

ПРИМЕНЕНИЕ МАЛОКАДРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ ДЛЯ СЪЕМА ДАННЫХ С ИСКРОВЫХ КАМЕР

В. А. КАНЦЕРОВ, В. П. КОТЕЛЬНИКОВ, Ю. П. КУЛЯБИЧЕВ, Б. С. РОЗОВ

Рассматривается возможность построения телевизионной системы для автоматической записи координат треков в искровой камере. Показаны преимущества малокадрового телевидения при регистрации редких событий. Приведены результаты исследования возможности работы видикона в малокадровом режиме с искровой камерой. Исследования проводились на лабораторном макете с видиконом ЛИ-23. Частота строк 50 ц , частота кадров—1 ц . Защита телекамеры от наводок в момент запуска искровой камеры осуществлялась путем запираания тока луча видикона на 1—2 сек . Считывание сигнала производится по „памяти“.

Приведены фотографии видеосигналов от разряда в воздухе и в неоне. Энергия искры 0,08 дж .

Малое мертвое время искровой камеры (ИК) позволяет получить с нее большое количество информации. Сравнительно малый процент интересных событий по отношению ко всему количеству зарегистрированных событий заставляет просматривать и анализировать большое количество фотокадров с последующим обмером координат следов или углов интересных событий.

Поэтому вполне понятен интерес, который проявляется в последнее время к автоматическим системам съема и обработки информации с ИК. В настоящее время разработан ряд бесфильмовых способов съема данных, таких как акустический, нитяные камеры с магнитными сердечниками, телевизионный [1, 2, 3]. Разрабатывается также электрофотографический способ запоминания и съема данных.

Нужно сказать, что задача автоматического опознавания и съема данных с ИК бесфильмовым методом значительно более простая по сравнению с аналогичной задачей для пузырьковой камеры. Это обстоятельство связано с меньшим объемом информации из-за малого количества треков, а также из-за значительно меньших требований по точности, что определяется шириной искры (1 мм). Кроме того, заранее может быть задан характер регистрируемых событий путем использования, например, счетчиков, включенных на совпадение.

Из перечисленных методов телевизионный обладает наибольшей универсальностью и гибкостью:

1. Не меняется конструкция самой искровой камеры при переходе от фоторегистрации к телевизионной системе.
2. Без особых затруднений осуществляется регистрация достаточно большого количества искр.
3. Гибкость в выборе числа строк и расстояния между строками для целей предварительного распознавания интересного события.

4. Сохраняется преимущество ИК как визуального трекового детектора.

Выбор типа телевизионной системы для съема координат (не принимая во внимание вопросы распознавания интересных событий) зависит от задач экспериментов. Если мы применяем ИК для работы с импульсом частиц от ускорителя, естественным является стремление использовать ИК с максимально возможной частотой запуска. Очевидно, что телевизионная система в этом случае должна обеспечивать достаточно быстрый съем координат, т. е. длительность считывания кадра практически будет определять мертвое время всего тракта. С другой стороны, если ИК используется для регистрации сравнительно редких событий, вызываемых космическими частицами, то нет необходимости использовать быстрые развертки, т. е. широкополосный телеканал. В этом случае более целесообразно использовать узкополосную малокадровую телевизионную систему считывания [4], т.е. систему со временем кадра намного большим, чем принято в обычном вещательном телевидении.

Действительно, полоса частот, необходимая для съема и передачи изображения зависит от числа элементов разложения передаваемого изображения и от времени передачи изображения

$$F = \frac{n}{2T},$$

где n — число элементов разложения, T — время передачи изображения.

Видно, что при использовании малокадрового телевидения мы можем сужать полосу частот как за счет уменьшения детальности изображения путем уменьшения числа строк считывания (что возможно из-за близости следа события к дуге окружности), так и за счет увеличения времени считывания (длительности кадра) [4].

