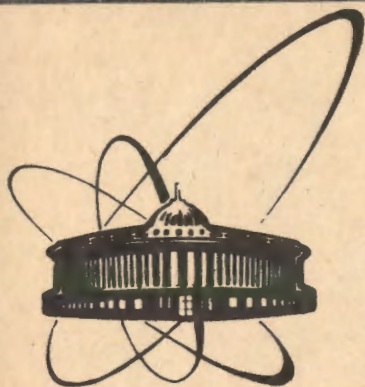


90-502



**сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна**

P10-90-502

**О. Аварзад, В. А. Горшков, Г. Ф. Гриднев,  
Ю. Б. Семенов, Л. П. Челноков**

**ВИДЕОКОДЕР ПА-18К**

**1990**

Регистрация объектов в виде "изображения", содержащего важную информацию об исследуемом объекте, явлении или процессе все чаще применяется в ядерно-физических экспериментах, наряду с традиционной многоканальной регистрацией экспериментальных данных /1/.

Кодирование телевизионного изображения для целей автоматизации ядерных экспериментов имеет свои особенности. Например, при автоматизации просмотра объектов, наблюдаемых с помощью микроскопа, изображение является неподвижным и поэтому скорость кодирования может быть замедлена, но, с другой стороны, для выполнения таких действий, как автоматическая наводка на фокус от аппаратных и программных средств, требуется достаточное быстроедействие обработки большого объема цифровой информации. Учитывая эти и другие особенности, мы разработали блок видеокодер ПА-18К, который преобразует в цифровой код аналоговый электрический сигнал с телевизионной камеры, пропорциональный яркости полутонового изображения.

Преобразующая часть ПА-18К выполнена на стробируемых быстродействующих компараторах КР597СА2 (D4-D10)/см. рис. 1/. На пороговые входы каждого компаратора подаются свои опорные напряжения, снимаемые с отводов последовательной резисторной цепи (R1-R6) делителя напряжения между заданными уровнями, а на все аналоговые входы компараторов поступает видеосигнал с телевизионной камеры.

