

ԵՐԵՎԱՆԻ ԶՐԶՐԿՆԵՐ ԲՆՍՏՐՏՈՐՆ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ԳՐԱԿԻՆ ԶԱՂՈՂՈՒՄ ՆԱՍԿԻՆԵ ՍՈՍԵՇԻՆԵ

ЕФИ- 207(53)-76

Վ.Ա.ԿԼԵՎԱԼԻՆ, Բ.Ա.ԼԵԲԵԴԵՎ, Ա.Փ.ԻՎԱՆՇԻՄԻՆ,
Վ.Ս.ԳՐՈՒԽՈՎ, Վ.Ա.ԿԱՐԳՈՍՅՈՒՅԵՎ, Օ.Մ.ՎԻՆՆԻՑԿԻԻ,
Վ.Մ.ԽԱՐԻՏՈՆՈՎ, Օ.Մ.ՓԻԼԱՏՈՎԱ, Ե.Ի.ԿՈՒՐԳԻՆ,
Տ.Ի.ՎՈԼԿՈՎԱ, Ն.Փ.ԿՈՐՈՎԿԻՆ

ՏԵՏԻԿԱՄԵՐՆԱԿ ՎԻԴԻԿՈՆՆԱԿ ՏԻՏԵՄԱ ԸՆԿ
ԱՎՏՈՄԱՏԻԿԵՍԿՈՒ ԲԵՏՓԻԼՄՈՎՈՒ ՏՅԵՄԱ
ԻՆՓՐՄԱՑԻՆ Տ ԻՏԿՐՈՎԻԿ ԿԱՄԵՐ

ԱՐՄՏ 1977 ԵՐԵՎԱՆ

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Научное сообщение ЕФИ- 207(53)-76

В.А.КЛЕВАЛИН, Б.А.ЛЕБЕДЕВ, А.Ф.ИВАНЧИХИН,
В.П.ГОРОХОВ, В.А.КАРГОПОЛЬЦЕВ, С.М.ВИННИЦКИЙ
В.М.ХАРИТОНОВ, О.М.ФИЛАТОВА, Е.И.КУРГИН,
С.И.ВОЛКОВА, Н.Ф.КОРОВКИН

ШЕСТИКАМЕРНАЯ ВИДИКОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ
АВТОМАТИЧЕСКОГО БЕСФИЛЬМОВОГО СЪЁМА
ИНФОРМАЦИИ С ИСКРОВЫХ КАМЕР

Ереван 1977

Ереванский Физический
ИНСТИТУТ
Зал препринтов

Среди значительного количества бесфильмовых способов съема информации с искровых камер видиконные системы занимают особое положение, благодаря которому при относительной простоте системы и её универсальности возможно автоматизировать обработку необходимого количества информации с помощью ЭВМ.

Проведенные экспериментальные исследования однокамерного телевизионного автомата съема информации с искровых камер, работающего на линии с ЭВМ, дали следующие результаты [1] :

а) относительная среднеквадратичная ошибка измерения координаты светящегося репера точной тест-таблицы (точность автомата) составляет $(2,1 \div 2,5) \cdot 10^{-4}$ от длины строки, или при размере искровой камеры (ИК) 1 м это составляет 0,21 мм. Полученное значение соответствует шумам видеосигнала, пульсациям, дрейфу порогов и т.п. и определяет погрешность отдельного измерения;

б) для определения точности регистрации координат искры в искровой камере использовались две двухзорные искровые камеры размером $(220 \times 120 \times 100)$ мм³ каждая в режиме регистрации частиц от электронно-кольцевого ускорителя АРУС. Получено, что относительная среднеквадратичная ошибка регистрации координаты одиночного трека составляет 0,19 мм в масштабе искровой камеры.

Многотрековый режим работы искровой камеры является для телевизионного автомата более трудным, так

как яркость искр в этом случае существенно различна и следы в искровой камере могут иметь пучности и перетяжки. В этом случае очень важно тщательно подбирать режим искровой камеры. Экспериментальная величина ошибки в многотрековом режиме работы ИК составляла 0,33 мм;

— систематическая ошибка автомата может быть учтена с помощью калибровки. Калибровка заключается в периодическом считывании телевизионным автоматом координат светящихся реперов с записью информации в ЭВМ, которая по соответствующей программе корректирует окончательный результат. Показано [2,3], что развертку достаточно аппроксимировать полиномом четвертого-пятого порядков, а для калибровки необходимо 10 ÷ 12 реперов тест-таблицы [4].