Сужение полосы частот влечет за собой принципиальное упрощение всей системы съема и обработки данных в целом, и, прежде всего, упрощение цифрового преобразователя и оперативного запоминающего устройства (ЗУ) системы. В самом деле, стандартная промышленная или вещательная телекамера с полосой пропускания в 7,5 мГц, частотой строк $F_{\text{стр}} = 16$ кГц и временем передачи кадра $T = 20$ мсек требует для получения точности 1 мм в искровой камере длиной в 1 м быстродействия цифрового преобразователя и оперативного запоминающего устройства в 0,06 мксек (16 мГц).

Малокадровая же телевизионная система с полосой в 200 кГц частотой строк $F_{\text{стр}} = 100$ кГц и временем передачи кадра $T_k = 1$ сек требует при той же точности измерения координат быстродействия в 10 мксек (100 кГц).

Существующие специальные видеоконны для малокадрового телевидения позволяют увеличить время передачи изображения до десятков секунд, что дает возможность еще более снизить требования к быстродействию цифрового преобразователя и оперативного ЗУ.

Остальные технические показатели малокадровых систем (чувствительность, разрешающая способность и число передаваемых градаций) не уступают техническим показателям стандартных широкополосных систем, а некоторые показатели даже выше. Так, вследствие уменьшения тока пучка в малокадровом режиме, возможно увеличение разрешения видикона до 800 линий, а отношение сигнал/шум по той же самой причине может быть увеличено в 3—4 раза по сравнению с вещательными камерами.

Отношение сигнал/шум на выходе системы, использующей передающую трубку видикон, ограничивается шумами предварительного усилителя и зависит от сопротивления нагрузки передающей трубки. Поэтому правильный выбор R_n при конструировании камеры имеет большое значение для достижения наилучшего качества изображения. Анализ зависимости напряжения сигнала, эффективных значений тепловых и дробовых шумов в зависимости от R_n показывает, что увеличение R_n сопровождается ростом напряжения сигнала, опережающего увеличение шумов. Наличие внутреннего сопротивления видикона конечной величины ограничивает рост напряжения сигнала U_c с увеличением R_n , вызывая насыщение ψ .

При уменьшении тока пучка, что характерно для малой скорости развертки, R_i трубок увеличивается. Это увеличивает ψ при низких скоростях развертки за счет увеличения R_n . Можно достичь более чем трехкратного выигрыша в ψ при снижении скорости развертки, если повысить R_n таким образом, чтобы отношение R_n/R_i осталось постоянным [6].

Как видно из вышеизложенного, идея создания узкополосной малокадровой телевизионной системы проста. Однако ее реализация в виде действующей системы требует решения некоторых специфических вопросов:

1. При регистрации следов в искровой камере телевизионная система работает в режиме импульсной засветки (1—10 мксек).
2. Такой режим работы видикона, называемый иногда работой по „памяти“, требует от него способности сохранять потенциальный рельеф на фотокатоде в течение времени ожидания и считывания („память“).
3. Переход к малокадровому режиму уменьшает величину сигнала.

Характер процессов, имеющих место в видиконе в малокадровом режиме, до сих пор мало изучен. Как правило, работу трубки в режиме с импульсной засветкой определяют так называемой накопительной характеристикой $i_c = f(E, t_{\text{эксп}})$, где E — освещенность в лк, $t_{\text{эксп}}$ — время экспозиции в сек, i_c — ток сигнала [5, 7, 8].

Однако закон взаимозаменимости, т. е. условие, что ток сигнала постоянен при постоянстве величины $E \cdot t_{\text{эксп}}$, для видиконов часто не имеет места. Особенно характерно это для малых освещенностей,

искровой камеры, а отпирается третьим кадровым синхронизирующим импульсом после запуска ИК.

Схема запрета позволяет успешно работать без какого-либо экранирования электронных блоков телекамеры.

Все логические устройства собраны на унифицированных блоках.

