

**Т**

**ТЕХНИКА**

**КИНО**

**И**

*Лаборатория*

**№ 3**

**1982**



*Журналу*

*«Техника кино и телевидения»*

*25 лет*

Выпущено **300** номеров журнала. Ежегодно в журнале выступают со статьями около **400** авторов из институтов, конструкторских организаций, различных предприятий кинематографии и телевидения.



Журнал распространяется в **30** странах.



В **1976** г. журнал награжден **Международным Почетным дипломом UNIATEC.**

## СОДЕРЖАНИЕ

К 60-летию СССР	
О музее отечественной киноаппаратуры	3
В. И. Ушагина. Наши итоги и задачи. К 25-летию журнала «Техника кино и телевидения»	5
<b>НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ</b>	
Г. В. Величко, Н. Г. Геодакян. О снижении загрязнения атмосферного воздуха промышленными отходами кинокопировальных фабрик	9
В. Ф. Гордеев, С. З. Шахин. Некоторые вопросы внедрения нового оптимального ряда вспомогательного операторского оборудования	13
Е. М. Шляхтер. Допустимые цветофотографические характеристики при съемках со смешанным освещением	16
А. А. Миллер, А. Р. Пригожин, А. А. Чернявская. Индикатор уровня звуковых сигналов	21
А. А. Терепинг. Бинауральные фазовые сдвиги в стереофонии	27
Н. Г. Григорьева, В. В. Суроегина, И. М. Теряева, И. И. Элиасберг. Абразивно-магнитные ленты для обработки и контроля магнитных головок и лентопротяжных механизмов	28
Л. Б. Брайнин, Л. Г. Гросс, В. А. Рудаков, М. М. Харитонова. Прибор для определения объемного набухания желатиновых слоев киноматериалов	30
М. П. Варзумова. Повысить эксплуатационный ресурс фильмокопии	32
Д. М. Анчугов, П. И. Жовтяк, А. Я. Куперман, В. Б. Мунькин, Л. Г. Тарасенко. Пристендовая киноустановка ЗСУДП-М «Фестиваль»	36
А. Х. Шакиров. Экспериментальное исследование эффективности суперпозиционных голограмм	40
* * *	
П. В. Шмаков. Уроки истории телевидения	43
* * *	
М. И. Кривошеев, С. И. Никаноров, В. А. Хлебородов. Международный стандарт цифрового кодирования ТВ сигналов	49
В. А. Володин, В. Д. Лобанов, Н. Е. Уваров. Экспериментальная ТВ камера на основе ПЗС	54
<b>Из редакционной почты</b>	
С. В. Новаковский. О выборе необходимого числа строк развертки в системе телевидения с высокой четкостью	57
<b>Из производственного опыта</b>	
Итоги конкурса	59
Е. И. Шильман. О нелинейных искажениях на высоких частотах в магнитных фонограммах кинофильмов	59
<b>ЗАРУБЕЖНАЯ ТЕХНИКА</b>	
В. Н. Чесноков. Устройства автоматической фокусировки для фото-, кино- и ТВ камер	63
<b>РЕФЕРАТИВНЫЙ ОТДЕЛ</b>	
<b>НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХРОНИКА</b>	
Использование техники динамических киносъемок	78
Научно-техническая конференция в Ленинграде	79
Вечер встречи с ветеранами столичного телевидения	79
* * *	
Рефераты статей, опубликованных в № 3, 1982 г.	80



Ежемесячный научно-технический журнал Государственного комитета СССР по кинематографии

ИЗДАЕТСЯ С 1957 ГОДА

1982  
№ 3  
Март

Главный редактор В. И. Ушагина

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

В. В. Андреянов, М. В. Антипин, И. Н. Александр, С. А. Бонгард, В. М. Бондарчук, О. И. Иошин, Г. Л. Ирский, С. И. Катаев, В. В. Коваленко, В. Г. Комар, М. И. Кривошеев, В. В. Макарец (зам. главного редактора), В. Г. Маковеев, Ю. А. Михеев, С. И. Никаноров, С. М. Проворнов, Т. Ю. Розинкина, И. А. Росселевич, В. Л. Трусьюко, В. Г. Чернов, Л. Е. Чирков (отв. секретарь), Г. З. Юшквичюс.

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

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

МОСКВА, «ИСКУССТВО»  
Собиновский пер., д. 3

© «Техника кино и телевидения», 1982 г.

# CONTENTS

## To 60-th Anniversary of the USSR.

- On the museum of motion picture equipment . . . . . 3  
**V. I. Ushagina.** Our results and tasks. To 25-th Anniversary of *Technika kino i televideniya* magazine . . . . . 5

## SCIENCE AND TECHNIQUE

- G. V. Velichko, N. G. Geodakyan.** On decrease of atmospheric air pollution by production wastes from printing stations . . . . . 9  
 Technological wastes content from printing stations is established and their quantitative estimation is given. The characteristic for sources of deleterious agents discharge at cinematography plants is considered.
- V. F. Gordeev, S. Z. Shakhin.** Some problems for introducing a new optimum series of auxiliary equipment for cameramen . . . . . 13  
 The main tasks for developing, industrial output and introducing a new nomenclature series of a auxiliary equipment for cameramen at motion picture studios have been considered.
- E. M. Shlyakhter.** Acceptable color-photographic characteristics when shooting with mixed illumination . . . . . 16  
 Acceptable values for color-photographic differences of object illumination, allowing to solve the problems of combining spectrozonal composition for various light sources at motion picture color shot, have been established. The examples for their practical application are given.
- A. A. Miller, A. R. Prigozhin, A. A. Chernyavskaya.** Indicator for sound signals level . . . . . 21  
 The parameters for level indicator are analyzed. Multichannel electron indicators are considered; their comparative characteristics are given.
- A. A. Tereping.** Binaural phase shifts in stereophony . . . . . 27  
 The experiments to find out the role and thresholds for perceiving binaural phase shifts in stereophony are considered. The necessity for accounting perception of these shifts under professional selection of photography and sound directors is given.
- N. G. Grigorieva, V. V. Surogina, I. M. Teryaeva, I. I. Eliasberg.** Abrasive — magnetic tapes for treating and controlling of magnetic heads and film feed mechanisms . . . . . 28  
 The data on abrasive — magnetic tapes, developed at VNIITR and designed for treating and cleaning film feed mechanisms in magnetic tape-recorders with simultaneous control of tape-recorder parameters, are given.
- L. B. Brinin, L. G. Gross, V. A. Rudakov, M. M. Kharitonova.** A device for determining volumetrical swelling of gelatin layers in motion picture-photographic materials . . . . . 30  
 The functional diagram for the device is given; based on periodic measurement of swelled polymer layer thickness by contact method and automatic registration of the value to be measured, the principle of its operation has been considered. The range for measuring values is 0—200.
- M. P. Varzumova.** To increase maintenance resources of release prints . . . . . 32  
 The reasons for release prints wear during maintenance and the ways to increase their service life are considered.
- D. M. Anchugov, P. I. Zhovtyak, A. Ya. Kuperman, V. B. Mun'kin, L. G. Tarasenko.** Motion picture equipment 35 УДП-М "Festival" for a stand . . . . . 36  
 Modernization of automatic exhibition motion

- picture equipment with ring bifilar magazines, capacity 300m, done by NPO "Ecran" and NIKFI to increase noticeably the reliability for operation of motion picture equipment and motion picture film life-time, has been considered. The main technical data for modernized motion picture equipment are given.
- A. Kh. Shakirov.** Experimental study for the efficiency of superposition holograms . . . . . 40  
 The data on scheme and results of experiment, where the dependence of diffraction efficiency for superposition holograms, are given.  
 \* \* \*
- P. V. Shmakov.** Lessons of television history . . . . . 43  
 \* \* \*
- M. I. Krivosheev, S. I. Nikanorov, V. A. Khleborodov.** International standard for digital coding TV signals . . . . . 49  
 The first recommendation for digital coding of video signals in TV digital booth — studio blocks («TV studios»), accepted in February, 1982 at XV Plenary Assembly CCIR, is considered in all the details. In the above recommendation it is pointed out that in future digital booth-studio block all over the world one should use the base standard 4:2:2, providing for separate 8-digit coding of brightness signal and two color-variation signals with sample rates 13,5 and 6,75 mHz, correspondingly. Additional information from two special CCIR reports explaining separate items of the new recommendation has been given.
- V. A. Volodin, V. D. Lobanov, N. E. Uvarov.** Experimental TV camera based on charge-coupled devices (CCD) . . . . . 54  
 TV camera on CCD with specialized controlling integral circuits based on technology has been considered.
- From Editorial Mail**
- S. V. Novakovsky.** On the selection of necessary number of scanning lines in high contrast television systems . . . . . 57
- From Production Experience**
- Results of the competition . . . . . 59
- E. I. Shil'man.** On non—linear distortions at high frequencies in magnetic sound tracks of motion pictures . . . . . 59  
 By double tone method the overloading capacity for 35-mm perforated magnetic tapes within mean- and high frequency ranges has been evaluated. The process of distortions summing at medium and high frequencies in sound tracks, recorded and copied with various levels on different apparatus, has been studied.
- ## FOREIGN TECHNIQUE
- V. N. Chesnokov.** Automatic focusing devices for photo-motion picture and TV cameras . . . . . 63  
 The analysis for modern state of the problem of automatic photo-motion picture cameras focusing has been given. The comparative characteristics for objective sharp focusing systems of active and passive type are considered.
- ABSTRACTS** . . . . . 70
- SCIENTIFIC-TECHNOLOGICAL NEWS** . . . . . 79

## О музее отечественной киноаппаратуры

Дореволюционная Россия имела около 1000 кинотеатров в больших городах Европейской части и несколько небольших киностудий в Москве и Петербурге. Киноаппаратура, киноплёнка и реактивы для ее химико-фотографической обработки покупались за границей, своего производства не было. Кинотеатры были оборудованы аппаратурой главным образом французской фирмы «Патэ» и значительно меньше фирмы «Гомон».

27 августа 1919 г. В. И. Лениным был подписан декрет Совета народных комиссаров о национализации частных кинопредприятий и передаче их в ведение Народного комиссариата по просвещению. С этой даты начинается эпоха развития Советского кинематографа. Доходчивая форма, массовость кинематографа открывали широкие возможности его использования как мощного средства коммунистического воспитания трудящихся нашей страны. В. И. Ленин дал высокую оценку кинематографу: «Из всех искусств для нас важнейшим является кино».

Партия и Правительство уделяли большое внимание развитию кинематографа и несмотря на исключительно тяжелое время для нашей Родины [1919—1921 гг.] выделяли большие средства для его развития.

Перед кинематографом были поставлены задачи: сделать его активным средством борьбы за построение социалистического общества; кинематограф должен быть массовым, причем указывалось на необходимость скорейшего создания киноустановок в сельской местности и отдаленных восточных районах страны, жители которых совершенно не видели кинокартин. Решение этих огромных задач настоятельно требовало создания материально-технической базы кинематографа, подготовки творческих кадров, инженерно-технических работников и большого количества киномехаников.

Перед советскими кинотехниками была поставлена задача освоения и выпуска киноплёнки и наиболее массовой кинопроекционной аппаратуры. Работники отечественной кинематографии провели огромную, подлинно творческую работу по созданию материальной базы советского кинематографа. Трудно переоценить заслуги энтузиастов-кинематографистов, которые в условиях разрухи нашли силы и возможности для разработки и изготовления киноаппаратуры.

До недавнего времени в нашей стране не имелось музея развития материально-технической базы кинематографа. Первый шаг в этом направлении сделан кафедрой киноаппаратуры Ленинградского института киноинженеров. В 1978 г. институт получил новый учебно-производственный корпус, в котором ректоратом было выделено специальное помещение для создания первой очереди музея отечественной кинотехники.

Трудны были пути изыскания и подбора экспонатов; вследствие крайне тяжелого положения с учебными и производственными помещениями старого корпуса института многие первые модели киноаппаратуры сохранить не удалось. Несмотря на это уже сейчас музей может гордиться рядом своих экспонатов, многие из которых предоставлены родственными предприятиями и частными лицами.

Среди экспонатов музея проекционная головка первого стационарного кинопроектора [по типу «ПАТЭ»], выпущенного в 1919 г. Оптико-механическими мастерскими Петро-

града. Многие кинотеатры того времени были оснащены кинопроекционными аппаратами с такой головкой.

В дар музею Институт физиологии имени академика И. П. Павлова передал в полном комплекте первую отечественную 35-мм кинопередвижку ГОЗ, выпущенную Государственным оптическим заводом в Петрограде в 1923 г. Колоссальна роль данного кинопроектора в кинофикации нашей Родины. Эта кинопередвижка имела динамо-машину с ручным приводом, что дало возможность широкого показа фильмов в сельской местности, где еще не было электричества. Долгую жизнь прожил кинопроектор ГОЗ. Вплоть до Великой Отечественной войны [и во время войны] он верно служил пропаганде советского киноискусства, помогал нести идеи В. И. Ленина в народные массы. Естествен тот большой интерес, который вызывает кинопередвижка ГОЗ у посетителей музея.

В Научно-исследовательском кинофотоинституте удалось отыскать головку первого стационарного 35-мм отечественного кинопроектора ТОМП-4, выпущенного Трестом оптико-механической промышленности в 1926 г. и являвшегося основным стационарным кинопроектором в течение многих лет. Еще и сейчас в некоторых профсоюзных киноустановках можно обнаружить этот замечательный аппарат оригинальной советской конструкции. Время не донесло до нас имен конструкторов кинопроекционных аппаратов ГОЗ и ТОМП-4, но несомненно, для своего времени оба проектора были технически прогрессивными.

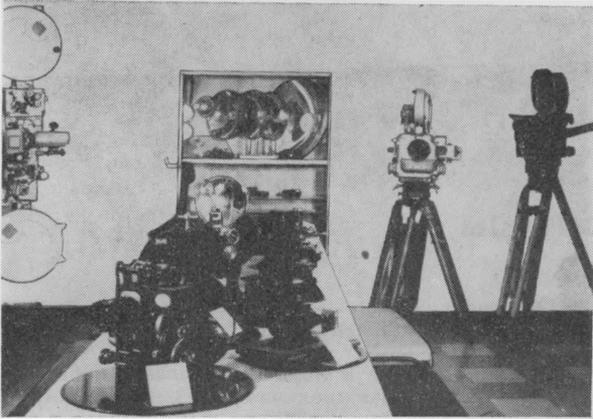
На выставке представлены некоторые звуковые блоки [СМ-1, 35-ЗГВ] к кинопроектору ТОМП-4, которые позволили в эру звукового кино использовать очень распространенный к началу 30-х годов немой стационарный кинопроектор. И сейчас удивительны изобретательность и гибкость мысли советских конструкторов, сумевших быстро, с минимальными экономическими затратами дать возможность переоборудовать благодаря указанным блокам гигантскую кинематографическую сеть Советского Союза для воспроизведения звуковых картин.

Очень большой интерес у посетителей музея вызывает одна из первых моделей 35-мм звуковой кинопередвижки «Гекорд» [дар НИКФИ].

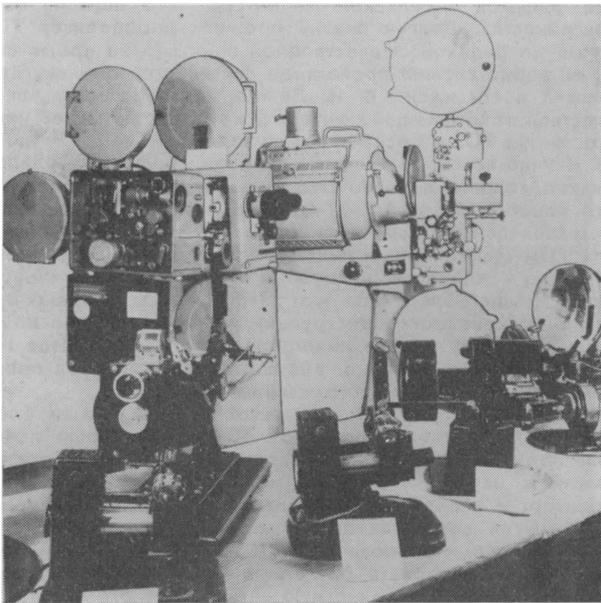
Эта оригинальная конструкция лежит в основе всех выпущенных до настоящего времени советских передвижных кинопроекционных аппаратов, по ряду показателей она превосходит лучшие современные образцы кинопередвижных аппаратов иностранного производства.

