

# Платы сбора данных

С.Н. Шилияев, П.И. Руднев

Благодаря широкому распространению и доступности IBM-совместимые ПК стали все чаще использоваться в системах сбора и обработки данных. О тех специальных средствах, которые необходимы для подключения к компьютеру приборов и датчиков, и пойдет речь в данной статье.

**П**латы сбора данных (ПСД) применяются в научных исследованиях, на производстве, в медицине и во многих других областях. Они входят в состав измерительных комплексов, автоматизированных производственных систем, систем сбора информации.

Мы рассмотрим имеющиеся на российском рынке платы сбора и обработки данных, подключаемые к IBM-совместимым ПК, обсудим их основные параметры и, что особенно важно для экспериментатора, дадим практические рекомендации, касающиеся наиболее сложной и часто используемой подсистемы ПСД — аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

Зная возможности современных ПСД и вносимые ими погрешности, а также структурные, схемотехнические и конструкторско-технологические решения, вы сможете сделать квалифицированный выбор платы для вашей конкретной задачи или сформировать обоснованное техническое задание на ее разработку. Выбор ПСД определяется рядом требований к скорости сбора данных, числу каналов, уровням входных напряжений, разрешающей способности

и полосе частот АЦП. Немаловажным фактором является и стоимость.

## КАКИЕ ОНИ БЫВАЮТ

Платы сбора данных не стандартизированы и могут в разных комбинациях включать следующие устройства.

### Аналого-цифровые преобразователи

АЦП — одно из самых сложных устройств, входящих в состав ПСД. Служит для преобра-

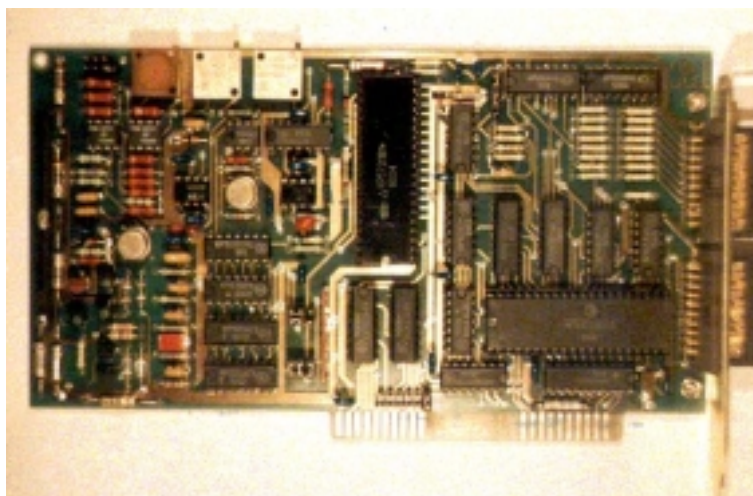
зования непрерывных (аналоговых) сигналов в цифровую форму, воспринимаемую компьютером. Основные параметры — время преобразования, число разрядов, погрешность преобразования в конечной точке шкалы, интегральная и дифференциальная нелинейности.

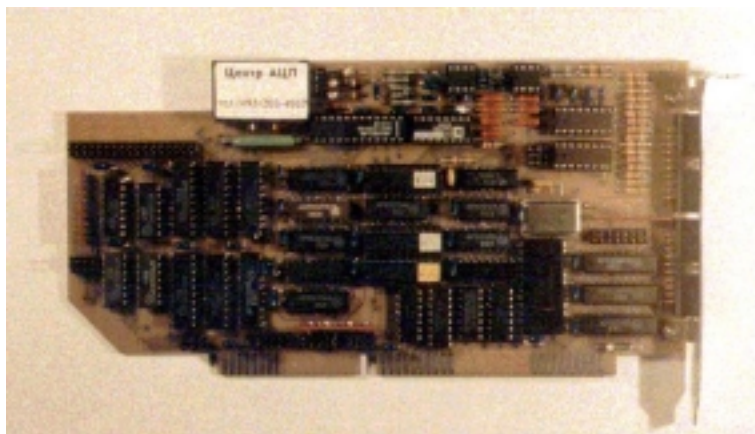
### Схемы цифрового (дискретного) ввода-вывода

Позволяют вводить и выводить информацию, представленную в цифровом виде. Могут применяться для подключения датчиков, управления оборудованием, генерации тестовых сигналов, а также для связи с периферийными устройствами. Основные параметры — число цифровых линий, скорость обмена данными и нагрузочные характеристики.

### Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП)

Применяются для моделирования аналоговых сигналов и управления некоторыми видами оборудования. Основные параметры — время установления напряжения, скорость нарастания сигнала, разрядность и диапазон изменения выходного напряжения.





### Счетчики и таймеры

Могут использоваться для запуска АЦП, генерации прерываний, подсчета внешних импульсов (событий), измерения частоты, измерения длительности цифровых сигналов и генерации прямоугольных импульсов. Основные параметры — разрядность и тактовая частота.

### Аналоговые фильтры

Предназначены для фильтрации нежелательных частотных составляющих входного аналогового сигнала и устранения частотных наложений в спектре сигнала на выходе АЦП.

### Контроллеры двигателей

Представляют собой специализированные схемы управления и контроля параметров работы двигателей.

### Пиковые детекторы

Регистрируют превышение сигналом пиковых (заранее оговоренных) значений входного сигнала.

### Аналоговые схемы гальванической развязки

Служат для изоляции шины земли компьютера от аналоговых цепей устройств. В

медицинских системах позволяют обеспечить безопасность при измерениях на открытых участках тела пациента. Все перечисленные устройства могут вносить искажения в форму и величину измеренного сигнала.

### Цифровые схемы гальванической развязки

Изолируют цепи компьютера от цепей подключенных к нему цифровых приборов, что улучшает помехоустойчивость измерительных и управляющих комплексов, защищает ПК от разрядов статического электричества, предотвращает возникновение проблем, связанных с некачественным заземлением приборов. Основным параметром является напряжение пробоя.

### Схемы формирования запросов прерываний

Предназначены для формирования запросов прерываний, необходимых для быстрой реакции процессора на внешние события, например на поступление данных. Используются в измерительных и управляющих системах реального времени.

### Схемы прямого доступа к памяти

Используются при высокоскоростном обмене

данными между ПСД и памятью ЭВМ, который происходит без участия процессора. Этот режим наиболее эффективен при передаче больших массивов данных.

### Цифровые сигнальные процессоры (Digital Signal Processors, DSP)

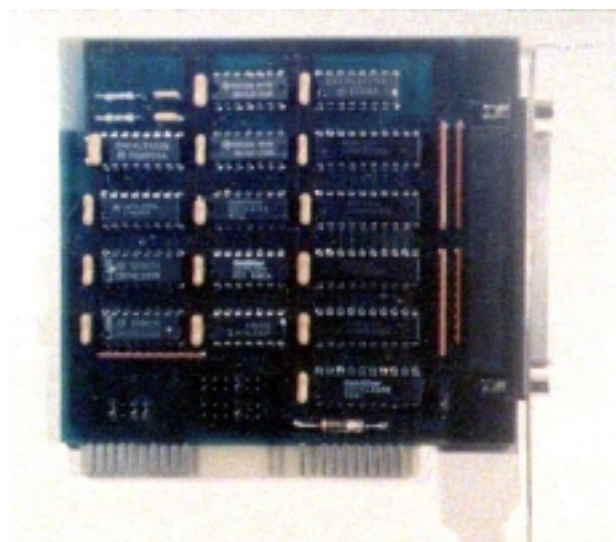
Применяются при необходимости сложной обработки поступающих сигналов или при наличии огромных потоков данных, с которыми не справляется основной процессор ПК.

При выборе платы для решения каждой конкретной задачи следует учитывать все перечисленные выше компоненты. Для обеспечения гибкости и совместимости с различными платами расширения ПК схемы формирования запросов прерываний должны иметь перемычки или переключатели настройки на разные номера прерываний. В адресном пространстве ввода-вывода регистры ПСД должны быть расположены так, чтобы не перекрывались адреса других внешних устройств.

### НЕСКОЛЬКО ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕЛОЧЕЙ

Кроме уже названных устройств, платы сбора данных оснащаются различными устройствами предварительной обработки сигналов.

*Схемы выборки и хранения* используются для запоминания мгновенного значения входного сигнала на время аналого-цифрового преобразования. Для минимизации погрешностей работы схем АЦП во время преобразования величина входного сигнала АЦП должна быть неизменной.