Полученные характеристики автомата по точности не хуже фотоспособа, а высокое быстродействие (до 10собр/с) и стабильность автомата [5,6] отвечают требованиям современного физического эксперимента.

В реальном физическом эксперименте возникает необходимость регистрации большого числа проекций. Для этой цели была разработана описываемая ниже установка, содержащая шесть телевизионных камер, работающих в различных сочетаниях.

Функциональная схема телевизионной системы приведена на рис.1.

Изображение треков в искровых камерах запоминается на мишенях видиконов всех участвующих в эксперименте телевизионных камер. Видеоимпульсы телевизионных камер, получаемые от изображения треков при сканировании мишени видиконов, после усиления камерным видеоусилителем (КВУ) поступают на входы видеоключей K_1 и K_2 . С выхода ключей видеоимпульсы поступают в блок мгновенной автоматической регулировки усиления (МАРУ), с выхода которого поступают в блок корректирующего видеоусилителя (БКВУ), а с него в блок выделения середины импульса (БВСТ), либо в блок формирователя со следящим порогом (ФСР) для

выделения ширины на полувысоте. Выбор необходимого канала устанавливается заранее в зависимости от режима работы искровой камеры.

Сформированные импульсы подаются на соответствующие входы цифрового преобразователя, где временные интервалы о координатах следов преобразуются в цифровой код, который поступает в ЭВМ.

Телевизионная камера состоит из видикона ИИ-421, фокусирующе-отклоняющей системы ФОС 107, объектива "Юпитер-3", камерного видеоусилителя и усилителя гасящих импульсов.

Камерный видеоусилитель предназначен для усиления видеосигнала, генерируемого трубкой, до уровня, достаточного для передачи информации по 100-метровому коаксиальному кабелю. На входе усилителя применен малошумящий полевой транзистор КП 303Е. Отличительной особенностью автомата является наличие нелинейной логарифмической амплитудной характеристики (рис.2).

Следы частиц, детектируемые в искровых камерах, могут отличаться по яркости свечения в 30 и более раз. Однако, отечественные видиконы, применяемые в телевизионных вещательных и промышленных установках, имеют динамический диапазон световой характеристики порядка $7 \div 8,5$, что накладывает ограничение на измерение амплитуды и длительности разнояркостных треков.

Для случая измерения координат треков по серединам видеоимпульсов, наиболее простым и приемлемым в данном случае оказался выделитель середины, основанный на дифференцировании колоколообразного видеоимпульса.

Указанный выделитель, работающий по принципу фиксированного порога, может в этом случае приводить к потере той части треков, видеоимпульсы от которых меньше порога срабатывания формирователя. Для исключения этого недостатка в схеме камерного усилителя предусмотрено логарифмическое звено, позволяющее выравнивать импульсы от разнояркостных треков. Коэффициент

сжатия динамического диапазона в усилителе составляет $D_1 = 2,5$. Частотная характеристика камерного видеосу-
силителя приведена на рис. 3. Для дальнейшего увеличения динамического диапазона видеоканала применен блок МАРУ мгновенной автоматической регулировки усиления с коэффициентом сжатия $D_1 = 2,4$.

Общий коэффициент сжатия $D = D_1 \cdot D_2 = 6,0$. Это позволяет получить на выходе видеоканала сигнал практически одинаковой амплитуды при изменении яркости треков в 6 и более раз.

Работа МАРУ основана на использовании метода последовательного сложения напряжения с выходов усилительных каскадов [7].

Амплитудная и частотная характеристики видеоканала (исключая БВСТ и ФСП) приведены на рис.4,5.

Введение нелинейных звеньев в видеоканал повышает эффективность регистрации разнояркостных треков, однако это приводит к дополнительным искажениям результата. Поэтому для данного класса систем перспективно применение специальных видиконов, у которых планшайба выполнена из фотохромных материалов с жидкими кристаллами. Фотохромные стекла изменяют свою прозрачность в зависимости от освещенности и обладают большим (> 100) динамическим диапазоном [8].

