

Техника

Кино

и

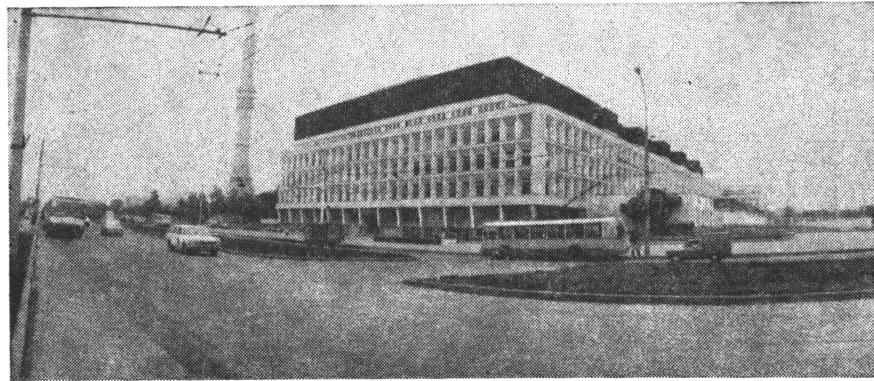
искусство

искусство

№ 10

1980

# Телеаудитория Олимпиады-80

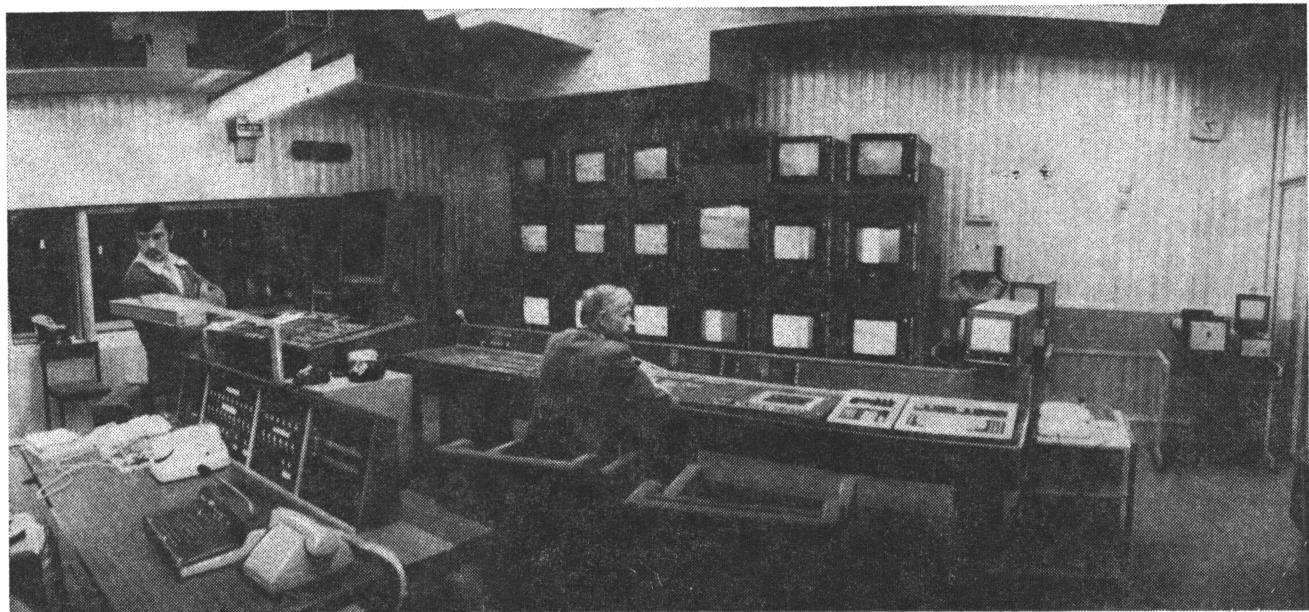


Олимпийский телерадиоцентр во время Игр.  
Здесь завершалась подготовка 20 международных программ

Телезрители всех континентов Земли имели возможность видеть Олимпийские Игры в Москве. В нашей стране торжественная церемония открытия Игр собрала к экранам телевизоров 180 миллионов человек. Зрители 48 стран видели праздничные репортажи, в подготовке которых приняли участие 57 зарубежных ТВ компаний.

Аудитория Олимпийской Москвы свыше 1,5 млрд. зрителей.

Среди зрителей Олимпиады и четверка космонавтов. Леонид Попов, Валерий Рюмин, Виктор Горбатко, Фам Тuan принимали сигналы Олимпиады на борту орбитального научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз-36» — Союз-37».



Пульт и стенд видеорежиссера аппаратно-программного блока

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ

Н. И. Воронов, С. Я. Голосинский, А. П. Иванов, В. Ф. Пиявский, Г. Ю. Просвирнин, М. Р. Фридман. Новая базовая модель кинокопировального аппарата оптической аддитивной печати . . . . .	3
Г. А. Гельперн, И. В. Карпов. Синхронная работа магнитофона с киносъемочным аппаратом . . . . .	11
В. В. Шенько. Применение преобразователей временного масштаба для перезаписи и воспроизведения адресно-временного кода . . . . .	17
В. М. Бедорев, Е. И. Усышкин. Оптимизация динамических параметров электроприводов постоянного тока для киносъемочных аппаратов . . . . .	20
Г. М. Клушин, М. Л. Рябоконь. Источник электропитания кинопроекционных галогенных ламп . . . . .	25
В. М. Коблов, В. Т. Лемещенко. Регенерация серебра из серебросодержащих вод с помощью непрерывнодействующих сепараторов . . . . .	29

Изобразительное решение и техника съемки кинофильма «Дикая охота короля Стаха» . . . . .	32
--	----

А. Я. Дмитриев, Г. Я. Буймистрюк. Анализ цветных изображений с помощью зональных спектральных характеристик . . . . .	36
М. С. Резницкий. Достоверность передачи дискретной информации по ТВ каналам . . . . .	43
Я. М. Радийайнен. Быстрая коррекция ТВ трактов с отображением частотных характеристик . . . . .	46
В. В. Дуклау. Качество сепарации и цветоанализ в однообъективной передающей стереоцветной ТВ камере с кодирующим модулем в оптическом узле . . . . .	48
Т. М. Зембецкая, Т. В. Кулинич, В. И. Нелипа, Ю. З. Шляхов. Передвижная ТВ видеозаписывающая станция ПТВС-ЗЦТ . . . . .	52
Л. Е. Чирков. Телевещание Олимпиады-80, коротко об итогах . . . . .	54

### Из производственного опыта

В. Г. Волокушин, О. В. Друцкой, В. И. Рябов. Установка для выполнения цветных вступительных надписей на игровых фонах УЦН-35	56
--	----

### ЗАРУБЕЖНАЯ ТЕХНИКА

И. К. Малахов. Пироэлектрические видиконы	60
---	----

### РЕФЕРАТИВНЫЙ ОТДЕЛ

### БИБЛИОГРАФИЯ

Новые книги (обзор)	75
---------------------	----

### НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХРОНИКА

В. В. Егоров. Итоги V конкурса на лучшее использование кинопленок при съемке художественных фильмов . . . . .	77
К 70-летию Г. И. Хазанова . . . . .	79
Авторские свидетельства . . . . .	79



Ежемесячный научно-технический журнал Государственного комитета СССР по кинематографии

ИЗДАЕТСЯ С 1957 ГОДА

1980  
№ 10  
Октябрь

Главный редактор В. И. Ушагина

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

В. В. Андреянов, М. В. Антипин, И. Н. Александр, С. А. Бонгард, В. М. Бондарчук, М. З. Высоцкий, В. Ф. Гордеев, О. Ф. Гребенников, О. И. Иошин, Г. Л. Ирский, С. И. Катаев, В. В. Коваленко, В. Г. Комар, М. И. Кривошеев, В. В. Макарцев (зам. главного редактора), В. Г. Маковеев, Ю. А. Михеев, С. И. Никаноров, С. М. Проворнов, И. А. Росселевич, В. Л. Трусько, В. Г. Чернов, Л. Е. Чирков (отв. секретарь), П. В. Шмаков, Г. З. Юшкевич

Адрес редакции: 125167, ГСП. Москва, Ленинградский проспект, 47

Телефоны: 157-38-16; 158-61-18; 158-62-25

МОСКВА, «ИСКУССТВО»  
Собиновский пер., 3

## CONTENTS

### SCIENCE AND TECHNIQUE

- N. I. Voronov, S. Ya. Golosinsky, A. P. Ivanov, V. F. Piyavsky, G. Yu. Prosvirnin, M. R. Fridman.** The New Basic Motion Picture Printer Model for Optical Additive Printing . . . . .  
The trends of the basic model design for a new unified series of motion picture printers are considered. The technical characteristics of the printer designed are given. The construction and operation of the principal units are described.
- G. A. Gel'pnev, I. V. Karpov.** Synchronous Operation of Tape Recorder and Camera . . . . .  
The methods and systems for synchronization of the tape recorder with the camera operation are considered. The practical problems of sound and image synchronization, master tape recording, synchronous copying, filming with the sound image are discussed.
- V. V. Shen'ko.** Application of the Time Scale Converter for Rerecording and Address-Timing Code Reproduction . . . . .  
The operating principle of the time scale converters used in reproduction and rerecording of the sound image with the address-timing code is considered.
- V. M. Bederov, E. I. Usyshkin.** Optimization of Dynamic Parameters for DC Electric Drives for Motion Picture Cameras . . . . .  
Simple and effective method for calculating the main parameters of electric drive speed controller providing to obtain the highest dynamic characteristics is given. The method has been developed on modern theory of command control basis as well as mathematical modelling on computers.
- G. M. Klushin, M. L. Ryabokon'.** The Source of Electric Power for Projection Halogen Lamps . . . . .  
The peculiarities of electric power supply for projection halogen incandescent lamps, used in mobile projectors, are considered. The source of electric power supply, designed on the basis of the halogen incandescent lamp voltage limitation with exceeding of the nominal value is described. The experimental data of the tests of the lamp KGM-24-250 (КГМ), as a source of electric power, are presented.
- V. M. Koblov, V. T. Lemeshchenko.** Recovery of Silver from the Effluents with the Centrifugal Separators of Continuous-Operation Type . . . . .  
The possibility of silver losses reduction with the effluents of cine-photomaterials plants, due to the application of centrifugal separators of continuous type HB (from 10—15 up 1,5 g/m<sup>3</sup>) instead of periodic production equipment—separators and precipitation tanks, has been investigated.
- \* \* \*
- Expressive Means and Method of Filming «Wild Hunting of King Stakh»** . . . . .
- \* \* \*
- A. Ya. Dmitriev, G. Ya. Buimistrjuk.** The Analysis of Color Images with the Spectral Range Characteristics Employment . . . . .

- Some peculiarities of the color images analysis in color reproduction systems are considered. The possibility of selective phototransformer application, the spectral sensitivity characteristics of which do not overlap, is substantiated.
- M. S. Reznitsky.** The Reliability of Digital Information Transmission by TV Channels . . . . .  
The possibilities of noise stability increase of digital information transmission systems by the channels of television broadcasting have been studied. It has been shown that essential noise stability increase, without significant sophistication of instruments, is possible with the transmission of the decorrelated signal by code correcting, for example, one mistake.
- 3 Ya. M. Radikainen.** Fast Correction of the TV Channels with the Frequency Characteristics Reflection . . . . .  
The correction described works in tracking conditions during the transmission by TV channels and has fast convergence.
- 11 V. V. Duklau.** The Separation Quality and Color Analysis in One-Lens Telecasting Stereo-Color TV Camera with the Coding Module in the Optical Unit . . . . .  
The problems of color separation and analysis in the one-lens stereo TV Camera with the coding optical module have been considered. Theoretical analysis and experimental data are presented.
- 17 T. M. Zembitskaya, T. V. Kulnich, V. I. Nellpa, Yu. Z. Shljakhov.** The Mobile Video Recording TV Station ПТВС—ЗЛТ . . . . .  
The description of the mobile video recording three-camera TV station ПТВС—ЗЛТ is given. The station is equipped with TV apparatus of third generation.
- 20 L. E. Chirkov.** Television Broadcasting of Olympiad-80, Preliminary Summing Up . . . . .  
Some data, characterizing the Olympic tele-radio complex activity during XXII Olympic Games, are given.
- 25**
- From production experience**
- V. G. Volokushin, O. V. Drutskoy, V. L. Rjabov.** The Set for Making Color Introductory Titles on the Title Backgrounds УЦН-35 . . . . .  
The set УЦН-35 on which with big size title ingots, coincided by the optical system, one-exposure shooting of color introductory titles is made, is described. The technological stages of operation on the set are discussed.
- 29**
- FOREIGN TECHNIQUE**
- I. K. Malakhov.** Pyro-Electric Vidicons . . . . .  
Some properties of foreign pyro-vidicons mechanism and operation are discussed; the principal parameters of existing tubes are given; the outlook of their improvement is estimated.
- 32**
- ABSTRACTS** . . . . .  
67
- BIBLIOGRAPHY** . . . . .  
75
- 36 SCIENTIFIC-TECHNOLOGICAL NEWS** . . . . .  
77

## Новая базовая модель кинокопировального аппарата оптической аддитивной печати

Н. И. Воронов, С. Я. Голосинский, А. П. Иванов, В. Ф. Пиявский,  
Г. Ю. Просвирнин, М. Р. Фридман

В течение 25 лет в Советском Союзе создано несколько унифицированных рядов кинокопировальных аппаратов различного назначения [1, 2]. Разработанные кинокопировальные аппараты дают возможность полностью реализовать технологические процессы на любых этапах производства фильмов (текущая печать, печать исходных материалов, переход с формата на формат, гидротипная печать, массовая печать). Эти аппараты обеспечивают высокое качество печати изображения (по резкости и устойчивости) и фонограммы.

В настоящее время НПО «Экран» в творческом содружестве с НИКФИ разрабатывает новое поколение кинокопировальных аппаратов, в которых реализуются следующие технические решения:

аддитивный метод цвето-световой коррекции;  
программное управление системами;  
скоростные скачковые механизмы в узлах печати (для прерывистой печати);  
усовершенствованные узлы печати изображения и фонограммы;  
высококачественные объективы-апохроматы с элементами, изготовленными из кристаллов фотристого кальция (флюорита), обеспечивающие существенное повышение разрешающей способности;  
современные электроэлементы в схемах питания и управления;

галогенные лампы накаливания как источники света в узлах печати;

блочно-модульный принцип конструирования;  
устройства иммерсионной печати (при необходимости).

Основными предпосылками создания новой базовой модели кинокопировальных аппаратов явились научно-исследовательские работы по созданию ряда устройств для прерывистого транспортирования кинолент (мальтийских и грейферных механизмов), работы по созданию регуляторов экспозиции [3], аддитивных светооптических систем

[4]; систем программного управления регуляторами экспозиции [5] и др.

Номенклатура кинокопировальных аппаратов, входящих во вновь разрабатываемый унифицированный ряд, определяется следующими требованиями и особенностями кинопроизводства: использование большого количества форматов кинопленок при съемке, расширение в будущем применения 16-мм кинопленок, совершенствование технологии печати, тенденции в кинопроизводстве, связанные с ограничением ресурсов энергии и количества серебра, уменьшением объемов массовой печати на многослойной цветной кинопленке, предполагающее увеличение доли гидротипной печати, возможности модернизации и перевода на аддитивный метод аппаратов оптической печати (23УТО-1, 23МТО-1, 23ТТО-1) и др. Учен опыт разработки и эксплуатации отечественной кинокопировальной аппаратуры. Создан унифицированный ряд кинокопировальных аппаратов аддитивной печати, позволяющий производить следующие виды печати: 35 — 2 × 16 мм (печать 16-мм фильмокопий); 35 — 35 мм (печать гидротипных матриц); 16 — 16 мм (печать фильмовых материалов на 16-мм кинопленке, в частности для телевидения).

Проектирование унифицированного ряда кинокопировальных аппаратов предусматривает единство компоновки основных узлов аппарата, использование каркасно-панельных конструкций, применение унифицированных типов систем программного управления, использование единого типа светооптических систем, отличающихся только конкретными параметрами оптических элементов, унифицированных элементов лентопротяжного механизма, наматывателей, приводных механизмов, стабилизаторов напряжения для питания печатных ламп, фонарей для ламп, механизмов и систем датчиков импульсов, вспомогательных устройств (счетчиков, софитов, автоножниц и т. д.).

## Основные принципы построения базовой модели кинокопировального аппарата 25АМО-1

Первой моделью, разработанной на основе упомянутых принципов, является кинокопировальный аппарат 25АМО-1, предназначенный для крупнотиражной прерывистой оптической аддитивной печати двух цветных 16-мм фильмокопий на кинопленке 32 (2 × 16) мм с 35-мм исходных материалов в условиях кинокопировальных фабрик и лабораторий.

### Технические характеристики кинокопировального аппарата 25АМО-1

Способ печати — аддитивный, оптический

Скорость печати

м/ч . . . . . 660; 330  
с<sup>-1</sup> . . . . . 24; 12

Формат кинолент, мм

исходный материал . . . . . 35; 32  
светочувствительный материал . . . . . 32

Тип печатного узла

изображения — мальтийские механизмы  
фонограммы — двойной стабилизатор скорости

разрешающая способность печати изображения, мм<sup>-1</sup>

центр . . . . . 75  
край . . . . . 65

Неустойчивость изображения, мкм

по вертикали . . . . . 15  
по горизонтали . . . . . 10

Качество печати фонограммы

спад частотной характеристики на частотах 1 и 6 кГц со 100 %-ной модуляцией, дБ

средняя дорожка . . . . . 8  
крайняя дорожка . . . . . 13

уровень нелинейных искажений, дБ

средняя дорожка . . . . . —29  
крайняя дорожка . . . . . —29

Коэффициент оптического увеличения

0,469 ± 0,004

Ступень регулирования экспозиции

0,025 lg E

Диапазон регулирования экспозиции

общий . . . . . 78  
автоматический . . . . . 50  
ручной (форфильтр) . . . . . 24

в системе подравнивания аппаратов . . . . . 4

Освещенность кадрового окна изображения по каналам при максимальном номере света и номинальном напряжении на печатной лампе, лк

красный . . . . . 126 500  
зеленый . . . . . 215 000

синий . . . . . 237 000

Освещенность печатного окна фонограммы при номинальном напряжении на печатной лампе, лк

1000000 . . . . . 500 000

Неравномерность освещенности кадровых окон, %

600 . . . . . 600

негатив (контратип) изображения . . . . . 300

негатив фонограммы . . . . . 600

светочувствительная кинопленка . . . . . 5,1

Потребляемая мощность, кВт

2100 . . . . . 2000

ширина . . . . . 850

высота . . . . . 2000

Габариты, мм

длина . . . . . 800

ширина . . . . . 2100

высота . . . . . 850

Масса, кг

### Узел печати изображения

Кинокопировальный аппарат 25АМО-1 имеет относительно высокую скорость печати 24 с<sup>-1</sup>. Для кинокопировальных аппаратов оптической печати достижение такой скорости при соответствующем уровне освещенности экспозиционных окон является весьма сложной задачей.

Известны два пути решения этой проблемы: использование для прерывистого транспортирования кинолент грейферных и мальтийских механизмов. Попытки применения других механизмов [6] не доведены в серийной кинокопировальной аппаратуре до практической реализации. Известные кинокопировальные аппараты фирмы «Дебри» (Франция) обеспечивают надежную работу при скорости не выше 12 с<sup>-1</sup>. Применение скачковых механизмов, заимствованных из киносъемочных аппаратов, не обеспечивает устойчивой работы кинокопировальных аппаратов в условиях большой производственной нагрузки.

В нашей стране имеется более чем десятилетний опыт эксплуатации кинокопировальных аппаратов для прерывистой оптической печати 8- и 8С-мм фильмов — моделей 23ВМО-1 и 23ИМО-1, в которых в качестве скачковых механизмов для протягивания исходного и светочувствительного фильмо-вых материалов использованы прецизионные мальтийские механизмы. Эти механизмы работают со скоростью 24 с<sup>-1</sup> и, как показал опыт их эксплуатации, обладают относительно высокой износостойкостью.

Однако требования к точности мальтийских механизмов кинокопировальных аппаратов для печати 8-мм фильмов ниже, чем к механизмам для печати 16-мм, для производства которых предназначен кинокопировальный аппарат 25АМО-1.

Анализ возможностей точных мальтийских механизмов и путей повышения точности их изготовления подтвердил целесообразность использования этих механизмов в аппарате 25АМО-1.

Суммарная неустойчивость изображения при оптической печати определяется выражением

$$H_{\Sigma} = \sqrt{H_{\text{н}}^2 \beta^2 + H_{\text{п}}^2},$$

где  $H_{\text{н}}$ ,  $H_{\text{п}}$  — величины неустойчивости изображения, вызванные скачковым механизмом, транспортирующим соответственно исходный (негатив) и светочувствительный (пленка) фильмо-вые материалы;  $\beta$  — коэффициент оптического увеличения.

Из формулы видно, что неустойчивость изображения, вызванная погрешностью скачкового механизма, транспортирующего исходный фильмовый материал, находится в зависимости от величины  $\beta$ .

Суммарная величина погрешности мальтийских механизмов, приведенная к зубу скачкового барабана, представлена на рис. 1.

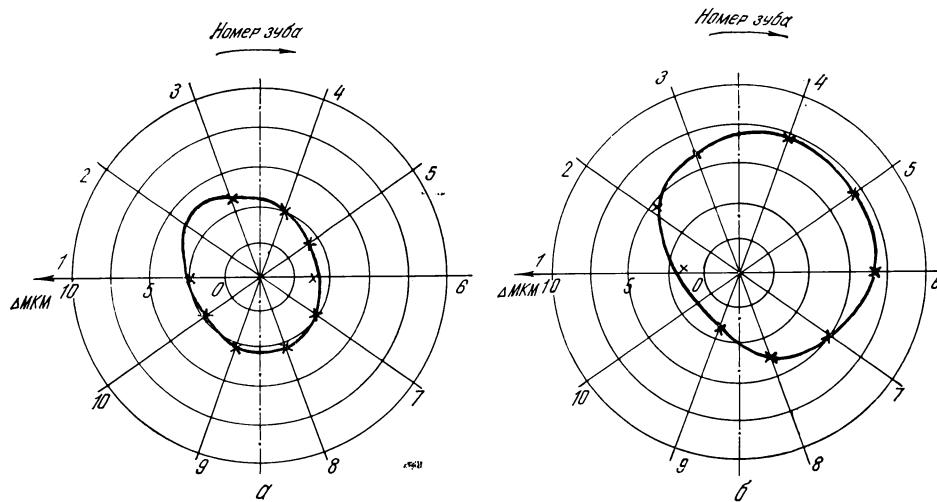


Рис. 1. Погрешности мальтийских механизмов:  
а — для 35-мм киноленты; б — для 32-мм киноленты

Мальтийские механизмы, примененные в кинокопировальном аппарате, обладают относительно высокой точностью, которая достигается технологией изготовления: мальтийские кресты шлифуются с помощью специальных делительных приспособлений. Погрешности углового шага радиусных выборок и шлицов мальтийского креста не превышают  $45''$ .

Зубчатые венцы скачковых барабанов изготавливаются зубошлифованием на станках типа «Рейхсхаузэр» с погрешностью изготовления шага зубьев барабана не более 3 мкм.

Погрешность изготовления мальтийского креста, приведенная к зубу скачкового барабана, не превышает 6—8 мкм для 35-мм и 4—6 мкм — для 16-мм киноленты (в аппарате использованы 10-лопастные мальтийские кресты и соответственно 40-зубый скачковый барабан для исходного фильмового материала и 10-зубый скачковый барабан для светочувствительной кинопленки).

Кроме погрешностей углового шага мальтийского креста и зубчатого барабана на точность работы мальтийского механизма влияют зазоры в сочленениях, отклонения от соосности и т. д. Из рис. 1 видно, что суммарная погрешность скачковых механизмов носит выраженный эксцентрический характер. Это дает дополнительные возможности уменьшения суммарной погрешности (неустойчивости) при печати фазированием обоих скачковых механизмов с целью компенсации их погрешностей.

Использование мальтийских механизмов неизбежно связано с применением фильмовых каналов, в которых имеется трение кинолент о направляющие полозки. Применение таких фильмовых каналов приводит к образованию нагара на полозках, повреждению кинолент и выходу их из строя.

Проблема решается подбором специальных материалов для полозков фильмовых каналов.

Проведенные исследования показали, что нагар не образуется при трении фильмовых материалов о полозки, изготовленные из полиформальдегида (сополимера СФД) и высокомолекулярного полиэтилена (фторопласта 4). Имеются данные о хорошей стойкости к нагарообразованию полиамида 88 [7]. В фильмовых каналах узлов печати кинокопировальных аппаратов применяются полозки, изготовленные из полиформальдегида (сополимера СФД).

Исследования показывают, что при использовании полозков из неметаллических материалов на киноленте в месте контакта образуется потертость даже при однократном прохождении через фильмовый канал, которая при многократном прохождении киноленты через фильмовый канал существенно не увеличивается. В случае тщательной обработки поверхностей полозков из металла (стали 1Х18Н9Т, 12ХН3А с термообработкой, Н36ХТЮМ5) повреждения фильма не наблюдается до образования на полозках нагара. Однако, как показали исследования, на полозках, изготовленных из любых известных металлических материалов, образуется нагар.

Так, при использовании в качестве материала полозков фильменного канала сталей марок 50 (закаленной) и Н36ХТЮМ5, мельхиора МИХ Му-30, стали 1Х17НОГ с фторопластом, фторопласти 40 и 42, поликарбоната, пенопласта нагар образуется при многократном пропуске кольца свечей (неэкспонированной) кинопленки.

Применяя для этих целей стали марок У10А, 1Х18Н9Т, 12ХН3А, латунь Л62, алюминиевый сплав АМГ-61, текстолит ПТК-1, бокадт, получаем

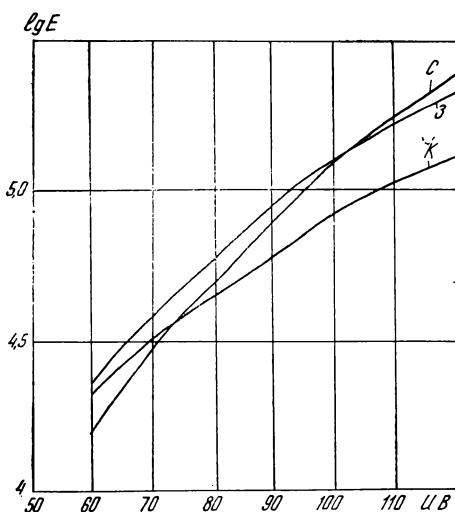


Рис. 2. Световая характеристика оптико-осветительной системы

образование нагара при однократном прогоне свежей кинопленки.

На полозках из сталей марок 20, 50 (без термообработки и хромированной), 30Х2Н2ВФА (азотированной), нейзильбера, фторопласта с бронзовым наполнением, ситалла, лейкосапфира нагар образуется после прогона старой кинопленки (фильмокопии).

Количество образующегося нагара зависит от температуры и влажности воздуха и особенностей строения фильмовых материалов. Наиболее неблагоприятные условия для работы фильмовых каналов создаются в жаркое летнее время.

Радикальное решение вопроса нагарообразования состоит в использовании фильмовых каналов без трения. Такие фильевые каналы применяются с грейферными механизмами. Скоростной грейферный механизм с контргрейфером, рассчитанный на работу в кинокопировальной аппаратуре, в настоящее время испытывается [8] и в будущем может найти применение в аппаратах разрабатываемого нового унифицированного ряда.

#### Оптико-осветительная система

В базовой модели аппарата использована аддитивная оптико-осветительная система с разделением спектральных потоков с помощью интерференционных светофильтров [9]. Особенностью оптико-осветительной системы является то, что интерференционные светофильтры работают в параллельном пучке лучей. Основные принципы построения оптических систем такого рода опубликованы [4].

В качестве источника света в системе использована новая галогенная лампа накаливания КГМ120-1200 (ТУ-16-545-280—80). Для разделе-

ния спектральных потоков используются две пары интерференционных светофильтров: одна — отражающая лучи синей части спектра ( $\lambda = 400—500$  нм) и пропускающая остальной спектральный поток, другая — отражающая лучи красной части спектра ( $\lambda = 600—700$  нм).

Для обеспечения высокой равномерности освещенности экспозиционных окон и линейности световой характеристики регулятора экспозиции при изменяющемся положении его шторок производится разделение потоков в зрачках оптико-осветительной системы. В каждом зональном потоке системы формируются два промежуточных изображения зрачка, которые затем изображаются в зрачках вторых компонентов печатного объектива.

Такой способ построения светооптической системы позволяет выравнивать освещенности в двух экспозиционных окнах 16-мм изображений (на 32-мм киноленте). Это достигается с помощью установки нейтрально-серых светофильтров необходимой плотности в том или ином разделенном потоке оптико-осветительной системы.

Оптико-осветительная система обеспечивает равномерность освещенности каждого экспозиционного окна не хуже 10 % и такую же величину максимальной разности освещенности между двумя окнами. На рис. 2 представлена зависимость освещенности экспозиционного окна позитива от напряжения на печатной лампе при номере света 50 и номере форфильтра 24. В системе обеспечивается уровень освещенности экспозиционного окна в

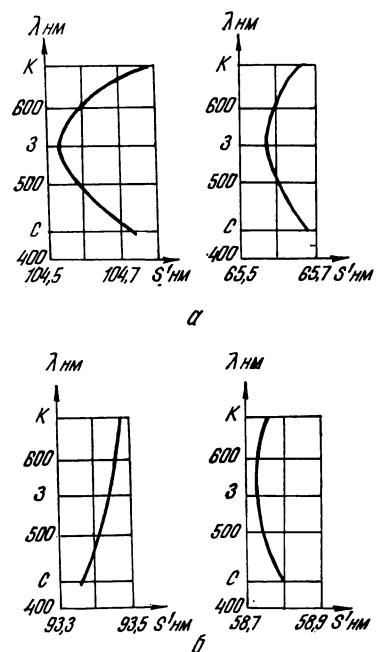


Рис. 3. Вторичный спектр печатных объективов:  
а — аппарат 23УТО-1; б — аппарат 25АМО-1

«зеленом» канале свыше  $2 \cdot 10^5$  лк, что вполне обеспечивает скорость печати  $24 \text{ с}^{-1}$ .

Для аппарата разработан новый усовершенствованный печатный объектив-апохромат. Отдельные оптические компоненты объектива изготовлены из кристаллов фтористого кальция (флюорита). За счет уменьшения величины вторичного спектра достигается улучшение качества изображения. Разрешающая способность оптической системы при печати на позитивную кинопленку МЗ-3 тест-миры НИКФИ  $100 \text{ мм}^{-1}$  достигает  $75 \text{ мм}^{-1}$  вместо  $60 \text{ мм}^{-1}$ , которая характерна для объектива кинокопировального аппарата 23УТО-1. На рис. 3 показаны графики вторичного спектра обычного объектива, примененного в аппарате 23УТО-1, и объектива-апохромата, используемого в аппарате 25АМО-1. Последний объектив обеспечивает высокую резкость изображения фильмокопий.

#### Наматыватели и устройство торможения рулона

Кинокопировальный аппарат 25АМО-1 имеет две скорости транспортирования кинолент, что не позволяет применять в нем электрический наматыватель с редуктором без электрических управляющих устройств [10].

Конструкция наматывателей аппарата разработана на основании следующих основных требований:

скорость транспортирования кинолент равна 1640, 820 м/ч (для лентопротяжного тракта негатива изображения), 660 и 330 м/ч (для лентопротяжного тракта негатива фонограммы и светочувствительной кинопленки);

емкости рулона составляют 600 м для всех наматывателей и устройств торможения, кроме устройства торможения светочувствительной кинопленки, где емкость рулона равна 800 м;

намотка рулона на стандартные бобышки диаметром 50 мм;

характеристический коэффициент при намотке не больше 2, характеристика убывающая; диапазон изменения натяжения 3—6 Н.

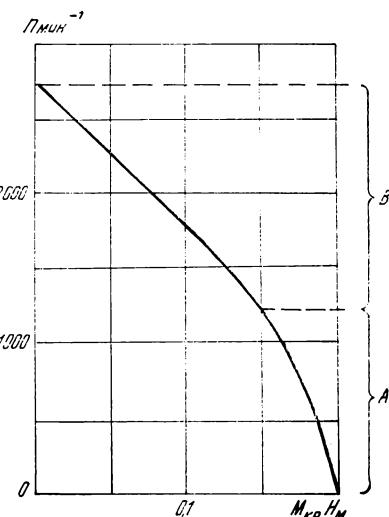


Рис. 5. Характеристика электродвигателя наматывателя

В ряде известных кинокопировальных аппаратов нашли широкое применение электродвигатели глубокого скольжения с массивным ротором. Известны системы управления такими двигателями [11]. Однако эти электродвигатели не изготавливаются промышленностью для широкого потребления, имеют большие массу и габариты, а также высокую стоимость.

Анализ возможных вариантов показал, что наиболее оптимальным вариантом решения задачи является система, состоящая из управляемого электродвигателя АДП-362 и блока управления, содержащего магнитный усилитель типа ТУМ-5А. Управляющим элементом является потенциометр, связанный с датчиком, который выполнен в виде рычага с роликом, следящим за диаметром рулона. Схема системы управления показана на рис. 4.

Электродвигатель АДП-362 имеет «мягкую» характеристику, благоприятную для наматывателя, работающего в широком диапазоне скоростей транспортирования киноленты (рис. 5). На этой характеристике есть участок А, где крутящий момент электродвигателя мало зависит от частоты его вращения. Для того чтобы электродвигатель в процессе намотки работал именно на этом участке, применяется редуктор, расположенный между валом электродвигателя и сердечником наматывателя. Передаточное отношение редуктора определяется соотношением крутящего момента электродвигателя и необходимого крутящего момента на выходе редуктора.

В наматывателях аппарата 25АМО-1 использован редуктор с передаточным отношением 1 : 4,5. Для уменьшения шума наматывателя на холостом ходу двухступенчатый редуктор выполнен на плоско-

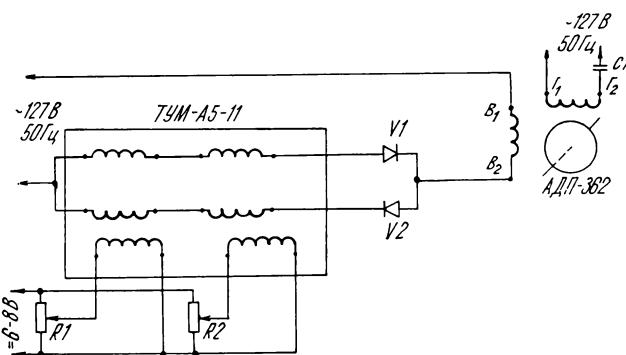


Рис. 4. Схема блока управления наматывателем

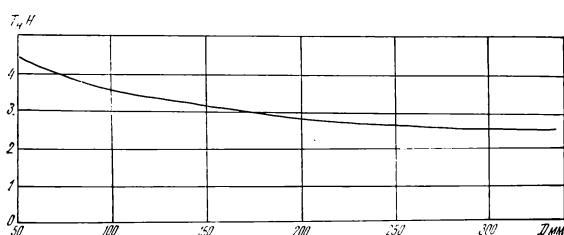


Рис. 6. Характеристика наматывателя

зубчатых ремнях. Характеристика наматывателя при намотке рулона 300 м показана на рис. 6.

Наматыватель имеет режим подмотки, когда на электродвигатель подается пониженное примерно в два раза по сравнению с номинальным напряжение. Для предотвращения самопроизвольного разматывания рулона все наматыватели и устройства торможения рулона снабжены тормозами, управляемыми от электромагнитов.

В качестве устройств торможения рулона кинолент в аппарате используются фрикционные первого типа с постоянным моментом сил трения.

Система программного управления кинокопировального аппарата 25АМО-1 включает фотосчитывающее устройство, блок программного управления, блоки питания, блоки питания шаговых электродвигателей регуляторов экспозиции, электронный блок задержки импульсов и индикаторы. Эта система аналогична системам программного управления других аппаратов оптической печати [5].

Система программного управления аппарата обеспечивает раздельное управление регуляторами экспозиции в каждом зональном потоке. Число светов — 50. Программа наносится на стандартную восьмидорожечную бумажную перфоленту. Расположение кодов с информацией о светах, стартового и стопового отверстий на перфоленте аналогично перфолентам, применяемым в других аппаратах, в частности в аппаратах фирмы «Белл-Хауэлл».

Особенностью системы программного управления аппарата является наличие электронного устройства задержки импульса, которое заменило применявшиеся ранее электромеханические системы.

Датчик импульсов — контактного типа, срабатывающий от просечки на негативе изображения. Так как расстояние между датчиком импульсов и кадровым окном равно 3—4 кадрам, после срабатывания датчика импульсы подаются на счетчик от связанного с обтюратором аппарата электронного устройства задержки импульса. Когда количество поданных импульсов становится равным числу кадров задержки, устройством выдается команда на срабатывание регуляторов экспозиции и проведение цикла работы программного устройства.

В системе программного управления имеется счетчик числа планов, а также блокировка на сбой работы системы программного управления, при действии которой аппарат останавливается.

### Регуляторы экспозиции

В аппарате используются следующие устройства для регулирования экспозиции: автоматический регулятор экспозиции; механизм форфильтрования; устройство для подравнивания кинокопировальных аппаратов.

Автоматический регулятор экспозиции (световой клапан) содержит механизм дискретного перемещения шторок и механизм ввода нейтрально-серого светофильтра и непрозрачной заслонки. Схема регулятора экспозиции показана на рис. 7. Привод каждого из механизмов осуществляется от отдельных шаговых электродвигателей, получающих питание от системы управления.

Шторки регулятора экспозиции в крайнем положении, при полном открытии, образуют круг диаметром 16 мм. За счет работы шторок осуществляется 25 ступеней регулирования экспозиции (светов). Логарифмический закон изменения пло-

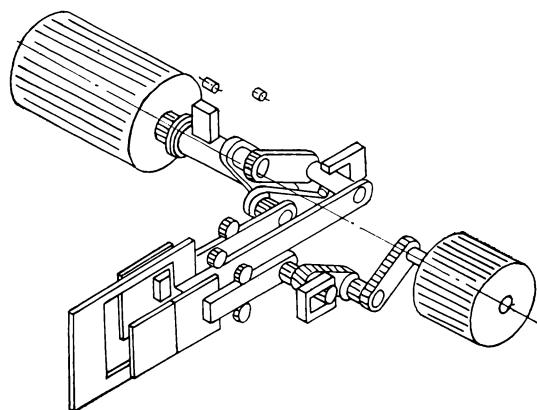


Рис. 7. Схема регулятора экспозиции

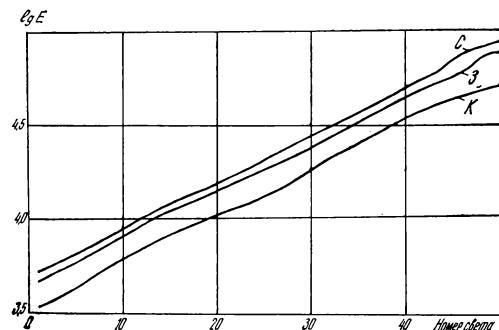


Рис. 8. Световая характеристика регулятора экспозиции

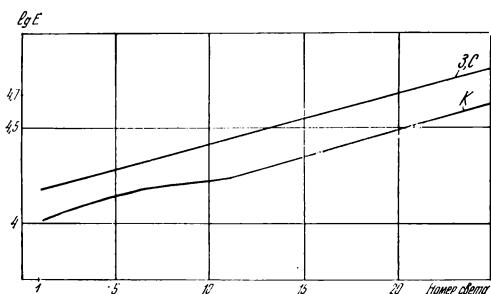


Рис. 9. Световая характеристика форфильтра

щади, ограниченной шторками, реализуется с помощью специально рассчитанного кривошипно-шатунного механизма [3, 12].

Введением нейтрально-серого светофильтра оптической плотностью 0,6 диапазон регулирования экспозиции (50 светов) разделяется на две части. Время срабатывания регулятора экспозиции 15 мс, которого достаточно для обеспечения смены экспозиции в период закрытия светового потока обтюоратором. Для уменьшения времени срабатывания в блоке управления регулятором экспозиции предусматривается специальное устройство для синхронизации работы обоих шаговых двигателей.

Световая характеристика регулятора экспозиции (рис. 8) в достаточной мере линейна. Среднее значение ступени экспозиции отличается от номинальной величины ( $0,025 \lg E$ ) не более чем на четверть ступени. Имеются трудности в достижении заданной ступени регулирования при введении нейтрально-серого светофильтра, усугубляющиеся тем, что плотность нейтрально-серых светофильтров неодинакова в различных зональных потоках. Различие в величинах плотностей превышает полторы-две величины ступени регулирования экспозиции. Для обеспечения заданной световой характеристики приходится применять специальную конструкцию светофильтра либо производить его индивидуальную подгонку.

Механизм форфильтрования содержит ряд нейтрально-серых светофильтров, которые в заданных комбинациях вводятся в каждый зональный световой поток вручную вращением рукояток механизма установки. Световая характеристика форфильтра представлена на рис. 9.

Конструкция автоматического регулятора экспозиции и механизма форфильтра в минимальной степени диафрагмирует световой поток при работе и поэтому не оказывает влияния на равномерность освещенности печатного окна.

Для подравнивания кинокопировальных аппаратов в оптико-осветительной системе используются нейтрально-серые светофильтры, устанавливаемые в зональных потоках. Имеется возможность

подравнивания потоков в пределах четырех ступеней с величиной ступени  $0,025 \lg E$ .

Система электрооборудования аппарата обеспечивает работу системы программного управления, привода, наматывателей и питание печатных ламп. Для питания последних используются специальные стабилизаторы напряжения, разработанные в Ленинградском институте киноинженеров. Эти стабилизаторы, обеспечивающие точность поддержания напряжения на лампах в пределах  $\pm 0,5\%$ , имеют возможность регулирования напряжения в пределах 50—100 % от номинального значения и обладают высокими эксплуатационными характеристиками.

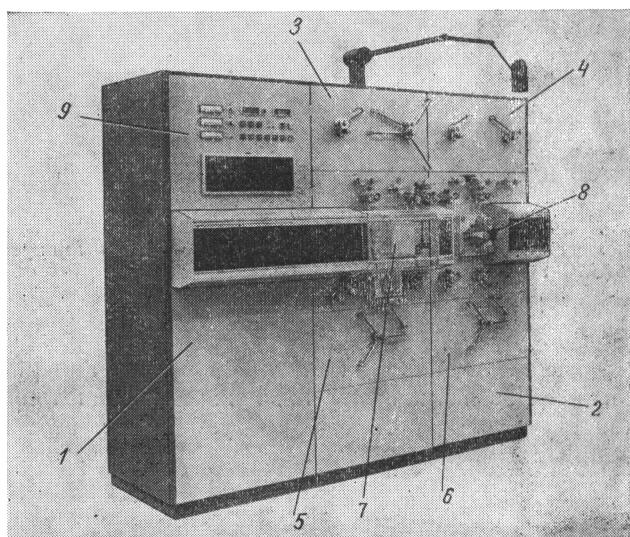


Рис. 10. Общий вид базовой модели 25АМО-1 (вид спереди)

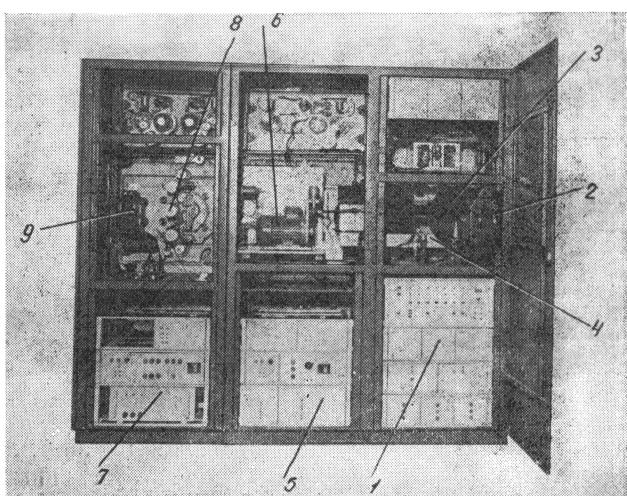


Рис. 11. Общий вид базовой модели 25АМО-1 (вид сзади)

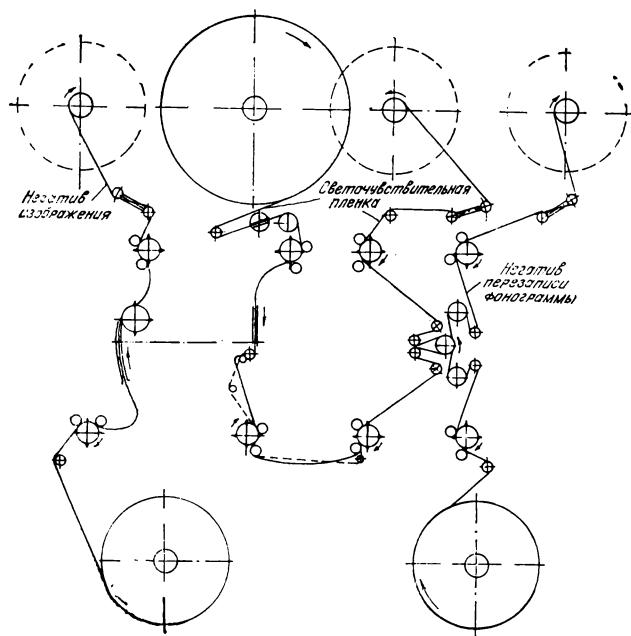


Рис. 12. Схема зарядки и движения кинолент в аппарате 25AMO-1

### Конструкция базовой модели

Базовая модель кинокопировального аппарата 25AMO-1 выполнена в виде каркасно-панельной конструкции и состоит из модуля печати изображения 1 (рис. 10) и модуля печати фонограммы 2.

С лицевой стороны аппарата расположены элементы лентопротяжного тракта для трех кинолент: блоки наматывателей 3 и 4, блоки разматывателей 5 и 6, блоки печати изображения 7 и фонограммы 8, а также пульт управления 9.

В правой части модуля печати изображения (рис. 11) размещены блоки системы программного управления 1, фонарь 2, обтюратор 3, плита с элементами аддитивной оптико-осветительной системы 4.

В левой части модуля печати изображения расположены блоки электропитания 5 и привод аппарата 6. В модуле печати фонограммы размещены блоки электропитания 7, стабилизатор скорости 8, фонарь с элементами оптической системы для печати фонограммы 9.

Движение кинолент в аппарате (рис. 12) происходит в одной плоскости, причем все наматыватели и устройства торможения рулона светочувствительной кинопленки расположены вверху, а устройства торможения рулона исходных материалов — внизу.

Опытный образец кинокопировального аппарата 25AMO-1, разработанный и изготовленный ЦКБК НПО «Экран», прошел приемочные испытания и находится в эксплуатации на Московской

кинокопировальной фабрике. В феврале 1980 г. аппарат 25AMO-1 был представлен в качестве экспоната на международной выставке «Телекинотехника-80».

### Выводы

1. Кинокопировальный аппарат 25AMO-1, соответствующий по основным техническим характеристикам современному уровню, прошел приемочные испытания и рекомендован к аттестации на высшую категорию качества.

2. На базе кинокопировального аппарата 25AMO-1 предусмотрено создание ряда моделей различного назначения.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

- Голод И. С., Иванов А. П., Просвирин Г. Ю., Шапошников В. Е. Состояние и пути развития отечественной кинокопировальной аппаратуры. — «Техника кино и телевидения», 1977, № 10, с. 32—41.
  - Воронов Н. И., Голосинский С. Я., Зайцев А. Н., Пиявский В. Ф., Просвирин Г. Ю., Розин Н. В., Туманов Г. И. Состояние и тенденции развития кинокопировальной аппаратуры. Информ.-техн. сб. «Киноаппаратура», 1976, вып. 9, с. 64—74.
  - Пиявский В. Ф., Просвирин Г. Ю., Розин Н. В. Регуляторы экспозиции кинокопировальных аппаратов аддитивной печати. — «Техника кино и телевидения», 1978, № 12, с. 9—15.
  - Пиявский В. Ф., Фридман М. Р. Светооптические системы кинокопировальных аппаратов аддитивной печати. — «Техника кино и телевидения», 1979, № 12, с. 22—25.
  - Оль А. П., Просвирин Г. Ю., Тимошенков Е. В., Туманов Г. И. Устройство программного управления светодозирующими клапанами аддитивных кинокопировальных аппаратов. — «Техника кино и телевидения», 1980, № 5, с. 32—36.
  - Model 101 high-speed optical step. — JSMPT, 1967 N 5, p. 418.
  - Басс Л. М., Татаки В. Ф., Шумилин С. М. Применение в кинооборудовании полиамидов с антифрикционными добавками. Информ.-техн. сб. «Киноаппаратура», 1973, № 6, с. 42—48.
  - Абелев Д. Б., Стежинская Е. А. Грейферный механизм для транспортирования киноленты. Авт. свид. № 553572. — Бюл. «Изобретения...», 1977, № 12.
  - Голод И. С., Фридман М. Р. Устройство для создания спектральных потоков света при аддитивной печати. Авт. свид. № 377720. — Бюл. «Изобретения...», 1973, № 18.
  - Голод И. С., Либерсон В. Б., Пиявский В. Ф. Характеристики механических и электрических наматывателей. — «Техника кино и телевидения», 1966, № 7, с. 21—31.
  - Коварская Е. Л. Электропривод для наматывания и разматывания киноленты. — «Техника кино и телевидения», 1969, № 2, с. 30—34.
  - Розин Н. В., Пиявский В. Ф., Герштейн Р. Х. Устройство для регулирования светового потока в кинокопировальном аппарате. Авт. свид. № 669318. — Бюл. «Изобретения...», 1979, № 23.
- ЦКБК НПО «Экран», Всесоюзный научно-исследовательский кинофотоинститут

# Синхронная работа магнитофона с киносъемочным аппаратом

Г. А. Гельперн, И. В. Карпов

Первичная запись звука на узкий неперфорированный носительочно вошла в практику кино- и телестудий. Сегодня рациональность этого процесса не вызывает сомнений. Организационные и технические трудности освоения процесса компенсировались получением дополнительных творческих возможностей, высоким качеством фонограмм, мобильностью аппаратуры и в конечном счете — экономической выгодой.

Процесс широкого внедрения аппаратуры с неперфорированным носителем начался в 60-е годы с появлением отечественных и зарубежных синхронных магнитофонов, а на киностудиях хроникально-документальных фильмов еще раньше — с момента внедрения магнитного носителя в профессиональную звукозапись. К настоящему времени накоплен большой опыт работы со звукозаписывающей и киносъемочной аппаратурой, позволивший в значительной степени стабилизировать технологический процесс первичной записи, внедрить запись речи, шумов и частично музыки на неперфорированный носитель как в стационарных студийных, так и в экспедиционных условиях. Звукотехнический процесс перестал быть тормозящим фактором в проведении синхронных киносъемок.

