



## ИМС АЦП И ДРАЙВЕРОВ ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER AND DRIVER ICs

Том 11, выпуск 1, 2011

Информационный бюллетень компании Analog Devices

**В этом номере**

16-разрядный АЦП с частотой выборки 250 МГц..9  
 Прецизионные АЦП для портативных промышленных и медицинских систем ..... 10  
 Драйвер для АЦП с высоким разрешением ..10  
 16-разрядный АЦП..... 11  
 Дифференциальный драйвер для 18-разрядного АЦП .... 11  
 Многоканальный АЦП с одновременной выборкой.... 12  
 Усилители с программируемым коэффициентом усиления .. 13  
 Драйвер для широкополосных АЦП ..... 13  
 Таблицы параметров ИМС АЦП, драйверов, тактовых генераторов, а также ИМС управления электропитанием ..... 14  
 16-разрядный сдвоенный АЦП ..... 16  
 Миниатюрный 8-канальный АЦП ..... 17  
 Прецизионный сигма-дельта АЦП ..... 17  
 8-разрядные быстродействующие АЦП..18  
 ИМС распределителей синхросигналов ..... 18  
 АЦП с I<sup>2</sup>C-интерфейсом .... 19  
 Быстродействующие АЦП с последовательным интерфейсом ..... 19  
 Тестовые схемы компании Analog Devices....20



analog is everywhere.™



Перевод с английского В. Романова.

\* Цена FOB USA в партии 1000 шт.

### Самый быстродействующий 16-разрядный промышленный АЦП с частотой выборки 250 МГц



ИМС AD9467, 16-разрядный pipelined АЦП, обеспечивает новый уровень обработки сигналов в тестовых и измерительных устройствах, охранных системах, медицинской аппаратуре с обработкой изображений и системах связи, в которых необходимо иметь и высокое разрешение, и широкую полосу пропускания. Преобразователь имеет динамический диапазон неискаженного сигнала не менее 90 дБ (от полной шкалы), частота входного сигнала достигает 300 МГц, отношение сигнал/шум 76.4 дБ (от полной шкалы). Малое апертурное дрожание, включающее дрожание фронтов синхроимпульсов, входного сигнала и собственного АЦП (суммарное дрожание не более 60 фс, с.к.з), позволяет упростить проектирование входного канала, улучшить системные параметры на более высокой промежуточной частоте за счет уменьшения числа промежуточных понижающих преобразователей частоты входного сигнала.

**Особенности ИМС AD9467:**

- разрешение 16 бит, полоса частот входного сигнала до 300 МГц, что позволяет кодировать сигналы в радиосистемах, радарах, анализаторах спектра
- большой динамический диапазон в широкой полосе пропускания входных сигналов позволяет использовать АЦП в приемниках систем связи типа LTE/W-CDMA, MC-GSM класса 1, CDMA
- программируемый диапазон входных сигналов позволяет согласовать отношение сигнал/шум с динамическим диапазоном неискаженного сигнала, обеспечивая высокую точность кодирования сигналов низкого уровня, как показано в таблице.
- цена AD9467 \$ 119.85 \*

**16-разрядный АЦП с частотой выборки 250 МГц**

**ANALOG DEVICES**  
**AD9467**

• Superior SFDR Performance for IF Sampling Applications

76dBFS SNR, 90dBc SFDR with 100MHz A<sub>in</sub> at 250MSPS

Диапазон входных сигналов, В	Отношение сигнал/шум, дБ (от полной шкалы)	Динамический диапазон неискаженного сигнала, дБ (от полной шкалы)	Полоса частот входного сигнала, МГц	Частота выборки, МГц
2.5	75.1	90	300	250
2.0	74	95	170	250
2.5	76	100	100	160

**Рекомендуемые дополнительные компоненты:**

- усилители: ADL5562 – дифференциальный усилитель со сверхнизким уровнем искажений в полосе пропускания до 3.3 ГГц; ADL5202, ADL5201 – усилители с программируемым диапазоном входных сигналов
- генераторы синхросигналов AD9523, AD9524

## Прецизионные АЦП для портативных промышленных и медицинских систем

Современные портативные устройства и системы, применяемые в промышленности, медицине и научных исследованиях, должны иметь высокую точность, малые размеры и потребление.



ИМС AD7170 и AD7171 – соответственно 12- и 16-разрядные сигма-дельта АЦП, имеющие миниатюрные размеры, низкий уровень шумов и малое потребление. АЦП предназначены для использования в промышленном и медицинском приборостроении. Оба преобразователя имеют максимальную частоту выдачи кода 125 Гц, генерируют шумы меньшего уровня, имеют ток потребления не более 110 мкА, что на 25% меньше потребления ближайших аналогов, и содержат встроенный генератор тактовых импульсов. Они используются в приборах и системах с батарейным питанием, имеют спящий режим с током потребления до 5 мкА, что позволяет увеличить ресурс батарейного питания. Напряжение питания этих АЦП от 2.7 до 5.25 В, тип корпуса 10-LFCSP.

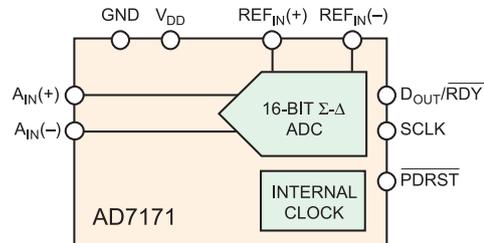
### Особенности АЦП AD7170, AD7171:

- среднеквадратичный уровень шума 6.9 мкВ
- интегральная нелинейность 12-разрядного АЦП AD7170  $\pm 0.1$  EMP, 16-разрядного АЦП AD7171  $\pm 0.4$  EMP
- ток потребления в рабочем режиме 110 мкА, в спящем – 5 мкА
- тип корпуса 10-LFCSP, размеры 10x10 мм
- цена: AD7170 \$ 0.95, AD7171 \$ 1.15

### Рекомендуемые дополнительные компоненты:

- дифференциальный драйвер ADA4940, цифровые изоляторы ADuM1201 (2-канальный) и ADuM1301 (3-канальный)

### Функциональная схема АЦП AD7171



### ПРИМЕНЕНИЕ

- весоизмерительные системы
- измерители давления
- промышленные системы управления
- портативные измерительные приборы

## Драйвер со сверхнизким потреблением для АЦП с высоким разрешением, малым потреблением и частотой выборки до 3 МГц

Технологии производства преобразователей данных развиваются в направлении уменьшения уровней шумов и искажений с одновременным снижением потребляемой мощности. Однако новые АЦП, как правило, работают с точными драйверами, обеспечивающими необходимое число достоверных двоичных разрядов и отличающимися малой потребляемой мощностью.