Линейность отклонения луча и стабильность раstra в значительной степени определяются линейностью и стабильностью тока развертки [9]. Экспериментальные исследования автомата показали удовлетворительные характеристики, поэтому принципиально блоки разверток не отличаются от ранее разработанных и выполнены на основе генератора с незаземленной ЭДС, включенной в цепь положительной обратной связи между входом и выходом неинвертирующего фазу усилителя [10].

Режим строчного разложения 10 кгц и кадрового разложения 50 гц (200 строк в растре)-настроечный, предназначенный для визуальной настройки телевизионной камеры на объект. Изображение объекта наблюдается на экране

видеоконтрольного устройства, выполненного на базе телевизора "Юность-603".

Режим строчного разложения 2,5 кгц и кадрового разложения 50 гц (50 строк в растре)-рабочий. Переход с одного режима на другой осуществляется сменой блоков строчной развертки.

Время, необходимое на обработку и передачу в ЭВМ одного события (мертвое время), равно:

$$T_{\text{м}} = (O \div T_{\text{к}}) + N T_{\text{к}} + 3 T_{\text{к}},$$

где $T_{\text{к}}$ - время кадра, равное 20 мс;
 $O \div T_{\text{к}}$ - время нарастания потенциального рельефа на мишени видикона;
 N - количество работающих камер;
 $3 T_{\text{к}}$ - время, необходимое на стирание остаточной информации с мишени видикона.

Так как количество работающих камер может быть от одной до шести, то и мертвое время $T_{\text{м}}$ может быть от 100 до 200 мс, а быстроедействие от 5 до 10 соб/с.

Количество работающих в эксперименте телевизионных камер и последовательность их сканирования устанавливается вручную соответствующими переключателями в программном устройстве. Предусмотрена синхронизация автомата от внешнего генератора 10 кгц.

Блок выделения сечения раstra (БВСП) позволяет выделить из всего кадра только ту часть, которая занята проекцией рабочего объема искровой камеры.

Цифровой преобразователь, предназначенный для кодирования информации и передачи ее в ЭВМ, позволяет регистрировать до 16 треков на строке.

Блок-схема цифрового преобразователя приведена на рис.6.

Буферное ЗУ построено на 16 интегральных схемах, каждая из которых содержит 16 бит.

Импульсы, частотой 16 Мгц, поступают из блока управления на синхронный счетчик. Начало и конец серии импульсов определяются импульсами "начало строки" и "конец строки". С приходом импульса "стоп" со-

держимое счетчика переписывается в входной регистр и далее в память предварительно сфазированным сигналом, если в этот момент не происходит считывание с нее. Если же последнее имеет место; то информация с выходного регистра переписывается в память концом импульса считывания. Таким же образом происходит и перепись информации из памяти в выходной регистр, а затем в ЭВМ.

Адресная часть состоит из регистров считывания и записи, представляющих собой 4-х разрядные счетчики на J-K триггерах с дешифраторами. Выбор нужного регистра и адреса производится по команде из блока управления.

За состоянием памяти следит реверсивный счетчик. Если происходит запись слова в память, то содержание реверсивного счетчика увеличивается, а при считывании - уменьшается на единицу.

Импульсы 16 МГц, вырабатываемые кварцевым генератором, подаются на схему деления и формирования синхронимпульсов частотой 10 кГц, которые необходимы для синхронизации всех цепей телевизионного автомата.

Телевизионный автомат включен в линию с ЭВМ РДР-9, которая производит запись информации и последующую ее передачу в ЭВМ М-222 для обработки и анализа. В отличие от связи, описанной в [1,12], здесь информация в ЭВМ поступает не во время обратного хода строчной развертки, а сразу после записи числа в память цифрового преобразователя и готовности машины.

Конструктивно телевизионный автомат состоит из следующих основных частей:

- шести передающих устройств, состоящих из передающих телевизионных камер и устройств калибровки;
- трех выносных блоков (стойки С-1 системы "Вишня"), в которых размещены развертывающие устройства и источники питания, задающие режимы передающей телевизионной трубки;

- телевизионной стойки (стойки С-5 системы "Вишня"), в которой размещены блоки усиления, коррекции, обработки и коммутации, синхрогенератор, видеоконтрольное устройство и цифровой преобразователь;

- выносного видеоконтрольного устройства.