При измерении времени памяти видеикона изображением служила решетка из 20 прозрачных полос шириной 2 мм, нанесенных равномерно на длине 200 мм. Кратковременное освещение решетки осуществлялось лампой-вспышкой ИСК-10, работающей в паспортном режиме.

На рис. 4 приведена осциллограмма видеосигнала от такой решетки через 2 сек после вспышки. Длительность рабочей части строки, перекрывающей все линии решетки,

12 мсек, длительность видеосигнала от щели 150 мсек.

На рис. 5 приведены осциллограммы фона мишени выбранной строки и видеосигнала от разряда в воздухе. Расстояние между электродами 7–8 мм, $U = 24$ кВ, $C_{\text{ш}} = 1100$ пф, ширина искры 1–1,5 мм. Ток сигнала видеикона 0,021 мкА, длительность—120 мсек.

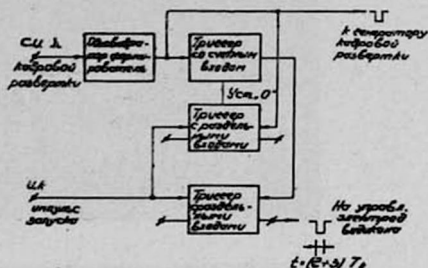


Рис. 3. Схема запрета луча видеикона.

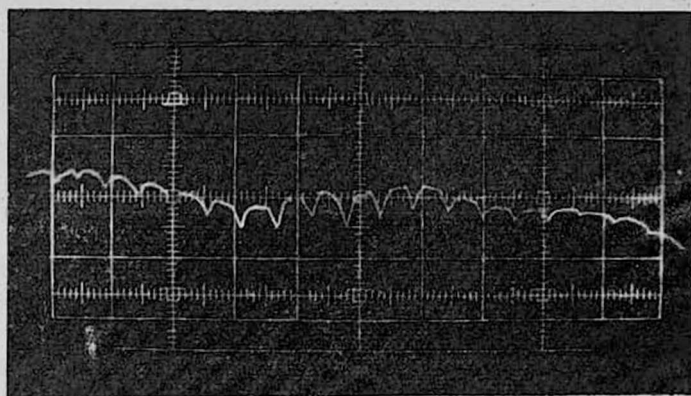


Рис. 4. Видеосигнал от решетки через 2 сек после вспышки. Масштаб по оси абсцисс 1 мсек/см, по оси ординат 0,75 в/см.

На рис. 6, 7, 8, 9 приведены осциллограммы видеосигналов от искры в искровой камере с зазором в 20 мм, наполненной неоном при различных режимах работы искровой камеры.

В результате исследований, проведенных на данном макете, получен видеосигнал разряда в искровой камере, вполне достаточный для дальнейшей его обработки, что целиком подтверждает возможность использования малокадрового режима работы видеикона для регистрации следов в искровых камерах.

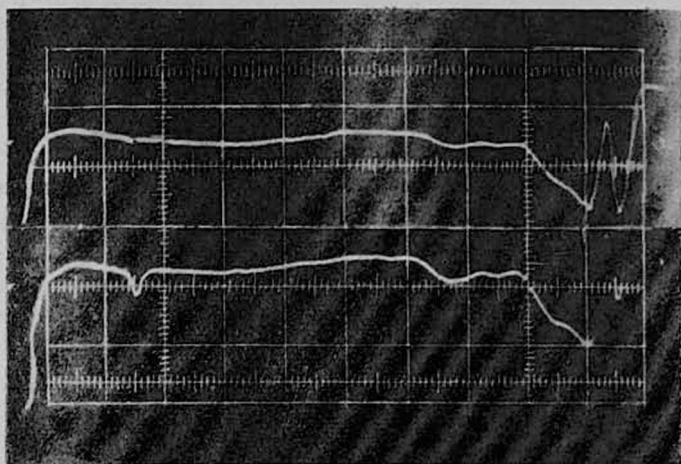


Рис. 5. Фон мишени и видеосигнал от разряда в воздухе. Масштаб по оси абсцисс 1 мсек/см, по оси ординат 1,5 в/см,

