

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРА В РАДИОИНЖЕНЕРНОЙ ПРАКТИКЕ: МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЛИ РЕАЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ?

В настоящее время радиоинженер уже не мыслит свою профессиональную деятельность без компьютера (например, для подготовки этой статьи без такового не обойтись!). Но всегда ли компьютер используется с пользой для развития радиоинженера в профессиональном смысле?

Имеется в виду следующее. Некоторое время назад среди выпускников радиотехнического факультета и сотрудников, активно использующих компьютер в своей профессиональной деятельности, бытовало мнение, что по мере работы с компьютером люди, использующие его, разделяются на два лагеря. В то время программного обеспечения высокого уровня и качества для радистов существовало не так уж много. Поэтому практически каждый пытался написать нужный ему продукт самостоятельно. Те, у кого это получалось хорошо, становились профессиональными программистами (в том смысле, что переставали быть радистами). Это один лагерь. Те же, у кого это по разным причинам не получалось, оставались пользователями чужих программ, экономили массу сил и времени для своей профессиональной деятельности и образовывали другой лагерь - радиоинженеров, вооруженных компьютерной техникой.

Попробуем проанализировать, как же используется компьютер радистом и что это дает ему для развития его профессиональных качеств.

- Чаще всего компьютер используется для подготовки всякого рода текстовых документов, которые могут включать расчеты, таблицы, формулы рисунки и т.д.
- Проведение расчетов (аналитических и численных) также сегодня просто немыслимо (иногда - к сожалению) без использования ЭВМ. Но это только косвенно относится к специальности радиоинженера, тогда как на эти два пункта тратится порой масса времени.
- Моделирование различных физических процессов, в том числе в радиотехнических цепях и самих радиотехнических цепей.
- Кроме предыдущего пункта можно предложить еще один, более практический - использование компьютера как измерительного устройства. Именно этой теме и посвящена данная статья.

Причиной, сдерживающей использование ЭВМ как измерительного устройства, является необходимость установки дополнительного аппаратного обеспечения, т.е., устройства ввода-вывода. А это требует дополнительных ресурсов. Возможны несколько вариантов использования ЭВМ в зависимости от типов используемого дополнительного аппаратного обеспечения [1].

1. Минимальным дополнительным аппаратным обеспечением, необходимым для проведения измерения с помощью ЭВМ, является звуковая карта. Такая карта является готовой платой устройства ввода - вывода с основными техническими характеристиками:

- аналоговые вход и выход, что предполагает наличие пары - АЦП и ЦАП;
- максимальная частота сигнала 22 кГц;
- частота выборки 44,5 кГц.

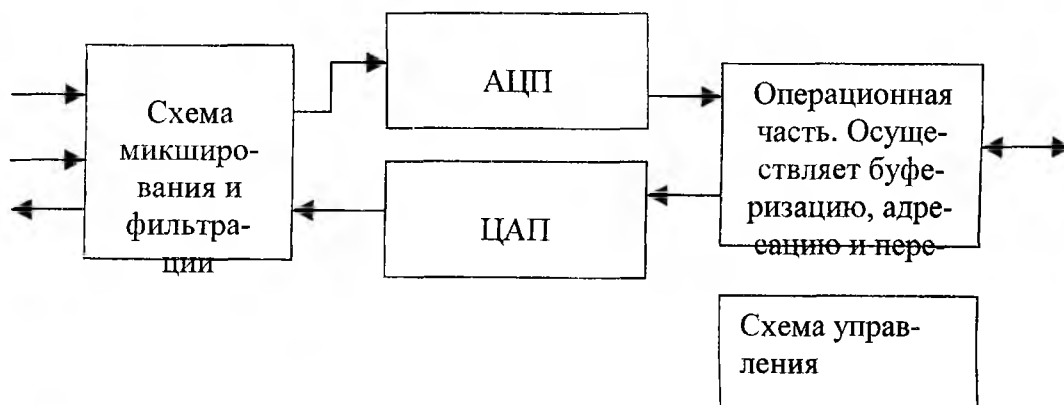


Рис. 1

Чувствительность, динамический диапазон и уровень собственного шума звуковой карты варьируется в зависимости от производителя звуковой карты и ее сферы применения - профессиональное, полупрофессиональное и офисное. В некоторых случаях звуковая карта позволяет одновременно работать с двумя каналами - входным (одним или несколькими) и выходным (одним или несколькими)

двумя каналами - входным (одним или несколькими) и выходным (одним или несколькими) одновременно.

