

О БЫСТРОДЕЙСТВИИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ БЕСФИЛЬМОВОГО СЪЕМА ИНФОРМАЦИИ С ИСКРОВЫХ КАМЕР

А. В. ПЕТРАКОВ

На основе анализа характеристик инерционности нарастания и считывания сигнала видиконов и суперортиконов показано, что применение суперортиконов по сравнению с видиконами увеличит быстродействие линии «искровая камера — телевизионная система — ЦВМ» на порядок. При малом числе промежутков искровой камеры быстродействие указанной линии может быть такой же величиной, как быстродействие искровой камеры.

Одной из областей применения телевизионных измерительных автоматов является телевизионный бесфильмовый съем информации с искровых камер, детектирующих следы ядерных частиц [1]. Современные ускорители работают с частотой до 50 $\mu\text{с}$. Искровые камеры при регистрации следов могут срабатывать неоднократно в течение импульса ускорителя со временем разрешения около $1 \div 2$ мсек.

При проведении экспериментов с набором большой статистики (10^7 событий) крайне желательно, чтобы система съема информации с искровых камер (в данном случае телевизионная) не ограничивала быстродействие измерительного комплекса и, таким образом, не увеличивала длительность эксперимента. Быстродействие телевизионной системы определяет разрешающую способность во времени или готовность телевизионной системы после фиксации события в искровой камере (передачи координат следов в запоминающее устройство и необходимой подготовки) к фиксации следующего события.

В случае применения в качестве передающей телевизионной трубки видиконов, а они применялись во всех опубликованных до настоящего времени работах (за исключением двух сообщений [13, 14]), наиболее инерционным элементом измерительного канала свет—видео сигнал—код является светочувствительный слой видикона. Время разрешения определяется инерционностью видикона и складывается из трех составляющих: 1) времени нарастания потенциального рельефа на мишени видикона; для нарастания потенциального рельефа необходимо отводить часть кадра или целый кадр, в котором произошло событие в искровой камере (в системах с неперестраиваемым стандартом разложения); 2) времени съема информации — на это затрачивается один кадр; 3) времени стирания остаточного изображения.

1. Нарастание сигнала

Анализ характеристик нарастания тока сигнала [2, 3] показал, что накопление носит экспоненциальный характер: время нарастания тока сигнала равно 2—3 кадрам при освещенности на фотослое в несколько десятков люкс.

На рис. 1 представлены кривые нарастания тока сигнала при времени экспозиции 1 мксек [4]. В течение времени 0,1 → 20 мсек нарастание сигнала идет по экспоненте при освещенности $0,6 \cdot 10^5$ лк, а при освещенности в $4 \cdot 10^5$ лк сигнал нарастает сначала очень быстро, а затем медленнее. Через 15—20 мсек сигнал практически достигает установившегося значения.

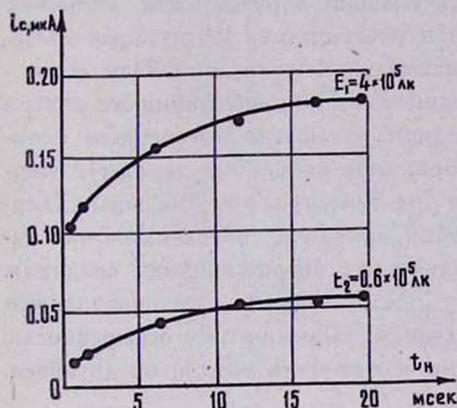


Рис. 1. Характеристики нарастания сигнала видиконов при микросекундных засветках.

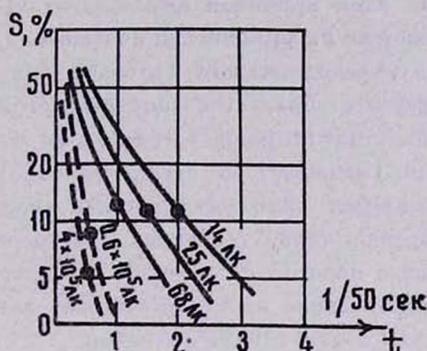


Рис. 2. Характеристики нарастания сигнала видиконов, рассчитанные в соответствии с формулой (1).

