

**сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
Дубна**

10-84-447

**В.А.Дроздов, Г.М.Комов**

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УСТРОЙСТВО  
НА ОСНОВЕ ПРИБОРОВ С ЗАРЯДОВОЙ СВЯЗЬЮ  
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ШИРИНЫ ПЕРФОЛЕНТЫ**

**1984**

## ВВЕДЕНИЕ

В измерителях геометрических размеров и перемещений все более широко используются линейные датчики сигналов изображения на основе приборов с зарядовой связью /ПЗС/ /1/.

Их применение в сочетании с цифровыми методами обработки данных позволяет строить автоматизированные измерительные устройства, обладающие высоким разрешением, хорошей чувствительностью, быстродействием, легко сопрягаемые с ЭВМ.

В данной работе описывается устройство, предназначенное для автоматизации измерения ширины ленточных материалов, использующее в качестве датчиков линейные формирователи видеосигналов на ПЗС К1200ЦП1 /2/.

### 1. СХЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА

1.1. В качестве метода линейных измерений нами был выбран метод сравнения с эталонным образцом. Для этого измерительные датчики устанавливаются так, чтобы на светочувствительные области ПЗС проектировались края измеряемого образца /рис.1/. Метод позволяет измерять ширину тени любого объекта. Величина, соответствующая измеряемому размеру  $L$ , вычисляется автоматически по размеру эталонного образца и показаниям измерительных датчиков с учетом масштабных коэффициентов и калибровочных констант:  $L = M[(x_{L1} + x_{L2}) - (x_{K1} + x_{K2})] + K$ , где  $L$  - измеряемая величина;  $M$  - масштабный коэффициент;  $x_{L1}, x_{L2}$  - показания датчиков 1,2 при измерении;  $x_{K1}, x_{K2}$  - показания датчиков при калибровке;  $K$  - размер эталонного образца.

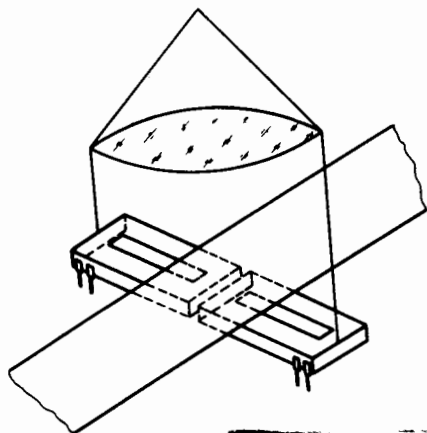


Рис.1. Упрощенная схема установки датчиков ПЗС.

Такой метод предполагает наличие в структуре измерителя специального вычислительного устройства, выполняющего арифметические операции, а также устройств, позволяющих производить перекалибровку в соответствии с эталонным образцом.

1.2. Рассмотрим более подробно устройство и работу измерителя.

В состав устройства входят следующие основные блоки /рис.2/: 1,2 - измерительные светочувствительные датчики на ПЗС; 3 - блок дискретно-аналоговой обработки видеосигналов; 4 - задающий генератор; 5 - измерительный счетчик; 6 - перепрограммируемое устройство управления; 7 - калькулятор; 8 - регистр констант калибровки; 9 - устройство протяжки перфоленты.

Устройство работает следующим образом.

Под действием тактовых импульсов задающего генератора на выходе измерительных линеек ПЗС формируется импульсная последовательность, величина амплитуд в которой пропорциональна освещенности соответствующих светочувствительных ячеек ПЗС. Сигналы с датчиков 1,2 поступают на блок дискретно-аналоговой обработки 3. Этот блок осуществляет выделение видеосигналов с ПЗС линеек по методу двойной коррелированной выборки  $1/3$  и сравнение сигналов на компараторе со следящим порогом.

В результате на выходе блока формируется сигнал, соответствующий темному участку измерительных датчиков 1 и 2. Эти сигналы поочередно разрешают прохождение счетных импульсов на измерительный счетчик 5. Таким образом, в конце одного цикла измерения в счетчике накапливается число, пропорциональное сумме затемненных ячеек обоих датчиков.

