1021	
ADT7461	внутренний	I <sup>2</sup> C	±1	-40...150	(3...5.5)/-	1.70	8-SOIC, 8-MSOP	расширенный диапазон температур	
AD7417			±1 (25)	-40...125	(2.7...5.5)/0.6	2.68	16-SOIC, 16-TSSOP	10 бит, 4-канальный АЦП	
AD7418		SMBus	±1 (25)	-55...125	(2.7...5.5)/2	2.10	8-SOIC, 8-MSOP	10 бит, дополнительный канал АЦП	
AD7817			±1 (25)		(2.7...5.5)/2	2.95	16-SOIC, 16-TSSOP	4-канальный АЦП	
AD7818		SPI	±2 (25)	(2.7...5.5)/2	2.10	8-SOIC, 8-MSOP	дополнительный канал АЦП		
ADT7516		внутренний, выносной	SPI, SMBus	±2 (0...85)	-40...120	(2.7...5.5)/2	6.95	16-QSOP	12-разрядный счетверенный ЦАП, 4-канальный 10-разрядный АЦП
ADT7517							4.35		10-разр. счетв. ЦАП, 4×10-разр. АЦП
ADT7518	3.20						8-разр. счетв. ЦАП, 4×10-разр. АЦП		
ADT7411	1.99						8-канальный 10-разрядный АЦП		
ADT7316	5.80						12-разр. счетв. ЦАП, 10-разр. АЦП		
ADT7317	3.15						10-разр. счетв. ЦАП, 10-разр. АЦП		
ADT7318	2.00						8-разр. счетв. ЦАП, 10-разр. АЦП		
ADM1025	I <sup>2</sup> C						±3 (0...100)		0...100
ADM1032	SMBus	±1 (60...120)	0...120	(3...3.6)/0.12	1.95	8-SOIC, 8-MSOP	контроллер вентилятора		
ADM9240	SMBus	±3 (-40...125)	-40...125	(2.8...5.75)/1.4	4.00	8-MSOP	контроллер вентилятора		

Отметим, что современные цифровые температурные сенсоры имеют погрешность не хуже  $\pm 0.5$  °C, выпускаются в корпусах типа SOT23 размерами 2.9×2.8 мм или SC70 размерами 2.0×2.1 мм и включают в себя АЦП, ЦАП, а также цепи управления вентиляторами. Пример использования цифрового температурного сенсора AD7414 для слежения за температурой осциллятора ТСХО в мобильном телефоне приведен на рис. 2. 10-разрядный температурный сенсор с разрешением 0.25 °C измеряет температуру вблизи осциллятора. При ее отклонении от заданного значения частота осциллятора корректируется с помощью

встроенной в него схемы ГУН.

Встроенный в сенсор ADT7316 ЦАП может быть непосредственно использован для управления скоростью вентилятора (рис. 3). Чем выше температура внутри устройства, тем выше уровень выходного напряжения ЦАП, а значит и скорость вентилятора больше.

В составе современных температурных сенсоров имеются I<sup>2</sup>C или SPI интерфейсы, позволяющие легко использовать эти сенсоры в многоканальных температурных системах мониторинга.

Основные параметры цифровых температурных сенсоров фирмы Analog Devices приведены в табл. 3.

## ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОНКИ ПАРАМЕТРОВ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Читатели иногда критикуют нас за то, что мы используем иностранные термины и не переводим их на русский язык, как, например, DigiTrim, Chopper или Auto-Zero усилители. К сожалению, в настоящее время аналогичные термины в русском языке отсутствуют, а их смысловой перевод может привести к тому, что читатель просто "не знает" известный ему усилитель, если будет пользоваться оригинальным англоязычным руководством или описанием этого ОУ. В настоящей публикации мы не только поясняем значения некоторых англоязычных терминов, но и раскрываем суть технологических приемов, которые скрываются за ними.

**В. Романов, главный редактор ЭКиС**

Во многих современных портативных вычислительных и измерительных устройствах, медицинских

приборах, электронных играх, аудио- и видеоаппаратуре, мобильных телефонах используются электрон-

ные компоненты с низким уровнем напряжения питания. Это приводит к снижению устойчивости этих компонентов и законченных устройств в целом к помехам, изменению температуры и других параметров окружающей среды. Поэтому требования к точности электронных компонентов с низким уровнем напряжения питания существенно возрастают. Это, в первую очередь, относится к микроэлектронным усилителям. В то же время еще одним из основных требований к характеристикам электронных компонентов является снижение их стоимости. Для удовлетворения этих противоречивых требований фирма Analog Devices разработала и внедрила новую оригинальную DigiTrim-технология подгонки параметров ОУ, позволяющую получить необходимую точность при невысокой стоимости ОУ. DigiTrim-технология обеспечивает высокую точность CMOS-усилителей, стоимость которых на 30 % ниже стоимости аналогичных ОУ других производителей. Особенности этой технологии и ее преимущества по сравнению с другими технологиями подгонки параметров ИМС рассмотрены ниже.

Ключевым параметром, определяющим точность ОУ, является входное напряжение смещения нуля. В настоящее время при изготовлении микроэлектронных ОУ используется несколько базовых технологических приемов для уменьшения напряжения смещения нуля, причем они же могут быть использованы для регулировки параметров других компонентов, таких как АЦП, ЦАП и т. д. Типы технологий подгонки и их особенности приведены в таблице.

**Лазерная подгонка** используется, как правило, для регулировки параметров АЦП, ЦАП, опорных источников и измерительных усилителей. С помощью лазерного луча могут быть уменьшены геометрические размеры тонкопленочного резистора, которые пропорциональны его сопротивлению. Достоинствами такой технологии являются высокая точность и плавность подгонки. К недостаткам следует отнести: необходимость дорогостоящего лазера с минималь-

ным диаметром лазерного луча; невозможность подгонки корпусированной ИМС; необходимость сложного тестового оборудования в процессе подгонки. Кроме того, лазерный луч, нагревая кристалл, может вызвать изменение его структуры и ускорить старение ИМС в целом.

Технологический процесс подгонки параметров электронного компонента, получивший название **Zener Zap**, основан на образовании металлических перемычек, шунтирующих переходы "эмиттер-база". Этот процесс похож на лавинообразный процесс пробоя зенеровского диода или стабилитрона. В подлежащем регулировке компоненте подстроечные резисторы шунтируются рп-переходами. В процессе подгонки часть этих переходов выжигается и заменяется низкоомными перемычками. Если подгонка по технологии Zener Zap осуществляется на пластине, в каждой пластине должна быть предусмотрена дополнительная контактная площадка, а если в корпусе ИМС, то в нем должен быть специальный вывод. Такая подгонка практически не влияет на стоимость ИМС, однако, чем выше разрешение этой подгонки, тем должна быть больше площадь кристалла, а значит и размеры ИМС. Кроме того, для регулировки параметров ИМС по технологии Zener Zap необходимо высокое напряжение. Поэтому данная технология применяется, как правило, в ИМС с высоким уровнем напряжения питания. Так, например, эту технологию используют для подгонки параметров прецизионных усилителей OP07, напряжение питания которых составляет  $\pm 15$  В.

**Link-технология** подгонки параметров электронных компонентов основана на пережигании током или лазерным лучом металлических перемычек, шунтирующих подстроечные резисторы. Если пережигание перемычек осуществляется лазерным лучом, то эта технология сходна с лазерной подгонкой, однако не требует дорогостоящего тестового оборудования. Подгонка осуществляется на стадии изготовления пластин. Пережигание перемычек током осуществля-

**Технологии подгонки параметров ОУ и других ИМС**

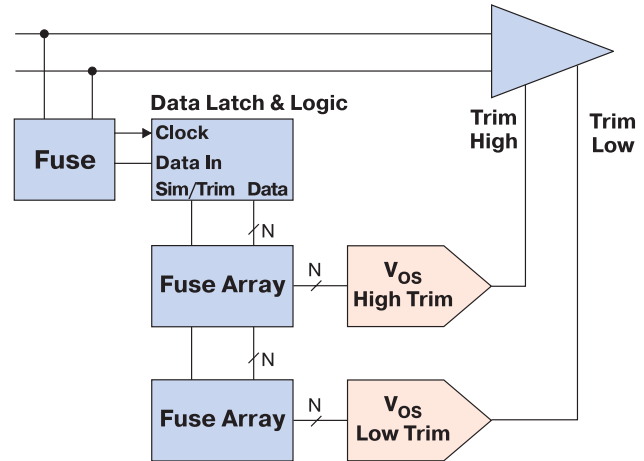
Тип технологии	Особенности	Стадия технологического процесса	Характер подгонки
Лазерная	подгонка тонкопленочных резисторов лазерным лучом	на пластине	плавная
Zener Zap	пережигание рп-перехода и замена его металлической перемычкой	на пластине, в корпусе ИМС	дискретная
Link	пережигание перемычек, шунтирующих подгоночные резисторы	на пластине, в корпусе ИМС	дискретная
EEPROM	код отклонения вводится во встроенную EEPROM и с помощью ЦАП отклонение параметра компенсируется	на пластине, в корпусе ИМС	дискретная
Chopper (Auto-Zero)	компенсация прерыванием	в корпусе ИМС	плавная
DigiTrim	компенсация отклонений с помощью программно-управляемых источников токов	на пластине, в корпусе ИМС	дискретная

ється в корпусированной ИМС. Однако, если требуется обеспечить высокое разрешение подгонки, необходимо увеличить площадь кристалла, а значит и размеры ИМС в целом.

Подгонка параметров ИМС с помощью памяти **EEPROM** требует введения в кристалл, кроме энерго-независимой памяти, ЦАП с выходом по току или напряжению, с помощью которого компенсируется отклонение регулируемого параметра. Достоинствами данного метода являются его простота и возможность неоднократной подгонки параметров. К недостаткам следует отнести большое количество дополнительных узлов, которые должны быть встроены в кристалл. Поэтому эта технология применяется только в больших кристаллах, для которых введение дополнительных узлов не приводит к существенному увеличению размеров.

**Chopper** или **Auto-Zero** усилители – это усилители, регулировка параметров которых осуществляется методом прерывания. В современном Auto-Zero усилителе имеются дополнительные логические цепи, ключи, запоминающие конденсаторы, а также дополнительные каскады измерения уровня нуля для точной компенсации напряжения смещения нуля. В таких усилителях, кроме того, осуществляется компенсация (1/f)-шума. Достоинством Chopper или Auto-Zero

усилителей является возможность компенсации не только напряжения смещения нуля, но и температурного или временного дрейфа этого смещения. Кроме того, подгонка осуществляется непосредственно в корпусе ИМС. К недостаткам этих ОУ относятся: возрастающий уровень шума, вызванный прерыванием; большее потребление и увеличение размеров кристалла из-за введения запоминающих конденсаторов. Auto-Zero усилители фирмы Analog Devices AD855x и



Структурная схема DigiTrim ОУ AD8602

XII міжнародна спеціалізована виставка

# 13-16 жовтня 2004

ТЕХНОЛОГІІ III ТИСЯЧОЛІТТЯ®

## ІНФОРМАТИКА І ЗВ'ЯЗОК 2004

МІЖНАРОДНИЙ ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР  
Броварський пр-т, 15 (м. «Лівобережна»)

Генеральні інформаційні спонсори

Інформаційний спонсор

Генеральний медіа-партнер:

Генеральний інтернет-партнер

Організатори

Прем'єр Експо, 04050, Київ, вул. Пимоненка, 13-Б, Тел. +380 44 451 4160, Факс: +380 44 451 4161, E-mail: info@pe.com.ua, www.pe.com.ua

AD857х отличаются минимальной стоимостью по сравнению с ближайшими аналогами других производителей. Однако стоимость даже этих усилителей сравнительно высока, и в серийных устройствах, где точность не является определяющим фактором, эти ОУ не применяются.

**DigiTrim-технология** подгонки параметров усилителей основана на использовании программно управляемых источников взвешенных токов. Управление этими источниками происходит через последовательный интерфейс, для чего в корпусе ИМС требуется дополнительный вывод. После окончания процесса подгонки вход интерфейса блокируется. Упрощенная схема DigiTrim-усилителя AD8602, на примере которого раскрывается данный метод подгонки, приведена на рисунке. В составе усилителя имеются матрицы поликремниевых плавких перемычек (fuse array) для грубой и точной подгонки, которая осуществляется отдельно для максимальных и минимальных уровней синфазного сигнала. Перемычки из поликристаллического кремния занимают минимальный объем в кристалле ИМС. Поэтому новая технология позволяет обеспечить те же параметры, что и Zener Zap или Link-технология, однако по размерам кристаллов DigiTrim ОУ гораздо меньше усилителей, выполненных на основе одной из традиционных технологий подгонки. Новый сдвоенный усилитель AD8602 имеет напряжение смещения нуля не более 500 мкВ во всем диапазоне входных синфазных сиг-

налов. Полоса частот этого усилителя 9 МГц, скорость нарастания 5 В/мкс, ток потребления 640 мкА. Усилитель AD8602 используется преимущественно в портативных устройствах – считывателях штрих-кодов, мобильных телефонах и т. п.

В заключение отметим, что повышение точности линейных ИМС требует определенных аппаратных и стоимостных затрат. По стоимости усилители или другие компоненты, в которых использована та или иная технология подгонки параметров, дороже компонентов без такой подгонки, их размеры всегда больше, а сложность выше. Поэтому использовать такие компоненты нужно только в тех случаях, когда точность параметров проектируемого устройства не может быть обеспечена другим путем.

**VD MAIS**  
Измерительная техника



- Осциллографы
- Генераторы
- Источники питания
- Анализаторы спектра
- Логические анализаторы

**Дистрибьютор**  
**HAMEG, METEX INSTRUMENTS, TEKTRONIX**

Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жилинская, 29  
тел.: (044) 227-2262, 227-1389, факс: (044) 227-3668  
e-mail: info@vdmals.kiev.ua, www.vdmals.kiev.ua

## С 2004 года изделия фирмы Tektronix в Украину поставляет фирма VD MAIS

**Осциллографы** Tektronix многофункциональны, просты в пользовании, легко перестраиваются, что обеспечивает выполнение большого объема измерений за короткое время. Фирма Tektronix предоставляет самый широкий выбор осциллографов в мире. Автоматизация измерений с запоминанием результатов для статистического анализа и документирования. Люминофорный экран расширяет возможности использования этих осциллографов.



**Логические анализаторы** обеспечивают анализ цифровых систем в реальном масштабе времени. Запатентованная фирмой Tektronix технология обеспечивает выборку сигналов с разрешением до 125 пс синхронно по всем каналам. Максимальная частота анализируемых сигналов 800 МГц, а производительность – 1.25 Гб/с. Анализаторы обеспечивают поддержку измерений, анализа и документирования исследуемых сигналов.



**Анализаторы спектра** сигналов беспроводной связи – универсальные, точные и простые в пользовании. Их многофункциональность, включающая, кроме анализа спектра, возможность демодуляции, а также поиска и локализации неисправностей в канале связи, делает эти приборы идеальными для оценки параметров и обнаружения неисправностей в телекоммуникационном оборудовании.



**Источники сигналов** – лучшие в своем классе – обеспечивают генерацию аналоговых или цифровых, или тех и других видов сигналов одновременно, что позволяет провести всесторонние испытания, скорректировать технические характеристики новых устройств и ускорить их выход на рынок. Источники отличаются точностью, надежностью, повторяемостью как аналоговых, так и цифровых сигналов.



VD MAIS – официальный дистрибьютор фирмы Tektronix в Украине

**Tektronix**



## МАЛОФОРМАТНЫЕ ЦВЕТНЫЕ TFT-LCD ДИСПЛЕИ (часть 2)

**В** статье рассмотрены особенности современных малоформатных TFT-LCD дисплеев, а также приведены их основные параметры. Основное внимание уделено жидкокристаллическим TFT-дисплеям, предназначенным преимущественно для использования в мобильных и портативных устройствах.

В настоящее время львиная доля общего мирового производства TFT-LCD дисплеев принадлежит всего нескольким фирмам-производителям, расположенным в Южной Корее, Японии и Тайване: LG Philips LCD (Южная Корея – Нидерланды), Samsung (Южная Корея), AU Optronics (Тайвань), CMO/IDTech (Тайвань), CPT (Тайвань), Sharp (Япония), HannStar (Тайвань), Hitachi (Япония), BOE-Hydis (Тайвань), Quanta (Тайвань), NEC (Япония), Fujitsu (Япония), Sanyo (Япония). TFT-LCD дисплеи для портативных компьютеров и мобильных телефонов с размером по диагонали от 3 до 5 дюймов выпускаются фирмами AU Optronics, Ampire, Epson, Picvue, Samsung, Sharp, Sony и другими. При этом заводы по изготовлению дисплеев могут находиться и в Китае. В таблице 1 приведены данные об уровне распределения производства TFT-LCD дисплеев между основными производителями в 2002 и 2003 годах, а также сведения о темпах относительного прироста их выпуска [1]. В четвертом квартале 2003 года TFT-LCD дисплеев с размером по диагонали более десяти дюймов выпущено на сумму более 8 млрд. долларов, что на 25 % больше, чем в третьем квартале этого же года или на

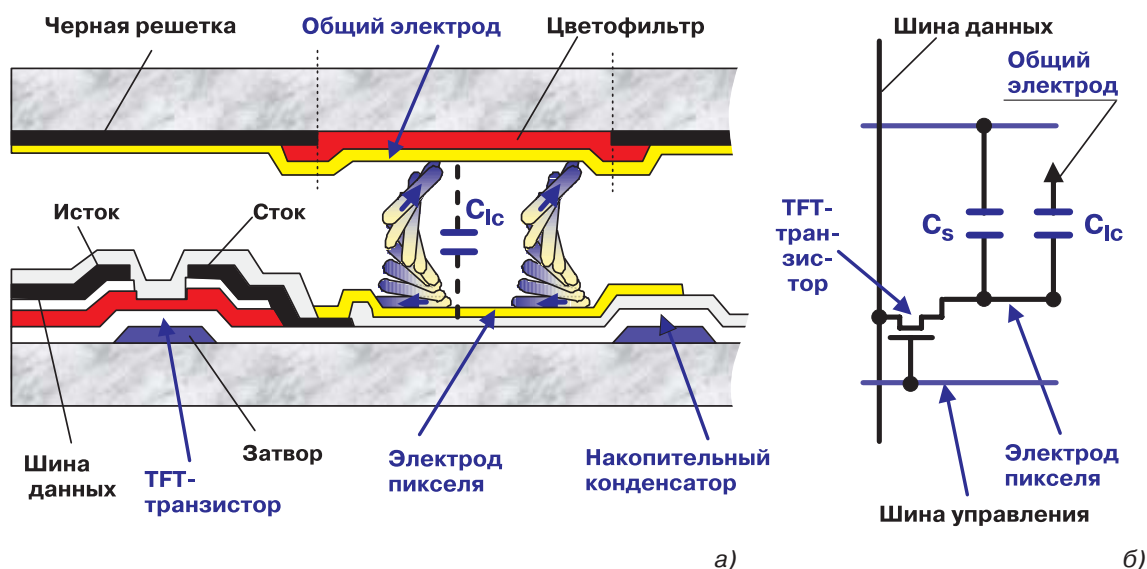
**В. Охрименко**

101 % больше, чем в третьем квартале 2002. Перечень и электронные адреса почти всех фирм-производителей и поставщиков жидкокристаллических дисплеев и индикаторов можно найти в [1].

### ТЕРМИНОЛОГИЯ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Ниже приведены терминология, используемая в документации производителей, а также перечень основных параметров, характеризующих качество жидкокристаллических дисплеев [2-12].

**Тонкопленочные транзисторы (TFT).** В тонкопленочных полупроводниковых жидкокристаллических дисплеях TFT-LCD (Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display) используется активная матрица на базе так называемых тонкопленочных транзисторов, интегрированных на подложке дисплея. Структура тонкопленочного транзистора и жидкокристаллической ячейки приведена на рис. 1. Практически во всех современных высококачественных жидкокристаллических дисплеях используется TFT-технология, которая по сравнению с TN (Twist Nematic)- и STN (Super Twist Nematic)-технологиями обеспечивает более яркое и четкое



**Рис. 1. Структура жидкокристаллической ячейки и тонкопленочного транзистора (а), эквивалентная схема жидкокристаллической ячейки (б)**

**Таблица 1. Распределение объемов выпуска TFT-LCD дисплеев между основными производителями**

Название фирмы	Относительный уровень выпуска в 2003 г., %		Прирост уровня выпуска в IV квартале 2003 г., %, по отношению к:	
	III квартал	IV квартал	III кварт. 2003 г.	IV кварт. 2002 г.
LG Philips LCD	22.5	23.0	18	105
Samsung	20.3	21.6	23	120
AU Optronics	12.2	12.2	16	76
CMO/IDTech	10.4	9.8	9	58
CPT	7.4	8.3	31	115
Остальные фирмы	27.2	25.0	6	33
Всего:	100.0	100.0	16	76

изображение на экране. Наличие коммутационных элементов (транзисторов или диодов) позволяет сократить длительность переключения жидкокристаллических элементов из одного состояния в другое до уровня, соизмеримого с получаемым в электронно-лучевых дисплеях (CRT). Основные преимущества TFT-LCD дисплеев: высокое качество изображения, малые габариты, низкие уровни энергопотребления и электромагнитного излучения.

**Технология и материал подложки.** В настоящее время наиболее часто в технологическом процессе изготовления тонкопленочных транзисторов используется подслой, выполненный на основе аморфного кремния (a-Si), который наносится на стеклянную подложку. На подслое из аморфного кремния формируются TFT-транзисторы. Выбор аморфного кремния обусловлен низкой стоимостью этого материала. Другие его преимущества – малый ток утечки и высокая стабильность. Для улучшения параметров активной TFT-матрицы, снижения стоимости и увеличения уровня интеграции дисплейных модулей в последнее время ведущие производители осуществляют переход к низкотемпературной технологии изготовления подложки из поликристаллического кремния (p-Si). Низкотемпературная технология получила название LTPS (Low Temperature Polysilicon) или LPS (Low-temperature Polysilicon).

**Размер по диагонали (screen size)** – размер экрана дисплея по диагонали, выраженный в дюймах. В настоящее время не существует стандарта на размеры малоформатных дисплеев, поэтому на практике можно встретить дисплеи самых разных размеров (от 1 до 10 и более дюймов по диагонали). Например, выпускаются дисплеи с размером по диагонали 1.5, 1.8, 1.9, 2.0, 2.2, 2.3, 2.5,

2.66, 2.83, 2.9, 3.5 дюйма.

**Пиксель (pixel)** – минимальный (элементарный) элемент изображения на экране дисплея.

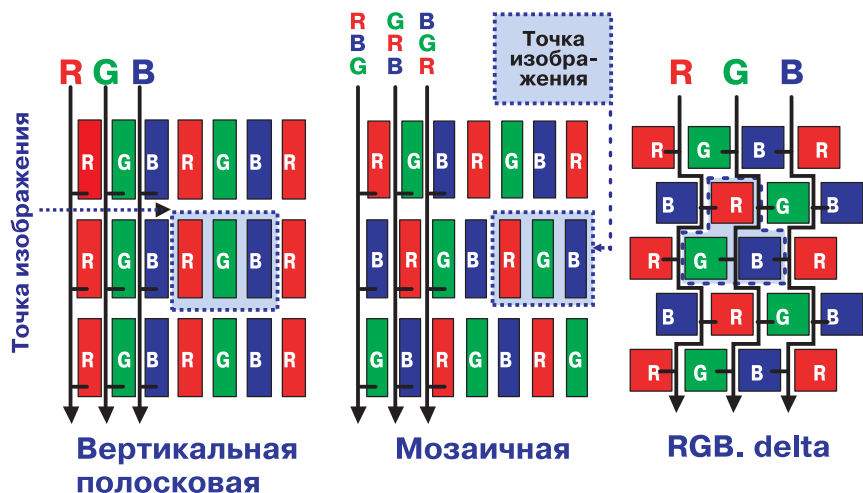
**Размеры пикселя (pixel size)** – размеры пикселя (в мм или мкм) по двум измерениям: вертикали (V) и горизонтали (H). По сути – это размеры прямоугольника "рабочей обкладки" жидкокристаллического элемента.