Достаточно полно в музее представлена отечественная 16-мм кинопроекционная аппаратура. Первый немой проектор УП-2, первый звуковой проектор 16-ЗП-1 и его дальнейшие модификации показывают основные пути развития узкоплечного кинематографа в нашей стране. Любопытно отметить, что все перечисленные выше кинопроекционные аппараты — советские конструкции, которые и сейчас представляют значительный интерес, и не только для эксплуатационников, но и для разработчиков новых конструкций кинопроекционной аппаратуры.

В музее имеется отдел, посвященный отечественной киносъёмочной аппаратуре. Здесь мы имеем широко распространенный в свое время ручной киносъёмочный аппарат КС-5, сыгравший большую роль в создании кинолетописи Советского государства. Этим аппаратом запечатлены



Общий вид экспозиции

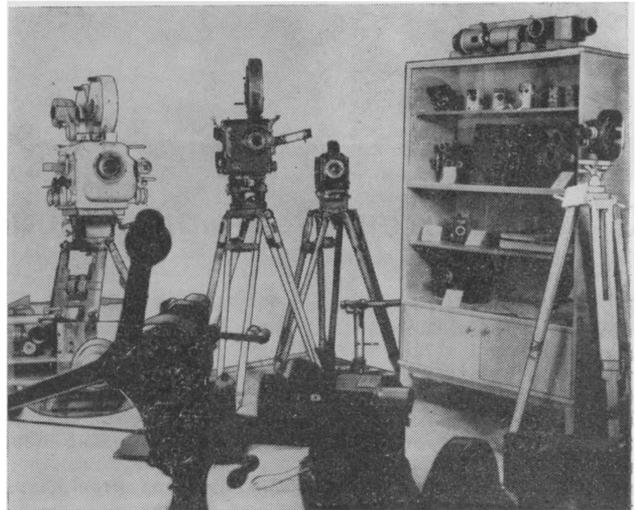


Экспозиция кинопроекторной аппаратуры. На переднем плане кинопередвижка ГОЗ и узкоплечный кинопроектор УП-2

достижения советского народа в предвоенные годы, события Великой Отечественной войны. В музее представлен первый советский синхронный киносъёмочный аппарат «Москва», аппарат для хроникальных съёмок «Родина» и многие другие, сыгравшие значительную роль в развитии советской кинотехники.

Экспозиция музея содержит большое количество любительской съёмочной и проекционной аппаратуры, в том числе первый серийно выпущенный в 1947 г. заводом «Ленкинап» любительский съёмочный аппарат 16С-1.

В музее представлено также несколько моделей первых отечественных звукозаписывающих аппаратов.



Экспозиция киносъёмочной аппаратуры. Справа, на штативе ручная киносъёмочная камера КС-4

В настоящее время на кафедре киноаппаратуры имеются многие современные образцы кинопроекторной, киносъёмочной и звукозаписывающей аппаратуры. Однако вследствие ограниченной площади музея эти модели пока находятся в соответствующих лабораториях.

В состав экспонатов музея входит и действующая стереокиноустановка системы «Стерео-70», созданная при помощи стереолаборатории НИКФИ, а также экспозиция голограмм, размещённых в лабораториях кафедры.

В музее имеются альбомы с описанием киноаппаратуры, пока еще не представленной для экспозиции, собираются сведения о конструкторах первых советских киноаппаратов и их фотографии.

Музей имеет большое значение в учебно-воспитательной работе института. История развития отечественной кинотехники имеет много ярких страниц, гордиться которыми нужно и должно.

Мы считаем, что музей киноаппаратуры ЛИКИ может стать основой создания Центрального музея кинотехники нашей страны. Музеи кинотехники уже имеются в ряде стран, например в ЧССР.

В заключение выражаем глубокую благодарность ряду организаций [в первую очередь НИКФИ], а также частным лицам, предоставившим в распоряжение музея некоторые уникальные образцы киноаппаратуры прошлых лет. Одновременно мы обращаемся ко всем с просьбой о помощи в обогащении нашего музея образцами киноаппаратуры старых моделей. У нас нет полного комплекта кинопроекторов ТОМП-4, КЗС-22, ряда моделей кинопередвижек типа К и др.; возможно, где-то имеются киносъёмочные аппараты «Конвас-1», КС-21, ЦКС. Очень важно иметь в музее киносъёмочные аппараты, которые были использованы для киносъёмок шедевров советского киноискусства. Мы будем благодарны и за предоставленные нам сведения о разработках первых образцов киноаппаратов, их конструкторах, старые фотографии.

О. Ф. Гребенников, С. М. Проворнов

---

# Наши итоги и задачи. К 25-летию журнала «Техника кино и телевидения»

1

Перелистывая страницы первых выпусков нашего журнала, мы вспоминаем характерные особенности кинематографии и телевидения пятидесятых годов, наиболее заметные задачи науки и техники кино и телевидения, которые решались учеными, конструкторами, специалистами промышленности в те годы. В кинематографии — техническое перевооружение кинопромышленности, студий и киносети, расширение материальной и производственной базы, начало развития новых видов кинематографа с увеличенными и измененными форматами экранного изображения, строительство кинотеатров с залами большой вместимости.

Пятидесятые годы для телевидения — это начало широкой телефикации Советского Союза, быстрое развитие техники телевидения. Основное место в программах телевизионного вещания того времени занимают передачи различных кинофильмов. Телевидение использует опыт кинематографа, в производстве кинофильмов начинают применяться телевизионные средства, взаимодействие кинотехники и ТВ техники перспективно.

В этих условиях было принято решение об издании Министерством культуры СССР нового научно-технического журнала «Техника кино и телевидения». Журнал начал выходить с 1957 года. При образовании Государственного комитета по кинематографии в 1963 году журнал стал его органом.

Перед журналом стояла главная задача — всемерное содействие в развитии и освоении передовой техники кинематографии и ТВ вещания. Журнал был призван освещать научно-технические проблемы развития техники кинематографии и телевидения, способствовать постановке новых перспективных научных и технических проблем, обсуждать и определять направления в решении важных и разнообразных задач в свете партийных и государственных директив.

Журнал считал своей непрелюбленной обязанностью способствовать обмену опытом предприятий, научно-исследовательских, конструкторских и других организаций, разрабатывающих, производящих и использующих кино- и теле-технику, содействовать развитию изобретательской мысли и творческой инициативы.

Журнал ставит целью постоянную информацию своих читателей о мероприятиях научно-технических органов, общественных и творческих организаций в Советском Союзе и за рубежом, представляющих профессиональный интерес.

Соответственно задачам определялся состав разделов и рубрикации журнала и формировался его профиль. Постоянными отделами журнала с первых номеров его выпуска и поныне являются: общие проблемы развития техники кино и телевидения, научно-технический, обмен опытом, зарубежная техника и реферативный, библиография, научно-техническая хроника.

Тематика основного научно-технического отдела определялась спецификой кинотехники и техники ТВ вещания:

техника и технология киносъемки, техника и технология звукозаписи, технология и оборудование химико-фотографической обработки фильмовых материалов, техника и технология кинопоказа, студийная аппаратура и оборудование телецентров, аппаратура для внестудийных передач, передающие и приемные ТВ трубки, технология ТВ вещания, замкнутые ТВ системы в производстве кинофильмов.

В организации журнала и формировании его структуры активно участвовали А. Ф. Баринов, В. И. Успенский (бывший директор НИКФИ), П. В. Козлов. Журнал адресовался широкому кругу научных и инженерно-технических работников кинематографии и телевидения.

2

Прошло двадцать пять лет и вышло в свет 300 выпусков журнала. Новая техника, планы развития производственно-технической базы, проблемы производства, научно-технические статьи, обзоры передовой зарубежной техники, информация — все публикации в журнале в определенные отрезки времени представляют полную картину деятельности ученых и специалистов организаций кинематографии и телевидения и смежных областей.

Раз в пять лет на своих страницах журнал представлял читателям обобщенный материал, анализирующий содержание журнала, основные его тематические направления, недостатки и упущения. Тем не менее хотелось бы остановиться на некоторых тематических направлениях, ибо журнал не только представлял и широко пропагандировал новую передовую технику, он был и непосредственным участником в формировании новых научно-технических направлений.

За двадцать пять лет в научно-технический отдел журнала поступило более шести тысяч статей. Они были рассмотрены и составили основу тематики. В первые годы издания журнала значительное место занимали статьи о технике широкоэкранный, панорамный и широкоформатного кинематографа, статьи, посвященные обоснованию размеров киноизображения, разработке и производству аппаратуры. Вместе с новыми решениями вопросов экранного изображения разных форматов, разрабатывались и внедрялись стереофонические системы звукового оформления фильмов. В шестидесятых годах в статьях журнала были обобщены и проанализированы новые направления в развитии кинематографа. Это направление возглавили серией статей Е. М. Голдовский, П. Г. Тагер, М. З. Высоцкий и другие авторы.

Постоянное внимание уделялось публикации материалов о развитии отдельных отраслей, о новых киностудиях и телецентрах, цехах и лабораториях. На страницах журнала рассматривался ряд общих теоретических проблем, например принципы оценки передающих и воспроизводящих систем с позиций теории информации, проблемы повышения качества цветного изображения в кино и телевидении, оценка фотографических материалов и других носителей

изображения, оценка кинематографической системы в отдельных ее звеньях.

Телевизионная тематика ограничивалась вопросами, относящимися к видеочастотным участкам ТВ тракта, но и при этом, как показала практика, задачи журнала оказались обширными и значительными. Наибольшее внимание уделялось технике и технологии ТВ центров, диктовавшееся бурным развитием сети ТВ вещания в шестидесятых и семидесятых годах, развитием цветного телевидения, оснащением телецентров новой сложной техникой.

На страницах журнала в этот период появилась новая тематика — космическое телевидение. Еще в 1960 году в нашем журнале напечатаны первые статьи о перспективах использования искусственных спутников Земли для ТВ вещания: «К вопросу использования спутников Земли для телевидения» П. В. Шмаков, 1960, № 4, «Некоторые перспективы развития техники телевизионного вещания» С. И. Катаев, 1960, № 6, о фотографировании обратной стороны Луны с помощью фототелевизионного устройства, а затем об использовании спутников «Молния», «Радуга», «Экран», «Горизонт» и наземных станций «Орбита», «Экран», «Москва» для расширения возможностей ТВ вещания.

В течение 1977—1980 гг. публиковалась серия статей о ТВ технике Олимпиады-80. Большая часть статей прошла под рубрикой «Телекинетехника Олимпиады-80». В этой серии широко и подробно показана вся огромная работа от проектирования Олимпийского телерадиокомплекса до полной реализации всей техники и ТВ вещания Олимпийских игр. Одна из особенностей этих работ в том, что создан комплекс нового (третьего) поколения аппаратуры цветного телевидения, которой сейчас оснащаются телецентры нашей страны. Вел эту тематику Л. Е. Чирков.

На страницах журнала формировалось направление кинотелевизионной тематики. Редакция стремилась полнее выявить научно-технические сферы взаимодействия кино и телевидения. Все работы в этой области, выполнявшиеся в институтах, на киностудиях, телецентрах, на производстве у нас и за рубежом, освещались в нашем журнале. Семидесятые годы характерны появлением и быстрым внедрением в технику записи, воспроизведения и передачи изображения на магнитной видеоленте, оказавшей существенное влияние на ТВ вещание, технологию производства кино- и телефильмов. Этому весьма прогрессивному направлению видеотехники журнал уделял пристальное внимание и намерен развивать его и в дальнейшем.

Заметен интерес читателей к материалам, раскрывающим взаимосвязь кинотехники и киноискусства: влияние современной техники на изобразительное и звуковое решение фильма, с одной стороны, и требования работников киноискусства к созданию и обогащению новыми техническими средствами кинематографии, с другой. В этом смысле выступления кинооператоров и звукооператоров, рассказывающих об опыте своей работы на конкретных фильмах, обсуждение, порой дискуссионное, острых проблем улучшения изобразительного и звукового качества фильмов одинаково полезны и создателям фильмов и создателям кинотехники.

Хотелось бы отметить интересные выступления в журнале кинооператоров А. Н. Москвина, Л. В. Косматова, С. П. Урусевского, Е. В. Шапиро, Ю. Г. Ильенко, Д. Д. Месхиева, Э. А. Розовского, В. Г. Чумака, Д. А. Долинина, В. М. Шумского, Ю. С. Гантмана, И. А. Грицюса, А. В. Моцкуса, Л. Б. Ахвледзани, Т. Д. Логиновой, Б. А. Смирнова, Ю. А. Силларта и других. Инициативно и интересно работал с кинооператорами Я. Л. Бутовский. Кстати заметим, что в 1981 г. журнал учредил специальный приз кинооператору «За оригинальное использование техники в изобразительном решении фильма». На XII Московском международном кинофестивале этот приз присужден французскому кинооператору Ф. Русселю, снявшему фильм «Дива».

Большим интересом читателей — специалистов отмечен выпуск нескольких тематических номеров журнала, составленных на базе всесоюзных научно-технических конферен-

ций: «Электроника в кинематографии», 1974, № 9; «Звук в фильме и звукотехника кинематографии», 1978, № 8; «Кинотехника в изобразительном решении фильма», 1979, № 9; «Вычислительная техника и системы управления в кинематографии», 1981, № 9. В этих тематических выпусках читатель мог получить информацию о современном состоянии конкретной области знаний и ее проблемах, ознакомиться с работами соответствующих лабораторий и предприятий.

Современный научно-технический журнал не может оставаться в стороне от вопросов, которые волнуют работников отрасли. С большим или меньшим успехом организовывались дискуссии, мы старались выснить точку зрения специалистов по тем или иным проблемам и таким образом способствовать выбору наиболее правильных решений. Примером такого эффективного обмена мнениями была дискуссия на тему: Каким должен быть современный киносъемочный аппарат. Выступления на страницах журнала специалистов киностудий, КБ, институтов и кинооператоров помогли выработать техническую политику в этой области, наметить номенклатурный ряд профессиональной съемочной аппаратуры, а следующие за этим конструкторские разработки дали возможность подготовить к производственному выпуску новую аппаратуру.

В дискуссии под рубрикой «Киностудия — кинотеатр» ставилась цель — рассмотреть ближайшие и некоторые прогнозируемые направления в кинематографии. Затрагивались проблемы не только научно-технического характера, но и прогнозы функционирования кинотеатра в эпоху телевидения, основанные на социологических исследованиях. Главный вывод, к которому пришли авторы таких статей, состоит в том, что перед кинематографией стоит задача совершенствования всей деятельности, ее качественного самопреобразования, достижения высокого уровня кинопроизводства и обслуживания зрителей.

Особо хотелось бы обратить внимание на статьи по экономике и организации производства, систематическая публикация которых началась с конца шестидесятых годов. Статьи об укреплении экономических связей между отраслями кинематографии, экономической эффективности новой техники в кино и телевидении, использовании новых средств в организации производства и его управлении помогают, как нам кажется, плодотворному взаимодействию техники и экономики. Помогал вести эту тематику в журнале член редколлегии В. Г. Чернов, активно участвовали главные инженеры киностудий Б. Н. Коноплев, И. Н. Александр, Б. А. Попов, В. В. Коваленко и другие.

Последние десять лет отмечены знаменательными событиями в жизни всего советского народа, в истории кинематографии и телевидения: исполнилось 60 лет свершения Великой Октябрьской социалистической революции, 60 лет советского кино, 50 лет советского телевидения. На своих страницах журнал представил картину становления и развития отечественной кинотехники, создания материально-технической базы советской кинематографии, историческую хронику важнейших событий в науке и технике кинематографа и телевидения, участия кинематографистов в победе над фашизмом, возникновения и бурного развития советского телевидения.

Работа редакции с большим коллективом авторов над историческими материалами и последующие публикации в журнале дали возможность показать огромную созидательную работу, вспомнить имена ученых, специалистов и организаторов, энтузиазм которых помогал выполнять важные и нередко трудные задачи создания кинематографа и телевидения в Советской стране.

