

10219

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



ЭКЗ. ЧИТ. ЗАЛА

P13 - 10219

Ю.Бечер, К.Ваттенбах, Я.В.Гришкевич, В.Ф.Завьялов,  
А.А.Карлов, Г.Петер, В.И.Приходько, Ю.В.Тутышкин,  
Й.Шюлер

О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ  
ТЕЛЕВИЗИОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ  
СТРИМЕРНОЙ КАМЕРЫ УСТАНОВКИ Р И С К

1976

P13 - 10219

Ю.Бечер, К.Ваттенбах,\* Я.В.Гришкевич, В.Ф.Завьялов,  
А.А.Карлов, Г.Петер,\* В.И.Приходько, Ю.В.Тутышкин,  
Й.Шюлер

О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ  
ТЕЛЕВИЗИОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ  
СТРИМЕРНОЙ КАМЕРЫ УСТАНОВКИ Р И С К

О И И  
БИБЛИОТЕКА

---

\* ИФВЭ АН ГДР, Цойтен

Бечер Ю. и др.

P13 - 10219

О возможности создания телевизионной системы контроля стримерной камеры установки РИСК

Рассматривается возможность создания телевизионной системы контроля (ТСК) стримерной камеры установки РИСК. Представлены качественные результаты исследования передающих телевизионных трубок для системы контроля, описаны оптическая система, блок-схема и основные режимы работы ТСК.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований

Дубна 1976

Becher Yu. et al.

P13 - 10219

On Possibility of the Realization of a Television Monitoring System for the Streamer Chamber of the Spectrometer RISK

The possibility of the realization of a television monitoring system (TMS) for the streamer chamber of the spectrometer RISK is discussed. The results of preliminary examinations of television tubes for the monitoring system are given. The optic system, block diagram and general mode of operation of TMS are described.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research

Dubna 1976

### ВВЕДЕНИЕ

I. В настоящее время в ОИЯИ ведутся работы по созданию пентиметрового магнитно-ионизационного спектрометра (РИСК) с пленочной методикой регистрации событий. Спектрометр будет установлен на пучке отрицательных частиц канала 4В ускорителя 70 ГэВ в ИФВЭ (Серпухов).

Основой спектрометра является стримерная камера с жидководородной мишенью. Стримерная камера находится в магнитном поле и имеет чувствительный объем  $4,6 \times 1,0 \times 0,8 \text{ м}^3$ . Для образования стримеров на электроды камеры подается биполярный высоковольтный импульс амплитудой 400 кВ и длительностью  $\sim 15 \text{ нс}$ . Рабочим газом камеры служит  $^3\text{Ne-Ne}$  смесь с добавкой примеси  $\text{SF}_6$ . Диаметр стримера около 1 мм, длина - не более 10 мм; при этом яркость стримера соответствует  $10^9 - 10^{10}$  фотонам. Спектр высвечивания стримера лежит в красной области, время высвечивания  $\sim 100 + 150 \text{ нс}$ .

Спектрометр РИСК является электронным управляемым прибором и допускает высокую частоту срабатывания (до 10 раз/с). Благодаря управляемости, в стримерной камере с большой вероятностью будут наблюдаться треки только от интересующих экспериментатора взаимодействий.

Характерными являются события с треками, идущими под малыми углами относительно первичного пучка. В районе мишени в зависимости от физической задачи могут наблюдаться следы частиц, идущие под большими углами к пучку.

Пучок ускоренных частиц подается на камеру в течение 1-2 с с паузой 5-6 с. Типичный сеанс работы при наборе статистики — 100-300 ч.

2. В данной работе представлены результаты исследований телевизионных датчиков и показана возможность создания телевизионной системы контроля (ТСК), которая позволит отображать на экранах телевизионных мониторов весь чувствительный объем стримерной камеры и служебную информацию и даст возможность выбрать условия экспозиции, а также получать качественные сведения о режиме работы камеры и о топологии событий. Эта информация необходима для наладки режима работы стримерной камеры, а также для настройки эксперимента.

Использование ТСК позволит также вести оперативный контроль за работой стримерной камеры в процессе эксперимента.