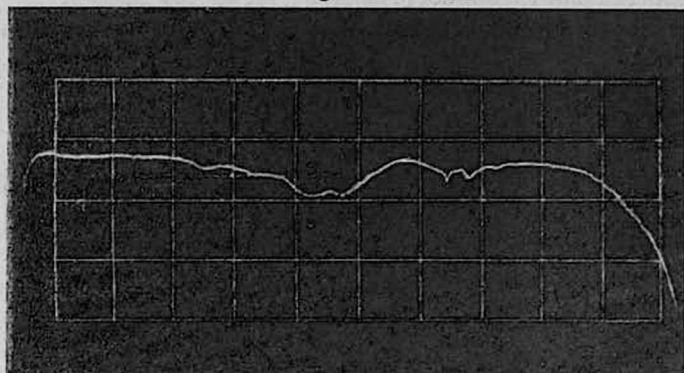


Рис. 6. Видеосигнал от искры в ИК. $U=24$ кВ, относительное отверстие объектива телекамеры 1:2, масштаб по оси абсцисс 1 мсек/см, по оси ординат 0,75 в/см.

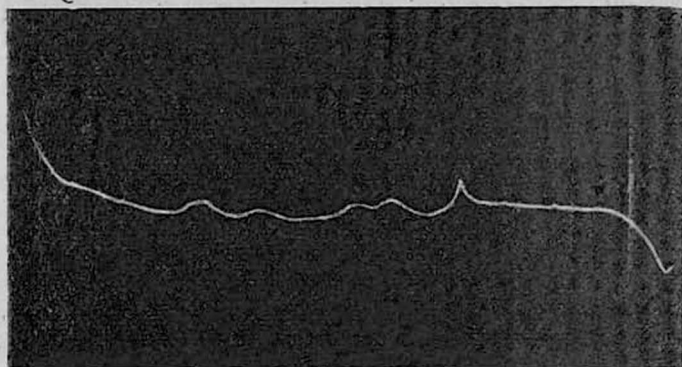


Рис. 7. Видеосигнал от искры в ИК. $U=18$ кВ, относительное отверстие объектива телекамеры 1:2, масштаб по оси абсцисс 1 мсек/см, по оси ординат 0,75 в/см.

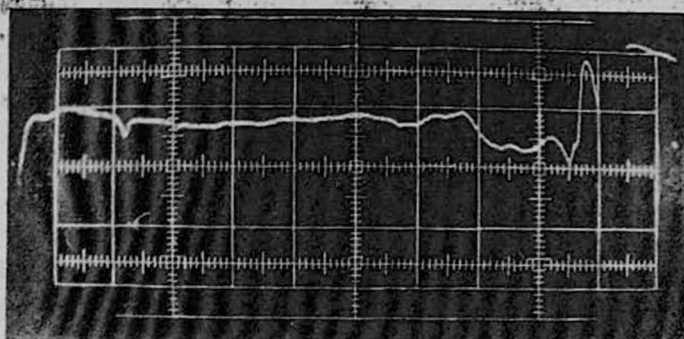


Рис. 8. Видеосигнал от искры в ИК. $U=24$ кВ, относительное отверстие объектива телекамеры 1:4, масштаб по оси абсцисс 1 мсек/см, по оси ординат 0,75 в/см.