**Шаг пикселя (pixel pitch).** К соответствующему размеру пикселя по горизонтали и вертикали добавляется размер зазора между соседними пикселями.

**Точка изображения (dot)** состоит из трех пикселей (рис. 2). Этот термин чаще всего применяется при описании цветных дисплеев.

**Шаг точек изображения (dot pitch).** К соответствующему размеру точки изображения по вертикали и горизонтали прибавляется размер зазора между соседними точками изображения.

**Формат матрицы (display format)** – количество пикселей по вертикали (V) и горизонтали (H) дисплея. Часто для этого параметра используется термин разрешение, что, мягко говоря, не совсем верно, поскольку разрешение зависит не от количества пикселей, а от плотности их размещения на поверхности жидкокристаллической матрицы. Для оценки качества изображения дисплеев с дискретно адресуемыми пикселями (а именно такими являются TFT-LCD дисплеи) лучше использовать такой параметр, как количество пикселей на единицу длины, например, дюйм. Для аналоговых дисплеев (CRT) – это число линий на единицу длины. В таблице 2 приведены стандартные форматы дисплеев. Здесь необходимо отметить, что следует обращать внимание на порядок записи в гра-



**Рис. 2. Топологии цветофильтров**

Таблица 2. Стандартные форматы матриц изображения

Формат матрицы	Число точек изображения	Число пикселей изображения	Отношение сторон	Обозначение
320×240	76 800	230 400	4:3	Quarter VGA
640×400	256 000	768 000	16:10	EGA
640×480	307 200	921 600	4:3	VGA
800×400	384 000	1 152 000	15:9	Wide VGA
800×600	480 000	1 440 000	4:3	SVGA
1024×600	614 400	1 843 200	~17:10	Wide SVGA
1024×768	786 432	2 359 296	4:3	XGA
1280×1024	1 310 720	3 923 160	5:4	SXGA
1400×1050	1 470 000	4 410 000	4:3	SXGA+
1600×1200	1 920 000	5 760 000	4:3	UXGA
1920×1200	2 304 000	6 912 000	16:10	Wide UXGA
2048×1536	3 145 728	9 437 184	4:3	QXGA
2560×2048	5 242 880	15 728 640	4:3	QSXGA
3200×2400	7 680 000	23 040 000	4:3	QUXGA

фе "формат матрицы" (display format). Запись 320×240 говорит о том, что в строке содержится 320 пикселей. Запись 320×3×240 (или 320×RGB×240) указывает, что в строке – 960 пикселей.

**Размеры матрицы (display area, active area)** – размеры матрицы изображения в двух измерениях: по вертикали (V) и горизонтали (H).

**Коэффициент мультиплексирования (duty cycle)** определяется как  $1/N$ , где N – число адресуемых строк. Этот параметр обычно применяется для дисплеев, изготовленных на базе технологии TN или STN.

**Топология цветного фильтра (pixel arrangement, pixel configuration, color configuration).** Цветной фильтр обычно размещается на внутренней стороне верхней подложки, но возможно его размещение также и на нижней подложке. В качестве материала для фильтра используются различные пленки. Нанесение пленки может выполняться с использованием различных технологий. На практике обычно применяют несколько вариантов топологии фильтра. Лучшими показателями по равномерности передачи цвета обладает структура RGB.delta, однако технология ее формирования наиболее сложная. В подавляющем большинстве современных малоформатных TFT-LCD дисплеев используется вертикальная полосковая топология (RGB.Stripe), которая в сравнении с другими имеет наименьшую сложность изготовления. Значительно реже применяются мозаичная и горизонтальная полосковые топологии. Цветной фильтр поглощает до 50...60 % проходящего светового излучения в случае использования задней подсветки, а при использовании для подсветки отраженного света этот показатель повышается. Характеристики фильтра строго согласуются со спектральными характеристиками светового излучения. Возможные типы топологии цветофильтров приведены на рис. 2.

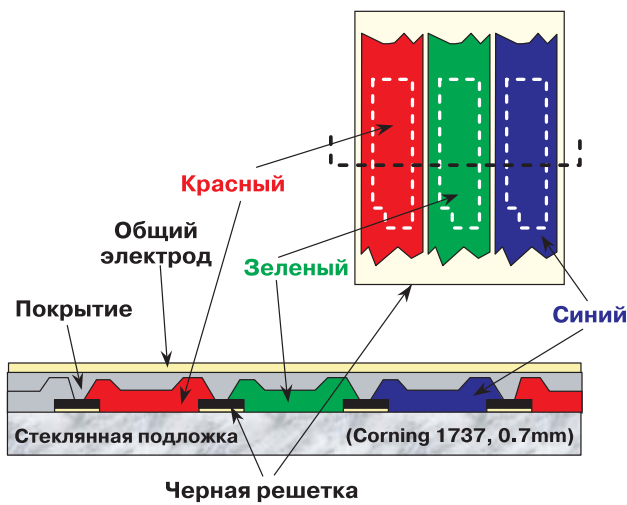
**Число градаций цвета (display colors).** Рассматриваемые цветные TFT-LCD дисплеи имеют до 262 144 тыс. градаций цвета ( $2^{18}$ ). Количество градаций тесно

связано с разрядностью кода, используемого для кодирования интенсивности излучения основных цветов, – красного (R), зеленого (G) и синего (B). Если длина кодового слова для каждого цвета составляет шесть разрядов, количество градаций цвета (цветовых оттенков) в этом случае будет равно  $2^{18}$  ( $2^6 \cdot 2^6 \cdot 2^6$ ).

**Яркость (luminance, brightness).** Протяженные источники света характеризуются поверхностной яркостью [2]. Для измерения яркости в единицах системы СИ используется единица nit – кандел на

квадратный метр  $\text{кд/м}^2$  ( $\text{cd/m}^2$ ). В странах Великобритании для измерения яркости принято использовать единицу измерения footlamberts (fL), поэтому в документации некоторых производителей уровень яркости дисплеев приведен в footlamberts. Один nit равен 3.426 fL [3]. Яркость дисплея зависит от уровня интенсивности светового излучения источника подсветки и прозрачности конструктивных слоев. Жидкокристаллическое вещество поглощает довольно большую часть проходящего света, поэтому для увеличения яркости изображения используются маски с большим апертурным отношением, поляризационные пленки и цветные фильтры с малым коэффициентом поглощения света. Следует отметить, что наличие сенсорной панели приводит к тому, что уровень яркости дисплея уменьшается примерно на 15-20 %.

**Коэффициент контрастности (contrast ratio)** определяется отношением уровня яркости самого светлого белого и самого темного черного цвета на экране дисплея. Некоторые дисплеи имеют низкий коэффициент контрастности, что приводит к нечеткому изображению. По оценкам некоторых специалистов для дисплеев большого размера коэффициент контрастности 150-200 во многих случаях считается вполне приемлемым. При этом обеспечивается воспроизведение "живых" насыщенных цветов. Не следует считать, что чем выше яркость жидкокристаллического дисплея, тем лучше контрастность изображения. В общем случае регулировка яркости более всего влияет на восприятие темных оттенков на экране дисплея, а регулировка контрастности – светлых. То есть, при заниженной яркости на жидкокристаллическом дисплее нельзя различить темные полутона (на участках изображения с малой яркостью), а при завышенной контрастности светлые оттенки на выводимом изображении будут сливаться в один цвет. Следует отметить, что контрастность изображения жидкокристаллических дисплеев ухудшается при снижении температуры окружающей среды. В некоторых высо-



**Рис. 3. Пример формирования цветофильтра и черной решетки**

кокачественных дисплеях для улучшения контрастности изображения применяется подогрев основания дисплея.

**Черная решетка (black matrix)** – специальная оптическая структура (маска), изготовленная из композитного материала и расположенная в подслое цветного фильтра (рис. 3). По сути, черная решетка представляет собой оптический фильтр, который уменьшает проникание света через поверхность экрана на границах раздела между соседними пикселями. Использование черной решетки позволяет увеличить коэффициент контрастности, что обеспечивает повышение четкости изображения.

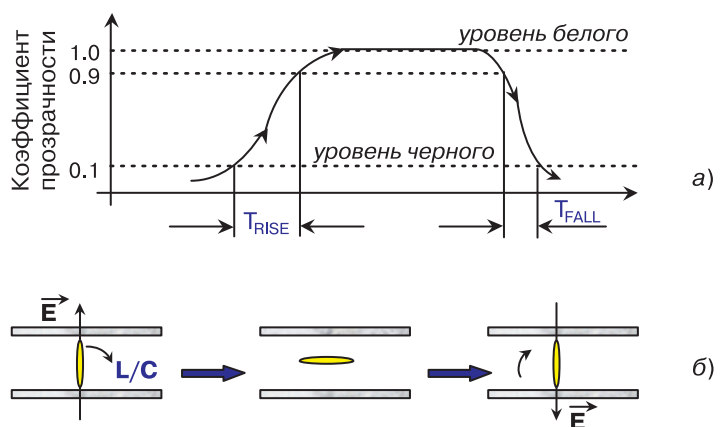
**Апертурное отношение (aperture ratio)** – отношение площади изображения к общей площади поверхности экрана дисплея. Чем это отношение больше, тем больше яркость, так как увеличивается площадь светового излучения. Улучшается также и контрастность. Апертурное отношение является важной характеристикой жидкокристаллического дисплея для оценки его качества. Этот параметр, как правило, не указывается в документации, однако может быть вычислен из других характеристик (размера матрицы, числа пикселей, шага пикселей и др.).

**Кросс-эффект (crosstalk)** проявляется во взаимовлиянии пикселей. Электрическое поле "активизированного" пикселя влияет на соседние с ним "пассивные". Это явление характерно в основном для жидкокристаллических дисплеев типа TN и STN, однако, и в дисплеях с TFT-матрицами имеется незначительное взаимовлияние соседних

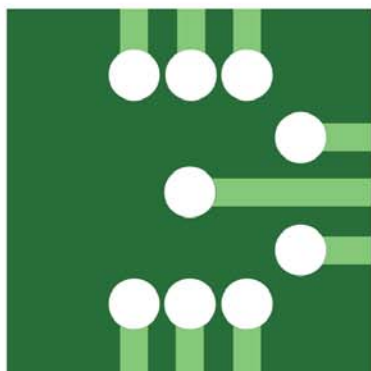
элементов изображения. В STN-дисплеях кросс-эффект приводит к появлению горизонтальных и вертикальных полос. Кросс-эффект обусловлен многими факторами. Одной из причин этого эффекта является то, что система электродов матрицы представляет собой распределенную RC-структуру.

**Длительность переключения (response time)** – интервал времени ( $t_{RISE}$ ), в течение которого происходит переключение (рис. 4) жидкокристаллического элемента (пикселя) из состояния "включено" в состояние "выключено" (соответственно из состояния "белое" в состояние "черное") и из состояния "выключено" в состояние "включено" ( $t_{FALL}$ ). Пример определения длительности переключения приведен на рис. 4. Жидкокристаллические дисплеи типа TN и STN по сравнению с TFT-дисплеями имеют более высокую длительность переключения. Этот параметр оказывает заметное влияние на оценку качества дисплея при передаче быстро изменяющегося изображения.

**Угол обзора (viewing angle)**. Известно, что качество изображения жидкокристаллических дисплеев ухудшается при отклонении точки наблюдения от перпендикуляра, проведенного из центра экрана, поэтому жидкокристаллические дисплеи имеют ограниченный угол обзора. Ухудшение восприятия изображения связано с уменьшением контрастности. Величина угла обзора во многом зависит от типа и качества применяемого жидкокристаллического вещества. Как правило, в документации предельные значения угла обзора даны для вполне определенной величины коэффициента контрастности (2, 5 или 10). Угол обзора обычно измеряется относительно перпендикуляра к центру экрана. В документации, как правило, приводятся четыре значения угла обзора при отклонении точки наблюдения в вертикальной (top/bottom – вверх/вниз) и горизонтальной (right/left – вправо/влево) плоскости (рис. 5).



**Рис. 4. Пример определения длительности переключения (а) и "фазы" состояния ЖК-ячейки (б)**



5-7 ОКТЯБРЯ  
2004

ВТОРАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
РОССИЯ, МОСКВА, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ДОМ ХУДОЖНИКА

# ЭЛЕКТРОНИКА

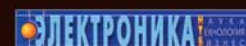
КОМПОНЕНТЫ • ОБОРУДОВАНИЕ • ТЕХНОЛОГИИ

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

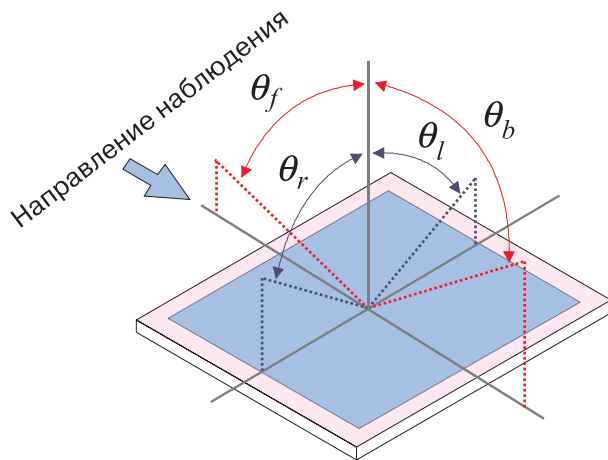


Министерство промышленности, науки и технологий  
Российское Агентство по Системам Управления  
Российское авиационно-космическое агентство  
Правительство г. Москвы

ИНФОРМАЦИОННАЯ  
ПОДДЕРЖКА



МТПП Организатор выставки  
компания «ЧипЭкспо»  
Россия, 111141, Москва  
ул. Перовская 19/2, стр.3  
тел/факс: (095) 368-1039  
e-mail: info@chipexpo.ru  
<http://www.chipexpo.ru>



**Рис. 5. Пример определения угла обзора в горизонтальной и вертикальной плоскостях**

**Направление наилучшего обзора (viewing direction).** Смещение направления наилучшего обзора относительно перпендикуляра к поверхности экрана в горизонтальной или вертикальной плоскости делается преднамеренно для того, чтобы улучшить качество восприятия изображения под определенным углом, соответствующим условиям применения дисплея. Для определения направления наилучшего обзора принята система ориентации, основанная на модели циферблата стрелочных часов. Значение 12:00 o'clock соответствует направлению наблюдения сверху, 6:00 o'clock – снизу. Выпускаются также дисплеи с направлением наилучшего обзора 9:00 o'clock (слева) и 3:00 o'clock (справа).

**Источник подсветки (backlight).** Жидкокристаллические элементы, используемые для формирования изображения в TFT-LCD дисплеях, не излучают свет, а работают, образно говоря, как оптический затвор, поэтому для восприятия изображения необходим внешний источник света, располагаемый позади или, чаще, вдоль боковых граней LCD-панели. Обычно для подсветки жидкокристаллических дисплеев применяются: светоизлучающие диоды (Light-Emitting Diode – LED), флуоресцентная лампа с холодным катодом (Cold Cathode Fluorescent Lamp – CCFL) или электролюминесцентная лампа (Electroluminescence Lamp – EL).

Светодиоды устанавливают методом поверхностного монтажа вдоль боковых граней дисплея. В зависимости от количества светодиодов необходима разная величина напряжения питания (чаще всего от 6 до 20 В). Преимущества светодиодной подсветки: долговечность, надежность, низкое напряжение питания, широкий диапазон рабочих температур.

CCFL-лампа, используемая в малогабаритных

дисплеях, представляет собой миниатюрную высоковольтную лампу с холодным катодом, в которой используется явление автоэлектронной эмиссии. Конструктивно лампа выполнена в стеклянном баллоне с выводами. Флуоресцентная лампа обычно обеспечивает подсветку тыльной стороны дисплея. CCFL-лампа имеет высокую яркость, сравнительно высокий КПД, удовлетворительную стойкость к вибрации, что и обусловило ее применение в дисплеях, предназначенных для мобильных приложений. Для работы лампы необходим преобразователь постоянного напряжения в переменное. Напряжение питания флуоресцентной лампы в зависимости от типа и габаритных размеров дисплея составляет от 200 до 600 В. Частота напряжения питания находится в пределах от 50 до 75 кГц.

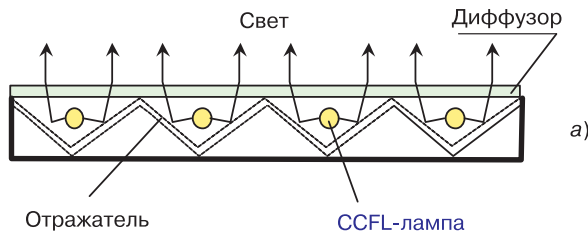
Электролюминесцентные лампы обычно широко применяются как в символьных, так и графических жидкокристаллических индикаторах.

**Оптическая схема подсветки (panel mode).** В настоящее время в большинстве выпускаемых малогабаритных дисплеев используются три основных режима подсветки: transmissive – пропускающий (на просвет), transflective (transparent-reflective) – прозрачно-отражающий и reflective – отражающий [4]. Тип оптической схемы определяется, главным образом, особенностями конструкции дисплея и светопроводящих слоев и имеет важное значение для получения качественного изображения на экране дисплея как при искусственном, так и солнечном освещении.

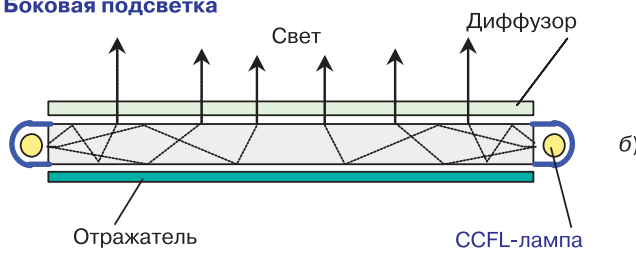
Конструкции, обеспечивающие прохождение световых лучей от заднего или бокового источника подсветки, широко применяются в жидкокристаллических дисплеях, используемых в карманных компьютерах, цифровых фото- и видеокамерах и т. п. (рис. 6). Такие дисплеи имеют высокое качество изображения в помещении и сравнительно низкое – при солнечном освещении, обычно более мощном, чем световое излучение, создаваемое источником подсветки. Отраженные от поверхности экрана солнечные лучи полностью "подавляют" свет, излучаемый дисплеем, и поэтому экран кажется черным.

Мобильные телефоны и другие портативные устройства эксплуатируются не только в помещении, поэтому в них важно обеспечить удовлетворительное качество изображения при любом освещении. Кроме того, не менее важным параметром для малогабаритных дисплеев, применяемых в мобильных телефонах, является уровень энергопотребления. В конструкции дисплея с использованием отражающего (reflective) режима подсветки содержится только отражающий зеркальный слой. В этом случае солнечный свет или свет лампы фронтальной подсветки проходит через всю слоистую конструкцию дисплея, отражается от

**Фронтальная подсветка**



**Боковая подсветка**



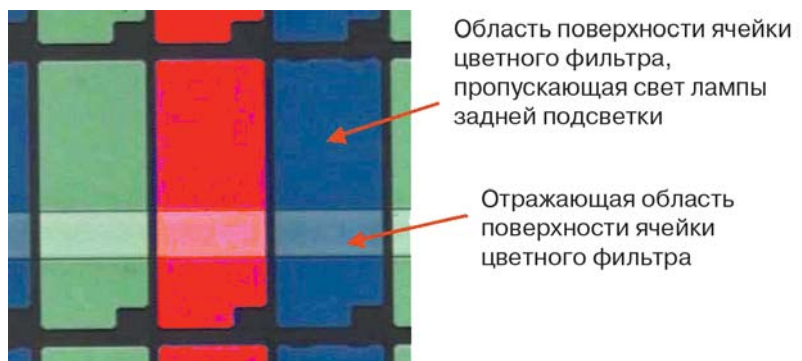
**Рис. 6. Варианты конструкции дисплея с фронтальной (а) и боковой (б) подсветкой**

зеркального слоя и еще раз проходит через дисплей. При дневном освещении качество изображения таких жидкокристаллических дисплеев обычно ниже, чем дисплеев, в которых используется прозрачно-отражающий режим подсветки (transflective). Если в дисплее нет передней лампы подсветки, то в темном помещении или при плохом освещении вообще не видно изображения на экране. Поэтому необходимо применение передней подсветки. Фирма Sharp в своих дисплеях применяет улучшенную технологию отражающей подсветки, которая в документации называется HR (highly reflective). Однако качество изображения дисплеев только с отражающей подсветкой ниже, чем дисплеев с комбинированной подсветкой.

Чтобы в дисплеях, в которых используется оптическая схема transmissive, получить приемлемое качество изображения при естественном освещении, необходимо увеличить яркость до 350 кд/м<sup>2</sup> [4]. Такую яркость можно получить только за счет увеличения потребляемой источником подсветки мощности, что абсолютно неприемлемо для устройств, предназначенных для мобильных приложений. Производители дисплеев разработали конструкцию, в которой используется прозрачно-отражающий режим подсветки. В этом случае обеспечивается удовлетворительное качество изображения даже при попадании на экран дисплея прямых солнечных лучей. Конструкции дисплеев с про-

зрачно-отражающей схемой подсветки напоминают вышеописанную (см. рис. 6), однако в них применяется частично отражающий слой. Когда такой дисплей используется в помещении, освещение экрана осуществляется светом лампы задней подсветки (аналогично режиму transmissive), при этом часть светового излучения поглощается в отражающем слое. При дневном же освещении солнечный свет отражается от зеркального слоя и освещает экран. Обычно в таких дисплеях качество изображения при дневном освещении ниже, чем при искусственном. Фирма Sharp в своих дисплеях применяет улучшенную технологию – комбинированную подсветку (transmissive-transflective), для которой в документации данного производителя принят термин – advanced TFT (AD-TFT) или high transmissive advanced-TFT. Структура ячеек цветного фильтра, применяемого в AD-TFT дисплеях, приведена на рис. 7 [4]. На рис. 8 даны примеры изображений на экранах дисплеев с transmissive и комбинированной (high transmissive)

подсветкой при разных уровнях внешней освещенности [4]. Вследствие особенностей конструкции дисплеи с разными оптическими схемами подсветки имеют разные значения апертурного отношения. Большое значение апертурного отношения приводит к увеличению яркости. Формат выводимого на экран дисплея изображения зависит от конкретных условий применения. Поэтому в моделях портативных компьютеров, предназначенных для работы в помещении или при солнечном освещении, используются разные форматы изображения. Например, компьютер, предназначенный для работы только в помещении, имеет TFT-дисплей с подсветкой transmissive и поддерживает формат XGA (1024×768 точек), а в модели компьютера, предназначенного для работы при солнечном освещении, изображение выводится с форматом SVGA (800×600 точек).



**Рис. 7. Структура ячеек цветного фильтра, применяемого в AD-TFT дисплеях**

**Конструкция (COG, COB, TAB, COF).** Варианты конструкции жидкокристаллических дисплеев и индикаторов зависят от технологии их изготовления [13].

Технология **COG** (Chip-on-Glass – кристалл на стекле) позволяет выполнять монтаж электронной схемы управления активной матрицы непосредственно на стеклянной подложке дисплея. Использование этой технологии дает возможность уменьшить габаритные размеры и стоимость модулей дисплеев. Дисплеи и индикаторы, изготовленные по технологии COG, широко применяются в портативных устройствах и мобильных телефонах.

В технологии **COB** (Chip-on-Board – кристалл на плате) микросхема контроллера/драйвера монтируется на печатной плате. Использование этой технологии обеспечивает высокую механическую прочность конструкции и низкую стоимость. Недостаток этой технологии – относительно большие габариты модулей дисплеев.

Технология **TAB** (Tape Automated Bonding – автоматизированная сборка) предусматривает размещение электронной схемы управления матрицей дисплея на тонкой текстолитовой плате, прикрепленной к ребрам основания дисплея. Проводники, связывающие выводы микросхемы управления и активной матрицы, наносятся на тонкую гибкую полимерную пленку.