ИМС ADA4940 – дифференциальный драйвер АЦП с напряжением питания от 3 до 10 В и потребляемой мощностью не более 6.5 мВт (при напряжении питания 5 В). Драйвер отличается высокими техническими параметрами в полосе пропускания до 2 МГц, включая низкий уровень шумов, что позволяет использовать его вместе с 16- и 18-разрядным АЦП с частотой выборки не менее 3 МГц. Драйвер ADA4940 имеет регулируемый уровень выходного синфазного сигнала в диапазоне напряжений питания, что позволяет легко сопрягать его с АЦП, имеющим напряжение питания вплоть до 1.8 В, и поддерживать необходимый динамический диапазон входных сигналов преобразователя.

### Особенности драйверов семейства ADA4940:

- типовой ток потребления 1.25 мА
- спектральная плотность входного шума  $4 \text{ нВ}/\sqrt{\text{Гц}}$
- нелинейные искажения -90 дБ на частоте входного сигнала 2 МГц
- регулируемый уровень выходного синфазного сигнала в диапазоне 0.8...4.3 В
- регулируемый в широком диапазоне коэффициент усиления
- напряжение питания от 3 до 10 В
- цена ADA4940-1 \$ 1.89, ADA4940-2 \$ 2.89

### Рекомендуемые дополнительные компоненты:

- АЦП семейства PuLSAR AD7983 с разрешением 16 бит и частотой выборки 1.33 МГц; AD7985 с разрешением 16 бит и частотой выборки 2.5 МГц; сигма-дельта АЦП AD7170 с разрешением 12 бит и AD7171 с разрешением 16 бит.

Моделирующую программу "ADI Diff Calculator™" для расчета параметров проектируемого дифференциального усилителя можно получить в сети Интернет по адресу: [www.analog.com/diffampcalculator](http://www.analog.com/diffampcalculator).

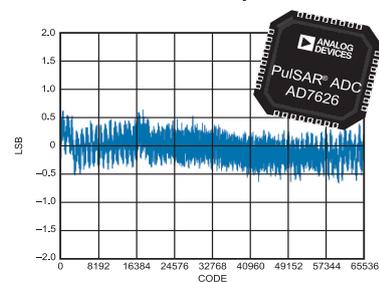
## 16-разрядный АЦП поразрядного уравнивания обеспечивает высокие быстродействие и точность, отличается миниатюрными размерами и малым потреблением

Повышение быстродействия промышленных и медицинских систем сбора данных без потери точности преобразования является ключевым требованием, предъявляемым к этим системам. Повышая производительность промышленных АСУ и быстродействие медицинского оборудования для неинвазивной диагностики пациентов, разработчики стремятся преодолеть ограничения скорости преобразования АЦП без уменьшения их точности.



ИМС AD7726 – 16-разрядный промышленный АЦП семейства PuISAR, который при частоте выборки 10 МГц имеет 15 достоверных двоичных разрядов и скорость преобразования в 2.5 раза большую, чем любой из аналогичных поразрядных преобразователей. В отличие от аналогов с меньшим быстродействием, обеспечивающих требуемую скорость преобразования за счет увеличения потребления, он имеет отношение сигнал/шум 92 дБ и превосходит любой другой преобразователь по этому параметру на 8 дБ независимо от его архитектуры. AD7626 выпускается в корпусе QFN размерами 5×5 мм, что на 70% меньше размеров корпуса ближайшего аналога, при этом потребление этого АЦП составляет 130 мВт. Преобразователь содержит последовательный интерфейс с внутренней синхронизацией, который вносит минимальный шум и не требует при проектировании устройств на его основе дополнительных компонентов. АЦП AD7626 совместим по выводам с преобразователем AD7625, частота выборки которого составляет 6 МГц. Таким образом, новый АЦП расширяет возможности преобразователей семейства PuISAR как по скорости преобразования (частота выборки от 1 до 10 МГц), так и по разрешению (от 16 до 18 бит).

### 16-разрядный АЦП поразрядного уравнивания с частотой выборки 10 МГц



- 15 достоверных двоичных разрядов
- в 2.5 раза быстрее аналогов

#### Особенности АЦП AD7626:

- интегральная нелинейность: типовая  $\pm 1$  ЕМР, максимальная  $\pm 2$  ЕМР
- дифференциальная нелинейность: типовая  $\pm 0.3$  ЕМР, максимальная  $\pm 1$  ЕМР
- диапазон дифференциального входного сигнала  $\pm 4.096$  В
- цена AD7626 \$ 34.95, AD7625 \$ 29.95

#### ПРИМЕНЕНИЕ

- быстродействующие системы сбора данных
- системы обработки изображений
- телекоммуникационные приемники

#### Рекомендуемые дополнительные компоненты:

- усилители-драйверы ADA4899-1 для быстродействующих систем с низким уровнем шумов, ADA4932-1 – широкополосный драйвер
- опорный источник напряжения ADR434 XFET с токовым выходом

Ознакомиться со схемой быстродействующего драйвера-преобразователя несимметричного сигнала в симметричный для АЦП AD7626 можно в сети Интернет по адресу: [www.analog.com/CN0105](http://www.analog.com/CN0105).

## Дифференциальный драйвер с ослаблением входного сигнала для 18-разрядного АЦП с частотой выборки 2 МГц

В промышленности, измерительной технике, медицинском приборостроении необходимо сопрягать источники высоковольтных сигналов ( $\pm 5$ ,  $\pm 10$  В) с прецизионными АЦП для преобразования сигналов низкого уровня.



Системные разработчики, как правило, стараются использовать один драйвер для сопряжения АЦП с источниками высоковольтных сигналов. При этом драйвер обеспечивает ослабление и сдвиг входного сигнала для его согласования с динамическим диапазоном поразрядного АЦП. Это обеспечивает простоту проектирования, компактность нового изделия и малое потребление. Таким драйвером может быть дифференциальный усилитель AD8475 с диапазоном входных сигналов до  $\pm 10$  В и коэффициентом усиления 0.4 и 0.8. Усилитель имеет КОСС, равный 76 дБ, спектральную плотность выходного шума  $10 \text{ нВ}/\sqrt{\text{Гц}}$ , полосу пропускания 150 МГц, скорость нарастания 50 В/мкс, что позволяет успешно использовать его в качестве драйвера 18-разрядного АЦП с частотой выборки до 2 МГц. Минимальный уровень искажений ( $-112 \text{ дБ} + \text{шум}$ ) позволяет использовать AD8475 в качестве драйвера быстродействующих сигма-дельта АЦП.

С особенностями проектирования драйверов для прецизионных АЦП с однополярным питанием и симметричным входом можно ознакомиться в сети Интернет по адресу: [www.analog.com/CN0180](http://www.analog.com/CN0180).

## Многоканальный АЦП с одновременной выборкой для мониторинга напряжений и токов в линиях электропередачи

При проектировании систем мониторинга токов и напряжений в линиях электропередачи разработчики сталкиваются с рядом проблем: необходимостью использования двухполярного питания, узким диапазоном входных напряжений, зависимостью входного импеданса от частоты выборки, необходимостью обеспечения надежной работы при перегрузках и применения дискретных компонентов, что приводит к удорожанию разработки в целом.