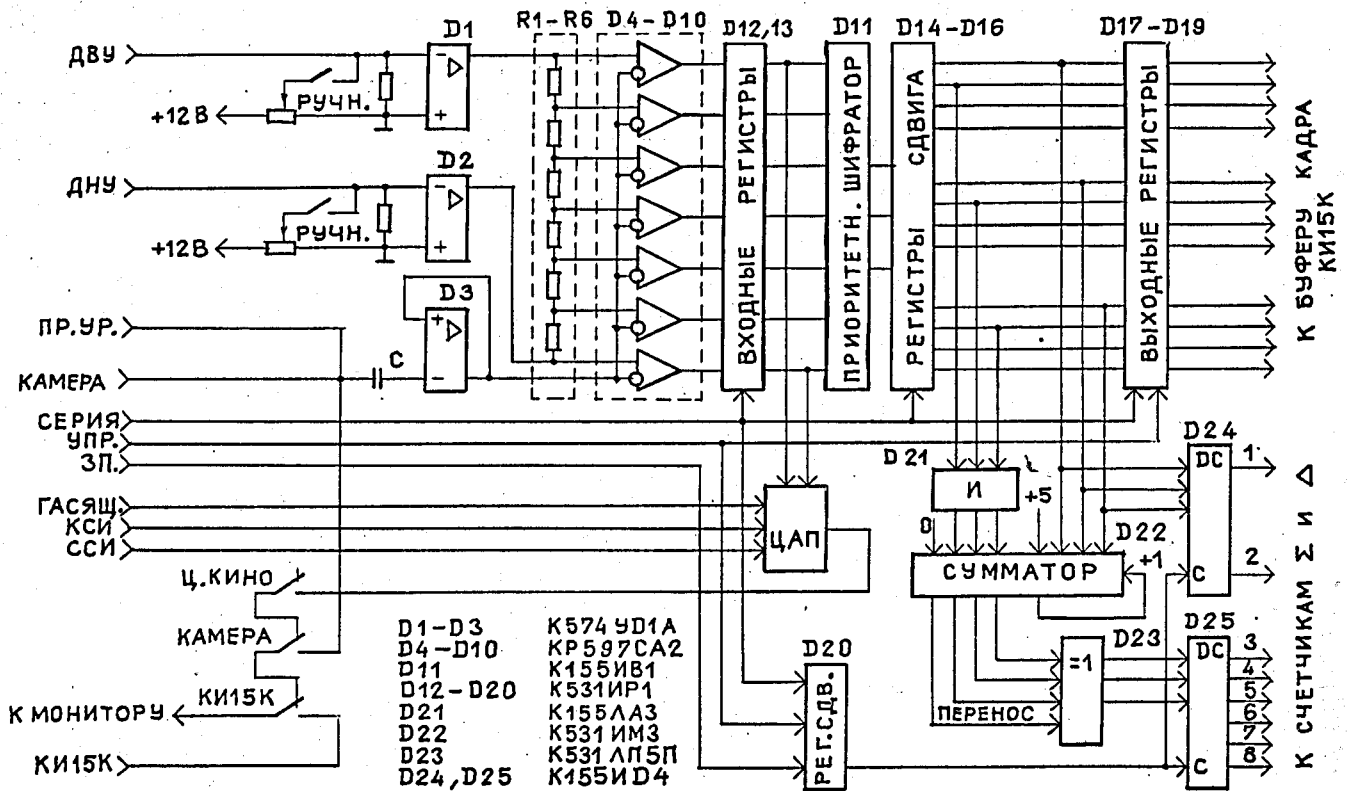


Рис. 1. Структурная схема видеокодера ПА-18К.

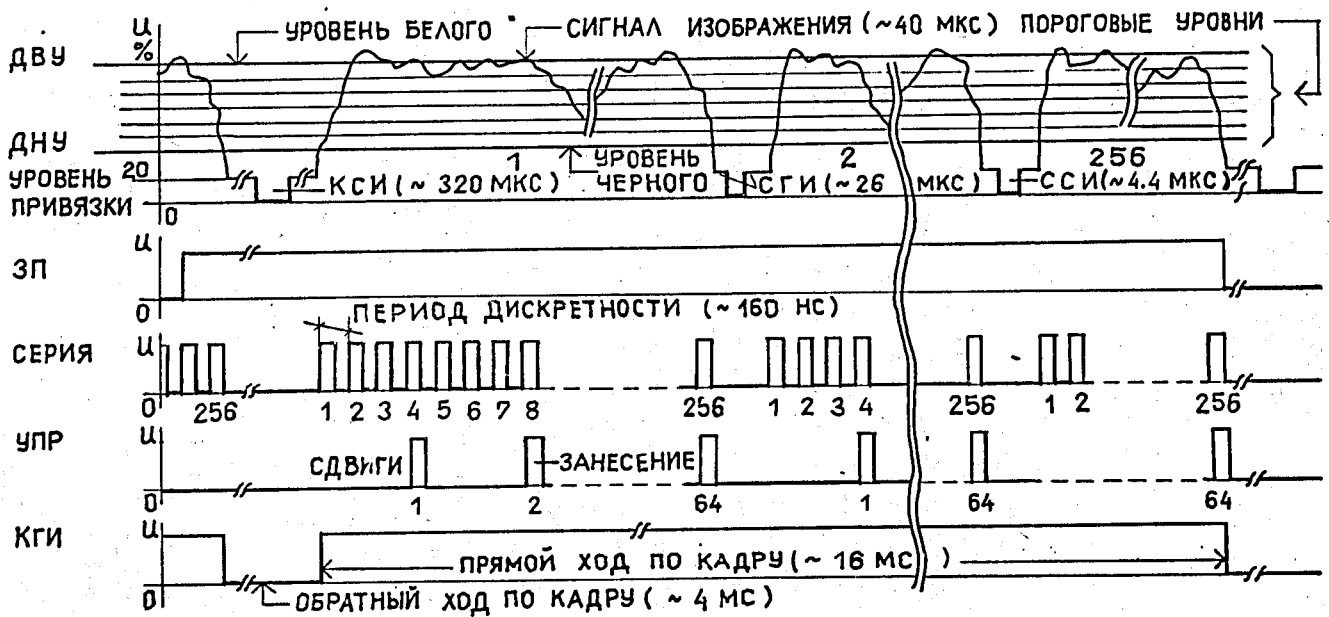


Рис. 2. Временная диаграмма кодирования изображений.

В литературе /2/ указывается на целесообразность включения шунтирующего конденсатора между входами компараторов, когда выходное сопротивление источников сигнала и опорного напряжения не может быть принято за нулевое. Нами опытным путем было установлено, что для необходимой развязки на входы компараторов видеосигнал и опорные напряжения должны подаваться через 500 Ом и тогда лучшие результаты по уменьшению влияния гистерезиса достигаются при шунтирующем конденсаторе 30-40 пикофард.