Использование технологии **COF** (Chip-on-Flex – кристалл на полимере) позволяет и микросхему контроллера/драйвера и проводники, связывающие выводы микросхемы и матрицы, разместить на тонкой полимерной пленке. Печатные ламели, используемые для подключения к системному разъему, также располагаются на пленке. Данная технология дает возможность изготовить дисплей, который имеет малые толщину и массу. С другой стороны, при малых размерах дисплея размеры полимерной пленки становятся соизмеримыми с размерами самого дисплея. Недостатки этой технологии – относительно большая стоимость и невысокая механическая прочность. Тем не менее, дисплеи, изготовленные с использованием COF-технологии, широко применяются в средствах мобильной связи.

В последние годы ведущие японские компании (Epson, Sharp, Sony) ведут интенсивные разработки новых технологий и материалов, применение которых

позволит непосредственно на стеклянной подложке дисплея интегрировать не только TFT-транзисторы матрицы, но и интегральные схемы, содержащие драйверы строк и столбцов матрицы, память, ЦАП, элементы интерфейса ввода/вывода, микропроцессор. Использование новых технологий позволит создавать функционально-законченные малогабаритные модули дисплеев.

**Габариты дисплея (module size, outline dimension)** – габаритные размеры дисплея приводятся по трем измерениям (V, H, D).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В таблице 3 приведены основные параметры малоформатных жидкокристаллических TFT-LCD дисплеев, выпускаемых ведущими мировыми производителями [5-12].

Из TFT-LCD дисплеев, приведенных в таблице 3, можно выделить модели H027QT01 (AU Optronics) и LTS280Q1-PE1 (Samsung). Эти дисплеи имеют высокие параметры и предназна-

чены для использования в PDA, мобильных средствах связи и другой портативной аппаратуре. Обе модели поддерживают цифровой 18-разрядный (RGB) параллельный интерфейс. В качестве сигналов стробирования используются импульсы вертикальной и горизонтальной синхронизации и тактовый сигнал. В качестве графического видеоконтроллера для этих дисплеев можно использовать: микросхемы S1D13806 фирмы Epson; микропроцессоры PXA25x/26x/27x фирмы Intel, содержащие встроенный видеоконтроллер; сигнальные процессоры семейства Blackfin (ADSP-BF531/532/533/561) фирмы Analog Devices. В сигнальных процессорах семейства Blackfin реализован 16-разрядный параллельный периферийный интерфейс (PPI), который можно использовать для передачи данных в дисплеи H027QT01 и LTS280Q1-PE1.

Дисплей H027QT01 с размером по диагонали 2.66 дюйма имеет 4-проводную резистивную сенсорную панель и достаточно большой угол обзора. В этом дисплее применяется прозрачно-отражающий (transflective) режим подсветки. В качестве источника подсветки используются четыре светодиода. Дисплей снабжен 60-контактным гибким кабелем FPC (Flexible Printed Circuit).

Жидкокристаллический TFT-дисплей LTS280Q1-PE1 с размером по диагонали 2.83 дюйма изготовли-



**Рис. 8. Изображения на экране дисплеев с режимами подсветки transmissive и high transmissive при разных уровнях освещенности**



Таблица 3. Основные параметры малогабаритных цветных TFT-LCD дисплеев

Наименование параметра	AU Optronics			Samsung	Sharp	Hitachi	
	H027QT01	A035CN02	H035QR01	LTS280Q1-PE1	LQ035Q7DB02	SX09Q005-ZZA	
Размер по диагонали, дюйм	2.66	3.5	3.5	2.83	3.52	3.6	
Технология	TFT					STN	
Формат матрицы, (H×V), пиксель	208×RGB×320	234×480	240×RGB×320			320(V)×RGB×240(H)	
Цветной фильтр	RGB, Vertical Stripe	RGB. delta	RGB, Vertical Stripe				
Размер матрицы, (V×H), мм	56.64×36.816	72×50.544	71.52×53.64	57.6×43.2	71.52×53.64	73.9×55.42	
Шаг точек изображ., (V×H), мм	0.177×0.177	0.150×0.216	0.2235×0.2235	0.180×0.180	0.2235×0.2235	0.077×0.231	
Количество градаций цвета	262 144	65 536	262 144			–	
Яркость, кд/м <sup>2</sup>	60	250	30	110	50	–	
Коэффициент контрастности (K)	50	150	14	150	80	30	
Угол обзора (коэф. контрастности), в плоскостях:	горизонтальной (слева/справа)	45/45 (K>5)	45/45 (K>10)	50/50 (K>2)	50/40 (K>10)	40/40 (K>2)	30/30 (K>2)
	вертикальной (сверху/вниз)		10/30 (K>10)	45/45 (K>2)			
Сенсорная панель	+		–				
Длительность переключения, мс:	t <sub>RISE</sub>	10	20	15	35	30	450
	t <sub>FALL</sub>	30	30	25		50	
Подсветка:	источник	4×LED	8×LED	CCFL	6×LED	LED	6×LED
	режим	Transmissive		Reflective	Transmissive	Advanced TFT	Transmissive
	ток потребл., мА	30	20	1.75	15	15	100
	напряжение, В	7.2	15	290 (50 кГц)	20	21.6	5
Интерфейс	цифровой, паралл., 18 разр., RGB	видеосигнал PAL/NTSC	цифровой, параллельный, 18 разрядов, RGB			цифровой, паралл., 8 разрядов	
Напряжение питания, В (ток потребления, мА):	V <sub>CC</sub>	3.3 (2.5)	5 (1.5)	3.3 (1.3)	3.3 (1.1)	3.3 (2.0)	–
	A <sub>V</sub> <sub>DD</sub>	5.0 (5.0)	5 (5)	3.3 (3.2)	5.0 (6.3)	5.0 (3.5)	
	V <sub>GH</sub>	12 (–)	15 (0.05)	15 (0.08)	15 (0.3)	15 (0.15)	
	V <sub>GL</sub>	-12 (–)	-10 (0.2)	-12 (0.2)	-10 (0.3)	-10 (0.04)	
Габаритные размеры (V×H×D), мм	69.17×45.8×4.6	83.0×60.5×4.5	72.0×88.45×4.95	71.7×52.9×4.75	65.0×85.0×4.5	94.7×73.2×7.5	
Диапазон температур, °C:	рабочих	-20...70	0...60	-10...50	-20...60	0...50	-5...60
	хранения	-30...75	-25...80	-25...70	-30...70	-25...75	-20...70
Масса, г	33	–	50±5	38	50	60	

валяется с использованием технологии a-Si. В дисплее применяется прозрачно-отражающий режим подсветки. Этот дисплей снабжен резистивной сенсорной панелью и имеет 61-контактный гибкий кабель. Коэффициент контрастности при включенном и выключенном источнике подсветки равен соответственно 150 и 6. В качестве источника подсветки используются шесть светодиодов. Направление наилучшего обзора 12:00 o'clock. Еще одним преимуществом дисплея LTS280Q1-PE1 является низкий уровень энергопотребления.

Полную информацию о параметрах рассмотренных TFT-LCD дисплеев можно найти в сети Интернет по адресам, указанным в [3–12].

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Rekordumsatze fur TFT-LCDs//Markt&Technik, 14/2004.
2. Кузмичев В.Е. Законы и формулы физики // Отв. ред. В.К. Тартаковский. – Киев: Наук. думка, 1989.
3. LCD Application Note. Liquid Crystal Displays. Image Quality: Measurements and Definition. – Sharp (<http://www.sharpsma.com>).

4. High-Transmissive Advanced TFT-LCD Technology. – Sharp (<http://www.sharpsma.com>).

5. 2.66" Transflective color TFT-LCD module H027QT01. Product Specification. – AU Optronics, 2003 (<http://www.auo.com>).

6. Product Information. LTS280Q1-PE1. Preliminary Specification. – Samsung, 2004 (<http://www.samsung.com>).

7. 3.5" COLOR TFT-LCD MODULE A035CN02. Product Specification. – AU Optronics, 2003 (<http://www.auo.com>).

8. 3.5" COLOR TFT-LCD MODULE H035QR01 Ver.0 (UR035Q01). Product Specification. – AU Optronics, 2001 (<http://www.auo.com>).

9. LQ035Q7DB02 TFT-LCD Module. Technical Literature. – Sharp, March 2002 (<http://www.sharpsma.com>).

10. SX09Q005-ZZA. Customer's Acceptance Specification. – Hitachi, Apr. 2003 (<http://www.hitachi.com>).

11. <http://www.samsung.com>

12. <http://www.sharpsma.com>

13. Новые конструкции ЖК-индикаторов // ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 9.

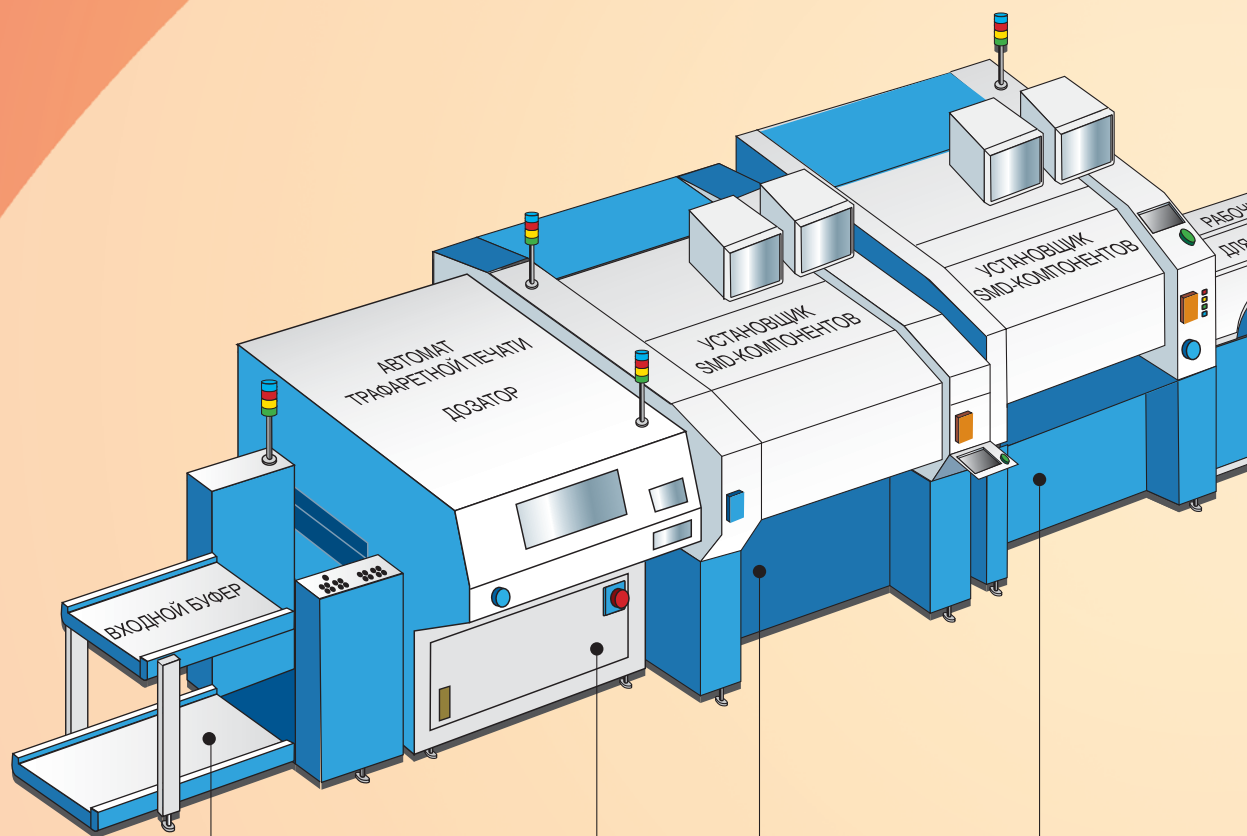
# Технологические линии сборки печатных плат методом монтажа на поверхность



LD300 SP400V SP45F SP45F CP45F WT200 RF2082C UL300

## Пример технологической линии средней производительности

- производительность 21 000~30 000 компонентов/час
- объем потребляемого воздуха 540 л/мин
- потребляемая мощность 53 кВт
- длина 14.7 м
- масса 6500 кг



CP20C/CV, CP40C,

CP50CM, CP45F, CP45FV, CP45FS, CP55, CP

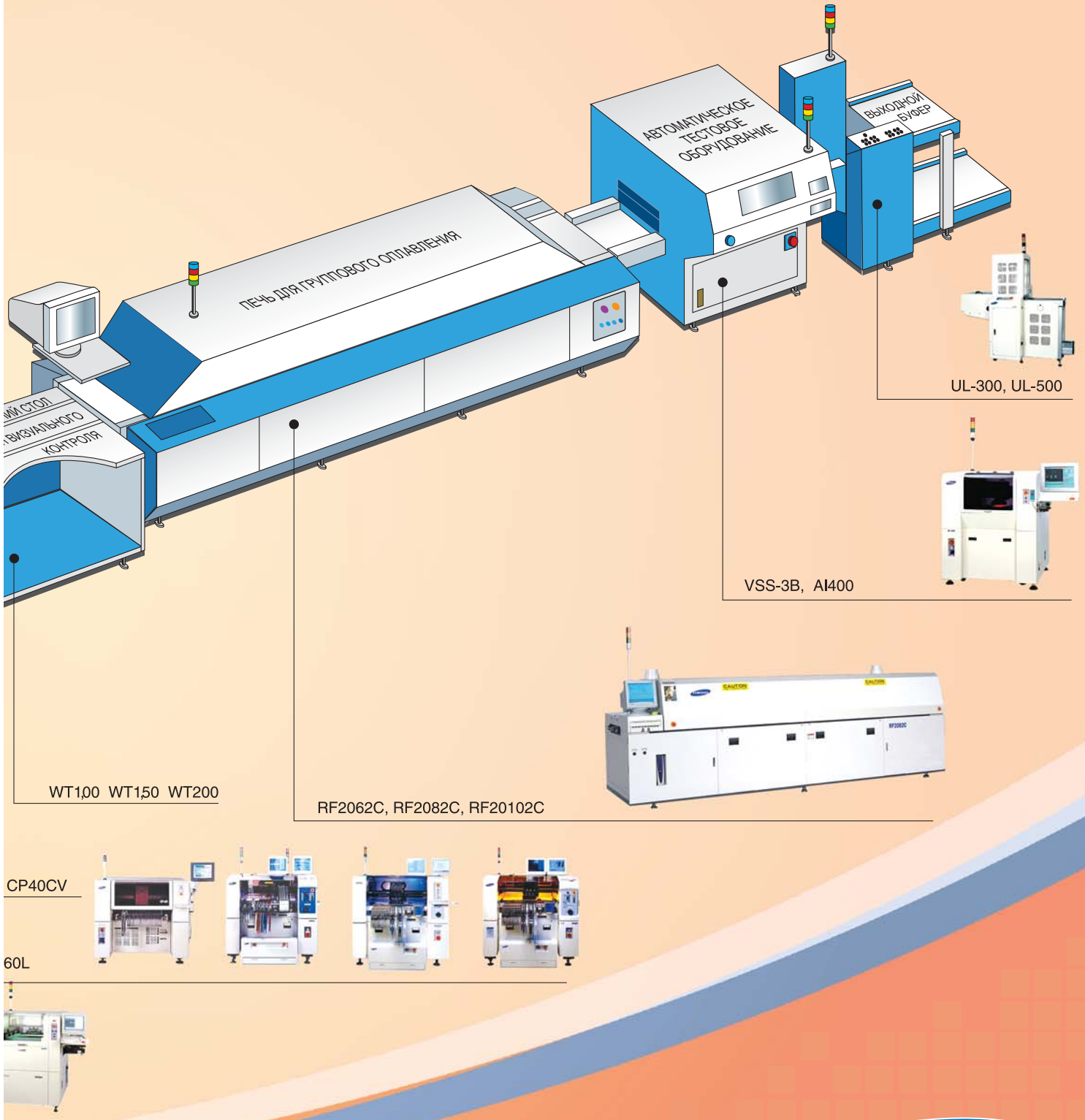
LD-300, LD-500, LD-150V

SP450V, SP400V<sub>2</sub>, DP50V



## Гарантия высокой производительности и полного соответствия техническим условиям

НПФ VD MAIS, дистрибьютор фирмы Samsung в Украине, предлагает оптимальные решения на всех этапах технологического процесса сборки печатных плат. Наилучшая производительность и высокая рентабельность технологической линии обеспечиваются квалифицированными консалтинговыми услугами, оптимальными системотехническими решениями, поставками высококачественного оборудования. Фирма обеспечивает установку линии, выполняет все пусконаладочные работы, включая технологическое сопровождение.



VD MAIS – дистрибьютор фирмы Samsung в Украине

**SAMSUNG**

## НИЗКОПРОФИЛЬНЫЕ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ С ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТЬЮ 10-30 Вт

Фирма Astec Power разработала и с 2004 г. начала выпуск низкопрофильных DC/DC-преобразователей серий AUx и AVC с одним выходом напряжением от 1 до 5 В мощностью от 10 до 30 Вт, отличающихся высокими параметрами, возможностью монтажа на поверхность печатной платы и широким диапазоном рабочих температур. Основные характеристики и параметры преобразователей этих серий приведены в публикуемой ниже статье.



Г. Местечкина

Фирма Astec Power анонсировала в мае 2004 г. новые серии сверхнизкопрофильных DC/DC-преобразователей в открытом корпусе, конструктивное исполнение которых обеспечивает возможность их монтажа непосредственно на поверхность печатной платы.

Имея пять различных моделей с одним выходом напряжением от 1 до 5 В в каждой, новые преобразователи обеспечивают выходную мощность от 10 (серии AUM и AUD), 15 и 20 (серия AUG) до 30 Вт (серия AUK) при входном напряжении  $V_{IN}=48$  В, а также выходную мощность 19.8 Вт (серия AVC) при входном напряжении 3.3 или 5.0 В [1, 2].

При высоте от 4.2 до 7.7 мм (в зависимости от модели) эти компактные источники могут легко устанавливаться непосредственно на плату любого оптического, беспроводного и широкополосного устройства связи, для которого минимизация высоты является важным требованием. Сохранение пространства на плате обеспечивается также благодаря тому, что преобразователи соответствуют требованиям стандартов по электромагнитному излучению и уровню помех по цепям питания и не требуют установки внешних элементов для фильтрации помех. Новые преобразователи выпускаются в двух вариантах: с изолированным и неизолированным от входа выходом. Диапазон рабочих температур в зависимости от модели и способов охлаждения составляет от -40 до 75/80/85 °С, КПД – от 88 до 93 %. В новых преобразователях (кроме серии AVC) обеспечивается формирование сигнала Power Good (ALM), дистанционное включение/выключение (RC) и параллельное соединение по выходу (PO), также как защита от перенапряжения (OVP), перегрузки (OCP) и снижения напряжения на выходе за пределы допуска (LVP). В моде-

ли AVC при подключении внешнего резистора между выводами Adjust и Vout обеспечивается регулировка выходного напряжения в пределах от 90 до 100 %  $V_{0\text{ ном}}$ , а при подключении резистора между выводами Adjust и GND – в пределах от 100 до 110 %. Кроме того, изделия всех серий преобразователей, исключая AVC, выдерживают испытательное напряжение 1500 В. Все преобразователи соответствуют требованиям стандартов по электромагнитной совместимости и безопасности, разработанных аттестационными центрами UL и CE.

При параллельном включении нескольких преобразователей по входу (RC) и выходу (PO) суммарный выходной ток не должен превышать допустимого для одного. В этом случае выводы PO должны быть соединены вместе. Возможно параллельное соединение преобразователей только по входу RC при работе каждого на индивидуальную нагрузку для обеспечения одновременного включения/выключения нескольких устройств. Все соединенные параллельно преобразователи (рис. 1), если их входы ALM соеди-

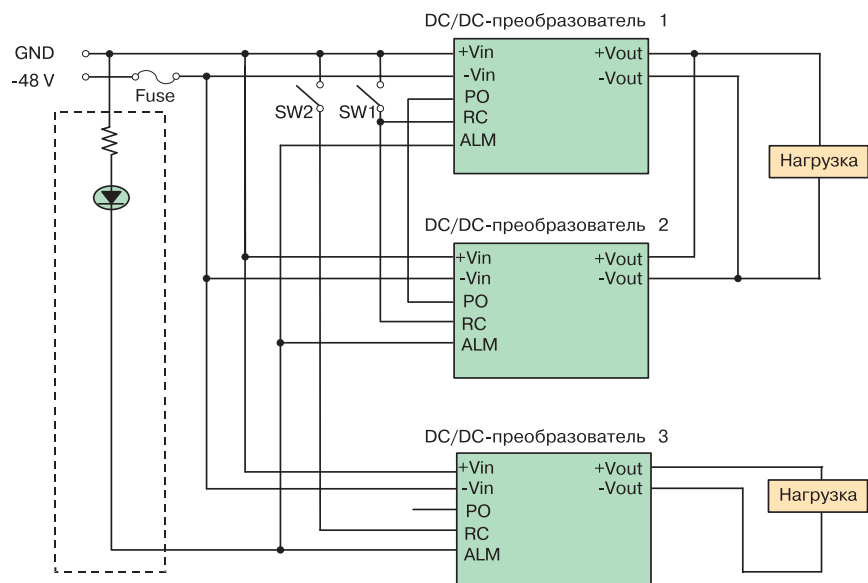


Рис. 1. Схема комплексного (параллельного и одиночного) включения DC/DC-преобразователей серий AUx

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

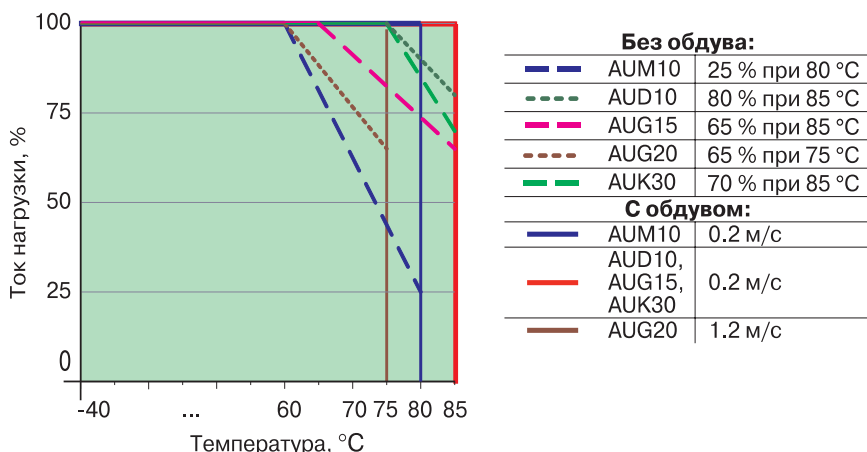


Рис. 2. Графики зависимости выходной мощности DC/DC-преобразователей серий AUx от температуры окружающей среды

нены вместе, прекращают свою работу, когда хотя бы на одном из них срабатывает защита LVP или OVP. Светодиод, подключенный к выводу ALM, индицирует прекращение работы (отказ) преобразователя или нескольких модулей, выводы ALM которых соединены вместе и подключены к светодиоду, как показано на рис. 1.