На рис.7 приведен общий вид передающей телевизионной камеры автомата, а на рис.3 - общий вид шести-камерного телевизионного комплекса.

Авторы выражают благодарность В.И.Гореловой и Н.А.Крысановой, принимавших активное участие в наладке аппаратуры.

ИВ-17-градн. Подпл. и датчик влажности ИВ-17-Вод. Подпл. и датчик

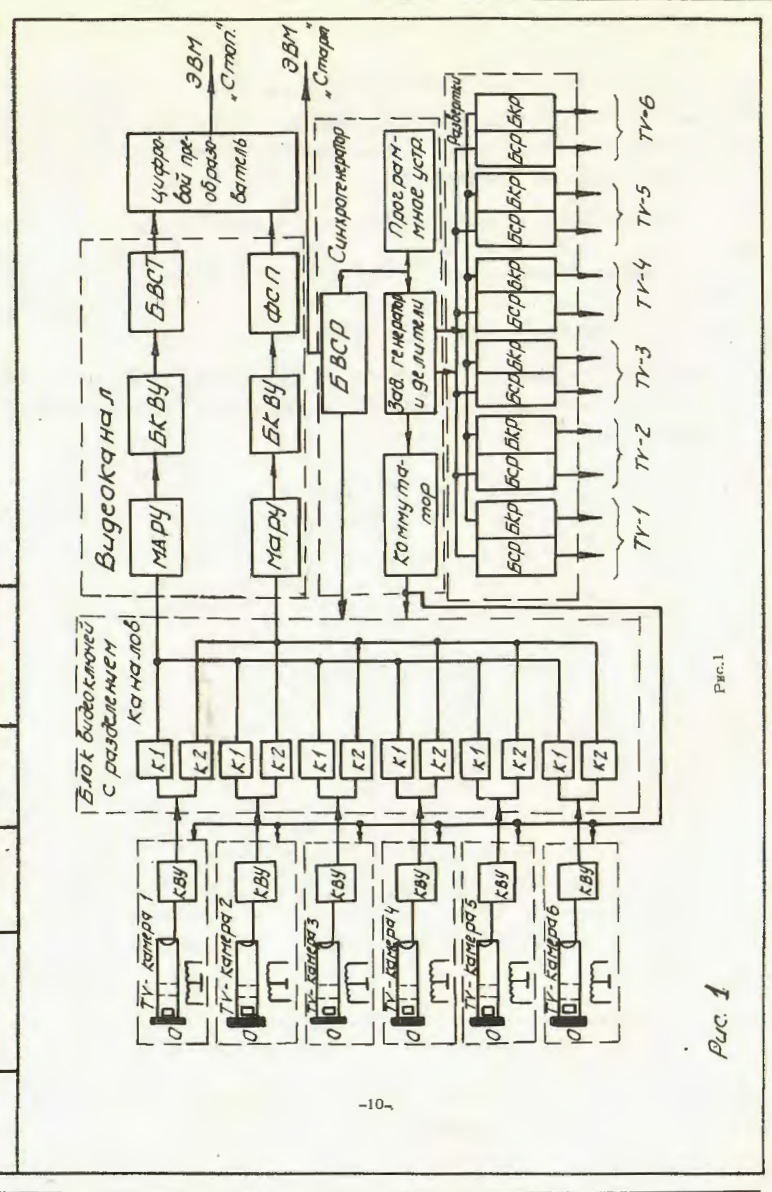


Рис. 1

Рис. 1

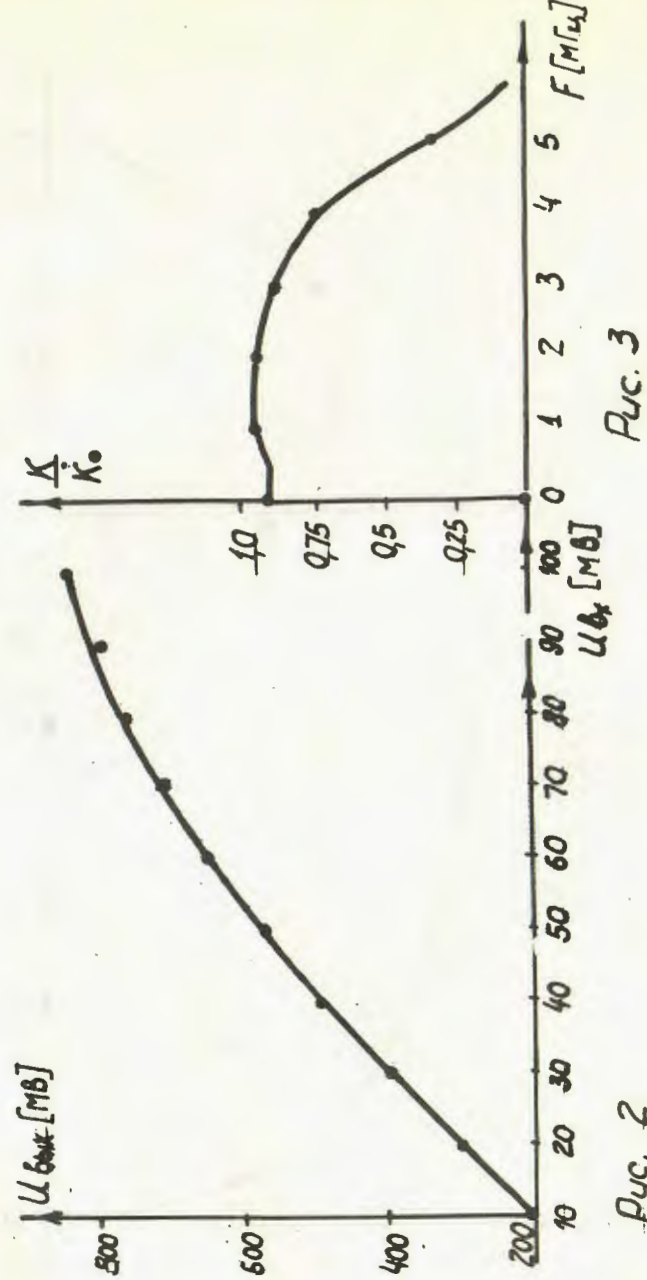


Рис. 2

Рис. 3

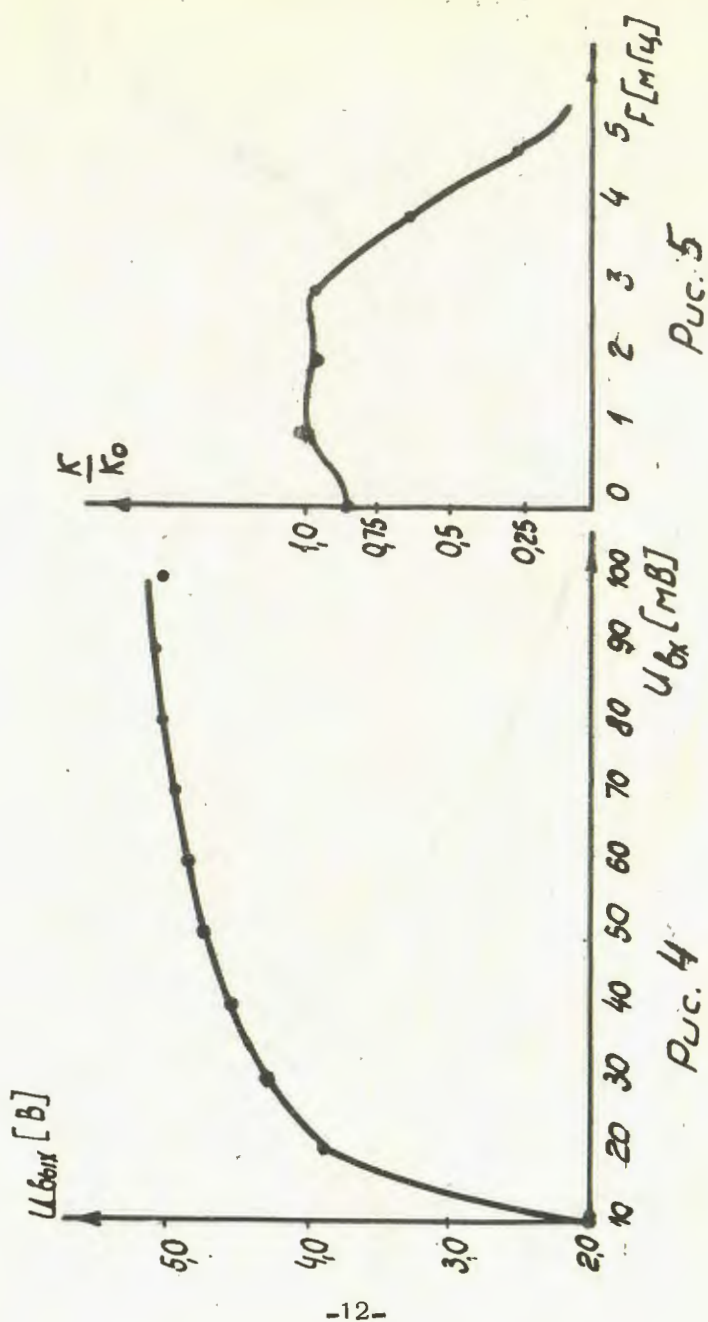


Рис. 5

Рис. 4

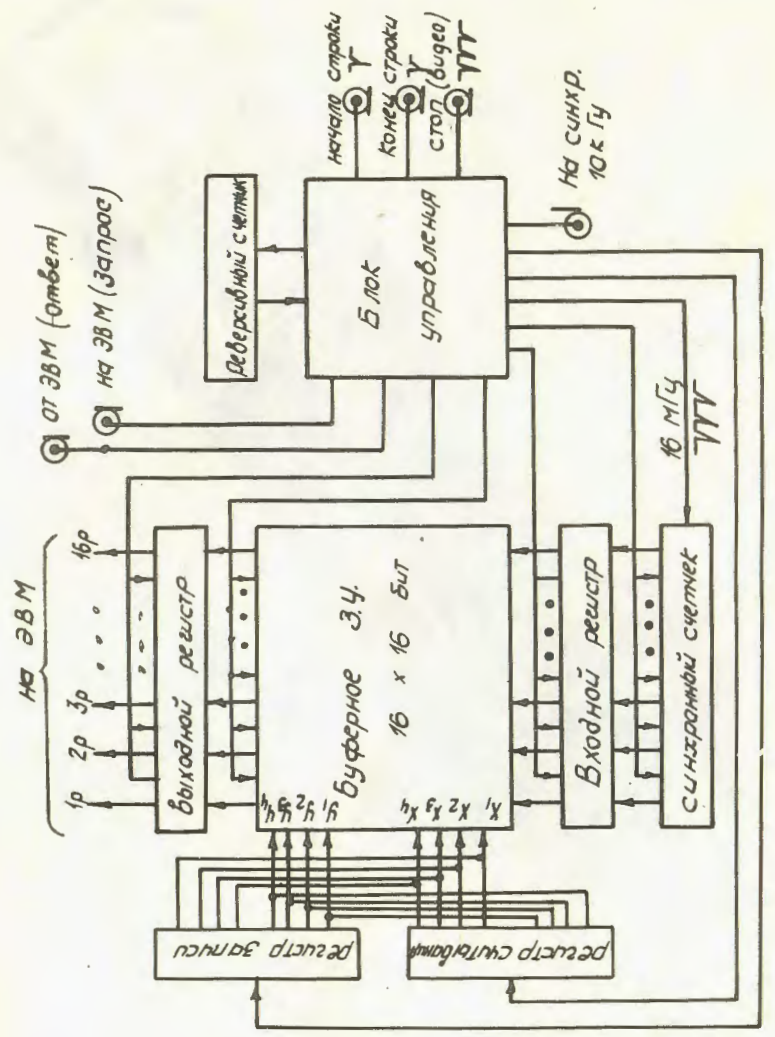


Рис. 6



Рис. 7