В нашем выступлении мы не ставили задачи дать всеобъемлющий обзор прошедших публикаций материалов, однако хотелось бы подчеркнуть, что все статьи о развитии техники кино и телевидения в нашей стране, в странах социалистического содружества и капиталистических странах с наиболее развитыми кинематографией и телевидением имели не просто информационное значение. Они помогли нашим специалистам выполнять конкретные научные и про-

изводственные задачи, они были пособием для осмысливания и использования новых сведений на разных участках работы.

Особое внимание уделялось публикациям, способствующим обмену производственным опытом. В целях повышения творческой активности специалистов в работах по достижению высоких показателей эффективности производства, модернизации оборудования и технологических процессов, более широкому распространению передовых методов организации производства и труда журнал в 1980—1981 гг. провел конкурс на лучшую публикацию «Из производственного опыта». Результаты конкурса публикуются в этом номере журнала.

Те или иные успехи складываются не только благодаря работе редакции и редколлегии журнала, но и объединенными усилиями авторских коллективов НИКФИ, ВНИИТра, ЛИКИ, ВНИИТа, киностудий «Мосфильм», «Ленфильм», Киевской им. А. П. Довженко, им. М. Горького, ЦКБК, МКБК, ОКБК и предприятий НПО «Экран», а также Госнихимфотопроекта, предприятий «Копирфильма», Технического телевизионного центра, Ленинградского телецентра, Московского и Ленинградского институтов связи и еще многих и многих организаций кино и телевидения и смежных областей.

В журнале широко представлялись работы ученых и инженеров, молодых специалистов. Среди авторов кинематографистов: Е. М. Голдовский, П. Г. Тагер, Н. И. Кириллов, Г. А. Истомин, Д. С. Волосов, Е. А. Иофис, И. Б. Блюмберг, В. В. Фурдуев, В. Г. Комар, Л. Ф. Артюшин, В. А. Бургов, С. М. Проворнов, А. М. Мелик-Степанян, О. Ф. Гребенников, Б. Н. Коноплев, И. С. Голод, В. Г. Пелль, О. И. Иошин, В. Л. Трусько, А. А. Хрущев, Б. Г. Белкин, И. М. Болотников, Г. К. Клименко, Н. Д. Бернштейн, Г. Л. Ирский, И. Н. Осколков, В. Б. Мунькин, Л. Г. Тарасенко, С. А. Бонгард, Б. А. Москалев, А. П. Иванов, Т. В. Величко, Н. С. Овечкис, М. З. Высоцкий, А. Г. Болтянский, Т. А. Новацкая, А. В. Редько, В. В. Андреенов, А. П. Стрельникова, В. М. Бондарчук, А. И. Ган, Г. Ю. Просвирнин, М. Г. Юдин, И. В. Карпов, В. И. Глазунова, С. М. Попова, Э. П. Тарасов, С. А. Соломатин, В. Ф. Гордеев, Е. В. Никульский, В. А. Нестеров, Г. И. Хазанов, А. В. Чернооченко, Ю. А. Михеев, Ю. А. Петренко, Г. В. Александрович, Л. Ю. Решилов и многие другие. Из авторов статей телевизионной тематики: П. В. Шмаков, И. А. Росселевич, С. И. Катаев, Г. В. Брауде, Я. А. Рыфтин, В. Л. Крейцер, Е. Л. Орловский, С. В. Новаковский, И. И. Цукерман, С. Б. Гуревич, М. И. Кривошеев, М. В. Антипин, Н. К. Игнатев, А. С. Селиванов, Г. З. Юшкявичус, А. Б. Штейн, А. В. Штейнберг, А. В. Гончаров, В. И. Щербина, В. Г. Корольков, В. А. Хлебородов, С. И. Никаноров, Е. З. Сорока, Д. П. Бриллиантов, В. М. Палицкий, К. З. Коцушвили, В. Т. Есин, С. В. Сардыко, Б. М. Певзнер, М. А. Грудзинский, Г. С. Вильдгрубе, И. К. Малахов, В. С. Бабенко, Р. М. Атаханов, О. В. Гофайзен, И. И. Шейфис, М. М. Карпинский, К. А. Алексеев, В. Ф. Крылков, В. Г. Распутин, С. А. Балтс и многие другие. На страницах нашего журнала публикуют свои статьи многие зарубежные авторы.

Связь с авторскими коллективами и читателями — постоянная обязанность журнала. Сотрудники редакции непременно участвуют в работе научно-технических конференций, семинаров и симпозиумов, проводят читательские конференции, встречаются со специалистами в институтах, на предприятиях, в секции кинотехники Союза кинематографистов СССР. Эти непосредственные связи равно как и письма читателей с пожеланиями и критическими замечаниями помогают журналу в актуализации публикаций, помогают редакции острее видеть свои недостатки, избегать узких по теме, а порой и отвлеченных от нашей главной тематики статей. Мы благодарим авторов и читателей за сотрудничество.

Вскоре после выхода журнала «Техника кино и телевидения» он стал известен в странах социалистического сотрудничества, а затем к журналу проявился интерес во многих странах Западной Европы и Америки. Статьи из нашего

журнала переводятся в соцстранах, реферируются многими зарубежными журналами. При содействии журнала печатаются статьи советских авторов в иностранных периодических изданиях. «Техника кино и телевидения» имеет постоянные деловые контакты, взаимный обмен представителями редакций с журналом «Бильд унд Тон», участвует в работе Международной организации «Интеркамера». По представлению журнала два советских изделия: универсальная передвижная электростанция УМПЭ-100 для натурных киносъемок и съемочный аппарат в комплекте «Союз» отмечены почетным дипломом и Золотой медалью «Интеркамеры». На страницах журнала постоянно освещается работа Международной организации УНИАТЕК, конференций «Интеркамеры», БКСТС, СМПТИ и других международных конгрессов, а также международных выставок кино- и ТВ аппаратуры и оборудования.

### 3

Главная обязанность журнала — всемерно способствовать развитию актуальных и перспективных направлений кино- и телевизионной техники.

Начало восьмидесятых годов в жизни нашей страны ознаменовалось историческим событием. В 1981 г. проходил XXVI съезд КПСС, принявший постановление «Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 гг. и на период до 1990 года».

Говоря об особенностях восьмидесятых годов и главной задаче одиннадцатой пятилетки, Генеральный секретарь ЦК КПСС Л. И. Брежнев в отчетном докладе съезду отметил: «Страна вступила в новое десятилетие, обладая могучим экономическим и научно-техническим потенциалом, многомиллионной армией подготовленных, преданных делу кадров. Этим определяются наши возможности. Одновременно возрастают и потребности, увеличиваются масштабы вложений, необходимых как для нормальной работы народного хозяйства, так и для удовлетворения растущих запросов советских людей».

Свои планы ближайших лет и в перспективе журнал строит, исходя из Директив XXVI съезда и заданий на одиннадцатую пятилетку, важные задачи которой состоят в ускорении научно-технического прогресса и перевода экономики на интенсивный путь развития, в более рациональном использовании производственного потенциала, всемерной экономии всех ресурсов и улучшении качества работы.

Задачи комплексного развития техники и технологии кинематографии в одиннадцатой пятилетке обстоятельно представлены статьей В. Л. Трусько (№ 10 и № 11, 1981 г.). Достаточно полно отражены в журнале и задачи развития ТВ вещания. Теперь журнал намерен всеми своими средствами помогать выполнению заданий пятилетки.

В публикациях 1981 г. нашли отражение работы в области новой техники, повышения качества продукции, экономии материальных ресурсов, в том числе электроэнергии, внедрения автоматических систем управления в технологические процессы кино и телевидения, охраны окружающей среды. Большое значение сейчас имеют публикации о перспективной тематике, о прогнозах в области кинематографии и телевидения.

Справиться с этой тематикой можно лишь при условии правильного и своевременного выявления глубинных тенденций развития профессиональной аппаратуры и тех задач, которые ставят или поставят перед ней в будущем творческие работники кино и телевидения.

Журнал не может правильно направить эту работу, не представляя и широко не обсуждая на своих страницах ближайшие и отдаленные перспективы, не привлекая внимания к новым идеям, на основе которых в дальнейшем может сформироваться магистральное направление в кинематографии или телевидении. В связи с этим нам хотелось бы кратко рассмотреть некоторые вопросы, которые станут в ближайшие годы темами на страницах журнала, и

на основе которых, на наш взгляд, будут формироваться важные направления развития кино и телевидения.

Прежде всего это публикации о развитии киноэкрана (во всеобъемлющем представлении проблемы) для массового кинозрителя на базе новой техники и реализации новых идей.

Одним из таких перспективных направлений является цифровая техника, наиболее реальное применение ее уже проявилось в телевидении. Так, к середине семидесятых годов отдельные цифровые ТВ устройства еще оставались объектом лабораторных исследований, и некоторые специалисты связывали с цифровым ТВ отдаленные перспективы. Однако журнал решительно поддержал и стал активным пропагандистом этого нового и не окрепшего еще направления. Теперь ситуация в корне изменилась.

В практику ТВ вещания уже прочно вошли отдельные цифровые устройства: шумоподавители, корректоры временных искажений, блоки видеоэффектов и т. п. Недавно МККР утвердил единый Международный цифровой стандарт цифрового кодирования. Принятие этой рекомендации знаменует начало решительного и широкого наступления студийной аппаратуры нового поколения. Планы развития телевидения на одиннадцатую пятилетку определяют середину восьмидесятых годов как начало серийного выпуска и внедрения на телецентрах страны такой аппаратуры.

Информационный поток в системах цифрового ТВ составляет 216 Мбит/с и занимает полосы частот, не сопоставимые с полосами частот аналоговых каналов. Методы распределения сигналов на телецентрах с помощью традиционных кабелей в этих условиях станут узким местом. Радикальное решение этой проблемы предлагает оптоволоконная связь. На наш взгляд, работы в этом направлении разворачиваются медленно, и одна из задач журнала — активно поддерживать такие исследования.

Сложный комплекс проблем цифровой техники в телевидении 216 связан, видимо, с аппаратурой видеозаписи. Без цифрового видеоманитофона нельзя реализовать полностью те технологические возможности, которые в принципе обеспечивает цифровая техника. На страницах журнала эти проблемы уже обсуждались, мы и в дальнейшем намерены ими заниматься. Однако хотелось бы подчеркнуть, что по крайней мере одна из проблем весьма сложна и не может быть решена в ближайшие годы: несмотря на то, что был достигнут заметный прогресс в увеличении поверхностной плотности записи на магнитные носители, существует предел увеличения плотности. Даже в аналоговых видеоманитофонах основные эксплуатационные расходы определяются расходом носителя записи. В цифровой видеозаписи этот показатель лишь возрастает.

Одним из важнейших преимуществ оптической записи сигналов являются одинаковая продольная и поперечная плотность записи, благодаря которой общий выигрыш по поверхностной плотности в десятки раз превышает плотность магнитной записи. Поэтому журнал активно поддерживал работы такого направления. Внедрению в профес-

сиональную видеозапись оптических систем записи сигналов препятствует в настоящее время отсутствие специального фоточувствительного носителя.

Идеальным носителем для подобных оптических систем является носитель с высокой линейной плотностью записи и фоточувствительностью, сравнимой или даже превышающей чувствительность современных кинопленок, но лишенный их основных недостатков. Изображения в идеальном фоточувствительном носителе можно фиксировать без использования длительной химико-фотографической обработки, запись должна быть реверсивной. В создании такого носителя равно заинтересованы и кино и телевидение. Видимо оптическая видеозапись остается перспективной, что показывают последние успехи в области разработки новых фоточувствительных носителей.

Журнал уделяет и будет уделять серьезное внимание объемной голографической записи, а также другим направлениям в области записи сигналов, потенциально пригодным для применения в кинематографии и ТВ. В этой связи интересен, на наш взгляд, наметившийся подход к решению проблем совместимости стереоскопического и голографического кино, что может приблизить реальность нового кинозрелища для большой зрительской аудитории.

Ведутся исследования, близкие уже к эксперименту, в области совместимости трехмерного телевидения с голографическим кинематографом. И эти проблемы найдут отражение на страницах журнала.

Сейчас ведутся широкое обсуждение и экспериментальные работы в области ТВ систем повышенной четкости. Это направление представляет особый интерес не только потому, что резко улучшается качество ТВ изображения, но и потому, что это путь дальнейшего сближения качества телевизионных и киноизображений. При таких условиях может и должна создаваться техника, одинаково применимая в ТВ студиях и павильонах киностудий.

Сближение задач развития технической базы телевидения и кинематографии означает более тесное и плодотворное сотрудничество двух родственных видов изобразительного искусства и их техники. Четко и ясно выраженная позиция журнала в этом вопросе должна способствовать успешному сотрудничеству наших специалистов в разработке такой техники.

В этом году наша страна отмечает 60-летие образования СССР. Журнал будет систематически представлять читателям материалы, раскрывающие наши достижения, развитие кинематографии союзных республик, республиканского ТВ вещания, вклад республиканских организаций, ученых и специалистов в развитие техники кино и телевидения.

В заключение нам хотелось бы подчеркнуть желание редакции журнала быть непрременным и постоянным помощником ученому, конструктору, инженеру, кинооператору и звукооператору, студенту и всем, кто трудится во имя новых достижений советского кинематографа и телевидения.

В. Ушагина

УДК 778.588:628.52

## О снижении загрязнения атмосферного воздуха промышленными отходами кинокопировальных фабрик

Г. В. Величко, Н. Г. Геодакян

Высокие темпы развития производства, рост городов, расширяющееся использование атмосферы и возрастающие масштабы воздействия человека на окружающую природную среду привели к значительному загрязнению атмосферы и потребовали принятия необходимых мер по сохранению ее чистоты. В 1980 г. в Советском Союзе в соответствии с новой Конституцией страны (статья 18) принят «Закон Союза Советских Социалистических Республик об охране атмосферного воздуха». Этим законом предусматривается государственное управление в области охраны атмосферного воздуха: разработка и утверждение общесоюзных планов по охране атмосферного воздуха, являющихся частью государственных планов экономического и социального развития СССР, контроль за охраной атмосферного воздуха, установление нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих атмосферу веществ и методов их определения.

Для оценки загрязнения атмосферного воздуха предприятиями Госкино СССР НИКФИ с участием кинокопировальных фабрик выявлен состав основных технологических выбросов в атмосферу и определено количественно загрязнение воздушного бассейна производственных площадок кинокопировальными фабриками. Полученные результаты представлены в настоящей работе.

### Состав выбросов вредных веществ

Ассортимент химических веществ, применяющихся на предприятиях кинематографии в процессе фильмопроизводства при химико-фотографической и дополнительной обработке, очень разнообразен и содержит большое количество летучих химических веществ — органических растворителей и концентрированных кислот

(табл. 1). Некоторые из веществ, указанных в табл. 1, применяются нерегулярно, другие часто, но в небольших количествах. Используемые значительные объемы кислот и щелочей загрязняют в основном канализационные (сточные) воды. Выделяющаяся в воздух часть паров и тонко- и грубодисперсных аэрозолей ничтожно мала. Чаще всего в технологических процессах применяются органические растворители — ацетон и перхлорэтилен (тетрахлорэтилен), использующиеся в операциях ультразвуковой чистки, иммерсионной печати и реставрации. За год расход их одной кинокопировальной фабрикой

Таблица 1

Технологические процессы	Применяемые химические вещества
Подготовка фильмового материала к печати (склейка киноплёнок, подклейка ракордов, ручная чистка)	Ацетон, диоксан, метилхлорид, хлороформ, уксусноэтиловый эфир, этиловый спирт
Ультразвуковая чистка фильмовых материалов	Перхлорэтилен, метилхлороформ
Иммерсионная печать фильмовых материалов	Метилхлороформ, декалин, перхлорэтилен
Реставрация фильмовых материалов	Ацетон, метилхлорид, четыреххлористый углерод, трихлорэтилен, этиловый спирт
Приготовление растворов для химико-фотографической обработки фильмовых материалов	Кислоты, щелочи, сухие химикаты и др.
Составление растворов для анализа	Концентрированные кислоты и щелочи, аммиак, формалин, дихлорэтан, бензол, хлороформ, уксусноэтиловый эфир и др.
Другие процессы (профилактика проявочного и вспомогательного оборудования и др.)	Кислоты, щелочи и др.