Основные технические характеристики и параметры выпускаемых фирмой Astec Power низкопрофильных DC/DC-преобра-

Таблица 1. Основные технические характеристики низкопрофильных DC/DC-преобразователей серий AUx и AVC

Параметр	Серия					
	AUM	AUD	AUG	AUK	AVC	
<b>Вход</b>						
Входное напряжение, $V_{in}$ , В	48 (36-60)	48 (36-60); (60-75) с обдувом			48 (36-75)	3.3 (2.97- 3.63)/ 5.0 (4.5-5.5)
КПД, %	88 (5 В)	89 (5 В)	88 (5 В)	91 (5 В)	93 (3.3 В)	
<b>Выход</b>						
Выходная мощность, Вт	10	10	15	20	30	19.8
Выходное напряжение, $V_{0\text{ ном}}$ , В	1.5, 1.8, 2.5, 3.3, 5.0	1.2, 1.8, 2.5, 3.3, 5.0	1.5, 1.8, 2.5, 3.3, 5.0	1.5, 1.8, 2.5, 3.3, 5.0	1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0	
Нестабильность $V_{0\text{ ном}}$ (при изменении $V_{in}$ и тока нагрузки), %	±5	+5, -3	+5, -3	+5, -3	+5, -3	±3
Диап. регулировки $V_{0\text{ ном}}$ , %	—					±10
Напряжение пульсаций и шума, п-п, мВ	50					50 (5 В), 40 (3.3 В)
Защита от перенапряжен. (OVP)	1.2 $V_{0\text{ ном}}$					—
Защита от перегрузки (OCP), А	3.1 (1.5-3.3 В), 2.1 (5.0 В)	3.6 (1.5 В), 3.1 (1.8-3.3 В), 2.1 (5.0 В)	5.3 (1.2 В), 4.65 (1.8-3.3 В), 3.1 (5.0 В)	8.2 (1.5, 1.8 В), 7.2 (2.5 В), 6.2 (3.3 В), 4.2 (5.0 В)	11.3 (1.5, 1.8, 2.5 В), 9.3 (3.3 В), 6.2 (5.0 В)	защита от КЗ
Защита от снижения $V_{0\text{ ном}}$ (LVP)	0.9 $V_{0\text{ ном}}$	0.95 $V_{0\text{ ном}}$ (1.5 В); 0.9 $V_{0\text{ ном}}$ (остальн.)	0.9 $V_{0\text{ ном}}$	0.95 $V_{0\text{ ном}}$	0.9 $V_{0\text{ ном}}$	—
Защита от перегрева (OTP)	нет					+
Изоляция входа от выхода	+					—
Прочность изоляции, В	1500 (1 минута)					
Частота преобразования, кГц	770	520-670	510-640	510-640	530	
Параллельное соединение	до 10 модулей					
Время готовности, мс	250 (макс.)					ON/OFF открыт или подкл. к выв. + $V_{in}$ выводы ON/OFF и GND соединены вместе
Управление:	вкл.	вывод RC соединен с выводом - $V_{in}$ или вывод RC открыт				
	выкл.	вывод RC соединен с выводом + $V_{in}$				
Безопасность:	<b>CE</b>	соответствует				соответствует
	<b>UL</b>	cUL 1950	cUL 60950			
Диапазон температур, °C:	рабочих	-40...80 (0.2 м/с)	-40...85 (обдув 0.2 м/с)	-40...75 (1.2 м/с)	-40...85 (0.2 м/с)	-40...85
	хранения	-40...90				
Габаритные размеры, мм	23.4×37.7×7.7	27.2×39.9×4.3	31.2×39.9×4.3	31.2×39.9×4.8	45.0×45.0×4.4	15.4×33.8×6.0

**Таблица 2. Основные параметры  
низкопрофильных  
DC/DC-преобразователей серий AUx и AVC**

Тип	Выход		КПД, %	Входное на- пряжение, В
	напр., В	ток, А		
AUM03M48	1.5	3.0	78	48 (36-60)
AUM03Y48	1.8	3.0	80	
AUM03G48	2.5	3.0	84	
AUM03F48	3.3	3.0	86	
AUM02A48	5.0	2.0	88	
AUD03M48	1.5	3.5	82	48 (36-60); (60-75) с обдувом 0.5 м/с
AUD03Y48	1.8	3.0	84	
AUD03G48	2.5	3.0	86	
AUD03F48	3.3	3.0	88	
AUD02A48	5.0	2.0	89	
AUG05K48	1.2	5.2	82	48 (36-60); (60-75) с обдувом 1.0 м/с
AUG04Y48	1.8	4.5	84	
AUG04G48	2.5	4.5	86	
AUG04F48	3.3	4.5	88	
AUG03A48	5.0	3.0	89	
AUG08M48	1.5	8.0	83	48 (36-60); (60-75) с обдувом 1.5 м/с
AUG08Y48	1.8	8.0	84	
AUG07G48	2.5	7.0	86	
AUG06F48	3.3	6.0	88	
AUG04A48	5.0	4.0	88	
AUK11M48	1.5	11.0	85	48 (36-75)
AUK11Y48	1.8	11.0	86	
AUK10G48	2.5	10.0	89	
AUK09F48	3.3	9.0	90	
AUK06A48	5.0	6.0	91	
AVC06S04/05	1.0	6.0	84/82	3.3 (2.97-3.63)/ 5.0 (4.5-5.5)
AVC06K04/05	1.2		87/84	
AVC06M04/05	1.5		89/86	
AVC06Y04/05	1.8		90/88	
AVC06D04/05	2.0		92/89	
AVC06G04/05	2.5		93/91	
AVC06F05	3.3		93	

зователей серий AUx и AVC мощностью от 10 до 30 Вт приведены в табл. 1, 2.

Указанный в табл. 1 диапазон рабочих температур обеспечивается при условии принудительного обдува модуля. На рис. 2 приведены графики зависимости выходной мощности каждого из представленных DC/DC-преобразователей от температуры окружающей среды и скорости потока воздуха при принудительном обдуве.

**ТОВ «Елеком»**  
електронні компоненти - поставки

**Більше 33 мільйонів найменувань електронних компонентів від більше ніж 2900 постачальників з усього світу.**

**Звертайтеся - знайдеться все!**

Україна, Київ, 01135, вул. Павловська, 29  
тел.: +38 (044) 216-70-10, факс: +38 (044) 461-79-90  
web: www.elecom.kiev.ua, e-mail: office@elecom.kiev.ua

**Обозначение модулей серии AUx:**

Ток нагрузки, А: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11					Входное напряжение, В		
A	U	x	0	3	M	4	8
Серия: <b>M, D, G, K</b>				Вых. напряжение, В: <b>M=1.5, Y=1.8, D=2.0, G=2.5, F=3.3, A=5.0</b>			

Широкий диапазон входных напряжений, высокий КПД, изоляция входа от выхода, возможность монтажа на поверхность печатной платы и низкий профиль, а также обеспечение стабильности выходного напряжения и низкий уровень шумов и пульсаций с учетом широкого диапазона рабочих температур предопределяют широкий спектр возможностей применения DC/DC-преобразователей серий AUM, AUD, AUG, AUK и AVC в электронных устройствах и системах телекоммуникаций, измерительной и медицинской аппаратуре и мн. др.

Дополнительную информацию о продукции фирмы Astec Power можно получить в НПФ VD MAIS или в сети Интернет по адресу: [www.astecpower.com](http://www.astecpower.com)

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. PR Low profile DC-DC converters. – Astec Power, May 2004.
2. Technical Reference Notes Ultra Low Profile AUM 10W, AUD 10W, AUG 20W, AUK 30W, AVC 19.8W Series, Rev. 01. – Astec Power, May 2004.

технічна література  
обладнання та технології  
електронні компоненти  
**ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНИ**  
<http://www.symmetron.com.ua>

**VD MAIS**

**Электронные компоненты и системы**

- Микросхемы
- Датчики
- Оптоэлектроника
- Резонаторы и генераторы
- Источники питания
- Дискретные полупроводники
- Пассивные компоненты
- СВЧ-компоненты
- Системы беспроводной связи

**Дистрибутор**  
AGILENT TECHNOLOGIES, ANALOG DEVICES, ASTEC, COTCO, DDC, GEYER, FILTRAN, IDT, KINGBRIGHT, MURATA, RECOM, RABBIT, ROHM, SUNTECH, TEMEX COMPONENTS, TYCO ELECTRONICS, WAVECOM, WHITE ELECTRONIC

Україна, 01033 Київ, а/я 942, ул. Жилианская, 29  
тел.: (044) 227-2262, 227-1389, факс: (044) 227-3668  
e-mail: info@vdmals.kiev.ua, www.vdmals.kiev.ua

## ПРЕЦИЗИОННЫЕ АНАЛОГОВЫЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ \*

Март 2004

Информационный бюллетень фирмы Analog Devices

### ОСОБЕННОСТИ

- микроконтроллеры для применения в промышленности, приборостроении, системах связи и автомобильной электронике
- обрабатывают смешанные сигналы, имеют высокие параметры, низкую стоимость и малые размеры
- ARM7TDM1: производительность 45 MIPS; внутренняя Flash/EE-память, 12-разрядные АЦП, ЦАП; тип корпуса CSP размерами 6×6 мм
- 3-фазный ШИМ, программируемая логическая матрица, Flash/EE-память объемом 62 кбайт, SRAM объемом 8 кбайт
- микроконвертер с ядром 8052, Flash/EE-памятью и АЦП/ЦАП разрядностью от 12 до 24 разрядов
- отладочные средства: недорогой набор QuickStart

### Прецизионные аналоговые микроконтроллеры с ядром ARM7 и микроконвертеры с ядром 8052

Два семейства прецизионных аналоговых микроконтроллеров фирмы Analog Devices предназначены для применения в промышленности, приборостроении, телекоммуникациях и автомобильной электронике. Однокристальные контроллеры содержат прецизионные аналоговые и аналогово-цифровые узлы: АЦП и ЦАП с высоким разрешением, опорные источники, температурные сенсоры, промышленные контроллеры и встроенную Flash-память. Каждое новое поколение этих устройств содержит все более мощный процессор, имеет более разветвленную периферию, обладает более высокими возможностями по обеспечению функцией измерения и контроля. Все это позволяет упростить проектирование законченных изделий на базе данных микроконтроллеров.

Семейство микроконтроллеров ADuC7000 ARM7 обеспечивает выполнение измерительных и управляющих функций благодаря встроенному мощному 32-разрядному RISC-процессору. Это семейство имеет 32-разрядную шину данных и команд, JTAG-порт для отладки, тактовая частота которого составляет 45 МГц. Ядро ARM-процессора поддерживает как 32-, так и 16-разрядные команды. В составе периферийных устройств этого семейства – многоканальный 12-разрядный АЦП с частотой выборки 1 МГц, до четырех 12-разрядных ЦАП с выходом по напряжению, опорный источник с низким температурным дрейфом (10 ppm/°C), температурный сенсор и конфигурируемый пользователем компаратор. Все ИМС этого семейства выполнены в CSP-корпусе размерами 6×6 мм.

Микроконвертеры – это первые ИМС класса SoC (система на кристалле), которые содержат промышленный микроконтроллер 8052, Flash-память, прецизионные АЦП и ЦАП с разрешением до 24 разрядов (для АЦП). Подобно семейству микроконтроллеров ADuC700 микроконвертеры используются в измерительных приборах, системах управления, а также системах сбора и обработки данных.



\* Перевод с английского В. Романова.

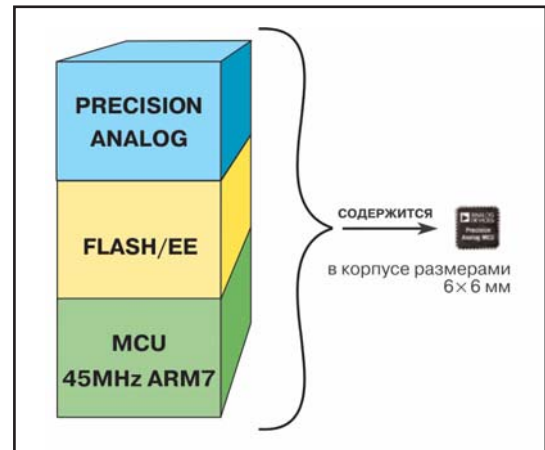
## Ядро ARM7 – особенности архитектуры

Ядро контроллера ARM7TDMI представляет собой 32-разрядную RISC-машину, в которой используется 32-разрядная шина для приема/передачи данных и команд. Контроллер TDM1 имеет следующие опции: 16-разрядный набор команд (Т), отладочную программу (D), длинные операции умножения (М), внутрисхемный эмулятор (I), включающий регистры прерывания и слежения за временем выполнения операций.

Каждый контроллер семейства ADuC7000 содержит внутренний осциллятор плюс ФАПЧ с тактовой частотой 45 МГц и программным делителем. Потребляемая мощность составляет 1 мА/МГц. Внутренняя энергонезависимая Flash/EE-память объемом 62 кбайт и SRAM-память объемом 8 кбайт представляют собой одну линейную матрицу.

Команды SRAM-памяти поступают непосредственно в процессор с частотой 45 МГц, причем SRAM-память сконфигурирована в 32-разрядную матрицу памяти. Контроллер имеет 80-выводной корпус и поддерживает работу с внешней памятью.

Загрузка рабочих программ происходит через последовательный UART- или JTAG-интерфейс, отладочные программы загружаются через JTAG-интерфейс.



### ОСОБЕННОСТИ

- ядро процессора – ARM7
- RISC-архитектура с разрядностью 16/32 бит, тактовая частота 45 МГц; встроенная Flash/EE- и SRAM-память

#### Организация памяти

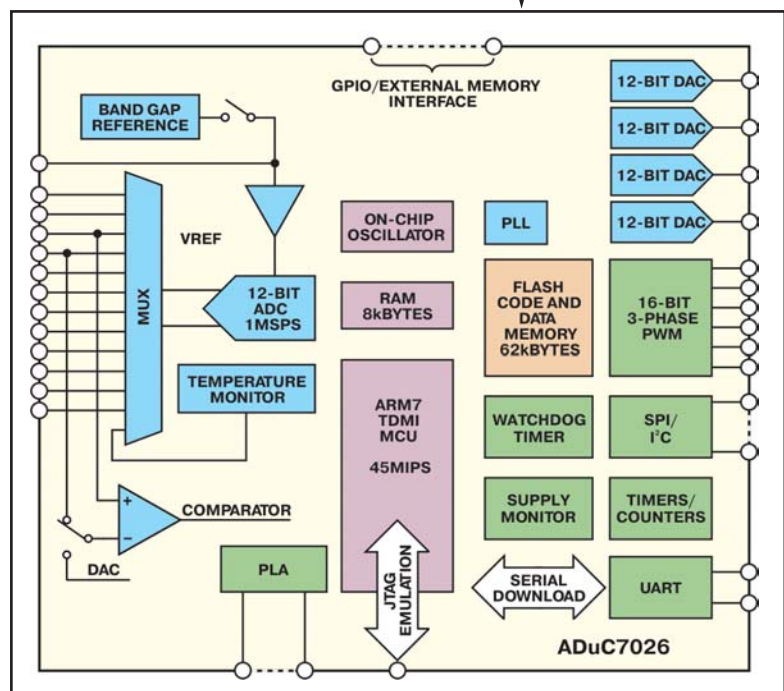
- объем SRAM-памяти 8 кбайт: 2 К 32 бит
- объем Flash/EE-памяти 62 кбайт: 31 К 16 бит
- срок службы 20 лет, количество циклов программирования 10 К
- загрузка через UART- или JTAG-интерфейс

#### Аналоговые входы/выходы

- многоканальный 12-разрядный АЦП с частотой выборки 1 МГц
- многоканальный 12-разрядный ЦАП с выходом по напряжению
- температурный сенсор с дрейфом 10 ppm/°C
- конфигурируемый пользователем компаратор

#### Дополнительные особенности

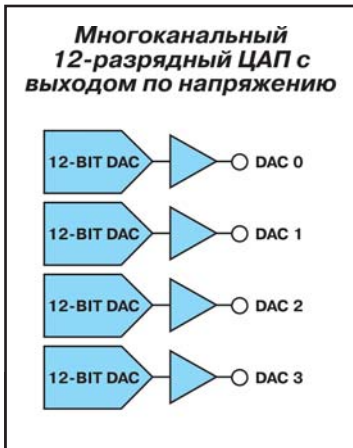
- четыре таймера
- программируемая логическая матрица (ПЛМ)
- интерфейсы: UART, SPI, сдвоенный I<sup>2</sup>C, последовательный порт I/O
- до 40 выводов для I/O входов/выходов
- монитор напряжений питания
- 3-фазный ШИМ
- предназначен для работы с напряжением питания 3 В, поддерживает последовательный I/O-интерфейс с напряжением питания 5 В
- диапазон рабочих температур от -40 до 85/105/125 °C
- типы корпусов: LFCSP размерами 6x6 мм и 80-LQFP размерами 9x9 мм
- потребляемая мощность 1 мА/1 МГц
- недорогой отладочный комплект QuickStart





## Периферийные устройства

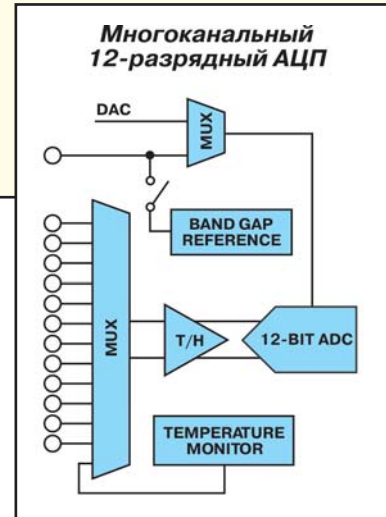
В дополнение к аналоговым входам/выходам микроконтроллер включает периферийные устройства, представленные на рисунках.



- монотонность 12 разрядов
- выходы с буфером или без буфера

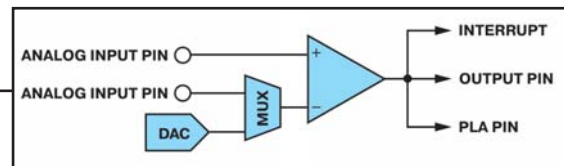
- время установления 10 мкс
- диапазон выходного напряжения от 0 до  $U_{DD}$
- четыре выхода в микроконтроллерах ADuC7020/ADuC7026
- два выхода в микроконтроллерах ADuC7021/ADuC7024

- основные параметры при частоте выборки 1 МГц:
  - интегральная нелинейность  $\pm 0.5$  EMP
  - погрешность смещения/наклона передаточной характеристики  $\pm 0.5$  EMP
  - отношение сигнал/шум 71 дБ
- диапазон входных сигналов от 0 до  $U_{REF}$  или  $\pm U_{REF}$
- входные каналы: несимметричные, дифференциальные, псевдодифференциальные
- режим запуска АЦП:
  - внешний через дополнительный вывод
  - по сигналу таймера
  - программный запуск
  - по сигналу ПЛМ
  - циклическое преобразование



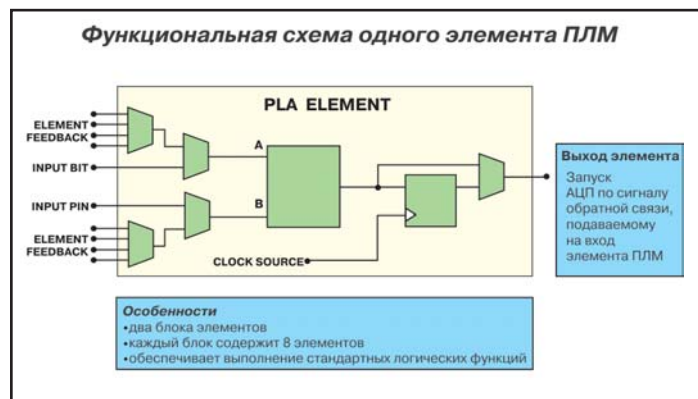
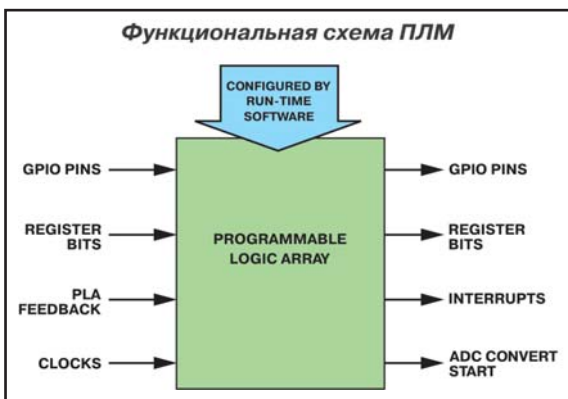
## Компаратор напряжения

Встроенный компаратор может быть сконфигурирован таким образом, чтобы генерировать сигналы прерываний, если входное напряжение превысит заданный порог. Порог устанавливается через внешний вывод ИМС микроконтроллера или с помощью встроенного 12-разрядного ЦАП. Выход компаратора может быть подсоединен к внешнему выводу ИМС, встроенной ПЛМ или встроенному контроллеру прерываний. Время срабатывания компаратора 1 мкс, гистерезис порога срабатывания 10 мВ.



## Программируемая логическая матрица

Встроенная ПЛМ содержит два соединенных между собой блока из восьми элементов в каждом. Каждый элемент может быть сконфигурирован так, чтобы иметь возможность формировать необходимые двухвходовые логические функции, что позволяет исключить внешнюю логику при проектировании изделия на базе микроконтроллера семейства ARM7. ПЛМ программируется через интерфейсный регистр памяти.



## Микроконвертеры, включающие прецизионные АЦП/ЦАП и процессорное ядро 8052

ИМС микроконвертеров были первыми однокристальными устройствами, содержащими АЦП с разрешением от 12 до 24 разрядов, репрограммируемую Flash/EE-память и процессорное ядро 8052. Их основное применение – промышленные системы управления, точные измерительные приборы и средства сопряжения с объектами.

Микроконвертеры ADuC845/ADuC847/ADuC848 включают в себя прецизионные сигма-дельта АЦП и предназначены для построения высокоточных измерительных приборов и устройств, на вход которых поступают медленно меняющиеся сигналы в широком динамическом диапазоне. К таким устройствам относятся измерительные каналы и устройства калибровки интеллектуальных сенсоров, интеллектуальные передатчики, весоизмерительные приборы и устройства измерения температуры и давления с токовой петлей на 4 и 20 мА, медицинские мониторы, портативная тестовая аппаратура.