Применение быстродействующих буферных усилителей, выполненных на основе операционного усилителя К574УД1А, для усиления не только видеосигнала (D3), но и для передачи опорных уровней, обусловлено необходимостью выдавать в нагрузку сравнительно большой ток, при автоматическом регулировании этих уровней. Последнее необходимо при кодировании изображений в условиях нелинейности датчика видеоинформации и неравномерной освещенности объекта по полю изображения /3/. Это особенно важно для реальных условий, даже если применяется передающая телевизионная трубка с улучшенными характеристиками.

Кодирование видеосигнала осуществляется между двумя управляемыми уровнями: уровнем "черного" (ДНУ) и уровнем "белого" (ДВУ). Управление этими уровнями от ЭВМ с использованием внешних ЦАП является основным, в то время как ручное управление применяется в процессе контроля аппаратуры. Причем следует заметить, что разрядность ЦАП должна быть не менее 10-12 разрядов. Такая высокая точность задания пороговых уровней оправдана опытом практического использования видеокодера для оцифровки реальных изображений.

Полный телевизионный сигнал усиливается усилителем (D3), на входе которого осуществляется привязка к нулевому уровню. Далее сигнал поступает параллельно на входы семи компараторов, на входах которых на короткое время возникает линейный семиразрядный код с единицами на выходах тех компараторов, у которых амплитуда входного сигнала превышает его опорное напряжение /4/.

Регистрация изображения включает в себя не только преобразование аналоговой формы сигнала в цифровую, но и запоминание цифрового массива телевизионного кадра в буферной памяти. В качестве буферной памяти кадра использована память блока драйвера телевизионного монитора КИ-15К, который имеет связь с магистралью КАМАК. КИ-15К обеспечивает прием, хранение и отображение на экране монитора цветной и черно-белой картины с полем изображения 256 x 256 точек. Память драйвера емкостью 192 кбит выполнена на 12 микросхемах динамической памяти К565РУ6. Период одной строки по стандартам телевидения равен 64 мкс, во время прямого хода строки (40 мкс) отображаются 256 точек, поэтому время индикации одной точки приблизительно 160 нс. Так как время считывания микросхем РУ6 составляет около 600 нс, то за один цикл обращения к памяти блока считывается информация о четырех точках изображения одновременно /5/.

Для согласования работы видеокодера ПА-18К с памятью драйвера КИ-15К во времени используются несколько сигналов: сигнал СЕРИЯ - меандр с периодом 160 нс, присутствующий всегда во время прямого хода луча по строке, сигнал УПР, представляющий собой выборку каждого четвертого импульса меандра внутри длительности прямого хода строки, начиная с четвертого импульса, т. е. всего 64 импульса на строку, сигнал записи в память изображения ЗП, равный длительности одного кадра, начало которого фазировано началом обратного хода очередного кадра и заканчивается в конце прямого хода последней строки следующего кадра. Таким образом, за время сигнала ЗП поступает 64 x 256 сигналов управления УПР, каждый из которых обслуживает 4 точки изображения. А воспроизведение всей памяти буфера на экране монитора соответствует одному кадру телекамеры. Сигнал ЗП инициируется программным путем через магистраль КАМАК обращением к блоку КИ-15К по команде А(0)F(16). Сигналы СЕРИЯ, УПР, ЗП, приходящие из КИ-15К в видеокодер, используются далее для синхронной оцифровки аналогового сигнала и его фазированной записи в буфер кадра.

Кроме того, из КИ-15К поступают сигналы, необходимые для образования видеосигнала, подаваемого на монитор: ГАСЯЩ (строчный и кадровый гасящие сигналы), КСИ (кадровый синхроимпульс), ССИ (строчный синхроимпульс), с помощью которых осуществляется синхронность и синфазность разверток телекамеры, а также постоянный вывод информации на монитор.

Временная диаграмма кодирования изображения в видеокодере показана на рис. 2.

Непрерывный линейный семиразрядный код на выходах компараторов поступает на входы занесения в регистр (D12, D13), на котором происходит квантование тактовыми импульсами СЕРИЯ, и на выходах регистров код имеет дискретные значения во времени. Далее код поступает на приоритетный шифратор (D11), на выходе которого образуется двоичный трехразрядный код. Эти три разряда поступают на вход трех четырехразрядных сдвигающих регистров (D14-D16), на которых образуется суммарный 12-разрядный код, содержащий информацию о четырех последовательных точках строки закодированного изображения. Синхронно с сигналами управления УПР эти 12-разрядные слова заносятся в выходной регистр (D17-D19), а затем, за время приблизительно 600 нс, при наличии сигнала ЗП, запоминаются в буфере памяти КИ-15К.