С другой стороны, опыт киностудий позволил существенно усовершенствовать аппаратуру, привел к созданию новых видов аппаратуры и технологических процессов. Сегодня для первичной записи используются портативные синхронные магнитофоны, которые вследствие своей многофункциональности и высоких технических параметров обеспечивают звукозапись в павильонах, а вследствие малых габаритов и питания от автономного источника с успехом используются при кинорепортаже.

Понятие синхронности не существует обособленно для магнитофонов и киносъемочных аппаратов, которые могут быть синхронны лишь взаимно. Развитие отечественной техники магнитной записи происходило опережающими темпами по сравнению с техникой киносъемки. Так, к началу 70-х годов отечественные синхронные магнитофоны уже выпускались с кварцевой синхронизацией, в то время как кварцевые киноаппараты появились лишь в последние годы. Поэтому сегодня в пределах одной киностудии и одной съемочной площадки часто сосредоточена аппаратура с различными видами синхронизации, что создает определенные трудности при ее эксплуатации. Недостаточно глубокое знание кино- и звукооператорами устройств синхронизации усугубляет это положение.

Вопрос обеспечения синхронности изображения и звука несложен, но нарушения синхронности могут произойти на многих этапах создания звукового фильма. Как правило, причину этих нарушений ищут в первую очередь в первичном процессе звукозаписи. Помимо этого необходимо избежать досадных ошибок, которые связаны не с качеством и надежностью аппаратуры, а со знанием определенных правил и их соблюдением.

Систематизация вопросов синхронной работы магнитофонов и киносъемочных аппаратов поможет избежать ошибок в практике работы киносъемочных групп.

## Способы синхронизации магнитофона с киносъемочным аппаратом

Вопросы синхронизации проще всего решаются при использовании павильонных киносъемочных и стационарного звукозаписывающего аппаратов. В первом установлен синхронный электродвигатель, поэтому обеспечивается частота съемки  $24 \text{ с}^{-1}$  (в телевидении  $25 \text{ с}^{-1}$ ).

В звукозаписывающем аппарате применяется перфорированный магнитный носитель, а в приводе — синхронный электродвигатель и зубчатый барабан. Таким образом, при питании от общей сети переменного тока скорость носителя в магнитофоне полностью соответствует частоте съемки киноаппарата, чем и обеспечивается их взаимная синхронность.

При появлении магнитофонов с неперфорированным носителем задача синхронизации значительно усложнилась. Вследствие применения фрикционного способа протягивания ленты принципиально невозможно даже при питании от сети переменного тока и при наличии ведущего синхронного электродвигателя обеспечить полное соответствие движения магнитной ленты в магнитофоне и кинопленки в киносъемочном аппарате. Как известно, магнитная лента может вытягиваться, усыхать при хранении или изменении климатических условий, покрываться пылью и т. п. Все это отрицательно сказывается на стабильности скорости при записи и последующем воспроизведении. Поэтому появилась необходимость в нанесении на носитель записи так называемой «магнитной перфорации», которая была бы идентична механической перфорации носителя изображения. Это достигается записью в дополнительный канал магнитофона синхросигнала, частота которого равна или про-

порциональна частоте съемки киноаппарата. Синхограмма, записанная на магнитофоне, претерпевает те же изменения, что и носитель, т. е. частота, а вернее, длина волны записи синхограммы может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от указанных факторов.

В настоящее время неперфорированный звуковой носитель используется только при первичной съемке, далее звук копируют на перфорированный носитель. При копировании (синхронном воспроизведении) обеспечивается скорость звуконосителя, строго пропорциональная скорости носителя изображения, что достигается работой системы автоматического регулирования ведущего привода магнитофона или аппарата воспроизведения. Действие системы основано на считывании синхросигнала, сравнивании его частоты с опорной (как правило, с частотой сети) и управлении скоростью ведущего электродвигателя. Так выглядит процесс синхронизации в наиболее простом варианте — при работе с павильонным (синхронным) киносъемочным аппаратом.

Современные киносъемочные аппараты имеют автономное питание, стабилизированный или синхронизированный привод. Вследствие того, что магнитофоны также получают питание от автономного источника, задачи синхронизации стали значительно сложнее. В процессе освоения новой технологии съемки фильмов они решались по-разному и привели к созданию различных систем синхронизации. Тщательное рассмотрение позволило подразделить их на три основные группы.

#### Система синхронизации от киносъемочного аппарата к магнитофону

Это самая распространенная система. Возникнув более 20 лет назад, она до сих пор широко применяется, несмотря на присущие ей серьезные недостатки. Принцип действия системы прост. На киносъемочном аппарате устанавливается датчик, частота которого пропорциональна частоте съемки. По проводной линии (или радиолинии) сигнал передается на магнитофон и записывается управляющей головкой. Дальнейший процесс одинаков для всех систем и описан выше. Система имеет следующие основные преимущества:

1. Высокая точность синхронизации. Даже в случае неисправности киноаппарата (как механической, так и электронной его частей) все изменения частоты съемки точно передаются на магнитофон и записываются в синхросигнале.

2. В системе автоматически решается вопрос о стартовых отметках. Появление синхросигнала свидетельствует о начале съемки. Отметки синхросигнала облегчают монтаж фильмов.

Наряду с указанными преимуществами эта система имеет и серьезные недостатки. Так как плен-

ка в киносъемочном аппарате перемещается прерывисто, его электродвигатель не может в принципе обеспечить равномерность хода, что сказывается в виде модуляции частоты записываемого синхросигнала. Особенно сильно это проявляется при износе механических узлов. При копировании колебания частоты синхросигнала вызывают детонации и даже тональные искажения, хотя в системах синхронного воспроизведения магнитофонов, как правило, имеется защита от мгновенных колебаний частоты синхросигнала.

При съемке хроникально-документальных фильмов звук часто является первичным и по нему ведется монтаж изображения. Включения и выключения киноаппарата, периоды его пуска и останова вызывают тональные искажения непрерывно записываемого и непрерывно воспроизводимого звукового сигнала. Недостаточно высокая стабилизация скорости киносъемочного аппарата также приводит к аналогичным искажениям.

Принципиально невозможна синхронная работа нескольких киноаппаратов с одним магнитофоном.

#### Система синхронизации от магнитофона к киносъемочному аппарату

В этой системе датчик синхрочастоты устанавливается на магнитофоне и его сигнал передается на киноаппарат для его синхронизации. Одновременно этот сигнал записывается в синхроканале магнитофона. В этой системе отсутствуют недостатки предыдущей системы, ибо датчик, установленный на магнитофоне, стабилизирован по частоте вследствие стабилизации скорости магнитофона со значительно большей точностью, чем в предыдущем варианте. Запись синхросигнала производится в течение всего времени работы магнитофона. К магнитофону могут быть подключены несколько киносъемочных аппаратов, т. е. осуществлена многокамерная киносъемка. В промышленном виде данная система была реализована в комплекте КЗМП-1, куда входили магнитофон «Ритм» и синхронизированный привод типа К29М-19 для киносъемочного аппарата «Конвас-автомат».

Несмотря на очевидные преимущества, система синхронизации от магнитофона к киносъемочной камере не нашла широкого применения, ибо требовала создания специализированных синхронизированных приводов.

#### Независимая система синхронизации

Сущность системы сводится к синхронизации магнитофонов и киносъемочных аппаратов от независимых высокостабильных датчиков. Это могут быть кварцевые датчики, камертонные генераторы и т. п. На съемочной площадке может работать неограниченное количество и киносъемочных аппа-

ратов и магнитофонов. Причем на них могут устанавливаться разнотипные датчики, с разными частотами задающих генераторов, разными частотами синхронизации и т. д. Главное условие — датчики должны быть высокостабильными. Стабильность задающих генераторов определяется из экстремального условия, что два генератора, например магнитофона и киноаппарата, работают непрерывно в течение 12 мин (время непрерывной съемки рулона кинопленки длиной 300 м) и при этом находятся в различных климатических условиях (например, магнитофон при температуре  $+20^{\circ}\text{C}$ , а камера  $-20^{\circ}\text{C}$ ). Расчет относительной погрешности частот опорных сигналов генераторов весьма прост.

Время непрерывной съемки  $T_{\text{н.с.}} = 720$  с. При этом допустимое расхождение по синхронности  $\Delta N_{\text{k}} \leq 1$  кадра при частоте съемки  $f_{\text{с}} = 24 \text{ с}^{-1}$ . Общее число кадров оказывается равным

$$\Sigma N_{\text{k}} = f_{\text{с}} T_{\text{н.с.}} \approx 1,7 \cdot 10^4.$$

Относительная погрешность частот опорного сигнала генераторов не должна превышать

$$\Delta f/f = \Delta N_{\text{k}}/\Sigma N_{\text{k}} \approx 6 \cdot 10^{-5}.$$

Это суммарная величина погрешности с учетом погрешности установки частот и температурной нестабильности. Из практики работы с кварцевыми генераторами известно, что температурная нестабильность оказывается в меньшей степени, чем неточность первоначальной установки. Практически непрерывная (без выключения) съемка в течение 12 мин маловероятна, тем более при работе в экстремальных климатических условиях. Поэтому стабильность общепринятых, например, в радиотехнике кварцевых генераторов широкого применения вполне достаточна для целей независимой синхронизации.

Привод киносъемочного аппарата синхронизируется от собственного датчика, т. е. обеспечивается частота съемки с точностью частоты датчика. С аналогичной точностью на магнитофоне записывается синхросигнал от собственного датчика, т. е. наносится «магнитная перфорация». Датчик магнитофона может быть использован и для стабилизации скорости движения магнитной ленты, в качестве задающего генератора высокочастотного подмагничивания и стирания и для других целей. К системе синхронизации это не имеет прямого отношения. Данная система не требует между магнитофоном и киносъемочным аппаратом ни проводной ни радиолинейной связи.

Независимая система синхронизации позволяет осуществить все виды киносъемок, включая съемку под фонограмму. Современная элементная база позволяет реализовать систему без значительного увеличения массо-габаритных характеристик аппаратуры. Безусловно, как и в системе синхронизации от магнитофона к киноаппарату, потребовалось

создание специальных кварцеванных приводов киносъемочных аппаратов, но следует признать, что появление этих уже широко применяющихся приводов повысило стабильность параметров изображения.

Современная микросхемотехника позволяет довольно просто реализовать кварцевые датчики для магнитофонов и киносъемочных аппаратов. Гораздо труднее создать непосредственно приводы киноаппаратов. При разработке последних часто ставится задача синхронизации киноаппаратов и от промышленной сети переменного тока. Это не только усложняет любую разработку, но и увеличивает габариты и массу привода. Все современные магнитофоны для кинопроизводства имеют кварцевую систему синхронизации, поэтому в принципе нет необходимости синхронизировать современный киносъемочный аппарат от сети. Отказ от сетевой синхронизации в киносъемочных аппаратах позволил бы в дальнейшем отказаться от нее и в репортажных магнитофонах. Это в свою очередь упростит портативные репортажные магнитофоны, а главное — позволит избежать ошибок в работе операторов и с большей уверенностью гарантировать синхронность изображения и звука.

Из находящихся на кино- и телестудиях страны магнитофонов только «Репортер-6» (ВНР) не имеет кварцевых датчиков синхрочастоты. Этот тип магнитофона условно может быть отнесен к разряду синхронных, поскольку в нем установлена только головка синхросигнала. Отсутствует ее коммутация при переходе из режима записи в режим воспроизведения синхросигнала, нет канала воспроизведения и т. д.

Тем не менее в условиях кино- и телестудий возможно изготовление кварцевого датчика для магнитофона «Репортер-6». Его схема, а также схема усилителя записи синхросигнала могут быть заимствованы из магнитофонов 25Д57 («Ритм-репортер») и 25Д55 («Ритм-310»).

К независимой системе синхронизации можно условно отнести синхронизацию от общего источника и синхронизацию от сети. Первая в настоящее время не находит широкого применения. В будущем при использовании кодированной информации в магнитофоне и киносъемочном аппарате потребуется значительно более высокая стабильность независимых источников. Их реализация в настоящее время представляет значительные трудности. Поэтому синхронизация (запись кода) от общего источника найдет, по-видимому, более широкое применение. Использование сетевой синхронизации неизбежно при наличии синхронных киносъемочных аппаратов. Передвижные электростанции имеют значительные отклонения от номинальной частоты и ее колебания. Это не вызывает несинхронности, но приводит к большим тональным искажениям в звучании.

## Запись синхросигнала на магнитную ленту

При записи синхросигнала на магнитную ленту выдвигаются два требования: минимальное проникание синхросигнала в звуковой канал и минимальное проникание звука в синхроканал. Нарушение первого требования повышает уровень помех в звуке, второго — приводит к несинхронности при воспроизведении. В настоящее время не существует единого международного стандарта на способ записи синхросигнала, однако наиболее широкое применение получили два способа, удовлетворяющие указанным требованиям: продольная запись по центру пленки противофазных дорожек («неопилот») и поперечная запись по центру пленки одной дорожки («пилоттон»). В обоих случаях частота записываемого сигнала 50 Гц. Не останавливаясь подробно на преимуществах и недостатках способов, отметим несколько практических обстоятельств.

1. Теоретически способы взаимозаменяемы, однако на практике получаются иные результаты. Синхограммы «неопилот» магнитофонов «Награ» воспроизводятся поперечными головками магнитофонов «Ритм-репортер» и «Ритм-310». В случае несогласованности уровней записи необходимо в последних отрегулировать усиление канала воспроизведения синхросигнала. Поперечные синхограммы магнитофонов «Ритм» не воспроизводятся головками «неопилот» магнитофонов «Награ».

2. Уровень проникания синхросигнала в звуковой канал зависит от способа записи синхограммы, качества настройки аппаратуры и в незначительной степени от магнитной ленты. При всех неблагоприятных условиях уровень помех канала записи — воспроизведения в конечном итоге может ухудшаться на несколько децибел. При современном техническом уровне магнитофонов это не приведет к браку при первичной записи. Уровень проникания звука в синхроканал зависит от способа записи, качества настройки аппаратуры, а главное — от уровня модуляций по низким частотам. Следовательно, уровень проникания звука, непосредственно влияющий на синхронность при воспроизведении, является величиной переменной. Естественно, что любой звукооператор стремится избежать перемодуляций при первичной записи, ибо возникающие искажения практически неисправимы при последующих перезаписях. Хотелось бы обратить внимание звукооператоров на необходимость возможного снижения уровня модуляций на низких частотах при первичной записи. В магнитофонах «Ритм» и «Награ» имеются низкочастотные корректоры, и ими рекомендуется пользоваться при всех возможных случаях. Эта мера в одинаковой степени эффективна как для способа «пилоттон», так и для способа «неопилот».

Немного о частоте синхронизации. Историче-

ски сложилось так, что вследствие развития самых различных систем синхронизации частота синхронизации может быть и 1 кГц (в системе «синхропульс»), и 100 Гц (в системе «Перфектон»), и 50 Гц, и 48 Гц. Наиболее часто возникают недоразумения именно в последнем случае.

Если киносъемочный аппарат в системе проводной синхронизации имеет частоту съемки  $24 \text{ с}^{-1}$ , то частота синхронизации, переданная от него по проводам в магнитофон, равна, как правило, 48 Гц. В последующем процессе основная трудность возникает при синхронном копировании, ибо для сравнения в системе автоматического регулирования при этом необходимо иметь преобразованный от сети сигнал частоты 48 Гц (а не 50!). Так и поступали, пока не появились средства кварцевой синхронизации, где не играет принципиальной роли абсолютное значение частот синхронизации киноаппарата и синхросигнала в магнитофоне, важна только абсолютно точная привязка этих частот (т. е. правильное их деление) к своим кварцевым генераторам.

С этих пор на магнитофонах стали записывать частоту только 50 Гц — либо от сети, либо от кварцевого генератора, а киносъемочные аппараты, работающие на автономном питании и синхронизированные от кварцевого генератора, имеют частоту съемки  $24 \text{ с}^{-1}$  (для кино) или  $25 \text{ с}^{-1}$  (для телевидения).

Очевидно, что при использовании киносъемочных аппаратов с питанием от сети частота синхросигнала, записываемого в магнитофоне, должна быть подана также от сети. Наиболее частой ошибкой является запись на магнитофоне синхросигнала от кварцевого генератора при съемке киноаппаратом, питаемым от сети. Еще большая погрешность возникает при попытке синхронизации непосредственно частотой сети 50 Гц фонограмм с записанным от киноаппарата синхросигналом частоты 48 Гц. В этом случае тональные искажения и несинхронность становятся равными величине погрешности 4 %.

## Практические вопросы синхронизации звука с изображением

**Первичная запись.** При первичной записи необходимо руководствоваться единым правилом: на магнитофоне следует установить синхронизацию, соответствующую синхронизации киносъемочного аппарата. Это правило не зависит от питания магнитофона. Если киноаппарат кварцеван, то и в магнитофоне запись синхросигнала должна осуществляться от внутреннего кварцевого датчика синхрочастоты, даже если питание магнитофона происходит от сети. И наоборот, если по условиям работы магнитофон находится на плече звукооператора, удобнее применять авто-

номное питание. При этом возможна синхронизация от сети при использовании киносъемочного аппарата с питанием от сети. Для этого в комплексах КЗМП5 и КЗМП7 имеется понижающий трансформатор ТР 835-871, конструктивно выполненный в виде сетевой вилки. Через кабель 5К1221 сетевой синхросигнал подается на разъем питания, где одновременно предусмотрен прием внешнего синхросигнала. Этим же трансформатором можно воспользоваться при работе с магнитофоном «Награ».

При проведении репортажных киносъемок на площадке часто сосредоточено несколько киносъемочных аппаратов, синхронизирующихся от разных источников (от сети, от кварцевого генератора), или стабилизированные киносъемочные аппараты со встроенным тахогенератором. Естественно, что магнитофон не может работать синхронно одновременно со всеми киноаппаратами. Поэтому в данном случае надо выбрать киносъемочный аппарат, снимающий крупные планы, где малейшая несинхронность особо заметна. В данном случае скорее необходимы меры организационные, чем технические, ибо согласованная работа звукооператора и кинооператора является залогом успешного проведения синхронной съемки.

При репортажных киносъемках для облегчения последующего монтажа кроме обеспечения синхронности часто необходимы стопстартовые отметки. Самым простым способом получения этих отметок является, как указывалось выше, подача синхросигнала от киноаппарата к магнитофону. Более того, некоторые кварцеванные киноаппараты (например, «Арифлекс 35БЛП») имеют на выходе кварцевого генератора частоту 50 Гц. Этим выходом следует пользоваться лишь при работе с магнитофонами, не имеющими встроенного кварцевого генератора. Для магнитофонов «Награ», «Ритм-репортер», «Ритм-310» подача кварцеванного синхросигнала нецелесообразна, ибо при синхронном воспроизведении это вызывает заметные на слух тональные искажения на тех участках, где осуществлялся пуск или останов киносъемочного аппарата.

Более рациональным является обеспечение записи стопстартовых отметок прерыванием синхросигнала в магнитофоне. Это осуществляется в устройствах КВУ-47, КВУ-57 для комплексов КЗМП7 и в устройствах QRT для магнитофона «Награ». При отсутствии этих устройств, работающих с радиоканалом, можно обеспечить прерывание синхросигнала по кабельной линии. Для этого в каждом конкретном случае необходимо обеспечить подачу сигнала, прерывающего синхросигнал, на магнитофон на время около 200 мс. В магнитофоне «Ритм-репортер» это выполнено подачей импульса постоянного тока длительностью 50—200 мс и напряжением минус 8—10 В на контакт 2 (приемник)

разъема «управление» или замыканием контактов 2 и 4 (—10 В). В магнитофоне «Награ 4.2» следует подать соответствующий импульс постоянного напряжения плюс 8 В на контакт 2 разъема «pilot».

При синхронном воспроизведении прерывание синхросигнала на время до 200 мс не вызывает нарушения синхронности. Обнаружить же стопстартовую отметку можно в магнитофоне «Ритм-репортер» по тональному сигналу синхроприставки, а в магнитофоне «Награ» — по срабатыванию бленкера.

Портативные магнитофоны часто используют для несинхронной записи, т. е. без киносъемочного аппарата, или когда киноаппаратом снимают общие планы, где синхронность не важна. Следует воспользоваться преимуществом данного класса магнитофонов — способностью повторить с точностью до фазы частоты 50 Гц скорость звукоснимателя, т. е. сохранить записанную тональность музыки. Поэтому рекомендуется при таких записях на магнитофонах включать синхронизацию от сети (или от кварцевого генератора), главное — однотипную при записи и синхронном воспроизведении (понятие синхронности в данном случае условное).

**Синхронное копирование.** При синхронном копировании вне зависимости от того, какова была синхронизация при записи, в качестве опорной частоты должна быть использована только сеть переменного тока, так как кинопленка с изображением транспортируется в последующих процессах в киностудии синхронно с сетью. Однако бытует ошибочное мнение, будто колебания частоты сети влияют на синхронность. Для доказательства представим себе условно, что при копировании частота сети увеличилась в два раза, т. е. стала равной 100 Гц. Тогда программа, записанная первично, пройдет при копировании в два раза быстрее, и соответственно количество (длина) 35-мм фонограммы также окажется в два раза большим. Если теперь установить эту фонограмму на двухпленочный кинопроектор, произойдет соответствующее изменение частоты сети 50 Гц как бы удлинение времени проекции. Стабильность опорной частоты на всех этапах влияет только на сохранение тональности. С этой точки зрения использование кварцеванных систем синхронизации является предпочтительным.

Несколько слов об индикаторах синхронности. В магнитофонах «Награ» используется стрелочный прибор в сочетании с индикатором типа бленкер, а в магнитофонах «Ритм» — светодиоды. Стрелочный прибор магнитофона «Награ» указывает непосредственно на синхронность воспроизводимой фонограммы, а бленкер — на наличие воспроизводимого синхросигнала. Поэтому при копировании и съемке под фонограмму необходимо индикатор модуляции переключать на индикацию синхрон-

ности. Бленкер в этом режиме выполняет вспомогательную роль. Два светодиода в магнитофонах «Ритм» указывают на синхронность воспроизведения моей фонограммы. В случае несинхронности они начинают мигать. Небольшая модуляция по яркости не является признаком несинхронности и свидетельствует о работе следящей системы. Лишь отсутствие свечения одного из них указывает на несинхронность.

**Киносъемка под фонограмму.** При киносъемке под фонограмму сохраняется правило первичной записи: на магнитофоне следует установить синхронизацию, соответствующую синхронизации киносъемочного аппарата. Это касается как магнитофона, работающего на воспроизведение, так и магнитофона, работающего на съемочной площадке на запись (для облегчения последующего монтажа). Однако существует несколько вариантов съемки под фонограмму, точнее ее подготовительного периода. Остановимся на них подробнее.

1. Исходная музыкальная фонограмма переписывается с синхронного магнитофона, работающего с перфорированным носителем. На портативном магнитофоне устанавливается при записи сетевая синхронизация, и эта (вспомогательная) фонограмма как бы синхронна с оригиналом, т. е. с сетью.

2. Исходная фонограмма, взятая из фонотеки, как правило, несинхронна. Синхронной с изображением она станет на съемочной площадке, но ее необходимо предварительно переписать на синхронный магнитофон, работающий с перфорированным носителем. С этого момента «оригиналом» становится фонограмма, записанная на перфорированном носителе, и с ней будет производиться последующая работа: эта фонограмма уже синхронна с сетью. Теперь к фонограмме из фонотеки больше обращаться не следует.

Одновременно с записью на перфорированный носитель лучше всего произвести синхронную с сетью запись на портативный магнитофон, однако, если это по каким-либо причинам осуществить не удалось, следует выполнить синхронное копирование на неперфорированную ленту при записи синхросигнала от сети, используя в качестве «оригинала» копию, записанную на перфорированном носителе.

3. Киносъемка под фонограмму при производстве хроникально-документальных фильмов. В этих

случаях во время концерта или представления производится запись звука, а киносъемка, как правило, отдельных фрагментов производится под записанную фонограмму после окончания концерта. Для сохранения первоначальной тональности запись звука следует производить по возможности синхронно с сетью, так как на киностудии фонограмма все равно будет синхронизироваться от сети. При киносъемке следует руководствоваться указанными выше правилами.

Соблюдение правил синхронной работы магнитофона с киносъемочным аппаратом гарантирует получение синхронных фонограмм. Но и нарушая эти правила, звукооператоры получают часто достаточную синхронность изображения и звука. Это происходит, однако, только при съемках очень коротких планов или съемке общих планов, где понятие синхронности относительно, скорее, встает вопрос о сохранении длительности записи. Нарушение технологической дисциплины не должно быть правилом, рано или поздно это вызовет появление брака.

В данной статье рассмотрены только вопросы первичной записи и синхронного копирования фонограмм. Как указывалось выше, получение звукового синхронного оригинала кинофильма — процесс многоступенчатый.

Нарушение синхронности может возникнуть и при перезаписи и последующих операциях копирования, но эти процессы традиционны и хорошо освоены киностудиями.

## ЛИТЕРАТУРА

- Чижевский Ю. Г. Аппаратура и методы синхронизации неперфорированного носителя. — «Техника кино и телевидения», 1961, № 10, с. 22—29.
- Чижевский Ю. Г. Исследование способа записи с поперечным намагничиванием для целей синхронизации неперфорированной ленты. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Л., 1971.
- Гельперн Г. А., Карпов И. В. Портативные магнитофоны для синхронной записи звука. Информ.-техн. сб. «Киноаппаратура», 1976, № 9, с. 45—56.
- Чижевский Ю. Г., Несторов В. А., Никольский Е. В. Авт. свид. № 339941. «Магнитная головка». — Бюл. «Изобретения...», 1972, № 17.
- Гельперн Г. А., Карпов И. В., Чижевский Ю. Г., Брызгалов В. А. Авт. свид. № 429463. «Индикатор синхронности». — Бюл. «Изобретения...», 1974, № 19.

# Применение преобразователей временного масштаба для перезаписи и воспроизведения адресно-временного кода

В. В. Шенько

В последнее время в технологии фильмопроизводства для синхронной записи звука широко применяется неперфорированная магнитная лента. При синхронных съемках одновременно со звуковым сигналом на ленте записывается адресно-временной код, который согласно новой технологии выполняет также и функции синхросигнала [1]. Так как последующие технологические операции предусматривают работу с 35-мм магнитной лентой, возникает необходимость перезаписи с 6,25-мм ленты на 35-мм магнитную ленту.

При перезаписи звуковой сигнал не подвергается каким-либо изменениям, когда происходит обычное синхронное копирование фонограммы. Параметры синхросигнала приходится изменять. Это объясняется необходимостью уменьшения частоты следования тактовой частоты кодированной информации.

Частота записи синхросигнала на 6,25-мм магнитную ленту была выбрана равной 100 Гц. Выбор такой частоты обусловлен, во-первых, длиной кодового слова в 96 бит, во-вторых, кратностью частоты сети, которая используется в качестве опорной при последующем синхронном копировании первичной 6,25-мм фонограммы на 35-мм магнитную ленту. Однако на 35-мм носитель изображения из-за кратности частоте киносъемки  $24 \text{ с}^{-1}$ , адресно-временной код при плотности 4 бит/кадр записывается с тактовой частотой 96 Гц. Для обеспечения условий точной синхронизации при совмещении 35-мм рабочего позитива с 35-мм магнитной фонограммой на звукомонтажном столе необходимо, чтобы тактовые частоты на обоих носителях были одинаковы. С этой целью в канал перезаписи адресно-временного кода необходимо ввести такое устройство, с помощью которого можно изменить первичную частоту синхросигнала 100 Гц на вторичную, равную 96 Гц, не вызывая при этом потери информации, и записать последнюю на отдельную дорожку 35-мм магнитной ленты параллельно со звуковым сигналом.

К таким устройствам относятся преобразователи временного масштаба (ПВМ), принцип работы которых основан на масштабно-временном изменении длительности и частоты сигналов с сохранением при этом такого же количества информации, как и во входном сигнале [2].

Основным элементом любого ПВМ является запоминающее устройство (ЗУ), с помощью которого и происходит временное преобразование сигнала. Для запоминания сигналов могут быть использо-

ваны магнитные барабаны и ленты, линии задержки, сдвигающие регистры и т. д.

В принципе для преобразования частоты адресно-временного кода может быть применен любой из указанных типов ЗУ. Однако из-за экономических и технологических соображений целесообразно использовать электронное ЗУ с кратковременной памятью на сдвигающих регистрах. Этому способствует и то, что:

адресно-временная информация уже представлена в цифровой форме;

нет технологической необходимости в длительном хранении записанной информации.

Изменение частоты следования кодированной информации при помощи ЗУ на логических элементах заключается в том, что каждый двоичный знак входной последовательности фиксируется в ЗУ и затем выбирается из него с требуемой частотой, в данном случае с частотой 96 Гц.

Кодированная информация, состоящая из 96 бит, записывается на носители изображения и звука в двоично-десятичном коде с весами 8-4-2-1 и распределяется следующим образом [3]: синхронное слово — 12 бит; временная информация — 40 бит; адресная информация — до 44 бит.

Структурная схема ПВМ с ЗУ на логических элементах представлена на рис. 1. Первые 9 бит информации из 12, необходимых для опознавания кодовой фразы и направления движения носителя, используются для синхронизации преобразователя. После того как последовательный регистр 1 целиком заполнится этими девятью битами информации, на выходе схемы выделения синхронного слова 2 появляется двоичный 0. Этот импульс используется для синхронизации работы распределителей вторичной тактовой частоты 3, подаваемой от внешнего источника (генератора тактовой частоты 96 Гц) 5, и распределителя первичной тактовой частоты 100 Гц 4. Устройством кратковременной памяти является параллельный регистр 6. Запись информации в параллельном регистре осуществляется тактовыми импульсами, поступающими из распределителя тактовой частоты 100 Гц. Информация считывается из параллельного регистра импульсами, выходящими из распределителя тактовой частоты 96 Гц. В результате преобразования кодированный сигнал на выходе ПВМ имеет частоту следования 96 Гц.

Применяемые в настоящее время в профессиональном кинематографе звукомонтажные столы дают возможность просматривать и прослушивать

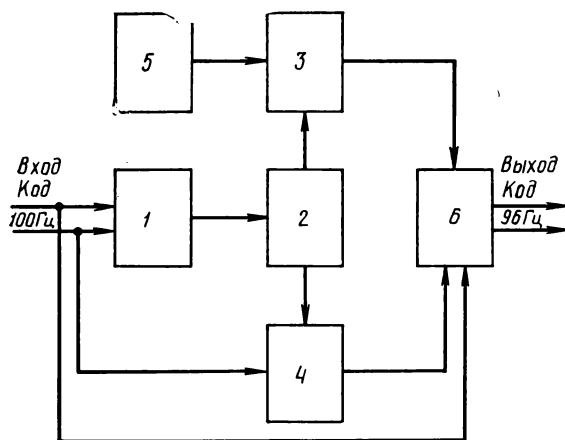


Рис. 1. Схема преобразователя частоты кодированного сигнала

фильмовые материалы на номинальной скорости, причем перемотка лент осуществляется автоматически на повышенной скорости, а корректировка синхронности изображения и звука выполняется вручную. Адресно-временной код, записанный на носителях изображения и звука, предусматривает автоматизацию процесса поиска необходимого монтажного участка. Автоматический поиск должен осуществляться на звукомонтажном столе как на повышенных скоростях движения носителей изображения и звука, так и на малых. Увеличение скорости считывания кодированной информации вызывается необходимостью сокращения времени на поиск нужного участка ленты, а уменьшение — необходимостью подгонки синхронности фильмовых материалов с точностью до  $\pm 1$  кадра. В процессе поиска требуемого монтажного участка с кодированной информацией на звукомонтажном столе происходит масштабно-временное изменение параметров кодовых импульсов как по частоте следования, так и по длительности. Масштабно-временное изменение сигнала определяется коэффициентом трансформации масштаба времени  $k = v_b/v_a$ , где  $v_b$  и  $v_a$  — соответственно скорости воспроизведенного и записанного сигналов.

Таким образом, происходит масштабно-временное преобразование кодовых импульсов. Запоминающее устройство в данном случае основано на применении магнитных лент и светочувствительных пленок.

Выше указывалось на необходимость выбора частоты следования кодированной информации, равной 96 Гц для записи на 35-мм магнитную ленту. Чтобы обеспечить надежное воспроизведение с магнитной ленты кодированной информации с низкой частотой следования при  $k < 1$ , необходимо применять потокочувствительные головки, отдача которых зависит от величины магнитного потока,

а не от скорости его изменения, как у магнитных головок индукционного типа [4].

Однако из-за технологических трудностей производства потокочувствительных головок применение их в настоящее время нецелесообразно. Для воспроизведения кодированной информации со звуковых магнитных лент можно использовать обычные магнитные головки индукционного типа. При этом необходимо производить запись адресно-временного кода на 35-мм ленту с модуляцией гармонической несущей, что дает возможность сдвинуть спектр сигнала в область более высоких частот. С точки зрения технологии монтажа кинофильмов, можно считать вполне достаточным коэффициент трансформации  $0,1 \leq k \leq 10$ , что соответствует десятикратному как уменьшению, так и увеличению скорости воспроизведения. Если учесть, что современная звукотехническая аппаратура имеет диапазон воспроизводимых частот 31,5—16 000 Гц, то для надежного воспроизведения кодированной информации при  $0,1 \leq k \leq 10$  частоту несущего колебания необходимо выбирать такой величины, чтобы крайне спектральные составляющие ширины спектра преобразованного сигнала не выходили за пределы равномерной области частотной характеристики канала воспроизведения звукомонтажного стола.

Способ записи адресно-временного кода на 35-мм магнитную ленту должен обеспечить: надежное воспроизведение кодированной информации при переменных скоростях движения магнитной ленты, малую величину проникания информационного сигнала в звуковой канал и передачу кодированного

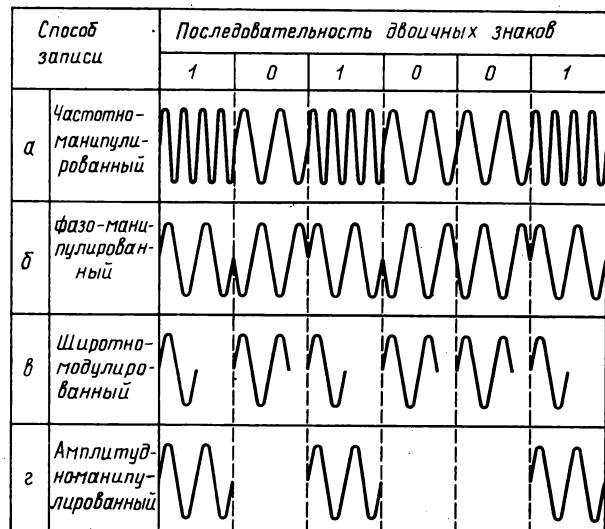


Рис. 2. Распределение намагниченности по длине ленты при разных способах записи

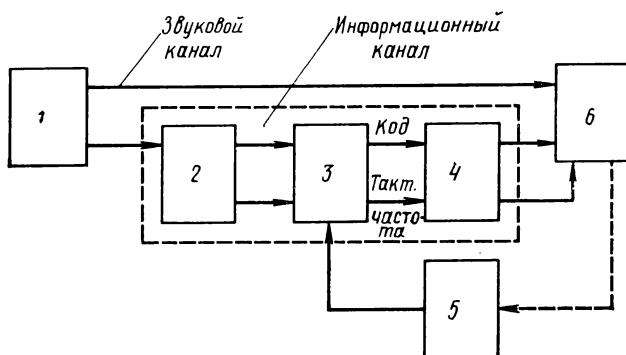


Рис. 3. Схема перезаписи адресно-временного кода с 6,25-мм ленты на 35-мм магнитную ленту

сигнала через обычные тракты воспроизведения, применяемые при производстве кинофильмов.

Выше отмечалось, что для обеспечения надежного воспроизведения информации на скоростях, отличных от номинальной, запись адресно-временного кода необходимо производить с модуляцией несущей. Применение способа записи с модуляцией несущей, например,  $f=1000$  Гц, дает возможность получить величину проникания информационного сигнала в звуковой канал практически равной нулю, так как в аппаратуре четырех- и шестиканальной записи звука на 35-мм ленте величина проникания на средних частотах составляет около —60 дБ [5].

Запись кодированной информации на 35-мм магнитную ленту можно осуществить широтно-модулированным, частотно- и фазо-манипулированным способами записи (рис. 2, а, б, в). Однако из-за сложных схемных решений, связанных с демодуляцией кодированного сигнала, применять их нежелательно [6].

Ввиду того что для расшифровки информации, закодированной в двоично-десятичном коде, необходимы всего лишь сведения о наличии или отсутствии импульса, запись адресно-временного кода можно осуществить и способом с амплитудной манипуляцией несущей частоты (рис. 2, г). Этот способ записи наиболее простой по техническому исполнению устройств для записи и воспроизведения информации. Спектр такого сигнала можно представить [7] следующим выражением:

$$F_{AM} = \frac{h}{2} \sin(\omega_c t + \Phi_c) + \frac{h}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2n-1} \cos \{ [\omega_c - (2n-1)\Omega] t + \Phi_c \} - \frac{h}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2n-1} \cos \{ [\omega_c + (2n-1)\Omega] t + \Phi_c \}.$$

Ширину спектра можно ограничить передачей

несущей и пятью парами боковых частот, поскольку амплитуды остальных боковых частотных составляющих менее 10 % от амплитуды несущей частоты.

Ширина спектра амплитудно-манипулированного сигнала при частоте несущей  $f_c=1000$  Гц и частоте манипуляции  $f_m=96$  Гц составляет  $\Delta f=960$  Гц. Крайние частоты будут соответственно равны  $f_h=520$  Гц,  $f_b=1480$  Гц. При такой ширине спектра вполне можно обеспечить надежное воспроизведение кодированной информации обычными звуковыми каналами при коэффициенте трансформации звукомонтажного стола  $0,1 \leq k \leq 10$ .

Недостаток амплитудно-манипулированного способа записи заключается в необходимости введения еще одного канала для записи тактовой частоты на 35-мм магнитную ленту. Такой способ записи может быть реализован на практике, так как серийно выпускаемая в настоящее время студийная аппаратура предусматривает многодорожечную монофоническую запись звука на 35-мм магнитную ленту [5]. Схема перезаписи адресно-временного кода с 6,25-мм магнитной ленты на 35-мм ленту показана на рис. 3. Синхросигнал с выхода усилителя воспроизведения 6,25-мм магнитной ленты 1 через демодулятор 2 поступает на преобразователь частоты кодированного сигнала 3. Затем кодированный сигнал и тактовая частота модулируются несущей в модуляторе 4 и записываются в аппарате записи 6 на две дорожки 35-мм магнитной ленты.

В качестве задающего элемента генератора тактовой частоты 96 Гц (поз. 5 на рис. 3), который необходим для работы преобразователя частоты, можно использовать датчик, считывающий межленточные переключатели 35-мм магнитной ленты во время перезаписи. Датчик такого типа можно использовать и при декодировании адресно-временной информации с 35-мм магнитной ленты в процессе поиска на звукомонтажном столе. В этом случае отпадает необходимость записи тактовой частоты на отдельной дорожке 35-мм магнитной ленты при использовании амплитудно-манипулированного способа записи. При воспроизведении с магнитной ленты на звукомонтажном столе адресно-временной код после усилителя воспроизведения поступает на устройство расшифровки и индикации кода. Схема воспроизведения с кинопленки кодированной информации плотностью 4 бит/кадр строится на том же принципе, что и при воспроизведении фонограммы.

## Выводы

1. Технологический процесс фильмоизготовления с применением кодирования носителей изображения и звука предусматривает использование в монтажно-копировальном ком плексе преобразователей временного масштаба кодированной информации.

2. Для изменения тактовой частоты адресно-временного кода при перезаписи с 6,25-мм магнит-

ной ленты на 35-мм магнитную ленту необходимо применять преобразователь временного масштаба с запоминающим устройством на логических электронных элементах.

3. Для обеспечения надежного воспроизведения кодированной информации обычными звуковыми устройствами при изменяющейся в широких пределах скорости движения 35-мм магнитной ленты запись адресно-временного кода на ней целесообразно осуществлять способом амплитудной манипуляции несущей частоты, равной 1000 Гц.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Клименко Г. К., Лагузинский В. С., Марсов С. В., Поташников А. И., Шенько В. В. О технологии фильмопроизводства с применением кодирования носителей изображения и звука. — «Техника кино и телевидения», 1978, № 9, с. 3—10.

2. Черницер В. М., Кадук Б. Г. Преобразователи временного масштаба. М., «Сов. радио», 1972, с. 2—5.

3. Клименко Г. К., Лагузинский В. С., Марсов С. В. Автоматизация монтажа кинофильмов на основе адресно-временного кода. — «Труды НИКФИ», 1979, вып. 97, с. 195—201.

4. Дэвис Г. Л. Применение точной магнитной записи. М., «Энергия», 1967, с. 240.

5. Гельперн Г. А., Глазунова В. И., Карпов И. В., Липко Ф. А., Подлипский О. О. Унифицированный ряд студийных аппаратов магнитной записи-воспроизведения звука. — «Техника кино и телевидения», 1978, № 8, с. 24—31.

6. Гордеев Л. С., Фридман А. А. Аппаратура точной магнитной записи с частотной модуляцией. М., «Энергия», 1978, с. 13—14.

7. Петрович Н. Т. Передача дискретной информации с фазовой манипуляцией. М., «Сов. радио», 1965, с. 15—23.

Киностудия «Беларусьфильм»

УДК 778.553.6

## Оптимизация динамических параметров электроприводов постоянного тока для киносъемочных аппаратов

В. М. Бедеров, Е. И. Усышкин

В последние годы наиболее применяемым среди электроприводов постоянного тока для киносъемочных аппаратов стал синхронизированный электропривод, обеспечивающий точное соответствие частоты киносъемки частоте синхронизирующего сигнала. Основное назначение синхронизированного привода — создание условий для выполнения синхронной киносъемки, однако с его помощью можно также решать и задачи, возникающие при несинхронной съемке, в связи с использованием импульсных источников света или применением в качестве источника питания переменного или пульсирующего напряжения и т. п.

Среди различных систем синхронизированного привода необходимо выбирать такие, которые обеспечивают устойчивость синхронизации при всех заданных частотах съемки вне зависимости от изменений напряжения питания и параметров нагрузки. Необходимо также, чтобы реакция системы синхронизации электропривода на различные возмущения со стороны узлов механизма киносъемочного аппарата была достаточно быстрой и активной, чтобы эти возмущения не приводили к заметным колебаниям частоты съемки, вызывающим «мигания» изображения. Должны быть также созданы наиболее благоприятные условия для перехода электропривода от разгона к синхронному режиму, чтобы обеспечить наименьшую длительность процесса и минимальные колебания скоростей вращения. При этом минимизируются непроизводительный расход кинопленки при пусках, величины нагрузок на механизм аппарата и расход энергии от аккумуляторных батарей.

В связи с вышеизложенным было решено исследовать вопросы оптимизации синхронизированных приводов постоянного тока для киносъемочных аппаратов и дать практи-

тические рекомендации по выбору структуры и параметров системы синхронизации. Исследования касались реакций электропривода на воздействие возмущений как в установившемся режиме (динамика «в малом»), так и в переходных процессах от пуска к синхронизации (динамика «в большом»). Особенности, возникающие при импульсном или дискретном характере регулирования, учтены лишь приближенно, так как современный уровень технических решений позволяет реализовать достаточно высокую частоту поступления дискретной информации и регулирования. Специфические свойства бесконтактных электродвигателей постоянного тока в данной работе не рассматриваются.

На рис. 1 показана структурная схема синхронизированного электропривода. В замкнутой структуре регулирования сигнал переменного тока задающей частоты  $\omega_a$  (рис. 1, a) сравнивается по фазе с помощью фазового дискриминатора  $\Phi D$  с сигналом истинной частоты  $\omega_i$ , получаемым от датчика фазы  $\Phi F$ , расположенного на валу электропривода. Фазовый характер сравнения учитывается интегрирующим звеном на выходе  $\Phi F$ , где через  $S$  обозначен оператор и через  $p$  — число пар полюсов  $\Phi D$ . Полученный импульсный сигнал фазорассогласования через усилительно-корректирующее звено  $УКЗ$  и импульсный усилитель  $ИУ$  поступает на электродвигатель с пусковым моментом  $M_p$ . Результирующий момент инерции двигателя, датчика, киносъемочного аппарата и т. д. учитывается коэффициентом  $I_{\Sigma}$ . Действие нагрузки учтено постоянной составляющей  $M_{ho}$  и коэффициентом вязкого трения  $K_{vt}$ . Постоянные  $T_a$  и  $T_i$  характеризуют соответственно действие электромагнитных процессов в электродвигателе и импульсный характер поступления информа-

ции и регулирования.  $T_i$  — период по несущей частоте  $f_i$  информации и регулирования — определяется зависимостью:  $T_i \approx 1/f_i$ .

Структура и параметры УКЗ должны предусматривать опережающее звено с передаточной функцией  $1+As$ , обеспечивающее дифференцирование входного сигнала. Поскольку непосредственное дифференцирование импульсов по характеризующему параметру длительности невозможно, то для этого наиболее целесообразно применять усиительное звено с запаздывающей обратной связью (рис. 1, а) [1]. В этом случае УКЗ содержит усилитель с коэффициентом  $K_y$  и цепочку обратной связи, характеризуемую коэффициентом  $K_{oc}$  и постоянной времени  $T_k$ , которая замкнута на управляющий вход специально предусмотренного фазовращателя  $\Phi B$  в цепи сигнала обратной связи по частоте вращения.

Передаточная функция корректирующего звена с учетом множителя  $p/2\pi$  при интегрирующем звене

$$W_{k3}(s) = \frac{K_y p}{K_\Phi 2\pi} \cdot \frac{1 + sT_k}{1 + (sT_k/K_\Phi)}, \quad (1)$$

где  $K_\Phi = 1 + K_y K_{oc} p / 2\pi$ .

Расчетная структура для этого случая представлена на рис. 1, б. В этой структуре произведено также преобразование локального контура, учитывающего вязкое трение, в незамкнутое звено. Для оптимизации параметров динамики систем электропривода широко распространен весьма эффективный метод подчиненного регулирования [2, 3]. В соответствии с ним структура выполняется с несколькими контурами, причем каждый из них содержит лишь одну «большую» постоянную времени и рассматривается как объект регулирования по отношению к следующему контуру, внешнему для данного. Разделение на самостоятельные контуры регулирования осуществляется, как правило, с помощью датчиков тока, скорости и т. д. Однако при соответствующих корректирующих звеньях возможно формальное преобразование реальной одноконтурной системы в систему подчиненного регулирования, имеющую несколько контуров.

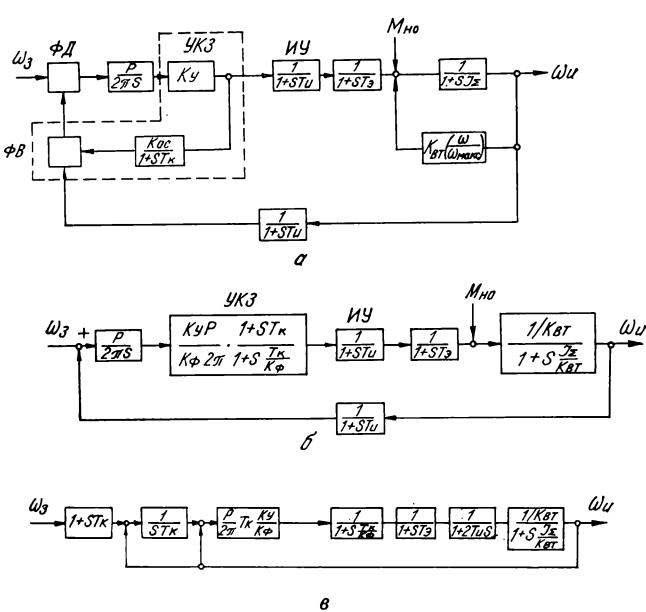


Рис. 1. Структурные схемы синхронизированного электропривода: а — исходная; б, в — преобразованные

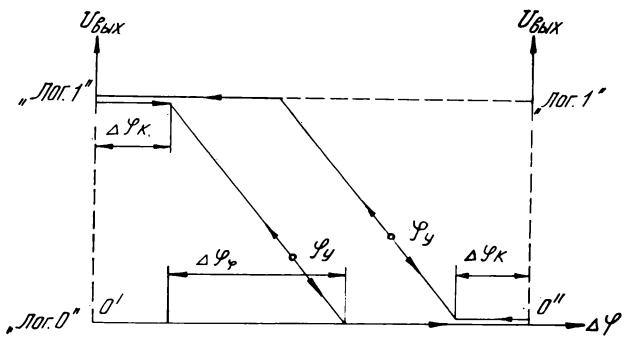


Рис. 2. Характеристика частотно-фазового дискриминатора

Учитывая (1), структуру электропривода можно представить в двухконтурном виде (рис. 1, в), где внутренним является контур скорости, а внешним — контур фазы.

Метод подчиненного регулирования предусматривает учет «результатирующего» действия малых постоянных посредством суммарной «малой» постоянной:

$$\sigma_1 = (T_k/K_\Phi) + T_\theta + 2T_i.$$

Характеристическое уравнение контура с двумя постоянными временем  $T$  и  $T_\mu$  может быть представлено в виде

$$TT_\mu s^2 + Ts + 1 = 0. \quad (2)$$

Оптимальное демпфирование в контуре обеспечивается при так называемом условии «технического оптимума» [2, 3]  $T = aT_\mu$  при  $a \approx 2$ .

Время процесса и перерегулирование в контуре при этом условии минимальны и соответственно равны 4,1  $T_\mu$  и 4,3 %.

Характеристическое уравнение для внутреннего контура

$$\frac{I_\Sigma}{B + K_{vt}} \sigma s^2 + \frac{1}{B + K_{vt}} (\sigma K_{vt} + I_\Sigma) s + 1 = 0, \quad (3)$$

где  $B = K_y M_\pi T_k p / 2\pi K_\Phi$ .

Сравнивая (3) и (2), получим

$$\frac{\sigma K_{vt} + I_\Sigma}{B + K_{vt}} = a \frac{I_\Sigma \sigma}{\sigma K_{vt} + I_\Sigma}, \quad (4)$$

откуда

$$\rho = T_k/K_\Phi = \frac{B}{K_y M_\pi p / 2\pi} = \frac{(I_\Sigma + K_{vt}\sigma)^2}{a I_\Sigma \sigma} - \frac{K_{vt}}{K_y M_\pi p / 2\pi}. \quad (5)$$

Используя значение большой постоянной внутреннего контура в качестве малой для внешнего контура и применив условие технического оптимума, находим

$$T_k = \frac{I_\Sigma + \sigma K_{vt}}{B + K_{vt}}, \quad \text{причем } B = \rho K_y M_\pi p / 2\pi.$$

Полученные соотношения достаточны для определения оптимальных  $T_k$  и  $K_{oc}$ . При этом  $\rho$  и  $K_y$  предполагаются заданными и в пределах технической целесообразности по возможности большими.