исчисляется тоннами: так, ацетона расходуется до 7 т, перхлорэтилена до 15 т.

Отработанные вещества сливаются в канализацию, а испарившаяся часть выбрасывается вентиляцией в воздушный бассейн производственной площадки предприятия. На операциях ультразвуковой чистки и иммерсионной печати — 75 %, а на операции реставрации — 100 % объема растворителей испаряется, поэтому в отсутствие установок для рекуперации паров и регенерации отработанных растворителей эти вещества почти полностью попадают в вентиляционные системы, а оттуда в атмосферу.

### Количественная оценка загрязнений воздушного бассейна производственной площадки кинопредприятия

Степень загрязнения воздушного бассейна производственной площадки промышленного предприятия может быть определена непосредственным анализом загрязнителя в пробе воздуха, взятого на площадке, либо расчетом рассеивания вредных веществ под воздействием воздушных потоков.

В настоящее время большинство кинопредприятий страны не располагает возможностью проводить химический анализ проб воздуха на содержание вредных веществ. Поэтому первоначально загрязнение воздушного бассейна количественно оценивается на основании расчета рассеивания под воздействием воздушных потоков вредных примесей, попадающих в атмосферу с выбросами предприятий.

Выбор того или иного из известных методов расчета зависит от характеристики источника в соответствии с принятой в стране классификацией источников загрязнения [1].

В результате проведенного на двух кинокопировальных фабриках страны — Московской (МКФ) и Рязанской (РКФ) — обследования источников загрязнения атмосферы на участках ультразвуковой чистки, иммерсионной печати и реставрации фильмо-вых материалов было установлено, что источником выделения вредных веществ в указанных технологических процессах являются машины для чистки киноплёнки (УФЦ-35, УФЦ-70, фирмы «Липснер-Смит»), кинокопировальные аппараты с иммерсионной приставкой и реставрационные машины; источниками выбросов вредных веществ являются вентиляционные шахты, выведенные на крышу производственных зданий.

По принятой у нас в стране классификации выбросы паро-воздушной смеси от технологических процессов ультразвуковой чистки и реставрации фильмо-вых материалов следует отнести к венти-ляционным, организованным, единовременным,

изотермическим, децентрализованным и низким, попадающим в зону аэродинамической тени.

Для таких источников выброса ориентировочные значения максимальных концентраций ( $q_{\text{макс}}$ , мг/м<sup>3</sup>) вредных веществ в приземном слое воздуха при выбросе через точечные источники загрязнения (трубы, шахты) могут быть получены по формуле [2,3]

$$q_{\text{макс}} = 0,57 M V^{-1} H_{\text{зд}}^{-2},$$

где  $V$  — средняя скорость ветра, принимаемая равной 1 м/с;  $H_{\text{зд}}$  — высота здания (отсчитывается от нулевой отметки до чердачного перекрытия), м;  $M$  — валовый сброс, т. е. расход рассчитываемого вещества в единицу времени, г/ч.

Значения  $M$  на участках ультразвуковой чистки и реставрации фильмо-вых материалов определяли экспериментально по разности весов или объемов растворителя, залитого перед началом работы в установку и оставшегося после определенного промежутка времени работы. В случае измерения объема объемные единицы переводятся в весовые с учетом удельного веса растворителя.

Для вентиляционных систем, обслуживающих одновременно несколько машин, валовый выброс определяется суммой валовых расходов на этих

машинах: 
$$M = \sum_1^n M_n.$$
 При определении валовых выбросов рекомендуется учитывать не среднюю, а максимально возможную величину.

При наличии на предприятии нескольких вентиляционных систем расчет производится для каждой из систем, обслуживающих участки ультразвуковой чистки и реставрации фильмо-вых материалов отдельно.

Данные расчета максимальной концентрации  $q_{\text{макс}}$  ацетона и перхлорэтилена в приземном слое воздуха производственных площадок кинокопировальных фабрик, найденные на основании экспериментального определения валового расхода  $M$ , представлены соответственно в табл. 2 и 3. В таблицах через ХКФ, ЛКФ, ККФ и НКФ обозначены Харьковская, Ленинградская, Киевская и Новосибирская кинокопировальные фабрики.

Полученные расчетные значения максимальных концентраций вредных веществ необходимо теперь сопоставить с нормированными значениями содержания вредных веществ в атмосфере, т. е. значениями предельно допустимых концентраций (ПДК) [4].

Предельно допустимые концентрации в атмосферном воздухе населенных мест и воздухе рабочей зоны для органических растворителей и

Таблица 2

Предприятие	$H_{зд. м}$	Вентиляционная система	Число машин	$M, г/ч$	$q_{\max}$ ацетона, $мг/м^3$
МКФ					
цех № 1	9,0	BC-2	3	240	1,68
цех № 2	11,0	»	5	400	1,88
цех № 3	9,0	»	2	160	1,10
РКФ	21,0	В-21	5	1250	1,38
ХКФ	21,5	В-1	2	320	0,40
ЛКФ	7,0	ВВ-10	2	316	3,70
ККФ					
цех № 1	16,0	В-39	3	305,6	0,70
цех № 2	14,75	В-14	2	364,3	0,95
цех № 3	15,0	В-7	2	570	1,34
		В-41	3	895	2,25
НКФ	15,0	В-14	4	480	1,20
	12,0	В-5	2	240	0,90

Таблица 3

Предприятие	$H_{зд. м}$	Вентиляционная система	Число машин	$M, г/ч$	$q_{\max}$ перхлорэтилена, $мг/м^3$
МКФ					
цех № 1	9,0	BC-1	3	900	6,80
цех № 2	11,0	BC-5	1	300	1,41
		BC-3	3	3600	17,00
цех № 3	9,0	BC-2	3	900	6,80
РКФ	21,0	В-29	2	1400	1,81
		В-43	2	1400	1,81
ХКФ	21,5	В-1	2	780	0,96
ЛКФ	7,0	ВВ-10	1	583	6,80
ККФ					
цех № 1	16,0	В-39	1	1550	3,40
цех № 2	14,75	В-14	1	1050	2,70
цех № 4	15,0	В-40	2	2020	5,11
НКФ	15,0	В-44	3	1500	3,80
	12,0	В-6	2	1000	3,90

кислот, применяемых при химико-фотографической и дополнительной обработке на кинопредприятиях, приведены в табл. 4, где ПДК<sub>р.з</sub> — концентрация в воздухе рабочей зоны, ПДК<sub>м.р</sub> — максимальная разовая концентрация в воздухе населенных мест, ПДК<sub>с.с</sub> — среднесуточная концентрация в воздухе населенных мест.

Наибольшая концентрация каждого вредного вещества в приземном слое атмосферы не должна превышать максимальной разовой предельно допустимой концентрации ПДК<sub>м.р</sub>, установленной «Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий» СН 245—71 (см. табл. 4). Для ацетона ПДК<sub>м.р</sub> = 0,35 мг/м<sup>3</sup>.

При отсутствии этой величины предельно допустимый уровень загрязнения воздушного бассейна территории производственной площадки

Таблица 4

Вещество	ПДК <sub>р.з</sub>	ПДК <sub>м.р</sub>	ПДК <sub>с.с</sub>
Аммиак	20,0	0,2	0,20
Азотная кислота по молекуле $HNO_3$	—	0,4	0,40
Серная кислота по молекуле $H_2SO_4$	—	0,3	0,10
Соляная кислота по молекуле $HCl$	—	0,2	0,20
Ацетон	200,0	0,35	0,35
Метилхлороформ	20,0	—	—
Метилен хлористый (дихлорметан)	50,0	8,8	—
Перхлорэтилен (тетрахлорэтилен)	10,0	—	0,06
Уксусная кислота	5,0	0,2	0,06
Фреон-113	500,0	—	—
Хлороформ (трихлорметан)	250,0	—	—
Четыреххлористый углерод	20,0	4,0	2,00
Этиловый спирт	1000,0	5,0	5,00

не должен превышать 30 % ПДК данного вредного вещества в воздухе рабочей зоны производственного помещения, т. е. при ПДК<sub>р.з</sub> в производственных помещениях для перхлорэтилена 10 мг/м<sup>3</sup> (см. табл. 4) ПДК в воздухе территории производственной площадки будет 3,0 мг/м<sup>3</sup>.

Расчетные максимальные концентрации ацетона для всех фабрик (кроме ХКФ) превышают ПДК<sub>м.р</sub> (0,35 мг/м<sup>3</sup>), концентрации перхлорэтилена на МКФ (17,0 мг/м<sup>3</sup>), ЛКФ (6,8 мг/м<sup>3</sup>) и ККФ (5,11 мг/м<sup>3</sup>) также превышают ПДК (3 мг/м<sup>3</sup>).

Поскольку расчетные значения концентрации  $q_{\max}$  являются ориентировочными и соответствуют максимальным значениям концентраций в приземном слое воздуха, необходимо было сопоставить полученные расчетные данные с результатами непосредственного анализа проб воздуха. Такие анализы проб воздуха были проведены на территориях производственных площадок РКФ и НКФ сотрудниками этих предприятий.

Для анализа содержания ацетона в воздухе производственных площадок на РКФ использовали колориметрический метод, а на НКФ — метод определения с салициловым альдегидом. Проб воздуха на содержание перхлорэтилена на обеих фабриках анализировались по методике определения хлорированных углеводородов — сжиганием в приборе конструкции Московского НИИ гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана.

На РКФ проведено 154 анализа содержания ацетона и 18—перхлорэтилена, на НКФ — по 57 анализов того и другого вещества. Было установлено, что указанные вещества обнаруживаются лишь непосредственно в факеле выброса шахты вытяжной вентиляции, а на расстоянии

уже 2 м от шахты на территории крыш производственных зданий и на территории производственной площадки РКФ и НКФ ни ацетон, ни перхлорэтилен не обнаружены.

На основании проведенной экспериментальной работы можно считать, что в воздушном бассейне территории производственных площадок указанных предприятий санитарно-гигиенические нормы по допустимому содержанию ацетона и перхлорэтилена не превышаются. Аналогичная экспериментальная проверка должна быть проведена и на остальных кинокопировальных фабриках.

На примере сопоставления расчетных и экспериментальных данных, полученных на РКФ и НКФ, установлено, что теоретический расчет выброса вредных веществ в атмосферу дает максимально возможные значения концентраций вредных веществ, которые могут создаваться в воздухе территории производственной площадки при самых неблагоприятных условиях.

Кинопредприятия, не имеющие возможности экспериментально количественно оценить загрязнение воздуха производственной площадки, для ориентировочной оценки загрязнения могут воспользоваться указанным расчетным методом. Если расчетное значение загрязнения окажется ниже ПДК<sub>м.р.</sub>, можно с уверенностью считать, что предельно допустимый выброс загрязнителя не превышает.

Следует указать, что планируемое в настоящее время возрастание объема защитно-растворительной обработки фильмовых материалов, необходимой для повышения срока их службы, увеличит объем используемых органических растворителей и, следовательно, приведет к большему загрязнению воздуха вредными веществами. Кроме того, нормы выброса вредных веществ имеют устойчивую тенденцию к ужесточению, а расчет-

ные максимальные разовые концентрации двух основных загрязнителей — ацетона и перхлорэтилена — уже превышают нормы ПДК<sub>м.р.</sub>

Все это свидетельствует о том, что вопросы сокращения выбросов в атмосферу являются актуальными как с точки зрения защиты атмосферного воздуха, так и экономии дорогостоящих органических растворителей, в первую очередь перхлорэтилена. Наиболее эффективное средство снижения вредных выбросов — применение на предприятиях отрасли технологических процессов рекуперации и регенерации органических растворителей. Внедрение этих процессов в практику фильмопроизводства является очень важной задачей.

Однако их практическое осуществление проходит крайне медленно. При дальнейшем увеличении объемов растворителей на предприятиях отрасли задачу обезвреживания вентиляционных выбросов необходимо решать с помощью применения хорошо апробированных в других отраслях промышленности газоочистных установок, работающих по принципу каталитического разложения и дожигания отходящих газов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Эльтерман В. М., Максимкина Н. Г. Мероприятия по обеспечению чистоты атмосферного воздуха на площадках промышленных предприятий. Материалы семинара «Оздоровление воздушной среды на предприятиях и в воздушном бассейне г. Москвы». — М.: Знание, 1974.
2. Рекомендации по определению высоты вентиляционных выбросов Госхимпроекта и ВЦНИИОТ ВЦСПС. — М.: Сантехпроект, 1971.
3. Указания по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий. СН 369—74. — М.: Стройиздат, 1975.
4. ПДК вредных веществ в воздухе и воде. — М.: Химия, 1975.

*Всесоюзный научно-исследовательский кинофотоинститут*

## Некоторые вопросы внедрения нового оптимального ряда вспомогательного операторского оборудования

В. Ф. Гордеев, С. З. Шахин

Многообразные творческие замыслы авторов фильма, всевозможные условия проведения кино съемки, различная съемочная техника требуют использования значительного количества разных устройств и приспособлений, необходимых для установки кино съемочного аппарата и его линейного, углового или сложного перемещения в пространстве в процессе съемки.

Современные эксплуатационные требования, предъявляемые к вспомогательному операторскому оборудованию и определяемые спецификой профессионального кинематографа, включают в себя:

многочисленные функциональные возможности;

достаточную универсальность, позволяющую осуществлять различные творческие приемы во всевозможных условиях при ограниченной номенклатуре технических средств;

простоту и удобство в обращении и обслуживании;

высокую эксплуатационную надежность;

невысокую стоимость.

Перечисленные требования должны сочетаться с безусловным техническим совершенством оборудования при высокой технологичности его конструкции и соответствии современным эстетическим требованиям.

Практически неограниченное многообразие предъявляемых эксплуатацией функциональных требований способно расширить до бесконечности номенклатуру технических средств, что вступает в противоречие с законами экономики и ограниченными производственными возможностями кинопромышленности.

В таких условиях особое значение приобретает номенклатурная и технико-эксплуатационная оптимизация вспомогательной операторской техники. В связи с этим еще в 60-х годах были приняты меры по оптимизации номенклатуры отечественного вспомогательного операторского оборудования.

В 1966—1967 гг. МКБК, НИКФИ и киностудией «Мосфильм» была проведена большая исследовательская работа, направленная на систематизацию эксплуатационных требований, изучение используемого на студиях оборудования, анализ и обобщение информационных материалов по зарубежной технике.

На базе этих исследований был разработан и утвержден типовой номенклатурный ряд и были определены общие требования к вспомогательно-

му операторскому оборудованию, что оказало положительное воздействие на дальнейшую работу по созданию вспомогательного операторского оборудования. В соответствии с выработанными рекомендациями в последующие годы в основном планировалась и велась вся работа по созданию и промышленному освоению изделий вспомогательной операторской техники.

Номенклатурный ряд 1967 г. состоял из следующих разделов:

операторские штативы и панорамирующие головки;

операторские тележки;

операторские кран-тележки и кран-стрелки;

операторские краны.

В процессе реализации определенного в 1967 г. номенклатурного ряда были разработаны: линейка штативов с панорамирующими головками, построенными на принципе жидкостного сопротивления (4ШКС, «Торс», «Пингвин», 5ШКС), плечевой штатив 1ШП, катуший колончатый штатив 1ШКС-М, рельсовая операторская тележка 1ТОР, операторская тележка типа «Долли» с пневмогидроуравновешиванием стрелы 1ТОП, малогабаритная операторская тележка 1ТОМ, универсальный кран-тележка 1УКТ, малый операторский кран 2МКТ, пантографический кран-стрелка 1КС и другие изделия вспомогательной операторской техники.

Большая часть этих изделий была освоена в промышленном производстве и применялась на съемочных площадках кино- и ТВ студий страны, что позволило удовлетворять основные потребности фильмопроизводства в этом виде кинотехники и практически отказаться от импорта подобного оборудования.

Однако не все из запланированных в типовом ряду изделий были созданы и доведены до широкого внедрения в фильмопроизводство.