Инструментальные усилители с переключаемым коэффициентом усиления применяются в тех случаях, когда приходится иметь дело либо с низкоуровневыми сигналами, либо с

сигналами, характеризующимися широким динамическим диапазоном. Усилители могут иметь однополюсные или дифференциальные входы.

Схемы защиты входа препа-

твуют попаданию сигналов, параметры которых превышают допустимые, на последующие схемы (например, АЦП).

Схемы аналоговых мультиплексоров позволяют поочередно подавать сигналы от множества различных источников на один АЦП, что снижает стоимость ПСД.

Схемы буферной памяти дают возможность накапливать информацию о поступающем сигнале (число запоминаемых выборок сигнала зависит от объема буфера) до наступления некоторого события, например превышения сигналом порогового уровня. Могут использоваться и в тех ситуациях, когда задержка обмена со стороны компьютера приводит к потере данных.

Платы сбора данных разных модификаций и разных фирм-производителей существенно отличаются друг от друга как по функциональным возможностям, так и по характеристикам. Во многих случаях не обязательно покупать дорогие ПСД, однако, чтобы не ошибиться в выборе, необходимо тщательно проанализировать наиболее жесткие требования конкретной задачи, и в первую очередь - к аналоговой части ПСД.

Важно найти такое устройство, функции и параметры которого наилучшим образом соответствуют вашим целям.

При выборе ПСД также не следует забывать о необходимости написания программного обеспечения для работы с ними. Иногда наличие в комплекте поставки соответствующих программ может оказаться решающим фактором выбора.

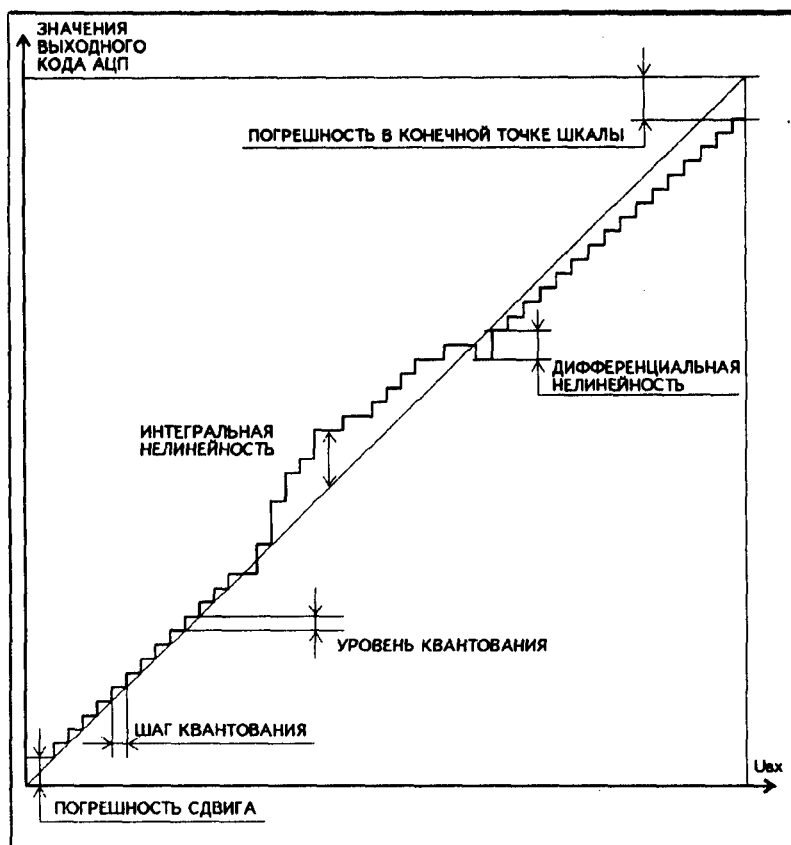


Рис. 1. Характеристики АЦП.