На рис. 2 представлены характеристики инерционности нарастания сигнала, построенные по кривым нарастания сигнала рис. 1 и [2, 3] на основании известной формулы

$$S = \frac{i_{cl} - i_{c\infty}}{i_{co} - i_{c\infty}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где i_{cl} — ток сигнала в момент определения инерционности;

i_{co} — ток сигнала на выходе трубки до изменения освещенности;

$i_{c\infty}$ — ток сигнала, соответствующий новому стационарному состоянию.

Налицо уменьшение инерционности нарастания при большой освещенности.

Характеристики нарастания сигнала позволяют выбрать интервал времени после вспышки, по истечении которого можно начинать считывание сигнала с мишени видикона. При уменьшенном интервале первые строки будут считываться при малом отношении сигнал/шум. При увеличении интервала уменьшается быстродействие измерительной системы. Видимо, следует задаваться величиной неполного установления сигнала.

2. Спадание сигнала

При съеме информации с мишени видикона электронным лучом потенциальный рельеф на мишени не может быть стерт однократным прохождением луча [5]. В этом проявляется коммутационная инерционность. В случае поступления следующего события во втором кадре электронный луч

будет снимать информацию о двух событиях. Измерительная система будет фиксировать новое событие и одновременно с ним ложное событие (уже измеренное).

Из всех передающих трубок наименьшая скорость стирания потенциального рельефа электронным лучом у видикона. Инерционность спада сигнала в видиконе обусловлена следующими факторами [5, 6]. При экспозиции на фотослое накапливаются большие заряды, для стирания которых считывающим пучком требуется многократная коммутация мишени; этой причиной обусловлена так называемая коммутационная составляющая инерционности считывания видиконов. При экспозиции же внутри полупроводникового фотослоя при помощи механизма внутреннего фотоэффекта образуется «внутреннее» изображение (объемные заряды). Многократное стирание электронным лучом практически его не уменьшает (вернее, уменьшает, но очень медленно). Этой причиной обусловлена так называемая фотоэлектрическая составляющая инерционности спада сигнала. Правда, такая трактовка противоречит представлению о фотопроводнике, как о простой RC -цепочке с сопротивлением, зависящим от освещенности. Образование пространственных зарядов может быть объяснено двухзвенной RC -структурой фотослоя.

Рис. 3 и 4 характеризуют инерционность спада сигнала при микросекундных засветках одиночными импульсами и частотах 6,25 гц и

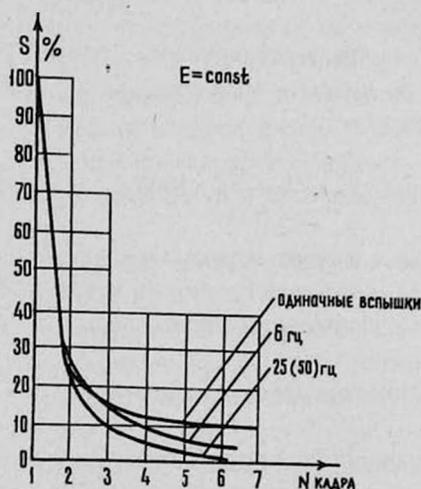


Рис. 3. Характеристики считывания видиконов в зависимости от частоты вспышек.

25(50) гц. Можно видеть, что необходимо 2—3 кадра стирания остаточного изображения.

3. Время разрешения видикона

Время разрешения видикона может быть записано так

$$t_{\text{разр.}} = t_{\text{нар.}} + t_{\text{с. н.}} + t_{\text{стир.}}, \quad (2)$$