Так, вследствие ряда причин, в том числе в связи с отсутствием специализированной производственной базы не была завершена разработка среднего операторского крана с ручным управлением, трансформируемого за счет насадок в суперкран со стрелой до 18 м; не был доведен до внедрения в эксплуатацию малый кран 2МКТ.

Операторские тележки 1ТОМ и 1УКТ, а также некоторые другие изделия были изготовлены в очень ограниченном количестве, что привело к практическому отсутствию этих изделий на большинстве киностудий. Отрицательно сказались на популяризации некоторых созданных из-

делий и отдельные конструктивные недостатки и качество изготовления, которое не всегда соответствовало предъявляемым требованиям.

Анализ состояния, сложившегося в настоящее время на киностудиях со вспомогательным операторским оборудованием, свидетельствует о существовании следующих основных недостатков, требующих первоочередного устранения:

отсутствие соответствующего современным требованиям среднего и тяжелого операторского вспомогательного оборудования — тележек и кранов;

отсутствие стандартных конструкций и централизованного изготовления рельсовых путей; завышенные массогабаритные параметры отдельных видов оборудования (особенно экспедиционного);

недостаточная оснащенность операторского оборудования дополнительными принадлежностями и приспособлениями, расширяющими его эксплуатационные возможности.

Сложившееся положение, а также целесообразность пересмотра ранее определенного номенклатурного ряда операторского оборудования с учетом современного состояния и перспектив развития техники и технологии киносъемки опережали необходимость проведения новых работ по оптимизации номенклатуры вспомогательного операторского оборудования.

По поручению Госкино СССР такая работа была проведена в течение 1981 г. МКБК, НИКФИ, киностудией «Мосфильм» и СПКТБ Госкино Казахской ССР. Она позволила обобщить предложения большинства киностудий страны, определить оптимальный номенклатурный ряд вспомогательного операторского оборудования и конкретизировать задачи на ближайшие годы по созданию новых и совершенствованию существующих изделий.

В процессе этой работы была выявлена необходимость иметь в современном оптимальном ряду новые более совершенные операторские краны и тележки, унифицированные легкоразборные рельсовые пути, а также специальные средства стабилизации для достижения требуемого качества изображения при съемках с рук или с использованием транспорта.

Была уточнена наиболее рациональная номенклатура киносъемочных штативов и панорамирующих головок.

Определен новый оптимальный номенклатурный ряд вспомогательного операторского оборудования, ограниченный изделиями, потребность в которых достаточно велика, что делает экономически целесообразным их разработку и изготовление в условиях промышленного производства.

Новый оптимальный номенклатурный ряд

вспомогательного операторского оборудования состоит из следующих основных групп изделий, разделенных по функциональному назначению:

I. Опоры, предназначенные для крепления киносъемочного аппарата на операторе (плечевые, нагрудные, поясные и др.).

II. Треножные и катучие штативы, панорамирующие головки.

IV. Рельсовые пути.

V. Операторские краны.

VI. Средства стабилизации.

Каждая группа включает в себя определенную номенклатуру изделий, минимально необходимую, но достаточную для выполнения основных задач при использовании различной съемочной аппаратуры.

Основу ряда составляют существующие, широко используемые в практике кинопроизводства изделия, удовлетворяющие в основном требованиям эксплуатации, хотя и требующие в отдельных случаях некоторого усовершенствования или модернизации.

Для полной реализации ряда необходимо также создать и новые изделия, потребность в которых определена практикой и направлением развития техники и технологии съемочных процессов.

Определившийся в настоящее время ряд не должен оставаться неизменным. Дальнейшее развитие и совершенствование кинематографа, появление новых творческих приемов, создание новых научно-технических решений неизбежно приведут к включению новых изделий в ряд вспомогательного операторского оборудования или исключению из него устаревших изделий.

Динамичность номенклатурного ряда — обязательное условие для его совершенствования, для постоянного сохранения его соответствия современным требованиям кинопроизводства.

В настоящее время в проектных организациях развернуты работы по созданию некоторых изделий, входящих в состав нового ряда вспомогательной операторской техники: разрабатываются легкий штатив с панорамирующей головкой для киносъемочных аппаратов с массой до 10 кг, малый операторский кран со стрелой 3 м и приставной секцией, рельсовая операторская тележка для колеи шириной 700 мм.

Эффективность и практическая полезность начатой трудоемкой работы по созданию нового вспомогательного операторского оборудования в значительной степени зависит от решения множества вопросов, неизбежно возникающих на сложном пути каждого нового изделия от технического задания до внедрения в эксплуатацию. Большая часть этих вопросов решается внутри

предприятия-разработчика и не требует привлечения сторонних организаций.

Но есть вопросы, являющиеся компетенцией ряда организаций, значительно влияющие на конечный результат начатого труда и достойные, по нашему мнению, рассмотрения на страницах журнала.

Одним из основных вопросов, требующих безусловного решения, является отсутствие продуманной технологии съемочного процесса.

В практике кино укоренилась точка зрения, что творчество практически невозможно ограничить рамками установленной технологии съемки.

Однако имеется возможность обобщить творческие манеры и на этой базе создать оптимальный перечень типичных приемов съемки, что позволит выработать обоснованные эксплуатационные требования к каждой единице создаваемого оборудования, в которых исключена субъективность конкретного потребителя. Безусловно, что данная работа должна быть выполнена под руководством базового отраслевого института (НИКФИ).

При создании новых изделий операторской техники, при модернизации существующего оборудования особое внимание должно быть уделено вопросам унификации составных частей и элементов, выполняющих аналогичные функции. Так, обязательной унификации подлежат применяемые треноги штативов, узлы крепления панорамирующих головок на опорах, установочные площадки головок, рельсовые пути, узлы тележек (колеса, колонны, сиденья, поручни, кронштейны, переходники), операторские площадки кранов, установочные узлы стрелок и т. д.

Унификация элементов позволит студиям создавать различные комбинации из съемных частей различных изделий, что значительно расширит их эксплуатационные возможности и снизит затраты по изготовлению, обслуживанию и ремонту этого оборудования.

В определении номенклатуры элементов, целесообразных для унификации с точки зрения эксплуатации, существенную помощь должны оказать кино- и ТВ студии, непосредственно использующие оборудование для выполнения различных технических приемов при киносъемках.

Достигнутая в настоящее время унификация отдельных элементов операторской техники достаточно ограничена, но имеет все предпосылки для значительного расширения.

Для получения минимальной массы отдельных видов оборудования, особенно ручного или экспедиционного, необходимо (наряду с соответствующими конструктивными решениями) применять такие легкие высокопрочные материалы, как титан, сплавы магния, слоистые пластиче-

ские материалы, а также другие материалы и специальные профили.

Действующие ограничения на применение отдельных материалов не должны препятствовать их оправданному использованию.

Трудности, связанные с получением и применением подобных материалов при разработке и выпуске изделий разрешимы, для чего должны быть созданы необходимые условия.

Связанное с этим некоторое удорожание изделий в ряде случаев следует считать оправданным, так как оно вполне компенсируется снижением физических и материальных затрат при эксплуатации оборудования.

Одно из основных условий, необходимых для успешного решения задачи по созданию современного операторского оборудования — правильная организация его производства. Сегодня мы должны учесть опыт прошлых лет. В связи с этим предстоит решить следующие задачи:

организация специализированного промышленного производства, без которого невозможно обеспечить изготовление изделий на современном инженерном уровне;

обеспечение высокого качества изготовления за счет безусловного соблюдения технологической дисциплины производства;

регулярность производственного выпуска изделий, которая позволит создать необходимую технологическую оснащенность производства и будет способствовать дальнейшему совершенствованию изделий;

организация производства запасных частей по номенклатуре и количеству, достаточных для нормальной эксплуатации изделий.

Успешное внедрение в эксплуатацию современных изделий вспомогательной операторской техники требует соответствующей квалификации от обслуживающего персонала киностудий. Однако это условие не всегда соблюдается, что приводит к неполному использованию возможностей оборудования, а иногда и к его повреждению.

В ряде случаев поступающие от студий отзывы и предложения по операторскому оборудованию свидетельствуют о том, что персонал не знаком с устройством изделия и правилами пользования им. Безусловно, что на студиях должны быть приняты меры, исключающие неквалифицированное обслуживание операторского оборудования.

Соответствующие меры должны быть приняты и в системе подготовки технических кадров для отрасли. Очевидно, требуется изменение некоторых учебных программ ЛИКИ, организация подготовки специалистов для операторских цехов киностудий через специализированные курсы или ПТУ.

Отдельные виды такого вспомогательного операторского оборудования, как гидрофицированные краны, системы гиростабилизации и дистанционного управления панорамированием, имеющие сложное функциональное назначение и содержащие соответственно сложные технические устройства, требуют специально подготовленного высококвалифицированного обслуживающего персонала.

Подобные виды оборудования, как правило, используются на киностудии эпизодически, что делает нерентабельным постоянное содержание и оборудования, и соответствующего обслуживающего персонала. В связи с этим целесообразна организация централизованной системы (базы) проката высокосложных и уникальных изделий операторской техники. Это позволило бы создать необходимые условия для наиболее полного и квалифицированного использования дорогостоя-

щего оборудования, а также для централизованного накопления опыта его эксплуатации. Подобную прокатную базу (или региональные базы), располагающую соответствующими квалифицированными кадрами, можно использовать и в качестве испытательного полигона для некоторых новых образцов операторской техники.

Непременным условием динамичного развития и совершенствования оптимального номенклатурного ряда вспомогательной операторской техники является тесное сотрудничество и постоянный контакт творческих и технических служб киностудий с конструкторскими бюро и предприятиями кинопромышленности. Для этого в настоящее время созданы благоприятные условия. Утверждение нового оптимального ряда вспомогательного операторского оборудования — очень важный этап в развитии этого направления кинотехники, однако главную работу предстоит еще выполнить.

*Московское конструкторское бюро киноаппаратуры*



УДК 778.534.2:771.44]:778.68

## Допустимые цветофотографические характеристики при съемках со смешанным освещением

**Е. М. Шляхтер**

Одно из важнейших требований, предъявляемых к обычному кино съемочному освещению, — однородность цветопередачи по кадру. Зритель легко обнаруживает изменение цветового тона по поверхности одного и того же объекта, участки которого находятся соответственно в различно освещенных зонах кадра (например, в светах и тенях). Подобные цветовые искажения недопустимы, если они не обусловлены художественным замыслом режиссера и оператора (например, искусственное создание цветových рефлексов), так как не могут быть исправлены ни компенсационными светофильтрами, установленными на объективе кино съемочного аппарата, ни корректировочными светофильтрами при печати, воздействующими на цвета всех элементов кадра одновременно.

В кинематографии появление цветовых различий объекта по кадру может быть обусловлено тем, что отдельные участки его освещаются разнородными источниками света. Так, в практике натуральных съемок «света» обычно создается излучением солнца, а «тени» для снижения контраста подсвечиваются осветительным прибором. Чтобы не до-

пустить появления указанных цветовых искажений, необходимо согласовывать при цветных кино съемках спектрально-цветные характеристики искусственного освещения с разнообразными и изменяющимися спектрально-цветными характеристиками естественного света.

В качестве другого примера можно назвать цветную кино съемку в закрытых помещениях со смешанным освещением, например, приборами с металлогалогенными лампами, характеризуемыми цветофотографической температурой  $T_{цф} = 6000 \text{ К}$  и лампами накаливания с  $T_{цф} = 3200 \text{ К}$ , где возникает необходимость применения корректирующих (компенсационных) светофильтров.

Во всех случаях согласование элементов смешанного освещения по спектрально-цветному составу не может быть абсолютным, оно должно обеспечиваться в пределах допусков на цветофотографические разности в кадре. Данная работа посвящена установлению допустимых различий спектрально-цветного состава освещения участков объекта, которые определяют требования к источникам света и оптическим элементам осветительных приборов, аппаратуре контроля и к компенсационным светофильтрам.

При установлении допусков надо учитывать, что чисто колориметрическая оценка цветовых искажений оказывается очень жесткой и значительно отличается от средне-статистической оценки массового кинозрителя. Кроме того, не всегда приближение к цветам оригинала в колориметрическом отношении означает непременно улучшение оценки качества воспроизведения в целом. Таким образом, предполагается психологическая оценка, которая, в отличие от физиологической, не связана с точностью цветопередачи в отдельной точке оригинала, а определяет-ся воспроизведением оригинала в целом [1].

Объективные оценки, необходимые для установления допусков с использованием понятия психологической точности цветопередачи, могут быть получены в результате статистической обработки большого количества субъективных оценок наблюдателей. Этот метод позволяет выявить так называемые «психологические допуски на цветофотографические разности» отдельных участков одного и того же объекта съемки. Они зависят от характера освещения (контраста), от того, насколько зритель знаком с объектами съемки, от характера плана (крупный, средний общий), сюжета и т. д.

В художественной кинематографии сюжетно важным элементом кадра является лицо актера. Поэтому при выборе тест-объекта для экспериментальных съемок было решено ограничиться установлением допустимых цветофотографических разностей между освещенной и теневой сторонами человеческого лица. Кроме того, учитывая, что при просмотре средних и крупных планов внимание зрителей рассеивается и сравниваемые детали имеют меньшие угловые размеры, был выбран наиболее критичный случай статичного крупного плана, дающий возможность получить более жесткие допуски (рис. 1).

Съемку тест-объекта производили по схеме, показанной на рис. 2. Основной (ОС) и выравнивающий (ВС) свет (подсветка теней) создавали с помощью двух киноосветительных приборов прожекторного типа «Заря-2000» с лампами накаливания КПЖ (2 кВт, 220 В,  $T_{цф}=3200$  К) и с компенсационными интерференционными светофильтрами КИС-ЛН-ДС (шесть вариантов), приводящими спектральный состав излучения приборов к спектральному составу дневного света в разных его фазах. Съемку выполняли с разными контрастами освещения (т. е. с соотношением освещенностей основного, направленного и выравнивающего света).

Съемку провели для следующих вариантов освещения. I. Контраст  $K=1:1$ , тест-объект — кукла, освещение характеризовалось спектральноными коэффициентами [2]:

1. Основной свет —  $\alpha_{осн}=0,86$ ;  $\beta_{осн}=1,4$  и цветофотографическая температура  $T_{цф}=5750$  К; подсветка —  $\alpha_{оп}=0,96$ ;  $\beta_{оп}=1,44$ ;  $T_{цф}=6000$  К;

2.  $\alpha_{осн}=0,81$ ;  $\beta_{осн}=1,1$ ;  $T_{цф}=5250$  К;  $\alpha_{оп}=0,83$ ;  $\beta_{оп}=1,02$ ;  $T_{цф}=5250$  К;

3.  $\alpha_{осн}=0,46$ ;  $\beta_{осн}=0,98$ ;  $T_{цф}=4300$  К;  $\alpha_{оп}=0,50$ ;  $\beta_{оп}=1,01$ ;  $T_{цф}=4400$  К.

II.  $K=2:1$ , тест-объект — кукла, цветофотографические характеристики освещения такие же, как и в пункте 3.

III.  $K=2:1$ , тест-объект — лицо человека, цветофотографические характеристики освещения такие же, как и в пункте 3.

Спектральный состав излучения подсветки ступенчато изменяли при помощи светофильтров пурпурной, голубой и желтой серии. Они были изготовлены на основе копировальных светофильтров от 5 до 55 % со ступенью в 5 или 10 %. На цветофотографическом графике (рис. 3) показано ступенчатое изменение спектральных коэффициентов излучения подсветки.