Процесс перехода от пуска электропривода к установленному синхронному режиму во многом зависит от свойств применяемого фазового дискриминатора (ФД). При обычном ФД неравенство сравниваемых частот, например при пуске электродвигателя, приводит к биениям его выходного сигнала. При этом пуск и синхронизация привода крайне затруднены и могут быть обеспечены лишь в узкоограниченном диапазоне изменения параметров нагрузки и задающей частоты.

Для исключения этих недостатков были предложены частотно-фазовые дискриминаторы (ЧФД), характеристика

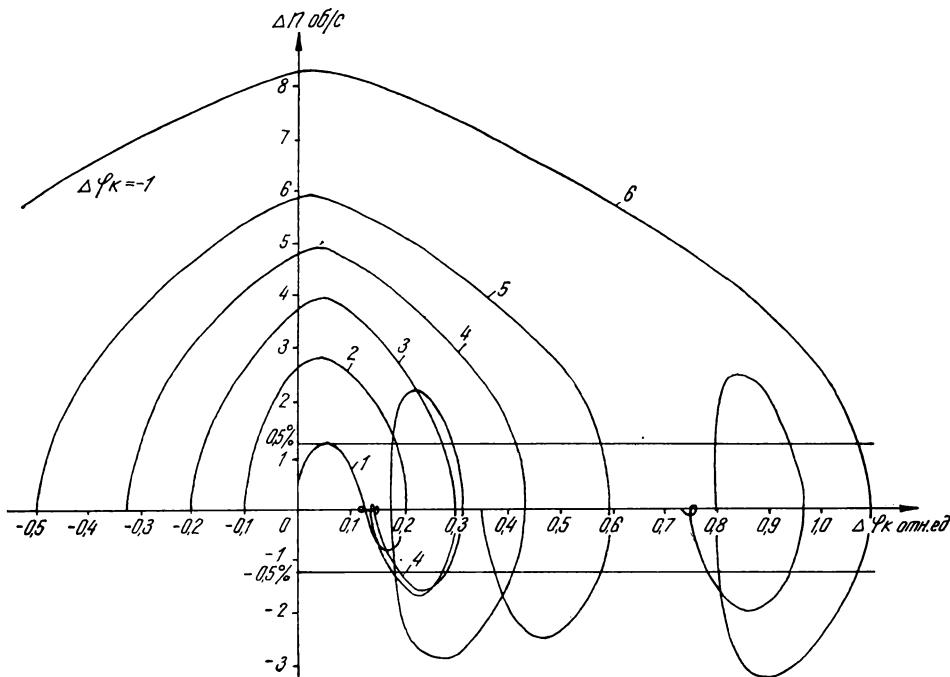


Рис. 3. Фазовые портреты процессов синхронизации электропривода при различных соотношениях  $\Delta\Phi_k/\Delta\Phi_\Phi$ :

1 — 0;  $t_{Bx}=0,035$  с; 2 — 0,10;  $t_{Bx}=0,075$  с; 3 — 0,20;  $t_{Bx}=0,175$  с; 4 — 0,33;  $t_{Bx}=0,310$  с; 5 — 0,50;  $t_{Bx}=0,250$  с; 6 — 1,00;  $t_{Bx}=0,420$  с

которых имеет лишь один линейный участок (рис. 2). К последнему примыкают участки ограничения на уровнях «логическая единица» («Лог. 1») и «логический нуль» («Лог. 0») [4]. Положение линейного участка ЧФД в координатах фазорассогласования  $\Delta\Phi$  непостоянно: соответствующие логические узлы переводят ЧФД из состояния «Лог. 1» или «Лог. 0» в фазовый режим при поступлении на его вход второго подряд импульса от соответственно источников истинной или заданной частоты. Чередование импульсов обоих источников не меняет режимы ЧФД. Такое выполнение ЧФД, если обеспечена устойчивость привода «в малом», гарантирует синхронизацию привода независимо от условий и параметров нагрузки.

Однако процесс синхронизации по длительности и перегулированию и в этом случае может значительно отличаться от оптимального. Это можно объяснить тем, что в соответствии с признаком «два импульса подряд» переключение режимов ЧФД происходит лишь в дискретных значениях фазорассогласования  $\Delta\Phi_k=K2\pi/p$ , где  $K$  — целое число (см. рис. 2), что увеличивает время синхронизации и вызывает иногда достаточно большое перегулирование по скорости. При этом процессы в электроприводе не ограничиваются фазовой областью ЧФД, а распространяются на участки ограничения, в пределах которых нет демпфирования колебаний.

Улучшение процесса синхронизации возможно только за счет уменьшения интервала дискретности  $\Delta\Phi_k$ , что может быть достигнуто либо увеличением числа полюсов  $p$  датчика обратной связи, либо применением специального перестраиваемого ЧФД [5], в котором в качестве задающего используется сигнал с частотой в  $t$  раз большей, чем частота сигнала датчика обратной связи. При этом  $\Delta\Phi_k=2\pi/pt$ .

Определение приемлемой в отношении качества переходных процессов величины  $\Delta\Phi_k$  аналитическими методами

весьма трудоемко и возможно не для всех исследуемых случаев. Поэтому дальнейший анализ динамики приводов «в большом» приведен с моделированием процессов на ЭВМ. Проверка полученных выводов на нескольких различных электроприводах показала возможность их применения для достаточно широкого круга приводов со значительно различающимися параметрами.

Из сравнения фазовых портретов процессов синхронизации электроприводов (рис. 3) следует, что влияние дискретности  $\Delta\Phi_k$  может в несколько раз увеличивать время и степень перерегулирования при входе в синхронизм, причем основная часть траектории движения может располагаться вне диапазона фазового участка ЧФД, а точка устойчивого режима оказывается в различных значениях фазорассогласования, отличающихся на целые величины отношения  $2\pi/pt$ . Примем в качестве критерия удовлетворительного качества процесса синхронизации условия окончания процесса в пределах одной и той же фазовой зоны, примыкающей к предфазовому участку. При этом условии выход системы через фазовый участок  $\Delta\Phi_\Phi$  ЧФД в зону ограничения «Лог. 0» либо вообще не происходит, либо не превышает дискретного значения  $2\pi/pt$ . Из приведенных кривых можно установить, что это условие соблюдается при

$$\frac{2\pi}{pt} / \Delta\Phi_\Phi = \frac{2\pi}{pt} / \frac{2\pi}{K\Phi} = \frac{K\Phi}{pt} \leq 0,1 - 0,2. \quad (6)$$

Рядом примеров подтверждено, что (6) можно рассматривать как достаточно общую рекомендацию. Однако для обеспечения удовлетворительных процессов в широкодиапазонной системе регулирования скорости условие (6) является необходимым, но не достаточным. При снижении заданных значений синхронной частоты вращения электропривод имеет все больший запас по моменту, в связи с чем влияние величины предфазового участка возрастает, а

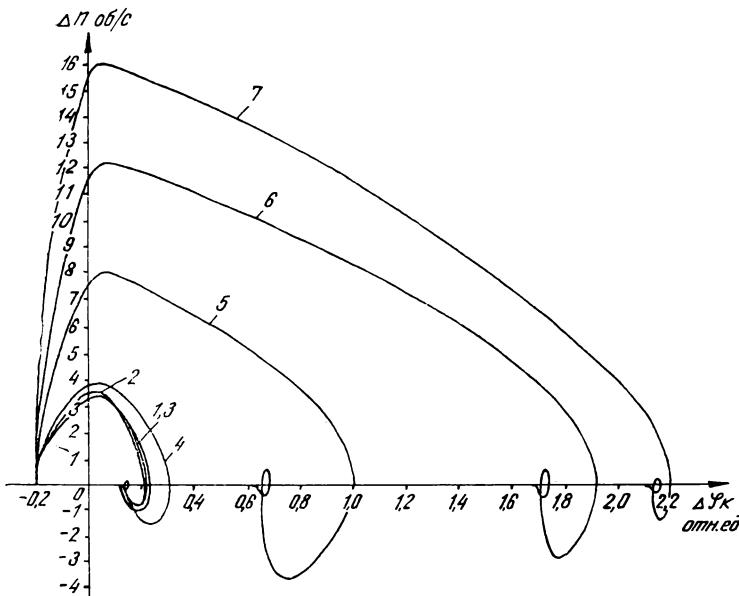


Рис. 4. Фазовые траектории переходных процессов киносъемочного аппарата при «мягком» (кривые 1, 2, 3) и «жестком» (кривые 4, 5, 6, 7) пусках:

1— $n_3=24$  об/с,  $t_{bx}=0,180$  с; 2— $n_3=60$  об/с,  $t_{bx}=0,200$  с; 3— $n_3=120$  об/с,  $t_{bx}=0,207$  с; 4— $n_3=240$  об/с,  $t_{bx}=0,175$  с; 5— $n_3=120$  об/с,  $t_{bx}=0,315$  с; 6— $n_3=60$  об/с,  $t_{bx}=0,356$  с; 7— $n_3=24$  об/с,  $t_{bx}=0,255$  с

точка установившегося режима  $\Phi_u$  оказывается дальше от начального значения  $-\Delta\Phi_k$ , с которого начинается процесс синхронизации. С увеличением начального рассогласования амплитуда перерегулирования дополнительно возрастает. Таким образом, с уменьшением заданной частоты съемки все большая часть процесса включает участок «Лог. 0» характеристики ЧФД.

Для улучшения процесса синхронизации широкодиапазонного электропривода можно применить такой регулятор напряжения, в котором сигнал от рассмотренной выше части регулятора умножается на дополнительный сигнал, пропорциональный заданной частоте вращения. Такое умножение нетрудно выполнить на основе комбинации широтно-импульсных сигналов, частоты которых когерентны и различаются на один порядок. Недостаток такого решения заключается в том, что оно изменяет и динамику «в малом» электропривода, уменьшая значение  $M_p$  и нарушая тем самым оптимальные для нее соотношения. Поэтому наиболее предпочтителен здесь метод «мягкого» пуска электропривода, в процессе которого дополнительный сигнал линейно изменяется в функции времени и к концу пуска достигает максимального одинакового значения для всех заданных частот съемки. Продолжительность пуска привода до заданной частоты вращения обычно значительно превышает длительность оптимизированного процесса синхронизации. Допустимо рассматривать процесс синхронизации, состоящим из двух раздельных этапов. На первом этапе происходит синхронизация электропривода приблизительно при том значении напряжения дополнительного сигнала, которое достигнуто к моменту начала синхронизации. На втором этапе происходит «дотягивание» временно установившегося значения  $\Phi_u$  до постоянного значения  $\Phi_u$ , причем дальнейшее увеличение дополнительного сигнала является как бы одним из сравнительно медленных возмущений, которые система электропривода отрабатывает, обеспечивая ограничение изменений частоты вращения в допустимых пределах.

Определение требуемых значений напряжения в момент начала синхронизации для различных заданных частот вращения было проведено с помощью моделирования на ЭВМ с использованием линеаризующих расчетных соот-

ношений. В качестве критерия удовлетворительного качества переходного процесса принималось, как и в исследовании предыдущего вопроса, условие локализации процесса в пределах фазовой зоны характеристики регулятора: без выхода в область «Лог. 0».

На рис. 4 приведены фазовые траектории процессов пуска до различных значений заданной синхронной частоты вращения при одинаковых параметрах системы при «мягком» и «жестком» пусках. Зависимость напряжений, достигаемых к началу синхронизации, от заданных значений синхронных частот вращения определена по указанному критерию локализации и легко аппроксимируется линейной зависимостью  $u=u_0+K_u\omega$ .

Из представленных кривых видно, что влияние конечной величины предфазового участка и запаса по фазе, которые с уменьшением заданного значения частоты вращения при «жестком» пуске возрастают весьма значительно, в условиях «мягкого» пуска практически сводится к нулю.

Параметры  $u$  и  $\omega$  электродвигателя постоянного тока связаны соотношением  $u=(M_pR/C_M)+C_E\omega$ .

Линейная аппроксимация соответствует условиям пуска с постоянным значением электромагнитного момента двигателя, когда  $C_E=0$ ,  $M_p=u_0C_M/R$ .

Если пренебречь изменением момента нагрузки при разгоне двигателя, то  $\omega=(M_p-M_n)t/I_{\Sigma}$ .

Поэтому линейная аппроксимация имеет вид

$$u = u_0 + K_u \left[ \frac{(u_0 C_M/R) - M_n}{I_{\Sigma}} \right] t,$$

что и является условием оптимального «мягкого» пуска.

На рис. 5 представлены осциллограммы процесса пуска и синхронизации киносъемочного аппарата с широкодиапазонным электроприводом постоянного тока и регулированием частоты съемки от 8 до 240 кадр/с, подтверждающие оптимальный характер процессов пуска и синхронизации электропривода, параметры которого были выбраны согласно изложенной методике.

Моделирование на ЭВМ выполнено для электродвигателя последовательного возбуждения, имеющего нелинейные характеристики. Поэтому была проведена линеаризация

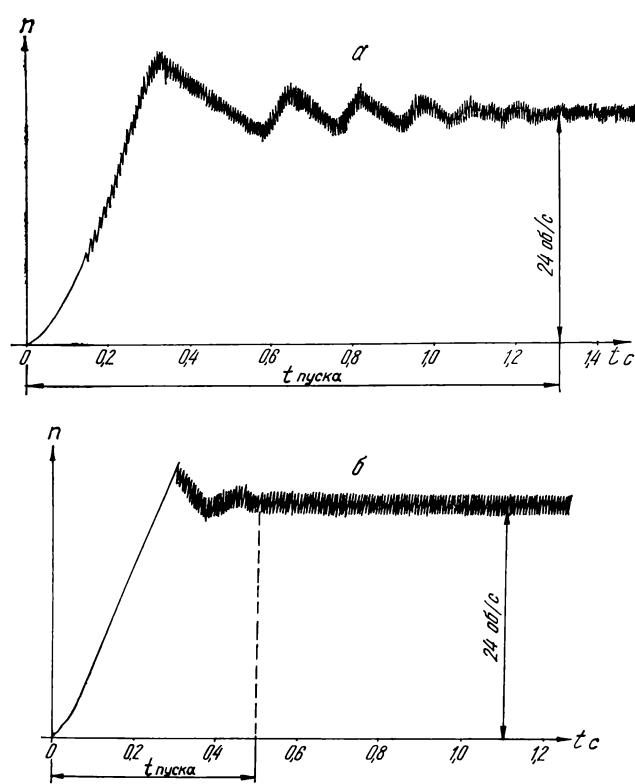


Рис. 5. Осциллограммы процесса пуска и синхронизации электропривода с киносъемочным аппаратом, полученные при  $n_s=24$  об/с,  $\Delta\Phi_k/\Delta\Phi_\Phi=0,1$ :  
 а — при попытке оптимизации параметров электропривода экспериментальным методом ( $t_{\text{пуска}}=1,3$  с); б — при оптимизации по техническому оптимуму ( $t_{\text{пуска}}=0,5$  с)

характеристик  $C_E=iC_{E\Phi}$ ;  $C_M=iC_{M\Phi}$ , где  $i=u/(C_{E\Phi}\omega+R)$ , при этом  $M_\Phi=C_{M\Phi}u^2(C_{E\Phi}+R)^{-2}$ . В расчетах использованы следующие цифровые данные:

$C_{M\Phi}=2,5$  г·см/А;  $C_{E\Phi}=2\pi\cdot 0,003$  В·с/А;  $I_\Sigma=2,5$  г·см·с<sup>2</sup>;  $M_\Phi=10^3$  г·см;  $u_{\text{макс}}=26,5$  В;  $R=0,17$  Ом;  $n_{\text{макс}}=240$  об/с ( $\omega_{\text{макс}}=1507$  1/с);  $n_{\text{мин}}=8$  об/с ( $\omega_{\text{мин}}=50,24$  1/с);  $p=2$ ;  $K_y=10$ ;  $K_\Phi=4$ ;  $T_k=0,022$  с;  $a=2,2$ ;  $\sigma=0,0055$ .

### Выводы

1. Получены простые соотношения для выбора значений параметров  $K_y$ ,  $K_\Phi$  регулятора напряжения, обеспечивающие оптимизацию привода «в малом».

2. Для процесса синхронизации «в большом» важен выбор достаточно малого значения периода дискретизации фазорассогласования, которое определяется как параметром  $m$  частотно-фазового дискриминатора, так и числом  $p$  полюсов датчика. В связи с этим даны рекомендации по минимально допустимому значению произведения  $pm$ .

3. Показано большое значение «мягкого пуска» для уменьшения длительности и амплитуды колебаний процесса синхронизации «в большом». Получены расчетные соотношения для выбора оптимальных параметров «мягкого» пуска.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Усышкин Е. И., Зельдин В. Ш. Бесконтактный электродвигатель постоянного тока. Авт. свид. № 479202. — Бюл. «Изобретения...», 1975, № 28.

2. Kessleig C. Über Vorausberechnung optimal abgestimmter Regelkreise. — «Regelungstechnik», 1954, N 1, 2; 1955, N 2.

3. Решмин Б. И., Ямпольский Д. С. Проектирование и наладка систем подчиненного регулирования электроприводов. М., «Энергия», 1975.

4. Зельдин В. Ш., Бедеров В. М., Данилин В. А., Усышкин Е. И. Частотно-фазовый дискриминатор. Авт. свид. № 625300. — Бюл. «Изобретения...», 1978, № 35.

5. Усышкин Е. И., Зельдин В. Ш., Данилин В. А. Частотно-фазовый дискриминатор. Авт. свид. № 699666. — Бюл. «Изобретения...», 1979, № 43.

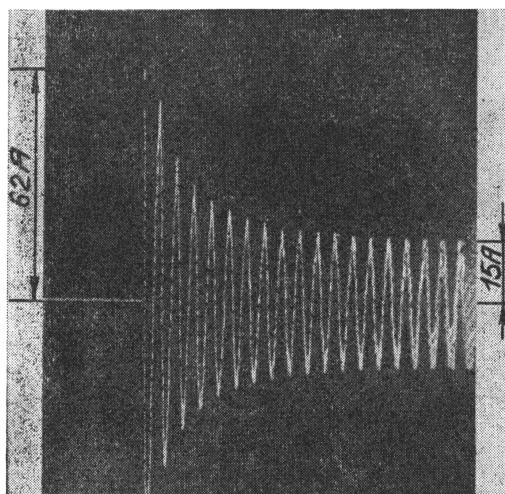
# Источник электропитания кинопроекционных галогенных ламп

Г. М. Клужин, М. Л. Рябоконь

В передвижных киноустановках в последнее время получили применение галогенные лампы накаливания. По сравнению с обычными лампами накаливания К30-400, К21-150 они имеют небольшие габариты и повышенный срок службы, в течение которого их световой поток и цветовая температура постоянны. Из опыта эксплуатации галогенных ламп накаливания следует, что даже небольшое повышение напряжения питания может привести к резкому снижению срока службы ламп, а иногда и к перегоранию. Так, для лампы КГМ 24-250 при увеличении напряжения питания на 5 % от номинального значения срок службы уменьшается на 50 %, а при увеличении напряжения на 10 % — снижается на 78 %, хотя при этом и возрастает световая отдача. С другой стороны, уменьшение напряжения питания лампы КГМ 24-250 на 5 и 10 % вызывает падение световой отдачи соответственно на 12 и 25 % [1]. При этом уменьшается также и цветовая температура, что сказывается на качестве цветопередачи. Следовательно, напряжение питания проекционной лампы типа КГМ должно поддерживаться весьма близким к номинальному во всем диапазоне изменения сетевого напряжения.

Исследования переходных процессов включения галогенных ламп накаливания показали, что пусковой ток холодной лампы в 3,5—4 раза превышает номинальный, а время переходного процесса равно 7—10 периодам напряжения питающей сети (рис. 1, а). Максимальный ток лампы в момент включения наблюдается в течение двух-трех периодов. При изучении переходных процессов галогенных ламп накаливания выявлено, что частое включение при работе их в кинопроекторах приводит к снижению срока службы даже при номинальном напряжении питания. Поэтому кинопроекционные галогенные лампы накаливания целесообразно включать сначала на небольшое напряжение поднакала, равное 10 % от номинального напряжения. На осциллограмме включения лампы КГМ 24-250 (рис. 1, б) на номинальное напряжение с режима поднакала видно, что происходит только двукратное превышение пускового тока над номинальным его значением. Источник питания галогенных ламп накаливания должен обеспечивать пусковой режим лампы без перегорания в случае ошибочного включения лампы без режима поднакала. При этом значения пусковых токов и времени переходного процесса при включении лампы от стабилизиро-

а



б

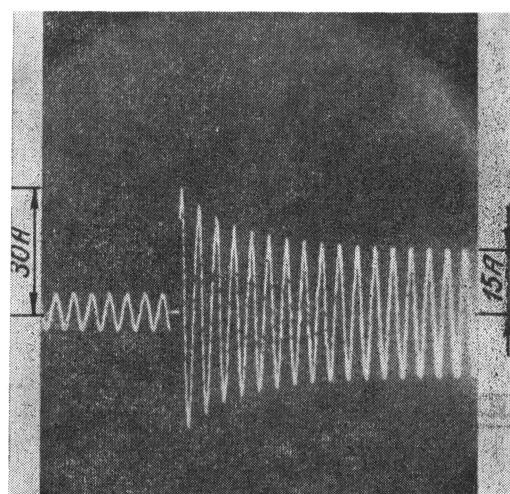


Рис. 1. Переходные процессы пуска галогенной лампы накаливания КГМ 24-250:  
а — ток лампы, включенной без поднакала на  $U_{\text{ном}} = 24$  В; б — ток лампы, включенной с режима поднакала 3 В на  $U_{\text{ном}} = 24$  В

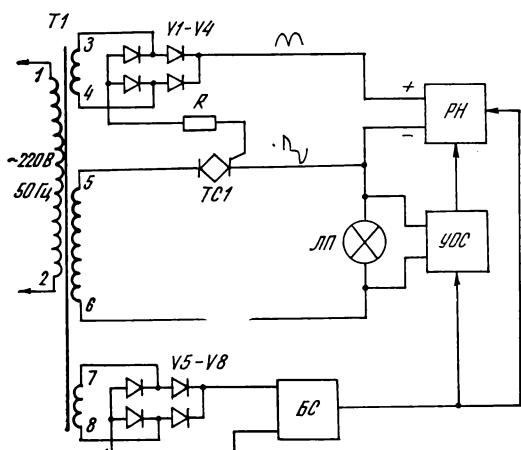


Рис. 2. Функциональная схема источника питания кино-проекционной галогенной лампы накаливания

ванного источника питания не должны превышать значений, соответствующих включению лампы от понижающего трансформатора двукратной мощности при номинальном напряжении питающей сети. Отсюда вытекает следующее требование к источнику питания: возможность ограничения амплитуды пусковых токов или времени их действия, обеспечение минимальной инерционности системы регулирования. Регулирующий элемент стабилизированного источника питания должен выдерживать пятикратные увеличения токов при пуске.

По результатам анализа состояния существующих схем источников стабилизированного переменного напряжения и с учетом требований питания галогенных ламп накаливания была выбрана структурная схема регулирования напряжения в цепи нагрузки с помощью симметричного тиристора (симистора). Отечественной промышленностью освоен в производстве и выпускается большими сериями новый тип симистора ТС-2 на номинальные токи 10, 16, 25, 40 А и рабочие напряжения до 1000 В. Симисторы могут выдерживать в течение 50 мс шестикратные возрастания токов по сравнению с номинальными. Падение напряжения на симисторе при амплитудном предельном токе не превышает 2 В. При температуре 25 °C отпирающий ток управления не более 150 мА, а отпирающее напряжение не более 5 В. Симистор имеет небольшие габариты, его масса с охладителем составляет 0,175 кг.

Применение фазового регулирования переменного напряжения для стабилизации напряжения на лампе при диапазоне изменения сетевого напряжения сети от 0,85 до 1,1  $U_{c,ном}$  вызывает необходимость значительного увеличения напряжения на обмотке понижающего трансформатора по сравнению с номинальным напряжением лампы, что ведет к увеличению пусковых токов и усложнению схемы регулирования.

Поэтому для источника питания галогенных ламп с использованием фазового регулирования при работе от сети с изменением напряжения в пределах 0,95—1,1  $U_{c,ном}$  целесообразно применять автоматическое ограничение напряжения при превышении номинального напряжения питающей сети.

Источник питания проекционной лампы ЛП (рис. 2) состоит из трансформатора T1, симистора TC1 и системы управления. Последняя включает в себя регулятор напряжения РН, усилитель обратной связи УОС и схему питания блока стабилизации БС этих схем. Управление симистором производится пульсирующим напряжением частотой 100 Гц. Фиксация момента подачи управляющего импульса симистора осуществляется посредством сравнения двух напряжений постоянного и опорного по принципу вертикального способа управления, в котором момент подачи управляющего сигнала определяется при равенстве постоянного напряжения и опорного, имеющего пилообразную или синусоидальную форму. Опорное напряжение управляющего сигнала формируется обмотками 3—4 трансформатора T1 и выпрямителем на диодах V1—V4. Постоянное напряжение создается блоком РН, связанным с напряжением на лампе с помощью системы обратной связи УОС. Элементы системы управления и регулирования стабилизатора получают питание с обмоток 7—8 трансформатора через диоды V5—V8 и блок стабилизации БС.

Угол отпирания (управления) симистора в такой схеме регулирования не может превышать 90°, поскольку напряжение, питающее симистор TC1, и напряжение, создающее ток отпирания симистора, находятся в одной фазе. Поэтому схема управления симистором обеспечивает непрерывное регулирова-

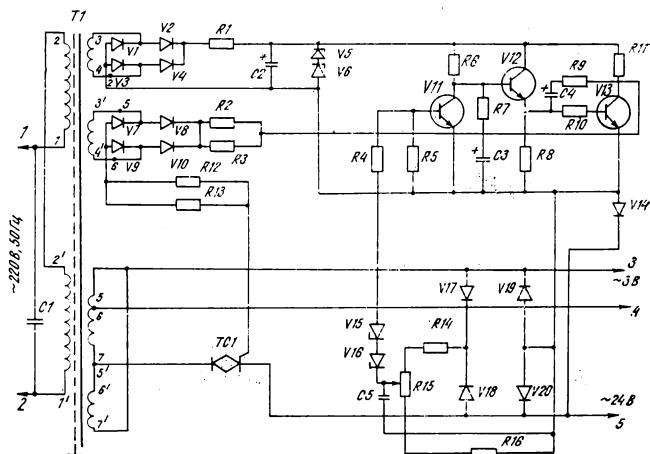
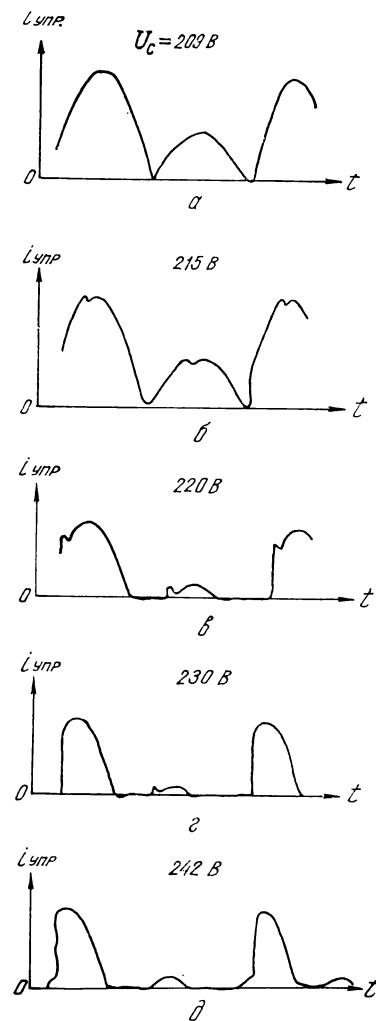


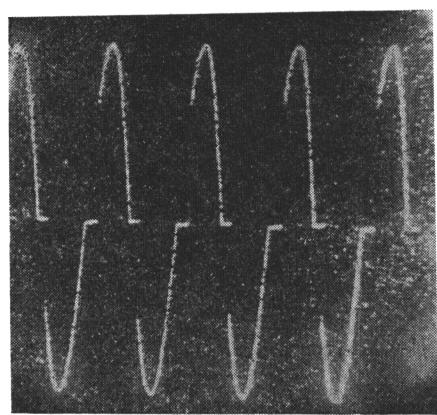
Рис. 3. Принципиальная схема источника питания кино-проекционной галогенной лампы накаливания



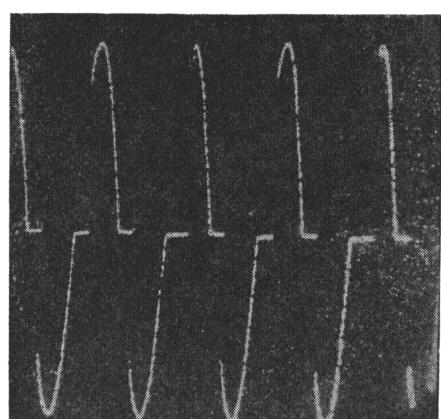
ис. 4. Временные диаграммы тока управления симистора

ние напряжения на лампе в пределах 60—100 % от максимально возможного. Такой диапазон регулирования позволяет осуществлять стабилизацию напряжения на кинопроекционной лампе при изменении напряжения питающей сети в пределах 0,95—1,15  $U_{c,\text{ном}}$  при номинальном токе лампы. Напряжение с обмоток 5—7 трансформатора  $T1$  (рис. 3) через симистор  $TC1$  подается на лампу. Напряжение обмотки 3'—4' формирует с помощью мостовой схемы выпрямления на диодах  $V7$ — $V10$  пульсирующее синусоидальное напряжение, которое поступает через резисторы  $R2$ ,  $R3$ ,  $R12$ ,  $R13$  и транзистор  $V13$  на управляющий электрод и катод симистора  $TC1$ . Напряжение на лампе, выпрямленное диодами  $V17$ — $V20$ , как сигнал обратной связи, подается через стабилитроны  $V15$ ,  $V16$  на вход усилителя  $УОС$  на транзисторах  $V11$ ,  $V12$ . Регулятор напряжения  $РН$  схемы управления выполнен на транзисторе  $V13$ . Напряжение с резистора  $R15$ , пропорциональное среднему значению напряжения на лампе, фильтруется с помощью  $RC$  фильтра ( $R14$ ,  $C5$ ). Схемы усилителя обратной связи и регулятора напряжения получают питание с обмотки 3—4 трансформатора через схему выпрямления на диодах  $V1$ — $V4$  и параметрический стабилизатор на стабилитронах  $V5$ ,  $V6$ , резистор  $R1$ , конденсатор  $C2$ .

При подаче напряжения сети на первичную обмотку трансформатора формируется постоянное напряжение питания системы управления симистором  $TC1$ . Транзистор  $V11$  в момент включения лампы закрыт. Начальный угол управления симистора равен  $90^\circ$  и обеспечивается фазосдвигающей цепочкой  $R7$ ,  $C3$  в течение двух-трех периодов, необходимых для ограничения превышений пусковых токов лампы в случае ее включения без поднакала. Через три периода напряжения питающей сети транзистор  $V13$  переходит в режим насыщения,



а

Рис. 5. Напряжение на лампе КГМ24-250:  
а —  $U_c = 220$  В; б —  $U_c = 242$  В

б

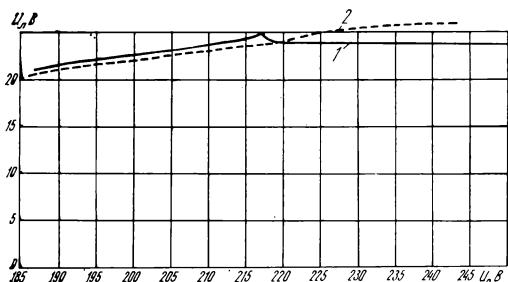


Рис. 6. Зависимость напряжения на лампе КГМ 24-250 от напряжения питающей сети

а угол управления становится минимальным. Сигнал рассогласования двух напряжений: одного — пропорциональному напряжению на лампе, и другого — опорного напряжения стабилитронов  $V15$ ,  $V16$ , подается на вход транзистора  $V11$  по отношению к моменту пуска с некоторой задержкой, обусловленной постоянной времени фильтра  $R14$ ,  $R15$ ,  $C5$ . Усиленный транзисторами  $V11$ ,  $V12$  сигнал обратной связи поступает на вход транзистора  $V13$ . С помощью переменного резистора  $R15$  можно устанавливать напряжение на лампе в пределах 0,8—1,05 от номинального напряжения на лампе  $U_{л.ном}$ .

На временных диаграммах рис. 4 показан ток управления симистором для значений напряжения сети в диапазоне 209—242 В. Как видно из осциллограмм, ток управления симистором имеет синусоидальную форму при  $U_c < U_{c.ном}$  и ступенчатосинусоидальную при  $U_c > U_{c.ном}$ . Амплитуда импульса управления достигает значения 0,58 А при пониженном напряжении питающей сети.

На рис. 5 приведены кривые напряжения на лам-

пе при номинальном и повышенном значениях напряжения питающей сети.

На рис. 6 показана зависимость напряжения на лампе КГМ 24-250 от напряжения сети, изменяющегося в пределах 0,85—1,15  $U_{c.ном}$  при питании от источника со стабилизацией 1 и без стабилизации напряжения 2. При колебаниях напряжения сети от 209 до 242 В в случае питания от стабилизированного источника была обеспечена стабильность питающего напряжения лампы 24 В не больше 2 %. Как видно из сравнения двух зависимостей напряжения на лампе при стабилизации и без нее, наблюдается подъем напряжения на лампе на 0,8 В при ее питании от блока стабилизации, что позволяет иметь больший световой поток лампы при снижении напряжения питающей сети. Так, измерения на специальном стенде показали, что уменьшение питающего напряжения на 5 % от номинального ведет к снижению светового потока лампы на 8,5 % против 13 % в случае питания без схемы стабилизации. При уменьшении напряжения питающей сети на 10 % от номинального снижается световой поток на 20 % против 25 % без стабилизации напряжения питания.

На рис. 7, а приведены временные осциллограммы зажигания холодной лампы КГМ 24-250 при номинальном напряжении (220 В) питающей сети, на рис. 7, б — при повышенном напряжении (242 В). Как видно из осциллограмм, эффективное значение пускового тока лампы ограничено в допустимых пределах за счет фазового управления с начальным углом управления  $90^\circ$  в течение четырех начальных периодов напряжения питающей сети. Кратность пусковых токов лампы равна четырем, что вызывает необходимость включения галогенных ламп с поднакалом для сохранения оптимального

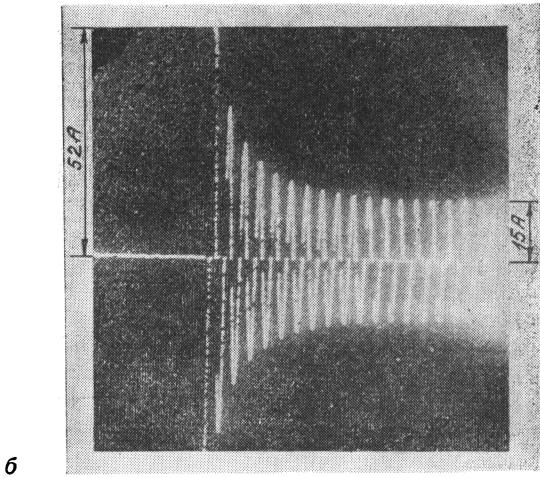
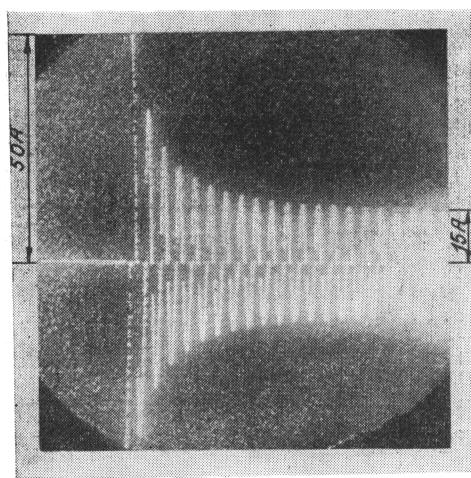


Рис. 7. Переходные процессы пуска лампы КГМ 24-250 от блока стабилизации питания

времени работы лампы. Поэтому в трансформаторе предусмотрен вывод силовой обмотки симистора с напряжения 3В для пуска лампы в режиме поднакала.

### Выводы

Разработанная схема устройства для электропитания кинопроекционных галогенных ламп построена по способу ограничения напряжения на лампе при превышении номинального значения питающего напряжения.

Источник питания с применением симисторов,

позволяющих выдерживать большие перегрузки токов, удовлетворяет поставленным требованиям и возможностям серийного изготовления.

Источник электропитания успешно прошел испытания на макетах 16-мм передвижной киноустановки, разработанной Одесским конструкторским бюро кинооборудования.

### ЛИТЕРАТУРА

Булычев Ю. Л., Мухов П. П. Блок электропитания ЭПУ-300 для кинопроекционных ламп накаливания. — «Труды НИКФИ», 1978, вып. 92, с. 83—92.

Всесоюзный научно-исследовательский кинофотоинститут

УДК 77.027.2

## Регенерация серебра из серебросодержащих вод с помощью непрерывнодействующих сепараторов

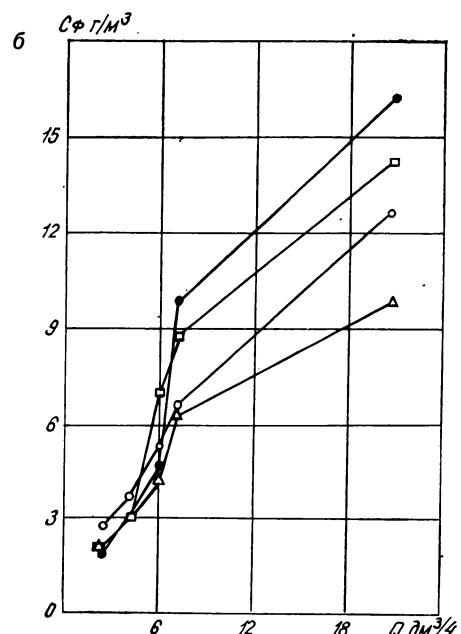
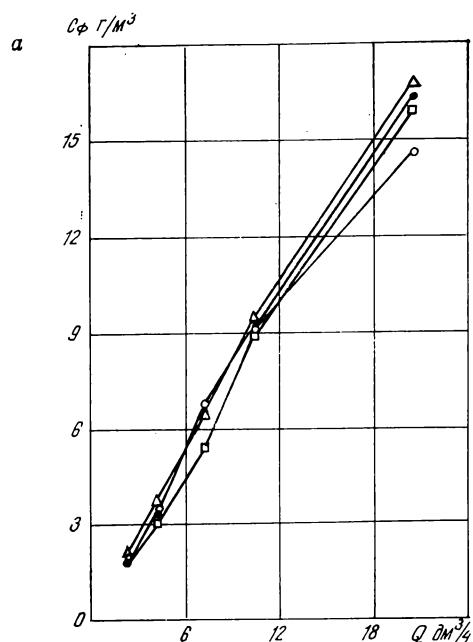
В. М. Коблов, В. Т. Лемещенко

Острый дефицит серебра, который ощущается сейчас во всем мире, выдвигает на первый план проблему снижения потерь этого драгоценного металла, которые на предприятиях объединения «Союзхимфото» еще довольно значительны. В настоящее время на предприятиях, выпускающих кинофотоматериалы, для механического отделения серебра из водных серебросодержащих суспензий используются серийные центробежные сепараторы (центрифуги) с периодической ручной выгрузкой осадка. Сепараторы применяются в основном для разделения малоконцентрированных суспензий с содержанием серебра до 100 г/м<sup>3</sup>. При этом с фугатом уносится 10—15 г/м<sup>3</sup> серебра. Извлечение серебра из более концентрированных вод осуществляется в отстойниках с применением флокулянтов с последующей обработкой осадков серной кислотой. Снижения потерь серебра с фугатом, повышения производительности разделительного оборудования с одновременным устранением ручных работ, оздоровлением условий труда и созданием однотипного оборудования для всех видов серебросодержащих вод можно достичь с помощью непрерывнодействующих сепараторов. Более перспективными из них являются разработанные в последние годы сепараторы типа НВ с гидромеханической выгрузкой осадка [1, 2]. Сепараторы этого типа имеют более универсальный узел выгрузки осадка, позволяющий успешно выводить из ротора как мелкокристаллическую, так и аморфную твердую фазу или смесь этих фаз [2].

Твердая фаза серебросодержащих суспензий представляет собой смесь аморфной желатины и мелкокристаллических галогенидов серебра [3]. Большое количество тарелок в роторе сепараторов типа НВ (до 318), даже при сравнительно невысоких частотах вращения (300 с<sup>-1</sup>) позволяет достичь индексов производительности  $\Sigma = 4 \cdot 10^4$  м<sup>2</sup>, больших, чем у наиболее крупных отечественных центробежных машин, выпускаемых серийно [4, 5].

Поскольку у сепараторов, используемых на предприятиях «Союзхимфото», величина  $\Sigma$  незначительно меньше значения  $4 \cdot 10^4$  м<sup>2</sup>, то замена их сепараторами типа НВ не позволит добиться существенного снижения потерь серебра с фугатом при равных производительностях по питанию. Решение этой задачи без увеличения достигнутых в отечественном сепараторостроении габаритов и частот вращения машин можно обеспечить за счет совершенствования сепарирующего узла в виде пакета сепарирующих тарелок. Для этого применительно к серебросодержащим суспензиям следует определить оптимальные значения зазоров между тарелками, угла наклона тарелок, их наивыгоднейшее количество в пакете и наилучший способ подачи суспензии в пакет, с периферии к оси (противоток) или наоборот (прямоток). Экспериментальному выяснению этих вопросов, а также вопроса применения сепараторов типа НВ для разделения серебросодержащих суспензий посвящена данная работа.

Теория расчета указанных выше параметров



Зависимость потерь серебра с фугатом  $C_\phi$  от производительности  $Q$  (противоток — а, прямоток — б при  $C_u = 90 \text{ г/м}^3$ ): ● —  $h = 0,15-0,20$ ; □ —  $h = 0,25-0,30$ ; ○ —  $h = 0,50$ ; △ —  $h = 1,5$

в настоящее время еще недостаточно разработана. Для получения ответа на эти вопросы на основе эксперимента применительно к суспензиям гидроксида и гидроксиду железа был успешно исполь-

зован усовершенствованный прибор-центрифуга, созданный на основе прибора [6] для определения коэффициента трения скольжения осадков. В настоящей работе используется методика аналогичных экспериментов [6], дополненная расчетом наивыгоднейшего количества тарелок в пакете. Кроме того, результаты разделения серебросодержащих суспензий на усовершенствованном приборе-центрифуге (как на модели) используются для расчета по апробированной методике [7] технологических показателей промышленных и лабораторных сепараторов типа НВ.

Результаты экспериментов, проведенных на приборе, приведены в табл. 1 и 2 и на рисунке. Они показывают, что потери серебра с фугатом могут быть снижены до  $1,5 \text{ г/м}^3$  при подаче суспензии в прибор противотоком с производительностью не более  $2,3 \text{ дм}^3/\text{ч}$ , а также при выдерживании оптимальной величины зазоров между сепарирующими

ТАБЛИЦА 1

Значения оптимальных углов наклона пластин прибора (то же и тарелок) к радиусу, градусы, для различных производительностей по питанию  $Q$ ,  $\text{дм}^3/\text{ч}$

Величина зазоров $h$ , мм	$Q = 2,3$	$Q = 4,2$	$Q = 7,2$	$Q = 20,4$
Прямоток				
0,15—0,20	36—50	36—52	43—60	62—65
0,50	—	36—40	36—40	70—80
1,50	—	50—63	41—47	48—53
Противоток				
0,15—0,20	53	50	41	—

ТАБЛИЦА 2

Потери серебра в фугате,  $\text{г/м}^3$ , при работе с суспензиями, концентрацией по серебру  $C_u$ ,  $\text{кг/м}^3$

$Q$ , $\text{дм}^3/\text{ч}$	Зазор между пластинами 0,5 мм				Зазор между пластинами 0,15—0,20 мм				
	прямоток		противоток		прямоток		противоток		
	$C_u = 0,09$	$C_u = 0,14$	$C_u = 2,6$	$C_u = 0,09$	$C_u = 2,6$	$C_u = 0,09$	$C_u = 2,6$	$C_u = 0,09$	$C_u = 2,6$
2,3	2,7	3,9	43,8	1,7	39,6	1,9	19,1	1,5	15,7
4,2	3,7	4,6	62,7	3,3	76,6	3,2	29,6	3,2	66,2

элементами (например, тарелками), равной 0,15—0,20 мм. Причем высококонцентрированные суспензии для достижения таких потерь серебра должны быть подвергнуты двукратному центрифугированию. Угол наклона конической части тарелок к основанию  $\alpha$  не должен превышать при этом 53°. В противном случае при работе сепаратора частицы твердой фазы не будут сползать по поверхности тарелок и произойдет закупорка пакета осадком.

Для зазоров между сепарирующими элементами, равных 0,5 мм, минимальные потери серебра с фугатом составили 1,7 г/м<sup>3</sup> при той же производительности  $Q=2,3$  дм<sup>3</sup>/ч (см. рисунок и табл. 2). Следовательно, на сепараторе НВ-370Л, имеющем тарелки, установленные с зазором 0,5 мм, тех же величин уноса серебра с фугатом можно достичь при производительности [7]:

$$Q = \mu \frac{Q_n \Sigma}{\Sigma_n} \quad (1)$$

где  $\Sigma_n$  и  $\Sigma$  — индексы производительности соответственно прибора и сепаратора;  $\mu$  — коэффициент полезного действия сепаратора относительно прибора.

Из формулы (1) при  $\mu=0,3$ ;  $\Sigma_n=6,8$  м<sup>2</sup> и  $\Sigma=2860$  м<sup>2</sup> вычислим, что  $Q=284$  дм<sup>3</sup>/ч. Это значение близко к фактическому, полученному в опытах с серебросодержащими суспензиями на сепараторе НВ-370Л и равному 242 дм<sup>3</sup>/ч.

У сепаратора НВ-600 с паспортной производительностью 20—25 м<sup>3</sup>/ч зазоры между тарелками равны 1,2 мм, что не позволяет снизить потери серебра с фугатом менее 2,1 г/м<sup>3</sup> (см. рисунок, а, б) даже при производительностях  $Q=1,95$  м<sup>3</sup>/ч. Эта величина производительности получена из формулы (1) при  $\Sigma=3,93 \cdot 10^4$  м<sup>2</sup>,  $\mu=0,15$  и  $Q_n=2,3$  дм<sup>3</sup>/ч. Коэффициенты  $\mu=0,15$  и  $\mu=0,3$  взяты на основании сравнительных опытов, проведенных с суспензиями гидроокиси и гидрозакиси железа на приборе и на сепараторах НВ-370Л и НВ-600. Установка тарелок в пакете сепаратора НВ-600 с зазорами 0,2 мм увеличит их количество с 200 до 446 и приведет к увеличению индекса производительности до  $\Sigma=7,81 \cdot 10^4$  м<sup>2</sup>. Это позволит достичь содержания серебра в фугате не более 1,5 г/м<sup>3</sup> (см. рис., а и табл. 2) с увеличением производительности до 3,87 м<sup>3</sup>/ч, что следует из формулы (1).

Если угол наклона тарелок к основанию  $\alpha$  выполнить равным не 40°, а 53° (точнее  $\alpha_n=52,6^\circ$ ), то, не изменяя габаритов пакета сепаратора НВ-600, можно увеличить индекс производительности до  $\Sigma=8,46 \cdot 10^4$  м<sup>2</sup>, установив даже меньшее, но наивыгоднейшее число тарелок  $z$ , равное 310. Это следует из известного [8] для  $\Sigma$  выражения

$$\Sigma = \frac{2\pi z (R_{\max}^3 - R_{\min}^3 \omega^2)}{3g} \operatorname{tg} \alpha, \quad (2)$$

где  $R_{\max}$  и  $R_{\min}$  — соответственно наружный и внутренний радиусы тарелок;  $\omega$  — угловая скорость вращения ротора.

Величина  $\alpha_n$ , соответствующая наивыгоднейшему количеству тарелок, в общем виде вычисляется по формуле, полученной авторами (вывод не приводится):

$$\operatorname{tg} \alpha_n \cong \sqrt[3]{0,5 (p + \sqrt{p^2 + 1,19})} + \sqrt[3]{0,5 (p - \sqrt{p^2 + 1,19})}, \quad (3)$$

где  $p = L/(R_{\max} - R_{\min})$ ;  $L$  — высота пакета тарелок.

Производительность сепаратора НВ-600 соответственно  $\Sigma=8,46 \cdot 10^4$  м<sup>2</sup> станет равной 4,2 м<sup>3</sup>/ч (см. формулу (1), а потери серебра с фугатом для малоконцентрированных суспензий не превысят 1,5 г/м<sup>3</sup>. Для высококонцентрированных серебросодержащих суспензий эта величина может быть достигнута двукратным фугованием их с той же производительностью.

Хорошее совпадение экспериментальных и расчетных данных применительно к сепаратору НВ-370Л позволяет ожидать получения аналогичного и для сепаратора НВ-600.

#### Выводы

1. Показано, что непрерывнодействующие сепараторы типа НВ могут быть успешно применены вместо используемого в настоящее время оборудования для решения проблемы регенерации серебра из сточных серебросодержащих вод.

2. Расчетами с привлечением экспериментов показано, что при изготовлении сепарирующего узла сепаратора НВ-600 с оптимальными параметрами можно ожидать снижения потерь серебра с фугатом до 1,5 г/м<sup>3</sup>. Расчетная производительность сепаратора при этом составит 4,2 м<sup>3</sup>/ч.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коблов В. М., Ароматов Ю. Л. Тарельчатая центрифуга с раздельным выводом фугата. — «Химическое и нефтяное машиностроение», 1970, № 11, с. 44—45.
2. Соколов В. И., Ароматов Ю. Л. Разработка центрифуг с гидромеханической выгрузкой осадка для непрерывного разделения труднофильтруемых суспензий. — «Химическое и нефтяное машиностроение», 1973, № 2, с. 1—3.
3. Зеликман В. Л., Леви С. М. Основы синтеза и полива фотографических эмульсий. М., «Искусство», 1960.
4. Жидкостные центробежные сепараторы для химической промышленности. Каталог. М., «ЦНИТИхимнефтехмаш», 1973.
5. Сепараторы жидкостные для пищевой промышленности. Каталог-справочник. М., «ЦНИТИмаш», 1962.
6. Лыковцев И. В., Зуев Б. Г. Определение динамического коэффициента трения скольжения молочного осадка в поле центробежных сил. — «Молочная промышленность», 1971, № 9, с. 24—27.
7. Розен А. М. и др. — «Атомная энергия», 1976, 40, вып. 6, с. 467—471.
8. Соколов В. И. Современные промышленные центрифуги. М., «Машиностроение», 1967.