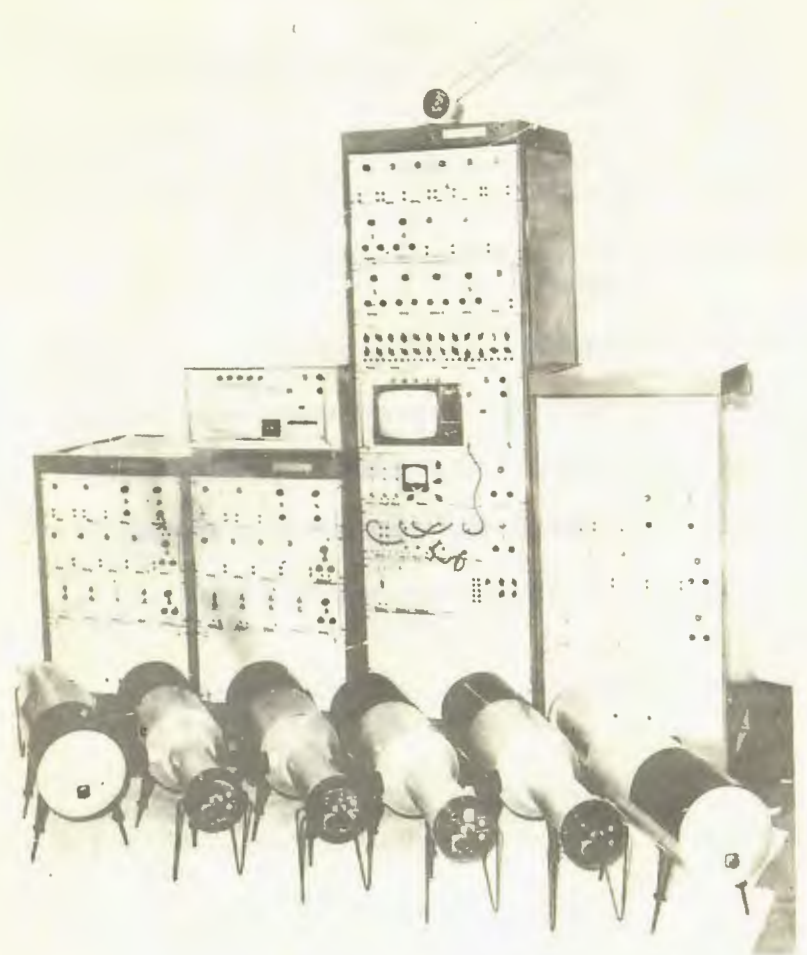


Рис. 8

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

- Рис.1 - Функциональная схема телевизионного автомата.
- Рис.2 - Амплитудная характеристика камерного видеопередатчика.
- Рис.3 - Частотная характеристика камерного видеопередатчика.
- Рис.4 - Амплитудная характеристика видеоканала.
- Рис.5 - Частотная характеристика видеоканала.
- Рис.6 - Блок-схема цифрового преобразователя.
- Рис.7 - Передающая телевизионная камера.
- Рис.8 - Шестикамерный телевизионный автомат.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.