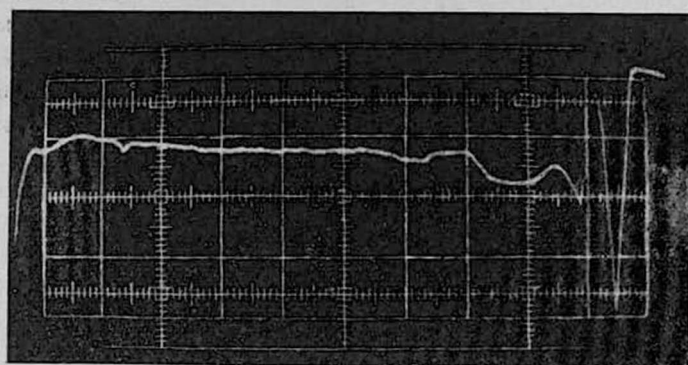


Рис. 9. Видеосигнал от искры в ИК. $U=18$ кВ, относительное отверстие объектива телекамеры 1:4, масштаб по оси абсцисс 1 мсек/см, по оси ординат 0,75 в/см.

Данную узкополосную малокадровую телевизионную систему предполагается использовать для обработки следов в искровой камере с четырьмя-пятью промежутками. Размер каждого промежутка $200 \times 200 \times 20$ мм³. Необходимо снимать координаты 2—3 следов с точностью ± 1 мм, а также выделять полезные события на фоне небольшого количества ложных искр по заранее заданным признакам полезного события. Цифровая запись положения трека осуществляется при помощи одного восьмиразрядного счетчика с быстродействием в 0,5 мсек (2 кГц), который регистрирует положения искр относительно системы отсчетных линий, расположенных по краям камеры.

Выделение полезных событий осуществляется логической схемой, отбрасывающей ложные искры.

В случае необходимости получения второй стереопроекции, нужна точно такая же вторая телевизионная система.

Блок-схема телевизионной системы обработки треков приведена на рис. 10.

Видеоконтрольное устройство (ВКУ) служит для визуального просмотра накопленной информации, а также для визуального наблюдения за регистрацией в ходе эксперимента.

Несколько подробнее следует остановиться на калибровке телекамеры. Как известно, вследствие нелинейности развертывающих токов, а также геометрических искажений, вносимых самим видеокон

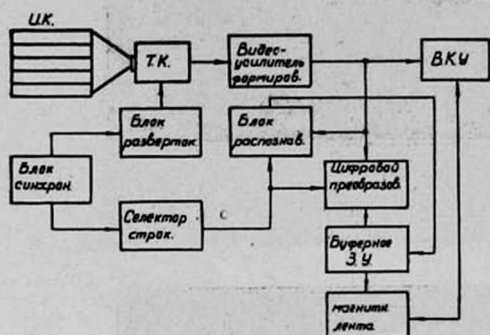


Рис. 10. Блок-схема телевизионной системы для обработки следов в искровой камере.

Техническое решение этой задачи возможно различными способами. В существующих телевизионных системах для обработки следов в искровой камере, как правило, либо используют полупрозрачное зеркало для поочередного проектирования на фотокатод видеоконка калибровочной шкалы и объема камеры, либо наносят шкалу прямо на прозрачную стенку ИК. И в том, и в другом случае снижается освещенность фотокатода видеоконка. Так как в малокадровом режиме это очень важно, то подобный метод в рассматриваемой системе неприемлем. Один из возможных вариантов калибровки приведен на рис. 11. Фотокато

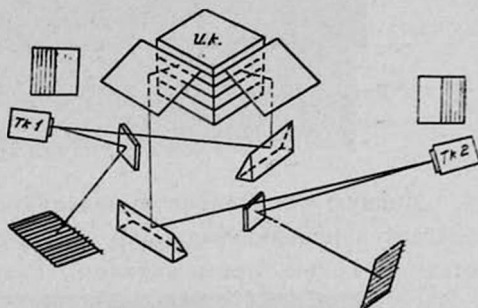


Рис. 11. Оптическая схема калибровки телекамеры.