Видеокодер также содержит аппаратные средства экспрессного анализа кодируемой информации для целей ускорения процесса автоматического фокусирования изображения и машинного управления опорными уровнями квантования ДВУ и ДНУ, которые помогают программированию необходимых действий. Регистр (D20) и дешифраторы (D24, D25) служат для передачи информации о кодах, заносимых в буфер кадра на вход внешних 8 счетчиков для подсчета распределения яркостей точек и перепадов яркостей соседних точек изображения. Эти аппаратные средства вырабатывают наборы импульсов, следующих по восьми выходам на внешние счетчики: число импульсов, подаваемых на выход 1, соответствует числу всех "белых" точек на оцифрованном кадре; число импульсов на выходе 2 - числу "черных" точек на кадре;

число импульсов на выходах 3, 4, 5, 6, 7, 8 отражает число величин перепадов в яркости по модулю между соседними точками соответственно. Число нулевых перепадов не подсчитывается. Также мало информативным оказалось число максимальных перепадов.

Некоторый интерес представляет схемное решение измерения величин препадов (выделения модулей) разности кодов соседних точек изображения. Выход полного трехразрядного сумматора подключен к выходному дешифратору (D25) через управляемые инверторы, выполненные на схеме исключаящее ИЛИ (D23). Управление инверторами осуществляется по сигналу, получаемому с четвертого разряда переноса сумматора в соответствии с алгоритмом получения модуля разности кодов. Как известно, вычитание двоичных кодов по модулю 2, как и сложение, выполняется на полном сумматоре (D22) по следующим алгоритмам /6/:

- когда разность кодов положительна ( $A-B > 0$ ), то прямой код уменьшаемого, поступающий на дешифратор (D24) для счетчика распределения яркостей, суммируется в сумматоре с обратным кодом вычитаемого, полученным на выходе инвертора (D21), и добавляется единица (+1) в младший разряд суммы (в этом случае отсутствует перенос), т. е.

$$A - B = (A + B_{\text{обр}}) + 1;$$

- когда разность отрицательна ( $A-B < 0$ ), то после суммирования прямого и обратного кодов (как и в первом случае) сумма инвертируется на схеме (D23) по сигналу переполнения, т. е.

$$A - B = (A + B_{\text{обр}})_{\text{обр}}.$$

В видеокодере имеется возможность непрерывного наблюдения упрощенного динамического изображения сигнала телекамеры после оцифровки АЦП видеокодера, восстановленного с помощью

быстродействующего цифро-аналогового преобразователя. Это изображение содержит меньшее число градаций яркости: только три - белая, серая и черная. Белая - сигналы, превышающие ДВУ, черная - сигналы, не достигшие уровня ДНУ, и серая - сигналы больше ДНУ и меньше ДВУ. (Это динамическое изображение названо "цифровым кино"). Такой вид обедненной информации оказывается наиболее удобным для настройки уровней ДВУ и ДНУ с тем, чтобы лучше выделить полезную часть видеoinформации, поступающей с телекамеры.

Видеокодер имеет коммутацию информации, выдаваемую на монитор наблюдения. Коммутация осуществляется переключателями на лицевой панели блока. К монитору может быть подключено "цифровое кино", может быть подключена телекамера напрямую и память драйвера КИ-15К, в котором запомнена статическая картина одного кадра. Блок собран в конструктиве с двойной шириной КАМАК.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Петраков А. В. Автоматические телевизионные комплексы для регистрации быстропротекающих процессов. М.: Энергоатомиздат, 1987.
2. Алексеенко А. Г. и др. Применение прецизионных аналоговых микросхем. М.: Радио и связь, 1987.
3. Андреев В. П. и др. Эксперименты с машинным зрением. М.: Наука, 1987.
4. Мелешко Е. А. Наносекундная электроника в экспериментальной физике. М.: Энергоатомиздат, 1987.
5. Семенов Ю. Б. и др. ОИЯИ, 13-81-271, Дубна, 1981.
6. Зельдин Е. А. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре. Л.: Энергоатомиздат, 1986.

Рукопись поступила в издательский отдел  
1 ноября 1990 года.