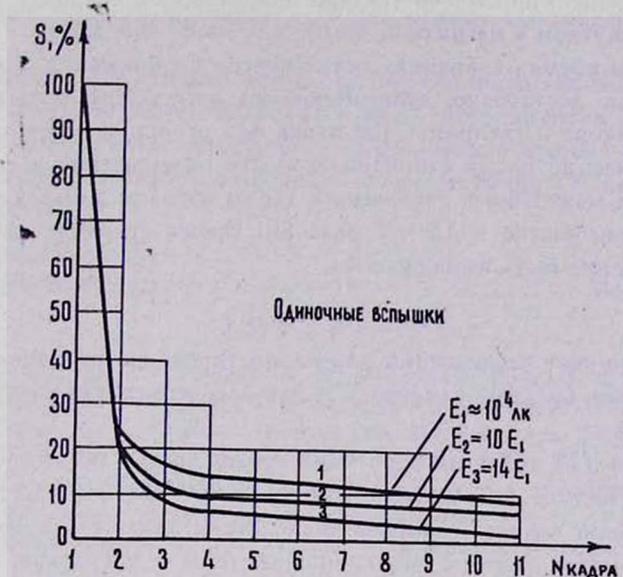


Рис. 4. Характеристики считывания видиконов в зависимости от освещенности на мишени.

где $t_{\text{нар.}}$ — время нарастания потенциального рельефа от момента события до момента заданной величины неполного установления тока сигнала;

$t_{\text{с. п.}}$ — время кадра съема информации;

$t_{\text{стир.}}$ — время стирания остаточного изображения.

Очевидно, что уменьшение любой из этих составляющих уменьшит время разрешения видиконной системы и тем самым увеличит ее быстродействие

$$B = 1/t_{\text{разр.}} \quad (3)$$

Как видно из рис. 1, выбрать $t_{\text{нар.}} < 3 \div 5$ мсек едва ли представляется возможным. Это при коротких засветках с высокой освещенностью. При уменьшении освещенности время формирования потенциального рельефа будет увеличиваться.

В подавляющем большинстве известных измерительных видиконных систем период строчной развертки выбран $t_{\text{стр.}} = 50 \div 60$ мсек. Эта величина обусловлена характеристиками аппаратуры вещательного телевидения, элементы и стандартные блоки которой используются для измерительных систем. Таким образом, время кадра съема информации

$$t_{\text{с. в.}} = n t_{\text{стр.}}, \quad (4)$$

где n — число строк. С учетом времени обратного кадрового хода эта величина будет несколько больше (на $2 \div 5\%$).

Скорость перемещения электронного луча во время съема информации не может быть выбрана слишком большой из-за недостаточной пространственной разрешающей способности мишени видикона, а также недостаточного быстродействия триггерно-формирующих схем измерительно-

го канала. Например, при $n=40$ (случай однозачерной искровой камеры с большим промежутком в магнитном поле) $t_{с. н.} = 2 \div 2,5$ мсек.

Рассмотрим время стирания остаточного изображения $t_{стпр.}$. Двух кадров стирания достаточно, если несколько расфокусировать электронный пучок видикона и увеличить ток пучка при стирании остаточного изображения, причем во время стирания скорость перемещения электронного луча по мишени может быть увеличена и таким образом длительность кадров стирания уменьшена в $1,5 \div 2$ раза [7]. Время стирания остаточного изображения может быть выражено так

$$t_{стпр.} = 2 \alpha t_{с. н.}, \quad (5)$$

где α — коэффициент уменьшения длительности кадров стирания остаточного изображения (меньше единицы), и для рассмотренного случая составляет $4 \div 5$ мсек.

По формуле (2) получим $t_{разр.} = 10 \div 12,5$ мсек, а по (3) быстродействие $B=80 \div 100$ соб/сек. Соответственно, при малом числе промежутков многозачерной искровой камеры число строк разложения может быть уменьшено, а быстродействие видиконной системы — увеличено.

4. Перспективы применения передающих телевизионных трубок других типов

Как показали результаты экспериментальных исследований характеристик суперортиконов при импульсных засветках [8—10], применение суперортиконов для съема информации с искровых камер позволит повысить быстродействие измерительного комплекса и ускорить набор статистических данных. В [8] представлена характеристика нарастания тока сигнала суперортиконов ЛИ-17 при засветке импульсной лампой с длительностью вспышки около одной микросекунды: нарастание сигнала суперортиконов происходит за доли микросекунды. Такие же данные получены в работе [9].