### ОСОБЕННОСТИ

#### Прецизионные аналоговые узлы

- разрядность АЦП от 12 до 24 бит
- частота выборки до 400 МГц
- гибкий мультиплексор на входе АЦП
- дифференциальные входы и программируемый коэффициент усиления
- наличие самокалибровки
- встроенный опорный источник напряжением 2.5 В
- одинарный или сдвоенный 12-разрядный ЦАП

#### Программируемые периферийные устройства

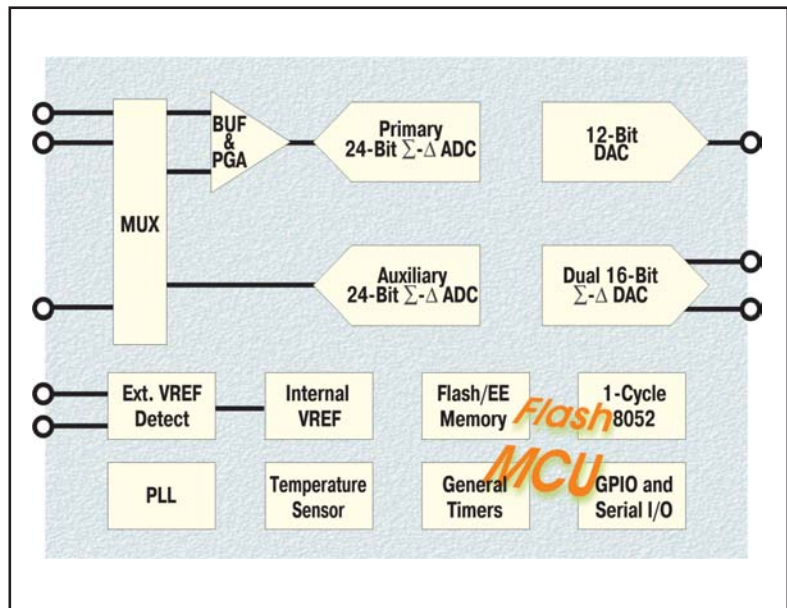
- процессорное ядро 8052 производительностью 20 MIPS
- Flash/EE-память программ объемом до 62 кбайт
- Flash/EE-память данных объемом до 4 кбайт
- RAM-память объемом до 2 кбайт
- гибкие последовательные интерфейсы SPI, I<sup>2</sup>C и UART
- быстродействующий контроллер скорости передачи данных
- многоканальный ШИМ-выход
- сторожевой таймер
- монитор напряжения питания

#### Встроенные средства отладки

- загрузчик рабочих и отладочных программ через последовательный порт
- эмулятор, подключаемый к специальному выводу ИМС
- средства защитной блокировки

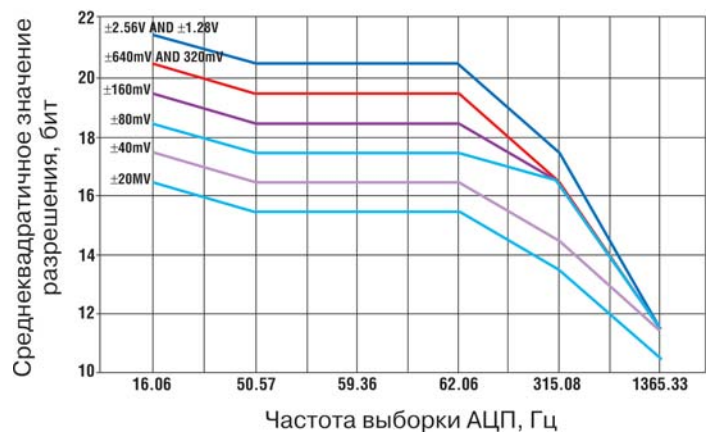
#### Конструктивные и другие особенности

- типы корпусов: TSSOP, MQFP, CSP
- расширенный до 125 °С диапазон рабочих температур
- предусмотрена совместимость с ИМС новых поколений
- напряжение питания 3 или 5 В



Структурная схема микроконвертера ADuC845

Зависимость разрешения ADuC845 и ADuC847 от частоты выборки и диапазона входного сигнала



**Таблица параметров аналоговых микроконтроллеров и микроконвертеров\***

Тип ИМС	Тип ядра, производительность, MIPS	Flash-память, кбайт		RAM-память, байт	Интерфейс с внешней памятью	Напряжение питания, В	Порт I/O	Интерфейсная нагрузка отладочного ПО	АЦП	ЦАП	Погрешность темпер. сенсора, °С	ШИМ-выход	Тактировка	Таймер	Периферия	Диапазон рабочих температур, °С	Тип корпуса	Стоимость в партии 1К, \$
		проц.	грамм															
<b>Микроконвертеры с поразрядными 12-разрядными АЦП</b>																		
ADuC812	8052, 1.3	8	0,64	256	прогр., данных	2,7...5.5	32		12 бит, 8 каналов, 200 кГц		±3.0	—	внешняя			-40...125	56-LFCSP, 52-MQFP	8.30
ADuC814	8052, 1.3	8	0,64	256	—	2,7...5.5	16		12 бит, 8 каналов, 247 кГц	12 бит, сдвоенный	±1.5	—	внутр./ФАПЧ	3×16 бит		-40...125	28-TSSOP	4.52
ADuC831	8052, 1.3	62	4	2К+256	прогр., данных	2,7...5.5	32	UART	12 бит, 8 каналов, 200 кГц		±1.5	два, 16 бит	внешняя		сторожевой таймер	-40...125	56-LFCSP, 52-MQFP	8.76
ADuC832	8052, 1.3	62	4	2К+256	прогр., данных	2,7...5.5	32	UART	12 бит, 8 каналов, 200 кГц	12 бит, сдвоенный	±1.5	—	внутр./ФАПЧ			-40...125	56-LFCSP, 52-MQFP	8.76
ADuC841	8052, 20	62, 8	4	2К+256	данных	2,7...3.6, 4.75...5.25	32		12 бит, 8 каналов, 400 кГц	12 бит, сдвоенный	±1.5	—	внешняя	3×16 бит		-40...85	56-LFCSP, 52-MQFP	6.56...9.64
ADuC842	8052, 16	62, 32, 8	4	2К+256	данных		32		12 бит, 8 каналов, 400 кГц	12 бит, сдвоенный	±1.5	два, 16 бит	внутр./ФАПЧ			-40...85	56-LFCSP, 52-MQFP	6.56...9.64
ADuC843	8052, 16	62, 32, 8	4	2К+256	данных		32		12 бит, 8 каналов, 400 кГц	—	—	—	внутр./ФАПЧ			-40...125	56-LFCSP, 52-MQFP	5.15...6.90
<b>Микроконвертеры с сигма-дельта АЦП с разрешением 16 и 24 разряда</b>																		
ADuC816	8052, 1.0	8	640	256			32		16 бит, сдвоенный, 105 кГц			—	—			-40...85	56-LFCSP, 52-MQFP	9.11
ADuC824	8052, 1.0	8	640	256	программ, данных		32	UART	24 и 16 бит, 105 кГц	12 бит, оди-нар-ный	±1.5	—	внутр./ФАПЧ	3×16 бит	сторожевой таймер	-40...85	56-LFCSP, 52-MQFP	11.29
ADuC834	8052, 1.0	62	4	2К+256	данных	2,7...5.25	32		24 и 16 бит, 105 кГц		±1.5	два, 16 бит	внутр./ФАПЧ			-40...125	56-LFCSP, 52-MQFP	12.32
ADuC836	8052, 1.0	62	4	2К+256			32		16 бит, сдвоенный, 105 кГц		—	—	—			-40...125	56-LFCSP, 52-MQFP	9.85
<b>Микроконвертеры с многоканальными сигма-дельта АЦП с разрешением 16 и 24 разряда</b>																		
ADuC845	8052, 12	62, 32, 8	4	2К+256	данных		32		24 бит, сдвоенный, 1.3 кГц	12 бит, оди-нар-ный	±1.5	два, 16 бит	внутр./ФАПЧ	3×16 бит	сторожевой таймер	-40...125	56-LFCSP, 52-MQFP	12.19...8.95
ADuC847	8052, 12	62, 32, 8	4	2К+256	данных	2,7...3.6, 4.75...5.25	32	UART	24 бит, 1.3 кГц		—	—	внутр./ФАПЧ			-40...125	56-LFCSP, 52-MQFP	9.64...5.85
ADuC848	8052, 12	62, 32, 8	4	2К+256	данных		32		16 бит, 1.3 кГц		—	—	—			-40...125	56-LFCSP, 52-MQFP	8.18...4.98
<b>Микроконтроллеры с быстродействующим поразрядным 12-разрядным АЦП</b>																		
ADuC7020	ARM7, 45	62	8	8	—		14		12 бит, 5 каналов, 1 МГц	12 бит, сдвоенный		—	—			-40...105	6×6 мм 40-CSP	9.24
ADuC7021	ARM7, 45	62, 32	8	8	—		13		12 бит, 8 каналов, 1 МГц	12 бит, сдвоенный		—	—			-40...85	6×6 мм 40-CSP	5.28
ADuC7022	ARM7, 45	62, 32	8	8	—		13		12 бит, 10 каналов, 1 МГц	—		—	внешняя, внутренняя (2%), ФАПЧ (программируемая)	2×32 бит, 2×16 бит	ПЛМ, компаратор	-40...85	6×6 мм 40-CSP	4.55
ADuC7024	ARM7, 45	62	8	8	—	2,7...3.6	30	JTAG	12 бит, 10 каналов, 1 МГц	12 бит, сдвоенный	±3.0	—	—			-40...85	9×9 мм 64-CSP	9.24
ADuC7025	ARM7, 45	62	8	8	—		30		12 бит, 12 каналов, 1 МГц	—		—	—			-40...85	9×9 мм, 69-CSP	7.90
ADuC7026	ARM7, 45	62	8	8	данных, прогр.		40		12 бит, 12 каналов, 1 МГц	12 бит, сдвоенный		—	—			-40...125	80-LQFP	12.85
ADuC7027	ARM7, 45	62	8	8			40		12 бит, 16 каналов, 1 МГц	—		—	—			-40...125	80-LQFP	8.36

\* опорный источник — внутренний или внешний; последовательные порты типа UART, SPI, I<sup>2</sup>C.

## Отладочные средства типа QuickStart

Все микроконтроллеры семейства ADuC7000 и микроконвертеры семейства ADuC800 поддерживаются программными и аппаратными средствами отладки.

## Отладочные средства микроконтроллеров семейства ADuC7000

Отладочные средства семейства ADuC7000 включают в себя отладочное ПО разработки фирм Keil Software и IAR Systems, которые поставляются фирмой Analog Devices вместе с источником питания, оценочной платой и JTAG-эмулятором. Стоимость комплекта в США \$ 249.

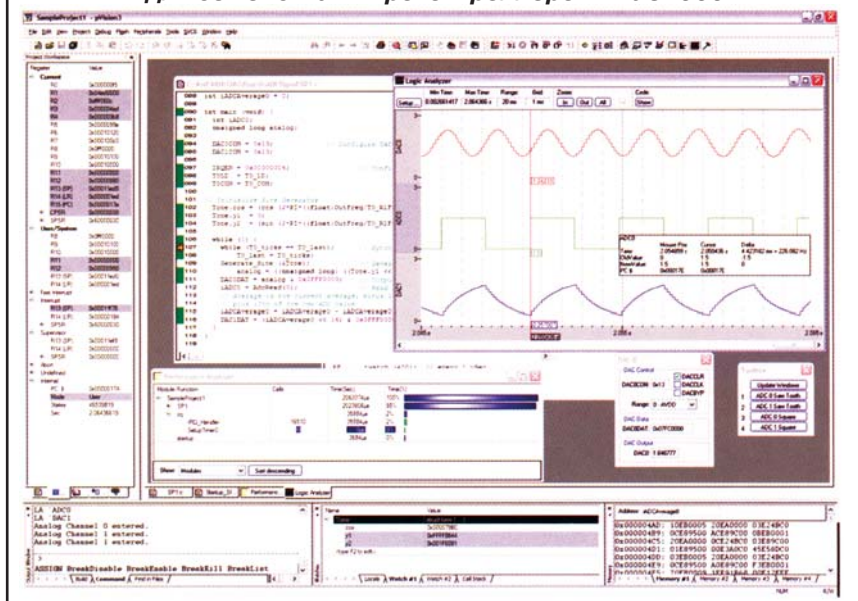
### Состав отладочного набора QuickStart

- оценочная плата
- JTAG-эмулятор разработки фирмы Keil "ULINK"
- источник питания
- кабель для подключения к последовательному интерфейсу
- отладочная среда Vision3 IDE разработки фирмы Keil
- автоматизированное рабочее место разработки фирмы IAR System
- последовательный загрузчик
- средства для конфигурирования ПЛМ

### Отладочный набор QuickStart для семейства микроконтроллеров ADuC7000



### Фрагмент интегрированной отладочной среды QuickStart для семейства микроконтроллеров ADuC7000



Отладочное ПО фирмы Keil с отладочной средой Vision3 IDE/Debugger используется для отладки микроконтроллеров семейства ADuC7000 (подобная среда используется также для отладки микроконвертеров семейства ADuC800). Набор QuickStart содержит компилятор, ассемблер, редактор, программу отладки и отладочную среду. Отладочная программа загружается в эмулятор через USB-JTAG адаптер и обеспечивает отладку и программирование микроконтроллера. Кроме того, в составе набора QuickStart имеются графические средства отладки программируемых логических матриц.

## Отладочные средства семейства микроконвертеров ADuC800 с ядром 8052

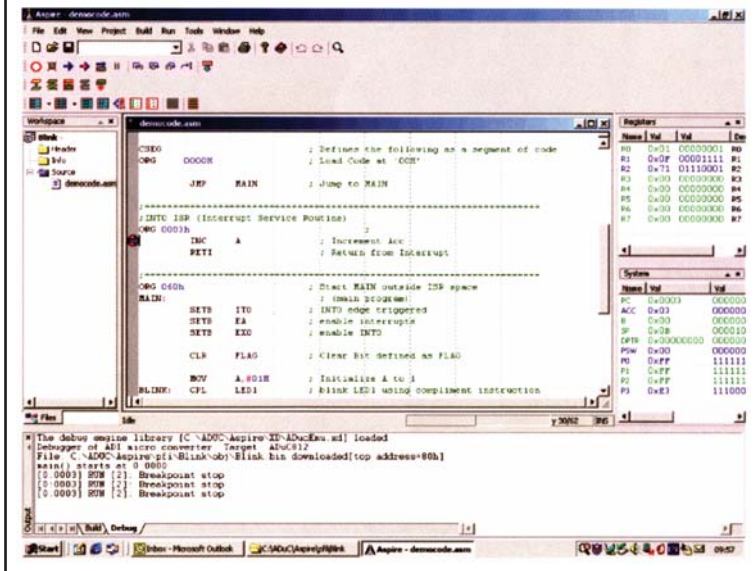
### Отладочный набор QuickStart

В наборе QuickStart имеется комплект для начинающего пользователя, позволяющий изучить микроконвертер и его основные функции, а затем перейти к отладке проектируемого изделия. В составе набора имеются все необходимые средства отладки: программное обеспечение, оценочная плата, интерфейсный кабель и источник питания. Система полностью поддерживает отладку микроконвертера на языке ассемблера. На языке C отладка может быть выполнена с помощью набора QuickStart-Plus. В составе входящей в комплект отладочной среды IDE имеются ассемблер, загрузчик, симулятор и отладочная программа. Все эти средства отличаются простотой применения. Отладочные наборы для микроконвертеров поставляются непосредственно фирмой Analog Devices.

### Отладочный набор QuickStart для семейства микроконвертеров ADuC800



Фрагмент интегрированной отладочной среды QuickStart для семейства микроконвертеров ADuC800



### Отладочный набор QuickStart-Plus

Отладочный набор QuickStart-Plus обеспечивает отладку проектируемых на базе микроконвертеров изделий как на языке ассемблера, так и на языке C. Этот мощный набор содержит эмулятор-приставку, подключаемую к микроконвертеру через специальный вывод, оценочную плату и новую отладочную среду. В составе системы имеются ассемблер и C компилятор. С помощью таких средств, как компилятор, загрузчик, симулятор, отладочная программа достаточно просто может быть отлажено любое устройство, в составе которого имеется микроконвертер. Новый набор можно заказать в фирме Accutron Ltd., которая является партнером Analog Devices.

Состав набора	ADuC800		ADuC7000
	QuickStart	QuickStart-Plus	QuickStart
Оценочная плата	✓	✓	✓
Источник питания	✓	✓	✓
Интерфейсный кабель	✓	✓	✓
Загрузчик под Windows	✓	✓	✓
Примеры программ	✓	✓	✓
Документация	✓	✓	✓
Интегральная отладочная среда:	✓	✓	✓
• Product Manager	✓	✓	✓
• Source Code Editor	✓	✓	✓
• Ассемблер	✓	✓	✓
• Симулятор	✓	✓	✓
• Загрузчик и отладочная программа	✓	✓	✓
• C компилятор	✓	✓	✓
• C Source Debug Capabilities	✓	✓	✓
Эмулятор-приставка		✓	
Kaill "ULINK" эмулятор			✓
<b>Стоимость, \$</b>	<b>75.00</b>	<b>299.00</b>	<b>249.00</b>

**Интернет-адреса для получения дополнительной информации**

<b>Справочные материалы</b>	
Analog Microcontroller Home Page	<a href="http://www.analog.com/analogMCUs">www.analog.com/analogMCUs</a>
Selection Guides	<a href="http://www.analog.com/MCUselection">www.analog.com/MCUselection</a>
Семинары ( <i>Net Seminars</i> )	<a href="http://www.analog.com/OnlineSeminar">www.analog.com/OnlineSeminar</a>
Технические статьи и материалы ( <i>Technical Articles/Application Notes</i> )	<a href="http://www.analog.com/MCUtechlibrary">www.analog.com/MCUtechlibrary</a>
Отладочные средства ( <i>Evaluation Tools</i> )	<a href="http://www.analog.com/MCUtools">www.analog.com/MCUtools</a>
Отладочные средства QuickStart	<a href="http://www.analog.com/QuickStart">www.analog.com/QuickStart</a>
Примеры программ ( <i>Code Examples</i> )	<a href="http://www.analog.com/MCUcodes">www.analog.com/MCUcodes</a>
Типовые функциональные схемы ( <i>Signal Chains</i> )	<a href="http://www.analog.com/signalchains">www.analog.com/signalchains</a>
<b>Дополнительная информация</b>	
Микроконтроллеры	<a href="http://www.microcontroller.org">www.microcontroller.org</a>
ARM7	<a href="http://www.arm.com">www.arm.com</a>
8052	<a href="http://www.8052.com/tutorial">www.8052.com/tutorial</a>
Приобретение через Интернет	<a href="http://www.analog.com/BuyOnline">www.analog.com/BuyOnline</a>

**ПРЕЦИЗИОННЫЕ АНАЛОГОВЫЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ С ЯДРОМ ARM7**



<p><b>ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОФИС</b>            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:  <a href="http://www.analog.com">http://www.analog.com</a></p>	<p><b>ОФИС В ГЕРМАНИИ</b>            Am Westpark 1 – 3            D-81373 Muenchen            Germany            Тел.: +89 76903-0            Факс: +89 76903-157            Интернет:  <a href="http://www.analog.com">http://www.analog.com</a></p>	<p><b>ОФИС В АВСТРИИ</b>            Breitenfurter Strabe 415            1230 Wien            Austria            Тел.: +43-1-8885504-76            Факс: +43-1-8885504-85            Интернет:  <a href="http://www.analog.com">http://www.analog.com</a></p>	<p><b>ДИСТРИБЬЮТОР            В УКРАИНЕ VD MAIS</b>            ул. Жилианская, 29            а/я 942            01033 Киев, Украина            Тел.: +380 44-227-2262            Факс: +380 44-227-3668            E-mail:  <a href="mailto:info@vdmals.kiev.ua">info@vdmals.kiev.ua</a>            Интернет:  <a href="http://www.vdmals.kiev.ua">http://www.vdmals.kiev.ua</a></p>
--	---	--	--

## КАК ПОВЫСИТЬ УСТОЙЧИВОСТЬ ОУ, РАБОТАЮЩЕГО НА ЕМКОСТНУЮ НАГРУЗКУ? \*

**Е**мкостная нагрузка ОУ приводит к увеличению фазового сдвига между входным и выходным сигналами, что может вызвать потерю устойчивости усилителя, охваченного цепью отрицательной обратной связи (ОС). Методы повышения устойчивости усилителей с отрицательной ОС, работающих на емкостную нагрузку, рассмотрены в настоящей статье. Статья написана в форме вопросов и ответов.

**Soufiane Bendaoud, Giampaolo Marino (Analog Devices)**

**Вопрос:** Специалистами фирмы Analog Devices опубликовано много статей, посвященных повышению устойчивости ОУ с емкостной нагрузкой. Кроме того, подобная информация имеется в материалах семинаров, руководствах по применению ИМС, технических описаниях и т. п. Можно ли обобщить рекомендации, приведенные в опубликованных ранее материалах?

**Ответ:** Применение емкостной нагрузки в ОУ может привести к возникновению следующих проблем: уменьшению полосы пропускания и скорости нарастания выходного сигнала, кроме того, увеличение фазового сдвига между входным и выходным сигналами, вызванное емкостной нагрузкой, может привести к потере устойчивости охваченного цепью отрицательной ОС усилителя. И хотя введение некоторой емкостной нагрузки на выходе ОУ сопряжено с особенностями применения конкретного усилителя, это может привести к короткому замыканию, появлению "звона" и осцилляций на выходе ОУ. Данная проблема возникает не только в случае использования большой емкостной нагрузки на выходе ОУ (например, ЖК-дисплея или плохо подключенного коаксиального кабеля), но и при использовании ОУ в прецизионных низкочастотных каналах или на постоянном токе с небольшой емкостной нагрузкой на выходе. Как будет показано ниже, чаще всего при емкостной нагрузке теряют устойчивость охваченные цепью отрицательной ОС усилители с единичным усилением, так как в контуре обратной связи сигнал не ослабляется, а ко входу может быть приложен большой синфазный сигнал, что приводит к изменению характера обратной связи.

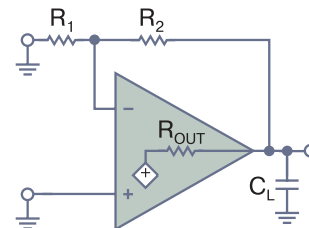
Возможность работы усилителя на емкостную нагрузку определяется следующими факторами:

- внутренней структурой усилителя (например, запасом по фазе и усилению, выходным импедансом, внутренними цепями коррекции)
- импедансом цепи нагрузки
- коэффициентом ослабления и фазовым сдвигом в контуре обратной связи, включая влияние выходной нагрузки, входного импеданса и паразитных емкостей.

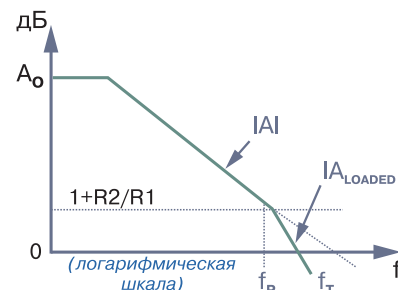
Среди указанных выше основным влияющим фактором при работе усилителя на емкостную нагрузку является величина выходного сопротивления  $R_o$ . В идеальном случае при  $R_o=0$  наличие любой емкостной нагрузки не вносит изменений в фазовую характеристику ОУ и не приводит к потере устойчивости.

Цепи внутренней коррекции современных микроэлектронных ОУ, как правило, содержат конденсаторы небольшой емкости, чтобы исключить ухудшение передаточной характеристики в полосе рабочих частот. Поэтому применение таких ОУ в составе пиковых детекторов, драйверов коаксиальных кабелей, устройств выборки и хранения, для которых характерна большая емкостная нагрузка, приводит к необходимости использования внешних цепей коррекции.

Емкостная нагрузка оказывает влияние на коэффициент усиления  $A$  разомкнутого ОУ (рис. 1, 2) независимо от схемы его включения (инвертирующей или неинвертирующей). Емкостная нагрузка  $C_L$  и выход-



**Рис. 1. Схема неинвертирующего усилителя с емкостной нагрузкой**



**Рис. 2. АЧХ неинвертирующего усилителя с емкостной нагрузкой**

\* *Practical Techniques to Avoid Instability Due to Capacitive Loading // Analog Dialogue 38-06, June 2004, <http://www.analog.com/analogdialogue>. Сокращенный перевод с английского В. Романова.*

ное сопротивление разомкнутого ОУ  $R_O$  образуют звено первого порядка, для которого величина коэффициента усиления  $A_L$  определяется из выражения

$$A_L = A \left( \frac{1}{1 + j \frac{f}{f_p}} \right),$$

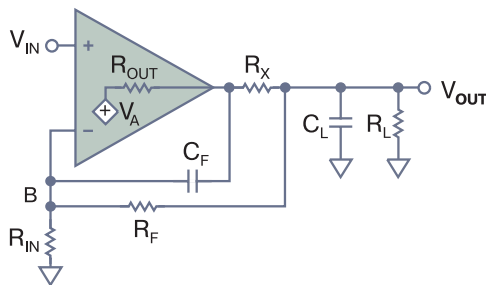
где частота излома  $f_p = 1/2\pi R_O C_L$ ,  $A$  – коэффициент усиления разомкнутого ОУ без емкостной нагрузки на нулевой частоте.

Однополюсная цепочка имеет скорость спада АЧХ до -20 дБ/декада и может привести к запаздыванию выходного сигнала на 90°. Если принять во внимание, что ОУ (без емкостной нагрузки) может иметь скорость спада АЧХ до -20 дБ/декада и создавать запаздывание выходного сигнала по фазе на 90°, то внесение емкостной нагрузки может привести к потере устойчивости.

Для того, чтобы избежать потери устойчивости ОУ при его работе на емкостную нагрузку, используются различные технические методы в зависимости от особенностей электрической схемы конкретного усилителя.

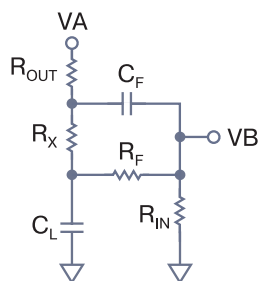
**Вопрос:** Хотелось бы более подробно узнать об этих методах.