Такая плата при наличии соответствующего программного обеспечения позволяет измерять параметры синусоидального напряжения, исследовать форму сигнала во временной области и его спектральный состав. Можно также формировать сигнал и, выводя его через звуковую карту, использовать компьютер как генератор сигналов. При наличии возможности звуковой карты работать в режиме полного дуплекса можно исследовать частотные характеристики низкочастотных схем.

Звуковая карта также может являться примером реализации устройства ввода-вывода. Проанализировав ее структуру, можно сформулировать требования к устройству ввода-вывода в зависимости от области его применения и его структуру.

Так, звуковая карта содержит узел микширования, АЦП и ЦАП с пропускными фильтрами, необходимые фильтры, возможно, процессор цифровой обработки звука, а также стандартный набор узлов, обеспечивающий работу в составе ЭВМ по данной шине (ISA, PCI). Общая структура показана на рис. 1.

Недостатки (вернее, ограниченные возможности) звуковой карты как измерительного устройства:

- ограниченное число входов и выходов (чаще всего по одному);
- звуковой частотный диапазон (максимальная частота 22500 Гц).

2. В качестве дешевого и вместе с тем эффективного решения по расширению функциональных возможностей компьютерного измерительного устройства можно рассматривать устройство, использующее стандартные порты - последовательные и параллельные порты. Несмотря на усилия производителей материнских плат перейти от традиционных портов (COM, CENTRONICS (LPT)) к современным и высокоскоростным портам (USB, I<sup>2</sup>R, FireWire - см, например, [2]), сегодня разрабатывается и продается множество аппаратуры, предназначенной для совместной работы с ЭВМ через COM порт. В таком случае устройство должно содержать собственное вычислительное устройство (микропроцессор). ЭВМ же используется как средство отображения результатов, ввода исходных данных и для управления внешним устройством. Такое решение является эффективным в том смысле, что в конструкции измерительной аппаратуры органы управления и отображения играют заметную роль, при этом существенно удорожая и усложняя конструкцию. Использование же компьютера позволяет значительно снизить затраты на разработку при расширении функциональных возможностей. Проектирование изделия в виде внешнего устройства позволяет снять множество ограничений на изделие (масса, габариты, потребляемая мощность, ток потребления, нагрузочная способность, стандартные напряжения питания, ограничения на входные и выходные токи и напряжения и т.д.), что расширяет возможности проектировщика. Ограничением является пропускная способность стандартного порта [1]. Из-за этого наличие собственного вычислительного устройства и памяти для таких устройств является обязательным, что удорожает и усложняет конструкцию.

3. Устройство, устанавливаемое непосредственно в компьютер в слот ISA или PCI. Такой вариант может оказаться наиболее дешевым, так как относительно ЭВМ устройство является устройством ввода-вывода. При этом все вычислительные задачи решаются с помощью ресурсов самого компьютера. Но, разрабатывая такое устройство, необходимо соблюдать "правила игры", принятые для разработчиков карт расширения ЭВМ: размеры платы, занимаемый объем, количество корпусов на плате [1,2].

При этом, если пытаться реализовать устройство, структурная схема которого показана на рис. 2, следуя путем от простого к сложному, можно проделать следующий путь.

Устройство представляет собой двухканальную плату ввода-вывода (полный дуплекс) с возможностью выбора направления работы каждого канала. Внешние (относительно ЭВМ) входы/выходы - аналоговые, т.е., необходимо наличие АЦП и ЦАП на плате.

Можно попытаться предложить схему на микросхемах знакомых и многократно проверенных серий 155, 555, 1533 и аналогичных им. Тогда для цепей, подключаемых к разъему ISA, не обойтись без буферных микросхем, нормирующих входные и выходные токи. Разработчику все время приходится следить за током потребления, потребляемой и рассеиваемой мощностью. В результате для двухканального устройства решение может быть найдено, для четырехканального же на плате просто не остается места для АЦП и ЦАП.