# Изобразительное решение и техника съемки кинофильма «Дикая охота короля Стаха»

Среди интересных по изобразительному решению фильмов 1979 года можно назвать киноленту белорусских кинематографистов «Дикая охота короля Стаха» [сценарий В. Короткевича и В. Рубинчика, режиссер В. Рубинчик, оператор Т. Логинова, художник А. Чертович]. Корреспондент журнала «Техника кино и телевидения» Я. Л. Бутовский обратился к кинооператору, лауреату премии Ленинского комсомола Белоруссии Т. Д. Логиновой с просьбой рассказать о поисках изобразительного решения фильма и технике его съемки. Ниже публикуется запись беседы.

— Сценарий «Дикая охота короля Стаха» несколько необычен для нашего кино: историческое повествование из не столь уж отдаленной эпохи (рубеж XIX—XX веков) отмечено чертами так называемого готического романа. Я имею в виду все, что связано с замком, его легендами и привидениями. Думается, что читателям нашего журнала было бы интересно узнать о Вашем, Татьяна Дмитриевна, первом впечатлении от сценария и о том, как оно повлияло на изобразительный замысел фильма.

— Это сложный процесс. Когда читаешь сценарий, то неволе начинаешь «видеть» какие-то картины, образы... Потом, когда уже наращиваешь материал, думаешь, возникают какие-то ассоциации, что-то меняется, и от первого впечатления иногда что-то уходит: но вообще его трудно потерять, потому что оно самое сильное.

При чтении «Дикой охоты короля Стаха» сразу возникали в воображении картины унылой природы без солнца (с самого начала мы решили — снимать без солнца), темных коридоров замка... Но вообще-то изобразительное решение выстраивается у меня не от этих отдельных картин и не как композиционное, и не как выбор операторских приемов, а сначала как колористическое, тональное. Колористически «Дикая охота» представлялась монотонной по цвету, почти монохромной. Для такой картины это может показаться странным, и нам нелегко было утвердиться в этом решении тем более, что повесть Владимира Короткевича очень романтична и невольно толкала нас к красавости, если можно так сказать.

Для меня была очень важна мысль режиссера В. Рубинчика, что эпиграфом к фильму могли бы быть чеховские слова о необходимости по капле выдавливать из себя раба. Нам нужно было показать и страх, который овладел людьми, и преодоление этого страха. Мы старались показать социальность этого страха, но стремления испугать зрителя не было. Кстати, испугать совсем не трудно. И с самого начала возникла мысль о современности фильма, что мракобесие существует в мире, возникла мысль о Вьетнаме, Камбодже... И появлялось представление цветовой гаммы картины — от черного к белому, т. е. почти монохромное черно-белое кино. Для этого мы красили декорации в серый цвет, иногда затягивали стены черным бар-

хатом и ставили темную мебель. И в натуре мы искали такие объекты, где бы не было ярких цветовых пятен. Некоторые зимние натурные кадры получились как в черно-белом кино. Мне кажется, нам удалось добиться общего серебристо-серого, серебристо-голубого колорита.

— При таком выборе общего колорита фильма возрастает, очевидно, драматургическое значение отдельных цветовых пятен...

— Да, конечно. Хотя таких моментов в картине не так уж много. Пожалуй, самый яркий пример — кровь на снегу: лежит на белом снегу темная кукла, изображающая нашего героя, и рядом пятно крови. И только потом мы видим убитых кукольников...

— Но ведь и лицо человека становится цветовым акцентом?

— Да, и это верно. В каких-то сценах лица героев во весь экран давали не только актерский и монтажный акцент, но и цветовой. И все-таки снимая актеров, мы старались выдержать общую монохромную гамму. Для этого часто выбирали такие точки, чтобы лицо крупным планом было видно через не очень чистое стекло или через толстое стекло с фацетами, отраженным в пыльном зеркале и т. д. В сценах в замке это еще усиливало атмосферу тайны. Кстати, на пленке «Кодак» актеры снимались без грима. Я считаю, что при крупном плане очень важна естественная фактура кожи.

— Пожалуй, в числе приемов, которыми Вы смягчали цветовой эффект лица, можно назвать еще и перекрытие части лица нерезкими темными предметами на переднем плане.

— Безусловно, хотя этот прием мы использовали не только для этого. Мне интересен прием с перво-плановыми предметами еще со времен занятий фотографией. На мой взгляд, перекрытый передний план придает кадру пластичность, объемность. Этот прием был использован и в предыдущей картине «Венок сонетов», чему способствовал еще и широкий экран. В сочетании с длиннофокусной оптикой нерезкий передний план давал ощущение невыстроенности, текучести композиции. Но в конце каждого сонета были чистые общие планы без переднего плана, и они несли большую смысловую нагрузку, становились как бы обобщением.

В «Дикой охоте» контраста двух видов композиции нет, потому что здесь нужна была атмосфера постоянной таинственности. Чем-то отличаются — и композиционно и по цвету — эпизоды, снятые в жандармерии: они ироничны по драматургии и дают временную передышку, разрядку. Все остальное — и замок и другие интерьеры и натуру мы старались снимать в одной манере.

— *Какими операторскими и техническими приемами создавалась атмосфера тайны, страха?*

— Вопрос о том, как снимать «страхи», имеющие в конце концов реальное объяснение, возник с самого начала. И должна признаться, было решено применить для этого все возможные средства: комбинированные съемки, разнообразные фильтры и зеркала, искажающую оптику, «Стэдикам». Но когда начались съемки, мы очень быстро почувствовали, что все это не нужно. Идя от сложных замыслов мы постепенно приходили к все более простым решениям. И дело не только в том, что я не очень люблю комбинированные съемки: даже при высоком классе работы они все-таки остаются «комбинацией», сразу вызывающей сомнение в реальности происходящего. Кстати, и сильные операторские приемы, если зритель их замечает, весьма нежелательны.

Возьмем конкретный пример — «голубая» женщина, ее пробеги по замку. Было задумано снимать в две экспозиции, потом решили ее движение совместить с декорацией с помощью полупрозрачного зеркала, снимая ее на фоне черного бархата, но в конце концов отказались от всяких ухищрений. И нужного эффекта добились очень просто — контрастным освещением, ветродуем и платьем, сделанным из многих слоев легкой ткани, которые разевались от сильных потоков воздуха, создавая тревожное настроение. Снимая после этого самое первое появление карлика, мы уже и не применяли какие-то специальные операторские средства вроде кривых зеркал, которые, искажая, делали бы страшным его лицо, а использовали простейший прием — совсем на короткий момент карлик «входит» в свет и почти сразу же исчезает в темноте. Мне кажется, что это дало гораздо более сильный эффект, чем какие-либо сложные трюки.

— *А как был найден прием съемки «дикой охоты»?*

— «Дикая охота» — всадники — «мертвецы» на белых конях — появляется в фильме дважды, в зимних и весенних эпизодах. Сначала мы снимали зимнюю охоту и, наверное, ее можно было снять интересней. Есть и более удачные кадры, например снятое длиннофокусным объективом появление охоты из-за холма, но их не удалось использовать из-за ритма. Поэтому приступая к съемкам весенней охоты, мы старались учесть все это. Конечно, здесь было легче, потому что можно было использовать первый план, контраст черной земли, темных веток и белых лошадей; мы даже специально

выжигали траву, чтобы земля была чернее. И кроме того, для съемки скачущей на нашего героя охоты было использовано растяжение изображения по горизонтали с помощью анаморфотной насадки, что кстати придумал Рубинчик. Потом мы еще использовали анаморфот для одного из кадров пробега «голубой» женщины, но с растяжением по вертикали. Растяжение с помощью анаморфотной насадки — практически единственное специальное средство, которые мы применили.

— *Должен сказать, что снятые как бы с точки зрения оглядывающегося героя скачущие на него всадники благодаря длиннофокусному объективу с анаморфотной насадкой производят сильное впечатление, а в сочетании с рапидной съемкой героя очень хорошо передают чувства человека, которому кажется, что погоня его настигает. Мне кажется также, что очень хорошо выбрана для этого эпизода натура. И вообще Вам удалось показать унылую природу, о которой Вы говорили. В связи с этим я хочу спросить: каким образом Вы снимали общие и даже дальние планы с туманом? Ведь без этих туманов ощущения унылости вам вряд ли удалось бы достичь.*

— Конечно, не могло быть и речи о том, чтобы перекрыть такие огромные площади искусственным туманом. Можно было использовать фильтр — «туманник», и мы заказали его и даже сделали пробы, но наличие фильтра все-таки заметно, а от этого я всячески старалась уходить. Тогда пришла мысль о засветке. Мы применили предварительную засветку: в первую экспозицию снимали белую бумагу, а второй экспозицией — натурные кадры. Уровень засветки был выбран опытным путем и составлял при съемке белой бумаги примерно четверть ключевой яркости. Эффект получился очень хороший, и с помощью комбинаторов мы сняли и более сложный кадр для финала картины: лошадь со всадником-чучелом появляется из тумана и снова исчезает в тумане. Здесь использовали переменную засветку, т. е. белую бумагу в первую экспозицию сняли сначала в затемнение, а потом из затемнения. На эту пленку сняли на натуре кадр с проходящей мимо камеры лошадью, и результат, по-моему, получился интересным.

— *Безусловно. Причем и в этом случае способ съемки довольно простой. И если подвести итог тому, что Вы рассказали о съемках сцен с атмосферой страха, то по-видимому, он сводится к формуле «достижение сильного эмоционального эффекта простыми средствами». Вы с этим согласны?*

— Да, это так. Мы очень быстро поняли, что к этому нужно стремиться, что совсем не нужны нагромождения, что проверенные, даже традиционные операторские приемы часто дают не менее, а даже более выразительный эмоциональный результат. Могу еще привести пример со «Стэдикамом». В подготовительный период мы провели с

ним пробы и получили прекрасные панорамы, например проход одним планом по трем этажам минского Дворца искусств. Я собиралась использовать «Стэдикам» для съемок пробегов по замку за карликом, за «голубой» женщиной и т. д. Но для этого «Стэдикам» не понадобился, и не только потому, что художник не рассчитывал на сложные панорамы при постройке декораций и, например сделал низкие двери, но и потому, что мы достигали нужного эффекта более просто, панорамой со штатива.

Я не против «Стэдикама» и считаю, что он дает грандиозные возможности, наши пробные съемки это полностью подтвердили. Но с одной стороны, «Стэдикам» нужен не на каждую картину, с другой — я уверена, чтобы интересно его использовать, нужна специальная, рассчитанная именно на «Стэдикам», драматургия. Вообще все определяет именно драматургия. В «Венке сонетов» я очень много снимала с движения, с рук, нагрудного штатива — это очень удобный нагрудный штатив, предложенный оператором В. Калютой. А «Дикая охота» практически вся снята с обычного штатива-треноги с панорамной головкой, т. е. вполне традиционно.

— Значит, и в динамике, как и в выборе общего колорита фильма вы отказались от более экспрессивных изобразительных приемов и в соответствии с этим выбирали и технику съемки. Но фильм с его тайнами и напряженной фабулой, в какой-то степени даже детективной все-таки требовал экспрессии изображения. Как вы ее добивались?

— Если бы мы пошли по пути только внешней цветовой и динамической экспрессии, то и получился бы только детектив. Но действительно, нужно было создать напряженную атмосферу, причем изобразительными средствами. Она и создавалась, например стыком натурных кадров унылой природы с серым небом и туманом и контрастных по свету кадров в замке. Как раз свет и был для меня основным средством достижения экспрессии изображения. В картине очень много вечерних иочных кадров, и здесь мы старались предельно драматизировать освещение.

— Вы стремились передать естественный характер света?

— Я считаю высшим классом операторской работы в наше время сохранение естественного рисунка освещения при одновременном соответствии его драматургической задаче сцены. Примерами такой работы, на мой взгляд, служат «Триптих» Ю. Клименко и «Несколько дней из жизни И. И. Обломова» П. Лебешева. Я стараюсь следовать этому направлению и потому просила строить декорации с потолками, чтобы уйти от верхнего света. Но у нас были специальные задачи, требовавшие драматизации света, о которой я говорила. Поэтому почти во всехочных и вечерних сценах свет условный,

рассчитанный на психологический эффект. В таких случаях я всегда вспоминаю слова А. Н. Москвина: «При способности света создавать нужное настроение в снимаемом куске для передачи зрителю атмосферы и тона сцены и действовать на психику зрителя, жизненная логичность света становится отнюдь не важной и не необходимой».

— Какими осветительными приборами Вы пользовались и насколько они Вас удовлетворяли?

— Приборы самые обычные: на натуре — ДИГи, в павильоне — приборы с лампами накаливания, а в самом большом павильоне — только ДИГи. Конечно, сегодня дуговые приборы, особенно в павильоне, уже не удовлетворяют операторов из-за шума, нестабильности работы, что световое пятно от дуги часто неравномерно по цвету. Нужно ускорить внедрение приборов с металлогалогенными лампами, операторы уже давно поднимали этот вопрос. Нас успокаивают, что такие приборы вот-вот будут, но пока приборов не видно. С другой стороны, нам нужны и приборы большой мощности. На нашей студии нет ни одного прибора КПД-90, что уменьшает возможности операторов, заставляет иногда светить на одно место несколькими приборами, что создает лишние тени, грязь в изображении.

Возможно из-за того, что сейчас больше стали снимать фильмов вне студии, на натуре, в естественных интерьерах, как-то снизился интерес к созданию современных стабильных и мощных осветительных приборов для павильонов. Но такие картины, как наша «Дикая охота» показывают, что этими вопросами надо заниматься и серьезно и срочно.

— Возвращаясь к ночных и вечерним сценам, сложность съемки которых усугублялась еще и темными декорациями, я хочу спросить Вас о том, на какой пленке Вы снимали и как она вела себя в условиях драматизированного, т. е. весь ма контрастного освещения?

— Фильм снят на двух типах пленки: «Кодак-5247» (горячая обработка на «Мосфильме») и ЛН-7 (обработка на «Беларусьфильме»). Натура снималась с компенсационным фильтром «Кодак». При съемкеочных сцен на «Кодаке» в каждом кадре всегда было хотя бы небольшое пятно с ключевой освещенностью, от которого в теневых участках мы «уходили в недодержку» на шесть каналов по экспонометру (три деления шкалы диафрагмы) и получали на экране насыщенную черноту с минимальной, но достаточно заметной проработкой. При съемке на ЛН-7 и печати на позитиве ORWO PC-7 для получения того же эффекта насыщенной черноты самое светлое пятно в кадре необходимо было доводить до освещенности, немного выше ключевой. В принципе, при паре ЛН-7 — PC-7 можно добиться очень неплохого результата, особенно на натуре. Конечно, нашим химикам нужно совер-

шествовать и дальше негативную пленку, особенно в отношении широты и передачи тонких оттенков, рефлексов цвета, но самая главная и срочная проблема — цветной позитив. Я говорила, что мы добивались общего серебристо-серого колорита фильма, и считаю, что с этой задачей мы справились. Во всяком случае, мы получили нужный колорит в эталонной копии на РС-7. Но ничего подобного нет в массовых копиях на ЦП-8, которые я увидела. Колорит стал каким-то коричнево-рыжим, копии, к тому же, запечатаны, и совсем пропала проработка в тенях.

Журнал «Техника кино и телевидения» несколько лет тому назад обсуждал вопросы качества массовых фильмокопий. К сожалению, за прошедшее время мало что изменилось. Нужно, видимо, снова поднимать эти вопросы, особенно по качеству цветной позитивной пленки. Признаюсь, что я восприняла такие массовые копии «Дикой охоты короля Стата» особенно болезненно, потому что мой предыдущий фильм — «Венок сонетов» — был черно-белым, и несмотря на широкий экран массовые копии были вполне удовлетворительны. Кстати, и от широкого экрана в «Дикой охоте» мы отказались только из-за того, что фильм должен был быть цветным, а существующая у нас линейка широкоэкраных объективов не обеспечивает высокого качества цветного изображения.

— *А Вам нравится широкоэкранный формат?*

— Да, нравится. Как и кашетированный формат 1 : 1,85 композиционно мне нравится больше, чем обычный. Сначала нам предлагали снимать на широкий формат с 70-мм пленкой. Но собственной аппаратуры для 70-мм пленки у студии нет, нам могли для работы предоставить только одну камеру. Но самое главное — это очень ограниченный выбор оптики. Поэтому от широкого формата мы отказались. А от широкого экрана мы отказались потому, что в современном виде он не дает возможности получить цвет на том уровне, который достигнут на 70-мм пленке и обычном формате. Поэтому мы и остановились на обычном формате и снимали в варианте со скрытым кашетированием.

— *Как Вы композиционно строили изображение?*

— Композицию кадра я, естественно, строила исходя из рисок в видоискателе, дающих границы кашетированного кадра. Что касается «надбавок» сверху и снизу, я их не учитывала, да это и невозможно, потому что не может быть композиции, удовлетворяющей сразу двум форматам. Я только следила за тем, чтобы в кадр не попало что-нибудь лишнее. А это очень увеличивает нагрузку оператора, особенно при сложных панорамах, и иногда

невольно обкрадываешь себя, т. е. снимаешь менее точно, чем смогла бы.

Но главное разочарование в скрытом кашетировании пришло тогда, когда я увидела фильм на экранах. Во-первых, видимо, не все кинотеатры имеют короткофокусную проекционную оптику и потому показывают фильм в обычном формате, отчего он, безусловно, проигрывает. Во-вторых, даже там, где есть такая оптика, очень много зависит от киномехаников. На премьере в Москве благодаря опытным киномеханикам все прошло хорошо, но на просмотре в Ленинградском Доме кино части иногда оказывались заряженными не точно по рискам кашетированного кадра. В результате, у наших героев на экране оказались отрезанными головы. Поправляя рамку в процессе показа, киномеханик уже никаких рисок не имеет и невольно выставляет кадр по нижнему обрезу полной высоты обычного кадра. А рамка у него поставлена для кашетированного, и говорить о точной композиции кадра просто не приходится!

Опыт съемки «Дикой охоты» показал, что снимать фильмы нужно с открытым кашетированием, что обеспечит и хорошую цветопередачу и точные композиционные построения при хорошем соотношении сторон кадра и главное — показ фильма в том виде, как его задумала и сняла съемочная группа.

— *Но есть еще проблема показа по телевидению...*

— Я думаю, что в сравнении с теми потерями, которые дает скрытое кашетирование, зрители потеряют меньше, если фильм с открытым кашетированием будет показываться по телевидению с темными полосками снизу и сверху. Я понимаю, конечно, что нужно как-то учитывать телевидение, но нельзя ориентироваться только на него и терять из-за этого художественное качество фильма. У телевизионного изображения свои законы, у изображения, рассчитанного на экран кинотеатра, — свои. В телефильме вряд ли можно, например, так широко пользоваться первоплановыми, перекрывающими часть кадра предметами, как мы это делали в «Венке сонетов» и «Дикой охоте», но не отказываться же из-за этого от приема, который так важен для изобразительного решения фильма!

Мне кажется, что вопрос о применении открытого кашетирования решить не так уж сложно, особенно если учесть, что оно дает прямой экономический эффект, так как позволяет строить более низкие декорации. А если перейти на кадр с отношением сторон 1 : 1,85 и тремя перфорациями, то это даст еще и большую экономию кинопленки. Я думаю, что выражу мнение многих операторов, если скажу, что решить вопрос о переходе на открытое кашетирование нужно как можно скорее.

# Анализ цветных изображений с помощью зональных спектральных характеристик

А. Я. Дмитриев, Г. Я. Буймистрюк

## Некоторые особенности колориметрического анализа

В настоящее время оценка качества цветопередачи в ЦТВ осуществляется с помощью математического аппарата колориметрии. Идеальным считается тракт, обеспечивающий колориметрически точный анализ и синтез цветных изображений при условии, что искажения, вносимые каналом связи, пренебрежимо малы [1]. Это означает, что в случае реального воспроизводящего устройства, цветовой треугольник которого охватывает большую часть локуса цветности, спектральные характеристики чувствительности передающей ТВ камеры должны иметь вид спектральных зависимостей удельных координат  $r(\lambda)$ ,  $g(\lambda)$ ,  $b(\lambda)$  трех основных цветов приемника, которые являются их идеальными кривыми смещения и имеют жесткую математическую связь с кривыми смещения стандартных систем МКО. Однако, учитывая, что яркости объектных цветов не могут быть точно воссозданы на экране цветного кинескопа, обычно полагают достаточным пропорциональное воспроизведение цветовых координат, которое должно обеспечить точную передачу цветностей и пропорционально уменьшенную передачу яркостей [2]:

$$X_0 = nX_i, \quad Y_0 = nY_i, \quad Z_0 = nZ_i, \quad (1)$$

где  $n$  — коэффициент пропорциональности.

В цветном телевидении такой подход является общепринятым отступлением от колориметрически точного цветовоспроизведения.

Реализация идеальных спектральных характеристик цветной передающей ТВ камеры является чрезвычайно сложным делом вследствие наличия у характеристик побочных ветвей [2, 3]. С целью приближения к идеальным кривым смещения в камерах применяют матричную цветокоррекцию путем обработки цветоделенных электрических сигналов. Отсутствие отрицательных участков характеристик компенсируют некоторым сужением главных ветвей и матрицированием сигналов [2, 3].

## Практические отступления от колориметрического анализа

Реально условие (1) не обеспечивает таких же ощущений цвета, какие зритель получил бы при непосредственном восприятии объектов. Изменения размеров изображения и режима адаптации зрения, смена условий одновременного и последовательного цветовых контрастов и ряд других фак-

торов в условиях ТВ наблюдения приводят к тому, что колориметрически точное воспроизведение яркости, чистоты и доминирующей длины волны не обеспечивает адекватного ощущения светлоты, насыщенности и цветового тона воспроизведенного цвета объекта [4]. Даже стимулы, метамерные при угловых размерах  $10^\circ$  (стандартный наблюдатель МКО-1964), могут не являться таковыми при размерах  $2^\circ$  (стандартный наблюдатель МКО-1931) [5]. Поэтому реально в ЦТ добиваются психологического соответствия [6] передаваемой сцены изображению на экране студийного ВКУ, которое должно воспроизводиться с колориметрической точностью на экранах приемников абонентов [3], что в принципе осуществимо.

Общее математическое описание условий психологически точной цветопередачи чрезвычайно сложно, так как оно должно включать оценку воспроизведения и семантической и эстетической информации [7]. Описаны лишь самые простые частные случаи [6]. Применительно к задачам вещательного ЦТВ можно только утверждать, что наиболее критичны к искажениям «памятные цвета», известные зрителю, что точность передачи цветового тона важнее, чем — насыщенности и светлоты и т. д.

Для практики цветного репродуцирования характерны и дальнейшие отступления от строго колориметрического подхода. Нередко применяется цветоанализ посредством зондирования спектров цветных объектов в трех локальных участках диапазона, фактически на трех длинах волн, например, лазерными излучениями с  $\lambda=440$ , 530 и 660 нм [8]. Однако такое изображение не является правильно цветоделенным при воспроизведении с помощью тех же дискретных излучений. При ТВ передаче кинофильмов хорошие результаты дает сужение спектральных характеристик СФЭП [9].

В последнее время интенсивно разрабатываются трехкомпонентные источники освещения с линейчатыми спектрами, дающие оптимальное сочетание высокой световой отдачи с высоким ИЦП [10—12]. На рис. 1 представлена характеристика СРМИ металлогалогенной лампы НР1/Т, которая использовалась, в частности, для передач ЦТ во время Монреальской Олимпиады [13]. Ее спектр имеет ярко выраженные линии на  $\lambda=450$ , 540 и 600 нм. ИЦП такой лампы обеспечивает «хорошее» качество цветопередачи при работе с большинством современных передающих камер и даже близко к «отличному» при работе с камерой «Марк VIII» [14].

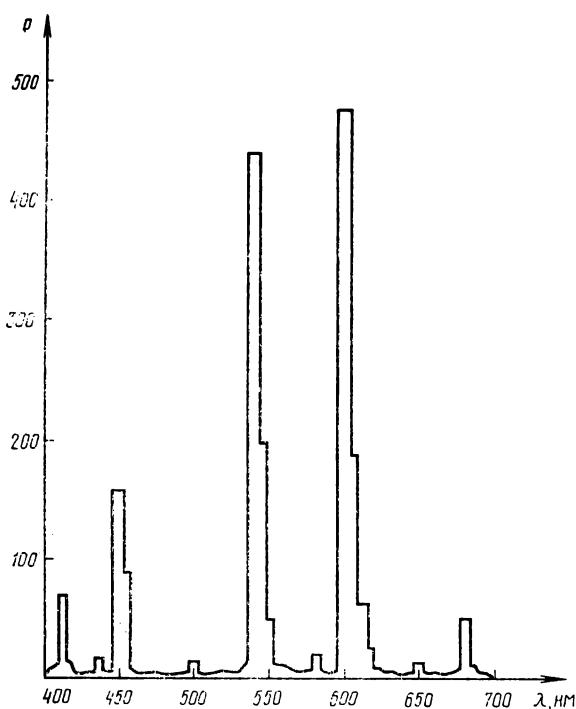


Рис. 1

### Значимость различных зон спектра для передачи цвета

Работой, ставшей основой поиска наиболее важных зон видимого спектра, бесспорно следует признать «теорему о трех точках», сформированную и доказанную Н. Д. Ньюбергом [6]. По этой теореме «кривые спектрального распределения двух тождественных по цвету излучений, если эти кривые непрерывны, имеют по меньшей мере три точки пересечения». Позднейшие расчеты подтверждают вывод Ньюберга [15]. Теорема «о трех точках» определяет достаточное приближение к полному метамеризму анализируемых и синтезируемых цветов. Однако возникает вопрос о местах пересечения кривых различных метамеров в пределах видимого спектра: расположены они случайным образом или как-то локализованы? Анализ спектральных кривых, характеризующих метамерные цветовые стимулы — и гипотетические [5, 15—18] и реальные [19, 20], — показывает, что практически кривые любой метамерной пары пересекаются в зонах около  $\lambda=450$ , 540 и 610 нм, во всяком случае точки пересечения кривых сильно коррелированы в трех указанных узких зонах. Нами было проведено частичное исследование особенностей метамеризма излучений при ТВ репродуцировании. Сравнение спектральных распределений проводилось в относительных единицах, т. е. для нормализованных кривых. В качестве исходных данных были взяты СРМИ триады люминофо-

ров приемника с цветовым треугольником ЕС (кинескоп 61ЛКЗЦ) —  $R_L(\lambda)$ ,  $G_L(\lambda)$ ,  $B_L(\lambda)$ , СРМИ источника белого света D65-Р ( $\lambda$ ): спектральные распределения коэффициентов отражения 17 тест-цветов  $\rho_i(\lambda)$  [21].

СРМИ, вернее СРМО (спектральные распределения мощности отражения) тест-цветов, были вычислены в виде нормализованного произведения  $\rho_i(\lambda) P(\lambda)$ . СРМИ метамерных им цветов на экране цветного кинескопа вычислялись по СРМИ  $R_L(\lambda)$ ,  $G_L(\lambda)$ ,  $B_L(\lambda)$ , взятых с коэффициентами, дающими их суммарное СРМИ, соответствующее опорному белому D65. При этом объектные тест-цвета анализировались идеальными спектральными характеристиками камеры  $r(\lambda)$ ,  $g(\lambda)$ ,  $b(\lambda)$ . По полученным интегральным выходным камерным сигналам (стимулам) вычислялись СРМИ метамерных цветов кинескопа умножением трех сигналов камеры на три СРМИ люминофоров приемника и их суммированием в одно СРМИ, метамерное объектному. Последнее также нормализовалось.

Результаты сравнения показали, что СРМИ тест-цветов при освещении их источником D65 и их метамерное СРМИ на экране кинескопа имеют пересечения в узких спектральных зонах около  $\lambda=450$ , 540 и 610 нм. Ширина зон не превышала 5 нм, что, очевидно, обусловлено положением максимумов СРМИ при синтезе цветных изображений в этих зонах и близостью максимумов характеристик анализа к этим зонам. Таким образом, явление метамеризма в условиях ТВ цветовоспроизведения спектрально обусловлено.

Неравноценность различных длин волн излучения для передачи цвета была убедительно проде-

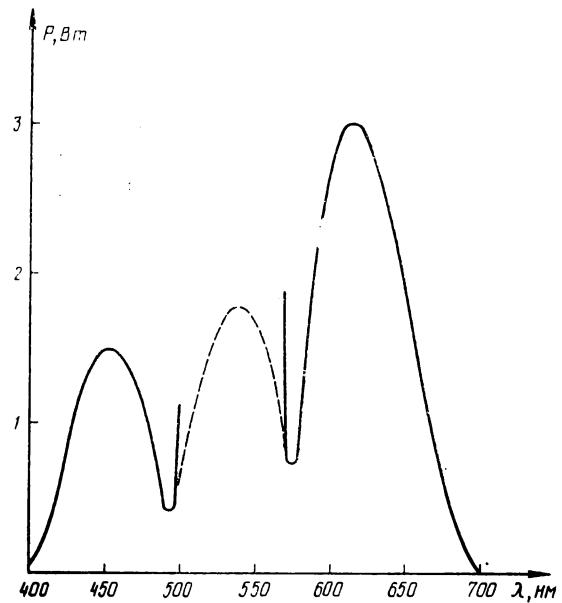


Рис. 2

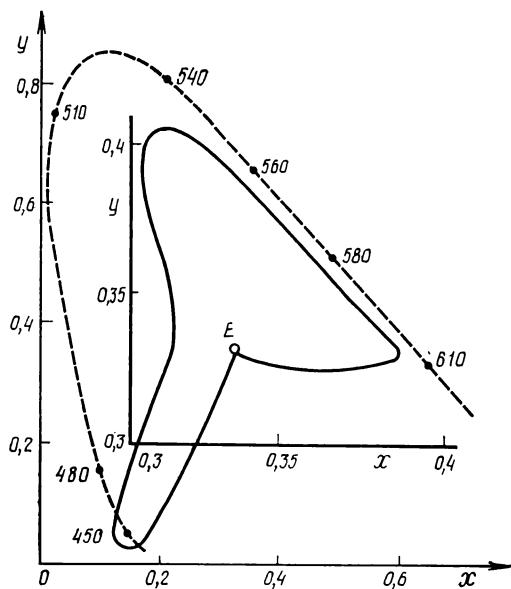


Рис. 3

монстрирована в [10]. В этой работе выявлена исключительная важность зон спектра около  $\lambda=450$ , 540 и 610 нм для хорошей цветопередачи освещения белого цвета, там же доказано, что зоны спектра около  $\lambda=495$ , 575 нм бесполезны и даже отрицательно влияют на цветопередачу. В частности, устранение их из спектра люминесцентных ламп теплого белого света приводит к резкому возрастанию ИЦП. Спектр излучения белого цвета, составленный из трех дискретных компонентов с  $\lambda=450$ , 540 и 610 нм, обеспечивает оптимальное совокупное сочетание высокого ИЦП и высокой световой эффективности, которое едва ли возможно превзойти. Аналогичный спектр признан оптимальным и в работе [12].

Пять критических линий спектра, выделенных в [10], являются уникальными по своей роли в различных явлениях, связанных с цветовым зрением человека. Например, они соответствуют экстремумам: функций порогов цветоразличения по цветовому тону [3, с. 141]; функций цветовой чувствительности [22]; функций, определяющих спектральную зависимость кажущегося изменения оттенка при изменении угла падения света [23]; некоторых функций Адамса и т. д. Известно, что в ЦТВ длины волн 600, 555 и 445 нм, на которых основные ветви спектральных характеристик камеры имеют максимум, не зависят от выбора основных цветов приемника, а совпадают с длиной волн, на которых имеют максимумы стандартные кривые удельных координат МКО-31  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $\bar{z}$ , и  $\bar{r}$ ,  $\bar{g}$ ,  $\bar{b}$  [3]. Однако СРМИ люминофоров цветного кинескопа 61ЛКЗЦ (треугольник основных цветов ЕС), приведенные в [24], были стандартизованы

после длительного эмпирического подбора по оптимуму световой эффективности и цветопередачи. Максимумы СРМИ данных люминофоров находятся на  $\lambda=450$  нм для синего,  $\lambda=550$  нм для зеленого и  $\lambda=610$  нм для красного.

Известно, что  $\lambda=450$ , 540, 610 нм особенно значительно влияют на цветность света, в спектре которого они присутствуют, сдвигая ее в свою сторону. Так, при получении белого света смешением двух монохроматических излучений указанные  $\lambda$  требуют существенно более высокой интенсивности соответствующих дополнительных цветов, чем другие. На рис. 2 показаны мощности дополнительных спектральных цветов, которые необходимы на 1 Вт излучения с длиной волны  $\lambda$  при получении цветности «С». Пурпурные цвета, дополнительные к зеленым (штриховая кривая), здесь синтезировались из спектральных с  $\lambda=450$  и 610 нм [10].

Аналогичное положение выявлено для источника света с непрерывным равномерным СРМИ. Если в таком спектре последовательно создавать равные приращения интенсивности излучения на разных  $\lambda$ , то отклонения цветности от среднего значения ( $x=y=0,333$ ) заметно больше, когда приращения соответствуют  $\lambda=450$ , 540, 610 нм. Это иллюстрирует рис. 3, где шкала врезки увеличена в четыре раза по сравнению со шкалой основного рисунка [10]. Здесь штрихами показана линия спектральных цветов, а трехлепестковая замкнутая фигура показывает характер изменения исходной цветности  $E$ .

Физиологические причины влияния указанных  $\lambda$  пока не вполне ясны. Можно было бы предположить, что оно обусловлено совпадением с максимумами спектральной чувствительности фоторецепторов глаза или кривых смешения колориметрических систем. Хотя максимумы последних сильно коррелируют по спектральному положению с указанными  $\lambda$ , такое предположение неточно, особенно для длинноволновой зоны спектра. Возможно, более оправданно предположение, что в зонах  $\lambda=450$ , 540, 610 нм реакции селективных приемников глаза наиболее существенно различаются, тогда как в зонах  $\lambda=495$ , 575 нм реакции близки. Как показано в [10], эти пять  $\lambda$  примерно совпадают с максимумами и нулями разностных функций, полученных путем вычитания ординат кривых смешения:

$$F_i(\lambda) = \bar{x}_i(\lambda) - \bar{x}_j(\lambda) - \bar{x}_k(\lambda), \quad (2)$$

где  $i=1, 2, 3$ ;  $x_1=x$ ,  $x_2=y$ ,  $x_3=z$ ,  $i \neq j \neq k$ .

В табл. 1 приведены значения  $\lambda$ , при которых достигают максимальных значений кривые стандартных колориметрических систем  $X\bar{Y}\bar{Z}$  (МКО-1931),  $X_{10}\bar{Y}_{10}\bar{Z}_{10}$  (МКО-1964),  $R\bar{G}\bar{B}$  (МКО-1931). Указанны также положения максимумов соответствующих разностных функций и зоны внутри спектра,

ТАБЛИЦА 1

Исходные функции	Собственный максимум	Максимум разностной функции	Зоны перехода разностных функций через ноль
$\bar{x}$	600	610	575—580
$\bar{x}_{10}$	580	610	570—575
$\bar{r}_1$	605	610	570—575
$\bar{y}$	555	535	495—500, 575—580
$\bar{y}_{10}$	555	530	490—495, 570—575
$\bar{g}$	545	530	485—490, 570—575
$\bar{z}$	445	445	495—500
$\bar{z}_{10}$	445	445	490—495
$\bar{b}$	445	450	505—510

где эти функции переходят через ось абсцисс (в нм).

### Неколориметрическая камера

Применение трехкомпонентных источников освещения с линейчатым спектром излучения, подобным спектру металлогалогенных ламп (см. рис. 1) или лазерных источников, и передающих ТВ трубок с широкими спектральными характеристиками не приводит к заметному выигрышу по цветопередаче и чувствительности камеры. Поэтому заслуживает исследования цветная ТВ камера, условно названная нами неколориметрической. Кривые спектральной чувствительности СФЭП этой камеры не являются кривыми смешения колориметрической системы основных цветов приемника [25].

Спектральные характеристики СФЭП такой камеры выполняются без взаимного перекрытия и имеют максимумы при  $\lambda=450, 540, 610$  нм [26]. При узком трехзональном СРМИ источников освещения характеристики СФЭП могут быть достаточно узкими. Учитывая высокую светоотдачу трехкомпонентных источников [10—12], можно ожидать, что в этом случае не будет наблюдаться существенных потерь в чувствительности камеры. Подобное решение комплекса «осветитель — камера» особенно оправданно в устройствах электрического цветного репродуцирования искусственных объектов: кинофильмов, диапозитивов слайдов, полиграфических иллюстраций и т. п., так как в этом случае практически отсутствуют высоконасыщенные цвета.

Для камер, работающих в самых разных условиях освещения, характеристики должны быть более широкими, чтобы повысить чувствительность и обеспечить широкий охват насыщенных цветов. Например, можно использовать характеристики, имеющие вид положительных ветвей разностных функций (2) с нулевыми ординатами вблизи 495

и 575 нм. Известно, что объекты с различными кривыми спектрального коэффициента отражения могут составлять метамерную пару при одном освещении и не составлять при другом. Однако очевидно, что при любых освещениях координаты точек их пересечения должны сохранить свои абсциссы. Меняются только ординаты, соответствующие интенсивностям в спектре источника. Поэтому камера с узкоспектральными неперекрывающимися характеристиками СФЭП будет легко «приводиться» к эталонному освещению простым изменением усиления цветоделенных сигналов.

Предлагаемые характеристики СФЭП могут быть особенно эффективны также в малотрубочных видеотелефонных камерах ЦТ, на ПЗС, в том числе в камерах для видеожурналистики, в некоторых моделях ТВ стереокамер. Оценка неколориметрической камеры осуществлялась обычными методами колориметрии. Расчеты точности воспроизведения цветности были проведены на ЭВМ ЕС1022. Показатель всего тракта принят для упрощения расчета равным 1.

### Методика расчетов

Расчеты сводились к оценке искажений цветопередачи неколориметрической камеры, работающей в системе с цветным ВКУ. В качестве исходных данных использовались:

функции спектрального распределения мощности излучения стандартных полихроматических источников  $A, B, C, D65-P(\lambda)$ ;

спектральные характеристики чувствительности СФЭП —  $S_R(\lambda), S_G(\lambda), S_B(\lambda)$ ;

координаты цветности основных цветов приемника ЕС —  $(R_n, G_n, B_n)$ ;

кривые удельных координат системы МКО-31 —  $x(\lambda), y(\lambda), z(\lambda)$ ;

координаты цветности эталонного белого цвета D65 в системе приемника —  $r_s=g_s=b_s=1/3$  и в системе МКО-31 —  $x_s=0,3129, y_s=0,3291, z_s=0,358$ ;

кривые спектральных коэффициентов отражения тест-объектов —  $\rho_i(\lambda)$ .

Было использовано 14 тестов, стандартизованных МКО и имеющих обозначения по Манселлу [27, 28]:

1. 7,5R	6/4	6. 5RB	6/8	11. 4,5G	5/8
2. 5Y	6/4	7. 2,5P	6/8	12. 3,5R	3/11
3. 5GY	6/8	8. 10P	6/8	13. 5YR	8/4
4. 2,5G	6/6	9. 4,5R4/13		14. 5GY	4/4
5. 10BG	6/4	10. 5Y	8/10		

Эти цветовые тест-объекты характерны для большинства ТВ передач. Кроме того, использованы спектральные апертурные коэффициенты отражения трех тестов ( $i=15\dots17$ ), образующих при освещении источником D65 метамерные стимулы относительно стандартного наблюдателя МКО-1931 [5, с. 212—214]. За основу для расчетов была

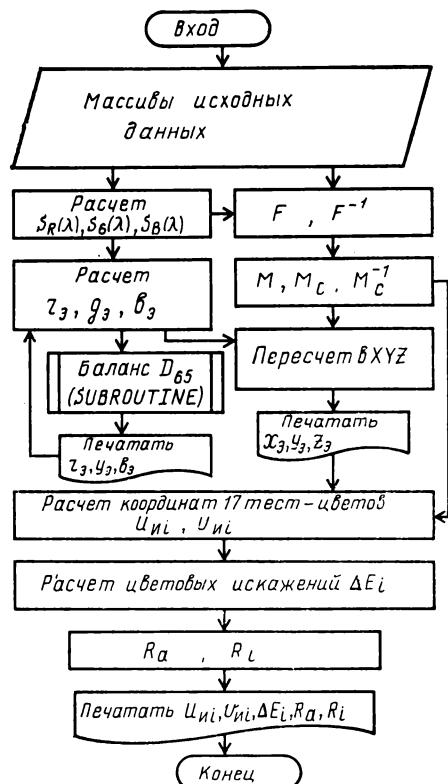


Рис. 4

принята методика, изложенная в [3]. Оценка искажений осуществлялась относительно цветностей тестов, для которых цветности внутри цветового треугольника не искажаются. Первые восемь тестов ( $i=1 \dots 8$ ), по искажению которых рассчитывался параметр сравнения — общий ИЦП  $R_a$ , лежат внутри цветового треугольника ЕС. При полноспектральном освещении и идеальном цветоанализе  $R_a=100$ . Расчеты  $R_a$  велись для ненеидеальных спектральных характеристик, причем оценка искажений проводилась отождествлением координат цвета в системе камеры с координатами цвета в системе приемника  $R_n G_n B_n$  и пересчета последних в стандартную систему МКО-1931 XYZ и МКО-1960 UVW. Искажения цветности, таким образом, определяются отличием характеристик неколориметрической камеры от идеальной колориметрической со спектральными характеристиками в виде кривых смещения основных цветов приемника.

Порядок расчетов сводился к следующему. Расчитывались спектральные характеристики чувствительности СФЭП  $S_{R,G,B}(\lambda)$  в виде положительных ветвей разностных функций (2) и обобщенных кривых Гаусса:  $S_{R,G,B}(\lambda)=\exp-(\lambda-\lambda_{R,G,B})^2/c$ , где  $\lambda_{R,G,B}$  — длины волн, при которых соответствующая характеристика имела максимум номинально 610, 540, 450 нм;  $c=(\Delta S)^2/2,83$  — коэффициент спада кри-

вой;  $\Delta S$  — ширина кривой на уровне 0,5 от максимума.

По аналогии с [3] формировались и рассчитывались матрицы  $F, F^{-1}, M, M_c, M_c^{-1}$ , необходимые для установления формул перехода из системы приемника  $R_n G_n B_n$  в систему МКО-31 XYZ. Обращение матриц производилось на ЭВМ методом Гаусса, причем элементы матрицы  $M$  были определены расчетом по элементам обратной матрицы  $F^{-1}$  и известным в обеих системах координатам цветности эталонного белого цвета D65. Координаты цвета в системе XYZ связаны с координатами в системе  $R_n G_n B_n$  соотношением:

$$(X_i, Y_i, Z_i) = M_c^{-1} (R_i, G_i, B_i).$$

Тогда искомая связь координат цветности в системах XYZ и  $R_n G_n B_n$  находится по формулам [3]:

$$x_i = \frac{R_n'(X_i) r_i + R_n'(Y_i) g_i + R_n'(Z_i) b_i}{\sigma_1 r_i + \sigma_2 g_i + \sigma_3 b_i},$$

$$y_i = \frac{G_n'(X_i) r_i + G_n'(Y_i) g_i + G_n'(Z_i) b_i}{\sigma_1 r_i + \sigma_2 g_i + \sigma_3 b_i}.$$

Расчет параметров  $R_n'$ ,  $G_n'$  с индексами XYZ и  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  необходимо производить всякий раз, когда изменяются эталонный белый цвет или основные цвета приемника.

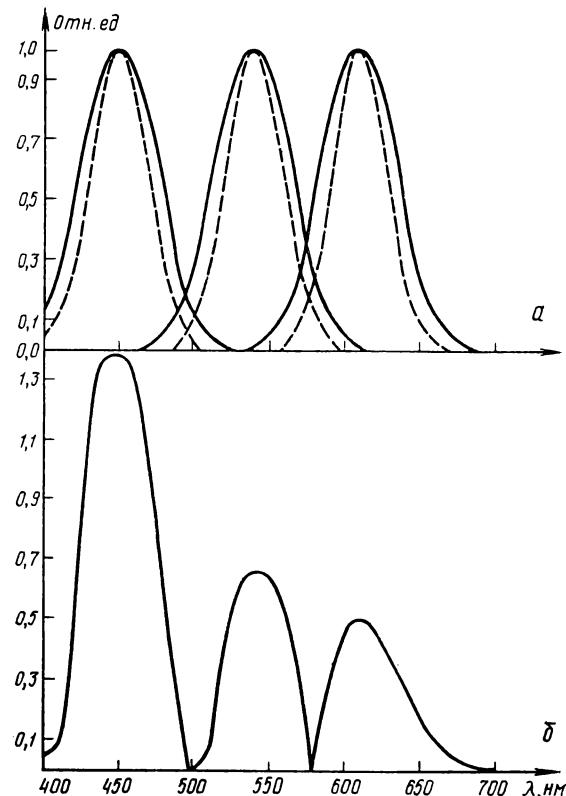


Рис. 5

Как было указано выше, расчет координат цветности в системе  $R_{ii}$ ,  $G_{ii}$ ,  $B_{ii}$  производился путем прямого отождествления цветоделенных сигналов, так как передающая камера со спектральными характеристиками  $S_R(\lambda)$ ,  $S_G(\lambda)$ ,  $S_B(\lambda)$  дает сигналы, которые непосредственно определяют координаты цвета в системе приемника

$$U_i = k_U \int_{\lambda} S_U(\lambda) \rho_i(\lambda) P(\lambda) d\lambda, \text{ где, } U=R, G, B.$$

Пределы интегрирования определялись границами чувствительности СФЭП. Множители  $k_R$ ,  $k_G$ ,  $k_B$  являются коэффициентами усиления цветоделенных сигналов. Они определяются из условия равенства и максимальной величины всех трех сигналов при передаче белого цвета D65, освещенного источником с СРМИ  $P(\lambda)$ .

$$R_a = G_a = B_a = 1/T.$$

Для оценки цветности достаточно знать относительные величины  $k_R$ ,  $k_G$ ,  $k_B$ , для которых  $r_a = g_a = b_a = 1/3$ , поэтому отсюда имеем:

$$k_U = \left( \int_{\lambda} S_U(\lambda) P(\lambda) d\lambda \right)^{-1}, \text{ где } U=R, G, B.$$

Учитывая, что в рассматриваемой камере используются только положительные и неперекрывающиеся спектральные характеристики СФЭП, операция приведения к эталонному D65, на который настроен приемник, сводится к простому изменению коэффициентов усиления трех цветоделенных сигналов ( $k_R$ ,  $k_G$ ,  $k_B$ ). Таким образом, достигается однозначность расчета координат цветности  $x_i$ ,  $y_i$  на экране кинескопа при любых источниках освещения и спектральных характеристиках СФЭП.

Для расчета ошибок цветопередачи следует перейти от координат тест-цветов  $x_{ii}$ ,  $y_{ii}$  к координатам воспроизводимых тест-цветов на равноконтрастном графике МКО-1960  $u_{ii}$ ,  $v_{ii}$  и, используя их известные оригинальные координаты цветности [28]  $u_{oi}$ ,  $v_{oi}$ , по обычной методике определять ошибки воспроизведения цветности в порогах:

$$\Delta E_i = 260 \sqrt{(u_{ii} - u_{oi})^2 + (v_{ii} - v_{oi})^2}, \quad (15)$$

при пороговом значении (график Мак-Адама)  $\Delta E_{\text{пор}} = 0,0038$ . По восьми «равносветлым» средней насыщенности цветам рассчитывался общий ИЦП:

$$R_a = 100 - 4,6 \left( \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 \Delta E_i \right).$$

Для остальных цветов ( $i=9 \dots 17$ ) рассчитывались специальные ИЦП [28]:  $R_i = 100 - 4,6 \Delta E_i$ .

Алгоритм расчета на ЭВМ ЕС-1022 приведен на рис. 4.

## Результаты расчетов

Первоначально расчеты проводились для ос-

ТАБЛИЦА 2

Номера тестов	$\Delta S, \text{ нм}$	$\Delta E_i \text{ мин}$	$\Delta E_i \text{ макс}$	$R_a$	$R_i \text{ мин}$
1—8	60 40	1,7 1,25	4,0 3,5	86,4 91,7	—
9—17	60 40	1,8 1,0	14 12,7	—	35,5 41,6

ТАБЛИЦА 3

Номера тестов	$\Delta E_i$	Номера тестов	$\Delta E_i$	$R_i$
1	1,42	9	8,3	61,8
2	1,22	10	2,55	88,3
3	1,53	11	5,76	73,5
4	2,24	12	8,65	60,2
5	2,34	13	1,72	92,1
6	2,90	14	1,24	94,3
7	1,50	15	3,77	82,6
8	1,39	16	3,10	85,7
		17	3,41	84,32
$R_a = 91,67$				

ТАБЛИЦА 4

Источник	$k_R$	$k_G$	$k_B$	$\Delta E_i \text{ мин}$	$\Delta E_i \text{ макс}$	$R_a$
D65	5,91	4,04	1,71	1,37	2,89	91,67
A	2,35	3,3	3,64	1,35	2,94	91,46
B	4,43	3,85	1,94	1,17	2,9	91,68
C	6,08	4,4	1,64	1,16	2,89	91,7
T	3,41	2,89	2,77	1,37	2,86	90,07

новых цветов синтеза  $R_{ii}$ ,  $G_{ii}$ ,  $B_{ii}$  стандартизованных цветовых систем NTSC и ЕС. Ввиду высокой идентичности результатов в дальнейшем использовался только треугольник цветов ЕС. Расчеты искажений цветности и ИЦП со спектральными гауссовыми характеристиками СФЭП подтвердили высокую значимость длии волн 450, 540, 610 нм. Сдвиг одного из максимумов на  $\pm 20$  нм или сразу двух-трех максимумов на  $\pm 10$  нм приводил к возрастанию ошибок (для некоторых цветов в десять раз) и уменьшению ИЦП. Одновременное сужение трех кривых с  $\Delta S = 60$  нм до  $\Delta S = 40$  нм (рис. 5, а, пунктир) вело в целом к улучшению цветопередачи. Результаты приведены в табл. 2 для номинальных положений максимумов.

Результаты расчетов со спектральными характеристиками СФЭП в виде положительных ветвей разностных функций (2) системы МКО-31 (рис. 5, б) приведены в табл. 3.

Характер искажений цветности иллюстрируется

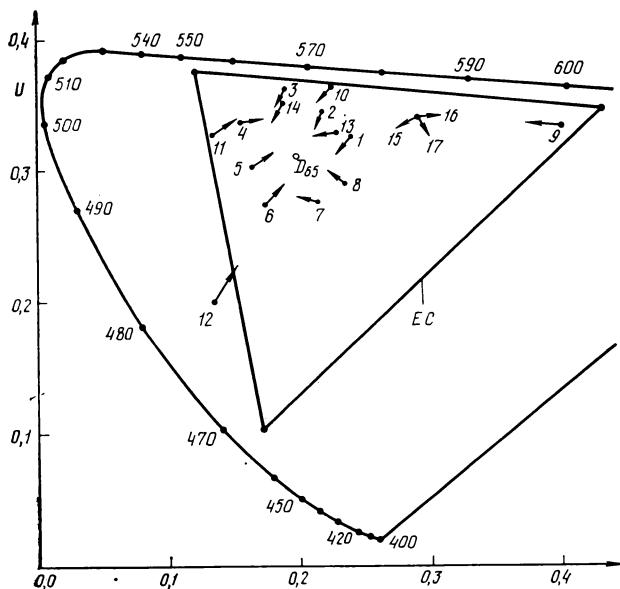


Рис. 6

рис. 6. На этом рисунке началу стрелок соответствуют оригинальные цветности тестов ( $u_{oi}, v_{oi}$ ), а концам — цветности изображений тестов на экране кинескопа ( $u_{ni}, v_{ni}$ ).