ИМС AD7606 – АЦП, представляющий собой законченную многоканальную систему сбора данных с диапазоном входных напряжений  $\pm 10$  и  $\pm 5$  В и однополярным напряжением питания 5 В. Каждый канал АЦП обеспечивает ограничение входного напряжения в диапазоне  $\pm 16$  В для защиты ИМС от выхода из строя. Кроме того, многоканальный АЦП содержит входной буферный усилитель и фильтр второго порядка для исключения наложения спектров при дискретизации. ИМС AD7606 имеет разрешение 16 бит, пропуски кодов отсутствуют, причем АЦП может работать в условиях помех во внешних цепях питания, т.к. имеет встроенный стабилизатор напряжения, обеспечивающий ослабление этих помех.

ИМС AD7606 обеспечивает мониторинг токов и напряжений в трехфазных линиях электропередачи (включая нейтраль) и в электрооборудовании благодаря одновременной выборке сигналов по 8 каналам. АЦП AD7606 может непосредственно подключаться к выходу трансформатора тока, что избавляет от необходимости использования внешних дополнительных компонентов и фильтров для исключения наложения спектров при дискретизации. Типовая схема включения АЦП AD7606 дополнительно содержит несколько развязывающих конденсаторов, что позволяет существенно сократить число комплектующих, их стоимость и уменьшить размеры печатной платы при проектировании новых изделий на его основе.

В составе AD7606 имеется цифровой фильтр, который ослабляет уровень шумов и повышает число достоверных разрядов АЦП. Цифровой фильтр может быть использован, например, только в режиме мониторинга. В других режимах этот фильтр можно отключать.

АЦП AD7606 имеет 16 разрядов и выпускается в трех модификациях: с 4, 6 и 8 входными каналами. Наряду с AD7606 компания Analog Devices предоставляет 14-разрядную версию АЦП – AD7607.

### Особенности АЦП AD7606 и AD7607:

- 8, 6 и 4 канала с одновременной выборкой
- двухполярный входной сигнал в диапазонах  $\pm 5$  и  $\pm 10$  В
- встроенные фильтр для исключения наложения спектров при дискретизации, входной буфер и опорный источник
- входной импеданс (1 МОм) не зависит от частоты выборки
- ограничение входного напряжения на уровне  $\pm 16$  В, защита от воздействия электростатического электричества до 7 кВ
- потребление 100 мВт при частоте выборки 200 кГц
- погрешность смещения и наклона передаточной характеристики 0.01%
- цена AD7606 \$ 16.70, AD7607 \$ 13.50

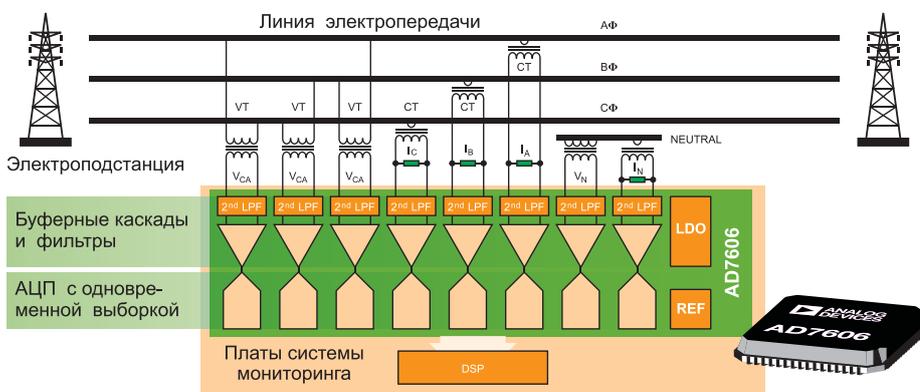
### ПРИМЕНЕНИЕ

- системы мониторинга напряжений и токов в линиях электропередачи и системах защиты
- измерительные и управляющие системы
- многоосные системы позиционирования
- системы сбора данных

### Рекомендуемые дополнительные компоненты:

- ADR421 – прецизионный источник опорного напряжения 2.5 В, технология изготовления – XFET
- цифровые изоляторы: 4-канальный ADuM1402, 4-канальный ADuM5402 с DC/DC-преобразователем

С проектированием систем сбора данных на основе многоканального 16-разрядного АЦП AD7606 с одновременной выборкой можно ознакомиться в сети Интернет по адресу: [www.analog.com/CN0148](http://www.analog.com/CN0148).



Компания Analog Devices отмечена множеством дипломов журнала EDN за 2010 год. Дипломами награждены, прежде всего, те компоненты, которые обеспечили большой успех в области промышленного производства. Одной из лучших среди отмеченных дипломами ИМС стала микросхема AD7606.

## Усилители промежуточной частоты с программируемым коэффициентом усиления позволяют снизить мощность потребления, уменьшить размеры печатной платы и стоимость систем связи с АРУ

В системах цифровых телекоммуникаций находят широкое применение усилители с программируемым коэффициентом усиления. Наиболее часто они используются в приемниках для оптимизации уровня сигнала на входе антенного усилителя. Известно, что на выходе антенны сигнал может изменяться в широком динамическом диапазоне, в связи с чем должен изменяться и коэффициент усиления. Поэтому в канал приемника вводят систему АРУ, которая, как правило, строится на основе усилителей с программируемым коэффициентом усиления. Кроме того, такой усилитель может компенсировать дрейф параметров приемника, вызванный изменением температуры или коэффициента усиления основного усилителя.



ИМС ADL5201 и ADL5202 – одно- и двухканальные усилители промежуточной частоты с программируемым коэффициентом усиления. Они имеют дифференциальные вход и выход, что обеспечивает ослабление синфазной помехи и низкий уровень интермодуляционных искажений. Усилители обеспечивают хорошее согласование источников сигналов промежуточной частоты с прецизионными АЦП с выборкой сигналов.

Усилители ADL5201 и ADL5202 имеют гибкий цифровой интерфейс (параллельный или последовательный), который позволяет программировать коэффициент усиления в диапазоне 31.5 дБ с шагом 0.5 дБ. По сравнению с аналогичными усилителями на дискретных компонентах усилители ADL5201 и ADL5202 позволяют уменьшить число компонентов, снизить потребляемую мощность при использовании в системах связи в качестве драйвера АЦП с выборкой сигналов.



### Особенности ИМС ADL5201 и ADL5202:

- диапазон программируемого коэффициента усиления - 11.5...20 дБ с шагом 0.5 дБ
- коэффициент шума 6 дБ при максимальном коэффициенте усиления
- точка пересечения третьего порядка OIP3 48 дБм на частоте 200 МГц
- частота среза 700 МГц
- многофункциональные интерфейсы:
  - ◆ параллельный 6-разрядный
  - ◆ последовательный – для увеличения/уменьшения коэффициента усиления
- режим пониженного потребления и спящий режим
- напряжение питания 5 В
- цена: ADL5201 \$ 7.21, ADL5202 \$ 10.41

### Рекомендуемые дополнительные компоненты:

- Пассивные смесители ADL5356, ADL5358; активные смесители ADL5801, ADL5802; AD9467 – широкополосный 16-разрядный АЦП с частотой выборки 250 МГц.