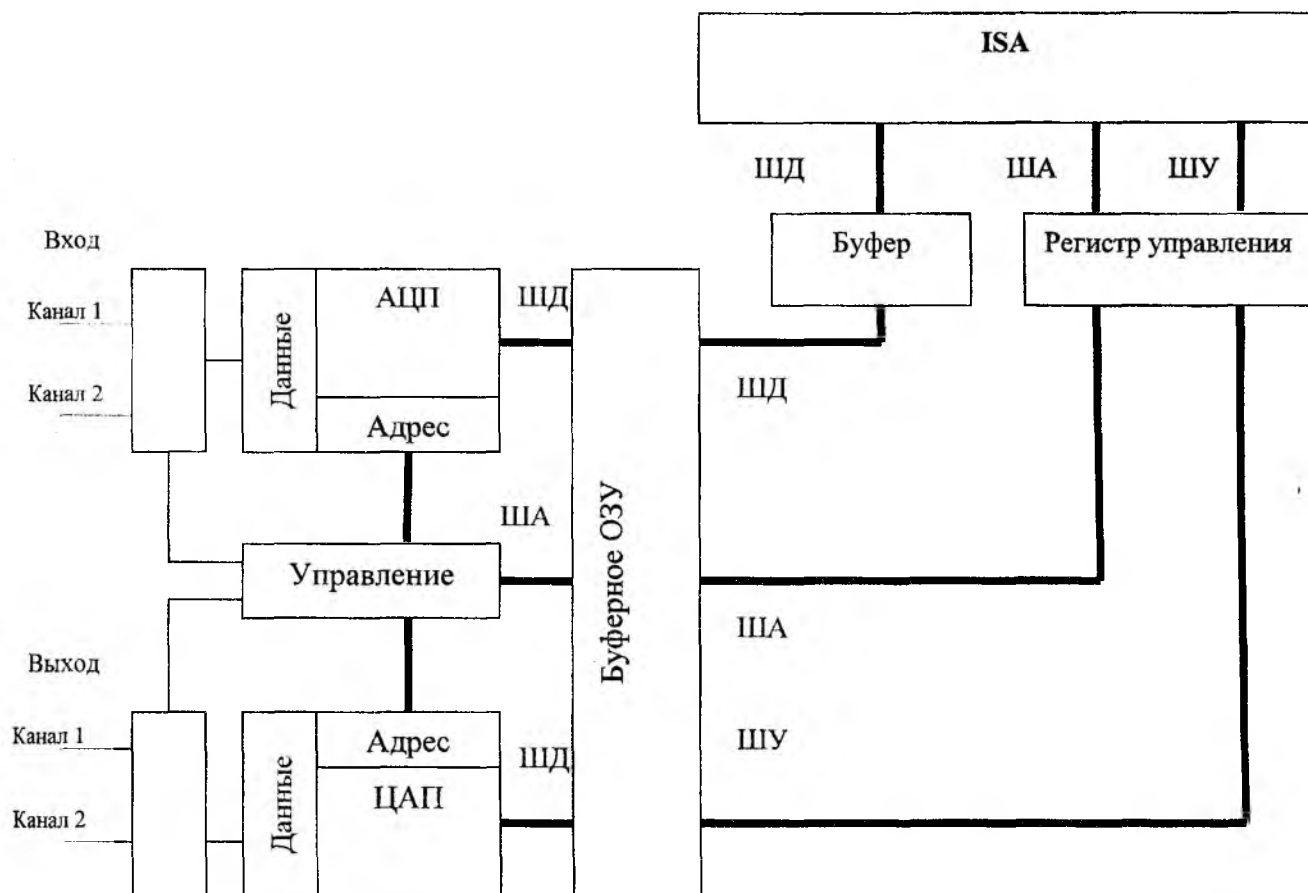


Рис. 2

Более эффективное решение - использовать микросхемы с высокой интеграцией, предназначенные для разработки плат расширения ЭВМ для соответствующих шин расширения (ISA или PCI). В качестве таковых можно выбрать программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), специализированные для задач такого класса, например, серии MAX3000 (Altera) или XC7000 (Xilinx). В результате интерфейс карты расширения с шиной компьютера будет содержать только одну микросхему! Но разработка такой платы расширения потребует от разработчика не только знания современной зарубежной элементной базы, но и опыта работы по программированию ПЛИС и владения специализированным программным обеспечением (например, фирмы Altera).