А.Клевалин, Б.А.Лебедев и др. Препринт Ереванского физического института. ЕФИ-22(73).
2. Л.И.Бернштейн, В.А.Клевалин и др. Препринт Ереванского физического института. ЕФИ-18(73).
3. В.А.Клевалин, А.В.Петраков, В.М.Харитонов. Приборы и техника эксперимента. 3, 1974.
4. Препринт ОИЯИ, 13-4527, Дубна, 1969.
5. Э.С.Беляков и др. Приборы и техника эксперимента. 5, 1972, Москва.
6. А.В.Петраков, В.А.Горохов и др. Препринт Ереванского физического института. ЕФИ-ВМТ - 1, (68).
7. В.М.Волков. Логарифмические усилители на транзисторах. Техника, Киев, 1965.
8. ELEKTRONICS ,22,45,1972.
9. В.А. Клевалин, А.И.Мишуков, А.В.Петраков. Техника кино и телевидения. 12, 1970.
10. А.В.Модель, Г.Н.Шишков. Радиотехника 2,9, 1965.
11. В.А.Клевалин, Э.С.Беляков и др. Изв. АН Арм.ССР, Физика, 6, 1971.

Рукопись поступила 13-го октября 1976г.

Ереванский Физический
ИНСТИТУТ
Зал препринтов

Редактор Л.П.Мукаян
Тех.Редактор А.С.Абрамян

Заказ 796 ВФ-03503 Тираж 299

Подписано к печати 26/1-77г. Формат издания 30х40
1,0 уч.изд.л. Ц. 7 к.

Издано Отделом научно-технической информации
Ереванского физического института, Ереван-36, пер.Мар-
каряна 2