С моделями систем ФАПЧ на основе ИМС семейства ADF можно ознакомиться в сети Интернет по адресу: [www.analog.com/ADIsimPLL](http://www.analog.com/ADIsimPLL).

## Дифференциальный драйвер для широкополосных АЦП

ИМС ADL5562 – дифференциальный усилитель для ВЧ- и ПЧ-диапазонов. Спектральная плотность шума усилителя 2.1 нВ/√Гц. Он имеет минимальный уровень искажений в широкой полосе пропускания, что позволяет использовать его в качестве драйвера как быстродействующих 8-разрядных, так и прецизионных 16-разрядных АЦП. Программируемый коммутацией выводов усилитель обеспечивает коэффициенты усиления 6, 12 и 15.5 дБ. При несимметричном входе программируемый коэффициент усиления меньше и составляет 5.6; 11.1 и 14.1 дБ. Чтобы получить любой необходимый коэффициент усиления в диапазоне от 0 до 15.5 дБ, необходимо использовать внешние резисторы. Усилитель ADL5562 выполнен в корпусе 16-LFCSP размерами 3x3 мм и работает в диапазоне температур от -40 до 85 °С.

### Особенности ИМС ADL5562:

- частота среза 3.3 ГГц при коэффициенте усиления 6 дБ
- спектральная плотность приведенного ко входу шума 2.1 нВ/√Гц при коэффициенте усиления 12 дБ
- уровень интермодуляционных искажений -94 дБн при центральной частоте 250 МГц
- цена ADL5562 \$ 7.21

### Рекомендуемые дополнительные компоненты:

- АЦП AD9467 с разрешением 16 бит и частотой выборки 250 МГц; AD9644 с разрешением 14 бит и частотой выборки 80 МГц (сдвоенный преобразователь с выходом в стандарте SD204A).

## Таблицы параметров ИМС АЦП, драйверов, тактовых генераторов, а также микросхем для управления электропитанием

### АЦП семейства PulSAR

Тип ИМС	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Интегральная нелинейность, ppm	Отношение сигнал/шум, типов., дБ	Потребляемая мощность, мВт	Тип корпуса	Цена, \$
AD7626	16	10	30	92	140	32-LFCSP	34.95
AD7625	16	6	30	92	120	32-LFCSP	29.95
AD7621	16	3	30	90	86	48-LFCSP, 48-LQFP	30.31
AD7985	16	2.5	22	91.5	11	20-LFCSP	26.40
AD7986	18	2	9.4	97	15	20-LFCSP	29.95
AD7984	18	1.33	8.4	98.5	10.5	10-LFCSP, 10-MSOP	27.95
AD7643	18	1.25	13	93.5	62	48-LFCSP, 48-LQFP	29.95
AD7982	18	1	7.5	95.5	7	10-LFCSP, 10-MSOP	23.00

### Многоканальные поразрядные АЦП

Тип ИМС	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Число каналов	Тип интерфейса	Диапазон напряжения питания, В	Потребляемая мощность, мВт	Наличие температурного сенсора	Тип корпуса	Цена, \$
AD7298	12	1000	8	Последовательный	2.8...3.6 (1.65...3.6 – питание логики)	17.4	+	20-LFCSP	3.90
AD7298-1	12	1000	8	Последовательный		17.4	-	20-LFCSP	2.55
AD7291	12	22	8	I <sup>2</sup> C		7.8	+	20-LFCSP	3.90

### Сигма-дельта АЦП

Тип ИМС	Разрешение, бит	Число каналов дифференц./псевдодиф.	Уровень шума, с.к.з., нВ	Наличие PGA-усилителя	Наличие ГТИ	Тип корпуса	Цена, \$
AD7190	24	2 / 4	8.5	+	+	24-TSSOP	5.90
AD7191	24	2 / 4	15	+	+	24-TSSOP	3.80
AD7192	24	2 / 4	11	+	+	24-TSSOP	4.90
AD7193	24	4 / 8	11	+	+	28-TSSOP	5.40
AD7194	24	8 / 16	11	+	+	32-LFCSP	6.40
AD7195	24	2 / 4	8.5	+	+	32-LFCSP	7.50
AD7170	16	1 / 0	11 500	-	+	10-LFCSP	1.15
AD7171	12	1 / 0	11 500	-	+	10-LFCSP	0.95

### Многоканальные АЦП с одновременной выборкой

Тип ИМС	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Число каналов	Диапазон входного сигнала, В	Нелинейность, EMP		Отношение сигнал/шум, дБ	Тип корпуса	Цена, \$
					диф.	интегр.			
AD7606	16	200	8	±5, ±10	±0.99	±2	88.5	64-LQFP	16.70
AD7606-6	16	250	6	±5, ±10	±0.99	±2	88.5	64-LQFP	13.60
AD7606-4	16	250	4	±5, ±10	±0.99	±2	88.5	64-LQFP	11.10
AD7607	14	200	8	±5, ±10	±0.5	±1	84.5	64-LQFP	13.50

### Быстродействующие АЦП с малым потреблением

Тип ИМС	Разрешение, бит	Число каналов	Частота выборки, МГц	Потребляемая мощность, мВт/канал	Цена, \$
AD9239	12	4	170 / 210 / 250	285 / 324 / 382	101.15 / 121.55 / 169.15
AD9641	14	2	80	238	26.35
AD9251			20 / 40 / 65 / 80	33 / 45 / 63 / 73	18.50 / 23.89 / 35.00 / 37.50
AD9644	16	1	80	212	37.50
AD9266			20 / 40 / 65 / 80	57 / 73 / 98 / 113	28.00 / 35.00 / 43.33 / 48.33
AD9467	16	2	200 / 250	1260 / 1330	100.30 / 119.85
AD9650			25 / 65 / 80 / 105	119 / 198 / 261 / 328	53.00 / 98.52 / 114.92 / 135.15
AD9269	16	2	20 / 40 / 65 / 80	44 / 60 / 85 / 100	49.00 / 59.50 / 73.66 / 84.09