Для указанных характеристик и восьми «равносветлых» тестов ( $i=1 \dots 8$ ) рассчитывалась цветопередача с приведением источников освещения  $A$ ,  $B$  и  $C$ , заданных стандартизованными СРМИ, а также источника  $T$  (условно обозначенный нами трехкомпонентный источник, предложенный с трехзональным СРМИ в [10]) к эталонному освещению D65 изменением коэффициентов усиления цветоделенных сигналов —  $k_R$ ,  $k_G$ ,  $k_B$ . Результаты расчетов приводятся в табл. 4.

Разные тесты искажались по-разному при измерении СРМИ освещения. Но на основе полученной общей оценки цветопередачи можно считать, что неколориметрическая камера с характеристиками без перекрытия (см. рис. 5, б) позволяет точно и достаточно просто осуществлять операцию приведения освещения.

Предлагаемая неколориметрическая камера оптимизировалась на основе компромиссных соображений. Цель оптимизации — устранение матрицы цветокоррекции, в том числе сложных устройств адаптации камеры к источникам освещения. Компромисс определялся по совокупному критерию, отражающему качество всех цветопередающих узлов цветной ТВ системы, на основе:

применения высокоэффективных источников освещения по светоотдаче и ИЦП;

хорошего сопряжения СРМИ источника и спектральной чувствительности камеры;

сохранения высокого отношения сигнал/шум, вследствие отсутствия устройств цветокоррекции и адаптации к источникам;

достаточно хорошего цветоанализа, так как предлагаемые характеристики имеют минимумы в местах максимумов отрицательных ветвей идеальных характеристик;

достижения полноценного психологического метамерного тождества цветных изображений оригинала и ТВ репродукции.

## Выводы

1. Непрерывные кривые спектрального излучения метамерных цветовых стимулов пересекаются, как правило, в зонах спектра около  $\lambda=450$ , 540, 610 нм.

2. Возможен полноценный анализ цветных изображений с помощью зональных спектральных характеристик, которые имеют максимумы в указанных зонах, а в зонах около  $\lambda=495$ , 575 нм достигают минимума, не перекрываясь.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Теория и практика цветного телевидения. Под ред. П. В. Шмакова. М., «Сов. радио», 1962.
2. Кустарев А. К. Колориметрия цветного телевидения. М., «Связь», 1968.
3. Новаковский С. В. Цветное телевидение (Основы теории цветовоспроизведения). М., «Связь», 1975.
4. Дмитриев А. Я. Воспроизведение цвета в телевидении. — «Техника кино и телевидения», 1972, № 2, с. 48—52.
5. Джадд Д. Б., Вышеки Г. Цвет в науке и технике. Пер. с англ. М., «Мир», 1978.
6. Нуберг Н. Д. Теоретические основы цветной репродукции. М., «Сов. наука», 1947.
7. Дмитриев А. Я. Оценка качества репродукций по степени соответствия оригиналу. — В кн.: Проблемы и перспективы развития ТВ кинематографа. М., «Знание» МДНТП, 1977, с. 25—28.
8. Комар В. Г. О возможности создания театрального голограммического кинематографа с цветным объемным изображением. — «Техника кино и телевидения», 1975, № 5, с. 34—44.
9. Александрова И. Г. Воспроизведение цвета при кинотелевизионном способе проекции. — «Техника средств связи», сер. «Техника телевидения», 1976, вып. 3, с. 128—144.
10. Thorgren W. A. Luminosity and color-rendering capability of white light. — JOSA, 1971, 61, N 9, p. 1155—1169.
11. Кауфман А., Сайтер Д. Probleme der Beleuchtungstechnik bei Farbfernsehaussenaufnahmen. — «Rundfunktechn. Mitt.», 1970, 14, N. 2, S. 108—115.
12. Општейн Й. и др. Optimale Spektren fur Lichtquellen. — «Elektrizitätverwertung», 1977, 52, N 10, S. 246—257.
13. Пелль В. Г. Освещение спортивных сооружений олимпиад для киносъемок и ТВ передач. — «Техника кино и телевидения», 1979, № 2, с. 59—65.
14. Безшуренко Л. Т., Кульянова В. И. Качество цветопередачи в ЦТВ при использовании металлогалогенных источников света. — «Техника кино и телевидения», 1979, № 4, с. 47—51.

15. Wyszecki G., Stiles W. Intersection of spectral reflectance curves of metamer color objects. — JOSA, 1968, 58, N 1, p. 32—40.
16. Wyszecki G., Stiles W. Counting Metamer object colors. — JOSA, 1962, 52, N 2, p. 155—159.
17. Wyszecki G. Evaluation of metamer colors. — JOSA, 1958, 48, N 7, p. 451—457.
18. Takahama K., Nayatani Y. New method for generating metamer stimuli of object colors. — JOSA, 1972, 62, N 12, p. 1516—1520.
19. Neppen I. Die Ermittlung von Remissionkurven bedingt gleicher Farben. — «Die Farbe», 1958, 7, N. 1/3, S. 93—119.
20. Bergger A. Rechnerische Prüfung von künstlichen Lichtquellen auf Übereinstimmung mit Normlichtart D65. — «Die Farbe», 1972, 21, N 1/6, S. 131—153.
21. Bartés E. L'Eclairage et rendu des couleurs. — «Couleurs», 1964, N 5, p. 23—27.
22. Hurnich L., Jameson D. Some quantitative aspects of an opponent colors theory. — JOSA, 1955, 45, N 7, p. 546—552.
23. Epoch J., Stiles W. The colour change of monochromatic light with retinal angle of incidence. — «Optica Acta», 1961, 8, N 4, p. 329—358.
24. Люминесцентные материалы и химические вещества. Черкассы, НИИТХЭМ 1975.
25. Дмитриев А. Я. Некоторые особенности построения электрических систем передачи цветовой информации. — В кн.: Вопросы радиосвязи. Новосибирск, 1969.
26. Дмитриев А. Я. О выборе спектральных характеристик цветных камер. — В кн.: Республикаанская научно-техническая конференция «Улучшение технического качества ТВ вещания» (тезисы докл.). Киев, 1977, с. 10—11.
27. Дмитриев А. Я., Буймиструк Г. Я. Цветная телекамера с зональными спектральными характеристиками. — В кн.: Всесоюзный научно-технический семинар «Вопросы повышения качества и надежности студийного и внестудийного оборудования цветного телевидения» (тезисы докл.). Челябинск, 1979, с. 52—53.
28. Misch W. Das neue CIE-Testfarbenberfahren zur Messung und Kennzeichnung der Farbwiedergabe. — «Die Farbe», 1964, 13, N. 4/6, S. 175—269.

Новосибирский электротехнический институт связи

УДК 621.397.2.037.372

## Достоверность передачи дискретной информации по ТВ каналам

М. С. Резницкий

Уже почти двадцать лет ведутся работы по уплотнению вещательных ТВ каналов различной дополнительной информацией. В первых работах исследовалась возможность передачи служебных сигналов и команд, не предназначенных для телезрителя. В настоящее время в ряде стран уже испытываются системы передачи дискретной информации по каналам вещательного телевидения (СПДИ ТВ), которые обеспечивают телезрителя, имеющего соответствующую приставку к обычному ТВ приемнику, дополнительной информацией, носящей преимущественно справочный характер.

ТВ стандарты позволяют вводить дискретную информацию (ДИ) в кадровый гасящий импульс в интервале 1—2 строки. Широкая полоса частот вещательных ТВ каналов допускает высокую скорость передачи ДИ, при которой страница текста (800—1200 знаков) передается за время, меньшее 1 с. Длительное воспроизведение ДИ обеспечивается оперативным запоминающим устройством (ОЗУ) декодирующей приставки.

В состав приставки, осуществляющей прием ДИ, кроме ОЗУ должны входить знакогенератор,

устройство выбора требуемой информации и специальное устройство синхронизации, обеспечивающее стартстопный режим работы канала. Наиболее сложным звеном приставки является ОЗУ.

Опытная эксплуатация систем передачи дискретной информации по ТВ каналам (СПДИ ТВ) показала, что основной технической проблемой, без решения которой невозможно широкое внедрение таких систем, является проблема достоверности передачи информации. Известно большое количество кодов, исправляющих ошибки. Однако их практическая реализация сталкивается не только с техническими проблемами, но и в значительной степени зависит от экономических факторов, так как речь идет об аппаратуре бытового назначения. Широкое внедрение СПДИ ТВ возможно в том случае, когда в этих системах будут сочетаться высокая достоверность передачи информации с относительно низкой стоимостью.

Простейший линейный  $(n, k)$  код, построенный на основе кода ISO-7 и исправляющий все одиночные ошибки, требует увеличения объема памяти в 1,57 раза, а аналогичный код, исправляющий

все тройные ошибки, заставляет увеличивать емкость ОЗУ более чем втрое. Столь быстрый рост требуемой емкости ОЗУ приводит к резкому усложнению и удорожанию всего устройства приема ДИ. При этом задача роста достоверности приема информации остается нерешенной, ибо помеха может вызвать ошибки, кратность которых значительно больше трех.

Существенный выигрыш в помехоустойчивости дают структуры, основанные на применении произведения кодов. Этот выигрыш обусловлен тем, что произведения кодов обладают высокой исправляющей способностью в отношении пакетов ошибок [1]. Если произведение состоит из двух одинаковых  $(n, k)$ -кодов с исправляющей способностью  $t$ , то такая структура обладает исправляющей способностью  $b \leq nt$ , например, уже для простейшего  $(n, k)$ -кода на основе кода ISO-7 с  $t=1$  ( $n=11$ ,  $k=7$ ) будут исправлены все ошибки кратности  $b \leq 11$ .

Расчеты показывают, что двух- и трехмерные произведения кодов Хэмминга обеспечивают требуемую достоверность при значительных помехах (вероятность ошибки в приеме  $p_0 \leq 10^{-2}$ ), однако реализация таких кодов также ведет к резкому увеличению объема памяти. Применение произведений кодов целесообразно в тех случаях, когда осуществляется прием небольшого объема информации и ОЗУ загружено не полностью. В этом случае неиспользованный информационный объем можно заполнить проверочными символами.

Если помехи вызывают появление пакетов ошибок различной длины  $i$ , то в пределах пакета ошибки не являются независимыми. Независимыми можно считать ошибки, вызванные одиночными пакетами ( $i=1$ ), и первые ошибки каждого пакета. Все остальные ошибки статистически связаны и, зная вероятность  $p(i)$  возникновения пакета ошибок длиной  $i$ , можно вычислить вероятность второй, третьей и т. д. ошибок в пределах пакета. Эта статистическая связь мешает эффективному применению простых кодов.

Результат воздействия помех на принимаемое сообщение можно представить матрицей посылок  $[a_{j,k}]$ , элементами которой будут нули для неискаженной посылки и единицы — для искаженной. Строками матрицы  $[a_{j,k}]$  являются кодовые слова из  $n$  символов, образующие группу из  $N$  слов (длина столбцов). Таким образом, полный объем матрицы  $N_{xn}$ . Среднее число ошибок определяется числом единичных элементов матрицы  $[a_{j,k}]$ , которое при многократных повторениях будет приближаться к величине  $p_0Nn$ , являющейся математическим ожиданием ошибки. Если вероятность возникновения пакета ошибок длиной  $i$  есть  $p(i)$ , число пакетов ошибок длиной  $i$

$$L_i = p(i)Nnp_0 \left[ \sum_{i=1}^{Nn} ip(i) \right]^{-1}. \quad (1)$$

Условием нормировки  $p(i)$  является  $\sum_{i=1}^{nN} p(i) = 1$ .

Когда пакетов ошибок нет,  $p(i)=1$  при  $i=1$  и  $p(i)=0$  в остальных случаях, поэтому  $L=p_0Nn$  и число ошибок равно их математическому ожиданию. В этом случае появление двух и более ошибок в одном и том же кодовом слове маловероятно и каждая ошибка приводит к поражению одного кодового слова. Если в сигнале есть пакет ошибок, то количество пакетов и количество пораженных слов отличается друг от друга. Если длина пакета  $i < n$ , то с вероятностью  $(n-i+1)n^{-1}$  будет поражено одно слово и с вероятностью  $(i-1)n^{-1}$  — два. Поэтому число ошибочно принятых слов на один пакет

$$C_0 = \frac{n-i+1}{n} + 2 \frac{i-1}{n} = \frac{n+i-1}{n}. \quad (2)$$

Аналогичным образом можно показать, что для произвольного  $i=\alpha n+\delta$  ( $\delta < n$ ) в  $(n-i+1)n^{-1}$  случаях будет поражено  $\alpha+1$  слово. Чтобы определить число  $M_0$  слов, содержащих ошибки, необходимо (1) умножить на  $C_0$  (2).

$$M_0 = p_0N \left[ 1 + \frac{n-1}{\sum_{i=1}^{nN} ip(i)} \right].$$

Величина  $\sum_{i=1}^{nN} ip(i)$  является математическим ожиданием  $m$ . Поэтому  $M_0 = p_0N[1 + (n-1)m^{-1}]$ . При наличии только одиночных ошибок  $M_0 = p_0Nn = L$ .

В тех случаях, когда используется код, исправляющий одну ошибку, суммирование надо начинать с  $i=2$ , а коэффициент  $C_0$  заменить на коэффициент  $C_1 = (n+i-3)n^{-1}$ . Число ошибочно принятых слов для случая применения кода, исправляющего одну ошибку

$$M_1 = \frac{p_0N}{m} [n-3+m+p(1)(3-n-1)].$$

Сопоставляя  $M_0$  и  $M_1$ , можно заметить, что во втором случае может иметь место некоторое снижение количества ошибочно принятых слов за счет исключения одиночных ошибок. Однако при  $p(1) \approx 0$  по величине  $M_1$  может превышать  $M_0$  за счет того, что длина кодового слова  $n$  во втором случае больше, чем в первом. Физическая интерпретация результата очевидна: при отсутствии одиночных ошибок код, способный исправлять только одиночные ошибки, бесполезен. С другой стороны, вследствие увеличения кодового слова и, таким образом, длины всего сообщения количество ошибок растет.

Применение более мощных кодов, исправляющих большее число ошибок, приводит к сокращению количества пораженных слов, однако вызывает резкий рост длины сообщения и, следовательно, емкости ОЗУ. Поэтому возникает задача искусственного рассредоточения пакета ошибок. Например, если добиться того, чтобы каждый пакет ошибок поражал не одно кодовое слово, вызывая ошибку кратности  $i$ , а  $i$  кодовых слов, вызывая однократные ошибки, то, применив простейшие коды, можно исправить однократные ошибки. Практически реализация этого метода заключается в рассредоточивании пакета ошибок и осуществляется временным разделением элементов каждого кодового слова. Этот метод называется декорреляцией.

Декоррелированная матрица посылок может быть получена, например, размещением символов кодового слова в столбцах новой  $n \times N$  матрицы  $[a_{j,k}]^D$ .

Пакеты ошибок в матрице  $[a_{j,k}]^D$  по-прежнему распределены по строкам, в то время как кодовые слова образуют столбцы. Поскольку в СПДИ ТВ  $N \geq 1000$ , последующий элемент каждого кодового слова передается как минимум через 1000 элементов, принадлежащих другим кодовым словам.

Учитывая, что длина пакета ошибок  $i \ll 1000$  для большинства случаев, информацию можно считать полностью декоррелированной, а ошибки, в том числе принадлежащие одному пакету, — независимыми. Принимая во внимание также невозможность двукратного поражения одной посылки и постоянство средней плотности распределения ошибок, можно применить распределение Пуассона для вычисления вероятности  $P$  ошибочного приема кодового слова длины  $n$ :

$$P = \sum_{m=1}^n \frac{(p_0 n)^m}{m!} e^{-p_0 n}.$$

Среднее число ошибок для декоррелированного сигнала

$$M_0^D = PN = Ne^{-p_0 n} \sum_{m=1}^n \frac{(p_0 n)^m}{m!}.$$

Сравнивая  $M_0$  и  $M_0^D$  и принимая во внимание неравенства  $p_0 \ll 1$ ,  $n \geq 10$ , получим  $M_0/M_0^D = n^{-1} + m^{-1}$ . Таким образом, декорреляция приводит к росту количества пораженных слов, когда  $m > 1$ , причем при больших  $m$  величина  $M_0^D$  в  $n$  раз превышает  $M_0$ . Этот результат объясняется тем, что декорреляция рассредоточивает пакет ошибок по нескольким кодовым словам.

В случае применения кода, исправляющего одну ошибку

$$M_1^D = Ne^{-p_0 n} \sum_{m=2}^n \frac{(p_0 n)^m}{m!}.$$

$m$	$\sigma$	$p_0^* = 10^{-2}$		$p_0^{**} = 10^{-3}$	
		$M_0$	$M_1$	$M_0$	$M_1$
5	1	22	26	2	3
10	3	17	19	2	2
20	5	13	14	1	1
50	15	11	12	1	1
100	30	11	11	1	1
200	30	11	11	1	1

\* Для всех значений  $m$   $M_0^D = 69$ ,  $M_1^D = 6$ ,  $M_2^D = 0,4$ .

\*\* Для всех значений  $m$   $M_0^D = 7$ ,  $M_1^D = 0,06$ .

Поэтому

$$M_0^D M_1^D \simeq \sum_{m=1}^n \frac{(p_0 n)^m}{m!} \left[ \sum_{m=2}^n \frac{(p_0 n_1)^m}{m!} \right]^{-1}$$

Для кода ISO-7  $n=7$ . В этом случае линейный код, исправляющий одну ошибку, будет содержать 11 символов ( $n_1=11$ ). Например, при  $p_0 = 10^{-2}$  отношение  $M_0^D/M_1^D = 12$ . Если применить код, исправляющий две ошибки (в этом случае  $n_2=14$ ), то  $M_0^D/M_2^D \simeq 160$ . Таким образом, декорреляция значительно увеличивает эффективность простого помехоустойчивого кодирования.

В таблице приведены результаты расчета среднего числа ошибочно принятых кодовых слов для помех, длительность которых распределена по нормальному закону. Величины математического ожидания  $m$  и среднеквадратичного отклонения  $\sigma$  выражены в элементарных посылках  $\tau_0$ , причем  $m=(5-200)\tau_0$ ,  $\sigma=(1-30)\tau_0$ .

Из таблицы видно, что применение кода, исправляющего одну ошибку, без декорреляции сигнала неэффективно ( $M_1 \geq M_0$ ), так как при рассмотренных статистических характеристиках помех  $p(1) \approx 0$ , поэтому исправляющая способность кода не реализуется. Аналогичный вывод можно сделать и для кодов, исправляющих две ошибки. Совместное применение декорреляции сигнала с кодом, корректирующим одну ошибку, приводит к значительному росту достоверности передачи информации. (Отношение  $M_1/M_1^D$  лежит в пределах 2-4 при  $p_0=10^{-2}$  и 8-16 при  $p_0=10^{-3}$ .)

Совместное применение декорреляции сигнала с кодом, исправляющим одну ошибку, обеспечивает незначительную потерю достоверности:  $\eta=6 \cdot 10^{-5}$  при  $p_0=10^{-3}$ . Однако при  $p_0=10^{-2}$   $\eta=6 \cdot 10^{-3}$ . Последний результат, учитывая справочный характер информации, передаваемой СПДИ ТВ, нельзя считать хорошим. Желательно, чтобы  $\eta=1-3 \cdot 10^{-3}$ . Совместное применение декорреляции сигнала с кодом, корректирующим две ошибки, обеспечивает даже при  $p_0=10^{-2}$   $\eta \leq 4 \cdot 10^{-4}$ .

Приведенные результаты получены в предположении, что длина пакета ошибок никогда не превышает интервал декорреляции, равный  $N\tau_0$ . Это предположение справедливо, если наличие помех длительностью более 150 мкс маловероятно. Действительно, длительность импульсных помех как внутреннего (разряды в кинескопе телевизора, коронирование высоковольтных элементов схемы и т. п.), так и внешнего происхождения редко превышает указанную величину. В случае воздействия сосредоточенной помехи основное значение приобретают амплитудные соотношения, которые определяют как вероятность ошибки  $p_0$ , так и закономерность возникновения пакетов ошибок. Аналогичная ситуация имеет место и в случае приема отраженного сигнала наряду с основным. В обоих случаях характеристики пакетов ошибок, очевидно, не являются случайными величинами, и борьба с такими помехами может вестись с учетом закономерностей их возникновения.

Таким образом, применение декорреляции в сочетании с кодом, исправляющим две ошибки, дает возможность обеспечить высокую достоверность передачи дискретной информации. При этом объем памяти увеличивается вдвое ( $n=14$ ), а осуществление декорреляции при существующей матричной структуре ОЗУ не требует значительного

(более 5—10 %) усложнения приемной части СПДИ ТВ. Для сравнения отметим, что устройство, реализующее произведение кодов Хэмминга, требует увеличения объема памяти в 2,4 раза и значительно уступает рассмотренному по достоверности.

Следует отметить, что вероятность поражения посылки  $p_0=10^{-2}$  характерна для очень плохого канала. Поэтому если необходимость декорреляции не вызывает сомнений, то вопрос выбора требуемой исправляющей способности кода на основании полученных данных нельзя считать решенным. Действительно, в большинстве случаев в зоне уверенного приема  $p_0 < 10^{-2}$  и вполне достаточно кодировать информацию кодом, исправляющим одну ошибку. При этом объем ОЗУ будет превышать объем памяти, необходимый для хранения информации в коде ISO-7, не в два, а лишь в 1,6 раза. Но в настоящее время нет полного соответствия между емкостью и стоимостью ОЗУ, что не позволяет отождествлять указанный технический выигрыш с выигрышем экономическим.

#### ЛИТЕРАТУРА

Питерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки. М., «Мир», 1976.

УДК 621.397.3:621.327.55

## Быстрая коррекция ТВ трактов с отображением частотных характеристик

Я. М. Радикайнен

Существующие корректоры линейных искажений, работающие в ТВ трактах, как правило, не являются следящими и тем более следящими с отображением частотных характеристик. В этой работе рассмотрена функциональная схема следящего корректора АЧХ (ФЧХ) ТВ трактов с отображением частотных характеристик. Коррекция с отображением частотных характеристик позволяет удерживать параметры тракта в пределах заданных величин, сократить время, затрачиваемое на ремонт, поскольку диагностические измерения и вся подготовительная работа могут осуществляться во время передачи по тракту рабочей информации. Все это существенно повышает качество работы ТВ трактов.

В [1] описан измеритель частотных характеристик каналов передачи данных, исполнительный

блок и часть регулирующего блока которого аналогичны соответствующим блокам приведенной схемы. Поэтому в данной статье основное внимание уделено блокам запуска и индикации.

Рассматриваемый корректор может работать от прямоугольного пилот-сигнала длительностью 0,1 мкс, располагаемого на отдельной испытательной строке. В функциональную схему устройства (рис. 1, а) входят блоки: исполнительный ИБ, регулирующий РБ, изменения скорости коррекции БС, запуска БЗ и индикации БИ. ИБ образован параллельно соединенными ячейками коррекции АЧХ и ФЧХ. Эти ячейки включены между входным усилителем и сумматором  $\Sigma$ . С  $\Sigma$  сигнал через выходной усилитель и схему инерционной синхронизации ИС поступает на выход устройства. ИС применяется только при наличии в тракте

больших импульсных помех. Каждая ячейка состоит из последовательно соединенных полосового фильтра  $\Pi\Phi$ , фазового контура  $\varphi$  второго порядка с управляемым резистором и управляемого аттенюатора  $A$  [1]. Полосовой фильтр может состоять из двух или трех последовательно соединенных параллельных резонансных контуров (резонаторов).

Со второго выхода  $A$  каждой ячейки сигнал поступает на вход соответствующего канала блока регулирования  $KP$ . В  $KP$  ФЧХ  $RB$  указанный сигнал после детектора  $D$  и ключевой схемы  $KS$  поступает на фазовый дискриминатор  $\Phi D$ . Пропорционально искажению  $XGBZ$  в данной точке частотного диапазона тракта на выходе  $\Phi D$  получим импульс соответствующей длительности, появляющийся на первом или втором выходе в соответствии со знаком искажения. Чем шире импульс  $\Phi D$ , тем больше импульсов мультивибратора  $M$  запишет двоичный счетчик  $SC$ . Число этих импульсов определяется числом шагов коррекции.

В КР АЧХ РБ после элемента сравнения ЭС (на второй вход которого подается напряжение с источника опорного напряжения  $OH$ ) и опорного

усилителя  $OY$  сигнал поступает на зарядно-разрядную цепочку  $3P$  ( $3P'$ ). Эта цепочка выполнена так, что длительностью импульса разряда определяется длительность импульса  $3P$  ( $3P'$ ). На вход  $ЭС$  поступает импульс, пропорциональный иска-  
жению  $AЧХ$  в данной точке частотного диапазона тракта и имеющий соответствующую величину и знак. Длительность импульса на выходе  $3P$  ( $3P'$ ) пропорциональна величине амплитуды импульса на входе  $3P$  ( $3P'$ ) и, следовательно, количеству импульсов, записываемых в двоичном счетчике  $CЧ$  и поступающих с мультивибратора  $M$ . Двоич-  
ные счетчики  $CЧ$  и  $CЧ'$  обеспечивают инерцион-  
ность схемы, исключающей коррекцию под дей-  
ствием помех. Десятичные счетчики  $CЧ$  и  $CЧ'$  непосредственно управляют ячейкой  $AЧХ$  ( $ФЧХ$ ).

С помощью триггеров  $T$ ,  $T'$  и  $KC'$  осуществляется отключение данного  $KP$ , если на соответствующем участке диапазона канала связи отсутствует информационный сигнал (например, в конце диапазона). Это необходимо, чтобы в паузе не усиливать шумы. При появлении информационного сигнала  $KP$  автоматически включается в работу.

Мультивибратор  $M$  может быть дополнен бло-

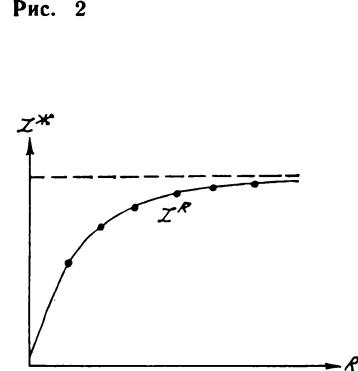
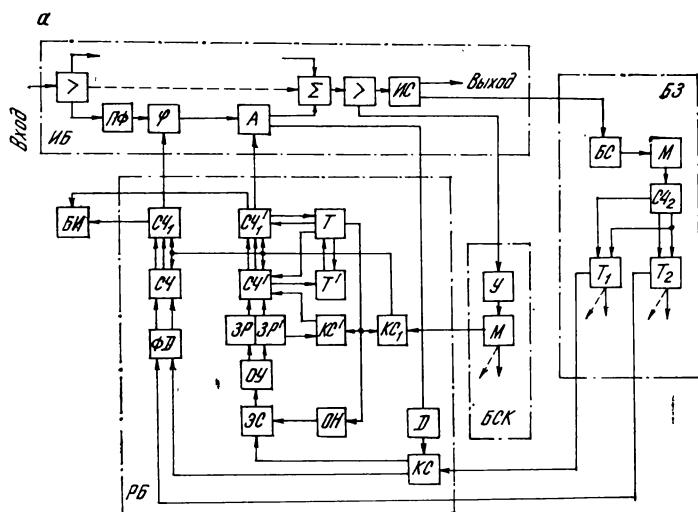
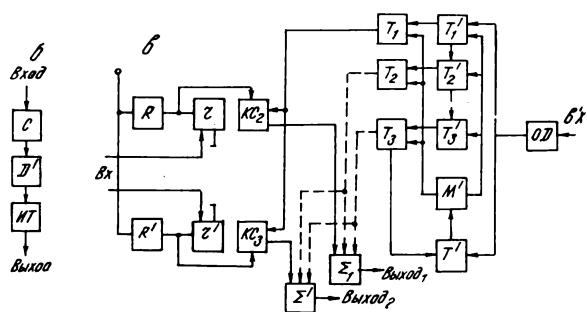


Рис. 1



ком автоматического управления скоростью коррекции  $U$ . В этом случае скорость коррекции зависит от величины шумов в тракте. При этом с выхода выходного усилителя корректора сигнал с участка начальной части испытательного сигнала поступает как управляющий через конденсатор  $C$ , снимающий постоянную составляющую сигнала, детектор  $D'$  и интегратор  $IT$  (рис. 1, б) на регулятор мультивибратора  $U$ . Этот сигнал управляет регулируемым сопротивлением мультивибратора  $M$ .

Привязка уровня испытательного сигнала может

осуществляться на выходах аттенюаторов одним общим регулятором, аналогичным регулятору АЧХ. Сигнал, осуществляющий привязку, формируется выходным усилителем из начальной части испытательной строки до участка, совпадающего по времени с ключевым импульсом.

В блоке запуска БЗ (рис. 1, а) 40-й импульс  $M$  с периодом повторения 0,5 мкс через счетчик  $C_2$  открывает триггер  $T_1$ , 50-й импульс открывает триггер  $T_2$ , а 52-й импульс закрывает его, 62-й импульс закрывает триггер  $T_1$ . При этом формируется триггером  $T_2$  эталонный импульс длительностью 1 мкс, который соответствует по времени середине вырабатываемого триггером  $T_1$  ключевого импульса длительностью 11 мкс. Пилот-сигнал длительностью 0,1 мкс по времени соответствует середине эталонного импульса при отсутствии искажений ФЧХ. Фронт ключевого импульса отстоит по времени от среза переднего строчного синхронимпульса испытательной строки на 20 мкс.

Счетчик  $C_1$  ( $C_1'$ ) управляет величиной резистора  $r(r')$  (рис. 1, б), который с постоянным резистором  $R(R')$  образует управляемый делитель. Следовательно, величина напряжения в точке соединения резистора  $R$  и  $r(R' + r')$  делителя соответствует величине искажения ХГВЗ (АЧХ) в данной точке диапазона частот. В определенный момент с помощью ключевого импульса от триггера  $T_1$  открывается  $KC_2$  ( $KC_3$ ) и информация ХГВЗ (АЧХ)

в виде соответствующего уровня напряжения через сумматор  $\Phi\chi$  (АЧХ)  $\Sigma$ , ( $\Sigma'$ ) поступает на внешний осциллограф.

Аналогично работают и остальные КР АЧХ (ХГВЗ), информация с которых также поступает на сумматор  $\Sigma$ , ( $\Sigma'$ ) поочередно с каждого КР. Триггеры  $T_1$ ,  $T_2$  и  $T_p$  ключевых импульсов переключаются последовательно импульсами регистра сдвига, образованного триггерами  $T_1'$ ,  $T_2'$  и  $T_p'$ , и вырабатывают последовательность ключевых импульсов. Тактовые импульсы на регистр сдвига поступают от мультивибратора  $M'$ , который после запуска вырабатывает последовательность импульсов, прерываемую сигналом триггера  $T'$ . На экране осциллографа один луч вычерчивает АЧХ, другой ХГВЗ измеряемого тракта.

График сходимости итераций, осуществляющих коррекцию, для полосового фильтра ячейки с тремя резонансными контурами [1] приведен на рис. 2. Отсюда видно, что даже при максимальных искажениях коррекция тракта осуществляется за несколько итераций.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

- Радикайн Я. М. Измерения частотных характеристик широкополосных каналов. — «Техника средств связи», сер. ТПС, 1979, № 4/37.
- Фаддеев Д. К., Фаддеева Ф. Н. Вычислительные методы линейной алгебры. М., Физматиздат, 1968.

УДК 621.397.13:778.4

## Качество сепарации и цветоанализ в однообъективной передающей стереоцветной ТВ камере с кодирующим модулем в оптическом узле

В. В. Дуклау

В работе [1] были сформулированы общие требования к вещательным системам стереоцветного телевидения (СЦТ). В настоящее время одним из наиболее важных требований, предъявляемых к СЦТ системе, является требование ее совместимости со стандартной системой ЦТВ. Требование совместимости обусловлено наличием у населения огромного парка цветных и черно-белых ТВ приемников и диктуется технико-экономическими условиями внедрения СЦТ системы в вещание. В общем виде требование совместимости было сформулировано в [2]. Также указывалось, что среди известных к настоящему времени проектов СЦТ систем наиболее полно этим требованиям удовлетворяет СЦТ система с формированием изображений стереопары (СП) при помощи однообъективной оптической системы с кодирующим модулем. Эта система предложена в [3].

Одновременное формирование двух изображений СП при помощи одного объектива без стереонасадки обеспечивается использованием в передающей стереотелевизионной камере оптической системы, в плоскости диафрагмы которой установлен кодирующий модуль. Кодирующий модуль состоит из двух фильтров, каждый из которых придает определенный спектральный состав пучкам лучей, прошедших через левую или правую половину апертуры оптической системы. Далее сигналы цветоделенных изображений СП кодируются стандартным кодирующим устройством системы СЕКАМ и могут быть воспроизведены на экране стандартного ЦТ приемника.

Совместимость системы СЦТ со стандартной ЦТ системой должна обеспечиваться в данном случае за счет передачи полного цветного изображения сфокусированного плана, лежащего в плоскости наводки объектива. Стёрео-

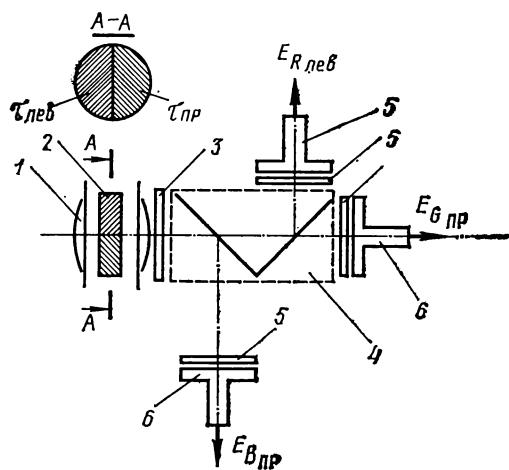


Рис. 1:

1 — объектив; 2 — кодирующий модуль; 3 — корректирующий фильтр; 4 — цветоделительная система; 5 — корректирующие фильтры; 6 — передающие трубы

эффект в системе создается за счет рассовмещения вертикальных границ цветоделенных изображений расфокусированных планов, лежащих ближе и дальше плоскости наводки длиннофокусного объектива. Рассмотрим подробнее возможность совмещения функций сепарации и цветоанализа в однообъективной ЦТ системе с формированием изображений СП передающей стереоцветной ТВ камеры с кодирующим модулем в оптическом узле и сепарацией световых пучков по признаку их принадлежности к заданной спектральной области.

Из сформулированных [1, 2] требований для всей системы ЦТ вытекает ряд частных требований к передающим ЦТ камерам, являющимся датчиками сигналов СП. Основные из этих требований заключаются в следующем. Требования к датчикам сигналов СП совместимой ЦТ системы сводятся к условию профессиональной совместимости получаемых сигналов с сигналами двумерного телевидения. Датчики сигналов СП должны обеспечивать полную сепарацию формируемой СП по каналам цветоделенных изображений, сигналы ЦТ камеры — колориметрическую точность цветопередачи. Колориметрическая точность цветопередачи является важной характеристикой. Заданная точность цветоанализа обеспечивается, как известно, спектральными характеристиками каналов цветоделенных изображений ЦТВ камеры, которые должны иметь вид удельных кривых смещения в принятой цветовой системе или являться их линейными функциями.

С позиций цветоанализа передающая стереоцветная ТВ камера не должна вносить дополнительных искажений цвета по сравнению со стандартной двумерной ЦТВ камерой. Установка в апертуре оптического узла стандартной ЦТВ камеры кодирующего модуля, придающего заданную область спектральной принадлежности пучкам лучей, проходящих через левую и правую половину апертуры объектива, в общем случае может привести к искажению характеристики спектрального пропускания оптической системы камеры. Оптическая схема формирования сигналов цветоделенных изображений  $E_{R\text{лев}}$ ;  $E_{G\text{пр}}$ ;  $E_{B\text{пр}}$  ЦТ камерой представлена на рис. 1.

Сигналы на выходах предварительных усилителей камеры имеют вид

$$E_n = a_n \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} S_n (\tau_{\text{лев}} + \tau_{\text{пр}}) p_\lambda d\lambda,$$

где  $n = R, G, B$  — индекс канала;  $a_n$  — коэффициенты пропорциональности;  $S_n$  — характеристики спектральной чувствительности  $R, G, B$  каналов;  $p_\lambda$  — спектральная плотность лучистой энергии;  $\tau_{\text{лев}}, \tau_{\text{пр}}$  — характеристики спектрального пропускания левой и правой половин кодирующего модуля;  $\lambda, \lambda_2$  — границы видимого диапазона.

Идеальная колориметрическая камера, в которой в качестве основных цветов выбраны цвета воспроизводящего устройства  $R_0, G_0, B_0$ , должна обладать характеристиками спектральной чувствительности, имеющими вид удельных кривых смещения  $r, g, b$ ,  $S_R = r$ ,  $S_G = g$ ,  $S_B = b$  [4]. Это равенство должно оставаться справедливым и в случае установки в оптический узел колориметрической ЦТ камеры кодирующего модуля, обладающего характеристикой спектрального пропускания  $\tau_{\text{лев}} + \tau_{\text{пр}}$ . Последнее возможно, если для каждой характеристики спектральной чувствительности каналов цветоделенных изображений выполняется равенство  $S_n [(\tau_{\text{лев}} + \tau_{\text{пр}}) k_n]^{-1} = b_n$ , где  $b_n$  соответствующие кривые  $r, g, b$ ,  $k_n$  — спектральная характеристика корректирующего фильтра, который в частном случае  $\tau_{\text{лев}} + \tau_{\text{пр}} = 1$  может отсутствовать. Кодирующий модуль, состоящий из двух цветных фильтров, установленных в плоскости апертурной диафрагмы оптической системы, не внесет дополнительных искажений.

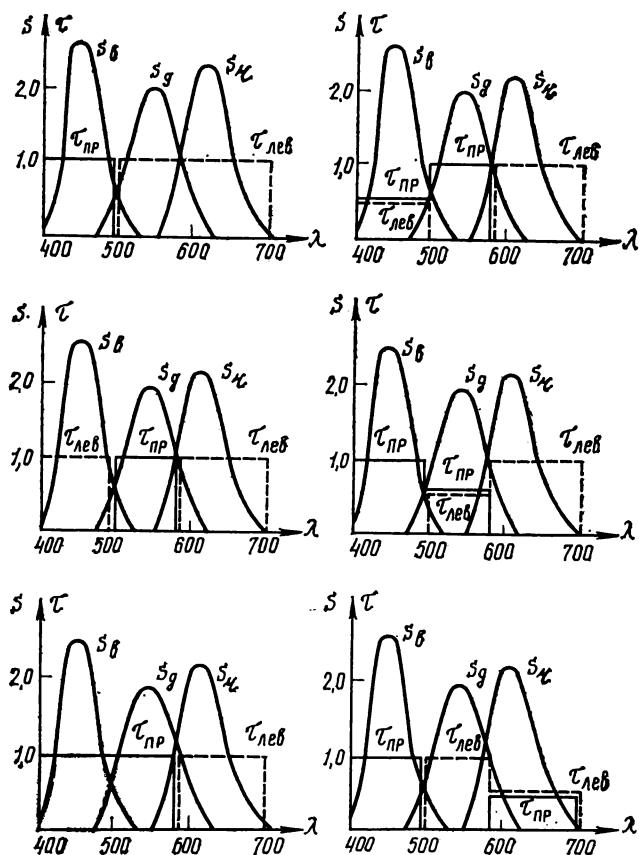


Рис. 2

ТАБЛИЦА 1

Способ кодирования		Коэффициенты сепарации					
левый канал	правый канал	$K_{лев}$	$K_{пр}$	$K_{лев}$	$K_{пр}$	$K_{лев}$	$K_{пр}$
$R$	$G, B$	0,00	1,00	0,10	0,90	0,90	0,10
$R, B$	$G$	0,96	0,04	0,14	0,86	0,90	0,10
$R, G$	$B$	0,04	0,96	0,96	0,04	1,00	0,00
$R, G$	$R, B$	0,04	0,96	0,91	0,09	0,55	0,45
$R, G$	$G, B$	0,02	0,98	0,53	0,47	0,95	0,05
$R, B$	$G, B$	0,48	0,52	0,12	0,88	0,90	0,10

ТАБЛИЦА 2

Тип фильтра		Коэффициенты сепарации					
левый канал	правый канал	$K_{лев}$	$K_{пр}$	$K_{лев}$	$K_{пр}$	$K_{лев}$	$K_{пр}$
ОС-14-2	С3С-18-3	0,00	1,00	0,21	0,79	0,93	0,07
Ж3С-18-1	СС-5-1	0,02	0,98	0,86	0,14	0,95	0,05
59-д-0,5	114-д-0,6	0,02	0,98	0,05	0,95	0,92	0,08

тельных цветовых искажений в сигналы, формируемые СЦТ камерой при условии, что

$$(\tau_{лев} + \tau_{пр}) k = 1$$

в диапазоне  $\lambda_1 - \lambda_2$ . Таким образом, сумма ординат пропускания соответствующих половин кодирующего модуля для каждого значения  $\lambda$  в диапазоне  $\lambda_1 - \lambda_2$  должна оставаться постоянной величиной.

Условию (1) удовлетворяет бесчисленное множество характеристик спектрального пропускания фильтров кодирующего модуля, обеспечивающих неискаженную цветопередачу. Из этого множества характеристик необходимо выбрать лишь те, которые наряду с неискаженной цветопередачей обеспечивали бы высококачественную сепарацию изображений стереопары, а также заданное отношение сигнал/шум. Это приводит к требованию уменьшения оптической плотности фильтров кодирующего модуля в полосе прозрачности.

При сепарации правого и левого световых пучков в апертуре оптической системы по признаку их принадлежности к определенной области спектра СЦТ камера должна обеспечить решение двух взаимно противоречивых задач: цветоанализа, необходимая точность которого требует взаимного перекрытия спектральных характеристик каналов цветоделенных изображений и сепарации. Выполнение условий полной сепарации изображения СП требует разноса характеристик спектрального пропускания фильтров кодирующего модуля.

Совмещение функций сепарации и цветоанализа в камере с разделением световых потоков по спектральному признаку приводит к необходимости поиска оптимального компромиссного решения, которое в зависимости от назначения системы может быть различным. Датчик с кодирующим модулем в оптическом узле и сепарацией изображений СП по спектральному признаку может обладать пониженным качеством цветоанализа из-за искажений спектральных характеристик ЦТ камеры реальными характеристиками спектрального пропускания фильтров кодирующего модуля и пониженным качеством сепарации изображений СП из-за взаимных перекрытий спектральных характеристик каналов цветоделенных изображений СЦТ камеры.

Критерием оценки качества цветоанализа в СЦТ камере может служить колориметрическая тождественность изображений сфокусированного плана, снятого в одних

и тех же условиях камерой с кодирующим модулем и стандартной ЦТ камерой. Оценку качества изображения можно производить при помощи фотозелектрического колориметра, определяя координаты цветности соответствующих идентичных точек изображения. Оценку можно вести и субъективно, определяя качество изображения числом цветовых порогов, отличающих тест-изображение от испытательного [5].

Исходя из требований совместимости и полагая, что в СЦТ системе характеристики кодирующего модуля выбраны в соответствии с условием (1) (сумма ординат спектральных характеристик фильтров кодирующего модуля равна 1), оценим качество сепарации пучков в оптической системе СЦТ камеры. В качестве критерия оценки качества сепарации изображений СП в передающем устройстве можно предложить коэффициент сепарации, определяемый как интегральное отношение световых потоков правого и левого изображений СП в плоскости фотокатода передающей трубки данного канала:  $K_{пр,лев} = P_{пр,лев} (P_{лев} + P_{пр})^{-1}$ , где  $K_{пр}$ ,  $K_{лев}$  — коэффициенты сепарации;  $P_{пр}$ ,  $P_{лев}$  — потоки луцистой энергии правого и левого изображений СП соответственно.

Луцистый поток в плоскости фотокатода передающей трубки канала цветоделенного изображения СЦТ камеры описывается выражением:

$$P_{пр,лев} = \int_{\lambda}^{\infty} p_{\lambda} \tau_{пр,лев} S_n d\lambda,$$

где  $S_n$  — характеристика спектральной чувствительности канала цветоделенного изображения стандартной ЦТ камеры.

В камерном канале ЦТ, где реализованы только положительные ветви расчетных спектральных характеристик цветоделенных каналов, колориметрическая верность цветопередачи выполняется только для эталонного цвета, в качестве которого выбран равносигнальный белый. Для этого равносигнального белого выражения для коэффициентов сепарации в плоскости фотокатода передающее трубки каждого канала примут вид

$$K_{пр,лев} = \frac{\int_{\lambda_{n\min}}^{\lambda_{n\max}} p_{\lambda} S_n \tau_{пр,лев} d\lambda}{\int_{\lambda_{n\min}}^{\lambda_{n\max}} p_{\lambda} S_n (\tau_{лев} + \tau_{пр}) d\lambda},$$

где  $n$  — номер канала  $R, G, B$ , в котором определяется коэффициент сепарации;  $\lambda_{n\min}$  —  $\lambda_{n\max}$  — границы характеристики спектральной чувствительности;  $p_{\lambda}$  — спектральное распределение энергии в излучении источника белого заданного типа.

Как видно из приведенных выше выражений, для одновременной передачи двух сигналов СП и синтеза полного цветного совместного изображения сфокусированно плана необходимо присвоить одному из каналов цветоделенных изображений значение левого, а другому (и двум другим) значение правого стереоканала. Возможны варианты кодирования сигналов СП по каналам ЦТ  $R, G, B$  камере приведены в табл. 1. Следует заметить, что значения  $K_{лев}$  и  $K_{пр}$  зависят как от распределения энергии падающего на фотокатод излучения по спектру, так и от формы склонов и границ полосы прозрачности спектральных характеристик фильтров модуля. Они могут изменяться при одном и том же способе кодирования. Из общих соображений ясно, что наиболее близким к оптимальному ( $K_{n\max} = K_{n\min} = 1$ ) является способ кодирования, при котором площади взаимного перекрытия

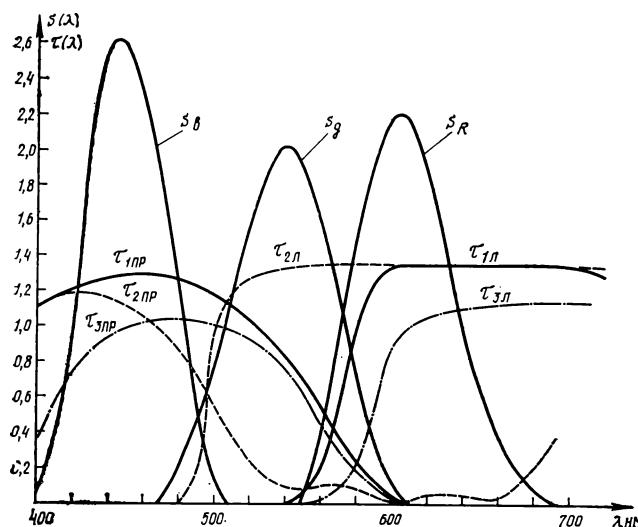


Рис. 3

спектральных характеристик левого и правого каналов СЦТ камеры минимальны. Однако последующие звенья СЦТ системы (в частности, приемник) могут внести существенные корректиры в выбор способа кодирования изображений стереопары по каналам цветоделенных изображений.

Результаты расчетов коэффициентов  $K_{ллев}$  и  $K_{лпр}$  для некоторых спектральных характеристик кодирующего модуля, удовлетворяющих условию (1), сведены в табл. 1. Эти расчеты выполнены для модуля, спектральные характеристики которого имеют вид оптимальных фильтров [4]. Спектральные характеристики оптимальных фильтров кодирующего модуля,  $\tau_{лев}$  и  $\tau_{пр}$  для различных случаев кодирования, а также характеристики  $R$ ,  $G$ ,  $B$  каналов камер, приведены на рис. 2. Как видно из табл. 1, наиболее полную сепарацию обеспечивают третий и первый способы кодирования.

Реальные характеристики спектрального пропускания фильтров кодирующего модуля, которые могут быть практически реализованы, далеки от оптимальных фильтров. Для реального кодирующего модуля возможно применение интерференционных или абсорбционных фильтров. Каждый из этих типов фильтров обладает своими достоинствами и недостатками: для абсорбционных фильтров характерны большие потери света, малая равномерность в полосе прозрачности, низкая крутизна склонов и малая устойчивость к внешним воздействиям, которые могут изменять цвет основных красителей и, следовательно, характеристики спектрального пропускания. Интерференционные светофильтры превосходят абсорбционные по всем перечисленным выше параметрам, но требуют обеспечения условий для нормального падения световых лучков на поверхность фильтра. Изменение угла падения

светового пучка на интерференционный фильтр от 0 до  $45^\circ$  вызывает изменение характеристики спектрального пропускания фильтра, снижает величину максимума пропускания, сдвигает склон в коротковолновую область на 30—50 нм [4]. Некоторые из возможных спектральных характеристик абсорбционных фильтров из каталога Технологического института им. Ленсовета приведены в табл. 2. Там же приведены коэффициенты сепарации для данных фильтров при выбранном способе кодирования. Необходимо отметить, что приведенные в табл. 2 спектральные характеристики фильтров кодирующего модуля удовлетворяют условию (1) лишь приблизительно. Более высокая точность требует создания новых типов красителей и представляет собой довольно сложную технологическую задачу.

Экспериментальное подтверждение сформулированных выше теоретических положений о возможности совмещения функций сепарации и цветовоспроизведения в оптическом узле однообъективной передающей камеры с кодирующим модулем было получено при использовании в качестве датчика СЦТ изображения стандартной ЦТ камеры КТ-116М с объективом «Радуга», в апертуре которого был установлен кодирующий модуль, содержащий цветные фильтры, спектральные характеристики которых приведены на рис. 3.