## ПАРАМЕТРЫ

### АНАЛОГОВОГО ТРАКТА

Наиболее сложной подсистемой ПСД является аналого-

вый тракт, включающий АЦП, мультиплексоры, устройства выборки-запоминания и инструментальные усилители. Сделать его высококачественным очень непросто, так как в компьютере имеется множество источников сильных импульсных помех. Основные параметры аналогового тракта ПСД:

- \* *время преобразования* - интервал времени с момента подачи команды начала преобразования до появления на выходе АЦП цифрового кода, соответствующего входному напряжению;

- \* *погрешность сдвига* - смещение характеристики преобразования в точке начала координат графика (см. рис. 1);

- \* *погрешность усиления* (погрешность преобразования в конечной точке шкалы) - отклонение характеристики преобразования в конечной точке от идеальной после устранения сдвига;

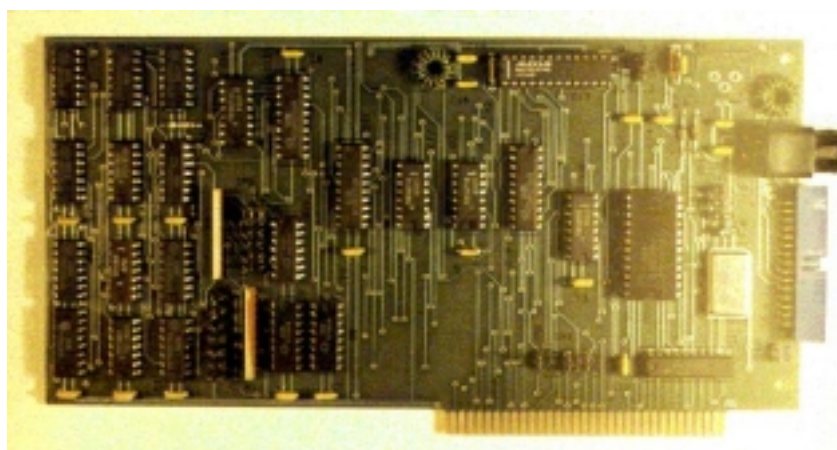
- \* *интегральная нелинейность* - максимальное отклонение квантованного сигнала от идеальной характеристики преобразования за вычетом половины идеальной величины шага квантования;

- \* *дифференциальная нелинейность* - максимальная разность выходных кодов АЦП при подаче на вход последовательно двух значений сигналов, различающихся на шаг квантования, т.е. на минимальную величину  $1/2^N$ , где N - число разрядов АЦП;

- \* *апертурная задержка* - задержка момента фактического начала преобразования относительно момента поступления команды преобразования;

- \* *апертурная неопределенность* - переменная составляющая апертурной задержки;

- \* *разрешающая способность* - параметр, обычно равный половине шага квантования АЦП (приводится в рекламных материалах некоторых поставщиков);



- \* *входная полоса частот преобразователя* - диапазон частот входного сигнала, в котором параметры аналогового тракта выдерживаются с заданной точностью;

- \* *коэффициент нелинейных искажений* - отношение суммы мощностей гармоник к мощности основной спектральной составляющей;

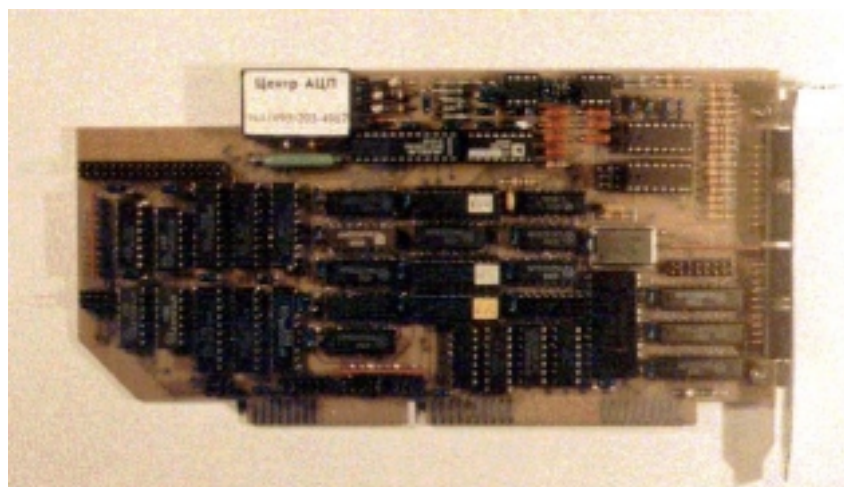
- \* *отношение сигнал/шум (ОСШ)* - отношение среднеквадратических значений сигнала и шума в заданной полосе частот;