## Усилители-драйверы АЦП

Тип ИМС	Частота среза, МГц	K <sub>y</sub> , мин.	Напряж. питания, В	Ток потребления, мА	Скорость нарастания, В/мкс	Искажения, дБн, порядка:		Частота входн. сигнала, МГц	Тип корпуса	Цена, \$
						2-го	3-го			
AD8132	350	1	±5	10.7	1200	-96	-102	1	8-MSOP, 8-SOIC	1.67
AD8137	110	1	±6	3.6	450	-90	-90	0.5	8-SOIC	1.10
AD8138	320	1	±5	20	1500	-94	-114	5	8-MSOP, 8-SOIC	3.75
AD8139	410	1	5...12	24.5	800	-90	-110	5	8-LFCSP, 8-SOIC	3.75
ADA4922-1	38	1	±12	9.4	730	-99	-100	0.1	8-LFCSP, 8-SOIC	3.63
ADA4927-1/ ADA4927-2	2300	1	4.5...11	22.1	5000	-87	-89	100	16-LFCSP, 24-LFCSP	3.79/ 6.29
ADA4930-1/ ADA4930-2	1350	1	3.3...5.25	35	3400	-73	-75	70	16-LFCSP, 24-LFCSP	3.79/ 6.29
ADA4932-1/ ADA4932-2	560	1	3...11	9.6	410	-72	-80	50	16-LFCSP, 24-LFCSP	2.95/ 5.29
ADA4937-1/ ADA4937-2	1900	1	3...5.25	39.5	6000	-77	-84	100	16-LFCSP, 24-LFCSP	3.79
ADA4938-1/ ADA4938-2	1000	1	4.5...11	40	4700	-82	-82	50	16-LFCSP, 24-LFCSP	3.79/ 5.69
ADA4939-1/ ADA4939-2	1400	2	3...5	37.7	6800	-77	-95	100	16-LFCSP	3.79/ 5.69
ADA4940-1/ ADA4940-2	200	1	3...10	1.25	50	-108	-103	1	8-SOIC, 16-LFCSP, 24-LFCSP	1.89/ 2.89
ADA4941-1	30	2	2.7...12	2.3	22	-75	-71	1	8-LFCSP, 8-SOIC	2.42
ADA4950-1/ ADA4950-2	750	1	3...11	9.5	2900	-80	-84	50	16-LFCSP, 24-LFCSP	2.99/ 5.29
ADA4960-1	5000	6	4.5...5.5	60	8700	-73	-72	250	16-LFCSP	6.95
AD8475	150	0.4, 0.8 фикс.	3...10	3	50	-110	-96	1	10-MSOP, 16-LFCSP	2.60
AD82775	15	0.2 фикс.	3.3...15	1.9	25	-106	-106	1 кГц	8-MSOP	1.60

## Генераторы и буферы тактовых импульсов для преобразователей данных

Тип ИМС	Тип, назначение	Число входов/выходов	Тип выхода	Частота вых. сигналов, макс., МГц	Дрожание фронта, нс	Цена, \$
AD9523-1	ГТИ	1 / 14	Конфигурируемый	1000	0.124	9.76
ADCLK944	Буфер	1 / 4	LVPECL	7000	0.05	6.00
ADCLK925	Буфер	1 / 2	ECL	6000	0.06	5.95
ADCLK914	Буфер	1 / 1	HVDS	6000	0.11	6.95
ADCLK946	Буфер	1 / 6	LVPECL	4800	0.075	6.25
ADCLK954	Буфер	2 / 12	LVPECL	4800	0.075	6.95

## ИМС управления электропитанием

Тип ИМС	Особенности	Диапазон входного напряж., В	Диапазон вых. напряж., В	Вых. ток, макс., мА	Ток потребления, мА	Ток потребления в спящем режиме, мкА	Тип корпуса	Цена, \$
ADP123	LDO-стабилизатор с малым током потребления	2.3...5.5	0.8...5.0	300	0.17	1	5-TSOT	0.34
ADP125	LDO-стабилизатор с малым током потребления	2.3...5.5	0.8...5.0	500	0.21	1	8-MSOP	0.42
ADP150	LDO-стабилизатор с большим ослаблением нестабильности питания	2.2...5.5	1.8...3.3	150	0.22	1	5-TSOT	0.31
ADP3336	LDO-стабилизатор с вх. напряж. 12 В	2.6...12	1.8...5.0	500	10	1	8-MSOP	1.46
ADP2114	Малозумящий понижающий LDO-стабилизатор,	2.75...5.5	0.6...3.3	2000+2000	1.7	10	32-LFCSP	2.50
ADP2116	общий для обеих ИМС	2.75...5.5	0.8...3.3	2000+2000	1.7	10	32-LFCSP	3.17

## 16-разрядный сдвоенный АЦП

Большинство быстродействующих АЦП с высоким разрешением позволяют увеличить линейность передаточной характеристики, снизить уровень искажений и уменьшить рассеиваемую мощность. Однако в ряде случаев наиболее важными являются такие параметры АЦП, как уровень шума в широкой полосе пропускания и отношение сигнал/шум. Для выполнения требований к этим параметрам необходимо использовать быстродействующие АЦП, в которых уровень шума – минимальный.



Идя навстречу разработчикам измерительных приборов, систем обработки медицинских изображений, при проектировании которых отношению сигнал/шум уделяется особое внимание, компания Analog Devices разработала сдвоенный 16-разрядный АЦП AD9650 с частотой выборки 105 МГц. Этот АЦП имеет отношение сигнал/шум 82 дБ от полной шкалы в полосе Найквиста и динамический диапазон неискаженного сигнала 90 дБн от полной шкалы на частоте входного сигнала 30 МГц.

Преобразователь AD9650 представляет собой многоступенчатый pipelined АЦП с дифференциальным входом и логическим узлом коррекции выходного кода. Каждая ступень преобразования имеет широкую полосу пропускания, включает УВХ с дифференциальным входом и входной усилитель. Максимальная частота входного сигнала 300 МГц. Сдвоенный АЦП, кроме того, содержит опорный источник, что облегчает проектирование систем на его основе. Благодаря высокому разрешению и большому отношению сигнал/шум АЦП обеспечивает высококачественную обработку медицинских изображений, что дает возможность увеличить достоверность диагноза. Использование АЦП AD9650 в медицинских системах позволяет повысить частоту съема данных по каждому каналу.

Кроме того, этот АЦП имеет миниатюрный корпус и может быть использован в системах любого назначения, в том числе в портативных быстродействующих системах сбора данных, медицинской аппаратуре, тестовом оборудовании и т.п. Тип корпуса AD9650 LFCSP размерами 9×9 мм, мощность потребления 328 мВт/канал, частота выборки 105 МГц, причем с уменьшением частоты выборки потребление этого АЦП снижается.



### Особенности АЦП AD9650:

- отношение сигнал/шум 82 дБ от полной шкалы на частоте входного сигнала 30 МГц при частоте выборки 105 МГц; 83 дБ от полной шкалы – при частоте входного сигнала 9.7 МГц и частоте выборки 25 МГц
- динамический диапазон неискаженного сигнала 90 дБ на частоте входного сигнала 80 МГц при частоте выборки 105 МГц и 95 дБн на частоте входного сигнала 9.7 МГц при частоте выборки 25 МГц
- напряжение питания аналоговых узлов 1.8 В
- потребляемая мощность 328 мВт на канал при частоте выборки 105 МГц и 119 мВт на канал при частоте выборки 25 МГц
- цена AD9650-105 \$ 159.00

### ПРИМЕНЕНИЕ

- промышленные измерительные приборы
- томографы и ультразвуковая аппаратура
- спектрометры и приборы для химического анализа
- приемники прямого преобразования
- многорежимные цифровые приемники
- цифровые ВЧ-устройства
- быстродействующие системы сбора данных

### Рекомендуемые дополнительные компоненты:

- усилители ADL5562 (дифференциальный усилитель), ADA4937-2 (драйвер АЦП с дифференциальным входом), AD8372 (программируемый VGA-усилитель)
- тактовый генератор AD9520, распределитель тактовых импульсов AD9510

С библиотекой моделей электронных компонентов можно ознакомиться в сети Интернет по адресу: [www.analog.com/tools](http://www.analog.com/tools).