**Ответ:** Выбор метода зависит от схемотехнической реализации проектируемого устройства. Покажем это на следующих примерах. На рис. 3 приведена схема высокочастотной коррекции усилителя с помощью компонентов  $C_F$  и  $R_F$  в цепи ОС, причем включе-



**Рис. 3. Схема высокочастотной коррекции в цепи ОС**

ние резистора с небольшим сопротивлением  $R_X$  на выходе объясняется необходимостью развязки выхода усилителя и емкостной нагрузки  $C_L$ . Включение конденсатора  $C_F$  обеспечивает шунтирование нагрузки  $C_L$  на высокой частоте. Для пояснения на рис. 4 приведена эквивалентная схема цепи ОС этого



**Рис. 4. Эквивалентная схема цепи обратной связи усилителя с высокочастотной коррекцией**

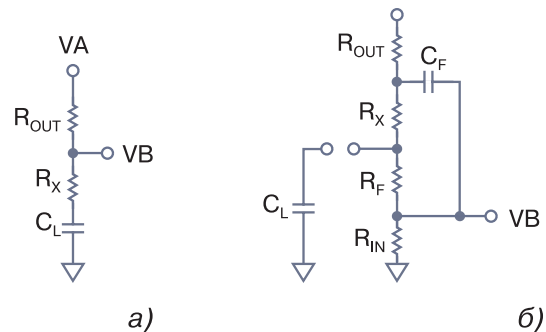
усилителя. На этой схеме VB – инвертирующий вход ОУ. На высокой частоте конденсаторы  $C_F$  и  $C_L$  представляют собой замкнутые цепи. Для простоты рассмотрим отдельно поведение этой схемы на высокой частоте (случай 1) и постоянном токе (случай 2) при соблюдении следующих условий:

**Случай 1** (рис. 5, а) – конденсатор  $C_F$  замкнут,  $R_X \ll R_F$ ,  $R_O \ll R_{IN}$ , положение полюса и нуля является функцией  $C_L$ ,  $R_O$  и  $R_X$ . Тогда частота излома  $f_p$  и нулевая частота  $f_z$  определяются выражениями:

$$f_p = \frac{1}{2\pi(R_O + R_X)C_L} \text{ и } f_z = \frac{1}{2\pi R_X C_L}.$$

**Случай 2** (рис. 5, б) – конденсатор  $C_L$  отключен, тогда частота излома  $f_p$  и нулевая частота  $f_z$  будут соответственно равны

$$f_p = \frac{1}{2\pi[(R_X + R_F) \parallel (R_O + R_{IN})C_F]} \text{ и } f_z = \frac{1}{2\pi(R_X + R_F)C_F}.$$



**Рис. 5. Эквивалентная схема цепи ОС на высоких (а) и на низких (б) частотах**

Решая совместно эти выражения, получаем

$$R_X = \frac{R_O R_{IN}}{R_F}, \quad C_F = \left( 1 + \frac{1}{|A_{CL}|} \right) \left( \frac{R_F + R_{IN}}{R_F^2} \right) C_L R_O,$$

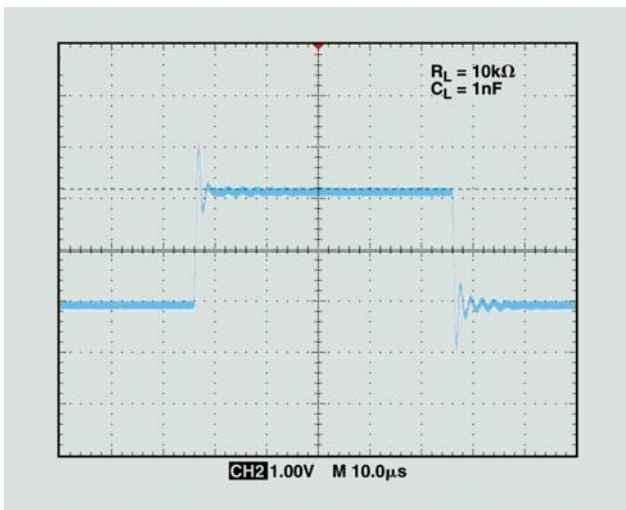
где  $A_{CL} = 1 + R_F/R_{IN}$  – коэффициент усиления замкнутого ОУ.

Отметим, что включение в последнюю формулу члена  $1/|A_{CL}|$  обосновано экспериментально. Два последних выражения позволяют вычислить параметры цепи высокочастотной коррекции для любого типа ОУ при любых значениях емкости нагрузки.

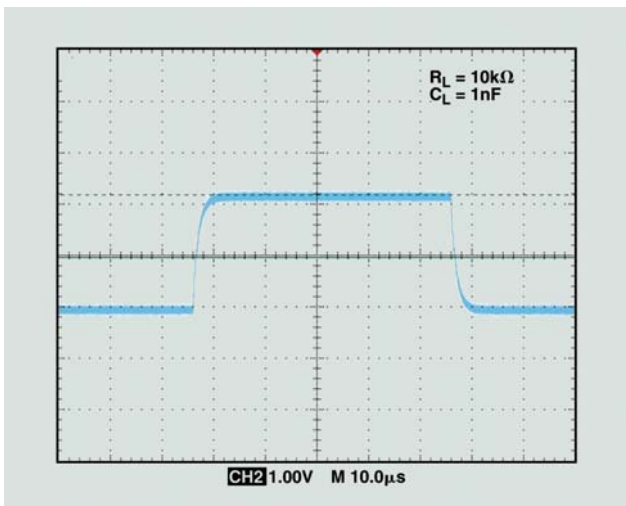
Несмотря на это, недостатком метода является то, что полоса пропускания при его использовании определяется только параметрами внешних компонентов  $C_F$  и  $R_F$ , т. е. частота среза  $f_{cp} = 1/2\pi C_F R_F$ , что может существенно ухудшить частотные свойства быстродействующего усилителя в целом.

Пример практического применения такой коррекции для замкнутого ОУ на основе ИМС AD8510 с западом по фазе 45° иллюстрируется переходными характеристиками, приведенными на рис. 6, 7, причем переходная характеристика (рис. 6) соответствует схеме





**Рис. 6. Переходная характеристика неинвертирующего ОУ без коррекции (на основе ИМС AD8510)**



**Рис. 7. Переходная характеристика неинвертирующего ОУ с коррекцией (на основе ИМС AD8510)**

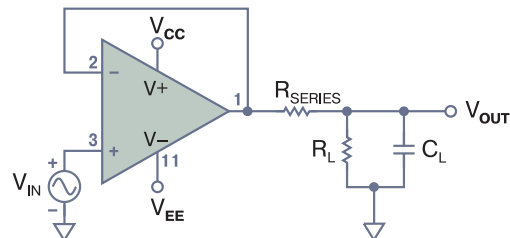
ОУ, приведенной на рис. 3, но без цепи коррекции, с коэффициентом усиления 10, емкостной нагрузкой 1 нФ и выходным сопротивлением 15 Ом. Если в состав этой схемы ввести цепь коррекции ( $R_x=2$  Ом,  $C_F=2$  пФ), то ее переходная характеристика примет вид, показанный на рис. 7. Следует отметить, что требования к точности резистора  $R_x$  невысоки, так как он охвачен цепью отрицательной ОС, однако величина этого резистора должна быть небольшой, чтобы не снизить скорость нарастания и размах выходного сигнала.

Все вышеизложенное относится к усилителям типа voltage-feedback, так как введение корректирующей емкости  $C_F$  в цепь ОС current-feedback ОУ может привести к потере устойчивости последнего.

**Вопрос:** Расскажите о методе повышения устойчивости ОУ, при реализации которого используется

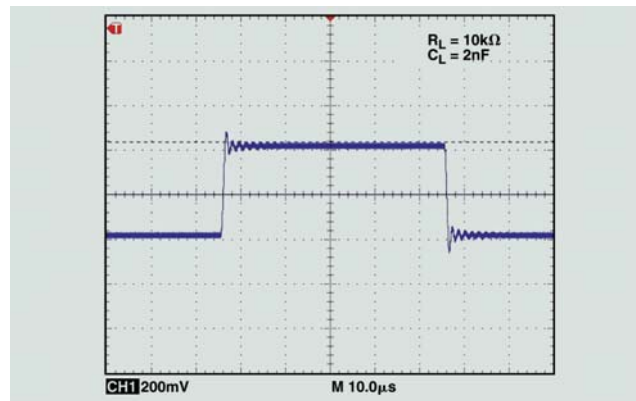
минимум внешних компонентов.

**Ответ:** Для реализации простейшего метода высокочастотной коррекции требуется всего один внешний резистор  $R_{SERIES}$  (рис. 8). Он используется для развязки выхода усилителя и емкостной нагрузки. Этот метод позволяет уменьшить сдвиг фаз между входным и выходным



**Рис. 8. Схема высокочастотной коррекции ОУ с емкостной нагрузкой с помощью резистора  $R_{SERIES}$**

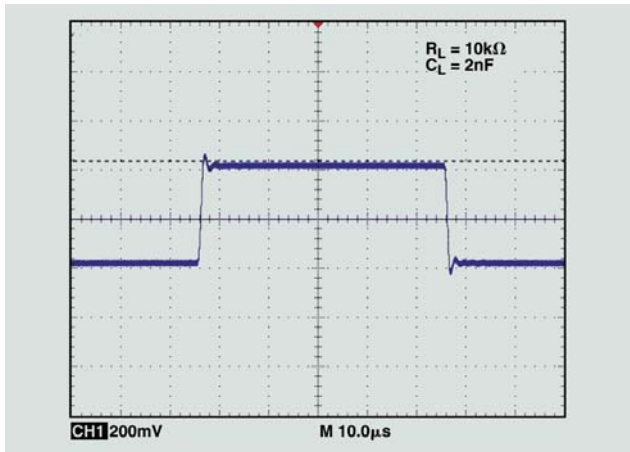
сигналами. Величина резистора должна быть такой, чтобы уменьшить скорость спада АЧХ. Она определяется величиной выходного сопротивления ОУ и, как правило, находится в пределах от 5 до 50 Ом, что является достаточным для обеспечения устойчивой работы усилителя. На рис. 9, 10 приведены переходные характеристики усилителя на основе ИМС ОР1177 с емкостной нагрузкой 2 нФ и размахом входного сигнала на неинвертирующем входе 200 мВ. Причем на рис. 9 представлена характеристи-



**Рис. 9. Переходная характеристика неинвертирующего ОУ без коррекции (на основе ИМС ОР1177)**

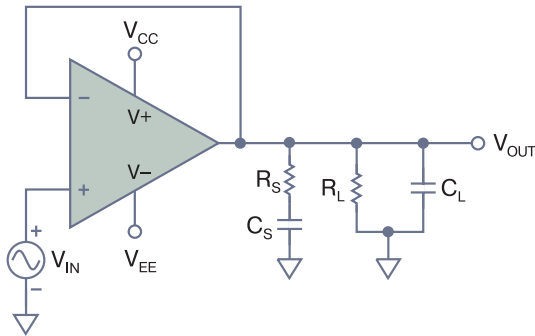
ка усилителя без, а на рис. 10 – с корректирующим резистором величиной 50 Ом. Следует отметить, что данный метод является достаточно эффективным, если емкостная нагрузка не меняется в процессе работы, а требования к размаху выходного сигнала невысоки, т. к. последовательное включение резистора  $R_{SERIES}$  может привести к уменьшению размаха выходного сигнала.

**Вопрос:** Какую коррекцию необходимо применять в rail-to-rail усилителях, чтобы обеспечить максимальный размах выходного сигнала и необходимую точность коэффициента усиления?



**Рис. 10. Переходная характеристика неинвертирующего ОУ с коррекцией (на основе ИМС OP1177)**

**Ответ:** В этом случае рекомендуется использовать последовательную  $R_S C_S$ -цепочку, обеспечивающую максимальный размах выходного сигнала (рис. 11). Параметры компонентов  $R_S$  и  $C_S$  зависят от величины емкостной нагрузки и, как правило, подбираются экспериментально. Включение емкости  $C_S$  последовательно с резистором  $R_S$  приводит к увеличе-

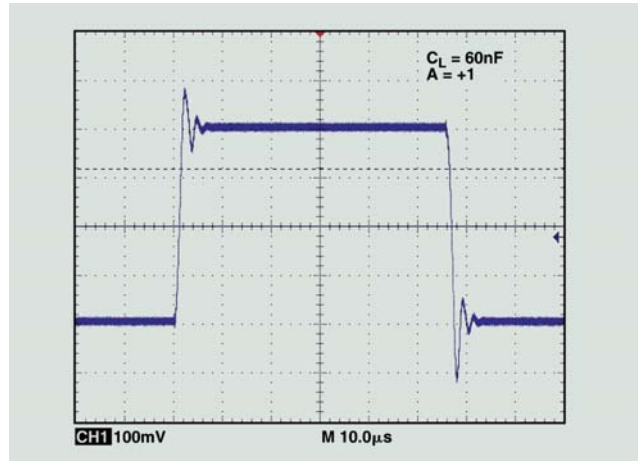


**Рис. 11. Схема неинвертирующего ОУ с цепью высокочастотной коррекции на основе  $R_S C_S$ -цепочки**

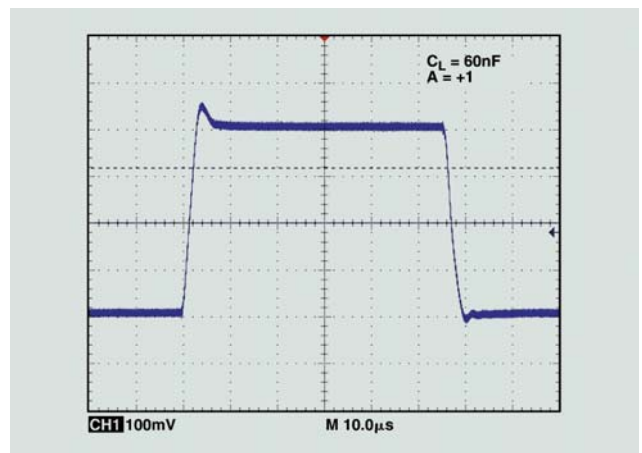
нию сопротивления нагрузки на постоянном токе и низких частотах. Методика определения параметров этих компонентов состоит в следующем: на осциллограмме переходной характеристики необходимо определить максимальную величину выбросов, затем подобрать экспериментально значение резистора  $R_S$  для уменьшения величины выброса до требуемого уровня. После этого можно вычислить значение  $C_S$ , исходя из частоты сопряжения АЧХ и воспользовавшись следующим выражением  $C_S = 3 / (2\pi f_{PK} R_S)$ , где  $f_{PK}$  – частота выбросов.

Отметим, что реализация такой методики выбора параметров  $R_S$  и  $C_S$  может потребовать нескольких итераций, пока не будут обеспечены минимальные значения выбросов. На рис. 12 приведена переход-

ная характеристика усилителя AD8698 с емкостной нагрузкой 60 нФ при подаче на неинвертирующий вход сигнала размахом 400 мВ. Выброс на фронте импульса достигает 25 %, если схема коррекции не используется. Применение простой корректирующей цепочки (рис. 11) позволяет снизить величину такого выброса до 10 % (рис. 13). Параметры корректирующей цепочки следующие:  $C_S = 5$  нФ,  $R_S = 30$  Ом.



**Рис. 12. Переходная характеристика неинвертирующего ОУ без коррекции (на основе ИМС AD8698)**



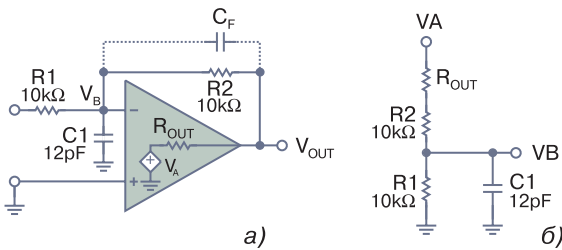
**Рис. 13. Переходная характеристика неинвертирующего ОУ с коррекцией на основе ИМС AD8698**

**Вопрос:** Как влияет на устойчивость усилителя емкость, подключенная к его входу?

**Ответ:** Емкость на входе усилителя также может привести к потере устойчивости. Примером такого включения емкости являются преобразователи тока в напряжение на основе ОУ, например, в ЦАП с токовым выходом. Суммарная емкость на входе ОУ в этом случае состоит из выходной емкости ЦАП, входной емкости усилителя и паразитной емкости монтажа. Следующим примером такого включения являются активные аналоговые фильтры. В них используются много-

звенные RC-цепочки, причем для снижения уровня помех величина емкости выбирается достаточно большой, что, в свою очередь, может привести к "звону" или осцилляциям на выходе усилителя.

Поясним это на следующем примере. На рис. 14 приведены функциональная схема ОУ и эквивалентная схема цепи обратной связи, причем к инвертирующему входу усилителя (рис. 14, а) подключена ем-



**Рис. 14. Схема инвертирующего ОУ с емкостью на входе (а) и эквивалентная схема цепи обратной связи этого усилителя (б)**

кость  $C_1$ . Коэффициент обратной связи  $\beta$  такой схемы определяется выражением

$$\beta = \frac{R_1}{(R_o + R_2)(1 + sR_1C_1) + R_1},$$

отсюда частота излома  $f_p$  равна

$$f_p = \frac{R_1 + R_2 + R_o}{2\pi R_1 C_1 (R_2 + R_o)}.$$

Из этих выражений можно определить, на какой частоте появится высокочастотный подъем АЧХ со скоростью 20 дБ/декада. Если частота излома ОУ с ОС меньше частоты единичного усиления ОУ без ОС, это приводит к дестабилизации ОУ, так как скорость спада АЧХ замкнутого ОУ составляет более 40 дБ/декада. Для того, чтобы снизить влияние емкости  $C_1$  на устойчивость ОУ, в цепь ОС параллельно  $R_2$  можно включить корректирующую емкость  $C_F$ . Для обеспечения запаса по фазе  $90^\circ$  величину корректирующей емкости следует выбирать из условия  $C_F = (R_1/R_2)C_1$ .

АЧХ усилителя с ОС и емкостью на входе, выполненного на основе ИМС AD8605, приведены на рис. 15. Из приведенных АЧХ видно, каким образом корректирующая емкость  $C_F$  может повысить устойчивость усилителя.

**Вопрос:** Можно ли определить необходимый запас по фазе и связанное с ним максимальное значение подъема коэффициента усиления усилителя с ОС?

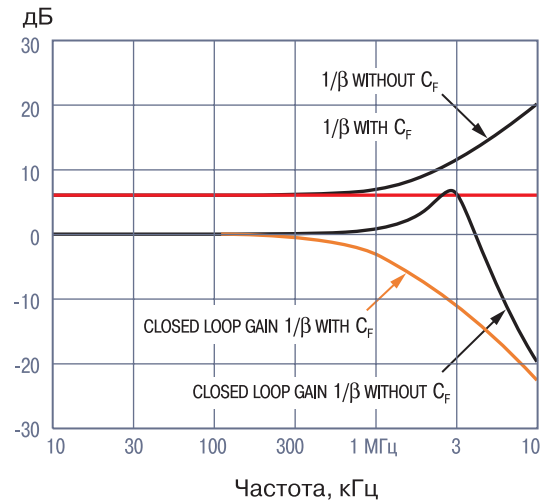
**Ответ:** Величину нескомпенсированного подъема АЧХ можно определить из следующих выражений:

$$Q = \sqrt{\frac{f_u}{f_z}} \quad \text{и} \quad f_z = \frac{1}{2\pi(R_1 \parallel R_2)C_1},$$

где  $f_u$  – частота единичного усиления ОУ без ОС,  $f_z$  – частота излома АЧХ замкнутого усилителя,  $C_1$  включает внешнюю, внутреннюю и паразитную емкости. Отсюда запас по фазе равен

$$\Phi_m = \cos^{-1} \left( \sqrt{1 + \frac{1}{4Q^4} - \frac{1}{2Q^2}} \right).$$

Так, например, ОУ AD8605 имеет входную емкость, равную примерно 7 пФ. Если принять паразитную ем-



**Рис. 15. АЧХ усилителя с ОС и емкостью на входе (на основе ИМС AD8605)**

кость равной 5 пФ, подъем коэффициента усиления замкнутого усилителя, исходя из приведенных выше выражений, составит 5.5 дБ, а запас по фазе –  $29^\circ$ .

**Вопрос:** Можно ли обеспечить устойчивость ОУ при использовании на входе RC-фильтра?

**Ответ:** На входе ОУ часто используются RC-фильтры для уменьшения уровня электромагнитных помех. Влияние емкости фильтра на устойчивость усилителя можно сравнить с влиянием паразитной емкости монтажа. Отметим, что разные типы усилителей по разному реагируют на включение RC-фильтра на входе. Поэтому включение корректирующего  $C_F$  конденсатора в цепь ОС может оказаться полезным для ослабления дестабилизирующего влияния RC-фильтра на входе ОУ. Для ослабления влияния высокочастотных помех, кроме входного RC-фильтра между эквипотенциальной точкой и входным выводом усилителя, следует включить резистор с небольшим сопротивлением.

На рис. 16 представлены схемы усилителей с RC-фильтром на входе, причем в схему рис. 16, б введены цепи коррекции. Переходные характеристики для этих схем приведены на рис. 17.

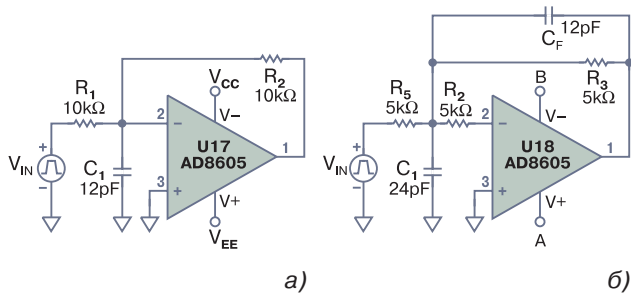


Рис. 16. Схема усилителя с RC-фильтром на входе без корректирующего резистора (а) и с корректирующим резистором (б)

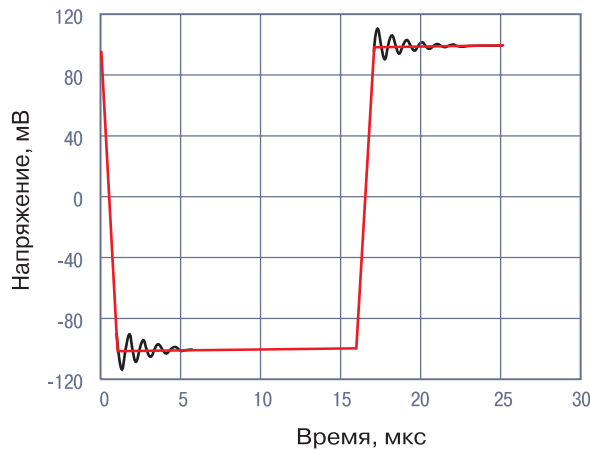


Рис. 17. Переходные характеристики усилителей с RC-фильтром на входе (осцилляции имеют место в схеме, представленной на рис. 16, а)

**Вопрос:** Расскажите о влиянии паразитных емкостей монтажа на устойчивость усилителя.

**Ответ:** Нескомпенсированные паразитные емкости монтажа могут привести к дестабилизации работы ОУ. Поэтому важно выявить и минимизировать эти емкости. Основными источниками паразитных емкостей являются проводники печатной платы. Например, один квадратный сантиметр поверхности печатной платы совместно с земляной шиной может образовать паразитную емкость величиной до 2.8 пФ (в зависимости от толщины платы). Для минимизации величины паразитной емкости необходимо, чтобы входные проводники усилителя были как можно короче, а резисторы цепи ОС и источники входных сигналов необходимо располагать как можно ближе ко входу усилителя. Земляную шину, если возможно, надо удалять от входных цепей ОУ. Если необходимо заземление одного из входных выводов ОУ, для него следует использовать проводники большого сечения.

**Вопрос:** Можно ли использовать ОУ в качестве повторителя, который теряет устойчивость при единичном усилении? Например, ОУ ОР37 имеет высокие характеристики, однако теряет устойчивость при коэффициенте усиления, меньшем 5.