К ТСК предъявляются следующие требования:

- чувствительность телевизионных датчиков должна быть достаточной для регистрации стримеров длиной около 10 мм (регистрация полного числа стримеров на треке не требуется);
- разрешающая способность в районе мишени — 5 мм, а в основном объеме камеры — 10 мм;
- время воспроизведения картины событий на мониторе — до 5 мин.;
- скорость регистрации — до 5 событий в с;
- геометрические искажения изображения на экране монитора — не более 12% (допустим фон в виде отдельных изолированных точек);
- в ТСК должна быть обеспечена возможность длительного запоминания отдельных событий для последующего анализа.

## 2. Выбор передающей телевизионной трубки

Основным критическим элементом в системе телевизионного контроля стримерной камеры является передающая трубка. В сущности, наличие подходящей трубки и определяет принципиальную возможность создания ТСК.

В ТСК к передающей трубке предъявляется ряд специфических требований, важнейшими из которых являются высокая чувствительность и способность регистрировать одиночные световые импульсы длительностью 100-150 нс. В то же время трубка должна обладать

достаточной разрешающей способностью и малым временем восстановления.

Поскольку передающая трубка должна работать в сильных электромагнитных полях (наводки от генератора импульсных напряжений, рассеянное магнитное поле 100-200 Гс в месте расположения телевизионных датчиков), то нежелательно использовать трубки с секцией переноса изображения (суперортикон, изокон др.), так как экранировка таких трубок от помех является серьезной проблемой. К числу недостатков этих трубок следует отнести также сложность в управлении, непостоянство параметров трубок от экземпляра к экземпляру и существенную зависимость характеристик от режима работы трубки.

Исходя из этого, мы исследовали высокочувствительные однодымовые видиконы с кремниевой мишенью — кремникон<sup>2/</sup> и с мишенью на основе селенида кадмия — халникон<sup>3/</sup>.

При стендовых испытаниях этих трубок в качестве источника световых импульсов использовался светодиод МОНСАНТО- MV50 ( $\lambda_{\max} = 650$  нм). Поджиг светодиода осуществлялся от генератора импульсов (амплитуда — 1,8 В, длительность — 100 нс) один раз в секунду синхронно с началом кадра.

Передающие трубки помещались в промышленные телевизионные камеры КТП-39 (соответственно изменялся режим питания) и работали при стандартных параметрах разложения. Светодиод находился на расстоянии 1 м от объектива камеры. Для максимального использования чувствительности трубок был разработан малошумящий видеосушитель с полевыми транзисторами на входе и со сложной схемой противозумовой коррекции, что позволило получить отношение сигнал/шум на выходе усилителя, равное 10 при указанном выше режиме работы светодиода (для глаза вспышка светодиода была на пороге видимости).

Результаты исследований показали, что трубка кремникон имеет сильную зависимость тока сигнала от температуры мишени. Это согласуется с результатами работы<sup>4/</sup>, в которой предлагается охладить мишень трубки до  $-50^{\circ}\text{C}$  —  $-60^{\circ}\text{C}$  для устранения этой зависимости. Кремникон имеет большой темновой ток (10-20 нА)<sup>5/</sup>, что существенно снижает динамический диапазон.

Отличительной особенностью халниконов является слабая температурная зависимость тока сигнала (0,5 нА/гр.С)<sup>6/</sup>, малый уровень темнового тока (1-2 нА) и широкий диапазон спектральной чувствительности (450-470 нм). Интегральная чувствительность халникона лишь незначительно уступает чувствительности кремникона. Разреша-

ющая способность обеих трубок практически одинакова и составляет 40 телевизионных линий на 1 мм мишени при 50% модуляции видеосигнала (как будет видно из дальнейшего описания, это составит с учетом искажений на краях мишени около 5 мм в плоскости стримерной камеры).

Стендовые испытания трубок показали, что в телевизионной системе контроля предпочтительнее использовать халникон.

Работоспособность передающих трубок в реальных условиях была проверена на стримерной камере с размерами  $1 \times 1 \times 0,3 \text{ м}^3$  в Лаборатории ядерных проблем. Стримерная камера настраивалась на рабочий режим с газовым наполнением 90% He и 10% Ne. Треки генерировались от источника, длина стримера не превышала 10 мм.