## Миниатюрный 8-канальный АЦП поразрядного уравнивания с встроенными опорным источником и температурным сенсором

При разработке систем сбора данных часто требуется использование температурных сенсоров, при этом необходимо обеспечивать миниатюрные размеры разрабатываемых устройств. Кроме того, в связи с переходом процессоров на низкий уровень напряжения питания высоковольтный интерфейс системы сбора данных должен содержать сдвигатель уровня.



ИМС AD7298 и AD7291 – 8-канальные 12-разрядные АЦП поразрядного уравнивания, предназначенные для использования в телекоммуникациях и в промышленных системах управления. Они выпускаются в миниатюрном корпусе типа LFCSP размерами 4×4 мм и обеспечивают наибольшее число функций в пересчете на 1 мм<sup>2</sup> кристалла по сравнению с ближайшими аналогами. АЦП содержат встроенный опорный источник напряжением 2.5 В с температурным дрейфом 12 ppm/°C, а также температурный сенсор, который измеряет температуру с разрешением 0.25 °C и погрешностью ±1 °C. Напряжение на выходе цифрового интерфейса находится в пределах от 1.65 до 3.6 В, что обеспечивает сопряжение с интерфейсом процессора без дополнительного сдвигателя уровня. Преобразователь AD7298 имеет SPI-интерфейс, а AD7291 – I<sup>2</sup>C-интерфейс. AD7291 имеет дополнительные функциональные возможности, обеспечивающие оптимизацию взаимодействия с микропроцессором и минимизацию мощности рассеяния. АЦП AD7298-1 совместим по выводам с AD7298, однако не имеет встроенного температурного сенсора. Преобразователи работают в диапазоне температур от -40 до 125 °C и обеспечивают гарантируемые параметры в промышленных условиях эксплуатации.

### Особенности ИМС AD7298 и AD7291:

- наличие встроенного температурного сенсора с погрешностью ±1 °C
- выходное напряжение цифрового интерфейса от 1.65 до 3.6 В
- тип корпуса 20-LFCSP, размеры 4×4 мм
- цена: AD7298 \$ 3.90, AD7291 \$ 3.90, AD7298-1 \$ 2.55

### ПРИМЕНЕНИЕ

- многоканальные системы сбора данных
- системы мониторинга
- измерительные приборы и тестовое оборудование

### Рекомендуемые дополнительные компоненты:

- усилитель семейства FastFET AD8066
- источник опорного напряжения AD780 с выходным напряжением 2.5 и 3 В
- цифровые 4-канальные изоляторы семейства ADuM140x

## Прецизионный сигма-дельта АЦП с малым температурным дрейфом

Измерение сигналов низкого уровня с высокой степенью точности требует использования прецизионных 24-разрядных сигма-дельта АЦП. В весоизмерительных системах и измерителях давления с медленным изменением аналогового сигнала такие преобразователи используются достаточно давно. Однако изменение температуры окружающей среды приводит к существенному отклонению параметров мостовых сенсоров и, как следствие, к потере точности измерительной системы в целом.

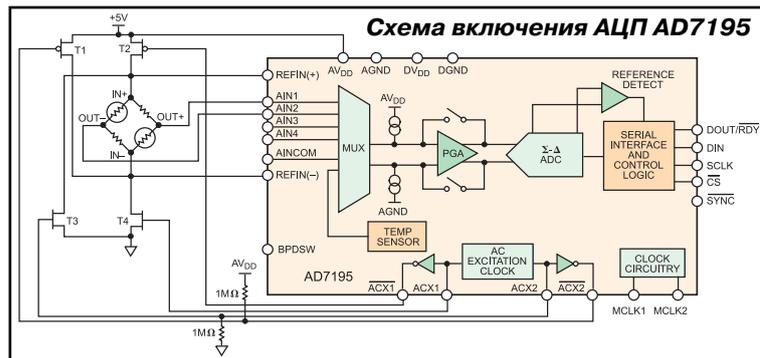


Схема включения АЦП AD7195

В АЦП AD7195 для устранения этого недостатка имеются встроенные источники переменного тока для возбуждения мостового сенсора. Это позволяет путем изменения полярности токов возбуждения уменьшить погрешность смещения в мостовом сенсоре. В составе АЦП AD7195 имеется малошумящий PGA-усилитель, обеспечивающий эквивалентную точность не хуже 22.5 бит при коэффициенте усиления 128. Использование встроенных источников сигналов возбуждения и PGA-усилителя в измерительном канале позволяет снизить температурный дрейф и повысить точность проектируемого устройства в целом.

### Особенности АЦП AD7195:

- встроенные источники сигналов возбуждения переменного тока
- внутренний регистр для программируемого выбора номера канала
- внутренний цифровой фильтр с малым временем установления
- малошумящий PGA-усилитель
- цена AD7195 \$ 7.50

### ПРИМЕНЕНИЕ

- весоизмерительные системы
- тензометры
- измерители давления

### Рекомендуемые дополнительные компоненты:

- четырехканальные цифровые изоляторы семейства ADuM140x и ADuM540x (с DC/DC-преобразователем)
- линейный стабилизатор напряжения ADP3303

С особенностями проектирования весоизмерительных систем на основе 24-разрядных сигма-дельта АЦП со встроенными источниками сигналов возбуждения и PGA-усилителем можно ознакомиться в сети Интернет по адресу: [www.analog.com/CN0155](http://www.analog.com/CN0155).

## Быстродействующие 8-разрядные АЦП для портативных приборов с батарейным питанием

**А**ЦП AD9286 – двоянный 8-разрядный АЦП с конвейерной (pipelined) архитектурой, мощность потребления которого составляет 310 мВт при частоте выборки 500 МГц, что на 40% ниже потребления ближайших аналогов. Наличие двух преобразователей в составе ИМС позволяет поочередно опрашивать каждый из них, что дает возможность увеличить частоту выборки или, что то же самое, получить вдвое больше отсчетов в заданном интервале кодирования входного аналогового сигнала. Если максимальная частота выборки каждого АЦП в составе ИМС составляет 250 МГц, то кодирование одного и того же сигнала обоими АЦП этой ИМС позволяет довести максимальную частоту выборки до 500 МГц. Управление таким режимом обеспечивается внутренним тактовым генератором. С помощью последовательного SPI-интерфейса пользователь может откорректировать погрешность ИМС, возникающую вследствие рассогласования параметров двух АЦП, при этом не требуется разрабатывать специальный алгоритм коррекции. Два АЦП в составе ИМС AD9284, в отличие от AD9286, работают независимо друг от друга с разрешением 8 бит и максимальной частотой выборки 250 МГц.