- \* *эффективная разрядность* - разрядность, учиты-

вающая все виды погрешностей (все ошибки преобразователя, обусловленные дифференциальной и интегральной нелинейностями, апертурной неопределенностью и пропуском кодов, выступают как составляющие некоторой суммарной среднеквадратической погрешности);

- \* *межканальное проникание* - уровень помехи, проникающей в выбранный канал мультиплексора из соседних каналов;

- \* *температурный коэффициент преобразователя* - коэффициент температурной



зависимости всех приведенных выше параметров.

Число разрядов в регистре АЦП не может быть основным показателем качества платы. Говорить о разрядности АЦП имеет смысл только тогда, когда величина приведенного ко входу шума не превышает единицы младшего разряда. Чтобы оценить аналоговый тракт данной конкретной платы, нужно обратить внимание на показатели ОСШ и эффективной разрядности АЦП.

Для измерения всех перечисленных параметров аналогового тракта необходимы специальная аппаратура и соответствующие методики. Справочные данные на используемые в ПСД микросхемы АЦП определяют наилучшие возможные характеристики платы, однако кроме АЦП в аналоговых цепях устанавливается множество других элементов, сказывается влияние цифровых схем и помех от монитора, источника питания, вентиляторов и других устройств. Более того, даже знание точных значений параметров аналогового тракта ПСД не гарантирует построения системы сбора данных с нужными характеристиками.

Важно правильно включить ПСД в измерительную систему. На рис. 2 показаны два варианта соединения источника сигнала с инструментальным усилителем. Первый вариант рассчитан на малые расстояния, второй применяется при подключении удаленных датчиков. Экранированная витая пара присоединяется к усилителю так, чтобы наведенные помехи были для дифферен-

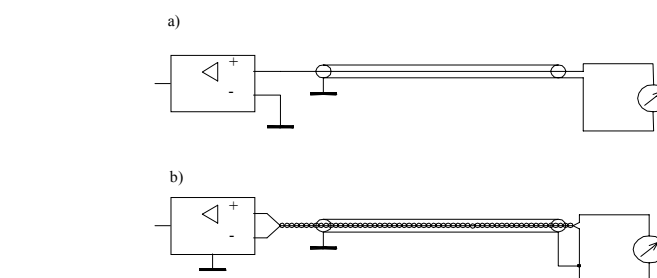


Рис. 2. Подключение источника сигнала к однополюсному (а) и к дифференциальному (б) входам.

циального усилителя синфазными, а сигнал датчика - противофазным. Если же необходимо проводить измерения с особо высокой точностью (14 разрядов и выше), приходится применять кабель с двойным экраном для защиты провода от электрических и магнитных полей. Обычно это экран из меди и стали.

### НЕОБХОДИМА ОСТОРОЖНОСТЬ

Приводимые изготовителями технические характеристики ПСД не всегда включают полный набор параметров с указанием методик их измерения и поэтому допускают разное толкование. Иногда параметры определяются при воздействии статических сигналов и не отражают погрешности работы устройства в динамическом режиме. Особенно это проявляется в многоканальных системах с одним быстрым АЦП, причем даже при очень низких частотах входного сиг-

нала. В таких условиях выбор ПСД становится весьма сложным делом. Хуже того, некоторые из заявляемых производителями параметров в ряде случаев вовсе не подтверждаются испытаниями, а являются лишь приблизительными оценками.

Небольшие фирмы часто не имеют возможности проводить полноценные испытания или трудоемкие и требующие больших затрат измерения в процессе производства. И за это их нельзя винить. Для определения всех упомянутых здесь параметров нужна целая метрологическая служба и дорогостоящее оборудование.

В условиях становления рынка и отсутствия конкуренции многие производители ПСД не заботятся о качестве своей продукции. Единичные экземпляры импортных ПСД, которые попадают на наш скудный рынок, как правило, также не отличаются высоким качеством. Остается только надеяться, что готовящийся закон о метрологии и набирающий силу Комитет по защите прав потребителя помогут упорядочить производство и обеспечат должное качество ПСД.