**Ответ:** Действительно, при использовании усили-

теля ОР37 в качестве повторителя применяются специальные схемотехнические приемы, как, например, показано на рис. 18. Резисторы  $R_B$  и  $R_A$  обеспечивают необходимый коэффициент усиления на высокой частоте, а на постоянном токе и низких частотах схема работает как повторитель. Величины сопротивлений  $R_B$  и  $R_A$  определяются, исходя из минимального коэффициента усиления, при котором усилитель начинает терять устойчивость. Для ОР37 такой коэффициент равен 5, поэтому  $R_B=4R_A$  для  $\beta=1/5$ . Таким образом, на высокой частоте возбуждения обеспечивается стабилизация режима работы усилителя. Величину  $C_1$  вычисляют из следующего условия: для устойчивой работы ОУ необходимо, чтобы частота излома АЧХ была на порядок ниже частоты среза  $f_c$ , т. е.

$$C_1 = \frac{1}{2\pi R_A \left(\frac{f_c}{10}\right)}$$

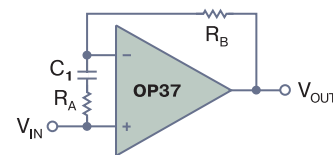


Рис. 18. Схема повторителя с корректирующей RC-цепочкой на входе (на основе ИМС ОР37)

На рис. 19 показаны переходные характеристики замкнутого ОУ на основе ИМС ОР37, причем размах входного сигнала усилителя составляет 2 В, частота среза выбрана равной 16 МГц, исходя из чего определено значение емкости  $C_1$ , т. е.  $R_B=10\text{ кОм}$ ,  $R_A=R_B/4=2.5\text{ кОм}$ , отсюда  $C_1=1/(2\pi \cdot 2.5 \cdot 10^3 \cdot 16 \cdot 10^6 / 10)=39\text{ пФ}$ .

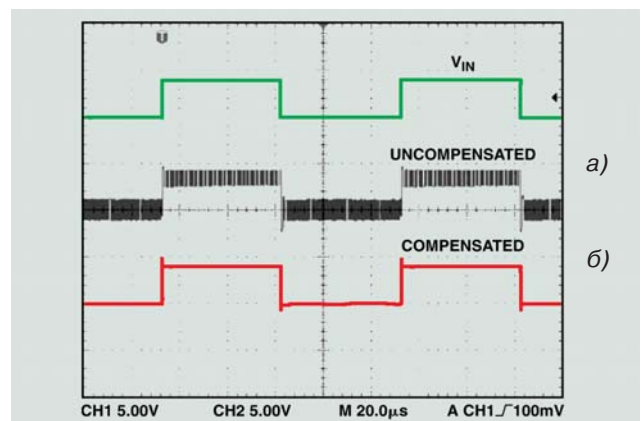


Рис. 19. Переходные характеристики повторителя без коррекции (а) и с коррекцией (б)

**Вопрос:** Можно ли использовать эти же выражения для анализа устойчивости инвертирующих усилителей с единичным коэффициентом усиления?

**Ответ:** Методика анализа инвертирующих усилителей не отличается от анализа неинвертирующих ОУ. Однако, выражения для описания работы замкнутых инвер-

тирующих ОУ несколько отличны от подобных выражений, описывающих работу неинвертирующих усилителей. Так, например, для инвертирующей схемы включения входной резистор при анализе устойчивости по высокой частоте будет включен параллельно резистору  $R_A$ . Поэтому при вычислении значения  $R_A$  для обеспечения минимального коэффициента усиления, при котором еще сохраняется устойчивость усилителя, необходимо учитывать влияние входного сопротивления по инвертирующему входу. Значение  $C_1$  вычисляется одинаково как для инвертирующей, так и неинвертирующей схемы усилителя с единичным коэффициентом усиления.

**Вопрос:** Что можно сказать о недостатках рассмотренного метода?

**Ответ:** Увеличение коэффициента усиления в обла-

сти высоких частот приводит к увеличению уровня шумов на выходе усилителя. Поэтому при построении повторителя на основе схемы рис. 18 требуется обеспечить тщательное проектирование печатной платы, особенно, если импеданс источника сигнала достаточно высок. Это связано с тем, что дополнительная положительная связь через  $C_1$  на высокой частоте приводит к увеличению коэффициента усиления и тем самым обеспечивает повышение устойчивости усилителя в области высоких частот, однако уровень шумов на выходе усилителя тоже растет.

*В заключение отметим, что с подробным анализом рассмотренных в данной публикации схемотехнических решений усилителей и методов коррекции их характеристик можно ознакомиться в монографии С. Соколова "Аналоговые интегральные схемы". – М., Мир, 1988.*

## МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ТРЕХКАНАЛЬНЫЙ "КАЛИБРАТОР КМ2-002" КЛАССА ТОЧНОСТИ 0.01-0.02

**К**М2-002 – прецизионный трехканальный калибратор, обеспечивающий возможность поверки в автоматическом режиме большинства измерительных приборов современного предприятия или метрологического центра.



**А. Васильченко, А. Стеценко**

В настоящее время существует острая потребность поверки большого числа разнообразных приборов учета энергоносителей: расходомеров жидкостей и газов, вычислителей-корректоров объема газа, теплосчетчиков и т. п.

На крупнейших предприятиях Украины, таких как ДМК (г. Днепродзержинск), ЮТЗ (г. Никополь), Криворожсталь (г. Кривой Рог) и других, эксплуатируется большой парк разной, в том числе импортной, измерительной техники, нуждающейся в периодической поверке приборами класса точности 0.02 и даже 0.01.

Поверочное оборудование десяти-, двадцатилетней давности выпуска, используемое в метрологических центрах Украины, также нуждается в замене. Входящие в это оборудование приборы, как правило, имеют узкую специализацию и низкие эксплуатационные характеристики: большие габариты и вес, высокую трудоемкость калибровки, отсутствие выхода на ЭВМ с возможностью формирования отчетов калибровки и т. д. Кроме того, это оборудование, в основном, импортного и российского производства. Поэтому его ремонт требует больших затрат и сопряжен с определенными организационными трудностями.

Учитывая потребность Украины в поверочном оборудовании, АО "Тахион" (предприятие организовано в 1991 г., специализация – измерительные приборы, расходомеры, системы учета энергоносителей) раз-

работало многофункциональный трехканальный "Калибратор КМ2-002".

Калибратор может применяться при поверке (калибровке) в полевых и лабораторных условиях следующих средств измерительной техники (СИТ):

- стрелочных и цифровых измерителей и задатчиков тока, напряжения и сопротивления, измерителей, генераторов, преобразователей частоты и количества импульсов
- термопреобразователей сопротивления, термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом, термоэлектрических преобразователей (термопар)
- вторичных СИТ по отношению к вышеперечисленным
- вторичных СИТ к преобразователям давления
- вычислителей объема газа, корректоров газа и других подобных СИТ.

Калибратор КМ2-002 позволяет одновременно измерять/генерировать/имитировать сигналы по трем независимым гальванически развязанным каналам. Данные о любом СИТ и его режиме калибровки можно ввести в долговременную память прибора. После этого прибор может выполнить измерения или процедуру поверки (калибровки) в автоматическом, полуавтоматическом или ручном режиме, а результаты сохранить в своей памяти. Прибор поддерживает базу данных поверяемых

(калибруемых) СИТ, сохраняет результаты поверки (калибровки) в энергонезависимой памяти. Результаты поверки (калибровки) могут быть переданы в ЭВМ для ведения базы данных более высокого уровня. Технические характеристики калибратора приведены в таблице.

Величина сопротивления (в том числе термопреобразователей сопротивления) измеряется при подключении по 2- или 4-проводной схеме.

Помимо перечисленных возможностей, "Калибратор КМ2-002" выполняет измерение и имитацию сигналов термоэлектрических преобразователей температуры и вычисление температуры для четырнадцати типов термопар в соответствии с ДСТУ 2837-94 (с компенсацией температуры холодного спая – 4 вида компенсации). Также обеспечивается возможность имитации сигналов термопреобразователей сопротивления и вычисления температуры в соответствии с ДСТУ 2858-94 для шестнадцати типов термосопротивлений.

В ближайшее время намечен выпуск модификации прибора с поддержкой функции калибровки датчиков давления, в том числе с использованием HART-протокола.

Прибор собран на импортной элементной базе. В нем используются прецизионные элементы опорного напряжения, 24-разрядные сигма-дельта АЦП AD7714, 16-разрядные ЦАП AD5542 фирмы Analog Devices. Управление прибором осуществляется с помощью трех микропроцессоров фирмы Atmel: одного Atmega128 и двух Atmega8.

Прибор выполнен в металлическом корпусе, имеет небольшие размеры (240×170×90 мм) и массу (2.3 кг). Исполнение по пылевлагозащищенности соответствует классу IP 56 согласно ГОСТ 14254-96. Питание прибора осуществляется от встроенной аккумуляторной батареи (8-10 часов), либо от сети переменного тока напряжением 220 В, 50 Гц. Время зарядки аккумулятора: не более 2 часов.

По сравнению с одноканальными калибраторами российского производства – КИСС-03 (ОАО "Теплоприбор", г. Челябинск) и ИКСУ 2000, ИКСУ 200 Ех ("Элемер", г. Менделеево) – "Калибратор КМ2-002" дополнительно обеспечивает:

- одновременное измерение/генерацию/имитацию по трем каналам
- дополнительные виды измерения/генерации/имитации, включая режим компаратора, статистические измерения
- расширенный перечень контролируемых термосопротивлений и термопар

- повышенную точность измерений/генерации/имитации
- поддержку базы данных калибруемых приборов
- поддержку архивов калибровки
- наличие информативного ЖК-дисплея (128×128 точек, 16 строк)
- наличие интерфейсного узла RS-232 для связи с ЭВМ.

Главное преимущество трехканального "Калибратора КМ2-002" заключается в возможности автоматической поверки (калибровки) СИТ в случае, когда по одному каналу выдается сигнал для воздействия наверяемый прибор, а по второму – измеряется отклик прибора. Программа поверки (калибровки) может быть предварительно занесена в память, а результаты измерений можно сохранить и впоследствии распечатать на ЭВМ в виде отчета.

Прибор может использоваться в качестве компаратора. Он осуществляет операцию вычитания или суммирования измеренных в первом и втором каналах и предварительно усредненных значений напряжения, тока, сопротивления или температуры. Например, на вход первого канала подаются эталонные сигналы образцового прибора, а на вход второго – выходные сигналы поверяемого СИТ. Вычитая сигналы, калибратор измеряет рассогласование поверяемого и эталонного СИТ.

"Калибратор КМ2-002" фактически представляет собой метрологическую лабораторию и способен стать базовым прибором для поверки (калибровки) практически всех СИТ заводской лаборатории, оборудования узлов учета энергоносителей. Он заменяет одновременно до восьми прецизионных измерительных приборов класса 0.01 или 0.02, например: задатчика напряжения и тока; измерителя напряжения и тока; генератора синусоидальных и прямоугольных сигналов; генератора числа импульсов; частотомера; счетчика импульсов; измерителя сопротивления; имитатора сигналов термопреобразователей сопротивления и термопар.

Калибраторы КМ2-002 успешно эксплуатируются на предприятиях Украины. Благодаря автоматизации режимов работы существенно облегчается проведение

**Технические характеристики "Калибратора КМ2-002"**

Измеряемый параметр	Диапазон поверки	Разрешение	Допускаемая основная погрешность
<b>В режиме измерения</b>			
Напряжение	-0.03...+2.5 В	0.001 мВ	±0.02 % показания + 5 мкВ
Ток	-0.6...+25 мА	0.1 мкА	±0.02 % показания + 0.5 мкА
Сопротивление	0...2000 Ом	0.001 Ом	±0.02 % показания + 5 мОм
Частота	0.2...50 000 Гц	0.001...0.01 Гц	±0.01 % показания
Число импульсов	0...999 999	1	–
<b>В режиме генерации/имитации</b>			
Напряжение	-0.03...+2.5 В	0.001 мВ	±0.02 % показания + 5 мкВ
Ток	0...+20 мА	0.1 мкА	±0.02% показания + 0.5 мкА
Сопротивление	0.5...2000 Ом	0.01 Ом	±0.04 % показания + 30 мОм
Частота	0.2...50 000 Гц	0.001...0.01 Гц	±0.01 % показания
Число импульсов	0...999 999	1	–

ние поверки (калибровки) СИТ, упрощается ведение отчетности, значительно сокращается время, затрачиваемое персоналом на проведение работ.

Подтверждением высоких потребительских и метрологических характеристик "Калибратора КМ2-002" является, в частности, тот факт, что два прибора КМ2-002 приобретены Харьковским метрологическим центром – ГП "Харьковстандартметрология". По отзывам сотрудников центра "Калибратор КМ-002" не уступает

импортному двухканальному калибратору МС-5 производства фирмы Artvic.

Более подробные сведения о "Калибраторе КМ2-002" можно получить по телефонам: (0572) 305-492, 305-493; на Web-сайте: [www.energo.kh.ua](http://www.energo.kh.ua); e-mail: [andrey@energo.kh.ua](mailto:andrey@energo.kh.ua) (Стеценко Андрей Анатольевич) или [sasha@energo.kh.ua](mailto:sasha@energo.kh.ua) (Васильченко Александр Валентинович).

## МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ КОМПАНИИ IDT

Компания *Integrated Device Technology Inc. (IDT)*, являющаяся одним из ведущих производителей микросхем для систем связи и телекоммуникаций, до недавнего времени была слабо представлена на украинском рынке электронных компонентов. IDT производит микросхемы памяти для сетей передачи данных (FIFO-, мультипортовую и ZBT-память), специализированные микросхемы для сетей пакетной коммутации (ASSP), RISC-микропроцессоры, микросхемы быстродействующей статической памяти (SRAM), микросхемы логики и управляемых формирователей тактовых импульсов.



**В. Макаренко**

Компания *Integrated Device Technology Inc. (IDT)*, штаб-квартира которой находится в г. Санта Клара (Калифорния), является одним из ведущих производителей микросхем для систем связи и телекоммуникаций. Стратегическими направлениями деятельности компании являются постоянное развитие производства, совершенствование технологий, разработка новых продуктов, удовлетворяющих современным требованиям к системам передачи данных. Продукция IDT выпускается по технологии 0.35 и 0.25 мкм.

Компания IDT была основана в 1980 году (Калифорния, США) [1]. В 1981 году IDT представила на рынок быстродействующие микросхемы статической памяти (SRAM) с временем доступа к данным 45 нс и пониженным энергопотреблением. В 1988 году IDT получила лицензию от MIPS Technologies Inc. и открыла новые направления: производство RISC-микропроцессоров, логических микросхем, специализированных устройств для вычислительных сетей и микросхем памяти для сетей передачи данных (двухпортовой памяти, памяти FIFO – First Input-First Output, ZBT™ – Zero Bus Turnaround SRAM). ZBT SRAM-модули памяти с нулевым временем переключения предназначены для работы в сетевых и телекоммуникационных устройствах (коммутаторах и маршрутизаторах), в которых требуется высокая производительность. При помощи модулей памяти ZBT SRAM минимизируется время задержки между переключениями с цикла записи на цикл считывания и увеличивается ширина полосы пропускания шины обмена данными (как следствие, возрастает скорость передачи данных). Модули выполняются как по потоковой, так и по конвейерной технологии. Емкость модулей до 18 Мб; форм-факторы – SIMM, DIMM; рабочее напряжение 2.5 или

3.3 В; тактовые частоты от 100 до 225 МГц.

В настоящее время IDT лидирует в производстве микросхем памяти FIFO- и мультипортовой памяти. Компания IDT поставляет более 250 видов асинхронных, синхронных и двунаправленных FIFO, предназначенных для согласования скоростей передачи данных, буферизации и работы с двунаправленными шинами данных. Модули FIFO-памяти работают с тактовыми частотами до 250 МГц и обеспечивают скорость передачи данных до 20 Гб/с. Разрядность модулей 2, 4, 5, 8, 9, 10, 15, 16, 18, 20, 32, 36, 40 и 72.

Основными областями применения FIFO-памяти являются коммутаторы, маршрутизаторы, кабельные модемы, базовые станции для сотовой связи и мультиплексоры SONET/ATM. Компания IDT является ведущим производителем быстродействующей мультипортовой памяти с асинхронным и синхронным интерфейсом и с переключаемыми банками, применяемой в сетях пакетной маршрутизации [2]. С целью поддержки новых разработок в области телекоммуникаций компанией IDT была представлена новая архитектура SRAM, выполненная по ZBT™ или QDR (Quad Data Rate) технологиям и оптимизированная для сетей передачи данных.

Еще одним перспективным направлением, развиваемым компанией IDT, является производство специализированных микросхем для сетей пакетной коммутации (ASSP). Семейство ASSP включает коммутаторы ATM и TSI/TDM, устройства физического уровня (PHY) с поддержкой скорости передачи данных от 25 Мбит/с до 1 Гбит/с и специализированные контроллеры сборки/разборки (SAR). Микросхемы SAR обеспечивают передачу одного пакета данных ATM со скоростью 155 Мбит/с и поддерживают все принятые стандарты

управления трафиком. В 2000 году компания IDT приступила к серийному производству микроконтроллеров, предназначенных для оборудования малого или домашнего офиса SOHO (Small Office/Home Office), маршрутизаторов, коммутаторов Ethernet LAN, модемов xDSL (ADSL и HDSL) и резидентных шлюзов. Модемы, предназначенные для асимметричной цифровой абонентской линии ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), позволяют потребителю принимать данные со скоростью до 8 Мбит/с, а передавать – со скоростью до 1 Мбит/с на расстояние до 7 км. Модемы, предназначенные для высокоскоростной передачи по кабелям на основе витых медных пар HDSL (High-bit-rate DSL), обеспечивают передачу двунаправленных потоков данных на расстояние до 6 км со скоростью 2.048 Мбит/с. В составе новых микроконтроллеров используется 32-разрядное RISC-ядро, работающее с тактовой частотой 150 МГц [1]. Применение различных компонентов, выпускаемых компанией IDT, иллюстрирует рис. 1, на котором приведена типовая коммуникационная структура.

Практически компания IDT выпускает компоненты для создания устройств коммутации, маршрутизации, хранения данных и др. для каждого из узлов сети. Например, для реализации центральной части системы маршрутизации эти компоненты используются в маршрутизаторах (router<sup>1)</sup>) и коммутаторах WAN<sup>2)</sup>, для городских каналов связи – в маршрутизаторах, MSS<sup>3)</sup> (Mass Storage System) и шлюзах (Media Gateway<sup>4)</sup>).

Более полную информацию о телекоммуникацион-

ных микросхемах, выпускаемых компанией IDT, позволяет получить рис. 2. Диаграмма развития телекоммуникационных ИМС компании IDT приведена на рис. 3.

Компания IDT продолжает оставаться крупнейшим производителем микросхем быстрой статической памяти асинхронного и синхронного типов с информационной емкостью от 16 кбит до 4 Мбит [3], устройств малой степени интеграции (быстродействующих микросхем логики, преобразователей уровня) и управляемых формирователей тактовых импульсов для персональных компьютеров, сетевых коммутаторов, маршрутизаторов и беспроводной телефонии [4].

Продукцию компании IDT широко используют в своих разработках крупнейшие компании, выпускающие оборудование для телекоммуникаций: Alcatel, Cisco, EMC, Ericsson, Fujitsu, IBM, Lucent, Motorola, NEC, Nokia, Nortel и Siemens.

Всевозрастающий спрос на передачу мультимедийных сообщений (высококачественного изображения и звука, широкополосных видеосигналов интерактивного телевидения) оказывает давление на промышленность, выпускающую оборудование для вычислительных сетей и сетей связи. Конкурентоспособный характер рынка Интернет заставляет производителей быстрее внедрять новое оборудование для расширения функциональных возможностей сетей связи. В настоящее время компании IDT и Intel объединили усилия в построении сети нового поколения.

Доступ к услугам широкополосной сети становится обычным для многих пользователей и число потен-

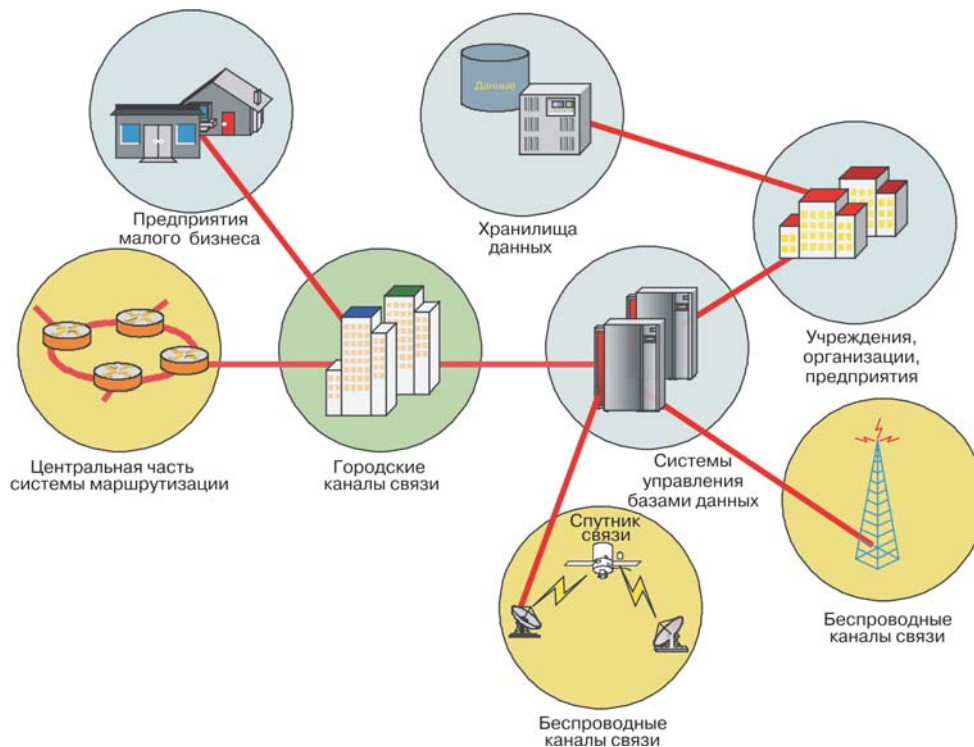


Рис. 1. Типовая коммуникационная структура



## Телекоммуникационная продукция



\* Inverse Multiplexing for ATM \*\*\* (инверсное мультиплексирование для ATM).  
 \*\* Generalized Communication Interface (универсальный коммуникационный интерфейс).  
 \*\*\* Asynchronous Transfer Mode – асинхронный режим передачи (стандартизованная ITU-технология коммутации пакетов фиксированной длины, являющаяся асинхронной в том смысле, что пакеты отдельных пользователей передаются аperiodически, чем обеспечивается эффективная передача различных типов данных – голоса, видео, мультимедийных сообщений и др. – на значительные расстояния).

**Рис. 2. Телекоммуникационные микросхемы компании IDT**

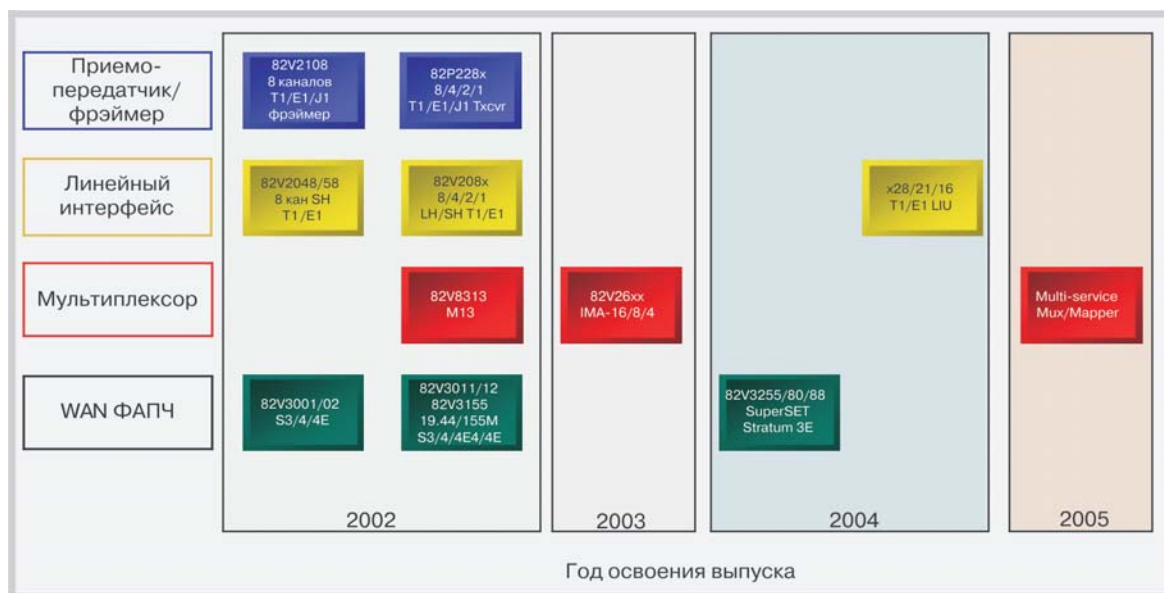
циальных потребителей таких услуг стремительно растет. Это IP-телефония, видеоконференции и передача кинофильмов или телевизионных трансляций по сетям Интернет в реальном времени, интерактивное телевидение, компьютерные игры и т. д.