При печати позитива свет устанавливали по той стороне лица актера, которая была освещена основным (ключе-

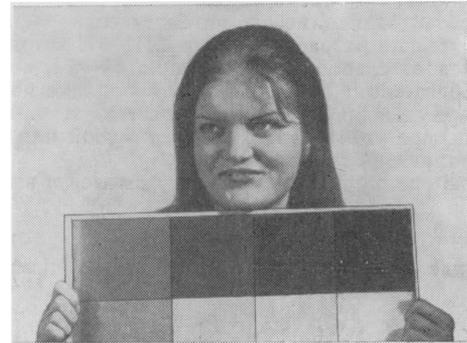
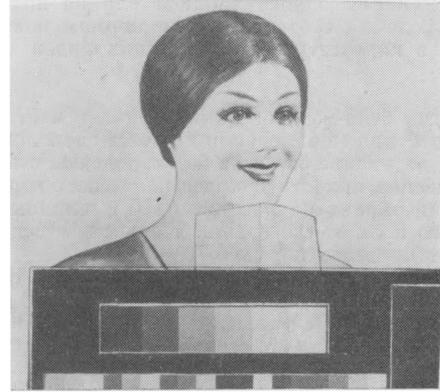


Рис. 1. Тест-объекты

вым) светом, с получением так называемого «нормального» воспроизведения цвета кожи лица [3].

При исследовании влияния изменений спектральных коэффициентов различных элементов киносъемочного освещения на субъективное восприятие экранных изображений (цветных кинокадров) были проведены психофизические измерения их «качества». Во время экспериментов наблюдателей разделили на две группы:

со специальной подготовкой (кинооператоры, цветоустановщики и работники ОТК киностудии «Мосфильм»);

неподготовленные (инженеры-светотехники НИКФИ).

Кадровые демонстрации одновременно только одному наблюдателю для исключения взаимного психоло-

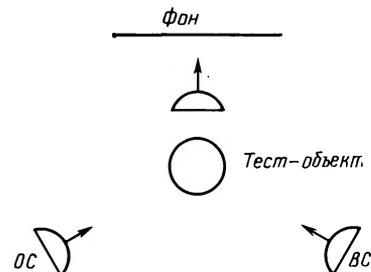


Рис. 2. Схема освещения

гического влияния одного наблюдателя на другого. Условия наблюдения соответствовали нормам показа кинофильмов в кинотеатрах для средних рядов зрителей, а именно:

1. Яркость бело-матового киноэкрана в центре составляла 40 кд/м<sup>2</sup> при ее измерении из места расположения наблюдателя на уровне его глаз без киноленты в проекторе.

2. Отношение яркости в краевых точках горизонтальной оси киноэкрана на расстоянии 0,1 ширины рабочего освещенного поля от его границ к яркости в центре равно 0,85 (т. е. в пределах нормы 0,70—0,90).

3. Расстояние от экрана до наблюдателя было в 3,5 раза больше ширины экрана.

4. При просмотре создавалась темновая адаптация.

Каждый кинокадр демонстрировали 10 с, что соответствует средней продолжительности планов в кинематографе.

Наблюдатели оценивали предъявленные им изображения по степени заметности разности цветности освещенного участка лица (ключ) и его теневой стороны по пятибалльной системе (5 — отлично, 4 — хорошо, 3 — удовлетворительно, 2 — плохо, 1 — очень плохо).

Результаты эксперимента математически обрабатывались при помощи разработанного в НИКФИ метода балльного последовательного ранжирования [4—7], когда объекты (изображения) предъявлялись в порядке последовательного ухудшения состояния качества, т. е. в нашем случае по мере увеличения желтой, голубой или пурпурной составляющей подсветки.

Среднюю оценку  $X_j$  группы наблюдателей  $n$  вычисляли

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=0}^n X_j}{n}$$

по формуле  $\bar{X}$  — со среднеквадратичной погреш-

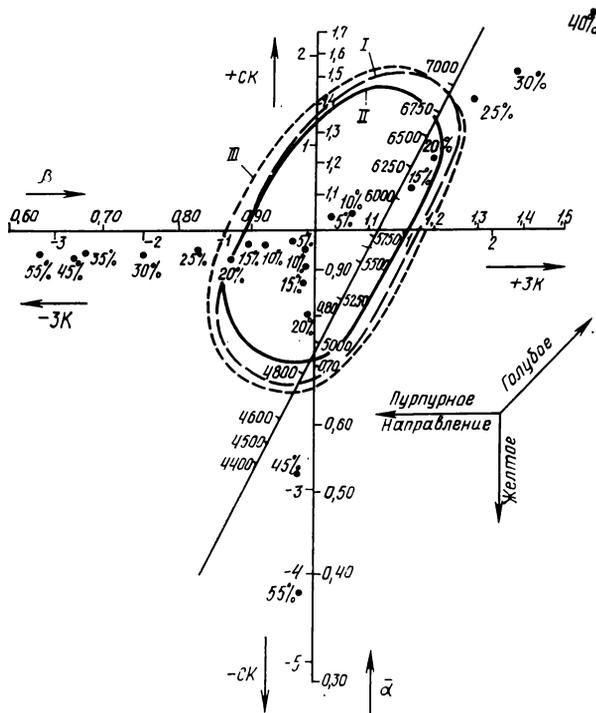


Рис. 3. Изменение спектральных коэффициентов светофильтров подсветки и расположение допусков на цветофотографические разности освещения объекта съемки

ностью (в соответствии с нормальным распределением

Гаусса)  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=0}^n (X_j - \bar{X})^2}{n-1}}$  и среднеквадратичным отклонением погрешности  $\sigma_0 = \sigma/\sqrt{n}$ . Среднюю оценку для двух групп наблюдателей А и В определяли по формуле

$$\bar{X}_0 = \frac{\bar{X}_A/\sigma_A^2 + \bar{X}_B/\sigma_B^2}{1/\sigma_A^2 + 1/\sigma_B^2}. \quad (1)$$

Отклонения спектральных коэффициентов освещения теней от характеристик основного света рассчитывали по формуле

$$\left. \begin{aligned} \Delta СК_i &= 10 \lg \frac{\alpha_{\Phi i} \alpha_{0\Phi}}{\alpha_{0сн}} = СК_{\Phi i} + \Delta СК_0; \\ \Delta ЗК_i &= 16 \lg \frac{\beta_{\Phi i} \beta_{0\Phi}}{\beta_{0сн}} = ЗК_{\Phi i} + \Delta ЗК_0, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где  $\alpha_{\Phi i}$ ,  $\beta_{\Phi i}$ ,  $СК_{\Phi i}$ ,  $ЗК_{\Phi i}$  — спектральные характеристики копируемых светофильтров, а их цветофотографическая разность

$$S_i = \sqrt{\Delta СК_i^2 + \Delta ЗК_i^2}. \quad (3)$$

Недопустимыми считались диапозитивы, имеющие среднюю оценку 3,5 и менее. Кроме того, цветофотографическая разность была ограничена по средней оценке 3,75 [7]. Результаты приведены на рис. 4 и в таблице. Предварительный анализ полученных данных показал, что оценка 3,75, обеспечивающая отбор материала более высокого качества, на сегодня вряд ли приемлема, пока не достигнуто необходимое качество массовых цветных фильмокопий, источников света и светофильтров, так как значительно усложняет работу оператора при киносъемке. Последнее обусловлено необходимостью подбирать осветительные светофильтры непосредственно на съемочной площадке.

На рис. 3 и в таблице показаны в соответствии с ограничением по 3,5 полученные области допустимых изменений разностей спектральных коэффициентов (цветофотографических разностей) основного света и подсветки теневых участков объекта, приведенные к равноэнергетическому источнику света ( $СК=0$ ;  $ЗК=0$ ).

Направление измерения	Максимально допустимая цветофотографическая разность $S$ в зависимости от варианта			Ограничение по $\bar{X}_{0i}$
	I	II	III	
Пурпурное	1,00	1,00	1,40	3,50
Голубое	2,25	1,80	2,25	
Желтое	1,90	1,72	1,90	
Пурпурное	0,90	0,90	1,10	3,75
Голубое	1,90	1,55	2,09	
Желтое	1,85	1,00	1,50	

Как видно из рис. 3 и данных таблицы, области допустимых отклонений представляют собой эллипсы с таким же углом наклона большой оси, как и у линии абсолютно черного тела. При увеличении контраста от 1 : 1 до 2 : 1 область допусков II несколько сжимается по желтому направлению на 0,13 СК и значительно по голубому на-

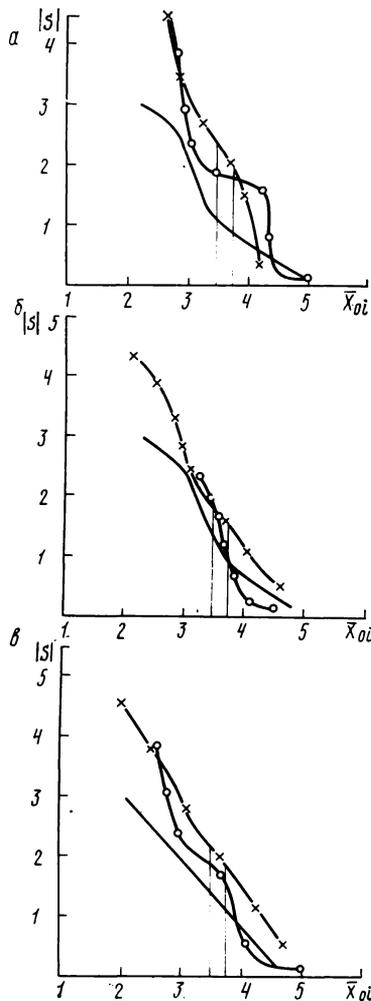


Рис. 4. График координат объективных измерений цветофотографической разности съемочного освещения и субъективных оценок изображений:

а — вариант I; б — вариант II; в — вариант III; — — — — пурпурное направление; —×—×— голубое направление; —○—○— желтое направление

правлению (на 0,45 СК и 0,30 ЗК) и расширяется по пурпурному всего на 0,1 ЗК. Это можно объяснить сдвигом кривой относительно спектральной чувствительности глаза в сторону малых длин волн при уменьшении освещенности.

При замене тест-объекта куклы живым человеческим лицом допуски по III варианту относительно допусков по II варианту расширяются по пурпурному направлению на 0,1 ЗК (практически приближаясь к допускам I варианта) по голубому на 0,4 СК, 0,3 ЗК, по желтому — на 0,28 СК.

Если выбрать в качестве допуска область изменений цветофотографических разностей варианта II как наиболее жесткую, то максимальная цветофотографическая разность освещения S в кадре будет лежать в интервале от 1,8 до 1.

Практическое использование полученных допусков может быть показано на следующих примерах.

1. Для подсветки на натуре в целях уменьшения естественных контрастов часто используются удобные в эксплуатации осветительные приборы с лампами накаливания. Чтобы согласовать их спектрональный состав с характеристиками дневного света, необходимо установить на приборе компенсационный светофильтр типа ЛН-ДС [8]. Предельно допустимые отклонения спектрональных коэффициентов излучения одного источника света от другого (с учетом нестабильности электрического режима, старения лампы, применения линзовой оптики) составляют 34 майред, что соответствует отклонению от номинала S=1 [2]. Лампа накаливания является температурным источником и характеризуется спектрональными коэффициентами, изменяющимися вдоль линии абсолютно черного тела, т. е. не воздействует на пурпурную и зеленую составляющую области допустимых значений цветофотографических разностей.

Возможными отклонениями спектрональных коэффициентов отфильтрованного результирующего излучения ( $\Delta СК_p, \Delta ЗК_p$ ) будем считать значения, соответствующие наиболее жесткому допуску по I варианту. При этом

$$\left. \begin{aligned} \Delta СК_\phi &= \Delta СК_p - \Delta СК_{ист}; \\ \Delta ЗК_\phi &= \Delta ЗК_p - \Delta ЗК_{ист}, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где СК<sub>ист</sub>, ЗК<sub>ист</sub>, СК<sub>ф</sub>, ЗК<sub>ф</sub> — допустимые отклонения спектрональных коэффициентов излучения источника и светофильтра.

Тогда на цветофотографическом графике получим допуск на спектрональные характеристики компенсационных светофильтров в виде ромба со стороной, равной 1,8, и осью, идущей вдоль большой оси допуска по I варианту (рис. 5).

2. Отфильтрованное излучение лампы накаливания может отличаться по спектрональным характеристикам от дневного света, как было выше установлено, на S=±1,8.

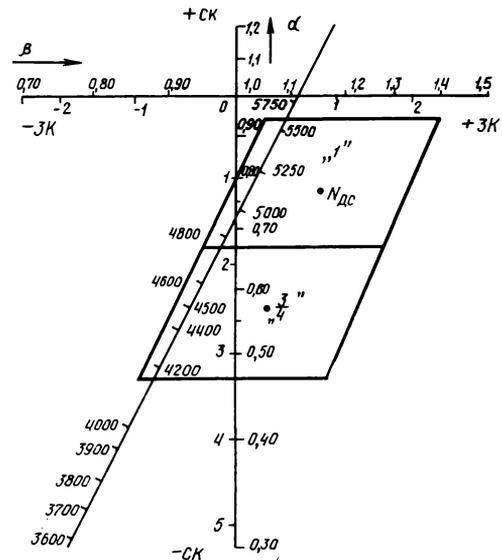


Рис. 5. Расположение поля допусков на спектрональные коэффициенты излучения с T<sub>пф</sub>=3200 К, прошедшего через интерференционные компенсационные светофильтры КИС-ЛН-ДС

Расчеты по формулам (4), [9] показали, что для выездных натурных съемок необходимы компенсационные светофильтры двух типов «1», осуществляющие номинальный переход  $T_{\text{дф}}$  по цветофотографической температуре от 3200 до 5250 К (122 майред) и «3/4» для перехода от 3200 к 4600 К (95 майред). Допуски на отфильтрованное указанными типами светофильтров излучение с  $T_{\text{дф}}=3200$  К приведены на рис. 5. При высоте солнца  $h_{\odot}=30-50^{\circ}$  и ясном небе рекомендуется компенсационный светофильтр КИС-ЛН-ДС-«1», для  $h_{\odot}=30-20^{\circ}$  — КИС-ЛН-ДС-«3/4».

3. При киносъемках в естественных интерьерах, характеризующихся большими контрастами освещения, достигающими до 40 : 1, для их смягчения также используется осветительная аппаратура с лампами накаливания и компенсационными светофильтрами ЛН-ДС. Поскольку обычно объект съемки не располагают под прямыми солнечными лучами, основной свет (свет неба) характеризуется цветофотографическими температурами от 6000 К при облачной погоде до 7000—8500 К при ясном небе [10, 11]. Поэтому в этом случае, используя полученные допуски на цветофотографические разности, рекомендуется применять на осветительных приборах компенсационные светофильтры КИС-ЛН-ДС-«1», лежащие около верхней границы допуска, в сочетании с пленочным светофильтром ЛН-ЛН или разработать компенсационный светофильтр КИС-ЛН-ДС-«1<sup>1/4</sup>», осуществляющий преобразование в 170 майред.

## Выводы

Установлены психологические допуски на цветофотографические разности освещения объекта, позволяющие определить:

степень необходимой компенсации спектральных характеристик разнородных по спектральному составу осветительных приборов;

рациональный комплект осветительных компенсационных светофильтров;

допустимые отклонения спектральных характеристик компенсационных светофильтров, источников света, оп-

тических элементов осветительных приборов (отражателей, контролтражателей, линз).

Применение этих допусков в практике киносъемок устраняет ряд искажений цветопередачи, что улучшает качество фильмокопий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Н ю б е р г Н. Д. Теоретические основы цветной репродукции. Л., «Сов. наука», 1948.
2. Киносъемочная техника. Под ред. Е. М. Голдовского. Гл. 4,5. М., Госкиноиздат, 1952.
3. П е л л ь В. Г., Г о р д и й ч у к И. Б. Справочник кинооператора. М., «Искусство», 1979.
4. Т ю р и н Н. И. Введение в метрологию. М., Изд-во стандартов, 1973.
5. К о з л о в с к и й С. М. Методика ранжирования при оценке качества кинотелевизионных изображений — «Труды НИКФИ», 1968, вып. 57, с. 81—90.
6. К о м а р В. Г., К о з л о в с к и й С. М. О формировании зрительного образа объекта и математическая оценка его геометрических искажений в кинематографе. — «Труды НИКФИ», 1968, вып. 57, с. 3—13.
7. К о з л о в с к и й С. М. Современные психометрические методы оценки качества кино- и телевизионных изображений. Обзорная информация НИКФИ, 1978, вып. 33.
8. Л а з а р е в а А. Н., Х о м я к о в а Ф. Т., Ш л я х т е р Е. М. Интерференционные компенсационные светофильтры для осветительных приборов с лампами накаливания. — «Техника кино и телевидения», 1975, № 4, с. 40—43.
9. Ш л я х т е р Е. М. Расчет необходимых спектральных коэффициентов источников света при цветной натурной киносъемке. — «Техника кино и телевидения», 1978, № 12, с. 25—28.
10. Д р у к к е р С. А. Источники света и освещение в цветной фотографии. М., «Искусство», 1956.
11. Ш л я х т е р Е. М. Некоторые характеристики естественного освещения. — «Труды НИКФИ», 1977, вып. 85, с. 56—63.

