

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 621.317 : 621.397

Ю. В. БОНДАРЕНКО, В. Я. БУДЦЕВ, А. Н. КАСПЕРОВИЧ, С. В. ЩИГУНОВ  
(Новосибирск)

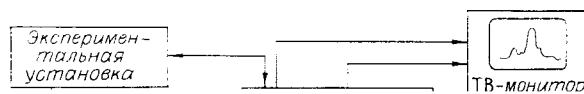
ЦИФРОВОЙ РЕГИСТРАТОР ОДНОКРАТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ  
НА ОСНОВЕ ШИРОКОПОЛОСНОГО ОСЦИЛЛОГРАФА  
И ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ПРИСТАВКИ

Регистрация однократных электрических сигналов наносекундного диапазона остается актуальной задачей при исследовании быстропротекающих процессов. Включение регистраторов в состав автоматизированных экспериментальных комплексов требует представления сигнала в цифровой форме. Применение микроэлектронных аналого-цифровых преобразователей (АЦП) в требуемом частотном диапазоне затруднительно, так как их быстродействие не превышает  $10^7$ — $10^8$  преобразований в секунду [1, 2]. Поэтому пока основным исследователем остается широкополосный электронно-лучевой осциллограф. Обычный в этом случае способ ввода информации в ЭВМ путем фотографирования осциллограммы с экрана с последующей кодировкой фотоснимка длителен и трудоемок. Кроме того, на предельных скоростях развертки фотографирование осциллограмм затруднительно, так как интенсивность послесвечения люминофора оказывается недостаточной для получения удовлетворительного фотоснимка.

В настоящее время входят в практику телевизионные методы ввода в ЭВМ информации с экрана осциллографа [3—5], однако малая чувствительность большинства передающих телевизионных трубок не позволяет использовать эти методы при работе с однократными сигналами наносекундного диапазона. Использование высокочувствительных ЭЛТ с кремниевой мишенью [6] дает возможность обойти эти трудности. Для регистрации слабосветящихся объектов нами была разработана система [7], и представлялось интересным использовать входящую в ее состав высокочувствительную телевизионную камеру на суперкремникоме в качестве приставки к широкополосному осциллографу для регистрации и ввода в ЭВМ однократных электрических сигналов. Такое сочетание позволяет фиксировать однократные процессы во всем диапазоне разверток осциллографа и может служить некоторой альтернативой дорогостоящим специализированным регистраторам [8, 9].

Поскольку ЭВМ не в состоянии принимать информацию в темпе телевизионного считывания, для запоминания видеосигнала с мишени и его визуализации использовалась буферная память, позволяющая фиксировать изображение с мишени с разрешением  $512 \times 512$  точек. Отметим, что буферную память с таким разрешением целесообразно использовать и в перспективных регистраторах гигагерцевого диапазона на специализированных осциллографических высокоскоростных ЭЛТ с кремниевой мишенью, в которых секция считывания информации с мишени сходна с аналогичной секцией видикона. В [8, 9] при считывании изображения с мишени кодирование точек осциллограммы производится измерением интервала времени по строке телевизионного кадра от начала строки до появления сигнала с мишени. При относительной аппаратной простоте этот метод обладает рядом определенных недостатков. Это связано, во-первых, с тем, что кремниевая мишень может иметь дефекты по полю. Во-вторых, при больших скоростях записи и последующем считывании величина сигнала с мишени становится сравнимой с уровнем шумов электронной аппаратуры регистратора. Вследствие этого возрастает вероятность запоминания не полезного сигнала, а положения дефекта на мишени либо шумового выброса. Коррекция осциллограммы, например учет толщины записывающего луча, также требует определенных аппаратных затрат для предварительной аналоговой обработки видеосигнала. Поэтому целесообразно фиксировать информацию с мишени в наиболее полном виде, это позволит использовать высокое разрешение кремниевой мишени с целью наиболее точного воспроизведения записанной осциллограммы.

Общая структура реализованной системы регистрации показана на рис. 1. В ее состав входят широкополосный осциллограф С1-75, специализированная телевизионная передающая камера (СТК) (сканер) на основе супервидикона ЛИ-702, блок



управления (БУ) и видеозапоминающее устройство (ВЗУ), выполненные в виде модулей КАМАК, крейт КАМАК с контрбатывается цифровым дискриминатором и записывается в память ВЗУ в виде бинарного изображения. После выполнения записи ВЗУ вырабатывает сигнал об окончании процедуры, автоматически переходит в режим визуализации записанного изображения на экране контрольного ТВ-монитора и будет находиться в этом режиме до получения управляющих сигналов, предписывающих изменить это состояние (например, произвести новую запись в ВЗУ либо осуществить обмен данными с ЭВМ). Все операции по регистрации и передаче данных проходят под контролем блока управления. Связь между блоком управления и ЭВМ осуществляется через магистраль КАМАК. Также через магистраль КАМАК происходит обмен данными между ЭВМ и ВЗУ (как в прямом, так и в обратном направлении).

ВЗУ служит не только для запоминания, но и для простейшей обработки видеосигнала. Модуль состоит из цифрового дискриминатора (ЦД), промежуточного буфера памяти на сдвиговых регистрах и собственно запоминающего устройства (ЗУ) — однобитовой памяти растрового типа размером  $512 \times 512$  элементов на телевизионный кадр. Цифровой дискриминатор, в свою очередь, включает в себя 6-рядный АЦП для преобразования видеосигнала, работающий с частотой дискретизации 10 МГц, и цифровой компаратор с КАМАК-регистром, содержимое которого определяет порог срабатывания компаратора и может быть задано оператором по командам от ЭВМ.