Фундаментом для создания оборудования сети следующего поколения компании Intel и IDT выбрали процессор семейства IXP1200, разработанный компанией Intel. IDT разрабатывает целое семейство программируемых сопроцессоров, которые расширяют функциональные возможности процессоров IXP1200.

Проектировщики системы нового поколения решают

две основные проблемы: создания новых функциональных возможностей и улучшения качества обслуживания клиентов. Для этого необходимо увеличение гибкости системы по сравнению с существующей на сегодняшний день инфраструктурой. Система должна быть способна к быстрому развертыванию и легко модернизируема.

Узким местом на сегодня является окончное оборудование, которое должно обеспечить весь спектр услуг. Кроме того, провайдеры Интернет и операторы связи видят новые возможности увеличения дохода в оплате не за трафик, а за эффективно используемую полосу пропускания канала связи и содержания пере-



**Рис. 3. Диаграмма развития телекоммуникационных ИМС компании IDT**

**Искать в телекоммуникационном оборудовании устройства,  
в которых нет микросхем IDT, – напрасный труд**



Компания Integrated Device Technology Inc. (IDT) является одним из ведущих производителей микросхем для систем связи и телекоммуникаций. Стратегией деятельности компании является постоянное развитие производства и технологий, основанное на знаниях, опыте и маркетинговых исследованиях.

Компания IDT производит микросхемы памяти для сетей передачи данных (FIFO-, мультипортовую и ZBT-память), специализированные микросхемы для сетей пакетной коммутации (ASSP), RISC-микросхемы процессоры, микросхемы быстродействующей статической памяти (SRAM), микросхемы логики и управляемых формирователей тактовых импульсов.

Продукция IDT выпускается по технологии 0,35 и 0,25 мкм.



VD MAIS – официальный дистрибьютор компании IDT в Украине

даваемой информации. Расширение эффективной полосы пропускания при существующих линиях связи (проводных, оптоволоконных и беспроводных) достигается путем применения сопроцессоров, позволяющих использовать эффективные алгоритмы кодирования сигналов и ускорить процессы формирования и распознавания пакетов данных.

Более подробную информацию о продукции, выпускаемой компанией IDT, можно получить на ее Web-сайте [1].

#### ПРИМЕЧАНИЯ:

<sup>1)</sup> Router – маршрутизатор (устройство для соединения сетей, в которых используются разные архитектуры и протоколы; осуществляет выбор одного из нескольких путей передачи сетевого трафика, а также фильтрацию сообщений для локальной сети).

<sup>2)</sup> WAN – глобальная сеть (сеть, обеспечивающая

передачу информации на значительные расстояния с использованием коммутируемых и выделенных линий или специальных каналов связи).

<sup>3)</sup> MSS – запоминающее устройство большой емкости, массовое ЗУ.

<sup>4)</sup> Media Gateway – шлюз промежуточной ступени (устройство для объединения информационных сетей, в которых используются различные протоколы).

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://www.idt.com/products/communicationsmems/welcome.html>
2. <http://www.efo.ru/cgi-bin/go?47>
3. <http://www.idt.com/products/sram/welcome.html>
4. <http://www.idt.com/products/logic/welcome.html>
5. <http://www.intel.com/design/network/casestudies/idt.htm>

## GSM/GPRS/GPS-МОДУЛЬ Q2501 КОМПАНИИ WAVESOM

В статье рассмотрены основные параметры нового модуля Q2501, режимы его работы, возможности создания автомобильных и телекоммуникационных систем различной сложности на базе этого модуля.

К. Скиба

В современном мире высоких скоростей все большее значение приобретает оперативность реагирования на изменения внешних факторов. Поэтому для реализации современных задач логистики необходимо точно знать местоположение транспортного средства, а также иметь возможность оперативной связи с ним. Для решения таких задач французская компания Wavesom выпустила новый GSM/GPRS-модуль со встроенным GPS-приемником – WISMO Quik Q2501 [1] – с полностью оптимизированной платформой, предназначенной для применения в телеметрических системах, системах слежения, контроля автотранспорта, охранных системах, системах безопасности и многих других.

Применение встраиваемого GSM/GPRS/GPS-модуля Q2501 позволяет создать систему любой сложности: от простой системы передачи данных до сложных диспетчерских и охранных систем. Ориентированный на применение в автомобильных приложениях, модуль полностью соответствует требованиям, принятым в этой отрасли промышленности. В модуле объединены функции передачи голоса, SMS, факсов, данных в режиме GPRS. Встроенный 16-канальный GPS-приемник позволяет определить местоположение, направление и скорость движения объекта. Кроме того, этот приемник поддерживает режим DGPS, который предназначен для уточнения координат объекта. Специально для этого приемника поставляется программное обеспечение  $\mu$ -center ANTARIS edition [2], предназначенное для конфигурации GPS-тракта под задачи пользователя. GPS-тракт поддерживает функцию питания активной антенны, в него также встроены цепи защиты от КЗ и открытого разьема.

#### Параметры приемника [3]:

- точность определения местоположения 3 м
- время запуска: "Горячий" старт – 3.5 с, "Теплый" старт – 33 с, "Холодный" старт – 41.5 с
- период синхронизации < 1 с
- протоколы: NMEA-0183, UBX бинарный, RTCM.

Модуль имеет два режима работы: внешнего и внутреннего управления. В режиме внешнего управления в GSM- и GPS-трактах используются разные порты UART (рис. 1), а в режиме внутреннего управления пользователь может использовать только один порт UART (рис. 2). Внешний режим управления позволяет

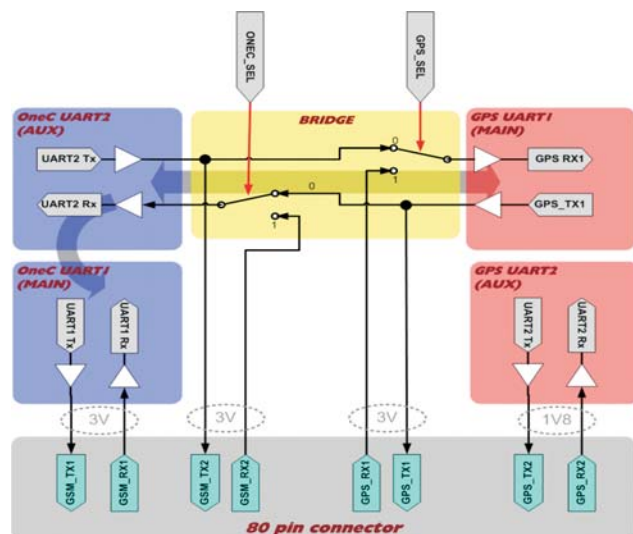
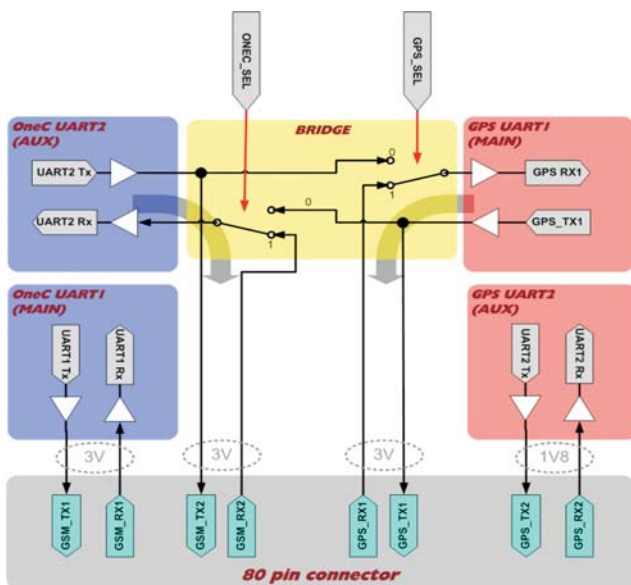


Рис. 1. Структурная схема модуля в режиме внешнего управления



**Рис. 2. Структурная схема модуля в режиме внутреннего управления**

пользователю получить полный доступ к GPS-тракту, при этом GSM- и GPS-тракты работают автономно. При работе в режиме внутреннего управления доступ к данным GPS-приемника в формате NMEA осуществляется по последовательному порту GSM-тракта. В этом режиме используются специальные AT-команды для GPS-приемника. Преимуществом этого режима является использование только одного порта для управления модулем.

Еще одной отличительной особенностью этого модуля является возможность работы на один антенный разъем, что позволяет снизить цену конечного устройства благодаря использованию только одного кабеля. В этом случае используется одна специальная GSM/GPS-антенна и GSM-разъем модуля, при этом GSM- и GPS-сигналы разделяются во времени. Когда в GSM-тракте не используется ВЧ разъем (ни в режиме приема, ни в режиме передачи), кабель используется для приема GPS-сигналов, а GSM-сигналы не претерпевают изменений ввиду их приоритетности. Для GPS-сигналов соответствующие изменения незначительны (затухание не превышает 0.1 дБ, если GSM-тракт находится в режиме ожидания, и 4 дБ, если GSM-тракт работает в режиме передачи). Использование этой технологии позволяет получать точные координаты, но усложняет "захват" спутников. Тем не менее, для приложений, в которых GSM-канал используется в течение небольшого времени (типично для телеметрических систем), эта технология очень привлекательна.

Немаловажным преимуществом модуля Q2501, как и других продуктов компании *Wavcom*, является возможность создания собственных приложений с помощью программного обеспечения *Open AT* [4, 5]. Это программное обеспечение позволяет не только

создавать собственные программные приложения, но и использовать дополнительные функции модуля, к которым нет доступа с помощью AT-команд:

- 1 дополнительный последовательный порт для GSM-тракта
- 1 дополнительный последовательный порт для GPS-тракта
- навигационное счисление пути может быть включено в программное обеспечение
- 2 шины SPI
- поддержка клавиатуры 5x5.

Кроме того, модуль поддерживает те функции, доступ к которым может осуществляться как с помощью AT-команд, так и с помощью встроенного программного обеспечения:

- 6 вводов/выводов общего назначения
- 4 вывода общего назначения
- 1 ввод общего назначения
- считыватель SIM-карт с напряжением питания 3 В (SIM-карты с напряжением питания 1.8 или 5 В можно использовать с внешним устройством сдвига уровня)
- 2 входа для микрофона и 2 выхода для динамика
- 6 вводов/выводов общего назначения
- 4 вывода общего назначения
- 1 ввод общего назначения
- 1 АЦП, 1 ЦАП
- 1 выход для зуммера
- 1 выход для светодиода
- синхроимпульс.

Модуль поддерживает дополнительные протоколы:

- IP протоколы (TCP/IP, POP3, SMTP)
- IBM MQ/ISDP (Websphere).

При размерах 58x32x6 мм и массе 15 г модуль Q2501 является на сегодняшний день самой миниатюрной платформой для телематических применений и позволяет создавать системы любой сложности, оптимизированные по массе и объему. Этот модуль прошел сертификацию основных европейских институтов: *Radio and Telecommunication Terminal Equipment (R&TTE)* и *Global Certification Forum (GCF)* и сертифицирован в Украине (сертификат UA1.030.0055986.04).

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Скиба К. Новый GSM/GPRS-модуль со встроенным GPS-приемником//ЭКИС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 11.
2. *Antaris User's Guide (GPS.G3-x-03002)*. – *μ-blox AG*, 2004.
3. *WISM Quik Q2501 Product Specification //WM\_PRJ\_Q2501\_PTS\_001-003.pdf* – *Wavcom*, 2004.
4. Валентик А., Скиба К. Программное обеспечение *Open AT* для GSM-модемов *Wavcom* //ЭКИС. – Киев: VD MAIS, 2004, № 1.
5. Скиба К. Использование программного комплекса *Open AT* для GSM-модемов компании *Wavcom*//ЭКИС. – Киев: VD MAIS, 2004, № 2.



## Орлиный глаз WISMO Quik Q2501



Малогобаритный модуль WISMO Quik Q2501 совмещает возможности GSM-коммуникации и GPS-навигации. GSM-тракт модуля поддерживает передачу голоса, SMS, факсов и данных (в том числе в режиме GPRS Cl. 10) в диапазоне 900/1800 МГц, а встроенный 16-канальный приемник GPS определяет местоположение, скорость движения и направление перемещения объекта. Возможность использования ресурсов встроенного микроконтроллера (5 MIPS, 512 KB FLASH ROM, 128 KB RAM, 128 KB EEPROM) позволяет отказаться от применения внешних дорогостоящих комплектующих. Встроенный TCP/IP стек упрощает процесс обмена информацией благодаря использованию высокоуровневых стандартных протоколов (FTP, SMTP, POP3, PPP). Модуль Q2501 соответствует всем требованиям по климатическим и механическим воздействиям, предъявляемым к оборудованию автомобильной промышленности. Модуль Q2501 является универсальной платформой для применения в системах слежения и контроля автотранспорта, телеметрических и охранных системах, системах безопасности и многих других. Модуль Q2501 сертифицирован в Украине (сертификат соответствия № UA1.030.0055986-04).

**wavocom**<sup>®</sup>  
DISTRIBUTOR

VD MAIS – дистрибьютор фирмы Wavacom

## ШКАФЫ ФИРМЫ RITTAL

Один из мировых лидеров в производстве корпусов и шкафов, компания RITTAL, стремясь к наиболее полному удовлетворению требований своих клиентов, разрабатывает изделия с высокими потребительскими качествами. Примером тому является выпуск новой серии шкафов TS8, представляющих собой идеальное решение для применения в системах телекоммуникации и промышленной автоматизации.

**А. Мельниченко**

Для удовлетворения потребностей в корпусах и шкафах для сетевого и телекоммуникационного оборудования фирма RITTAL предлагает следующие изделия [1, 2]:

- сетевые шкафы на базе TS8 и шкафы flexRack(i)
- серверные шкафы flexRack(i) и серверный блок управления SSC
- телекоммуникационные стойки IT-Tauer и стойки TC
- распределительные стойки DataRack
- настенные корпуса EL, корпуса на базе AE и распределительную коробку LWL
- системы рабочих мест Spectro-Data Vision
- интерактивные терминальные системы ITS.

### Шкаф TS8

Серия TS8 включает разные варианты шкафов, созданных с использованием стандартизованных элементов. Потребитель имеет возможность выбрать вариант, наиболее полно отвечающий его индивидуальным требованиям. Конструкция шкафа может быть легко модернизирована в соответствии с изменившимися требованиями.

Шкафы TS8 имеют симметричную конструкцию. Модульный дизайн с использованием специально разработанного 16-угольного несущего профиля делает шкаф не только легче, но и на 30 % устойчивее аналогичных моделей. Внутреннее пространство для установки оборудования также увеличено на 15 % по сравнению с аналогами. Заложенная в основе конструкции шкафа идея двухуровневого использования внутреннего пространства позволяет разместить в нем большое количество оборудования, а также обеспечить эффективный контроль микроклимата внутри шкафа.

Оборудование внутри шкафа располагается на монтажных панелях. Для их установки выпускаются разные монтажные профили, которые, подобно детскому конструктору, могут крепиться к несущим профилям в любом месте внутри шкафа. В профилях имеются отверстия с шагом 25 мм. Комбинируя вертикальные и горизонтальные профили, можно устанавливать монтажные панели в любом положении.

Для секционирования внутреннего пространства шкафа применяются разделительные панели. При использовании дополнительных монтажных профилей эти панели можно установить с зазором между ними и боковой стенкой шкафа. Для установки разъемов выпускаются разделительные панели с вырезами, на которые монтируются модульные платы с отверстиями

под разъемы. Цоколь шкафа также имеет несколько конструктивных исполнений, допускающих ввод кабелей как снизу, так и сбоку шкафа.

Конструкция шкафа обеспечивает защиту установленного в нем оборудования от несанкционированного доступа, для этого шкафы оснащены новой системой стержневых замков, устойчивых к вибрации.

Несколько шкафов одинаковой высоты и глубины могут быть соединены в единую конструкцию без использования дополнительных элементов, что может оказаться полезным при недостатке места, например, установке шкафов в офисах. Присоединять шкафы можно с любой стороны: спереди, сзади, сбоку, под углом, а при необходимости – сверху.

Все шкафы TS8 выпускаются как в метрической, так и дюймовой системе мер. Установка шкафов высотой 2200 мм позволяет максимально использовать пространство помещения, а глубина 1000 мм достаточна для размещения сетевого оборудования, к примеру, сервера или маршрутизатора.

Высота шкафов TS8 общепромышленного исполнения составляет от 1400 до 2200 мм, глубина от 400 до 800 мм, ширина от 400 до 1200 мм [1], масса – от 87 до 180 кг. Шкафы имеют класс защиты от воздействия окружающей среды IP 55.

На базе шкафов TS8 фирма RITTAL выпускает кондиционеры и теплообменники типа KTS с мощностью охлаждения от 1100 до 5000 Вт. Охлаждающий модуль может крепиться непосредственно на дверь шкафа, или на верхнюю крышку, либо на боковую стенку. Нет необходимости в монтаже холодильных агрегатов и выполнении отверстий для подачи и отвода воздуха.

Спектр изделий фирмы RITTAL очень широк (от выпускаемых крупными сериями до эксклюзивных решений) и их номенклатура непрерывно пополняется для удовлетворения требований клиентов. Более детальная информация об изделиях фирмы RITTAL будет размещена в следующих номерах ЭКиС.

*Дополнительную информацию о продукции фирмы RITTAL можно получить на фирме VD MAIS или в сети Интернет по адресу: [www.rittal.com](http://www.rittal.com)*

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Каталог HB30 фирмы Rittal (на русском языке), март 2002 г.
2. Презентация продукции фирм RITTAL, Alfra, Lampertz // CD-ROM фирмы VD MAIS, 2004.

# TS8

## система совершенных шкафов фирмы RITTAL

*система шкафов TS8 открывает широкие возможности: новая конструкция шкафа, эффективное использование пространства и быстрый внутренний монтаж*



### Преимущества:

#### модульность

Абсолютная совместимость модулей является ключом к отличным индивидуальным решениям и идеальному соотношению затраты/качество

#### надежность

Повышение надежности шкафов обеспечивается благодаря:

- новой технологии изготовления замков "Комфорт"
- наличию желоба, предотвращающего попадание жидкости внутрь шкафа
- наличию защитного кожуха, устанавливаемого на соединении между шкафами
- новому технологическому решению присоединения цоколя

#### скорость сборки

Повышение скорости сборки достигается благодаря новой технологии производства разделительных панелей, а также возможности сборки цоколя, его присоединения к шкафу и крепления к полу снаружи

#### совместимость

Преимуществом шкафов серий RS 4000 и TS8 обеспечена за счет полной совместимости их элементов и комплектующих

VD MAIS – официальный дистрибьютор фирмы RITTAL в Украине

достичь совершенства

**RITTAL**

## БОЛЬШАЯ ЕВРОПА – ОДИН РЫНОК

18-19 мая 2004 г. во Флоренции (Италия) проходила организованная фирмой Rabbit Semiconductor (США) Первая европейская конференция дистрибьюторов продукции этой фирмы в европейских странах.

Участниками конференции были специалисты из более чем двадцати стран Европы (Нидерландов, Италии, Германии, Франции, Испании, Австрии, Швейцарии, Финляндии, Израиля, Дании, Украины, Бельгии, Португалии и др.). Украину на конференции представлял А. Лукушин (НПФ VD MAIS, г. Киев, на фото – третий слева в первом ряду). Вели конференцию представители фирмы-организатора Rabbit Semiconductor (RS) J.Marronie и L.Cicchinelli.

RS широко известна, ее дистрибьюторы имеются на всех континентах, а продукция этой фирмы находит применение в системах автоматизации и управления, создаваемых в различных отраслях промышленности: биометрических системах и системах контроля доступа, системах мониторинга телекоммуникационного оборудования и железнодорожных перевозок, в бытовых и промышленных системах автоматизации, медицинских устройствах, испытательном и измерительном оборудовании, военной технике, охранных системах и др.

Программа конференции включала ознакомление со стратегией фирмы RS по расширению областей применения ее продукции, повышению спроса на изделия RS и, как результат, объемов продаж.



Особое внимание на конференции было уделено углубленному раскрытию параметров и областей применения изделий, поставляемых фирмой: малогабаритных одноплатных компьютеров, модулей процессоров, панелей оператора,



отладочных средств и др. Ретроспективно был показан рост технических возможностей RS. Так, в докладах были представлены 8-разрядные микропроцессоры R2000/R3000; интегрированная программная среда разработки Dynamic C, ее библиотеки; модули, поддерживающие протоколы TCP/IP, PPP, SNMP, HTTPS и др., показаны их достоинства и области применения, подчеркнуты особенности. Достоинством изделий RS является возможность их программирования и отладки через локальные и глобальные сети Ethernet и Интернет.

На конференции были также представлены новые перспективные изделия, такие как микропроцессор R4000, микропроцессорный модуль RCM3200 и др.

Партнерами фирмы RS, в изделиях которых находит применение ее продукция, являются такие всемирно известные фирмы, как Motorola, Microchip, Zilog, Ubicom, Lantronix, Digi, Dallas Semiconductor и др.

В ходе конференции ее участники обменивались информацией о приобретенном опыте внедрения продукции фирмы RS.

В планах НПФ VD MAIS – организация в Украине семинара с участием представителей фирмы Rabbit Semiconductor по выпускаемой ею продукции.

**VD MAIS**  
Компоненты систем автоматизации производства

Низковольтная коммутационная аппаратура • Программируемые промышленные контроллеры и компьютеры, ПО • Шкафы • Корпуса • Крейты • Соединители • Кабельная продукция • Инструмент • Термотрансферные принтеры

Дистрибьютор  
BERNSTEIN, BOPLA, HARTING, KROY, LAPPKABEL, PORTWELL, RABBIT, RITTAL, SCHROFF, SIEMENS, TYCO ELECTRONICS, WAGO

Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жилинская, 29  
тел.: (044) 227-2262, 227-1389, факс: (044) 227-3668  
e-mail: info@vdmals.kiev.ua, www.vdmals.kiev.ua



**VD MAIS**  
Оборудование и материалы для SMT. Печатные платы

Устройства трафаретной печати • Установки ручные, полуавтоматические, автоматические • Печи оплавления припоя • Системы визуального контроля • Координатно-фрезерные станки • Электромеханические отвертки • Инструмент • Технологические материалы для SMT • Проектирование и изготовление печатных плат

Дистрибьютор  
AIM, CHARLESWATER, ELECTROLUBE, ESSEMTEC, KOLVER, LPKF, PACE, SAMSUNG, SIMATEC, TECHNOPRINT, VISION

Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жилинская, 29  
тел.: (044) 227-2262, 227-1389, факс: (044) 227-3668  
e-mail: info@vdmals.kiev.ua, www.vdmals.kiev.ua



**ПЛАТАН-УКРАЇНА**  
ЕЛЕКТРОННІ КОМПОНЕНТИ

- Активні та пасивні компоненти
- Оптоелектронні компоненти
- Вимірювальні прилади
- Акустичні компоненти
- Пристрої індикації
- Інструмент



М. Київ, вул. Чистяківська, 2 оф. 18  
(+38 044) 442-20-88, 459-02-17  
chip@optima.com.ua  
www.platan.ua