тоды видеоконков разделены на две части. На первую половину первого видеоконка проектируется калибровочная шкала, на вторую — одна проекция искровой камеры. Вторая проекция искровой камеры проектируется на первую половину второго видеоконка, на вторую половину которого проектируется калибровочная шкала. Поскольку видеоконки будут питаться от одного источника, а отклоняющий ток в катушках один и тот же, то все изменения нелинейности, вследствие нестабильности источников питания, будут одинаковыми для обоих видеоконков. Искажения, связанные с конструктивными различиями самих видеоконков, могут быть устранены калибровкой перед началом работы системы

и учтены при обсчете событий. Возможно проектирование двух проекций изображения искры на фотокатод одного видикона, а калибрационной шкалы на всю поверхность фотокатодов второго видикона. Однако в этом случае усложняется оптическая система.

Московский инженерно-физический
институт

Поступила 10 июля 1966

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Материалы по технике искровых камер без фотографирования с использованием вычислительных машин. Женева, март, 1964.
2. S. Fukui et al. Jap. Journ. of Appl. Phys, 3, 400 (1964).
3. H. Gelezter, Nuovo Cimento, 22, 631 (1961).
4. И. Л. Валик, Л. И. Хромов, Техника кино и телевидения, 12, 20 (1958).
5. И. Л. Валик, Л. И. Хромов, Техника кино и телевидения, 5, 52 (1959).
6. Л. И. Хромов, Техника кино и телевидения, 3, 22 (1960).
7. А. Г. Кондратьев, Ю. Г. Минько, Техника кино и телевидения, 7, 63 (1960).
8. П. А. Юнаков, Техника кино и телевидения, 8, 52 (1962).

ՓՈՔՐԱԿԱԴՐ ՀԵՌՈՒՍԱՏՏՈՒԹՅԱՆ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ ԿԱՅԾԱՅԻՆ ԽՑԻԿԻՑ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՀԱՆՄԱՆ ՀԱՄԱՐ

Վ. Ա. ԿԱՆՑԵՐՈՎ, Վ. Պ. ԿՈՏԵԼՆԻԿՈՎ, ՅՈՒ. Պ. ԿՈՒԼՅԱԲԻՉԵՎ, Բ. Ս. ՐՈՋՈՎ

Քննարկված է հեռուստատեսային սխեմանի կառուցման հնարավորությունը կայծային խցիկից հետքերի կոորդինատների ավտոմատ գրառման համար: Ցույց են տրված հազվադեպ դեպքերի գրանցման ժամանակ փոքրակադր հեռուստատեսության առավելությունները: Բերված են կայծային խցիկի հետ փոքրակադր ռեժիմում վիդիկոնի աշխատանքի հնարավորությունների հետազոտման արդյունքները: Հետազոտումները կատարվել են լաբորատոր մակետի վրա — 23 վիդիկոնով: Տողերի հաճախականությունը 7 Հց, կայծային խցիկի թողարկման մոմենտին հետախցիկի պաշտպանությունը մակաժամից, իրադրծվել է վիդիկոնի ճառագայթի հոսանքի փակման ճանապարհով (1—2 վրկ): Ազդանշանի հաշվարկը կատարված է ըստ «հիշողության»:

Բերված են օդի և նեոնի մեջ պարպման տեսաազդանշանների լուսանկարները: Կայծի էներգիան 0,08 ջոուլ է:

THE USE OF SLOW-SCAN TELEVISION SYSTEM IN READING OUT SPARK CHAMBER DATA

V. A. KANTSEROV, V. P. KOTELNIKOV, YU. P. KULYABICHEV,
B. S. ROSOV

The possibility of designing a TV system for automatic recording of spark-chamber track coordinates is considered. The advantage of slow-scan TV systems for low rate events registration are shown. The results of researching the possibility of using Vidicon with a spark chamber in a slow scan regime are set forth. The research has been conducted on a laboratory model using Vidicon ЛИ-23. The horizontal and vertical sweep rates were 50 c/s and 1 c/s respectively. The ray-current of Vidicon was cut off for 1—2 sec during the start of the spark chamber to protect the TV camera from strays. The signal is read out by "memory".

The photographs of video-signals of spark discharge in the air and neon are reproduced. The energy of the spark was 0.08 joules.