Напряжения питания АЦП AD9284 и AD9286 1.8 В, отношение сигнал/шум 49.3 дБ от полной шкалы в широкой полосе частот, динамический диапазон неискаженного сигнала 65 дБн. Преобразователи AD9284 и AD9286 предназначены для использования в измерительных приборах с батарейным питанием, портативных осциллографах, телекоммуникационных приемниках и т.п. Тип корпуса 48-LFCSP для бессвинцовой технологии монтажа, АЦП работают в диапазоне температур от -40 до 85 °С.

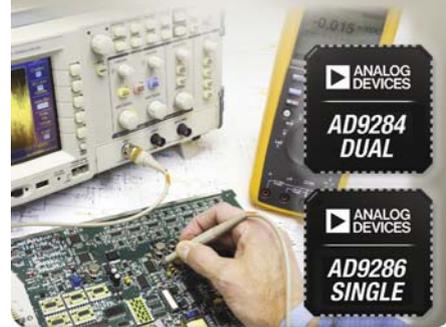
### Особенности АЦП AD9286:

- отношение сигнал/шум 49.3 дБ от полной шкалы при частоте входного сигнала 200 МГц и частоте выборки 500 МГц
- динамический диапазон неискаженного сигнала 65 дБн при частоте входного сигнала 200 МГц и частоте выборки 500 МГц
- потребляемая мощность 310 мВт при частоте выборки 500 МГц
- цена \$ 36.00

### Особенности АЦП AD9284:

- отношение сигнал/шум 49.3 дБ от полной шкалы при частоте входного сигнала 200 МГц и частоте выборки 250 МГц
- динамический диапазон неискаженного сигнала 65 дБн при частоте входного сигнала 200 МГц и частоте выборки 250 МГц
- потребляемая мощность 155 мВт при частоте выборки 250 МГц
- цена \$ 24.00

### Быстродействующие 8-разрядные АЦП с малым потреблением



### Рекомендуемые

#### дополнительные компоненты:

- драйвер ADA4960 и тактовый генератор AD9516

## Распределитель тактовых импульсов со встроенной ФАПЧ

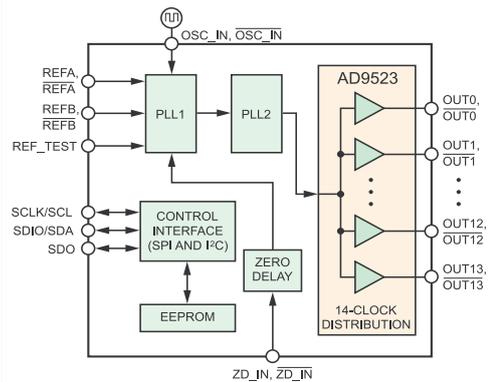
**И**МС AD9523 предназначена для формирования тактовых импульсов многоступенчатых АЦП, используемых в приемниках базовых станций, медицинской аппаратуре, тестовом оборудовании и других беспроводных системах приема/передачи данных. В таких системах используется внешний кварцевый резонатор для формирования тактовых импульсов. Для уменьшения дрожания фронтов тактовых импульсов ИМС содержит систему ФАПЧ, что позволяет ослабить фазовую погрешность и увеличить отношение сигнал/шум проектируемого устройства в целом.

Входные цепи приемников, осциллографов, а также приемников с нулевой задержкой сигнала имеют как симметричный, так и несимметричный вход. ИМС AD9523 при подключении на ее вход кварцевого генератора формирует тактовые импульсы в полосе частот от 1 МГц до 1 ГГц по 14 каналам. Импульсы имеют малое дрожание фронтов благодаря использованию встроенной системы ФАПЧ. Частота и фаза тактового импульса одного канала могут изменяться относительно частоты и фазы другого канала благодаря наличию регулируемой задержке, причем сдвиг может быть эквивалентен половине периода входного тактового сигнала.

### Особенности АЦП AD9523:

- частота входных тактовых импульсов от 1 МГц до 1 ГГц
- дрожание фронта тактового импульса не более 200 фс на частоте 122.88 МГц
- 14 конфигурируемых выходов типа LVPECL, LVDS, HSTL и LVCMOS
- спектральная плотность фазового шума - 160 дБн/Гц
- цена AD9523 \$ 9.27

### Функциональная схема распределителя тактовых импульсов AD9523



### Рекомендуемые

#### дополнительные компоненты:

- АЦП AD9467 с разрешением 16 бит и частотой выборки 250 МГц; двоянный АЦП AD9650 с разрешением 16 бит и частотой выборки 105 МГц

## Семейство АЦП с I<sup>2</sup>C-совместимым интерфейсом для систем сбора данных



АЦП AD7998 – один из представителей семейства 8- и 12-разрядных АЦП поразрядного уравнивания с интерфейсами типа I<sup>2</sup>C и SMBus. В составе семейства имеются 2-, 4- и 8-канальные АЦП, выполненные в корпусах типа 10-MSOP, 16-TSSOP и 20-TSSOP. АЦП этого семейства могут быть использованы в системах мониторинга, при этом, например, для слежения за превышением входным сигналом допустимого уровня напряжения требуется дополнительно запрограммировать внутренний регистр формирования прерываний для случая превышения входным сигналом заданного порога.

В составе семейства имеются АЦП AD7991, AD7995 и AD7999. Первый из них выполнен в корпусе SOT23 и является на сегодняшний день самым миниатюрным 4-канальным 12-разрядным АЦП в мире. 8-разрядный AD7995 и 10-разрядный AD7999 АЦП совместимы между собой по выводам. Преобразователи этого семейства с I<sup>2</sup>C-интерфейсом не имеют аналогов в мире, одновременно обеспечивая малое потребление, миниатюрные размеры и низкую стоимость, что отвечает современным требованиям к системным мониторам.

### 8-, 10- и 12-разрядные прецизионные АЦП с I<sup>2</sup>C-интерфейсом

Тип ИМС	Разрешение, бит	Частота выборки, кГц	Число каналов	Потр. мощ., макс., мВт	Тип корпуса	Цена, \$
AD7991	12	140	4	0.3	8-SOT23	3.22
AD7992	12	188	2	0.495	10-MSOP	3.04
AD7994	12	188	4	0.495	16-TSSOP	3.29
AD7998	12	188	8	0.495	20-TSSOP	3.54
AD7993	10	188	4	0.495	16-TSSOP	1.91
AD7995	10	140	4	0.3	8-SOT23	1.80
AD7997	10	188	8	0.495	20-TSSOP	2.13
AD7999	8	140	4	0.3	8-SOT23	1.35

#### Особенности АЦП семейства AD799х:

- напряжение питания от 2.7 до 5.5 В
- I<sup>2</sup>C-совместимый интерфейс
- встроенная схема управления временной диаграммой
- наличие спящего режима с током потребления 1 мкА

#### ПРИМЕНЕНИЕ

- многоканальные системы сбора данных
- оборудование для мониторинга телекоммуникационных систем
- измерительные и управляющие системы