*Всесоюзный научно-исследовательский кинофотоинститут*

## Индикатор уровней звуковых сигналов

А. А. Миллер, А. Р. Пригожин, А. А. Чернявская

Индикаторы уровней звуковых сигналов нашли широкое применение в звукотехнике. Практически вся аппаратура записи и обработки звуковых программ, аппаратура звукоусиления, многие виды аппаратуры звуковоспроизведения снабжены развитой системой визуального контроля уровней. Однако среди персонала, эксплуатирующего звукотехническую аппаратуру, часто встречается непонимание основных особенностей объективной оценки уровней, вследствие чего возникают ошибки при эксплуатации и конструировании звуковой аппаратуры.

В качестве примера можно привести устойчивую привязанность киностудий к индикаторам с временем интеграции 60—80 мс, не соответствующим никаким отечественным и международным стандартам.

Индикаторы прежде всего должны обеспечивать единообразную оценку уровней во всех звеньях звуковых трактов и на всех этапах обработки звуковых программ. Это общеметрологическое требование применительно к индикаторам уровней приобретает особый смысл из-за нестационарного характера вещательных сигналов. Рекомендации МЭК (публикация № 268-10), ОИРТ и ГОСТ 21185—75 нормируют основные параметры индикаторов.

Параметры индикаторов следует разделить на две группы: влияющие на точность измерения уровней звуковых сигналов и определяющие качество индикаторов.

В первую группу параметров входят: основная погрешность градуировки, частотная погрешность, время интеграции, переброс указателя; во вторую группу — время срабатывания указателя, возврата указателя, динамический диапазон индикатора, размеры шкалы и ее характер (равномерный или неравномерный в децибелах), входное сопротивление, параметры питания, конструктивные характеристики. Ко второй группе следует также отнести такие эргономические характеристики, как утомляемость зрения, удобство отсчета, соответствие между зрительным и слуховым восприятием, возможность сопоставления уровней в нескольких звуковых каналах.

Рассмотрим более подробно важнейшие из параметров.

Время интеграции — длительность импульса частоты 5 кГц с номинальным уровнем, при которой показания индикатора на 2 дБ ниже, чем показания при длительном воздействии сигнала с тем же уровнем. Время интеграции — очень важный параметр, от которого в большой степени зависит результат измерения уровня вещательного сигнала. Например, показания

индикатора с временем интеграции 60 мс на вещательном сигнале на 6—8 дБ ниже показаний индикатора с временем интеграции 5 мс. При времени интеграции 5—10 мс возможно занижение показаний только на кратковременных пиках, неискаженное воспроизведение которых не является важным для качества звукопередачи.

В ряде стран применяются индикаторы средних значений VU-метра, имеющие время интеграции 200 мс. Показания таких индикаторов приблизительно характеризуют уровень громкости и не информируют об уровне пиков. В случаях, когда важна объективная оценка громкости, а звуковые тракты защищены от перегрузок лимитерами, VU-метры могут иметь существенные преимущества перед индикаторами пиковых или, точнее, квазипиковых уровней. У нас в стране VU-метры не нашли применения, и действующий ГОСТ предусматривает использование исключительно индикаторов с временем интеграции 5 мс.

«Переброс» указателя — кратковременное превышение показаний индикатора при подаче на его вход сигнала с номинальным уровнем.

Это явление связано с инерционностью подвижных систем магнитоэлектрических указателей и полностью отсутствует у всех типов электронных индикаторов. Переброс можно устранить демпфированием подвижной системы, однако при сильном демпфировании возрастают время срабатывания указателя и время интеграции. Поэтому малый переброс удается получить только для указателей с малым моментом инерции. ГОСТ ограничивает переброс значением 1 дБ.

Динамический диапазон индикатора, т. е. интервал уровней, который может наблюдаться по его шкале, следовало бы ограничить 20—26 дБ, поскольку контроль уровней в основном ведется по громким звукам. Но так как желательно, чтобы индикация была приближена к слуховому восприятию и все несущие полезную информацию звуки находили свое отражение на индикаторе, динамический диапазон должен находиться в пределах 40—50 дБ, что и предусмотрено ГОСТом. Индикаторы, устанавливаемые на аппаратуре для контроля сигналов (без регулировок), могут иметь меньший диапазон. Сокращение динамического диапазона индикаторов малогабаритной аппаратуры целесообразно для увеличения разрешающей способности шкалы при малых ее размерах. Шкалы индикаторов выполняются либо линейными с равномерным расположением равных интервалов (в децибелах), либо с расширением интервалов по мере приближения к номинальному уровню.

Малогобаритные и контрольные индикаторы обычно снабжаются линейной шкалой. На шкалах предусматривается участок перегрузок выше номинального уровня на 4 дБ.

Время срабатывания, так же как перебор, является свойством инерционных указателей. Оно не вносит погрешности в измерения, но при времени более 200 мс становится заметным запаздывание показаний по сравнению со звуком. При очень малом времени срабатывания глаз оператора не успевает следить за перемещениями светового пятна по шкале. Это ограничение справедливо только для индикации «пятном» и отсутствует при индикации «линией». Принято, что для индикаторов с инерционными указателями время срабатывания должно находиться в пределах 100—200 мс и может быть увеличено только для контрольных индикаторов.

Время возврата определяется ГОСТом как время, за которое указатель индикатора после прекращения сигнала номинального уровня возвращается к отметке  $-20$  дБ. Это время определяет динамику перемещений стрелки, пятна или линии по шкале при контроле вещательных сигналов: при больших скорости и частоте перемещений затрудняется отсчет и возрастает утомляемость зрения, а при медленном возврате индикатор не реагирует на слабые сигналы, следующие непосредственно за громкими. После прекращения звука указатель такого индикатора еще длительное время перемещается по шкале к точке начала отсчета. При кратковременном звуковом импульсе глаз звукооператора должен видеть указатель вблизи точки максимального отклонения в течение примерно 0,1—0,2 с. За это время перемещение указателя по шкале не должно превышать 1—1,5 дБ, время возврата равно 1,5—2 с, что предусмотрено ГОСТом. При этом показание индикатора сильно отстают от динамики реального сигнала.

В настоящее время имеется возможность улучшить работу индикаторов «запоминанием» пиковых уровней на время 0,2—0,3 с и последующим ускоренным возвратом указателя за 0,4—0,6 с.

Входное сопротивление индикатора согласно ГОСТу, должно быть не менее 10 кОм, чтобы не шунтировать звуковые цепи. Как показывает опыт конструирования звуковой аппаратуры, удобнее иметь индикаторы с большим входным сопротивлением (100 кОм и более), что упрощает построение контрольно-измерительных цепей.

Усложнение методов обработки звуковых программ и звуковой аппаратуры приводит к необходимости контролировать уровни большого числа сигналов (10—20). Желательно, чтобы этот контроль был одновременным и позволял сопоставлять уровни в различных каналах меж-

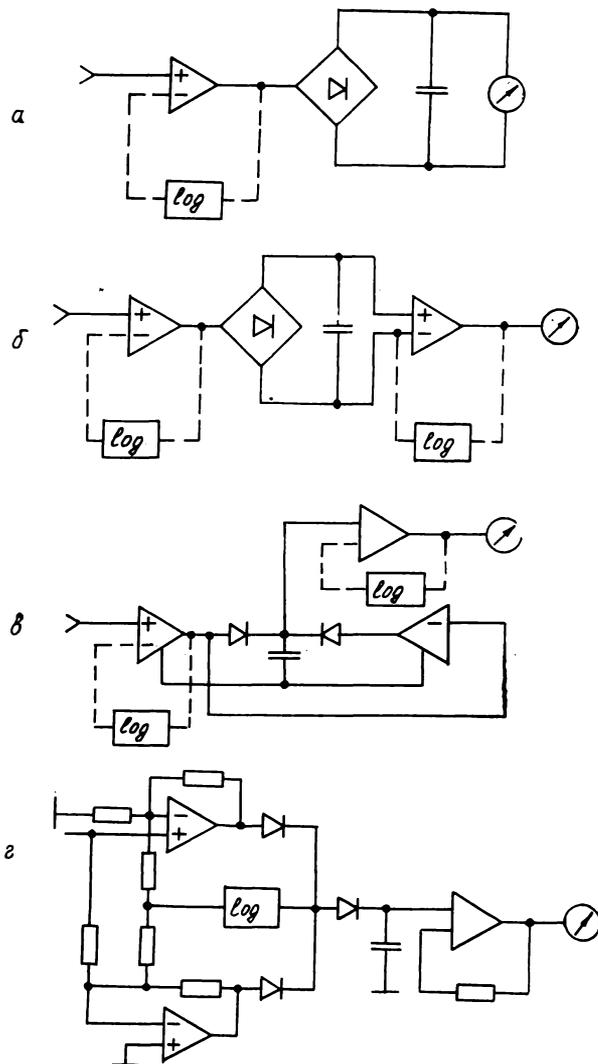


Рис. 1. Структурные схемы магнитоэлектрических индикаторов

ду собой. Для выполнения этих требований необходимо, чтобы индикаторы имели прямолинейную шкалу и могли устанавливаться близко один от другого. При контроле 8—12 сигналов и длине шкалы индикатора 100—150 мм расстояние между индикаторами должно быть в пределах 7—15 мм. Лишь электронные индикаторы позволяют решить эту задачу. При большом числе индикаторов приобретает новое значение объем, занимаемый этими устройствами, так как размещение индикаторов на пультах может оказаться сложной задачей.

Рассмотрим индикаторы с магнитоэлектрическими указателями. Варианты структурных схем индикаторов приведены на рис. 1. Основные соотношения в индикаторе, выполненном по наиболее простой схеме (рис. 1, а), определим на

численном примере. Существующие здесь закономерности справедливы и для более сложных схем. Зададимся следующими данными: напряжение питания усилителя индикатора 24 В; ток полного отклонения указателя  $I_p = 150$  мкА; участок шкалы 0—4 дБ составляет 15%, а участок от 0 до минус 20 дБ — 50% длины шкалы указателя; время интеграции  $\tau_{\text{и}} = 5$  мс; время возврата указателя  $\tau_{\text{в}} = 1,5$  с.

Как показывает расчет, накопительный конденсатор на выходе детектора должен иметь емкость около 40 мкФ, чтобы обеспечить требуемое время возврата. При этом для получения времени интеграции детектора 5 мс необходимо, чтобы усилитель мог отдавать в нагрузку ток до 0,1 А при напряжении сигнала 8 В.

Из приведенных данных видно, что индикатор должен иметь довольно мощный усилитель, требования к которому возрастают при снижении напряжения питания и увеличении тока рамки указателя.

Рассмотрим динамические свойства индикатора при воздействии сигнала малой длительности. На рис. 2 показан воздействующий импульс: *а* — кривая заряда емкости; *б* — кривая разряда емкости; *в* — кривая перемещения указателя. Очевидно, что рамка указателя, имеющая определенный момент инерции, будет запаздывать относительно роста приложенного к ней напряжения и в момент, когда напряжение на конденсаторе достигнет максимального значения, отклонение указателя будет еще очень малым. Однако по мере дальнейшего движения указателя напряжение на конденсаторе будет снижаться по кривой и указатель так и не достигнет положения, соответствующего максимальному напряжению на конденсаторе. Заниженные показания будут наблюдаться для сигналов, продолжительность которых меньше времени срабатывания указателя. Эта погрешность достигает наибольшего значения для коротких

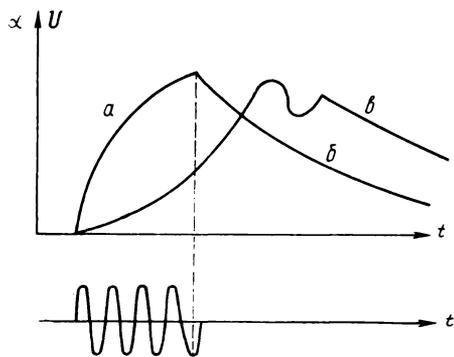


Рис. 2. Динамические свойства индикаторов при воздействии сигнала малой длительности

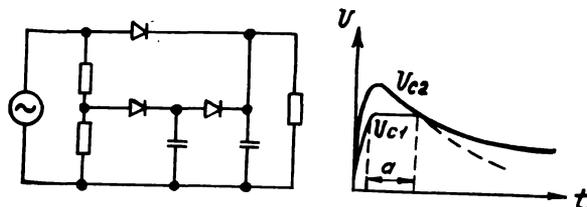


Рис. 3. Схема детектора и кривая разряда

импульсов и возрастает при уменьшении времени возврата.

Практически может оказаться, что слишком низкое напряжение питания (конструктор не всегда свободен в его выборе), чрезмерная инерционность указателя или его низкая чувствительность сделают построение индикатора по схеме рис. 1, *а* невозможным. В этом случае можно применить схему с усилителем постоянного тока после детектора (рис. 1, *б*). При высоком входном сопротивлении усилителя постоянного тока можно уменьшить накопительную емкость и сократить время ее заряда. Кроме того, в этой схеме можно использовать детектор с неэкспоненциальным разрядом, предложенный В. С. Немановым. Схема детектора приведена на рис. 3. Очевидно, если продолжительность участка *а* кривой разряда будет равна времени запаздывания указателя, то время интеграции не возрастет за счет инерционности указателя, что облегчит получение малого времени интеграции. Схема, представленная на рис. 1, *б*, требует двух изолированных друг от друга источников питания, а схема, показанная на рис. 1, *в* — одного источника питания. В последнем случае используются два однополупериодных детектора, один из которых получает сигнал с дополнительного инвертирующего усилителя. На рис. 1, *г* изображена схема, где положительные и отрицательные полупериоды сигнала усиливаются двумя отдельными усилителями, из которых один инвертирует полярность усиливаемого сигнала, а другой оставляет полярность сигнала неизменной. Такая схема позволяет получить большее выпрямленное напряжение, чем схема рис. 1 *в*. Следует отметить, что при использовании усилителя постоянного тока с высоким входным сопротивлением и малой накопительной емкости необходимо применять в детекторе кремниевые диоды, имеющие большое обратное сопротивление. Для детектирования малых сигналов рабочую точку этих диодов следует искусственно смещать на 0,4—0,5 В в прямом направлении.

Укажем еще на одну трудность. Переходные конденсаторы, отделяющие по постоянному току детектор от усилителя, должны иметь емкость в пять—десять раз большую, чем на-

копительная. Здесь трудно обойтись без электростатических конденсаторов, однако ток их утечки может вызвать смещение указателя из начального положения. В связи с этим перспективно построение схемы на операционных усилителях без использования переходных конденсаторов.

Рассмотрим вопрос получения требуемого динамического диапазона. Если максимальное напряжение на выходе усилителя 4—5 В, то уровню —40 дБ соответствует напряжение 40—50 мВ. Такое малое напряжение практически не детектируется диодами, поэтому необходимо либо увеличить максимальное напряжение на выходе усилителя (т. е. повысить напряжение питания), либо применить усилитель с логарифмической амплитудной характеристикой. Известны схемы детекторов, использующие большое усиление операционных усилителей для приближения характеристик диодов к идеальным, что позволяет детектировать малые напряжения. Однако такие схемы требуют повышенной стабильности источника питания и электрорадиоэлементов схемы, поэтому нельзя рекомендовать применение таких детекторов. Чтобы видеть на шкале указателя диапазон уровней более 20 дБ, необходима логарифмическая характеристика. В схемах, показанных на рис. 1, б, в и г, логарифмическая характеристика может быть получена в усилителе постоянного тока, однако ограниченный динамический диапазон детектора вынуждает иметь хотя бы частичное логарифмирование в усилителе переменного тока. Строго говоря, правильнее логарифмировать после детектирования переменного напряжения, так как логарифмический усилитель переменного тока на различных уровнях по-разному искажает форму кривой усиливаемого напряжения, в связи с чем может измениться скорость заряда накопительной емкости. Однако, как показали проведенные измерения, возникающими погрешностями можно пренебречь.