Зарегистрированные передающей трубкой треки изображались на экране телевизионного монитора и фотографировались на пленку. В телевизионной камере использовался объектив Tevidon (Carl Zeiss, Jena) с фокусным расстоянием 25 мм и светосилой  $I:1,4$ ; масштаб уменьшения  $\sim 1/100$ . Одновременно треки в стримерной камере фотографировались через электростатический однокаскадный электронно-оптический преобразователь (коэффициент усиления  $\sim 10$ ) на пленку OKWO-NP27.

На рис.1а, б показан один и тот же трек, зарегистрированный трубкой халникон (снимок сделан с экрана монитора) и сфотографированный через ЭОП. Хотя масштабы не совпадают, на снимках довольно четко просматривается соответствие треков и только отдельные наиболее слабые стримеры не видны на снимке, полученном с экрана монитора. В значительной степени это - ограничение видеотракта монитора, так как нами установлено, что при отношении сигнал/шум  $10:1$  видеосигнал с амплитудой 100 мВ не дает изображения на экране кинескопа. После соответствующей доработки видеоусилителя этот недостаток может быть существенно уменьшен.

На рис.1в показан снимок с экрана монитора при длине стримеров около 5 мм. Треки вполне различимы, но из-за недостаточной чувствительности трубки и ограничения видеотракта монитора в данном случае зарегистрирована значительно меньшая часть стримеров на треке.

Подробно результаты исследования трубки халникон будут опубликованы отдельно; здесь можно отметить, что эта трубка удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к телевизионным датчикам в системе телевизионного контроля стримерной камеры.



а)



б)



в)

Рис.1. Фотографии треков в стримерной камере:

а, в) снимки с экрана монитора.

б) снимок сделан через электронно-оптический преобразователь.

### 3. Оптическая система

В ТСК предполагается использовать четыре телевизионных камеры. Расположение объективов относительно чувствительного объема стримерной камеры показано на рис.2. Оси объективов перпендикулярны плоскости камеры. Поле зрения разделено на четыре квадрата с размером  $960 \times 960 \text{ мм}^2$  в передней плоскости камеры. Расстояние от объективов до средней плоскости камеры  $a = 4520 \text{ мм}$ , уменьшение  $\beta = 1/82$ , относительное отверстие объективов  $D/f = 1/1,6$ .

При этом наиболее подходящим оказался объектив Visionar - 1/6/55 (Carl Zeiss, Jena). Параметры  $D/f$  и  $f$  выбраны с точки зрения получения максимальной освещенности на всей поверхности мишени телевизионной трубки.

С учетом разрешения объектива (28-42 мкм) и телевизионной трубки (20-40 мкм) изображению точечного объекта диаметром 1 мм соответствует кружок рассеяния диаметром 4-6 мм в пространстве предмета в зависимости от расположения объекта (стримера) по глубине рабочего объема стримерной камеры и от угла зрения.

В оптической системе ТСК предусматривается возможность дистанционного изменения угла зрения первой телевизионной камеры для наблюдения всего участка стримерной камеры в районе мишени.

### 4. Описание блок-схемы телевизионной системы контроля стримерной камеры установки РИСК

Структура ТСК была выбрана в соответствии с требованиями, сформулированными во введении к данной работе, а также на основе результатов исследования передающих трубок и изучения выпускаемой промышленностью телевизионной аппаратуры. Блок-схема ТСК представлена на рис.3.

Система включает в себя четыре телевизионных камеры с передающими трубками халоникон (ТК I-4) и объективами Visionar, блоки промежуточного запоминания телевизионных изображений на трубках типа "Литокон" /7/ (БП<sub>I,2</sub>), телевизионные мониторы (М<sub>I,2</sub>), видеоманитофон (ВМ), блок синхронизации (БС), устройство управления (УУ), коммутаторы видеосигналов (К<sub>I,2,3</sub>), пульт управления (ПУ) и телевизионную камеру (ТК 5) с аппаратурой для смешивания изображений треков со служебными данными (ДАТАВОХ, ДБ).