#### Рекомендуемые дополнительные компоненты:

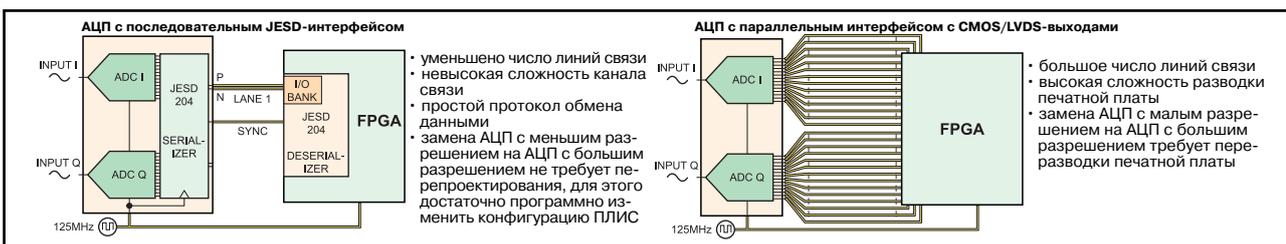
- AD8599 – сдвоенный ОУ с низким уровнем шумов, сдвоенные цифровые изоляторы I<sup>2</sup>C-интерфейса ADuM1250, ADuM1251, ADuM2250, ADuM2251

## Быстродействующие АЦП с последовательным интерфейсом упрощают проектирование печатных плат для систем телекоммуникаций

Стандартный промышленный интерфейс JESD204A позволяет уменьшить число линий связи при обмене входными/выходными данными между АЦП и другими устройствами, например, выполненными на ПЛИС и др.

Уменьшение линий связи упрощает проектирование и уменьшает размеры печатной платы без ухудшения параметров проектируемой системы в целом. Это особенно важно при проектировании портативных измерительных приборов, аппаратуры УЗИ, радаров, беспроводных систем телекоммуникаций в стандартах GSM, EDGE, W-CDMA, LTE, CDMA2000, WiMAX, TD-SCDMA, а также ВЧ-систем.

Двухканальный АЦП AD9644 имеет отношение сигнал/шум 73.7 дБ от полной шкалы и динамический диапазон неискаженного сигнала 92 дБн при частоте входного сигнала 70 МГц и частоте выборки 80 МГц. АЦП имеет последовательный JESD204A интерфейс, который может работать в двух режимах, поддерживая обмен данными по одному или сразу по обоим каналам. AD9644 выпускается в корпусе 48-LFCSP размерами 7×7 мм и предназначен для работы в диапазоне рабочих температур от -40 до 85 °С. Одноканальная версия этого АЦП AD9641 выпускается в корпусе 32-LFCSP размерами 5×5 мм. Этот АЦП работает в том же промышленном диапазоне температур, что и AD9644.



## Тестовые схемы позволяют ускорить разработку изделий на новой элементной базе

Тестовые схемы, создаваемые компанией Analog Devices в рамках программы "Circuits from the Lab™", предназначены для поддержки разработчиков новых изделий. Используя отдельные узлы, разработанные в этой лаборатории, системные разработчики могут быстрее освоить новую элементную базу и успешно интегрировать ее в проектируемые изделия.

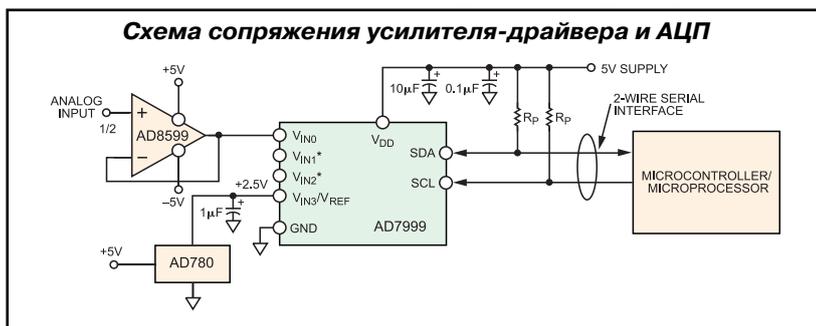
В описаниях к тестовым схемам приведены их основные преимущества, элементы теории, результаты экспериментальных исследований и особенности разводки каждого узла. К описанию прилагается файл с подробной принципиальной схемой тестового узла, РСВ-файл, спецификация с перечнем комплектующих изделий.

### Использование ОУ AD8599 в качестве драйвера 4-канального 8-разрядного АЦП AD7999, CN-0045

Представленная на рисунке схема драйвера 4-канального 8-разрядного АЦП обеспечивает оптимальный уровень его параметров на переменном и постоянном токе. ОУ AD8599 – мал шумящий усилитель с низким уровнем искажений, работающий от двухполярного источника питания. Кроме того, в представленной на рисунке схеме используется прецизионный опорный источник AD780, обеспечивающий максимальную точность АЦП AD7999 благодаря драйверу с малым выходным сопротивлением и временем установления. Опорный источник, кроме того, отличается высокой точностью выходного напряжения.

Выходной драйвер необходим, потому что АЦП с коммутируемыми конденсаторами имеет невысокий входной импеданс, что может привести к увеличению погрешности преобразования, если источник сигнала имеет большой выходной импеданс. Кроме того, драйвер обеспечивает ослабление шумов и искажений. Более подробно об использовании

ОУ AD8599 в качестве драйвера быстрогодействующего АЦП AD7999 можно узнать в сети Интернет по адресу: [www.analog.com/circuits](http://www.analog.com/circuits).



Разработчики, использующие компоненты компании Analog Devices, могут обратиться за технической поддержкой в Европейский сервисный центр этой компании: тел.: +380-00800-266-822-82 или в центральный офис VD MAIS – официального дистрибьютора Analog Devices в Украине: тел.: (+380-44) 220-0101, 492-8852, e-mail: [info@vdmals.kiev.ua](mailto:info@vdmals.kiev.ua).


[www.analog.com](http://www.analog.com)

#### ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОФИС

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

#### ОФИС В ЕВРОПЕ

Wilhelm-Wagenfeld Str. 6  
80807 Munich  
Germany  
Тел.: +49 89 76903 0  
Факс: +49 89 76903 157  
Интернет:  
<http://www.analog.com>

#### ДИСТРИБЬЮТОР В УКРАИНЕ VD MAIS

ул. М. Донца, 6  
03061 Киев, Украина  
Тел.: +380-44-220-0101  
Факс: +380-44-220-0202  
E-mail:  
[info@vdmals.kiev.ua](mailto:info@vdmals.kiev.ua)  
Интернет:  
<http://www.vdmals.kiev.ua>

Харьков  
т./ф.: +380-57-719-6718  
Днепропетровск  
т./ф.: +380-562-319-128  
Донецк  
т./ф.: +380-62-385-4947  
Севастополь  
т./ф.: +380-692-544-622  
Львов  
т./ф.: +380-32-245-5478  
Одесса  
т./ф.: +380-48-734-1954