Экспериментальные образцы фильтров не полностью соответствовали условию (1), что привело к некоторым искажениям цветопередачи в области зелено-желтых цветов. Однако всеми наблюдателями отмечалось приемлемое с точки зрения цветовоспроизведения качество совместного цветного ТВ изображения. При наблюдении этого же изображения через цветные очки, спектральные характеристики которых были согласованы с характеристиками кодирующего модуля и люминофорами ЦТ кинескопа, всеми наблюдателями отмечалось наличие стереоэффекта и отсутствие «эффекта двоения». Наблюдение объемного изображения на экране стандартного ЦТ приемника сопровождалось эффектом «борьбы полей» и ухудшением качества цветовосприятия полноцветного изображения сфокусированного плана. Однако единство законов бинокулярного и монокулярного смещения цветов, а также неиспользованные возможности более строгого согласования спектральных характеристик сепарирующих очков с характеристиками зрительного анализатора позволяют надеяться на возможность улучшения качества цветовосприятия объемного изображения, воспроизводимого на экране стандартного ЦТ приемника.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шмаков П. В., Колин К. Т., Джакония В. Е. Стереотелевидение. М., «Связь», 1967.
2. Полянский Ю. Г. Получение цветных объемных изображений. — «Техника кино и телевидения», 1976, № 2, с. 43—45.
3. Патент США. № 3.712.199, кл. G-03/B 35/08, от 23.01.1973.
4. Новаковский С. В. Цветное телевидение. М., «Связь», 1975.
5. Ткаченко А. П., Кирилов В. И. Техника телевизионных измерений. Минск, «Высшая школа», 1976.

# Передвижная ТВ видеозаписывающая станция ПТВС-ЗЦТ

Т. М. Зембицкая, Т. В. Кулинич, В. И. Нелипа, Ю. З. Шляхов

В 1975 г. Кировоградским заводом радиоизделий была разработана цветная передвижная ТВ видеозаписывающая станция ПТВС-2ЦТ, выполненная на базе аппаратуры второго поколения, которая выпускалась серийно и успешно эксплуатировалась телекомпаниями страны. В последние годы начато широкое внедрение элементной базы третьего поколения, отличающейся высокой надежностью, компактностью, лучшими характеристиками, что позволило разработать новую передвижную ТВ видеозаписывающую станцию ПТВС-ЗЦТ. В настоящее время эта станция серийно выпускается заводом и успешно использована во время Олимпиады-80. В новой станции учтены недостатки технического и эксплуатационного характера предыдущих станций.

Трехкамерная станция ПТВС-ЗЦТ формирует полный сигнал цветного телевидения по ГОСТ 19432—74, сигнал звукового сопровождения по ГОСТ 11525—65 обеспечивает запись и воспроизведение их на видеомагнитофоне «Кадр-3П». Станция ПТВС-ЗЦТ оснащена ТВ аппаратурой третьего поколения, для которой характерны широкое применение интегральных схем, автоматизация подстройки параметров, процессов измерения и контроля. На уровне блоков станция унифицирована с аппаратурой «Перспектива».

Три ТВ камеры КТ-132-2, выполненные на трех 30-мм плюмбиках, работают в комплексе с камерными каналами БКК-1014 и блоками питания БП-459б. Камеры комплектуются вариообъективами с 20-кратным изменением фокусного расстояния. Настройка камер по совмещению изображений, баланс видеосигналов по уровню «черного» и усиление производится дистанционно с панели управления камерного канала. Эта операция выполняется вручную

или автоматически по заранее установленной программе за время, не превышающее 3—5 мин.

Формирование полного цветного ТВ сигнала по системе «СЕКАМ-ПБ» осуществляется кодирующими устройствами ПБ-29. Синхронная и синфазная работа аппаратуры станции обеспечивается двумя синхрогенераторами ГС-124 (один из них работает в режиме «горячего резерва»). Синхрогенераторы могут работать в автономном режиме с использованием источника с частотой  $15625 \pm 1,5$  Гц или с двойной строчной частотой. Синхронизация в ведомом режиме осуществляется полным видеосигналом цветного и черно-белого ТВ или сигналом синхронизации приемников (ССП), а также специальным сигналом синхронизации в системах централизованной синхронизации телевидения. Переход от автономного режима синхронизации в ведомый и обратно осуществляется переключателем, установленным на лицевой панели синхрогенератора. Станция может перейти на автономный режим автоматически при падении внешнего сигнала синхронизации.

Аппаратура станции обеспечивает возможность ввода в программу шести внешних источников (трех синхронных и трех несинхронных) и сигнала от репортажной ТВ камеры.

В станции имеются пульты видео- и звукорежиссера, видеомонтажера и оператора. Аппаратура пульта видеорежиссера позволяет осуществлять предварительный просмотр источников, подготовку комбинированных изображений с введением спецэффектов, титров, рирпроекции. Пульт видеомонтажера обеспечивает контроль параметров видеосигнала в различных точках видеотракта по осциллографу и визуально на ВКУ. Пульт оператора предназначен для дистанционного управления режимом работы камерных каналов.

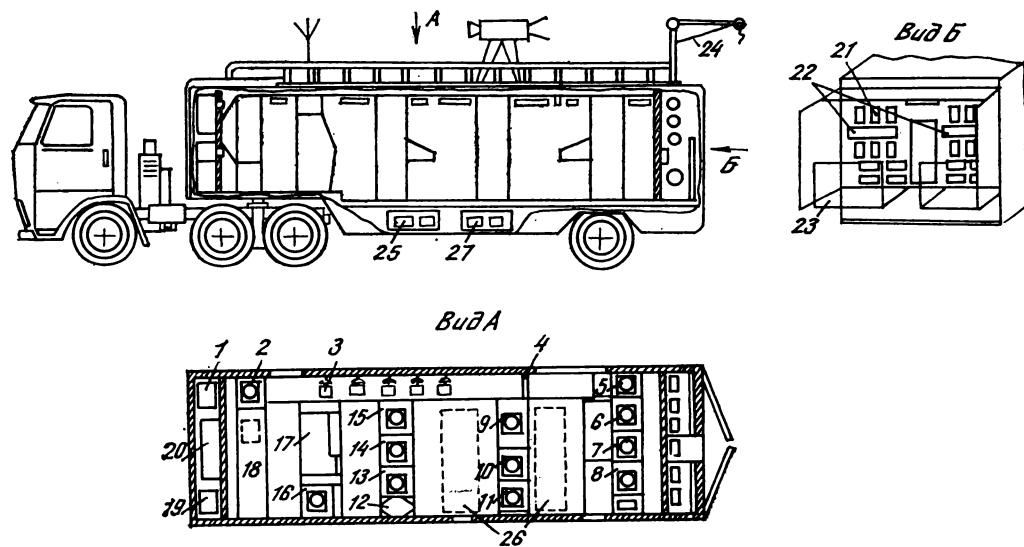


Рис. 1. Схема размещения оборудования станции:

1 — силовой кабель; 2 — стойка контроля и коммутации; 3 — стул; 4 — дверь; 5 — устройство ТВ буквопечати; 6 — стойка видеорежиссера; 7 — стойка видеорежиссера; 8 — стойка звукорежиссера; 9 — стойка приборная; 10 — стойка синхрокомплекса; 11 — шкаф комбинированных передач; 12 — шкаф ЗИП; 13 — стойка контроля; 14 — стойка управления; 15 — шкаф камерных каналов; 16 — стойка связи; 17 — видеомагнитофон «Кадр-3П»; 18 — отсек питания; 19 — стабилизатор; 20 — кондиционеры КТ-4; 21 — кабельные барабаны; 22 — щиты подключения; 23 — откидная платформа; 24 — лебедка; 25 — аккумуляторы; 26 — укладка камер при транспортировке; 27 — укладка штативов

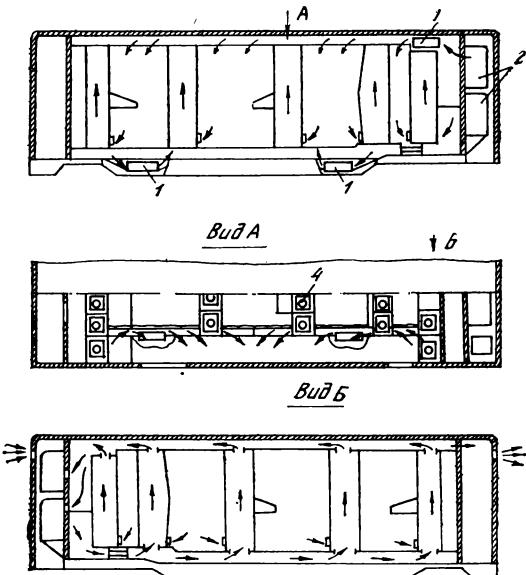


Рис. 2. Схема системы терморегулирования:  
1 — электронагреватели; 2 — кондиционеры КТ-4; 3 — вентиляторы ВОМ-175

Для визуального контроля ТВ изображения используются черно-белые видеоконтрольные устройства ВК23В60 и цветные видеоконтрольные устройства МС-6. Измерение параметров видеосигналов осуществляется двумя осциллографами С1-81.

Секамоскоп ПБ-100 используется для настройки и измерения параметров кодирующих устройств, при этом необходимые испытательные сигналы формируются генератором Г6-30. В станции предусмотрена коррекция затухания магистрального кабеля.

Аппаратура звукового сопровождения станции обеспечивает одновременную коммутацию, усиление и регулирование сигналов от семи источников (микрофонов), двух звуковых магнитофонов и трех внешних источников. В состав звукового оборудования ПТВС-ЗЦТ входят пульт звукорежиссера, микрофоны, два магнитофона, аппаратура контроля звукового сопровождения, аппаратура служебной связи, выносные переговорные устройства для помощников режиссеров, аппаратура для озвучивания съемочной площадки.

Система электропитания станции обеспечивает оборудование необходимыми напряжениями при подключении к трехфазной сети переменного тока напряжением  $3 \times 220$  В или  $3 \times 380$  В. Для питания стабилизированным напряжением основного оборудования применяется трех-

фазный стабилизатор напряжения СТС10Ц-02. Общая мощность, потребляемая оборудованием станции, составляет 21 кВт. Для контроля напряжений, коммутации, сигнализации, защиты от коротких замыканий и перегрузок предназначена стойка контроля и коммутации СКК-3. С целью обеспечения безопасности производства работ система питания станции предусматривает надежное заземление и непрерывный контроль за состоянием изоляции.

Станция ПТВС-ЗЦТ размещена в автопоезде, состоящем из специально спроектированного полуприцепа и тягача КАМАЗ-5420. Автопоезд с установленным в нем оборудованием в сцепке с тягачом предназначен для эксплуатации на автомобильных дорогах и рассчитан на работу при температуре окружающей среды от  $+30$  до  $-40$  °С.

На рис. 1 представлена компоновочная схема станции. Аппаратура размещается в специальных стойках, аналогичных стойкам, используемым в стационарных условиях. Применена четырехрядная схема размещения стоек, по которым аппаратура распределена по функциональному признаку. Принятая схема размещения позволила рационально использовать полезный объем салона. При этом удалось создать достаточно хорошие условия работы в процессе эксплуатации, практически свободный доступ к любому блоку и элементу аппаратуры во время проведения ремонтно-профилактических работ. Удалось также использовать единую систему терморегулирования.

Наиболее чувствительные к вибрации компоненты оборудования станции, например видеомагнитофон «Кадр-ЗП», размещены в передней части салона. При разработке компоновочной схемы учтен вес оборудования. Положение центра тяжести обеспечивает безопасное движение по дорогам с булыжным покрытием со скоростью 70—90 км/ч. Электрические и воздушные коммуникации станции размещены под полом салона. На крыше полуприцепа оборудована специальная площадка, где может быть установлена ТВ камера. Для подъема камеры на крышу предусмотрена лебедка.

Режиссерский отсек отделен перегородкой от остальной части салона. Здесь размещены стойки видео- и звукорежиссеров, в которых расположены пульты, ВКУ и другая необходимая для работы режиссеров аппаратура. Продолжительная и надежная эксплуатация станции невозможна без эффективной системы терморегулирования, которая должна обеспечить не только комфортные условия работы персонала, но и номинальные температурные режимы работы аппаратуры. Кузов станции термоизолирован, пылевлагонепроницаем. Мощность системы кондиционирования станции 10 кВт. В составе системы (рис. 2) два кондиционера КТ-4, обогреватели и вентиляторы. Система поддерживает внутренний микроклимат с температурой воздуха  $18$ — $22$  °С при наружной температуре, изменяющейся в пределах  $+30$ — $-40$  °С. Воздух в станцию подается через устройства глушения шума. Скорость воздуха при входе в салон 0,05—0,1 м/с. Уровень акустических шумов при работе станции с включенной системой терморегулирования не превышает 58—63 дБ.

# Телевещание Олимпиады-80, коротко об итогах

Л. Е. Чирков

Итоги работы, теперь можно утверждать успешные, Олимпийского телерадиокомплекса еще долго будут изучаться специалистами. Полная и развернутая оценка работы вещательных организаций во время XXII Олимпийских игр, которая, несомненно, оставит заметный след в истории не только отечественного, но и мирового телевидения, будет обсуждаться на страницах нашего журнала. В этих заметках хотелось бы поделиться первыми, далеко не полными впечатлениями.

Прежде всего хотелось бы напомнить ряд цифр.

Олимпийские спортивные арены Мюнхена были способны одновременно принять около 210 тыс. человек, Монреяля — 211 тыс. Общая вместимость московских Олимпийских стадионов составила 346 тыс. человек. За 16 дней XXI Олимпийских игр в Монреале соревнования посетило 3,5 млн. зрителей. Непосредственными свидетелями спортивных соревнований Олимпиады-80 стали почти 5 млн. зрителей, еще 2,5 млн. зрителей посетило культурную программу — наиболее обширную и массовую за всю историю проведения Олимпиад.

Приведенные цифры впечатляют, однако и они тускнеют в сравнении с аудиторией телезрителей. Только в Советском Союзе передачи Олимпийской Москвы ежедневно смотрели 180 млн. человек. Общая ежедневная ТВ зрительская аудитория Олимпиады-80 превысила 1,5 млрд. человек. По подсчетам специалистов XXII Олимпиада за 16 дней собрала к голубым экранам почти 25 млрд. человек. Впервые в истории трансляции Игр Олимпиада шагнула в космос.

На ежедневных пресс-конференциях в Главном пресс-центре Олимпиады-80 журналисты поинтересовались: следят ли космонавты Л. Попов, В. Рюмин, В. Горбатко и Фам Туан за ходом спортивных событий. На пресс-конференции 27 июля журналистам был дан оригинальный ответ на заданные вопросы. Советское телевидение организовало интервью, видеозапись которого, содержащего ответы космонавтов, была показана журналистам. Космонавты ответили, что, несмотря на недостаток времени, за соревнованиями они следят регулярно, в частности за ежедневными выпусками дневника. В качестве примера хочу отметить, что 29 июля на борт орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз-36» — «Союз-37» была передана программа спортивных соревнований по 16 видам спорта.

В подготовке передач из Москвы приняло участие 57 иногородних компаний. Следует отметить широкое представительство ТВ организаций развивающихся стран — 24 компании. Впервые Олимпийские игры видели телезрители Вьетнама и Афганистана.

Обширные и разнообразные олимпийские программы готовили: ОИРТ, обеспечившая создание мультилateralных программ Интервидения, и EBU, формировавший мультилateralные программы Евровидения. В рамках этих организаций также создавались унилateralные программы. Кроме того, отдельные страны арендовали аппаратно-программные блоки для национальных программ. Телевизионная организация латиноамериканских стран (OTI Television) обеспечила трансляцию программ Олимпиады на страны своего региона. Национальные программы создавали страны Арабского и Африканского союзов и ряд других стран.

По данным Главного пресс-центра в Москве было аккредитовано свыше 5,5 тыс. журналистов. Из них более 3 тыс. представляло электронную прессу. В ее составе те, кто обеспечивал подготовку телевизионных и радиопередач с олимпийских объектов. Это комментаторы, режиссеры, операторы, технический и вспомогательный персонал. Кроме них в аппаратных и блоках ОТРК трудился большой многонациональный коллектив инженеров, техников, обеспечиваив-

ших работу сложнейшего комплекса современной вещательной аппаратуры.

По общему мнению специалистов, участвовавших в подготовке и проведении передач из Москвы, а также откликам из стран, принимавших олимпийские программы, трансляция Игр прошла на высочайшем уровне. Показательно, что впервые за всю историю трансляций Олимпиад не было подано ни одной рекламации. Качество сигнала и передач неизменно оценивалось самыми высокими баллами.

Из Олимпийской Москвы на зарубежные страны было передано в общей сложности 6 000 ч ТВ программ и 10 000 ч радиовещания. При этом общее время, в течение которого по качеству ТВ сигнала могли быть сделаны отдельные замечания, не превысило 12 мин. Для Советского Союза подготовлено 710 ч ТВ передач и 940 ч радиовещания. Время, в течение которого отмечалось ухудшение параметров ТВ сигнала, составило лишь 7 мин 50 с. По этим данным можно судить не только о рекордно высоком объеме передач с Олимпиады-80, которая освещалась как никогда широко и полно, но и о надежной и стабильной работе вещательной аппаратуры.

Специалистам, знакомым со средней статистикой отказов, данные по стабильности параметров вещательного сигнала такого крупного комплекса, как ОТРК, могут показаться удивительными. Этот результат получен как за счет надежной и стабильной работы отдельных аппаратов, так и главным образом за счет организационных мероприятий, тщательно продуманной системы ремонтно-профилактических работ, четко работавших служб контроля и подготовки аппаратуры.

Важную роль в успешном проведении передач играли и каналы связи. Надежно функционировала связь Олимпийского телерадиоцентра со спортивными объектами, тающие надежно работали каналы связи, по которым передавались подготовленные программы. Ежедневно работало 19—20 международных ТВ каналов с 81—82 комментаторскими линиями и 45—52 канала радиовещания.

Без каких-либо замечаний связь осуществлялась в 98,15 % от общего времени. Отдельные замечания относились только к 1,85 % времени передач.

В общей сложности сделано 14 замечаний, из них на территории СССР — 4 случая общевойской длительностью 4 мин за все время трансляции. На зарубежные линии приходится 10 случаев [34 мин].

По оценкам советских специалистов и специалистов стран, принимавших программы, связь отличалась необычно высокой устойчивостью, причем заметных потерь качества сигнала в пунктах приема практически не отмечено. Этот результат тем более важен, что у специалистов некоторую озабоченность до Олимпиады вызывала проблема транскодирования сигналов. Предварительные данные показывают, что эта проблема была успешно решена.

В основном успешное решение проблемы транскодирования связано с оригинальной, не имеющей аналогов за рубежом системой синхронизации, обеспечившей уровень погрешности фазовой модуляции на выходе центральной аппаратной не хуже 30 нс, в то время как для успешного транскодирования достаточно 50 нс. Система единой централизованной синхронизации охватывала все источники сигналов на всех олимпийских объектах, при этом точность фазирования всех источников на входах АЦ и АПБ сохранялась в пределах  $\pm 20$  нс. Для сравнения отметим, что система синхронизации SwissTiming [Швейцария] допускала точность фазировки  $\pm 100$  нс.

Все источники сигналов ОТРК, как в Москве, так и в других городах, охваченные единой централизованной системой синхронизации, вместе с соединительными линиями

образовали единую большую ТВ систему. Такая система была создана впервые в мире. Центральное звено этой системы — центральная аппаратная — предоставляла в распоряжение инокомпаний до 150 источников, любой из которых мог быть набран в АПБ или АВЗМ и использован в процессе подготовки программ.

Большое число ТВ камер на объектах и каналов, связывающих через АЦ спортивные объекты с АПБ, позволили использовать при формировании программ самые различные технологические приемы, дать максимально широкий охват спортивных событий, готовить динамичные и интересные по творческим решениям передачи типа: «перекличка», хроника и «самерк». Передачи из Москвы не только отличались объемом (большинство инокомпаний в среднем готовило десятичасовые, и более, программы), но и позволили максимально учесть интересы и вкусы своих зрителей.

Большая работа была проделана комплексом кинопроизводства ОТРЦ. В комплексе работало: три быстродействующие проявочные машины, 45 монтажных столов. Работал блок перезаписи. В общей сложности было отснято 48 тыс. м киноматериалов. Для стран, не получавших олимпийские ТВ программы, оттрансформировано 1339 частей.

Во время трансляции Игр в Олимпийском телерадиоцентре работало 16 аппаратно-программных блоков и 3 аппаратно-программных комплекса, в которых практически круглосуточно готовилось 19—20 ежедневных международных программ. Странами, не арендовавшими АПБ, было использовано 68 кабин комментариев с экрана кинескопа.

В качестве первичных материалов для формирования программ на спортсооружениях ежедневно готовилось до 58 ТВ программ.

Функционирование Олимпийского телерадиокомплекса как единой ТВ системы позволило провести 4 уникальные по техническому и режиссерскому исполнению передачи с трасс соревнований по велоспорту, бегу и ходьбе. Благодаря возможности плавного и быстрого микширования режиссеры могли, чередуя планы, переходя от стационарно расположенных вдоль трасс ТВ камер к подвижным источ-

никам, работавшим в автомобилях, вертолетах, катерах, показать всю динамику соревнований, наиболее драматичные эпизоды борьбы и даже дать психологические портреты отдельных спортсменов в различные моменты борьбы. Многочисленные отзывы об этих передачах говорят, что впервые виды соревнований, считавшиеся не зрелищными, удалось превратить в увлекательные спортивные шоу.

На спортивных объектах работало 286 ТВ камер, среди которых 14 репортажных. На спортивных комплексах функционировало 6 студий для интервью. Трансляцию Игр обеспечивало 75 передвижных ТВ станций. Хотелось бы подчеркнуть, что 38 станций прибыло в Москву из других городов. Например, соревнования по конному спорту освещала ПТС тбилисского телекентра, передачи из Главного пресс-центра — ПТС Тулы, станции из Ростова и Свердловска работали на спорткомплексе ЦСКА.

Для работы представителей прессы было подготовлено на спортивных объектах 2486 мест, в том числе для электронной прессы 1286, пишущей — 1200. С помощью мониторов, установленных на рабочих столах, журналисты могли выбрать любую из подготовляемых информационных программ и следить за ходом соревнований на любом спортивном объекте. Журналисты очень высоко оценили службу информации Олимпиады-80, в том числе качество и, главное, полноту ТВ информационных программ.

В заключение хотелось бы еще раз подчеркнуть, что главной отличительной чертой ТВ передач из Москвы явился не объем программ, сам по себе рекордный, не количество и разнообразие использованных технических средств, далеко превосходящее предыдущие Олимпиады, и даже не уникальная, близкая к абсолютно возможной стабильность работы. В Москве удалось создать крупнейший ТВ комплекс, функционировавший как единая большая система. Именно это обстоятельство обеспечило гибкость работы комплекса, дало возможность различным ТВ организациям дать единый по замыслу и максимально широкий по охвату событий портрет Московской Олимпиады, максимально учесть интересы зрителей.

## Установка для выполнения цветных вступительных надписей на игровых фонах УЦН-35

Как известно, единой технологии изготовления вступительных заглавных надписей для кинофильмов не существует и, по-видимому, существовать не может. Выполнение сложных по композиции и художественному замыслу «шапок» во многом оригинально, сопровождается технологическими трудностями и требует многократных экспозиций. Однако подавляющее большинство современных кинофильмов, особенно предназначенных для показа по телевидению, имеет относительно просто оформленные «шапки» в виде надписей, чаще всего цветных, на игровых фонах.

Технология изготовления таких цветных надписей предусматривает наличие их маски и контрмаски, отснятых с крупноформатных заготовок. Сами заготовки выполняются на многих киностудиях страны методом фотонабора. На киностудии «Ленфильм» маску и контрмаску изготавливают на крупноформатной пленке размером 240×300 мм. Съемку «шапки» выполняют в две экспозиции, например на установке оптической печати 1-УВЭ. В этом случае фоновое изображение копируется в первую очередь с промежуточного позитива через крупноформатную маску. Засветка надписей производится во вторую экспозицию через контрмаску такого же размера под светофильтром требуемого цвета.

При такой однопоточной последовательной технологии съемки приходится предъявлять очень высокие требования к точности изготовления и установки масок и контрмасок, а сама съемка требует много времени для выполнения кадра и неоднократных пересъемок.

Применяя двухпоточную оптическую систему, можно, например при помощи призмы-куба, совместить изображение маски и контрмаски и осуществить съемку цветных надписей на игровом фоне в одну экспозицию. Вариант этого метода съемки был реализован на киностудии «Ленфильм» в 1973 г. по рационализаторскому предложению оператора комбинированных съемок В. Кабанова. Многолетняя эксплуатация макета подтвердила целесообразность использования двухпоточной оптической схемы. Однако в макете оптической схемой предусматривалась съемка фонового изобра-

жения, полученного на просветном экране, с матированной поверхностью которого совмещалась крупноформатная маска надписей.

Такая схема обладает рядом существенных недостатков. Зернистость матовой поверхности накладывается на изображение фона и заметно ухудшает качество контратипа. Большие потери света приводят к необходимости использовать негативную высокочувствительную, а следовательно — крупнозернистую кинопленку типа ДС, не предназначенную для контратипирования.

В целях улучшения качества цветных вступительных надписей на игровых фонах, упрощения технологии и ускорения процесса съемки на киностудии «Ленфильм» В. Волокушиным, В. Волачанским, О. Друцким и В. Рябовым предложен и разработана двухпоточная оптическая схема и конструкция установки УЦН-35. Все работы по изготовлению нестандартных узлов и деталей и сборка установки выполнены механическим цехом киностудии (ведущий механик В. Сироткин). В электромонтаже и юстировке установки УЦН-35 принимали участие В. Михайлов и А. Скоморохов.

### Техническая характеристика

Установка УЦН-35 предназначена для покадровой съемки цветных надписей в одну экспозицию на кинофонах на стандартную 35-мм кинопленку в обычных и широкоэкраных фильмах методом оптической печати.

Установка рассчитана для работы с малочувствительной мелкозернистой кинопленкой типа КП-М. Ее можно использовать и для выполнения следующего ряда комбинированных кадров методом оптической и контактной печати: оптической печати фона в масштабе 1 : 1; увеличения и уменьшения изображения; контактной печати; покадровой печати; наезда и отъезда; ускорения и замедления темпа движения; изменения направления движения; обратного движения; напльзов; шторок; затемнения; печати с неподвижного кадра; печати с простыми и сложными каше; многократных экспозиций; наклона и качания изображения фона относительно неподвижных надписей.

Оптическая печать выполняется с проектора на пленку киносъемочного аппарата, контактная — на киносъемочном аппарате с бипачной кассетой.

В установке используется киносъемочный аппарат ПСК-29 и покадровый проектор ППУ-3, которые при необходимости могут быть заменены соответственно на 70КСК и ППУ-70, что обеспечивает работу на 70-мм кинопленке. Возможна работа установки и в комбинированном варианте. Блочно-модульный принцип конструкции легко позволяет осуществлять необходимые замены.

Режим работы установки — покадровый, с частотой съемки  $1 \text{ с}^{-1}$ . Визуальный контроль построения комбинированного кадра выполняется через лупу киносъемочного аппарата.

Установка оснащена комплектом ТВ аппаратуры ППУ-28 для осуществления контроля композиции надписей, читаемости их на фоне в черно-белом варианте, и контроля сведения маски и контрмаски. Она может иметь второй проектор (вместо

осветительного устройства) для проведения комбинированных съемок.

Маска и контрмаска надписей крупноформатные, на пленке  $240 \times 300 \text{ мм}$  со специальными перфорациями для фиксирования.

Электрооборудование установки рассчитано на питание от сети трехфазного тока (220 В, 50 Гц).

Электропитание источников света осуществляется от сети стабилизированного напряжения 110 В. В качестве источника света для печати применена лампа накаливания К40-750, для засветки надписей через цветной светофильтр — лампа накаливания К30-400. Печатная лампа работает в режиме недокала при напряжении 30—34 В, что обеспечивает требуемую цветовую температуру для пленки КП-М и удлиняет срок службы лампы до 1300 ч. Суммарная потребляемая мощность 1,4 кВт (вместе с ТВ аппаратурой). Габариты установки: длина 3500 мм; ширина 900 мм; высота 1800 мм. Масса 600 кг.

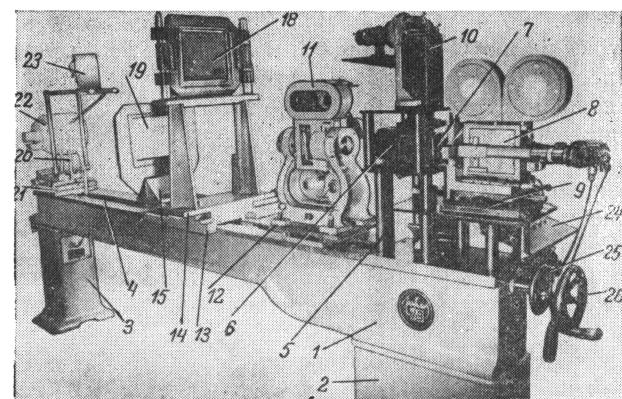
Установка работает в помещении с рассеянным светом. Ее может обслуживать один оператор.

### Конструкция установки

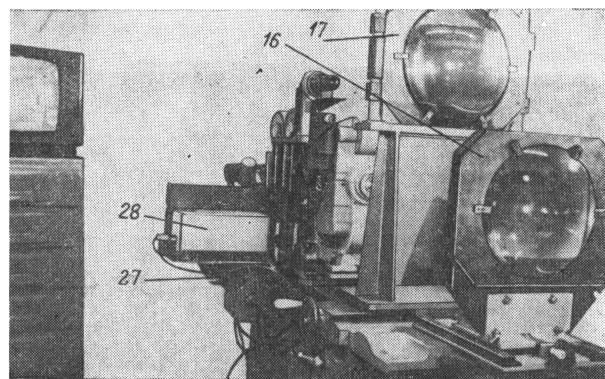
На станине 1 (рис. 1, а), имеющей две опорные тумбы 2 и 3, балку 4 с плоскими направляющими и ходовыми винтами, размещены: подставка 5 со светоделительным устройством 6, оснащенным двумя идентичными объективами ОКС2-150-1, узлом крепления призмы-куба 7, киносъемочным аппаратом (без объектива) 8 на подвижной платформе 9, проекционной головкой 10 с вариообъективом и отклоняющим зеркалом; покадровый проектор 11 с вариообъективом (без конденсора и фонаря) на подвижной платформе 12; суппорт 13 с каретками 14 и 15, узлами крепления коллективных линз 16 и 17 (рис. 1, б), рамками для установки маски и контрмаски 18 и 19 (см. рис. 1, а); осветительное устройство 20 на подвижной платформе 21 с фонарями печатающей лампы 22 и лампы засветки 23; пульт 24 с органами электрического управления и контроля, с передающей ТВ камерой 28; рукоятка 25 ходового винта подвижной платформы проектора; рукоятка 26 ходового винта суппорта; лабораторный автотрансформатор 27 регулировки накала лампы засветки. В тумбе 2 размещены автотрансформаторы типа КАТ для питания кинопроекционных ламп. В тумбе 3 расположены пусковые устройства 15М-7 покадровых электродвигателей 24М-5, киносъемочного аппарата и покадрового проектора.

### Схема светооптической системы

Оптическая схема установки (рис. 2) — двухпоточная, с расположением элементов схемы в вертикальной плоскости. В нижнем световом по-



а



б

Рис. 1. Установка УЦН-35:  
а — общий вид; б — вид сзади на установку, видеоконтрольное устройство

токе лампа 1 является источником света для оптической печати маски 2 через промежуточный позитив фона 3. Рефлектор 4 изображает витки нити лампы в просветах между ними. Двухлинзовый конденсор 5 вместе с коллективной линзой 6 проецирует нить лампы во входной зрачок объектива 7 проектора. Между выравнивающими стеклами 8 кадровой рамки 9 в плоскости предметов объектива 7 расположена маска 2 надписи, изображение которой совмещается с соответствующим уменьшением с позитивом в плоскости кадрового окна 10 проектора. Совмещенное изображение маска — фон объективом 11 светоделительного устройства через призму — куб 12 в масштабе 1 : 1 переносится в плоскость кадрового окна 13 киносъемочного аппарата с негативом 14. Перед конденсором 5 устанавливается корректирующий светофильтр 15.

В верхнем световом потоке лампой 16 через цветной светофильтр 17 осуществляется засветка надписи на контрмаске 18.

Рефлектор 19 изображает витки нити лампы в просветах между ними. Конденсор 20 и коллективная линза 21 проецируют нить лампы во входной зрачок объектива 22 проекционной головки.

Контрмаска 18 размещается между выравнивающими стеклами 23 кадровой рамки 24 в плоскости предметов объектива 22. Окрашенное изображение контрмаски надписи в том же масштабе уменьшения, что и маски, с помощью отклоняющего зеркала 25 и объектива 26 делительного устройства через призму-куб 12 совмещается с изображением маски в плоскости кадрового окна киносъемочного аппарата.

Часть светового потока, не использованного для формирования основного изображения, прошедшего через призму-куб и отраженного, используется для контроля изображения и поступает на коллективную линзу 27, расположенную в сопряженной плоскости на таком же удалении, что и

кадровое окно киносъемочного аппарата под углом 90°.

Через отклоняющее зеркало 28 и объектив 29 типа ОКС1-80-1 уменьшенное комбинированное изображение передается в плоскость мишени передающей ТВ камеры.

В схеме предусмотрена установка теплофильтров 30 между двухлинзовыми конденсорами и коллективными линзами.

### Технология киносъемки

После проведения подготовительных операций к работе на установке крупноформатные маска и контрмаска надписей помещаются на фиксирующие штифты в прижимные рамки, причем маска в нижнюю рамку, а контрмаска — в верхнюю. В фильмовый канал покадрового проектора заряжается позитив фона. Включаются фонари осветительного устройства и передающее устройство с видеоконтрольным устройством. Рукоятками ходовых винтов подвижных платформ (суппорта и кареток) проектор, рамки с маской и контрмаской, киносъемочный аппарат взаимно перемещаются в положение, обеспечивающее требуемый масштаб кадра, и производится фокусировка объективов проектора и проекционной головки до получения резкого изображения фона и надписи в кадровом окне киносъемочного аппарата.

Совмещаются изображения маски и контрмаски надписей при предварительной установке вертикальным и поперечным перемещением рамки с контрмаской, при этом совмещение изображений маски и контрмаски осуществляется осевым перемещением каретки рамки с маской. Окончательное сведение контуров надписей производится на светоделительном устройстве перемещением оправ объективов.

Выбирается требуемый режим освещенности и

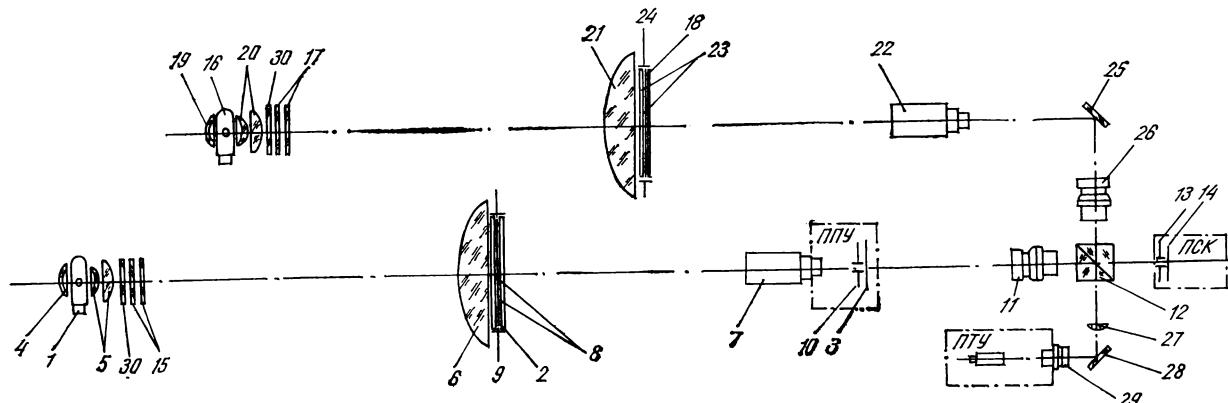


Рис. 2. Оптическая схема установки УЧН-35

цветности комбинированного изображения подбором светофильтров и регулировкой напряжения накала проекционных ламп.

Все эти операции выполняются при визуальном контроле через лупу киносъемочного аппарата и по видеоконтрольному устройству. Одновременно контролируется читаемость цветных или черно-белых надписей на данном фоне и обеспечивается необходимый световой контраст при просмотре кинофильмов по телевидению в черно-белом варианте.

После проведения необходимых репетиций и выбора окончательного варианта вступительных надписей производится их киносъемка в одну экспозицию.

#### Выводы

Производственная эксплуатация установки показала надежность, простоту и удобство работы на УЦН-35, быстроту выполнения технологических операций, экономичность установки и хорошее ка-

чество фотографического материала. Затраты съемочного времени на изготовление одной «шапки», по сравнению с аналогичными затратами на установке 1-УВЭ, уменьшились примерно в пять раз.

Все это позволяет резко увеличить объем продукции, выполняемой по рассмотренной технологии, и довести киносъемку «шапок» до шестидесяти единиц при общем годовом объеме производства «шапок» около ста единиц. Экономический эффект от внедрения установки УЦН-35 составляет около 30 тыс. рублей в год.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гольштейн Л. Г., Сенотов Г. П., Лебов Я. Л., Глебов В. А. Комбинированные съемки. М., «Искусство», 1978.
2. Ирский Г. Л. Светотехника кинопроекции. М., «Искусство», 1961.
3. Новик Ф. С., Ногин П. А. Киносъемочная оптика. М., «Искусство», 1968.

В. Г. Волокушин, О. В. Друкой, В. И. Рябов

Киностудия «Ленфильм»



## Конкурс на лучшую публикацию «Из производственного опыта»

В целях повышения творческой активности специалистов кинематографии и телевидения в работах по достижению высоких показателей эффективности производства журнал «Техника кино и телевидения» объявляет конкурс на лучшую публикацию материала «Из производственного опыта».

В статьях должны быть представлены: новое или модернизированное изделие, оборудование, технологический процесс, передовые методы организации производства и труда, повышающие эффективность производства.

Показатели эффективности, в том числе экономического эффекта (кроме изложения в статье), должны быть подтверждены руководителем организации (предприятия), где осуществлено внедрение и получен соответствующий эффект.

Конкурс проводится по публикациям 1980 и 1981 гг.

Для победителей учреждены почетные дипломы и следующие премии: первая в размере 200 руб., вторая 150 руб. и три поощрительных. Результаты конкурса будут опубликованы в журнале.

## Пироэлектрические видиконы

И. К. Малахов

Пироэлектрические мишени придают видиконам новое качество — чувствительность в широком спектральном интервале, не ограниченном по длиноволновой границе. Такие мишени чувствительны в области 8—12 мкм, и пировидиконы позволяют осуществить «телеизионное тепловидение» — передачу изображений объектов за счет их собственного теплового излучения.

Для практического решения задач тепловидения кроме максимальной эффективности преобразования в области 8—12 мкм, где сконцентрирована большая часть энергии теплового излучения, необходимо обеспечить различение температурных перепадов  $\leq 0,1^{\circ}\text{C}$  как на крупных, так и на мелких деталях. По степени удовлетворения этим требованиям пировидиконы не уступают другим преобразователям тепловых изображений, обладая радикальным конструктивным и эксплуатационным преимуществом — они не требуют принудительного охлаждения.

Разработки пировидиконов ведутся уже около 20 лет и особенно интенсивно с момента создания триглицинсульфата (ТГС) — высокоэффективного пироэлектрика, работоспособного в вакууме. За рубежом организован промышленный выпуск ряда пировидиконов и на их базе нескольких моделей теплотелевизионных камер разного назначения [1—4].

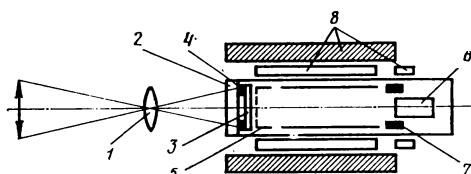


Рис. 1. Основные узлы пировидикона:

1 — проецирующий объектив; 2 — входное окно; 3 — пироэлектрическая мишень; 4 — упругое крепление мишени; 5 — выравнивающая сетка; 6 — электронная пушка; 7 — управляемый ионный источник; 8 — магнитная фокусирующее-отклоняющая система

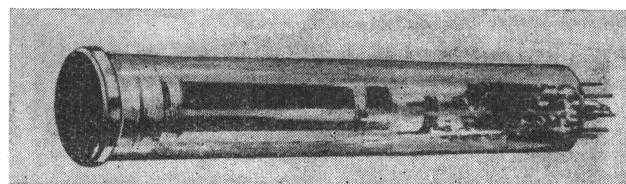


Рис. 2. Серийный 25-мм пировидикон

К видиконам трубки с пироэлектрическими мишенями (рис. 1) отнесены довольно условно, по конструктивным признакам и некоторому сходству в общей схеме работы. Механизм работы пироэлектрической мишени, как правило, имеющей высокие диэлектрические свойства, и процесс считывания с нее рельефа существенно отличаются от простых видиконных.

В основу работы пироэлектрических мишеней положена способность определенных сегнетоэлектрических кристаллов менять поляризацию при нагреве. Изменение поляризации вызывается переориентацией доменов внутри материала и сопровождается постепенным нарастанием разности потенциалов по мере изменения температуры. Максимальный пироэффект достигается при температурах несколько ниже точки Кюри материала мишени; выше точки Кюри поляризация пропадает.

Сканирование мишени в пировидиконах ведется пучком медленных электронов и сводится к приведению потенциала ее поверхности к единому уровню, близкому к потенциальному термокатода. При этом из пучка на мишень оседают заряды, и в цепи сигнальной пластины протекает емкостной ток, промодулированный в соответствии с потенциальным рельефом от теплового изображения.

На мишени после сканирования остается рельеф свободных зарядов, осевших на поверхность из пучка. Образование, а не нивелирование зарядного рельефа на поверхности мишени в процессе сканирования специфично только для пировидиконов и обусловлено тем, что сканирующий пучок встречает накопленный рельеф из связанных зарядов. (На фотопроводящих мишенях рельеф накапливается в форме свободных зарядов на поверхности, с которыми заряды из пучка могут непосредственно суммироваться, что нивелирует всякий зарядный рельеф.) Не суммируясь со связанными зарядами, свободные заряды из пучка лишь доводят общий заряд каждого элемента мишени до единого уровня. Вследствие высоких диэлектрических свойств пироэлектрических кристаллов рельеф свободных зарядов не деградирует за время кадра. Чтобы избежать нарушений в передаче изображений из-за суммирования свободных зарядов от кадра к кадру и постепенного запирания ими мишени, обязательна принудительная разрядка поверхности, например нейтрализация свободных зарядов током положительных ионов или вторичных электронов. Такая разрядка должна проводиться в каждом кадре развертки [5].

Формирование видеосигнала на пироэлектрической мишени протекает значительно сложнее, чем на фотопроводящих мишенях, и имеет особенности, не свойственные ни одной другой передающей трубке, главная из них — реакция мишени только на изменения температуры и способность генерировать сигнал лишь в нестационарном тепловом режиме.

### Конструкция пировидиконов и его отдельных узлов

Все существующие пировидиконы сконструированы в стандартных колбах диаметром 26 мм и рассчитаны под

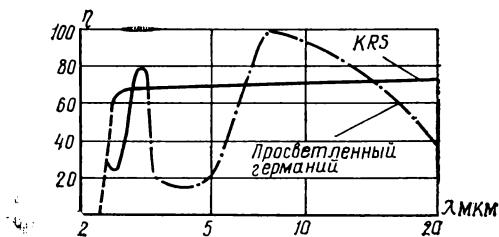


Рис. 3. Прозрачность входных окон из разных материалов

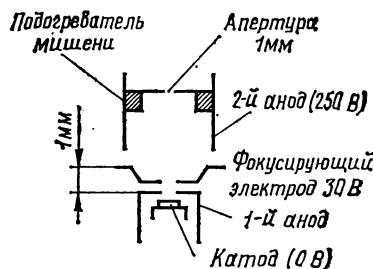


Рис. 4. Бескроссоверная электронная пушка

типовые магнитные системы фокусировки и развертки считающего пучка (рис. 2). Соблюдение габаритно-присоединительных размеров позволяет считать их конструктивно взаимозаменяемыми с видиконами серии 8507А. Исключение представляет цоколевка пировидиконов с электрически управляемым источником ионов, где активно использованы все девять вводов на ножке. Еще одну частную особенность имеют трубки Е2110—Е2130, у которых сигнальная пластина выведена через отдельное кольцо, не через спай окна с колбой.

**Входное окно.** Пироэлектрические мишени спектрально неселективны, и рабочий участок спектра целиком определяется прозрачностью входных окон приборов. В серийных пировидиконах применены окна из специально просветленного германия толщиной 2 мм. Их отражение в диапазоне 8—14 мкм (2 %) в 10 раз меньше отражения ТГС-мишеней, а спектральная прозрачность показана на рис. 3.

В 1978 г. появилось сообщение о пировидиконах ТН9846 и ТН9855 с входными окнами из KRS-5, расширяющими спектральный интервал чувствительности трубок до 3—25 мкм, но какие-либо параметры этих приборов пока неизвестны [6]. В экспериментальных приборах испытывались монокристаллические окна из сернистого мышьяка, сульфида цинка и другие [7].

**Электронная пушка.** В первых пировидиконах (ГН9840, Р8090 и Е2110) использовали стандартные электронные пушки с простой триодной схемой формирования пучка. Они заведомо не ограничивают разрешающую способность трубок и удовлетворяют требованиям по величине тока считающего пучка (до 1000 нА).

В 1976 г. была разработана специальная пушка [8, 9]. Необходимость модернизации этого узла мотивирована стремлением повысить считающие возможности пучка улучшением его монохроматичности. Новая пушка (рис. 4) построена по бескроссоверной схеме формирования пучка, содержит точечный термоэмиссионный катод, анод и фокусирующий электрод с большими отверстиями в диафрагмах, а также обычный 2-й анод. Бескроссоверная схема устраняет влияние углов вылета электронов и ослабляет

взаимодействие между ними (расталкивание), так что пучок подходит к мишени с разбросом скоростей в несколько раз меньшим обычного и способен снять накопленный рельеф полностью. Именно отсутствием потерь при коммутации авторы бескроссоверной пушки объясняют полученный ими выигрыш в температурном разрешении пировидиконов (рис. 5).

Мишенья делают вставной, чтобы избежать неблагоприятного влияния теплопроводности входного окна на резкость и глубину теплового рельефа. Из пироэлектрического кристалла перпендикулярно полярной оси вырезают тонкую пластину, которую закрепляют в поддерживающей рамке на расстоянии 1—1,5 мм от окна. Диаметр мишени 17—18 мм.

Первым освоенным материалом мишени оказался ТГС с высоким пироэффициентом ( $2,8 \cdot 10^{-8}$  кулон/см $^2$  на  $^{\circ}$ С) при низких теплопроводности (0,6 Вт/см на  $^{\circ}$ С) и диэлектрической проницаемости (43). Для повышения стойкости к электронному облучению коммутируемую сторону рекомендуется покрывать тонким слоем какого-либо диэлектрика  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$  [10]. Из-за хрупкости ТГС и трудностей закрепления минимально предельная толщина вставных мишеней примерно 30 мкм.

Существует, хотя окончательно не реализовано, предложение по безрамочному закреплению тонких мишеней на входном окне без избыточного распыления полезного теплового рельефа. В [11] показано, что избежать распыления можно повышением переходного теплового сопротивления на границе окно — мишень. Требуемое переходное сопротивление  $10^{-2}$  м $^2$  · К · Вт $^{-1}$  достигают заведомо грубой обработкой сочленяемых кристаллов ТГС и Ge и спрессовкой их при давлении не более  $10^4$  Н · м $^{-2}$ . Такая конструкция, доработку которой ведет фирма EEV, позволяет устранить сильный микрофонный эффект, присущий вставным конструкциям и мешающий нормальной эксплуатации трубок [3, 4].

**Серийные трубы.** Выпуск 25-мм пировидиконов наложен небольшими сериями, его ведут в настоящее время фирмы Thomson-CSF (TH9840 и TH9851), EEV (P8090 и P8092), Philips (S58XQ) и Heimann (E2130). Сведения об отдельных узлах трубок приведены в табл. 1.

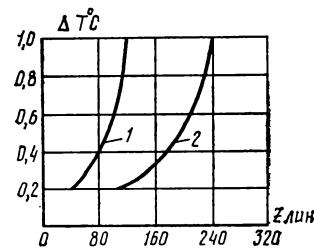


Рис. 5. Температурное разрешение пировидиконов с разными пушками;  
1 — триодная; 2 — бескроссоверная

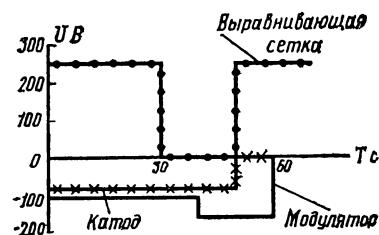


Рис. 6. Режим поляризации ТГС-мишеней в трубках

ТАБЛИЦА 1

Тип трубки	Окно	Мишень	Электронная пушка
TH9840	Просветленный германский	Толстая ТГС	Триодная
P8090	То же	»	»
E2130	»	»	»
TH9851	»	Тонкая ТГС	»
S58XQ	»	»	Квазидиодная
P8092	»	Структурированный ДТГС	—

ТАБЛИЦА 2

Основные процессы	Обеспечивающие процессы
Исходная равномерная поляризация мишени	Приложение поперечного электростатического поля
Проецирование теплового изображения	Поддержание нестационарного теплового режима мишени
Накопление пирозарядов на мишени	Создание опорного потенциала для возможности считывания биполярного рельефа
Считывание пучком медленных электронов	Формирование униполярного видеосигнала из биполярного
Подготовка мишени	Принудительная разрядка поверхности пироэлектрика

### Характерные особенности работы мишени

В табл. 2 связаны отдельные стадии формирования видеосигнала и процессы, обеспечивающие нормальное функционирование пировидикона в наиболее сложном случае — при передаче статических тепловых изображений. Не следует понимать, что все перечисленные процессы протекают раздельно. Накопление имеет место во время проецирования теплового изображения, стирание зарядного рельефа с поверхности пироэлектрика и формирование опорного потенциала происходит в ходе единого процесса внесения на мишень положительного заряда.

**Поляризация мишени.** Исходную единую ориентацию доменов в пироэлектрике осуществляют электронным пучком, переводя его в режим быстрых электронов. Сканируемая поверхность принимает потенциал сетки перед мишенью (250—350 В) и поперек пироэлектрического кристалла оказывается приложенным постоянное электрическое поле  $10^4$ — $10^5$  В/см, достаточное для полной поляризации. Поляризацию необходимо повторять после каждого выключения пировидикона хотя бы на несколько минут, а также после случайного перегрева приборов. В теплотелевизионных камерах процесс поляризации, как правило, автоматизирован. В блоке управления трубкой предусмотрена дополнительная схема, задающая определенную последовательность подачи питающих напряжений на электроды, и оператору достаточно нажать кнопку. Типичный режим поляризации ТГС-мишени показан на рис. 6 [3].

**Подогрев мишени.** Важно не только привести температуру мишени к определенному уровню несколько ниже точки Кюри, но и поддерживать ее в заданных пределах

(не хуже  $\pm 5^\circ\text{C}$ ), чтобы избежать «плавания» емкости, прямо зависящей от средней температуры и как следствие уровня видеосигнала на выходе. Точка Кюри разных пироэлектриков лежит в широком диапазоне от  $49^\circ\text{C}$  (ТГС) до  $120$ — $160^\circ\text{C}$  (пирокерамика).