Данные с измерительного счетчика 5, а также с регистра констант калибровки 8 по командам программируемого устройства управления 6 поступают в калькулятор 7. Устройство управления 6

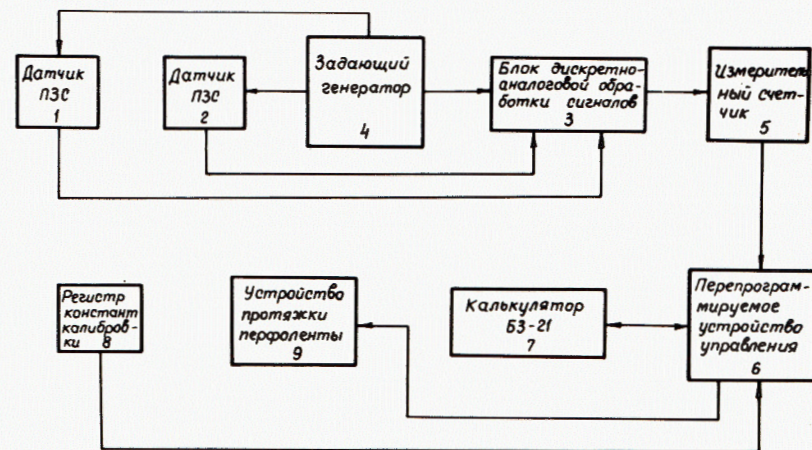


Рис.2. Блок-схема измерителя.

кроме того передает данные из перепрограммируемой памяти /ППЗУ/ в память калькулятора БЗ-21 и синхронизирует работу всего измерительного устройства.

Обычный цикл измерения происходит следующим образом: из ППЗУ программируемое устройство управления записывает в память калькулятора программу обсчета, затем вводит в калькулятор данные с измерительного счетчика и регистра константы калибровки и запускает калькулятор на счет. По окончании работы калькулятора возможны либо остановка работы устройства для считывания оператором данных измерения, либо заикливание для выполнения новых измерений. Выбор одной из восьми программ измерений производится переключением цифронабирателя на пульте управления устройства.

## 2. ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ

Для повышения измерительной точности и помехозащищенности были предприняты специальные меры при разработке блока обработки дискретно-аналоговых сигналов с линейки ПЗС. Упрощенная схема блока и диаграммы, поясняющие его работу, показаны на рис.3,4.

2.1. Наиболее часто встречающейся трудностью при высокоточных координатных измерениях оптическим способом является малая контрастность изображений при непостоянном общем фоне.

В данном устройстве блок обработки видеосигналов с ПЗС обеспечивает выделение сигнала, соответствующего уровню освещенности на затемненном участке, который вычитается из общего сигнала. Этим устраняется погрешность, вызванная различным коэффициентом светопропускания при измерении ширины бумажной ленты.

2.2. Для уменьшения погрешности измерений, вызванной изменением величины амплитуды сигнала, введен следящий порог в схеме формирования сигнала, соответствующего светлому участку измерительных датчиков. Уровень порога срабатывания компаратора поддерживается равным половине амплитудного значения полезного сигнала из предыдущего цикла измерения.

2.3. Для уменьшения погрешности, вызванной дискретностью датчика ПЗС /одна ячейка-15 мкм/, в схему включен фильтр низких частот, что позволяет использовать информацию об амплитуде импульсов, сформированных светочувствительными элементами, лежащими в области размытых границ света и тени от края ленты. Фильтр низких частот, стоящий перед компаратором, осуществляет интерполяцию видеосигнала между соседними ячейками ПЗС. Для измерения ширины видеосигнала на измерительный счетчик подается тактовая частота, в три раза превышающая частоту выходного регистра ПЗС. Это позволяет получить цену отсчета устройства в три раза выше, чем дискретность ПЗС.

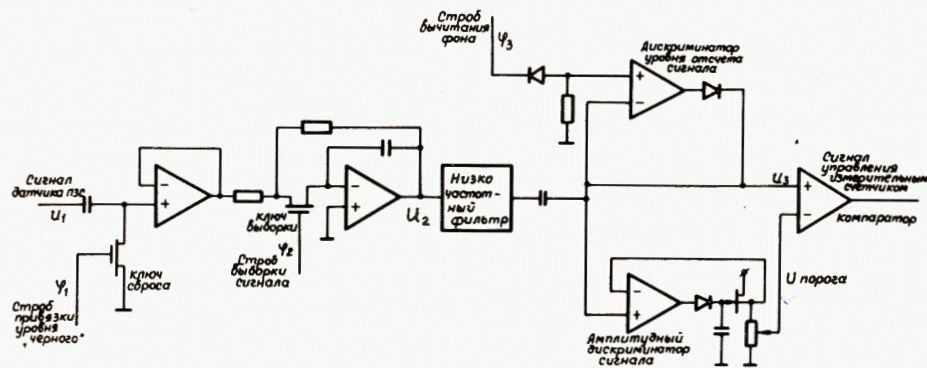


Рис.3. Блок обработки дискретно-аналоговых сигналов.

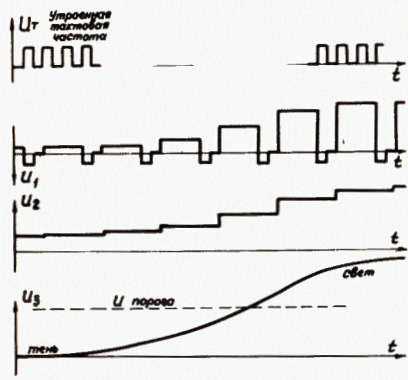


Рис.4. Диаграмма напряжений блока обработки дискретно-аналоговых сигналов.