Блок управления содержит интерфейс связи с КАМАК-магистралью, схему контроля обмена данными между модулем памяти и ЭВМ, генератор временных интервалов раstra считывания, схему синхронизации ТВ-монитора, а также ПЗУ формирования сигналов управления и синхронизации, в которое записаны временные диаграммы цикла обращения к модулю памяти. В составе блока управления есть узел управления маркером, который позволяет выделять на экране ТВ-монитора фрагмент изображения, предназначенный для пересылки в ЭВМ, и корректировать отдельные точки изображения.

Для оперативного обмена данными и некоторыми управляющими сигналами блок управления соединен линиями связи с ТВ-монитором, модулем памяти и сканером, минуя магистраль КАМАК.

Запуск системы регистрации может осуществляться как по командам от ЭВМ, так и по внешним синхросигналам, связанным с исследуемым процессом. Режимы работы регистратора задаются с помощью ЭВМ. Для этой цели был составлен комплект программ обслуживания регистратора, позволяющий работать с ЭВМ в диалоговом режиме.

Представленные на рис. 2 и 3 осциллограммы получены на предельных скоростях развертки осциллографа С1-75. В этих условиях не только фотографирование, но и визуальное наблюдение формы сигнала непосредственно с экрана представляется затруднительным. Перепад напряжения между максимумом и минимумом на осциллограмме рис. 2 составлял 5,5 В, по временной оси видна градуировочная шкала осциллографа (2 нс/дел.). В приведенной на рис. 3 фотографии порог компаратора выбран на одну градацию выше, чем на рис. 2. Это повысило «контрастность»

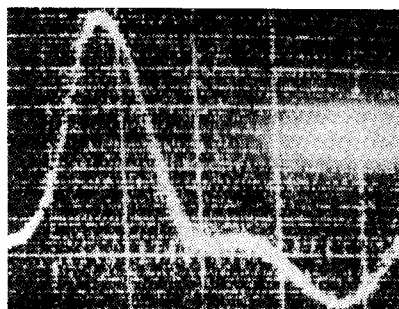


Рис. 2

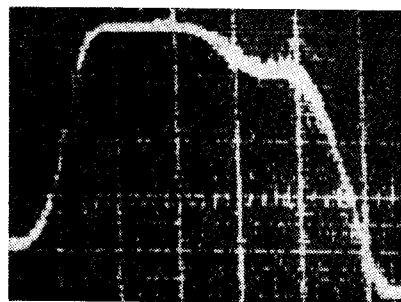


Рис. 3

изображения, однако крутой передний фронт импульса на рис. 3 считается по очень надежно.

Из снимков видно, что зарегистрированные осциллограммы вполне «читаемы». Последующей программной обработкой можно провести их дальнейшую коррекцию (например, убрать точки, связанные с дефектами мишени, учесть влияние толщины записывающего луча).

Этот пример показывает целесообразность применения памяти растрового типа в сочетании с высокочувствительной телевизионной камерой в качестве приставки к широкополосному осциллографу для более полного использования его возможностей. Включение такой памяти в состав регистратора на основе специализированной двухсекционной осциллографической трубки с кремниевой мишенью также позволило бы улучшить характеристики регистратора при работе в предельных режимах (больше 2 ГГц), когда из-за высокой скорости записывающего луча высота потенциального рельефа на мишени находится вблизи уровня шумов [8, 9].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. Стив Золло. Камера для преобразования аналоговых сигналов осциллографа // Электроника.— 1986.— Т. 59, № 13.
6. Денбовецкий С. В., Лещинин А. В., Семенов Т. Ф. Преобразование информации на новых запоминающих ЭЛТ.— М.: Энергоатомиздат, 1984.
7. Бондаренко Ю. В., Будцев В. Я., Касперович А. Н. Исследование высокочувствительной системы регистрации двумерных изображений на основе супервидикона ЛП-702 // Автометрия.— 1988.— № 2.
8. Хейес, Калтер, Хокен. Запоминающая трубка с кремниевой мишенью для исследования быстрых переходных процессов // Электроника.— 1973.— № 18.
9. Касперович А. Н., Прокопенко В. И., Фомин Э. А. Регистратор однократных процессов в диапазоне частот 1 ГГц // Труды 11 Всесоюз. конф. «Высокоскоростная фотография и метрология быстропротекающих процессов».— М.: ВНИИОФИ, 1983.

Поступило в редакцию 29 июля 1987 г.

УДК 681.396

**В. В. ХАРИЧЕВ**  
(Ленинград)

#### АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ КОНФИГУРАЦИЙ ЗВЕЗД НА СНИМКЕ

С появлением фотограмметрических автоматов [1] становится более актуальной задача обработки астрофотографий с целью определения положения естественных и искусственных небесных объектов, что достигается измерением на снимке координат изображений объектов и опорных звезд.

Для задачи отождествления звезд на снимке  $S$ , полученном в результате фотографирования какого-либо участка неба, со звездами из каталога  $K$  естественно использование инвариантов для преобразований движения плоскости (группа  $M(2)$ ) и, возможно, гомотетии (группа  $R_+ \times M(2)$ ). Параметр гомотетии привносится в процессе фотографирования самой оптической системой, и его можно исключить или даже пренебречь им [2].

Каталог  $K$  представляет собой набор конфигураций звезд (в каждой конфигурации  $t_r$  звезд) с нагрузками (вектор  $a_r$ ):

$$\dim a_r = t_r.$$

Компоненты вектора нагрузок есть, например, диаметры звезд на снимке или их видимые величины. В такой постановке задача отождествления состоит в отыскании конфигурации  $s$  на снимке  $S$ :

$$k = F(s),$$