Данное решение тоже не лишено недостатков. Шина ISA все реже встречается на материнских платах для процессоров последних выпусков. Причина этого - ее невысокая пропускная способность и отсутствие поддержки на должном уровне пресловутого Plug'n'Play. Так, наличие карты расширения с числом каналов более четырех и с АЦП и ЦАП, выбранными из расчета работы с сигналами частотой до 200 кГц - задача для данной шины на пределе возможностей по пропускной способности. Реализация же карты расширения к шине PCI вне заводских условий - трудно выполнимая задача, несмотря на широкие возможности этой шины.

4. Комбинированное устройство: собственная интерфейсная плата плюс внешнее устройство. Такое решение предоставляет поистине неограниченные возможности для разработчика. В этом случае могут быть сняты либо сведены к минимуму практически все ограничения на разрабатываемое изделие. Изделие (одно или несколько), выполненное как внешнее автономное устройство, предназначенное для подключения через собственную плату ввода-вывода, можно располагать на любом расстоянии от компьютера. Размеры, частотные свойства, рабочее напряжение и потребляемая мощность могут быть любыми. При этом можно предусмотреть различные конфигурации измерительного комплекса - одна плата ввода-вывода плюс несколько внешних устройств, не подключаемых одновременно, предназначенных для решения разных задач. Производительность такого изделия может быть достигнута равной производительности одноплатного изделия, устанавливаемого в ЭВМ. Что касается стоимости, то в этом случае стоимость будет максимальной.

Целью разработки измерительного комплекса в нашем университете может стать замена устаревшей измерительной техники на комплекс на базе ЭВМ. Предварительные исследования как изделий, предлагаемых на рынке, так и вариантов собственных разработок показывают, что стоимость современного измерителя частотных характеристик ведущих фирм (например, Роде-Шварц) во много раз превышает стоимость аналогичного по назначению и техническим характеристикам изделия, предназначенного для совместной работы с ЭВМ (причем стоимость изделия вместе со стоимостью ЭВМ). Этот факт и необходимость замены устаревшей измерительной базы делает задачу разработки измерительных комплексов на базе ЭВМ весьма привлекательной, равно как и точка приложения усилий радиоинженера.

По назначению, согласно рассмотренной классификации, измерительные комплексы можно классифицировать:

- для измерений в звуковом диапазоне (20...22000 Гц), не требующих более одного входного и одного выходного каналов - на базе звуковой карты;

- для измерений, не требующих более одного входного и одного выходного каналов в низкочастотном диапазоне могут быть предложены изделия, подключаемые через стандартные порты ЭВМ последовательный СОМ (максимальная скорость передачи 115200 бит/с) LPT (до 200 кБайт/с) USB (2 Мбит/с). Величины скоростей передачи взяты из [1,2];

- для измерений в частотном диапазоне до 100 кГц, требующем несколько входных либо выходных каналов (например, для подключения двух генераторов и трех вольтметров к схеме) эффективным будет разработка одноплатного устройства ввода-вывода с аналоговыми входами и выходами для шины ISA;

- необходимость исследования большого числа каналов либо измерений в широком частотном диапазоне потребует изготовления одноплатного устройства для шины PCI либо комбинированного изделия, но с платой цифрового ввода-вывода для этой же шины.

Сложность создания измерительного комплекса на базе ЭВМ объясняется не только инерцией мышления и сложностью разработки. Такого рода устройства всегда будут содержать две части - программную и аппаратную. И сложность в том, что профессионально написать драйвер для устройства ввода-вывода, содержащего 8 каналов, направление работы (на вход или на выход) каждого из которых может задаваться программно, да еще и для ОС Windows, - задача непривычная и тяжелая для радиоинженера. Аналогично для специалиста в области программного обеспечения задача разработки аппаратной части может оказаться трудной и неинтересной. Поэтому задача разработки измерительного комплекса на базе ЭВМ потребует комплексного подхода и широкого сотрудничества специалистов многих направлений.

Если такая идея получит поддержку, то наш университет смог бы развернуть подготовку специалистов по разработке такого рода аппаратуры как второго образования, так и дневной формы обучения. Но такая проблема требует дополнительного исследования.

**Список литературы:** 1. Новиков Ю.В., Калашиников О.А., Гуляев С.Э. Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера типа IBM PC. М.: Изд.-во "ЭКОМ", 1998. 256 с. 2. Гук М. Аппаратное обеспечение компьютера: Справочник. СПб.: Изд.-во "Питер", 1998. 560 с

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

*Поступила в редколлегию 12.10.2001*