Передающие трубки, а также запоминающие трубки литокон помещены в промышленные телевизионные камеры и работают со стандарт-

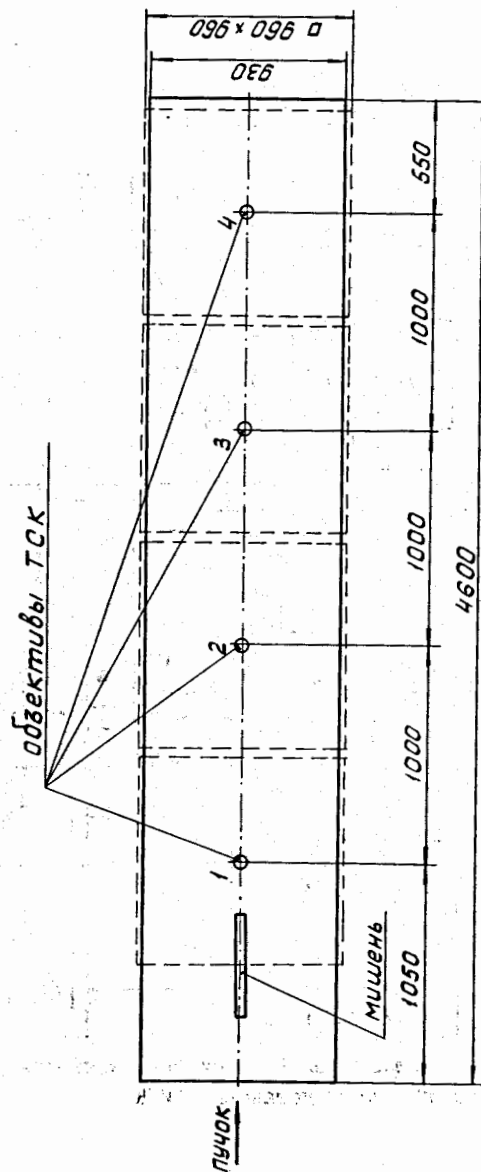


Рис.2. Расположение объективов оптической системы ТСК.

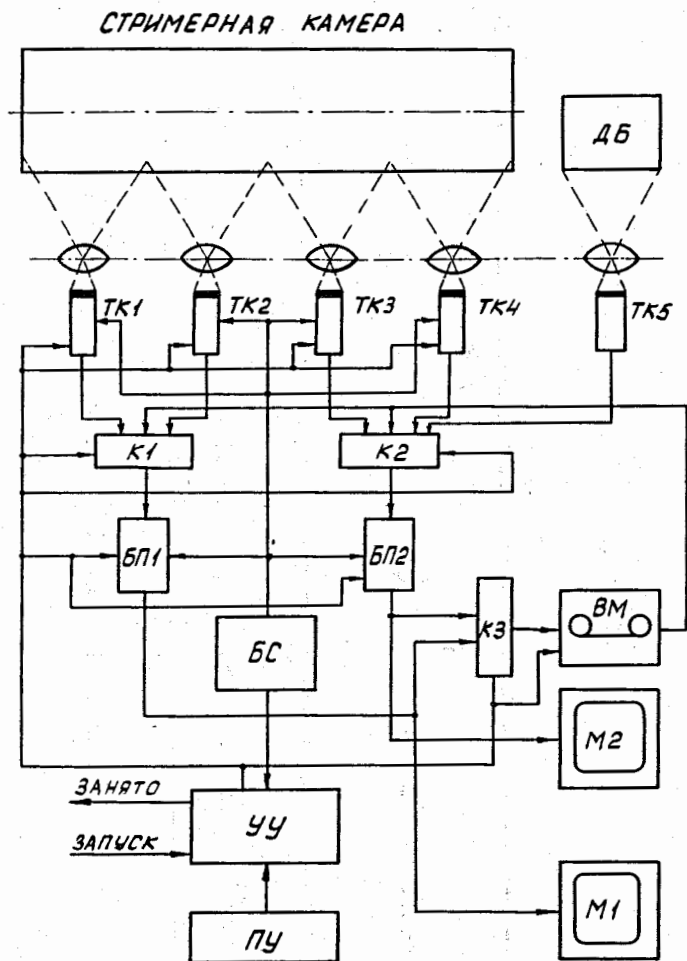


Рис.3. Блок-схема телевизионной системы контроля стримерной камеры установки РИСК.