**Поддержание нестационарного теплового режима мишени.** Простейшим приемом сохранения непрерывности генерирования видеосигнала считается механическое прерывание теплового потока перед мишенью. Частота прерывания легко подбирается количеством лопастей обтюратора и скоростью их вращения. Используется разная частота прерывания — от высокой кадровой до низкой, определяемой тепловой постоянной времени пироэлектрика мишени. Частота прерывания, обеспечивающая наибольшие удобства последующей обработки видеосигнала 25—30 Гц.

Другая возможность создания квазистационарных тепловых условий — движение изображения относительно мишени панорамированием камеры или качанием объектива (без изменения ориентации). Движение ведут вдоль строк раstra и сопровождают синхронно следящим перемещением раstra на мишени. Для ТГС-мишени оптимальная скорость перемещения в плоскости мишени 2 мм/с (рис. 7).

**Считывание.** Сканирование мишени при считывании ведут пучком медленных электронов. Оптимальное смещение на мишени отличается от обычного и лежит в пределах от  $-5$  до  $-20$  В. Напряжение на остальных электродах соответствует низковольтному варианту режима фокусировки — на аноде 280 В, на выравнивающей сетке 350 В. Растр обязательно должен быть больше мишени для избежания всевозможных неоднородностей; обычно его подбирают  $18 \times 24$  мм, чтобы вписать с запасом круг мишени диаметром 17 мм. За пределами круга пучок запирают, исключая попадание электронов на стенки колбы и образование паразитных сигналов.

**Подготовка мишени.** Этот процесс призван очистить мишень от зарядов, оставленных пучком при считывании, и одновременно повысить ее потенциал до уровня 1—2 В, перекрывающего возможный размах отрицательного рельефа. Известны ионный и электронный способы подготовки. Принципиально более прогрессивной представляется вторичноэлектронная подготовка, быстро вытесняющая ионную перезарядку. Успешно опробо-

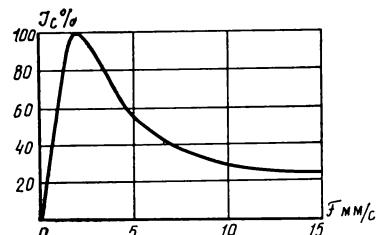


Рис. 7. Влияние скорости панорамирования на видеосигнал пировидикона

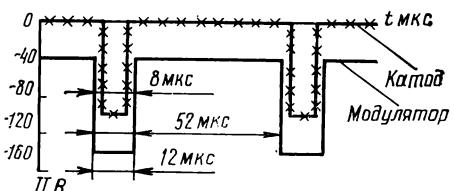


Рис. 8. Оптимальный режим вторично-электронной зарядки ТГС-мишени во время обратного хода разверток

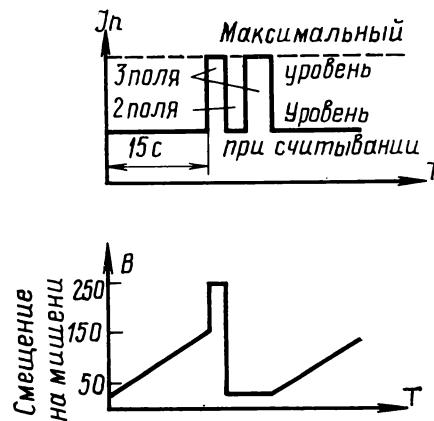


Рис. 9. Перезарядка ТГС-мишени по методу нарастающего смещения

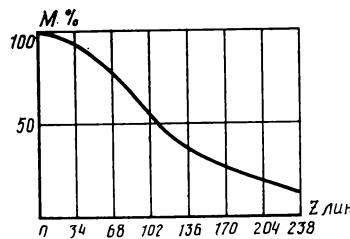


Рис. 10. Контрастно-частотная характеристика пироуди-кона TH9851

бовано два варианта такой перезарядки и подготовки мишени. В первом (рис. 8) коммутирующий пучок на время обратного хода разверток переводят в режим быстрых электронов повышением разности потенциалов между катодом пушки и мишенью до 60 В — выше точки первого кроссовера вторично-эмиссионной характеристики ТГС. Возбуждаемый на мишени вторичный ток нейтрализует отрицательный заряд на ее поверхности. Основной недостаток такого приема — трудность получения должной равномерности опорного потенциала по растрю из-за нелинейности обратного хода разверток.

Другой прием электронной подготовки заключается в подаче на мишень постепенно нарастающего смещения (рис. 9). Нарастание идет со скоростью 5 В/с и длится 15 с. Затем скачком смещение доводят до 250 В, переводя пироуди-кона в режим быстрых электронов, максимально отирают пучок и за три поля развертки приводят сканируемую поверхность к потенциальну сетки 250 В. При за-пертом пучке переключают напряжение смещения на 20 В и трехкратным сканированием снижают потенциал поверхности равномерно во всех точках мишени [12].

Главное преимущество электронной перезарядки — много-кратное повышение долговечности трубок. Эксперимен-тально показано, что шумы перезарядного тока снижаются в 5—6 раз [5, 7]. Эффективность и практичность элек-тронной перезарядки подчеркивается тем фактом, что на высоковакуумную откачку переведены все новые пироуди-коны.

**Формирование униполярного видеосигнала.** Биполярность видеосигнала пироуди-конов вызвана работой мишени в режиме нагревание — остывание, и частота смены полярности определяется частотой прерывания теплового потока перед мишенью трубки. Чтобы исключить вызываемые биполярностью

мерцания ТВ изображения, прибегают к инвертированию видеосигнала уже за выходом трубки, вводя в видеотракт теплотелевизионных камер дополнительный узел — кадровый видеопроцессор [7].

### Характеристики пироуди-конов

Установившейся системы параметров пироуди-конов не существует, пока обязательно нормируют только чувствительность и разрешающую способность, а также минимально различимые ими перепады температур на объ-екте.

Чувствительность в пироуди-конах принято оценивать как в энергетических (мкА/Вт), так и температурных (нА/град) единицах. Энергетический показатель  $\varepsilon_a$  наи-более удобен для сопоставлений с теоретическими вели-чинами, для прямого определения пороговых параметров и сравнения пироуди-конов между собой. Температурная чувствительность  $\varepsilon_m$  связывает сигнал трубки непосред-ственно с величиной перепада температур на объекте. В отличие от  $\varepsilon_a$  величина  $\varepsilon_m$  определяется не только собственными свойствами трубки, но и характеристиками камерной оптики. Простая количественная связь между двумя названными формами нормирования чувствительности существует только при регистрации излучения абсолютно черных тел, и для пересчетов необходимо знать фоновую температуру, фокусное расстояние, светосилу и прозрачность проецирующего объектива. Для грубых оценок можно принять, что при светосиле оптики 1 : 1 одноградусное изменение температуры объекта на фоне 300 К меняет облученность мишени на 0,5 Вт/м<sup>2</sup> [5].

Характеристика преобразования сигнал — облученность у пироуди-конов линейна с  $\gamma = 1$ . Широта рабочего ли-нейного участка зависит от материала и толщины мишени, тока считающего пучка и режима сканирования и перезарядки. Для ТГС-мишней в качестве максимальной указывают облученность 40 Вт/м<sup>2</sup>. Следует подчеркнуть сильную зависимость реальных значений чувствительности от конкретных режимов панорамирования — об-тюрирования входного изображения, а также способа и интенсивности перезарядки мишени.

Пространственную разрешающую способность пироуди-конов приводят в оптических (пары линий на мм) и телевизионных (линии на высоту раstra) единицах, по-нимая при этом визуально предельные значения. Глубина модуляции видеосигнала, важная для оценки качества передачи мелких деталей, к сожалению, не измеряется; полная КЧХ известна только для трубок TH9851 (рис. 10). Разрешающую способность измеряют при больших облученности мишени [4], а зависимость этого параметра от степени облученности пока не определена.

Минимально различимая температура деталей объекта (МРТ) — обобщенный пороговый показатель, производ-

ТАБЛИЦА 3

Тип трубки	Чувствительность		Разре-шающая способ-ность, лин	МРТ, $\Delta$ °C	
	мкА · Вт <sup>-1</sup>	нА · град <sup>-1</sup>		на крупных деталях	на мелких деталях
TH9840	3,0	1,1	100—150	0,3—0,5	8—10
P8090	3,0	—	150	0,3	5—8
E2130	5,0	—	100	0,2	—
TH9851	4,5	1,2	270	0,15	8—10
P8092	72,0	0,5	300	0,15	2,5
S58XQ	6,0	5,0	300	0,07	1,0

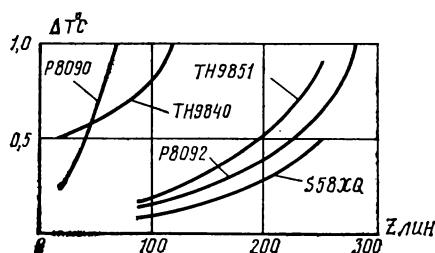


Рис. 11. Температурное разрешение серийных пироэлектрических мишеней

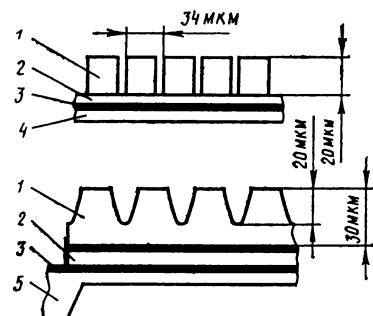


Рис. 12. Различные варианты структурированных мишеней:

1 — ТГС; 2 — слой оксида; 3 — сигнальная пластина; 4 — поддерживающая пленка; 5 — подложка из сернистого мышьяка

ный от чувствительности и разрешающей способности пироэлектрических мишеней, по физическому смыслу аналогичный контрастной чувствительности передающих трубок других классов. МРТ отсчитывают от средней фоновой температуры, обычно принимаемой равной 300 К.

В табл. 3 сведены из разных источников данные о параметрах серийных пироэлектрических мишеней. Сопоставление цифр затруднено неидентичностью условий измерения как отдельных параметров, так и различных трубок. Не всегда известны скорости панорамирования или обтюрирования, не совпадают размеры деталей при измерениях МРТ и уровня облученности при оценках пространственного разрушения. Отсюда отсутствие должной корреляции между  $\varepsilon_0$ ,  $\varepsilon_m$  и МРТ. Характерный пример — почти пятикратная разница температурной чувствительности пироэлектрических мишеней TH9851 и S58XQ при близости их  $\varepsilon_0$  и трудно объяснимое обратное соотношение тех же параметров у TH9851 и P8092.

Теоретическая оценка  $\varepsilon_0$  ТГС-мишеней на основе первичных пироэлектрических констант, проведенная для толщины 30 мкм, дала значение 13 мкА/Вт [5]. Это в 3—4 раза выше достигнутого на практике. Установившегося взгляда на причины пониженной чувствительности в литературе нет, но главными называют избыточное термодиффузионное сглаживание теплового рельефа и потери при считывании из-за малой глубины потенциального рельефа.

Разрешающая способность пироэлектрических мишеней лимитирована прежде всего расплыванием теплового рельефа, пропорциональным толщине мишеней. Достигнутое у трубок с тонкими мишенями разрешение 300 лин. близко к предельному 350—400 лин. по крайней мере для используемого круга пироэлектрических кристаллов. Этот предел примерно соответствует граничному разрешению типовых германиевых объективов, применяемых в теплопелевизионных камерах (500—600 лин. на поле диаметром 20 мм). По-

вышение разрешения при обращении к другим пироэлектрическим материалам и структурам мишеней рассматривается ниже.

На рис. 11 приведены зависимости МРТ от размера воспроизведенных деталей (кривая для P8092 экстраполирована по крайним точкам). Обращает внимание разный ход кривых, причина которого, по-видимому, в разной толщине и структуре ТГС-мишеней у разных приборов. Значительное улучшение МРТ у трубок второго поколения следует отнести за счет режимных усовершенствований и выигрыша в сигнале с мелкими деталями, т. к. тенденция роста  $\varepsilon_0$  менее очевидна. Наилучшие значения конечного эксплуатационного показателя имеет пока пироэлектрический S58XQ, у которого различие МРТ на деталях разного размера меньше, чем у остальных приборов.

Теоретическая оценка МРТ дает значение 0,05—0,1 К независимо от размера воспроизведенных деталей [5]. На крупных деталях этот предел практически достигнут, на мелких несоответствие еще очень велико.

Из эксплуатационных характеристик чрезвычайно важна долговечность трубок. У первых пироэлектрических мишеней она была явно неудовлетворительной — 50—100, максимально 200 ч из-за разрушения поверхности ТГС-мишеней от бомбардировки ионами и быстрой потери эмиссионной способности термокатодов электронных пушек в условиях плохого вакуума. В последних пироэлектрических мишенях этот недостаток, видимо, преодолен. В рекламных сообщениях и проспектах стала подчеркиваться стабильность параметров при длительной работе, а в [13] прямо указывается гарантированная долговечность 2000 ч.

### Перспективы дальнейшего совершенствования пироэлектрических мишеней

Основные работы по усовершенствованию пироэлектрических мишеней направлены на повышение разрешающей способности и эффективности работы мишеней; ведется опробование новых вариантов ТГС-мишеней и интенсивный поиск других пироэлектрических материалов, в том числе керамики разного состава и специальных полимерных пленок.

**Структурированные ТГС-мишени.** Исходная идея структурирования проста — созданием на коммутируемой стороне мишени мозаики пироэлектрических элементов, термически изолированных друг от друга, снизить эффективное значение термодиффузионной постоянной и расплывание теплового рельефа. Для этого избирательным травлением кристалла формируют сетку канавок с шагом 30—50 мкм. Чтобы сохранить прочность мишени, прибегают к наклеиванию исходных монокристаллических пластин на подложку из материалов с минимальной теплопроводностью, например из  $As_2S$ , или глубину канавок делают меньше толщины пластин ТГС (рис. 12). Освоено технологическое получение канавок шириной около 5 мкм и глубиной до 20 мкм.

Измерения подтвердили снижение термодиффузионной постоянной мишени с  $3,3 \cdot 10^{-3}$  до  $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ см}^2/\text{с}$ , однако выигрыш от такого снижения оценивается весьма неоднозначно. Наиболее обоснована оценка, где для 17-мм структурированных мишеней прогнозируется 400-строчное разрешение при 50%-ной модуляции сигнала с мелкими деталями [14]. Экспериментальные данные пока хуже, но удвоение модуляции наблюдается бессспорно [15]. Чувствительность структурированных мишеней в принципе ниже, чем сплошных той же толщины, из-за «холостых» для теплопоглощения канавок и отражений в подложке. Потери пропорциональны объему канавок и достигают 30—35 %.

**Тонкие ТГС-мишени.** Толщина обычных ТГС-мишеней 30—50 мкм. Как отмечено выше, простое уточнение дальнейшего выигрыша в разрешении не

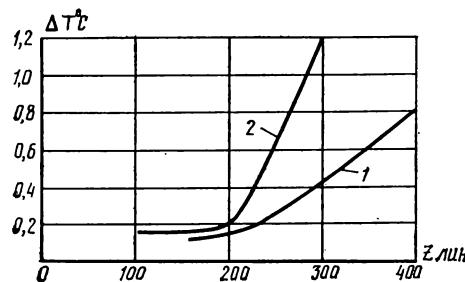


Рис. 13. Температурное разрешение пировидиконов с ТГФБ-мишениями:

1 — экспериментальные трубы с бескроссоверной пушкой; 2 — расчетные значения для структурированных мишней

дает. Существует прямое экспериментальное подтверждение этого факта — пировидиконы фирмы Philips с поликристаллическими ТГС-мишениями толщиной 2 мкм (на поддерживающей полiamидной пленке) на пределе различности деталей разрешали обычные 250—300 лин.

Решение было найдено в дейтерировании ТГС, снижающем его диэлектрическую постоянную в 1,5-2 раза при неизменности остальных свойств этого материала. Толщина мишней из ДТГС без ухудшения условий считывания может быть снижена до 15—20 мкм. В сочетании со структурированием поверхности расчетная разрешающая способность тонких ДТГС-мишней 500 лин [5]. Имеется и некоторый резерв — повышение считающей способности пучка к рельефу малой глубины при переходе на бескроссоверные пушки.

М и ш е н и и з т р и г л и ц и н ф т о р и л - л а т а (ТГФБ). Из других опробованных монокристаллических материалов наиболее интересен ТГФБ, главное преимущество которого малая диэлектрическая постоянная (12—14 по разным данным) и повышенная точка Кюри (73 °С). Суммарный показатель качества, учитывающий абсолютные значения пироэлектрической, диэлектрической и термодиффузионной постоянных, у ТГФБ в три раза лучше, чем у ТГС [9].

Экспериментальная проверка в трубках (в том числе с бескроссоверной пушкой) подтверждает это преимущество. На мишнях толщиной 30 мкм получена  $\varepsilon_s = 16$  мкА/Вт,  $\varepsilon_m = 5$  нА/град на крупных деталях и разрешающая способность 300 лин. На рис. 13 показаны МРТ трубок с бескроссоверной пушкой и расчетные значения для структурированной мишни; они значительно меньше, чем у лучших серийных пировидиконов с ТГС-мишнями.

Т о н к о п л е н о ч н ы е м и ш е н и и. Особое место занимают мишени из фторированного поливинила  $\text{PVF}_2$ ; их достоинства в относительной простоте и дешевизне. Из этого полимерного материала легко получить пленки толщиной 5—10 мкм с соответственно высокой разрешающей способностью. Сравнительная малость пироэффициента этого материала ( $0,4 \cdot 10^{-8}$  К/см<sup>2</sup>·град) перекрывает преимуществами малой диэлектрической постоянной (11) и малого теплорассеяния ( $0,5 \cdot 10^{-3}$  см/с) и соответственно малых потерь в процессах формирования и съема видеосигнала. Высокая точка Кюри (120 °С) дает свободу выбора рабочей температуры мишени и позволяет избежать повторных поляризаций при работе трубок. Разработкой  $\text{PVF}_2$ -мишени усиленно занимается в последние годы фирма ЕЕВ [16].

М и ш е н и и з п и р оэлектической керамики. Интересные перспективы улучшения пировидиконов открывает пирокерамика [17]. В 1976 г. сразу несколько фирм США, Японии, ФРГ и Франции опубли-

ковали результаты исследований мишней на основе  $\text{Pb}(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3$  и  $\text{PbTiO}_3$ . Подобные керамики выгодно сочетают достаточно высокие пироэлектрические свойства ( $2-10 \cdot 10^{-8}$  К/см<sup>2</sup>·град) с низкими диэлектрическими потерями, легко позволяют получить пластины тоньше 10 мкм. Имея точку Кюри 120 °С, керамики стабильно работают после единственной поляризации при изготовлении трубок, хорошо обезгаживаются, менее хрупки, чем ТГС и ТГФБ.

Очень важна возможность повышения на 1—2 порядка электропроводности пластин керамики при добавлении в ее состав 1% одной из окисей ванадия. Возможность скелетания зарядов со сканируемой стороны мишни на сигнальную пластину за время кадра обеспечивает работу пировидикона без дополнительной ионной или вторично-электронной перезарядки, т. е. в режиме обычных видиконов.

Несмотря на теплопоглощающее покрытие из черни золота на входной стороне чувствительность пирокерамических мишней пока хуже, чем из ТГС. Когда будут применяться в трубках пирокерамические мишени пока не известно.

### Теплотелевизионные камеры и их применение

Камеры на пировидиконах существенно отличаются от простых телевизионных. Главные из отличий следующие. Обычная стеклянная оптика непригодна, так как объективы, проецирующие изображения на мишень пировидиконов, должны быть прозрачны минимум до 14 мкм. Для тепловидения выпускают многолинзовые объективы из просветленного германия (например Iratal, с разными фокусными расстояниями) и из сложных монокристаллических соединений, известных под фирменными марками Irtran и KRS-5 с границами прозрачности 15, 20 и даже 40 мкм. Камеры чаще всего снабжают объективами Iratal-6 или Iratal IV с  $f=100$  мм, 1 : 1 и интегральной прозрачностью более 0,7 в области до 14,2 мкм. Именно эти параметры оптики принято нормировать при сравнении МРТ различных камер и пировидиконов.

Обязателен механизм обтюрирования или панорамирования изображения. Обтюратор устанавливают между объективом и мишенью и снабжают синхронизатором скорости вращения непрозрачных лопастей с частотой кадровой развертки. Панорамирование ведут качанием объектива или, чаще, всей камеры в горизонтальной плоскости на 5—8° относительно центра визирования. Крепление камеры на штативе или иной опоре делают подвижным; скорость перемещения изображения в плоскости мишени должна быть регулируемой в пределах 2—6 мм/с.

Необходимость двух дополнительных узлов для повторных поляризаций мишени и для управления процессом перезарядки мишени, а также кадрового процессора в видеотракте и их функции рассмотрены выше.

Радикальных изменений требует камерный видеоусилитель. Чувствительность должна быть выше обычной, так как рабочий сигнал пировидиконов имеет уровень единиц наноампер. При выборе характеристик первого каскада приходится учитывать, что столь малый сигнал наложен на фоновую составляющую тока в цепи сигнальной пластины, достигающую 100 нА. Полосу пропускания приводят в соответствие с фактической разрешающей способностью того или иного пировидикона; в первых моделях камеры она была 1—1,2 МГц, в последних 3,5—4,0 МГц. Наконец, обязательна защита входных цепей от высокого напряжения на сигнальном электроде трубы во время повторных поляризаций.

Перечисленные добавления и переделки усложняют камеры. Кроме обычной фокусировки и управления током пучка приходится выводить на переднюю панель органы

управления смещением на мишени, уровнем перезаряда-  
ного тока и вычитанием фонового сигнала, а также за-  
пуска схемы поляризации. Следует подчеркнуть, что  
удается ограничиться изменениями в самих камерах.  
Для дальнейшего формирования сигналов и воспроизведе-  
ния пригодно стандартное ТВ оборудование.

Широкий интерес к применению теплотелевизионных  
камер в науке и различных областях народного хозяйства  
обусловлен их способностью регистрировать и наглядно  
воспроизводить пространственное распределение темпера-  
тур любой сложности. Температурные поля оцениваются  
дистанционно, без каких-либо нарушений тепловой среды  
и внесения ошибок, неизбежных при использовании кон-  
тактными датчиками. Четкость теплотелевизионных изоб-  
ражений хотя и ниже требуемой в отдельных случаях, но  
превышает доступную для других видов датчиков. Нако-  
нец, информация поступает в реальном масштабе времени  
и обладает максимальной дешифрируемостью.

Вопросы применения пировидиконных камер выходят  
за рамки настоящей работы, многочисленные примеры  
решения с их помощью крупных научных и народнохозяй-  
ственных задач описаны в [5, 7]. Регистрация тепловых  
изображений передающими трубками проще, чем любыми  
другими датчиками и главное — позволяет использовать  
богатейший арсенал существующих ТВ установок. По су-  
ществу, откыв для телевидения спектральный интервал  
микронных волн, пировидиконы привели к слиянию и  
взаимообогащению тепловидения и телевидения и появле-  
нию новой перспективной отрасли — прикладного тепло-  
телевидения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Каталоги фирмы EEV Co. LTD на пировидиконы  
P8090 (1974), P8092 (1978).

2. Каталог фирмы Heimann на пиротроны E2110—  
E2130 (1976).
3. Каталоги фирмы Thomson-CSF на пириконы TH9840  
(1976), TH9851 (1979).
4. Каталог фирмы Philips на пировидиконы S58XQ  
(1978).
5. Singer B. Theory and performance of pyroelec-  
tric imaging tubes. — Adv. Image Pickup and Display  
1977, 3, 4.
6. L'onde Electrique, 1979, 59, N 4, 15.
7. Shephard A. Today's infrared-reading vidicons. — Electronics, 1977, 50, N 24, 99.
8. Патент США № 4.047.070, кл. HO1j 29/45, 1976.
9. Stupp E., Singer B., Conklin T. TGEВ and DTGFB pyroelectric vidicons. — Intern. Electron.  
Dev. Meet 1976, Washington, Techn. Digest, 559.
10. Патент США № 4.104.771, кл. HO1j 31/49, 1978.
11. Logap R. Thermal spread in pyroelectric vidicons. — Infrared Phys., 1976, 16, N 1—2, 75.
12. Hargrave A. Ramp mode operation of a pyroelec-  
tric vidicon. — IEEE Trans. on Electron Dev., 1979, 23,  
N 12, 1320.
13. Electro-optical system design, 1975, N 5, 46.
14. Wattton R. Thermal properties of reticulated  
layers. — Infrared Phys., 1978, 18, N 2, 73.
15. Pool P., Pedder D. Pyroelectric vidicon with  
reticulated target. — 7th Symp. Photo-Electronic Image  
Dev., London, 1978.
16. Jacobs J. Optimized PVF<sub>2</sub>-target vor IR-vidi-  
con. — Infrared Phys., 1979, 19, N 1, 1.
17. Ferroelectronics, 1976, 11, N 1—2, 103, 301.



## Новая черно-белая пленка «Илфорд»

Фирма «Илфорд» (Англия) в августе с. г. сообщила о создании первой в мире черно-  
белой бессеребряной негативной пленки.

Увеличение стоимости серебра дало толчок к исследованиям фотографических систем,  
которые бы в меньшей степени зависели от серебра. Как сообщает фирма «Илфорд»,  
до настоящего времени ни один другой черно-белый материал не обладал надежно-  
стью и качеством такими же, как у системы на основе серебра.

Несмотря на то что серебро входит в состав новой пленки, оно удаляется во время  
обработки и затем опять может быть использовано.

Благодаря использованию красителей для образования негативного изображения,  
новая пленка меняет многие принципы, которые служили руководством для фотогра-  
фов более ста лет. Предлагается уникальное сочетание высокой чувствительности с  
исключительно мелким зерном. Переэкспонированные негативы вместо увеличения  
зерна, как в обычных материалах, уменьшают его. Даже при десятикратном увеличении  
зерно остается практически незначительным. Как считают специалисты фирмы  
«Илфорд», технически эта пленка открывает новую эру в черно-белой фотографии.

Новая пленка «Илфорд XP1-400» вместе с химикатами для обработки будет пред-  
ставлена на выставке в Кельне в сентябре, а затем выпущена на рынок в ФРГ.

# Реферативный отдел

## Телевидение

УДК 621.396.6

**Передающие ТВ фотоматрицы с отдельным фотослоем,** Electr. parts and material, 1980, 19, № 1, 15; J. Telev. Eng. Jap. 1980, 34, № 1, 97; Electronics, 1980, 53, № 3, 64.

Фирма Matsushita продемонстрировала макеты передающей камеры на одной фотоматрице со спектральной характеристикой, оптимизированной для передачи цветных изображений (см. рис.).



Известно, что чувствительность даже лучших фотоматриц на основе кремния мала в синей области спектра (400—450 нм) и избыточна в длинноволновой области ( $\geq 720$  нм). Оптимизация заключается в сопряжении сканирующей кремниевой структуры с фотослоем от ви-диконов цветного телевидения — поликристаллическим ZnSe—ZnCdTe или стеклообразным Se—As—Te. Накопление происходит за счет инъекции фотовозбужденных носителей из фотослоя в потенциальные ямы кремниевой сканирующей системы. Подробно устройство и работа фотоматрицы с отдельным фотослоем не раскрыта, но указано, что прибор с ZnCdTe-фотослоем имеет  $506 \times 413$  элементов, а прибор с Se-фотослоем — 78 000 элементов на кремниевом кристалле размерами  $13 \times 17$  мм. Подчеркнуто 100 %-ное использование света в отдельном фотослое и кардинальное снижение расплывания при пересветках.

Камера на матрице  $506 \times 413$  элементов работала с удовлетворительной цветопередачей при освещенностях

от 500 лк. Четкость изображения 280 лин по горизонтали и 480 лин по вертикали, отношение сигнал/шум 43 дБ, расплывание не наблюдалось в 120-кратном диапазоне выше уровня насыщения световой характеристики. Масса камеры с вариофокальным объективом 1,2 кг. Камеры на второй фотоматрице имеют аналогичные параметры кроме разрешения. Ил. 3.

И. М.

УДК 621.385.832.564

**Новые усовершенствования плюмбиконов,** F г а п к е п A. Fernseh- und Kino-Technik, 1980, 34, № 1, 19.

Монопольное положение плюмбиконов в камерах ЦТВ поддерживается непрерывными модернизациями отдельных узлов трубок. Совокупность таких, на первый взгляд, незначительных усовершенствований постепенно приводит к ощутимому повышению качества цветного изображения и расширению эксплуатационных возможностей камер.

Очередной пример — усовершенствование выравнивающей сетки перед мишенью. Микрофонный эффект обычных сеток с резонансной частотой 2—2,2 кГц длится до 5 с и вызывает в видеосигнале токовую помеху величиной 10—15 нА. В 30-мм плюмбиконе XQ1410 установлена сетка с резонансной частотой 4—4,5 кГц. Длительность помехи снизилась до 1 с, а ее интенсивность до 2—5 нА.

Модернизирован токосъемник сигнала, а полевой транзистор входного каскада видеосигнала вмонтирован в магнитную систему вблизи от сигнального электрода плюмбикона. Это уменьшило проходную паразитную емкость и на несколько дБ подняло реальное отношение сигнал/шум в камерах.

Повышен крутизна модуляционной характеристики пушки плюмбикона и обеспечен запас по току пучка (в последних трубках 74XQ до 2,5 мкА). В результате обеспечено построение эффективных схем динамической подстройки пучка в широком диапазоне освещенностей. У трубок 74XQ без применения безореольного режима считывания верхняя граница светового диапазона про-двинута до 1000 лк. Ил. 6, список лит. 3.

И. М.

УДК 621.397.613:621.396.6

**Твердотельные ТВ камеры для транспортного космического корабля Space Shuttle,** Е т ь г е у В. 7th annual Conf. Techn. Commun. Conf. Rec., 1979; Air et Cosmos, 1979, 15, № 708, 34.

Шестикамерная замкнутая ТВ система призвана решать как минимум три задачи — наблюдение за работами в отсеках корабля, проверку его отдельных систем и контроль за выходом экипажа в открытый космос.

Портативная камера в отсеке экипажа, выносимая также и в космос, передает цветное изображение, остальные — черно-белое. Система разложения во всех камерах стандартная (525 строк, 30 кадров), имеются механизмы панорамирования и наклона пяти стационарных камер с дистанционным управлением, блоки коммутации видеосигна-

сигналов, блоки сопряжения с ЭВМ для обработки сигналов и временного хранения информации. На борту проводят только минимально необходимую обработку, а коррекцию всех искажений, вносимых камерами, сокращение избыточности осуществляют после приема сигналов на Землю.

Выбор типа фотодатчиков для отдельных камер не завершен, проектирование ведется в двух вариантах — беструбочном и на серийных трубках. В цветной камере предпочтение отдается ПЭС-фотоматрицам несмотря на их худшую чувствительность (особенно к синему свету) и меньшую разрешающую способность. Наряду с преимуществами в габаритно-весовых характеристиках решающим считается много большая надежность и способность обойтись без дорогостоящих замен фотодатчиков во все планируемое время эксплуатации транспортного космического корабля. Пока созданы макеты камеры на видеоконе и на фотоматрицах 512×320 элементов с переносом кадра и 488×380 элементов с межстолбцовыми переносом.

Окончательное решение определяется в зависимости от степени ожидаемого повышения синей чувствительности этих матриц. Вместо светофильтров и механически регулируемой диафрагмы применены электрооптические регуляторы света на базе сегнетоэлектрической керамики. Наиболее вероятный тип фотодатчика для черно-белых камер — суперкремникона RCA4804. Ил. 3.

И. М.

УДК 621.397.61:621.383.835.52

ТВ камера на фотоматрице с переносом зарядов для навигации космических аппаратов, Аисептап А., Альхадег. J. AIEE Paper, 1979, № 392, 10.

ТВ камера на серийной ПЭС-фотоматрице типа CCD211 селектирует звезды на две-три звездные величины более слабые по яркости, чем аналогичные камеры на лучших видеоконах. Результат получен экспериментально на имитаторе звездного поля при охлаждении фотоматрицы и корреляционной обработке выходного видеосигнала.

Фотоматрица CCD211 с числом элементов 244×190 и съемом видеосигнала на плавающий затвор усилителя поставлена в малокадровый режим разложения с временем экспозиции изображения до 10 мин, длительностью кадра считывания и цикла подготовки по 3,3 с. Охлаждением прибора до  $-55^{\circ}\text{C}$  темновой ток сведен к минимуму (в CCD211 он уменьшается вдвое на каждые 4,5—5°) и кроме того, матрица полностью очищается от накопленных темновых зарядов непосредственно перед экспозицией посредством 14-кратного быстрого «проска» каждого элемента в цикле подготовки. Обработка выходного сигнала в корреляторе ослабляла паразитные эффекты непостоянства чувствительности и скачков темнового тока, причем алгоритм обработки основан на пространственно-временной повторяемости этих процессов.

С учетом охлаждения и обработки рабочее отношение сигнал/шум в камере составляет 1—1,4, пороговая чувствительность эквивалентна примерно 50 фотодиодам на элемент, а точность наводки на точечную цель составила 25 % от углового размера элемента и лимитировалась главным образом нерезкостью накопленного рельефа в матрице. Ил. 15, список лит. 8.

И. М.

УДК 621.397.62:535.88

Проекционные телевизоры, Press Release фирмы General Electric, США, 1980.

Сообщается о выпуске линейки из 15 цветных и черно-белых проекционных телевизоров со световым потоком

500—2000 лм. Новые модели могут работать от сети 117 или 220 В частотой 50 или 60 Гц с различными стандартами сканирования и высоким разрешением. Конструкция кинескопов позволяет производить их смену в течение двух минут.

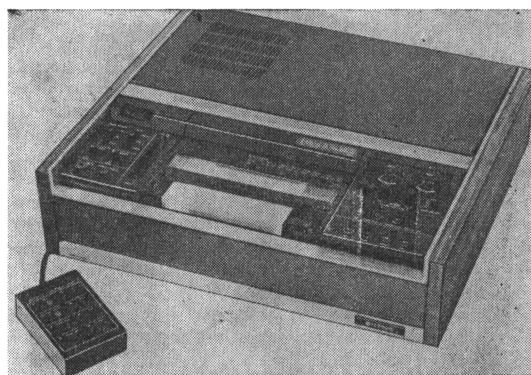
Встроенные в аппараты тест-приборы упрощают эксплуатацию, наладку и диагностику; имеется блок дистанционного управления, с помощью которого телевизоры обслуживаются на расстоянии до 60 м. Ил. 1.

Г. И.

УДК 621.397.6.037.733.2:681.84.083.84

Кассетный видеомагнитофон SV-460 E/K, проспект фирмы Hitachi, Япония, 1980.

Эта модель видеомагнитофона предназначена для не-профессионального использования. Запись производится по наклонно-строчному принципу двумя вращающимися магнитными головками. Скорость магнитной ленты



95,3 мм/с. Горизонтальная разрешающая способность 240 лин в режиме цветной записи и 300 лин при монохромной, отношение сигнал/шум 45 дБ. Предусмотрена двухканальная запись звукового сопровождения.

Управление ВМ осуществляется с кнопочного пульта, расположенного на передней панели (см. рис.). Имеется встроенный модулятор для подключения ВМ к антенному гнезду телевизора. Питание от сети переменного тока, потребляемая мощность 105 Вт. Габариты 526×195×450 мм, масса 26 кг. Ил. 3.

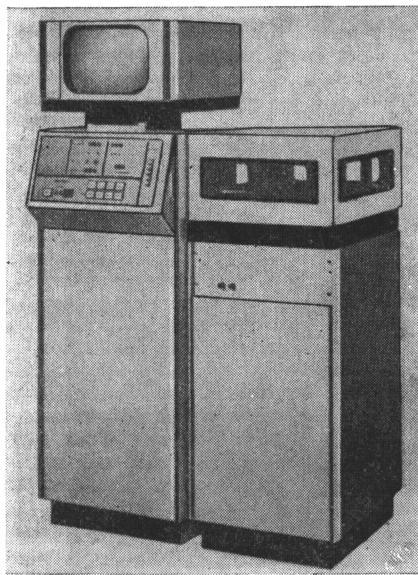
А. В.

УДК 621.397.61.006:621.397.611

Вещательная телекиносистема IVC-240/241, проспект фирмы IVC, США, 1980.

Система предназначена для демонстрации цветных кинофильмов по ТВ вещанию (см. рис.). Она содержит источник света, комплект нейтральных светофильтров для коррекции параметров кинофильма в соответствии с требованиями вещания. В качестве устройства, преобразовывающего оптическое изображение в видеосигнал, используется камера на трех видеоконах.

Система обеспечивает следующие параметры: разрешающую способность 400 лин при 100 %-ной модуляции;



отношение сигнал/шум 47 дБ в канале зеленого; гамма-коррекцию 0,3; 0,5; 0,7; 1,0; максимальная погрешность коррекции 1%; геометрические искажения в центре не более 1%, по краям не более 2%; нелинейные искажения не более 1%; предусмотрены горизонтальная и вертикальная апертурная коррекция; кодирование выходного сигнала по системам NTCS, PAL, PAL-M или SECAM. Для контроля качества изображения используется цветное ВКУ.

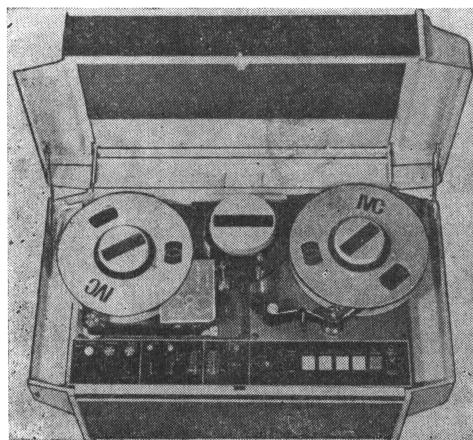
Размеры камеры 310×560×1370 мм, стойки управления 95×480×178 мм. Табл. 1, ил. 1.

А. Б.

УДК 621.397.6.037.733.2:681.84.083.84

**Видеомагнитофон IVC-801P-SM**, проспект фирмы IVC, США, 1980.

Эта модель видеомагнитофона (см. рис.) работает с маг-



нитной лентой шириной 2,54 см по принципу наклонно-строчной записи. Тип используемой магнитной ленты ЗМ-361 или Метогех Стота-80. Магнитофон предназначен для использования в студийных условиях и решения некоторых прикладных задач, например, в медицинской технике, системах обучения, в быту и т. п.

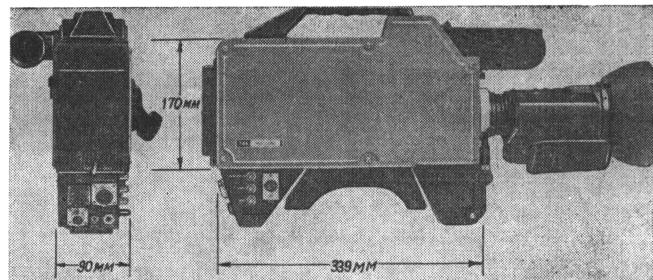
В магнитофоне применяются катушки емкостью 655 м, что обеспечивает запись программы в течение 1 ч. Длительность переходных процессов при включении видеомагнитофона не более 2 с. Время обратной перемотки не более 2 мин. ВМ может использоваться для записи и воспроизведения сигналов систем PAL и SECAM. Полоса частот записываемого сигнала 30 Гц — 5 МГц при отношении сигнал/шум не хуже 42 дБ. Предусмотрена запись двухканального звукового сопровождения. Гарантийный срок службы магнитных головок не менее 1000 ч. Потребляемая мощность не более 450 Вт, размеры 480×310×240 мм, масса 27 кг. Ил. 1.

А. Б.

УДК 621.397.132:397.61

**Новая портативная цветная ТВ камера HL-79A**, проспект фирмы Ikegami, Япония, 1980.

Камера HL-79A (см. рис.) полностью автономный портативный прибор, отвечающий современным требованиям. В качестве передающих трубок используются три 17-мм



пломбикона. Оптическая система ВК-7 построена на основе светофильтровых призм, в нее входят три фильтра на цветовые температуры 3000, 4200 и 5600 К соответственно. Разрешающая способность не менее 500 лин в центре и 400 лин по краям. Геометрические искажения по всему полю не более 1,5%, отношение сигнал/шум не хуже 51 дБ. Электронный видир имеет кинескоп размером 37 мм. Камера питается от портативного автономного источника напряжением 12 В, при этом потребляемая мощность не более 23 Вт. Размеры камеры 90×170×339 мм, масса 5,4 кг. Ил. 5.

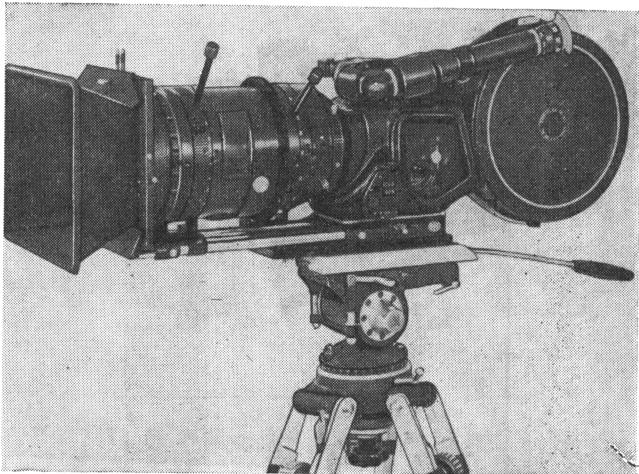
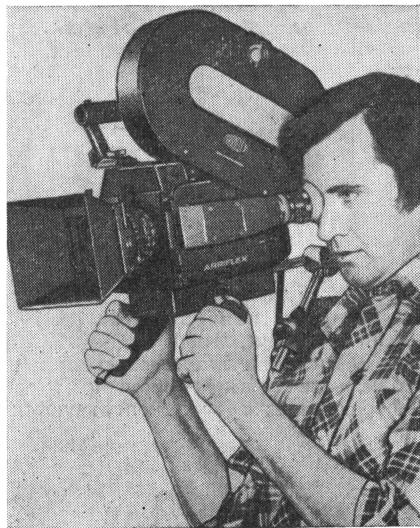
А. Б.

## Съемка и проекция кинофильмов

УДК 778.531

35-мм кинокамера Arriflex 35III, проспект фирмы Agnold-Richter.

Новая портативная 35-мм кинокамера Arriflex 35III (см. рис.) может работать в качестве ручной, плечевой и штативной модели; новый грейферный механизм с контргрейфером обеспечивает возможность киносъемки с вы-



Другие технические данные:

Фиксированные стабилизированные скорости съемки, кадр/с

24 и 25

Емкость кассет, м

120 и 300

Угол раскрытия обтюратора

130°

Габариты с кассетой на 120 м (на

300 м), мм

525(630)×270×230(310)

Масса с кассетой на 120 м, кг

13

Рабочий диапазон температуры

от -25 до +55 °C

Ил. 4.

Л. Т.

сокой устойчивостью изображения на скоростях 6—100 кадр/с.

Фиксированные частоты съемки (с кварцевой стабилизацией) 24 и 25 кадр/с. Возможен обратный ход кинопленки со скоростью 25 кадр/с. Емкость кассет 60 и 150 м. Возможна смена кадровых окон (обычный формат, широкоэкранный, для немых фильмов) без последующей регулировки. Имеется выход для синхронизации киносъемки с магнитофоном по системе пилот-тон. В комплект входят два сменных зеркальных видосискателя с фиксированной и поворотной лупой. Кинокамера снабжается широким набором объективов и принадлежностей. Габариты с кассетой на 60 м — 285×143×275 мм, масса 5,7 кг. Ил. 8.

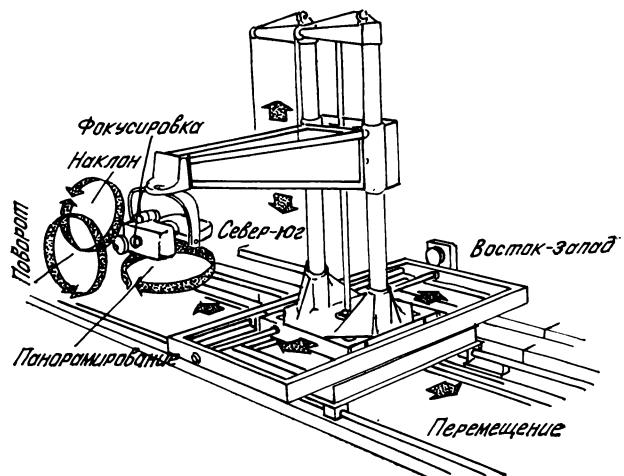
Л. Т.

УДК 778.531

35-мм кинокамера Arriflex 35 BLII, проспект фирмы Agnold-Richter.

Модель 35 BLII (см. рис.) является дальнейшим развитием плечевых кинокамер Arriflex 35BL.

Модернизация заключалась в усовершенствовании приводного механизма и электродвигателя, что снизило уровень шума до 26 дБ/А, увеличить диапазон частоты съемки (5—50, а в специальных моделях 5—100 кадр/с). Введены цифровые электронные счетчики метража и скоростей съемки. Возможно применение вариообъективов с большим диапазоном изменения фокусных расстояний (Angepiex 25—250 мм, Cooke-Varotar 25—250 мм и др.) и сервоприводом. Новый аккумуляторный блок электропитания с защитой от короткого замыкания имеет емкость 4 А·ч и снабжается зарядным устройством, подключаемым к сети 110/220 В. Продолжительность зарядки 6—7 ч.



Часть установки	Движение	Максимальная величина перемещения	Точность	Максимальная скорость
Панорамная головка	панорамирование	360°	0,01°	36 град/с
	наклон	360°	0,01°	36 град/с
	поворот в вертикальной плоскости	720°	0,01°	36 град/с
Каретка и тележка	север—юг	122 см	0,25 мм	15 см/с
	восток—запад	122 см	0,25 мм	15 см/с
Устройство для модели	перемещение (слежение)	21 м	0,25 мм	0,9 м/с
	горизонтальное перемещение	9 м	0,25 мм	0,9 м/с
	наклон	90°	0,01°	36 град/с
	поворот в вертикальной плоскости	90°	0,01°	36 град/с
	поворот в горизонтальной плоскости	360°	0,01°	36 град/с

установки также входят: система ТВ визирования; устройство для движения снимаемой модели, смонтированное на портативной тележке с рельсами длиной 9 м; покадровый проектор фона; два синих экрана размером 4,8×7,6 и 11,6×22 м на рельсах длиной 60 м.

Двенадцать видов движения кинокамеры (на рисунке отмечены стрелками) могут быть привязаны к определенным (ключевым) номерам кадров. Промежуточные между ключевыми кадрами положения кинокамеры рассчитываются и выполняются автоматически с помощью миникомпьютера с автоматической корректировкой резкости изображения по снимаемой модели, неподвижной или движущейся в восьми направлениях по собственной программе на отмеченном устройстве.

Точность и повторяемость автоматического выполнения всех движений 0,01°, благодаря чему обеспечиваются комбинированные съемки с многократными экспозициями, выполняемыми даже через большие интервалы времени (несколько дней). Система ТВ визирования позволяет при необходимости мгновенно вводить поправки в программу работы установки.

В установке ACES применяется специально сконструированная 35-мм кинокамера с 4- или 8-перфорационным шагом кадра, имеющая грейферный механизм Richardson с контргрейфером. Емкость кассет 120 м. Визирование при съемке может осуществляться при помощи лупы сквозной наводки, бокового видоискателя или телевизира. В последнем случае возможно также воспроизведение видеомагнитофонных записей репетиций. Система автоматического фокусирования рассчитана на объективы фирмы Leitz (или от кинокамеры Mitchell BNCR) с семью фокусными расстояниями. Угол раскрытия обтюратора переменный, 0—180°, частота съемки 0—24 кадр/с. В таблице указаны виды и параметры движения кинокамеры и модели.

Гидравлические демпферы сводят до минимума колебания кинокамеры при ее движении. Покадровый проектор фона с газоразрядной лампой Zepol (1600 Вт) проецирует кадры с 4- или 8-перфорационным шагом; уникальная система охлаждения исключает коробление кадра. Возможно дистанционное управление сменой кадров с различной скоростью в прямом и обратном направлениях. Табл. 1, ил. 2.

Л. Т.



С перископической насадкой Astrovision System, отмеченной наградой Академии киноискусства и наук (США), съемка велась через поворотное наклонное зеркало, что ограничивало угол поля зрения и светосилу съемочного объектива. В новой перископической насадке Pitching Lens (наклоняющийся объектив) применен наклон и поворот съемочного объектива. Диапазон наклона в вертикальной плоскости 180°, а поворота в горизонтальной плоскости 360° с дистанционным управлением. Полезное относительное отверстие съемочного объектива в новой насадке увеличено с 1 : 6,3 до 1 : 3,9. Возможно применение короткофокусных объективов. Съемочная установка с этой насадкой компактнее, чем предыдущие модели (см. рис.).

Насадка Pitching Lens, как и Astrovision System, предназначалась для съемки с самолета событий, происходящих в воздухе и на земле. Однако практически она при-

УДК 771.355

Перископическая насадка Pitching Lens, Nettman E. Amer. Cinemat., 1980, 61, № 1, 82, 86.

меняется для съемки необычных ракурсов и крупномасштабной съемки макетов в рекламных и художественных фильмах, например при съемке компанией Walt Disney широкоэкранного фильма на космическую тему «Черная дыра». Отмечается необычно высокая глубина резкости; при диафрагме 1 : 16 с объективом  $f=20$  мм она может изменяться от 5 см до бесконечности. Система фокусирования позволяет получать резкое изображение с любой диафрагмой при дистанции съемки от 2,5 см до бесконечности; минимальная дистанция 0,65 см.

Насадку можно использовать для съемки фильмов обычного и широкоэкранного (с анаморфированием изображения) форматов, а также форматов Vista Vision, Technigrama и 70-мм. Ил. 9.

Л. Т.

УДК 778.55:771.531.352

Новый студийный кинопроектор FR-16, BKSTS Jourp., 1980, 62, № 3, 117.

Фирма RCA Photophone Systems выпустила новый 16-мм кинопроектор FR-16 предназначенный главным образом для студийных целей и телекинопроекции. Новая электронная система привода и скачкового механизма обусловила многообразие его возможностей: мгновенный пуск и остановку; переменную скорость проекции в пределах 0—48 кадр/с; неограниченную статическую проекцию без повреждения изображения; проекцию с движением фильмокопии в прямом и обратном направлениях со скоростью 24 или 25 кадр/с; быструю перемотку фильмокопии в прямом и обратном направлениях со скоростью до 240 кадр/с. Ил. 1.

Л. Т.