2.4. Следующим способом, примененным для повышения точности измерительного устройства, является усреднение нескольких измерений ширины ленты в одном и том же месте. Эта операция осуществляется на измерительном счетчике путем накопления результатов измерений за 16 циклов. Время одного цикла составляет 10 мс.

2.5. Для уменьшения помех по питанию устройства работа линий ПЗС синхронизирована с частотой сети.

2.6. Гибкое программное обеспечение позволяет легко менять количество измерений, находить среднюю ширину, среднеквадратичное отклонение, запускать устройство в автоматическом режиме для поиска на ленте бракованных участков, проводить контроль, самоконтроль, перекалибровку и т.д.

### 3. ПРОГРАММИРУЕМОЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ

Выбор калькулятора БЗ-21, выполняющего роль арифметического логического устройства с памятью и индикатором данных, потребовал разработки специального программируемого устройства управ-

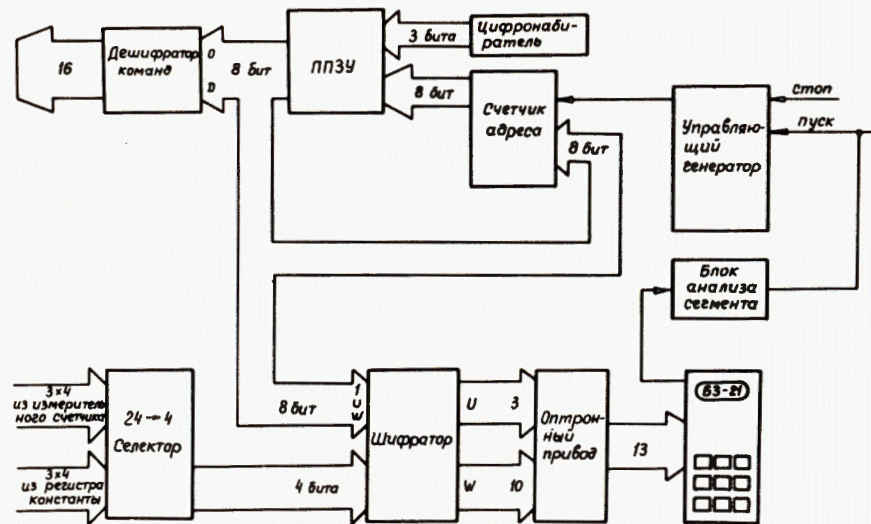


Рис.5. Блок-схема программируемого устройства управления.

ления, служащего также интерфейсом для БЗ-21. Кроме того, программируемое устройство управления предназначено для передачи данных из ПЗУ, измерительного счетчика и регистра константы в калькулятор, а также для синхронизации работы автоматизированного измерительного устройства в целом. Блок-схема устройства представлена на рис.5.

3.1. Основой логического устройства управления является ПЗУ типа I 8716 /573PФ2/ с ультрафиолетовым стиранием данных емкостью 2К 8-разрядных слов. Вся память разбита на 8 сегментов по 256 байт.

Каждый байт рассматривается как операнд для дешифратора команд интерфейса, либо как операнд для калькулятора, либо /если адрес байта в сегменте больше 16/ как адрес для процедуры перехода на другое место по адресу в данном сегменте памяти.

3.2. Рассмотрим форматы байта ПЗУ:

1/ 1XUUWWWW – формат операнда для записи в калькулятор /шестой бит X не анализируется/;

2/ 0000 DDDD – формат операнда для дешифратора команд;

3/ AAAA BBBB – формат операнда-адреса для организаций перехода по адресу, где хотя бы один бит A не равен нулю.

Выбор описанной структуры операндов в основном обусловлен организацией клавиатуры калькулятора БЗ-21, замыкающей три линии U на десять линий W. Признаком того, что операнд предназначен для записи в калькулятор, служит единица в старшем разряде слова.

Для функционирования устройства предусмотрено шестнадцать команд /формат 2/, причем реально использованы лишь одиннадцать, а остальные зарезервированы.

3.3. Программируемое устройство управления работает следующим образом. После ввода программы в память БЗ-21 из ППЗУ и пуска программы на счет останавливается управляющий генератор. Для этого использовано то свойство калькулятора БЗ-21, что во время выполнения программы на его дисплее индицируются результаты промежуточных вычислений. Блок анализа сегмента заносит новый адрес в счетчик ППЗУ, если после завершения работы калькулятора анализируемый сегмент зажжен; после этого запускается управляющий генератор.