В результате экспериментальных исследований установлено [8], что при коротких засветках, также, как и в обычном режиме работы суперортиконов, остаточный сигнал во втором кадре практически отсутствует (меньше 3%). Такой же результат получен и для суперортиконов ЛИ-214 [10]. В таком случае время разрешения суперортикона из (2) есть $t_{разр.} \approx t_{с. н.}$

Из передающих телевизионных трубок, появившихся в последние годы, заслуживают внимания секон [11] и плюмбикон [12]. Но данные по инерционности их в режимах коротких засветок пока отсутствуют.

В ы в о д ы

1. Скорость набора статистических данных в линии «искровая камера—телевизионная система—ЦВМ» при использовании видикона ограничивается инерционными свойствами фотослоя видикона. Быстродействие

видиконной системы примерно в 10 раз меньше быстродействия искровых камер.

2. Применение суперорثикона [13, 14] для бесфильмового съема информации с искровых камер позволит в ряде экспериментов довести быстродействие линии «искровая камера—телевизионная система—ЦВМ» до значения, когда временные возможности искровой камеры будут использоваться полностью.

Всесоюзный заочный
электротехнический институт

Поступила 7.XI.1973

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А. В. Петраков, В. А. Клевалин, В. П. Горохов. ПТЭ, № 4, 7 (1972).
2. Р. Е. Быков, С. Б. Гуревич. Техника кино и телевидения, № 5, 1959.
3. Р. Е. Быков, С. Б. Гуревич. Техника кино и телевидения, № 4, 1961.
4. А. В. Петраков, В. П. Горохов, И. В. Лупаков. ПТЭ, № 1, 223 (1969).
5. А. Е. Гершберг. Передающие телевизионные трубки, использующие внутренний фотоэффект (видиконы), Изд. Энергия, 1964.
6. П. Ф. Брацлавец, И. А. Росселевич, Л. И. Хромов. Космическое телевидение, Изд. Связь, 1967.
7. G. Dardel, G. Jarlskog. CERN preprint, № 64—30, 1964.
8. В. П. Горохов, А. В. Петраков. Изв. АН АрмССР, Физика, 6, 64 (1971).
9. Г. Н. Грязин. Вопросы радиоэлектроники, техники телевидения, 1972, вып. 1.
10. В. П. Горохов, А. В. Петраков. Изв. АН АрмССР, Физика, 7, 146 (1972).
11. С. Б. Менде. Труды ин-та инженеров по электротехнике и радиоэлектронике, 57, 31 (1969).
12. G. Le Noach. Le tube Plumbicon. Rev. franc. radiodiffus. et telev., 3, 171 (1969).
13. Т. А. Асатиани, В. П. Горохов, В. А. Иванов, А. В. Петраков. ПТЭ, № 4, 64 (1972).
14. Ю. А. Белолазов, С. П. Круглов, Б. Г. Подласкин, В. В. Сумачев. ПТЭ, № 2, 247 (1973).

ԿԱՅՄԱՅԻՆ ԽՅՆՐԻՑ ԻՆՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ ՈՉ ԿԻՆՈԺԱՊՈՎԵՆԱՅԻՆ
ՀԱՆՄԱՆ ՀԵՌՈՒՍՏԱՏԵՍՄԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼԻՐՆԵՐԻ ԳՈՐԾՈՂՈՒԹՅԱՆ
ԱՐԱԳՈՒԹՅԱՆ ՎԵՐԱՐԵՐՅԱԼ

Ա. Վ. ՊԵՏՐԱԿՈՎ

Վիզիկոնների և սուպերորտիկոնների ազդանշանի աճման և հանման ինտեգրոնոմիայան բնութագրերի ուսումնասիրման հիման վրա ցույց է տրված, որ սուպերորտիկոնների կիրառումը մեծացնում է սկայմային խցիկ—հեռուստատեսային սխեման—ԹՀՄ» գծի գործողության արագությունը:

ON THE QUICK-OPERATION OF TELEVISION COMPLEX OF FILMLESS INFORMATION READOUT FROM SPARK CHAMBERS

A. V. PETRAKOV

One can see from the analysis of the time lag characteristics of the growth and readout of vidicon and superorthicon signals that the use of superorthicons increases the quick-operation of the line „Spark Chamber-Television System-Computer“ by an order of magnitude in comparison with vidicons. At the small number of spark chamber intervals the quick-operation of such line may be equal to that of the spark chamber.