▼

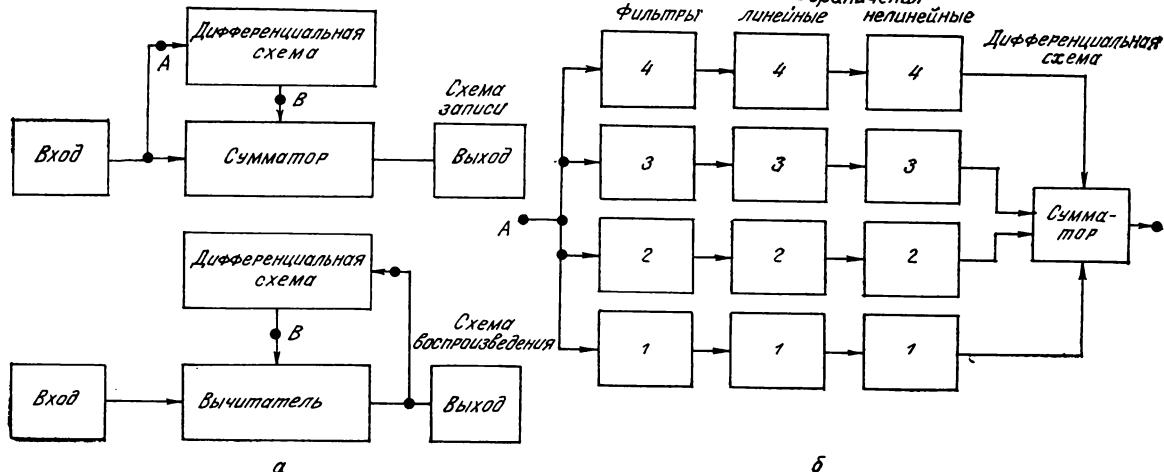
## Запись и воспроизведение звука

УДК 681.84.534.85

Система шумоподавления Dolby, проспект фирмы Dolby Lab., Англия, 1980.

Рассмотрена структурная схема устройства шумоподавления по системе Dolby (рис.), принцип действия которой заключается в сжатии амплитудной характеристики звукового сигнала при записи (компрессии) и расширении амплитудной характеристики при воспроизведении сигнала (экспандировании). Для улучшения качества шумоподавления звуковой диапазон, в котором работает устройство, разделен на четыре части с полосами частот 0—80 Гц; 80—3000 Гц; 3,3 кГц; 4,9 кГц. Операции компрессии и экспандирования в каждом диапазоне производятся раздельно. Далее сигналы каждого диапазона складываются и образуют суммарный выходной сигнал. Ил. 5.

А. В.



УДК 621.395.61:621.391.82

Анализ вибровосприимчивости микрофонов, Грилихес Н. И. Техника средств связи, сер. Техника радиовещательного приема и акустики, 1979, вып. 1, 51.

Рассмотрены вопросы восприимчивости микрофонов различных принципов преобразования к воздействию вибраций. Предложен метод анализа вибровосприимчивости акустико-механической системы микрофона на основе ее эквивалентной электрической схемы. На основе полученных соотношений произведено качественное сопоставление микрофонов. Приведены результаты измерений вибровосприимчивости различных моделей динамических и конденсаторных микрофонов. Результаты измерений соответствуют принципиальным выводам, полученным при анализе. Ил. 7, список лит. 3.

Н. Л.

УДК 621.396.693

**Взаимный подбор головок громкоговорителей и оформлений для акустических систем, Иофе В. К., Лизунов М. В. Техника средств связи, сер. Техника радиовещательного приема и акустики, 1979, вып. 1, 61.**

Предложена методика взаимного подбора оформлений и головок громкоговорителей для различных акустических систем — открытых, закрытых, фазоинверторных. Исходя из параметров головки громкоговорителя, можно подобрать оптимальное акустическое оформление, а также решить обратную задачу — по заданному оформлению с известным объемом выбрать оптимальную головку. Эти задачи проанализированы для различных видов акустического оформления. Предложены способы диагностирования причин неудовлетворительной работы уже изготовленных акустических систем. Ил. 5, список лит. 5.

Н. Л.

УДК 621.396.693.8

**Экспериментальное исследование вибраций корпусов акустических систем, Попова М. Л. Техника средств связи, сер. Техника радиовещательного приема и акустики, 1979, вып. 1, 25.**

Исследовано влияние вибраций стенок корпуса акустических систем (АС) на результирующие электроакустические характеристики АС. В процессе исследования экспериментально определено влияние толщины стенок корпуса на вибрационные и электроакустические параметры систем. Приведены результаты исследования АС с корпусами из фанеры различной толщины и вибропоглощающими покрытиями: увеличение толщины стенок корпуса и нанесение покрытий заметно улучшают качество звучания АС. Табл. 1, ил. 7, список лит. 4.

Н. Л.

УДК 621.396.693.001

**Машинный метод расчета тороидальных подвесов, Ал-**

**дошина И. А., Адамчук Г. Н. Техника средств связи, сер. Техника радиовещательного приема и акустики, 1979, вып. 1, 31.**

В большинстве низкочастотных головок громкоговорителей в последнее время все шире используются подвесы тороидальной формы. Они находят применение и в среднечастотных головках. Проанализированы колебательные процессы в подвесах низкочастотных головок громкоговорителей.

Использование разработанной программы для ЭВМ ЕС-1030 позволяет рассчитать спектр собственных частот и собственные формы подвесов головок громкоговорителей тороидальной формы, а также по заданному значению резонансной частоты определить оптимальное соотношение конструктивных параметров. По данной программе можно решить задачу подбора конструктивных или физико-механических параметров, обеспечивающих минимальную резонансную частоту. Ил. 7, список лит. 2.

Н. Л.

УДК 534.84

**Разборчивость речи в помещениях с централизованной системой звуковоспроизведения, Биренберг Э. И. Техника средств связи, сер. Техника радиовещательного приема и акустики, 1979, вып. 1, 44.**

Дан обзор некоторых критерии оценки акустического качества помещений, предназначенных для прослушивания звуковых программ. Рассмотрены основные предпосылки и способ расчета слоговой разборчивости. На основе нового метода, предложенного Куртовичем, получена формула количественной оценки разборчивости речи в помещениях, оборудованных централизованной системой звуковоспроизведения. Приведены результаты расчетов для помещений объемом 125, 1000 и 10 000 м<sup>3</sup> с разным временем реверберации. Табл. 3, ил. 3, список лит. 7.

Н. Л.

## Кинопленка и ее фотографическая обработка

УДК 778.588

**Технологические аспекты изготовления 16-мм цветных обращаемых фильмокопий, Ленк Р., Рирег В. Bild und Ton, 1980, 33, № 1, 22.**

Качество 16-мм цветных кинопленок за последние годы значительно улучшилось и повысилась светочувствительность с 15 до 27 DIN; это увеличило значение 16-мм фор-

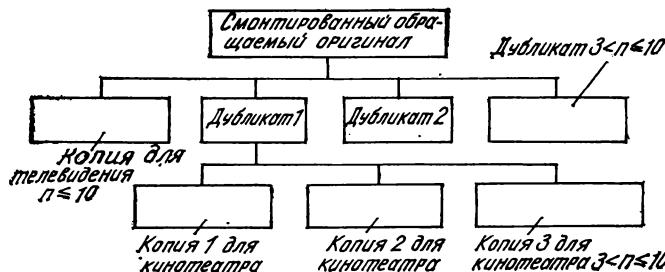
мата для телевидения тем более, что стоимость киноматериалов для создания 16-мм фильма примерно на  $\frac{1}{3}$  меньше их стоимости для создания 35-мм фильма.

В ГДР для изготовления 16-мм цветных фильмокопий применяются в основном обращаемые киноматериалы (по негативно-позитивному процессу выпускается не более 10 % продукции). При этом фильмокопии для телевидения и кинотеатров изготавливаются по разным технологическим схемам (см. рис.).

ТВ копии печатают непосредственно со смонтированного обращенного оригинала на обращаемой кинопленке VF-1. Если количество кинотеатральных копий не превышает 10, их также печатают с обращенного оригинала. При необходимости большего количества копий применяют двуступенчатый метод: с помощью обращаемой пленки VK-3 изготавливают дубликаты 1, 2... 10, с каждого из которых может быть отпечатано до 10 копий на кинопленке VF-1.

Двуступенчий процесс для получения ТВ копии нежелателен из-за значительного ухудшения резкости, градационной характеристики и цветового баланса. Табл. 1, ил. 1.

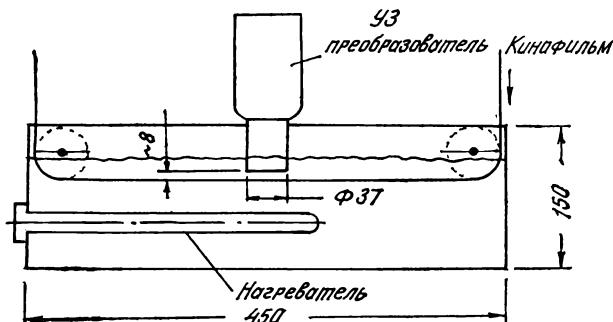
Л. Т.



УДК 778.587

Кавитационная чистка кинофильмов, Haig R. N.  
BKSTS Jourgl., 1979, 61, № 9, 444.

Вызываемая ультразвуком кавитация жидкости является эффективным средством для бесконтактной чистки кинофильма. Для образования кавитации мощность ультразвука должна превзойти определенный предел, зависящий от поверхностного натяжения жидкости. На минимальной частоте 25 кГц эта мощность достигается легче, чем на частотах 60—80 кГц, что и определяет ее применение.



ние в большинстве машин. Абсолютный минимум ультразвуковой интенсивности для образования кавитации  $0,5 \text{ Вт}/\text{см}^2$ , рекомендуемое значение  $1,5—2 \text{ Вт}/\text{см}^2$ .

В течение последних 20 лет ультразвуковые преобразователи в машинах для чистки кинофильмов располагали по 6—12 штук в стенах бака с очищающей жидкостью, что создавало диффузное ультразвуковое поле. В новых машинах применяют один ультразвуковой фокусирующий преобразователь, расположенный от кинофильма на расстоянии около 8 мм (см. рис.). Преобразователь диаметром 37 мм легко создает интенсивность  $11 \text{ Вт}/\text{см}^2$ . Однако недостатком сфокусированного ультразвука является большая опасность повреждения кинофильма в случае остановки из-за близкого его расположения к преобразователю. Ил. 3.

Л. Т.

УДК 771.53

Новые фотографические материалы: светочувствительные системы полупроводник-металл с барьерным слоем, Ко-  
стюшин М. Т., Романенко П. Ф., Хоты-  
ненко Н. Г. ЖНиПФК, 1980, 25, вып. 1, 14.

Рассмотрены конструкции новых фотографических материалов — светочувствительных систем полупроводник-металл с барьерным слоем. На примере системы трехслойный мышьяк — серебро показано влияние барьерного слоя из трехсернистого мышьяка.

Экспериментально показано, что соответствующим выбором барьерного слоя на основе любой химически неустойчивой светочувствительной системы полупроводник-металл можно получить систему, пригодную для практического применения. Рассмотрены некоторые свойства систем с барьерным слоем и возможности их использования. Ил. 5, список лит. 18.

Н. Л.

УДК 771.5:778.6:535.36

Влияние поглощающих прокладок в фотографическом слое на его градационные характеристики, Лойко В. А., Иванов А. П. ЖНиПФК, 1980, 25, вып. 1, 19.

Одним из путей повышения фотографической широты за счет вариации оптических параметров, определяющих характер распределения излучения в слое, служит равномерное прокрашивание материала, другим — введение поглощающих слоев (прокладок). Проведено сравнение двух способов изменения градационных характеристик фотографических слоев на прозрачной подложке за счет вариации их оптических параметров. Введение поглощающих прокладок позволяет получить выигрыш в светочувствительности материала и увеличить фотографическую широту с меньшими потерями в светочувствительности, чем при равномерном прокрашивании. Ил. 3, список лит. 10.

Н. Л.

УДК 771.534.21.01

Современное состояние теории суперсенсибилизации негативных галогенсеребряных фотографических материалов, Шапиро Б. И. ЖНиПФК, 1980, 25, вып. 1, 64.

В обзоре рассматривается суперсенсибилизация в негативных фотографических процессах. Наибольшее внимание уделено увеличению эффективности спектральной сенсибилизации без существенного изменения поглощения света красителем. Обзор содержит следующие разделы: механизм захвата экситонов по Весту и Кэрроллу; механизм передачи энергии; гипотеза расщепления агрегатов красителя с помощью суперсенсибилизатора; адсорбционная модель суперсенсибилизации; механизм захвата дырок красителя по Гильману; суперсенсибилизация инфракрасоматических красителей. Ил. 6, список лит. 74.

Н. Л.

# Библиография

## Новые книги (обзор)

### КИНОФОТОТЕХНИКА

Алексеева Н. В., Артюш и н. Л. Ф. Цветной фильм. М.: Искусство, 1980. — 175 с. — (Б-ка кинолюбителя). — Библиогр.: с. 174 (19 назв.). — 60 коп. 50 000 экз.

Даны представления о цвете и его восприятии. Описано строение современных цветных кинофотоматериалов и их фотографические свойства. Рассмотрены вопросы производства цветного фильма, даны сведения о технических средствах цветных съемок, колорите, композиции и киноперспективе цветного изображения. Рассмотрены также особенности цветной киносъемки на натуре и в помещениях.

Зернов В. А. Фотографическая сенситометрия. — М.: Искусство, 1980. — 351 с. — Библиогр.: с. 338—348 (330 назв.). — 2 руб. 10 000 экз.

Дано систематическое изложение четырех главных аспектов сенситометрии: методологии, техники и приборного оснащения, стандартизации, метрологического обеспечения. Сенситометрический метод рассмотрен как единый универсальный для черно-белой и цветной фотографии. Приведены также основы теории фотографического воспроизведения тонов.

Иофис Е. А. Кинофотопроцессы и материалы/2-е изд., перераб. и дополн. — М.: Искусство, 1980. — 240 с. — Библиогр.: с. 238 (15 назв.). — 90 коп. 20 000 экз.

В учебном пособии для студентов операторского факультета ВГИК описаны свойства черно-белых и цветных кинофотоматериалов, процессы их обработки, контратипирования и фильмокопирования. Кратко рассмотрены процессы демонстрирования фильмов и старения кинофотоматериалов. Рассмотрены вопросы контроля качества на всех этапах работы с кинофотоматериалами. По сравнению с 1 изд. (1964) книга дополнена описанием новых типов кинопленок и новых процессов.

Ирский Г. Л. Кинопроекционные экраны. — М.: НИКФИ, 1980. — 56 с. — (НИКФИ. Обзорная информация; Вып. 1 (43). — Библиогр.: с. 56 (28 наз.). — 30 коп. 700 экз.

Дан обзор современного состояния и путей совершенствования проекционных экранов. Рассмотрены светотехнические свойства, нормы яркости, способы их контроля и меры по снижению засветки экранов. Приведены сведения об экранах материалах и их эксплуатации. Описаны экранные устройства (обрамление, кашетирование, занавес и т. п.).

Немировская М. Л. Экономика и организация производства телевизионных фильмов. — М.: ВГИК, 1979. — 56 с. — (ВГИК. Кафедра экономики и организации производства кинофильмов). — 17 коп. 1000 экз.

Рассмотрены особенности развития ТВ в СССР и производство телевизионных фильмов на киностудиях и показаны его производственно-экономические особенности. Большое внимание уделено многокамерному методу и анализу его эффективности.

### ОПТИКА. ГОЛОГРАФИЯ

Радиотехника; Том 21. — М.: ВИНИТИ, 1980. — 265 с. — (Итоги науки и техники). — Библиогр. в конце статей. — 3 руб. 40 коп. 1100 экз.

В томе наряду с другими материалами помещен обзор А. В. Лазарева «Голографическое телевидение и голографический кинематограф», освещающий современное состояние проблемы на основе результатов, полученных в СССР и за рубежом.

Электрооптические дефлекторы света/Б. Н. Гриб, И. И. Кондиленко, П. А. Коротков, Ю. П. Цященко. — Киев: Техника, 1980. — 208 с. — Библиогр.: с. 202—205 (128 назв.) — 95 коп. 2000 экз.

Изложены физические основы, принцип действия, особенности конструирования и изготовления электрооптических дефлекторов света и элементов интегральной оптики. Даны методика расчета и способы оптимизации дефлекторов. Приведены данные о линейном электрооптическом эффекте во всех известных активных кристаллах.

### ЗАПИСЬ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Богородский Ю. Л. Разрешающая способность систем маг-

нитной записи/Под ред. А. Ф. Богоцкова. — М.: Энергия, 1980. — 112 с. — (Б-ка по радиоэлектронике; Вып. 66). — Библиогр.: с. 109—111 (63 назв.) — 30 коп. 10 000 экз.

Рассмотрены факторы, влияющие на разрешающую способность систем магнитной записи. Основное внимание уделено анализу потерь, возникающих в магнитных головках и носителях записи. Показана роль активных потерь в индукционной магнитной головке как главного фактора, ограничивающего ее теоретическую разрешающую способность.

Лавриненко В. В., Караташев И. А., Вишневский В. С. Пьезоэлектрические двигатели. — М.: Энергия, 1980. — 110 с. — Библиогр.: с. 106—108 (37 назв.). — 30 коп. 7000 экз.

Рассмотрены механизм работы и конструкция пьезоэлектрических двигателей, используемых, в частности, в качестве привода в магнитофонах и видеомагнитофонах, а в перспективе — в киносъемочных аппаратах и другой киноаппаратуре. Приведены характеристики двигателей, даны рекомендации по их проектированию. Рассмотрены вопросы разработки источников питания и измерения их характеристик. Анализ и обработка изображений

Автоматизация анализа и распознавания изображений: Методы и средства: Сб. статей; Вып. 1. — Рига: Зинатне, 1979. — 259 с. — (АН Латв. ССР. Ин-т электроники и вычисл. техники). — Библиогр. в конце статей. — 90 коп. 500 экз.

В 13 статьях сборника рассмотрены вопросы теорий, методы и алгоритмы анализа изображений и результаты разработок технических решений для создания комплекса аппаратных средств анализа изображений. Описан многофункциональный телевизионно-вычислительный комплекс «Растр».

Информационный бюллетень алгоритмов и программ обработки видеинформации: Оперативно-информационный материал; Вып. 1. — Новосибирск, 1979. — 91 с. — (АН СССР. Сибирское отд-ние. Вычислительный центр). — Б. ц. 200 экз.

Представлена информация об алгоритмах и программах статистической обработки изображений, их геометрических преобразованиях, реставрации и улучшения, распознавания, дешифрирования морфологического анализа изображений.

## ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Варбанский А. М. **Передающие телевизионные станции.** — М.: Связь, 1980. — 328 с. — Библиогр.: с. 322—326 (121 назв.). — 1 р. 60 к. 7000 экз.

Рассмотрена структура передающей ТВ сети и методы планирования размещения передающих ТВ станций. Описано оборудование типовых ТВ радиопередатчиков, ТВ ретрансляторов и антенно-фидерных устройств. Изложены вопросы проектирования и организации эксплуатации передающих ТВ станций. Рассмотрено использование ИСЗ в передающей ТВ сети.

Грядин Г. Н. **Импульсные телевизионные датчики.** — М.: Связь, 1980. — 101 с. — Библиогр.: с. 95—100 (113 назв.). — 40 коп. 3440 экз.

Рассмотрены области применения, принципы построения и структурные особенности импульсных ТВ датчиков, характеристики и параметры передающих ТВ трубок (суперортиконов и видиконов) в режиме импульсного экспонирования. Описа-

ны характеристики импульсных ТВ датчиков при передаче быстродвижущихся изображений.

**Достижения в технике передачи и воспроизведения изображений;** Том 3/Под ред. Б. Кейзана. Пер. с англ. Ю. Н. Богачкова, А. Ф. Пелеха, В. И. Сидорова под ред. Н. И. Богачкова. — М.: Мир, 1980. — 310 с. — Библиогр. в конце разделов. — 2 р. 20 к. 4500 экз.

Том посвящен успехам в области создания пироэлектрических видиконов, чувствительных к дальней ИК-области спектра, индикаторных панелей с последовательной саморазвороткой и кремниевых приборов с зарядовой связью, которые при малых габаритах имеют высокую чувствительность, большой динамический диапазон и малую потребляющую мощность. Обсуждается возможность использования приборов с зарядовой связью для построения переносных цветных ТВ камер.

**Самородов В. Г. Плоские телевизионные экраны.** — М.: ЦНИИ «Электроника», 1980. — 48 с. — (Обзоры по электронной технике. Серия 4. Электровакумные и газоразрядные приборы; Вып. 1). — Библиогр.: с. 45—48 (68 назв.). — 53 коп. 1150 экз.

Обзор составлен на основе зарубежных и отечественных материалов за 1969—1979 гг. Данна классификация плоских ТВ экранов по

способу адресации информации, определены общие признаки и требования к различным типам экранов. Рассмотрены примеры конструктивного исполнения. Данна оценка состояния этого научно-технического направления и показана эволюционная схема его развития.

**Техника телевидения и радиовещания:** Сб. статей. — М.: ВНИИРТ, 1979. — 119 с. — (Труды ВНИИРТ; Вып. 11 (30)). — Библиогр. в конце статей. — 50 коп. 200 экз.

В 18 статьях сборника рассмотрены вопросы организации и планирования работы телекентров, нормирования труда и правового положения работников ТВ, вопросы ТВ техники, техники магнитной видеозаписи, конструкции и технологии производства магнитных головок и т. п.

**Цукерман И. И. Проблемы современного телевидения (Цифровое телевидение).** — М.: Знание, 1980. — 64 с. — (Новое в жизни, науке, технике. Серия «Радиоэлектроника и связь»; Вып. 2). — Библиогр.: с. 63 (9 назв.). — 11 коп. 38 080 экз.

Дано краткое описание задач, методов и перспектив цветного ТВ. Наибольшее внимание удалено проблеме сокращения цифрового потока за счет избыточности информации в изображениях, а также цифровым методам обработки и анализа изображений.

Я. Б.

## Уважаемые товарищи читатели!

**Мы живем сейчас в преддверии большого события в жизни нашей страны — XXVI съезда КПСС.**

Желание как можно лучше завершить выполнение десятой пятилетки и определить перспективу на будущие пять лет сопутствует всей нашей деятельности.

В нашем журнале публикуются и готовятся к печати материалы, рассказывающие о выполненных научно-технических работах, созданной новой кино- и телетехнике.

Сейчас редакция «Техники кино и телевидения» работает над тематикой будущего 1981 года. В своей работе нам хотелось бы наиболее полно представить интересы специалистов разного профиля, работающих в кинематографии и в области техники ТВ вещания, ответить на ваши запросы, возникающие в процессе выполнения научно-технических и производственных задач.

Редакция обращается к вам с просьбой сообщить свои предложения и желания, на какие темы хотелось бы прочитать статьи, какие проблемы и ближайшие задачи стоит обсудить, что не удовлетворяет в публикациях журнала.

Ваши пожелания будут с благодарностью приняты и учтены редакцией.

# Научно-техническая хроника

## Итоги V конкурса на лучшее использование кинопленок при съемке художественных кинофильмов

В целях выявления и поощрения лучших результатов использования изобразительных и технических возможностей отечественных цветных негативных кинопленок Министерство химической промышленности и Госкино ССР с 1976 г. проводят ежегодные всесоюзные конкурсы на лучшее использование отечественных цветных кинопленок при съемке художественных фильмов.

На V конкурс было представлено 27 художественных полнометражных фильмов 12 киностудиями страны. Киностудия «Мосфильм» представила пять фильмов, им. М. Горького — четыре, «Ленфильм», им. А. П. Довженко и Свердловская — по три, «Узбекфильм» и Одесская — по два, «Беларусьфильм», «Грузия-фильм», «Арменфильм», Рижская и Литовская — по одному.

С февраля по май с. г. представленные на конкурс фильмы были просмотрены специальным жюри, в состав которого входили операторы, специалисты цехов обработки кинопленки студий и кинокопировальных фабрик, ГосНИИхимфотопроекта и НИКФИ. Председатель жюри V конкурса — заслуженный деятель искусств РСФСР, оператор-постановщик «Мосфильма» А. С. Темерин.

В результате просмотра и оценки цветового и изобразительного решения, а также технического качества представленных фильмов жюри конкурса приняло решение присудить дипломы II степени и премии в размере двух тысяч рублей кинофильмам:

«Соловей» — «Ленфильм», оператор-постановщик Э. А. Розовский;  
«Вавилон XX» — им. А. П. Довженко, оператор-постановщик Ю. Т. Гармаш;  
«Добряки» — «Мосфильм», оператор-постановщик В. К. Шевцик.

Диплом III степени и премии по одной тысяче рублей присуждены кинофильмам:

«Тот самый Мюнхгаузен» — «Мосфильм», оператор-постановщик В. Д. Нахабцев;

«Сыщик» — им. М. Горького, оператор-постановщик В. К. Егоров;

«Пираты XX века» — им. М. Горького, оператор-постановщик А. Г. Рыбин;

«Москва слезам не верит» — «Мосфильм», оператор-постановщик И. М. Слабневич;

«Сватовство гусара» — «Мосфильм», оператор-постановщик А. М. Мукасей.

Поощрительные премии по 500 рублей присуждены кинопленкам:

«Примите телеграмму в долг» — «Беларусьфильм», оператор-постановщик В. А. Калашников;

«Плотина в горах» — «Грузия-фильм», операторы-постановщики Н. И. Эркомайшвили, Э. Г. Григорян;

«С любимыми не расставайтесь» — студия им. М. Горького, оператор-постановщик И. С. Зарафян;

«На ринг вызывается» — «Узбекфильм», оператор-постановщик А. М. Пани;

«Прости — прощай» — Свердловская киностудия, оператор-постановщик А. Е. Лесников.

Принятию данного решения предшествовала большая и кропотливая работа по оценке кинофильмов членами жюри.

Оценка изобразительного и технического качества проводилась с помощью разработанного НИКФИ квадратиметрического метода, что позволило с большой степенью объективности решить поставленную задачу.

Суть данного метода (одобренного жюри всех конкурсов) состоит в следующем. Цветовое решение кинофильма и его техническое качество оценивается членами жюри в два этапа (тайным голосованием). На первом этапе во время просмотра фильма отмечаются наиболее существенные дефекты технического качества и выставляется соответствующая оценка (по пятибалльной системе). Затем вычисляется балл согласия, характеризующий единство мнений членов жюри. К проведению второго этапа каждый член жюри получает список кинофильмов, расположенных по порядку согласно полученным на первом этапе оценкам. На втором этапе каждый член жюри проставляет перед названием кинофильма место, которое он считает необходимым присвоить. Вследствие математической обработки результатов двух этапов, а затем открытого обсуждения членами жюри качественного уровня кинофильмов объективно присуждаются соответствующие диплом и место.

Жюри V конкурса сочло целесообразным не присуждать в этом году диплом первой степени и первую премию. Средний уровень качества кинофильмов, представленных на конкурс, снизился и составил 3,9 балла против 4,1 в 1979 г., при этом 40% кинофильмов от общего количества получили оценки ниже 4 баллов, в 1979 г. их было 23 %.

Снижение уровня технического качества в первую очередь обусловлено заметным снижением качества кинопленок и в некоторых случаях — работы операторов.

Итоги V Всесоюзного конкурса были объявлены на совещании, проходившем 16—18 июня в Казани на химическом заводе им. В. В. Куйбышева.

Участники совещания прослушали доклады о состоянии и дальнейших перспективах производства кинопленок, ознакомились с производством пленок, операторы на встречах с работниками завода поделились своими творческими планами, высказали замечания по качеству кинопленок, продемонстрировали свои работы. На торжественном заседании операторам — лауреатам конкурса были вручены дипломы и ценные подарки ПО «Свема» и Казанского химического завода.

Говоря о результатах V конкурса, целесообразно подвести некоторые итоги проведения конкурсов за пять лет. В табл. 1 представлены данные о количестве участвовавших в конкурсах и премированных фильмов за пять лет.

Киностудии «Таджикфильм», «Туркменфильм», «Киргизфильм», «Азербайджанфильм» ни разу не приняли участия в конкурсах, что свидетельствует о недостаточной работе, проводимой на этих студиях, по повышению изобразительного и технического качества кинофильмов.

Просмотр поступивших на конкурс фильмов и анализ сопровождающей документации показал, что техническое качество фильма в значительной мере определяется профессиональной квалификацией оператора, с одной стороны, сенситометрическими и техническими характеристиками пленок, на которых снимался данный фильм, с другой.

ТАБЛИЦА 1

Киностудия	1976		1977		1978		1979		1980	
	пред- ставлено	преми- ровано								
«Мосфильм»	4	4	4	3	6	2	3	2	5	4
им. М. Горького	—	—	2	1	4	3	3	2	4	3
«Ленфильм»	1	1	2	2	3	2	3	1	3	1
им. А. П. Довженко	3	—	3	2	4	1	4	1	3	1
«Грузия—фильм»	—	—	1	1	—	—	2	1	1	1
«Таллинфильм»	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—
Свердловская	—	—	1	—	1	1	2	1	3	1
Рижская	1	1	1	1	1	1	1	—	1	—
«Узбекфильм»	—	—	1	—	—	—	—	—	2	1
«Беларусьфильм»	2	—	—	—	2	—	1	—	1	1
«Казахфильм»	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
«Молдова—фильм»	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
Литовская	—	—	1	1	1	—	1	—	1	—
Одесская	—	—	1	—	—	—	1	—	2	—
«Арменфильм»	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—

ТАБЛИЦА 2

Годы	Средняя оценка	Общего коли- чества фильмов	Премированных фильмов	Оценка 4 балла и выше	Ниже 4 баллов	Максимальная	Минимальная	Фильмы ниже 4 баллов, %	Отмеченные дефекты в порядке убывания	
									Изобразительного решения	Технического качества
1976	Изобразительного решения	3,8	4,1	4,7	3,4	4,9	3,0	73	полосы, мигание, нерезкость от- дельных планов, нарушения и колебания контраста, повышенная зернистость	
	Технического качества	3,6	3,8	4,0	3,0	4,3	3,2		нерезкость отдельных планов, по- вышенный контраст, неровность по цвету, крупное зерно, мигание	
1977	Изобразительного решения	4,0	4,3	4,3	3,4	4,6	2,9	33	зернистость, полосы, искажения цветопередачи, высокий контраст, нерезкость по планам	
	Технического качества	4,0	4,2	4,2	3,5	4,4	3,0		неровность по цвету, крупное зерно,	
1978	Изобразительного решения	4,0	4,2	4,3	3,8	4,8	3,4	58	искажения цветопередачи, высокий контраст, нерезкость по планам	
	Технического качества	3,7	3,9	4,0	3,6	4,1	3,4		зернистость, высокий контраст, искажения цветопередачи, нерез- кость по планам	
1979	Изобразительного решения	4,2	4,5	4,3	3,6	4,8	3,1	23	нерезкость отдельных планов, не- ровность по цвету и по контрас- ту, крупное зерно	
	Технического качества	4,1	4,3	4,2	3,5	4,7	2,9		высокая зернистость пленок проявились в большинстве фильмов.	
1980	Изобразительного решения	4,0	4,3	4,2	3,7	4,4	3,2	40	Наличие в отдельных партиях негативных кинопленок больших нарушений градационных характеристик, недос- таточная фотографическая широта лишает оператора возможности формировать изображение в широком диапа- зоне тонов без нарушения цветопередачи. Большая неод- нородность характеристик пленок и технические дефекты вызывают неуверенность в работе съемочных групп и приводят к нестабильности получаемых результатов.	
	Технического качества	3,9	4,1	4,1	3,6	4,3	3,1		Указанные дефекты предприятиями кинопленочной промышленности должны быть устранены или значитель- но уменьшены в выпускаемых сортах кинопленок.	

Практически без исключений ранжирование конкурсных фильмов по качеству цветового изобразительного решения и техническому качеству совпадало. При тщательно выбранном интервале яркостей объекта и его освещения, глубины снимаемых сцен, степени контрастности изображения, подборе оптики оператором удается достичь весьма высокого изобразительного и технического качества фильмов, снятых на отечественных негативных пленках ЛН-7, ДС-5 и в последнем конкурсе на ЛН-8.

В табл. 2 приведены данные об оценках, выставленных за изобразительное решение фильма и его техническое качество; оценки, как видно, еще невелики, и в значительной степени это объясняется недостатками пленок, ограничивающими творческие возможности создателей фильма и в ряде случаев обуславливающими неустранимые дефекты изображения. Например, недостаточная резкость и

высокая зернистость пленок проявились в большинстве фильмов.

Наличие в отдельных партиях негативных кинопленок больших нарушений градационных характеристик, недостаточная фотографическая широта лишает оператора возможности формировать изображение в широком диапазоне тонов без нарушения цветопередачи. Большая неоднородность характеристик пленок и технические дефекты вызывают неуверенность в работе съемочных групп и приводят к нестабильности получаемых результатов.

Указанные дефекты предприятиями кинопленочной промышленности должны быть устранены или значительно уменьшены в выпускаемых сортах кинопленок.

В заключение следует отметить, что конкурсы на лучшее использование отечественных цветных негативных кинопленок при съемке художественных фильмов оказывают

положительное влияние на повышение качества кинопленок и фильмовых материалов, позволяют разработать четкие рекомендации для достижения более высоких результатов в изобразительном и техническом качестве кинофильмов, более конкретно сформулировать требования к улучшению качества кинопленок. Все это подтверждает целесообразность проведения конкурсов в будущем.

Однако не все киностудии относятся к участию в конкур-

сах с должным вниманием. Четыре киностудии не представили своих фильмов, отдельные из представленных фильмов имели низкий технический уровень, что свидетельствует о недооценке некоторыми студиями роли и значения конкурсов в работе по повышению качества кинопленок и последующему изготовлению фильмовых материалов.

В. В. Егоров

## К 70-летию Г. И. Хазанова

16 октября с. г. исполнилось 70 лет одному из старейших специалистов техники и технологии фильмопроизводства Хазанову Григорию Иосифовичу.

Свою деятельность в системе кинематографии Г. И. Хазанов начал 45 лет назад, после окончания ЛИКИ. Как специалист Г. И. Хазанов проявил себя в области техники и технологии производства фильмов. Активно участвуя в восстановлении киностудии страны после Отечественной войны, он внес большой вклад в создание нового оборудования и технологических процессов, в подготовку молодых кадров на производство.

С 1957 г. и по сей день Григорий Иосифович работает начальником технического отдела киностудии «Мосфильм», пользуется заслуженным авторитетом в коллективе. За истекшие 23 года он принимал непосредственное участие в реконструкции и техническом перевооружении цехов студии и в разработке техники и технологии новых видов кинематографа — цветного, широкоэкранного и ширококомплексного со стереофоническим звуком, в создании новой отечественной стереоскопической системы «Стерео-70», полиэкранный вариоскопической системы «Совполикадр», в разработке и внедрении в фильмопроизводство малошумной передвижной электростанции и многих других работах. Он имеет авторские свидетельства на изобретения, награжден четырьмя серебряными медалями ВДНХ СССР.

Г. И. Хазанов выступает также со статьями по технике и технологии фильнопроизводства в журнале «Техника кино и телевидения». Г. И. Хазанов — член Союза кинематографистов СССР со дня его основания (1957), активно участвует в работе Всесоюзной комиссии кинотехники, а также в кинотехнической секции Ученого совета НИКФИ и Техническом совете студии.

Г. И. Хазанов — ветеран Великой Отечественной войны и ветеран труда. Он награжден орденом Отечественной войны II степени, орденом Красной Звезды, многими медалями, знаком «Отличник кинематографии».

Сердечно поздравляем Григория Иосифовича Хазанова со славной юбилейной датой, желаем ему доброго здоровья, плодотворной работы и успехов.

## Авторские свидетельства

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ**  
«Устройство для воспроизведения стереоскопического телевизионного изображения, содержащее двухлучевую приемную электронно-лучевую трубку, перед экраном которой последовательно расположены поляризационная пластина и поляризационный светофильтр, выполненный в виде ячейки жидкого кристалла с электропроводящими пластинами, которые соединены через коммутатор с формирователем импульсов, два первых выхода которого соединены с входами двух генераторов кадровых разверток, отличающиеся тем, что, с целью улучшения качества воспроизведенного изображения, в него введен коммутатор видеосигналов, на сигнальные входы которого поданы видеосигналы левого и правого стереоединых изображений, выходы коммутатора подключены к соответствующим управляющим электродам двухлучевой приемной электронно-лучевой трубы, а два входа управления коммутатора соединены с двумя вторыми выходами формирователя импульсов».

Авт. свид. № 642884, заявка № 2360639/18-09, кл. Н04Н 9/58, приор. от 17.05.76, опубл. 15.01.79.

Авторы: Зак Г. Г., Горовой В. С., Скобленко Ю. В. **КАТУШКА ДЛЯ УСТРОЙСТВ ПЕРЕМОТКИ РУЛОННОГО ФОТОМАТЕРИАЛА**

«Катушка для устройств перемотки рулонного фотоматериала, содержащая барабан, выполненный с продольным пазом и подпружиненными боковыми ограничителями, симметрично установленными в его кольцевых канавках, крышку и механизм фиксации, контактирующий с внутренней поверхностью цилиндра из картона для фотоматериала, отличающаяся тем, что, с целью повышения надежности фиксации цилиндра с фотоматериалом, крепление его свободного конца для двусторонней перемотки и самоосвобождения по окончании, в ней механизм фиксации выполнен в виде подпружиненной гребенки и колец, первая из которых установлена в продольном пазу барабана, выполненного с проточками внутри для колец, контактирующих с внутренней поверхностью гребенки».

Авт. свид. № 646299, заявка № 2476858/18-10, кл. G03B 17/30, приор. от 19.04.77, опубл. 04.02.79.

Авторы: Менишков В. И., Малов А. П. **МЕХАНИЗМ ДЛЯ СОВМЕЩЕНИЯ КАДРА С КАДРОВЫМ ОКНОМ**

«Механизм для совмещения кадра с кадровым окном, содержащий

подвижный направляющий элемент, установленный между фильмовым каналом и скачковым барабаном, отличающийся тем, что, с целью уменьшения нагрузки на перфорационные перемычки при перевороте фильма, направляющий элемент выполнен в виде полозков, установленных с возможностью поворота вокруг оси, параллельной оси скачкового барабана».

Авт. свид. № 648932, заявка № 2526324/18-10, кл. G03B 1/42, приор. от 23.09.77, опубл. 25.02.79.

Авторы: Ременюк М. Я., Маркин С. Н.

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ И ФОКУСИРОВКИ ПРОЕКЦИОННОГО ОБЪЕКТИВА**

«Устройство для крепления и фокусировки проекционного объектива, содержащее цилиндрическую оправу с винтовой канавкой, входящий в нее направляющий элемент водила и компенсатор зазора между посадочным диаметром объектива и цилиндрической оправой, отличающееся тем, что, с целью повышения точности установки объектива относительно плоскости проекции и возможности быстрой смены объективов, водило выполнено в форме разрезного кольца с выступом на наружной поверхности каждого сменного объектива вне цилиндрической оправы, винтовая канавка на цилиндрической оправе образована снаружи двумя выступающими ребрами, а компенсатор зазора между посадочным диаметром объектива и цилиндрической оправой выполнен в виде подпружиненных шариков».

Авт. свид. № 645115, заявка № 2389093/18-10, кл. G03B 3/00, приор. от 01.08.76, опубл. 30.01.79.

Авторы: Ременюк М. Я., Маркин С. Н.

**ПРЕСС ДЛЯ СКЛЕИВАНИЯ КИНОЛЕНТЫ ЛИПКОЙ ЛЕНТОЙ**

«Пресс для склеивания киноленты липкой лентой, содержащей основание с перфорированной матрицей, подвижную планку с блоком пuhanсонов и подпружиненными ножами, снабженными направляющими лапками для липкой ленты, отличающейся тем, что, с целью повышения точности обрезки, ножи установлены на подвижной планке шарнира».

Авт. свид. № 650045, заявка № 1997962/18-10, кл. G03D 15/06, приор. от 19.02.74, опубл. 28.02.74.

Заявитель: Всесоюзный научно-исследовательский кинофотоинститут

Автор: Райцин С. Я.

УДК 778.588.3

Новая базовая модель кинокопировального аппарата оптической аддитивной печати. Воронов Н. И., Голосинский С. Я., Иванов А. П., Пиявский В. Ф., Просвирин Г. Ю., Фридман М. Р. «Техника кино и телевидения», 1980, № 10, с. 3—10.

Рассмотрены направления проектирования базовой модели для нового унифицированного ряда кинокопировальных аппаратов. Приведены технические характеристики разработанного аппарата. Описаны конструкции и работа основных узлов. Ил. 12, список лит. 12.

УДК 778.534.48

Синхронная работа магнитофона с киносъемочным аппаратом. Гельперн Г. А., Карпов И. В. «Техника кино и телевидения», 1980, № 10, с. 11—16.

Рассматриваются способы и системы синхронизации работы магнитофона с киносъемочным аппаратом. Обсуждаются практические вопросы синхронизации звука с изображением (первичная запись, синхронное копирование, киносъемка под фонограмму). Список лит. 5.

УДК 778.534.48

Применение преобразователей временного масштаба для перезаписи и воспроизведения адресно-временного кода. Шенько В. В. «Техника кино и телевидения», 1980, № 10, с. 17—20.

Рассмотрен принцип действия преобразователей временного масштаба, используемых в процессах воспроизведения и перезаписи фонограмм с адресно-временным кодом. Ил. 3, список лит. 7.

УДК 778.553.6

Оптимизация динамических параметров электроприводов постоянного тока для киносъемочных аппаратов. Бедеров В. М., Усыскин Е. И. «Техника кино и телевидения», 1980, № 10, с. 20—24.

Приведен простой и эффективный метод расчета основных параметров регулятора скорости электропривода, обеспечивающий получение наиболее высоких динамических характеристик. Метод разработан на основе современной теории подчиненного регулирования, а также математического моделирования на ЭВМ. Ил. 5, список лит. 5.

УДК 778.23:621.326:546.12]:621.311.6

Источник электропитания кинопроекционных галогенных ламп. Клушкин Г. М., Рябоконь М. Л. «Техника кино и телевидения», 1980, № 10, с. 25—29. Рассмотрены особенности электропитания кинопроекционных галогенных ламп накаливания, используемых в передвижных киноустановках. Описан источник питания, разработанный на основе ограничения напряжения на галогенной лампе накаливания при превышении номинального значения. Приведены экспериментальные данные испытаний источника питания при работе с лампой КГМ 24-250. Ил. 7, список лит. 1.

УДК 77.027.2

Регенерация серебра из серебросодержащих вод с помощью непрерывнодействующих сепараторов. Коблов В. М., Лемешенко В. Т. «Техника кино и телевидения», 1980, № 10, с. 29—31.

Исследована возможность снижения потерь серебра с серебросодержащими водами предприятий кинофотоматериалов за счет использования вместо применяемого производственного оборудования — сепараторов и отстойников — непрерывнодействующих центробежных сепараторов типа НВ (с 10—15 до 1,6 г/м<sup>3</sup>). Табл. 2, ил. 2, список лит. 8.

УДК 621.387.132:535.6

Анализ цветных изображений с помощью зональных спектральных характеристик. Дмитриев А. Я., Буймиструк Г. Я. «Техника кино и телевидения», 1980, № 10, с. 36—43.

Рассматриваются некоторые особенности анализа изображений в цветных репродукционных системах. Обосновывается возможность использования селективных фотопреобразователей, у которых не перекрываются характеристики спектральной чувствительности. Табл. 4, ил. 6, список лит. 28.

УДК 621.397.2.037.372

Достоверность передачи дискретной информации по ТВ каналам. Резницкий М. С. «Техника кино и телевидения», 1980, № 10, с. 43—46.

Рассмотрены возможности повышения помехоустойчивости систем передачи дискретной информации по каналам вещательного ТВ. Показано, что существенное повышение помехоустойчивости без значительного усложнения аппаратуры возможно при передаче декоррелированного сигнала кодом, исправляющим хотя бы одну ошибку. Табл. 1, список лит. 1.

УДК 621.397.3:621.372.55

Быстрая коррекция ТВ трактов с отображением частотных характеристик. Радикайнен Я. М. «Техника кино и телевидения», 1980, № 10, с. 46—48.

Описанная коррекция действует в следящем режиме во время передачи по тракту ТВ передач и имеет быструю сходимость. Ил. 2, список лит. 2.

## Рефераты статей, опубликованных в № 10, 1980 г.

УДК 621.397.13:778.4

Качество сепарации и цветоанализ в однообъективной передающей стереоцветной ТВ камере с кодирующим модулем в оптическом узле. Дуклау В. В. «Техника кино и телевидения», 1980, № 10, с. 48—51.

Рассмотрены вопросы сепарации и анализа цвета в однообъективной стереотелевизионной камере с кодирующим оптическим модулем. Приведен теоретический анализ и данные эксперимента. Табл. 2, ил. 3, список лит. 5.

УДК 621.397.61.006-182.3

Передвижная ТВ видеозаписывающая станция ПТВС—ЗЦТ. Зембickая Т. М., Куланич Т. В., Нелипа В. И., Шляхов Ю. З. «Техника кино и телевидения», 1980, № 10, с. 52—53.

Дано описание передвижной телевизионной видеозаписывающей трехкамерной станции ПТВС-ЗЦТ. Станция оснащена ТВ аппаратуей третьего поколения. Ил. 2, список лит. 5.

УДК 654.19:796.092.1(100)

Телевещание Олимпиады-80, коротко об итогах. Чирков Л. Е. «Техника кино и телевидения», 1980, № 10, с. 54—55.

Приведены некоторые данные, характеризующие работу, проделанную Олимпийским телерадиокомплексом во время XXII Олимпийских игр.

УДК 778.535.7

Установка для выполнения цветных вступительных надписей на игровых фонах УЦН-35. Друкой О. В., Волокушин В. Г., Рябов В. И. «Техника кино и телевидения», 1980, № 10, с. 56—59.

Описана установка УЦН-35, на которой с крупноформатных заготовок надписей, совмещаемых посредством оптической системы, выполняют съемку цветных вступительных надписей в одну экспозицию. Рассмотрены технологические этапы работы на установке. Ил. 2, список лит. 3.

УДК 621.385.832.534.4

Пироэлектрические видиконы. Малахов И. К. «Техника кино и телевидения», 1980, № 10, с. 60—66.

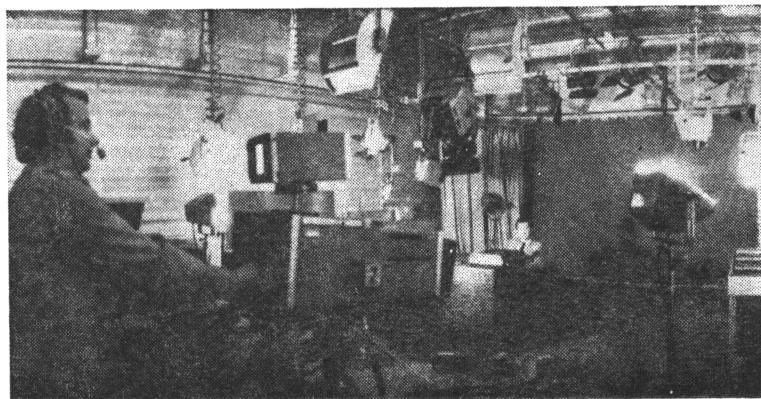
Рассмотрены особенности устройства и работы зарубежных пироэлектрических видиконов, приведены основные параметры существующих трубок и оценены перспективы их дальнейшего улучшения. Табл. 3, ил. 13, список лит. 18.

Технический редактор Л. Тришина

Т-15288 Сдано в набор 16.08.80 Подписано к печати 16.09.80  
Формат 84×108/16 Печать высокая 5 п. л. (8,4 усл.)  
10,37 уч.-изд. л. Тираж 5700 Заказ 1995 Цена 68 коп.

Чеховский полиграфический комбинат Союзполиграфпрома  
Государственного комитета СССР  
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли  
г. Чехов Московской области

# Телеаудитория Олимпиады-80



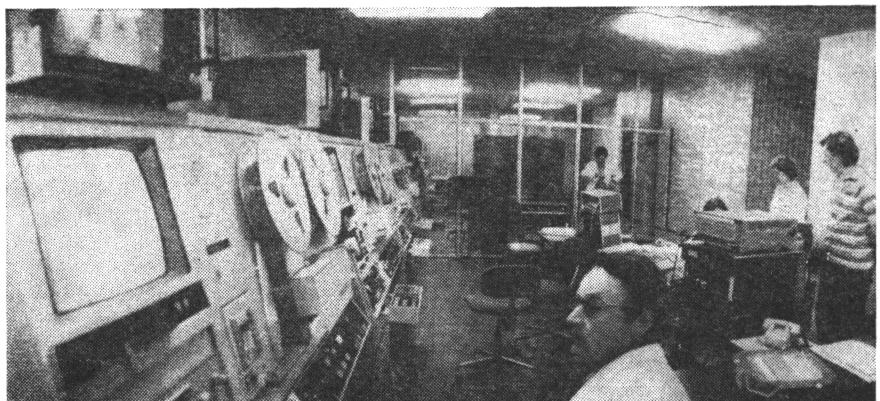
Советская ТВ камера КТ132 в студии аппаратно-программного блока

Среди 5500 аккредитованных журналистов около 3000 были электронными журналистами.

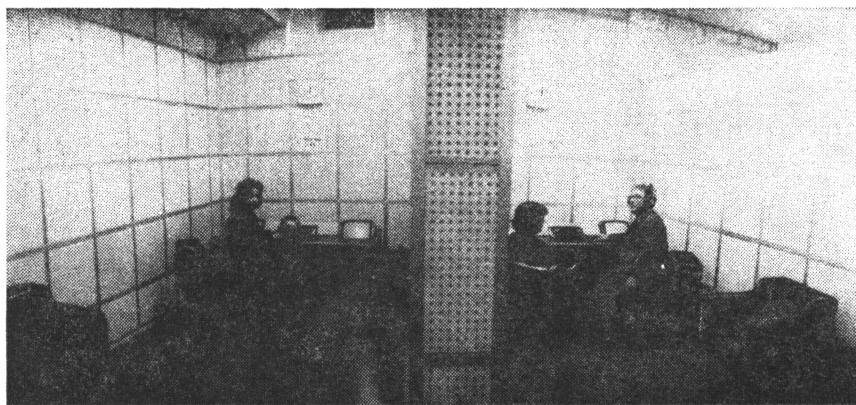
Ежедневно готовилось 20 международных ТВ программ.

Самые строгие экзаменаторы — телезрители единодушно поставили высокую оценку программам Олимпийской Москвы.

Советские специалисты в кратчайшие сроки спроектировали, построили и оснастили Олимпийский телерадиокомплекс аппаратурой третьего поколения. В его аппаратных и блоках во время Олимпиады работали специалисты многих стран.



Аппаратная блока видеозаписи. Видеомагнитофоны «Кадр-ЗПМ»



Комментаторские места блока комментария с экрана кинескопа

70972

Советские кинематографисты и  
фотографы на съезде  
Союза кинематографистов СССР  
в г. Баку 20—24 октября 1980 г.  
Фото: Ю. Смирнов



Советские кинематографисты и

«МПС-фото». кинофотокомбинат «Ленфото» при складе комбината

Техника кино и телевидения, 1980, № 10, 1—80.

Цена 68 коп.