ными параметрами разложения изображения. Телевизионные датчики размещаются на высоте  $\sim 4,5$  м от средней плоскости стримерной камеры и заключены в специальные экраны для защиты от электромагнитных помех. Видеосигналы подаются по кабелям на расстояние 100-200 м к месту расположения дисплейной аппаратуры ТСК.

Кратковременное (до нескольких минут) запоминание телевизионных изображений объема стримерной камеры осуществляется в блоках памяти БП<sub>1,2</sub>, в течение этого времени изображения выводятся на мониторы М<sub>1,2</sub>. При желании вся видеoinформация (или отдельные события) может быть записана на видеоленту для длительного хранения.

Синхронизация работы всех узлов системы осуществляется единым блоком синхронизации БС. Режимы работы ТСК задаются с пульта ПУ. Устройство управления синхронизирует работу ТСК с запуском стримерной камеры при помощи двух сигналов "Запуск" и "Занято".

Для повышения быстродействия и сокращения объема оборудования ТСК информация с передающих камер снимается только в виде одного полукадра (312 строк) с каждой камеры. Полукадры с двух камер при записи в блок памяти объединяются, и в дальнейшем при выводе на монитор и при записи на видеомагнитофон образуют полный телевизионный кадр (625 строк). Полная картина события в стримерной камере изображается на экранах двух рядом расположенных мониторов.

В ТСК предусмотрены три основных режима работы:

- наблюдение;
- накопление на видеоленту;
- воспроизведение с видеоленты.

На рис.4 представлена временная диаграмма работы ТСК. В режиме наблюдения до поступления сигнала "Запуск" телевизионные камеры, блоки памяти и мониторы находятся в состоянии ожидания. Первой реакцией ТСК на сигнал "Запуск" является гашение лучей в ТК<sub>1-4</sub> для сохранения на мишенях трубок изображения участков стримерной камеры. В момент окончания текущего кадра (максимальное время ожидания очередного кадрового импульса - 20 мс) система переходит в режим считывания информации с передающих трубок в блоки памяти. Считывание осуществляется параллельно-последовательным способом, т.е. в первом цикле изображение считывается с ТК<sub>1</sub>, ТК<sub>3</sub>, а во втором - с ТК<sub>2</sub>, ТК<sub>4</sub> (длительность каждого цикла - 20 мс). При записи в БП<sub>1</sub> полукадры ТК<sub>1</sub> и ТК<sub>2</sub> объединяются в БП<sub>1</sub>, а ТК<sub>3</sub> и ТК<sub>4</sub> - в БП<sub>2</sub>. В этом случае блоки развертки литоконов переключаются на постро-

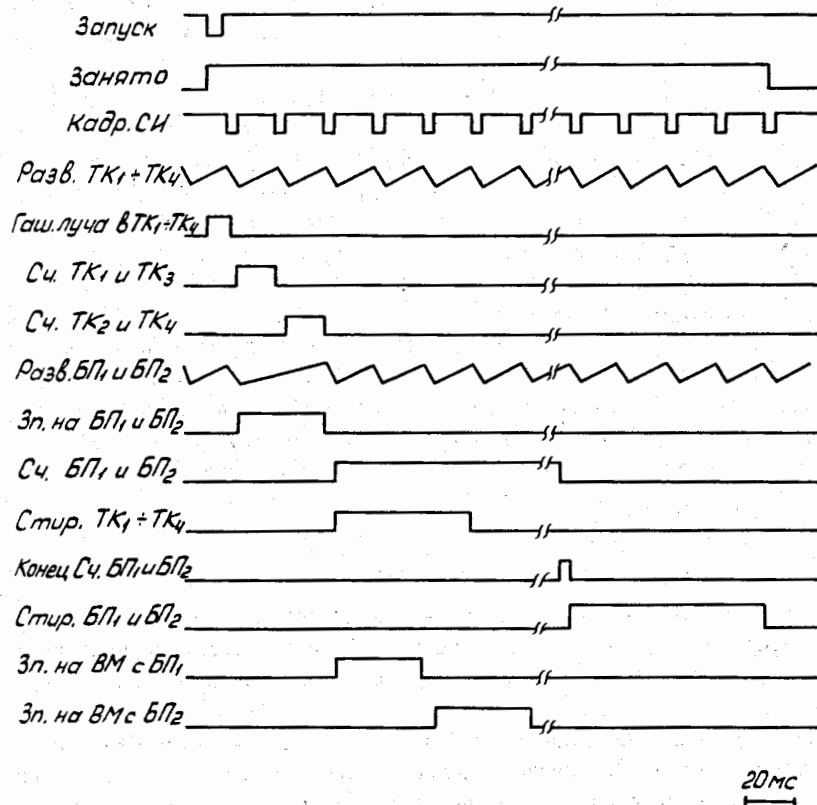


Рис. 4. Временная диаграмма работы ТСК.