Если анализируемый сегмент не зажжен, то генератор не запускается, это означает конец работы прибора и требует вмешательства оператора. Операцией перехода по заданному адресу организован цикл для набора статистики и для работы прибора в автоматическом режиме.

Число циклов измерений записывается в память калькулятора из ППЗУ либо, если необходимо это число изменить, вручную через клавиатуру калькулятора. Выход из цикла осуществляется по нулю счетчика циклов в калькуляторе и при условии, что дисплей калькулятора после окончания работы высвечивает числа +1, -1 или 4.

Цифры -1, +1 означают выход контролируемого значения измеряемой ширины ленты за допустимые пределы в минус и плюс соответственно. Цифра 4 означает окончание набора статистики и то, что все измеряемые величины ширины ленты находятся в пределах допусков.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанный прибор внедрен на фабрике "ТЕХНОИНФОРМ" /г.Юрмала/ и используется для измерения ширины перфоленты в отделе технического контроля.

При разработке использовались в основном микросхемы 155-й серии; для протяжки и освещения перфоленты использован перфосчитыватель FS-1501, у которого заменена электроника и модернизирован лентопротяжной канал с целью установки двух линеек ПЗС. Вся электроника занимает пять плат, соответствующих конструктиву FS-1501. Калькулятор, кнопки управления, цифронаблюдатель вынесены в отдельный пульт управления.

Авторы выражают благодарность А.Л.Меньшикову, В.А.Бутенко, В.И.Приходько, В.А.Лобановой за полезные обсуждения и помощь при разработке прибора, а также С.Ю.Подкладкину, С.А.Мажулину и С.П.Горюнову, оказавшим помощь при модернизации лентопротяжного канала фотосчитывающего устройства.

В заключение нужно отметить, что небольшие изменения в механике измерительной части устройства позволят использовать прибор для определения размеров разнообразных объектов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бессарабов Н.В. Измерители размеров и перемещений на основе приборов с переносом заряда. Электронная промышленность №7, 1982.
2. Кашлаков И.Д., Кленов В.Т., Костюхов Е.В. Линейная фоточувствительная схема с зарядовой связью К1200 ЦЛ1, Электронная промышленность №7, 1982.
3. Секен К., Томпсет М. Приборы с переносом заряда. "Мир", М., 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел  
27 июня 1984 года.

В Объединенном институте ядерных исследований начал выходить сборник "Краткие сообщения ОИЯИ". В нем будут помещаться статьи, содержащие оригинальные научные, научно-технические, методические и прикладные результаты, требующие срочной публикации. Будучи частью "Сообщений ОИЯИ", статьи, вошедшие в сборник, имеют /в отличие от препринтов/ статус официальных публикаций ОИЯИ.

Сборник "Краткие сообщения ОИЯИ" будет выходить регулярно.

The Joint Institute for Nuclear Research begins publishing a collection of papers entitled *JINR Rapid Communications* which is a section of the JINR Communications and is intended for the accelerated publication of important results on the following subjects:

Physics of elementary particles and atomic nuclei.  
Theoretical physics.  
Experimental techniques and methods.  
Accelerators.  
Cryogenics.  
Computing mathematics and methods.  
Solid state physics. Liquids.  
Theory of condensed matter.  
Applied researches.

Being a part of the JINR Communications, the articles of this new collection, in contrast to the JINR Preprints, have the status of official publications of the JINR.

*JINR Rapid Communications* will be issued regularly.



Дроздов В.А., Комов Г.М.

10-84-447

Автоматизированное устройство на основе приборов с зарядовой связью для измерения ширины перфоленты

Разработано и внедрено устройство для измерения ширины перфоленты на основе двух линеек на ПЭС типа К1200ЦЛ1, калькулятора БЗ-21, электромеханической части перфосчитывателя FS-1501. Устройство имеет следующие характеристики: цена отсчета - 5 мкм, время одного измерения - 8 с, ширина измеряемой ленты - от 10 до 26 мм, количество программ - 8. Гибкость алгоритмов обработки данных и возможность работы устройства в автоматическом режиме обеспечиваются наличием в устройстве перепрограммируемой памяти большой емкости, использованием калькулятора с программируемой памятью, а также наличием управляющей связи калькулятора с устройством.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Drozдов V.A., Komov G.M.

10-84-447

Automatic Punched Tape Measuring Device Based on CCD Instruments

An automatic punched tape measuring device based on two line image former of CCD type, and on a calculator BЗ-21 is described. The optical-mechanical part is an improved FS-1501 paper reader. The device has the following characteristics: measuring scale -  $5 \cdot 10^{-3}$  mm; measuring time - 8 s; paper width measured - from 10 up to 26 mm; program amount - 8. The flexibility of data processing algorithms and the possibility to work in automatic regime is provided by the reprogrammable memory of large capacity, by using a calculator with programmable memory, as well as by the control link of the calculator with the device.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984