чный режим работы. После записи информации в БП<sub>1,2</sub> передающие трубки переходят в режим форсированного стирания остаточного изображения.

С начала третьего цикла осуществляется вывод изображений на мониторы путем многократного считывания информации из блоков памяти. При этом блоки развертки в БП<sub>1,2</sub> и М<sub>1,2</sub> работают в черезстрочном режиме.

После изучения представленной информации пользователь снова переводит систему в режим ожидания, при этом производится несколько циклов стирания мишеней литоконов и снимается сигнал "Занято".

В режиме накопления на видеоленту представление информации на мониторах не предусматривается. Система проходит в принципе те же рабочие циклы, что и в режиме наблюдения; отличие состоит в том, что в цикле считывания с БП<sub>1,2</sub> производится запись изображения на видеоленту, после чего ТСК автоматически переходит в режим ожидания (см.рис.4).

Видеомагнитофон работает с непрерывным движением ленты. Для более эффективного использования ленты предполагается производить запись с последовательным заполнением промежутков, т.е. осуществлять многократный прогон ленты и записывать очередное событие на свободные дорожки (время одного прогона составляет в зависимости от типа видеомагнитофона 1-2,5 часа).

Для цифровой адресации событий используются продольные дорожки записи.

Следует отметить, что в ранее описанном режиме наблюдения также возможна запись выбранных пользователем событий на видеоленту. В этом случае видеомагнитофон работает в старт-стопном режиме.

Режим воспроизведения с видеоленты отличается от режима наблюдения лишь тем, что источником информации, подлежащей записи в блоки памяти, является видеолента. Адрес события задается пользователем с пульта управления. Информация переписывается с ленты в БП<sub>1,2</sub> последовательно (развертка в БП - черезстрочная), затем следует многократное считывание с БП<sub>1,2</sub> и представление изображений на мониторах.



## 5. Заключение

Проведенные исследования передающих трубок и предварительные испытания других узлов ТСК указывают на принципиальную возможность создания телевизионной системы контроля стримерной камеры установки РАСК и других аналогичных камер.

В ТСК в основном используется промышленное телевизионное оборудование с изменениями, учитывающими как специфические условия работы аппаратуры, так и необходимость существенного улучшения параметров видеотрактов.

Разработка системы телевизионного контроля является одним из этапов проводимых в ОИЯИ работ по бесфильмовому съему данных со стримерных камер /8/.

Авторы искренне признательны члену-корреспонденту АН СССР М.Г.Щерякову за проявленный интерес и поддержку данной работы, а также В.И.Петрухину, В.М.Суворову, Р.Лийсте, Д.Позе, С.А.Плахову и Б.Х.Мосиенкову за полезные обсуждения.

## Литература

1. G.Bohm et al. Proceedings of the first International conference on streamer chamber technology, ANL, September, 1972 pp117-120.
2. J.Kullann. Radio fernsehen elektronik. 22.1975.pp 717-720.
3. В.М.Любин и др. Электронная промышленность, № 3, 1975; стр.49-52.
4. S.A.Colgate, E.P. Moore and J.Collurn. Applied Optics, vol.14, No 6, pp.1429-1436, 1975.
5. Техника кино и телевидения, № 9, 1975, стр.70.
6. И.И.Золосевич и др. Электронная техника, серия 4, выпуск 5, 1968, стр.113-115.
7. Р.С.Харчикян, В.Л.Македонский. Техника кино и телевидения, № 12, 1975, стр.44-47.
8. Н.П.Алексеева и др. Материалы семинара по обработке физической информации. Агверан, сентябрь 1975, стр.420-425. Изд. Ереванского физического института, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел  
11 ноября 1976 года.