Последнее время все большее распространение получают электронные индикаторы. Эти индикаторы безынерционны, им не свойственны ни переброс, ни запаздывание, поэтому их показания в большей степени соответствуют слуховому восприятию. Электронные индикаторы позволяют вместо индикации по точке (концу стрелки, светящейся риске) перейти к индикации по длине светящейся линии. Такая индикация более наглядна и менее утомительна для зрения. Важнейшее преимущество электронных индикаторов — возможность компактного расположения большого числа указателей в поле зрения оператора. Опыт свидетельствует о том, что операторы успешно справляются с индикацией шести — восьми равно важных сигналов.

Если же часть сигналов носит второстепенный характер, то в поле зрения оператора их можно иметь до 12. В многоканальных системах одновременный визуальный контроль с сопоставлением уровней в каналах дает значительно больший объем информации, чем отдельный контроль уровней тех же каналов.

Рассмотрим принципы создания электронного индикатора.

Промышленность выпускает газоразрядные линейные индикаторы ИН-9 и ИН-13, длина светящейся линии которых пропорциональна току, протекающему через газовый промежуток. Структурная схема такого индикатора может соответствовать схемам рис. 1, б, в или г, но с тем отличием, что усилитель постоянного напряжения заменяется на усилитель постоянного тока. Недостаток линейных индикаторов — необходимость высоковольтного питания (около 150 В) и зависимость показаний от температуры газа в разрядном промежутке. Однако эта температурная погрешность при контроле вещательных сигналов остается допустимой.

Выпускаются также многодекадные линейные декартоны, для управления которыми необходим преобразователь аналог-код, включенный после детектора. Этот преобразователь должен выдавать последовательность импульсов не менее 25 раз в 1 с, чтобы глаз видел перемещающуюся вдоль индикатора точку как непрерывную линию. Линейные декартоны дают дискретную индикацию, однако при числе дискретных ступеней около 100 это не должно ухудшать качества индикации. Преимущество линейных декартонов — независимость их показаний от температуры, но схема управления ими значительно сложнее, чем линейными индикаторами.

Несколькими зарубежными фирмами выпущены индикаторы на светодиодах. Эти индикаторы содержат 20—30 светодиодов в столбике. Хотя точность отсчета уровней при такой дискретности индикации вполне достаточная, степень соответствия индикации слуховому восприятию должна быть повышена.

В последнее время широкое распространение получили и светодиодные индикаторы, содержащие всего четыре — восемь светодиодов и используемые для справочного контроля уровней. Такие индикаторы достаточно просты, могут иметь малые габариты, их можно использовать в цепях звуковых трактов, где желательно иметь представление о действующих уровнях.

Входная часть светодиодного индикатора может быть выполнена по схеме рис. 1, в или г, однако для управления светодиодами необходим амплитудный анализатор того или иного типа. На рис. 4 представлено несколько вариантов амплитудных анализаторов.

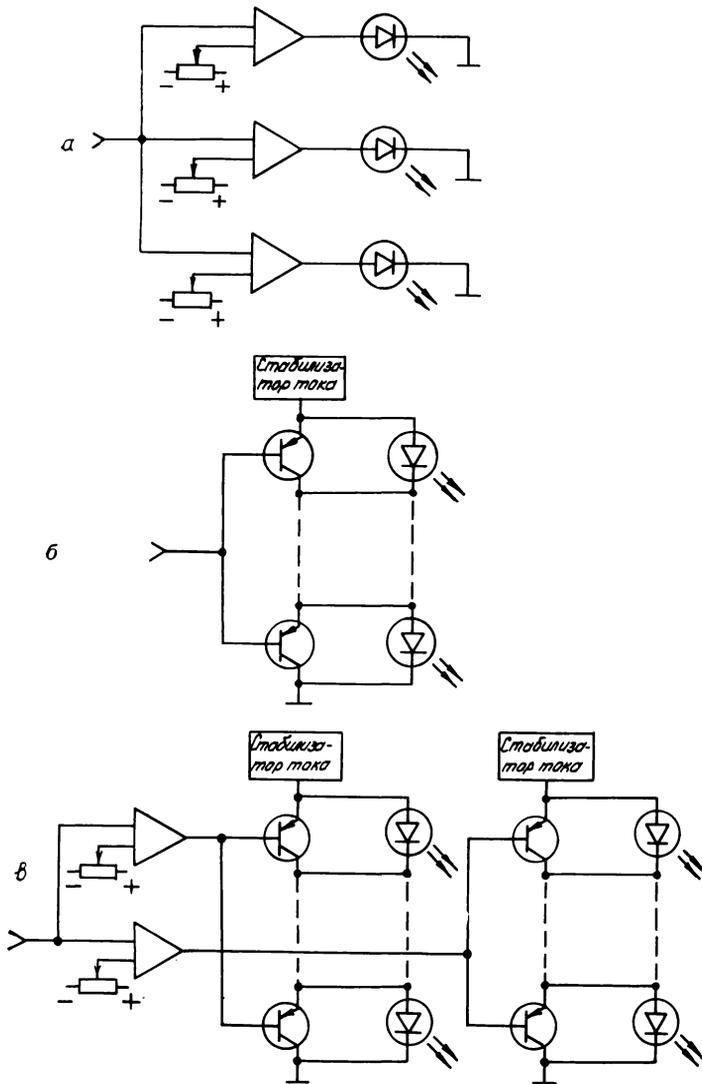


Рис. 4. Структурные схемы амплитудных анализаторов

На рис. 4, а показан анализатор параллельного типа. Его недостатки — сложность и большой потребляемый светодиодами ток, так как светодиоды включены параллельно.

На рис. 4, б приведена более экономичная схема с последовательным включением светодиодов. Транзисторы и светодиоды питаются от стабилизатора тока, причем потребляемый ток равен рабочему току одного светодиода. Однако последовательная схема требует повышенных управляющих и питающих напряжений, в связи с чем ее целесообразно использовать при напряжении питания 24—30 В и шести—десяти светодиодах. При большем числе светодиодов можно использовать несколько последовательных анализаторов, как показано на рис. 4, в.

Известны импульсные схемы анализаторов, где вырабатывается последовательность импульсов, число которых пропорционально входному напряжению. Импульсы подаются на пересчетную схему, обеспечивающую включение светодиодов в соответствии с количеством поступивших на ее вход импульсов. Такие схемы управления светодиодами целесообразны при большом числе светодиодов, однако параллельно-последовательный анализатор (см. рис. 4, в) все же предпочтительнее, так как при равной сложности он не создает импульсных помех.

Очень хорошие результаты можно получить при индикации большого числа сигналов на электронно-лучевой трубке (ЭЛТ). Впервые такой индикатор 8Э23 был разработан в 1962 г. и установлен в Кремлевском Дворце съездов. Этот первый многоканальный индикатор обеспечивал одновременную индикацию восьми сигналов на ЭЛТ типа 13ЛОЗИ, имеющей электростатическое отклонение луча.

Большая длина ЭЛТ с электростатическим отклонением луча обуславливает существенные неудобства в размещении индикаторов в звуко-режиссерских пультах.

В последние годы был разработан транзисторный многоканальный индикатор 8Э79 (рис. 5) со значительно улучшенными характеристиками и более удобной конструкцией. Этот индикатор имеет 12 каналов и выполнен на трубке с магнитным отклонением. Сигналы устанавливаются и частично логарифмируются до детекторов, что обеспечивает необходимую чувствительность индикатора и независимость его работы от внутреннего сопротивления источников сигнала. После детектора выпрямленные напряжения проходят через электронные ключи на широтно-импульсный модулятор. Электронные ключи открываются поочередно благодаря управляющей ими кольцевой пересчетной схеме на тиристорах. Длительность импульсов, получаемых на широтно-импульсном модуляторе, пропорциональна приложенным к его входу напряжениям, а частота повторения импульсов равна строчной. Эти импульсы подаются на управляющий электрод трубки и определяют длину светящейся части строк раstra. Широтно-импульсный модулятор управляется экспоненциальными импульсами строчной частоты, что позволяет окончательно сформировать логарифмическую зависимость между входным сигналом и высотой столбика. Горизонтальная развертка выполняется ступенчатым сигналом. Для получения хорошей четкости светящихся столбиков предусмотрена схема строки, обеспечивающая засветку не более одной строки за время существования одной ступеньки горизонтальной развертки. Использование ступенчато-

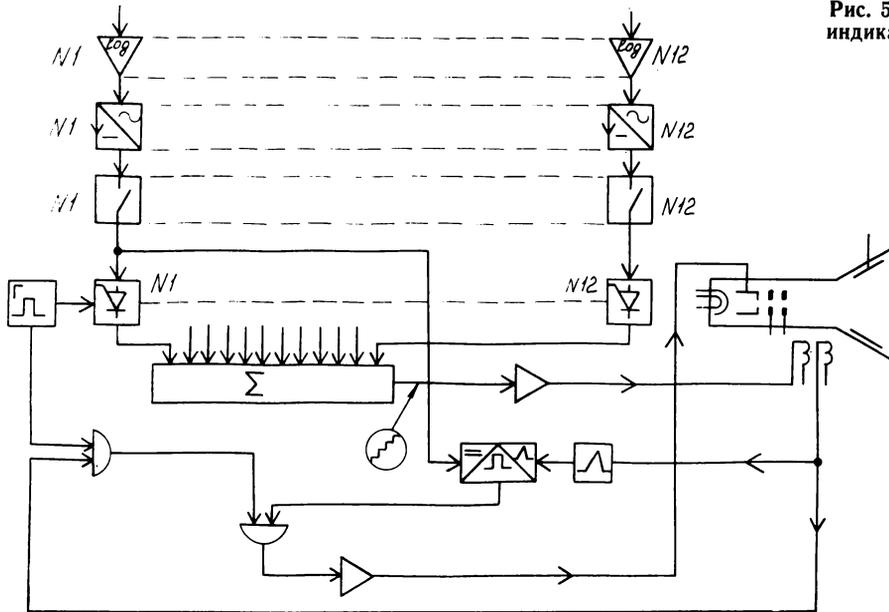


Рис. 5. Структурная схема многоканального индикатора 8Э79

го сигнала, формируемого пересчетной схемой, позволяет группировать столбики индикации любым образом.

Звукооператорские пульта для киностудий снабжаются в настоящее время индикаторами 8Э79, установленными в передвижную консоль. На рис. 6 показана конструкция студийного многоканального газоразрядного индикатора, в котором помимо индикации уровней сигналов в каждом канале предусмотрена дискретная светодиодная индикация сжатия динамического диапазона лимитерами.

Многоканальные индикаторы на ЭЛТ по сравнению с газоразрядными имеют более приятный для глаза цвет свечения экрана, позволяют располагать столбики ближе друг к другу и упрощают их группировку. Индикаторы на газоразрядных трубках при равном числе каналов занимают в два — три раза меньший объем, существенно проще по схеме и конструкции и, что особенно важно, гораздо надежнее. Индикация осуществляется отдельно и независимо для каждого канала, поэтому отсутствуют причины, приводящие к одновременной потере индикации по многим каналам; потеря же одного канала индикации, как правило, не создает для обслуживающего персонала непреодолимых затруднений.

Как показала практика, несмотря на все меры по уменьшению габаритов, многоканальные индикаторы очень трудно встроить в современные компактные микшерные пульта. Индикаторы же на газоразрядных трубках при надлежа-

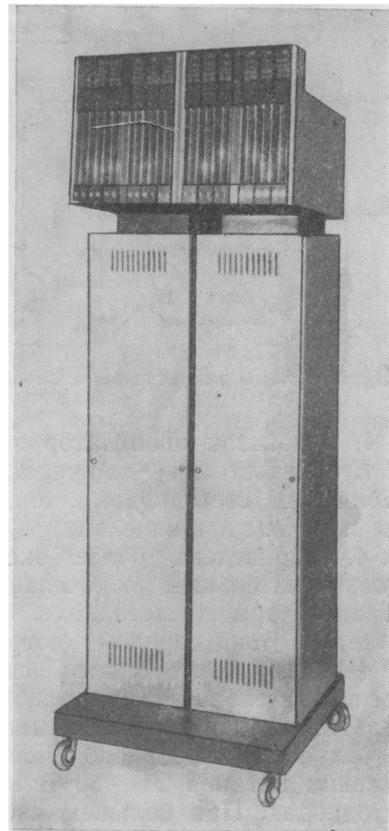


Рис. 6. Студийный многоканальный газоразрядный индикатор

щем конструктивном выполнении можно разместить даже в переносных пультах.

При конструировании электронных индикаторов уровня приходится учитывать явление, отсутствующее в магнитоэлектрических индикаторах. Огибающая вещательных сигналов содержит составляющую, спектр которой находится в диапазоне 5—10 Гц. Эта составляющая не сглаживается  $RC$  — цепью детектора и вызывает неприятное и утомляющее зрение дрожание верхушки светящейся линии или частые и кратковременные вспышки светодиодов. В магнитоэлектрических индикаторах стрелка не дрожит

благодаря инерционности подвижной системы. Указанный недостаток может быть устранен за счет использования уже упоминавшегося детектора с неэкспоненциальным разрядом. При задержке разряда на 100—150 мс индикатор четко фиксирует пиковые уровни.

Анализ современного состояния работ в области индикации уровней звуковых сигналов показывает, что устройства с электронной индикацией на газоразрядных или катодоллюминесцентных трубках, светодиодах и, возможно, жидкокристаллических панелях очень перспективны.

Центральное конструкторское бюро киноаппаратуры

УДК 681.84.087.7+778.534.46

## Бинауральные фазовые сдвиги в стереофонии

А. А. Терепинг

Источник звука в горизонтальной плоскости локализуется на основании оценки бинауральных различий ушных сигналов. Различия могут быть амплитудные или временные. Бинауральные временные сдвиги могут быть описаны в терминах временных интервалов или фазового сдвига. Принято считать, что временной и фазовый сдвиги эквивалентны.

Действительно, одинаковые фазовые сдвиги можно получить при помощи линии задержки фазовращателя. Однако когда в технике стереофонической звукозаписи появились устройства для фазовой обработки сигналов, было замечено, что бинауральный фазовый сдвиг, полученный при помощи фазовращателя, воспринимается иначе, чем такой же фазовый сдвиг, полученный линией задержки. Если использовать линию задержки, то звуковой образец четко сдвигается в сторону более раннего стимула, при использовании фазовращателя смещение менее четкое и звуковой образ расширяется в размерах.

Для выявления роли бинауральных фазовых сдвигов в восприятии пространственного звука была проведена серия экспериментов, в которой определили пороги восприятия бинаурального фазового сдвига [1]. Пороги определили для синусоидального сигнала, 1/3-октавного и октавного шумов. Результаты приведены на рис. 1. Отсюда следует, что слух человека наиболее чувствителен к бинауральным фазовым сдвигам на нижних частотах, а на частотах выше 1300 Гц при узкополосных сигналах фазовые сдвиги не воспринимаются. Такая тенденция обнаружена также в более ранних исследованиях по восприятию бинаурального фазового сдвига [2—4], но, по данным этих работ, пороги восприятия ниже примерно в 3,5—4 раза (см. рис. 1).

В нашем эксперименте первоначально участвовали восемь экспертов, но двух из них пришлось отстранить, поскольку они совершенно не воспринимали бинауральные фазовые сдвиги вплоть до  $90^\circ$ , в то же время они хорошо различали бинауральные временные сдвиги, когда стимулом были щелчки. Ссылки на то, что для опытов по латерализации звуковых образов подходит не каждый эксперт, имеются и в некоторых других работах [5, 6].

Все эти факты заставили нас более подробно изучить восприятие бинауральных фазовых сдвигов. Для экспериментов была изготовлена специальная установка [7], которая позволила автоматизировать эксперимент.

Целью первого эксперимента было определить процент

людей, которые не воспринимают бинауральные фазовые сдвиги. В эксперименте участвовали 100 экспертов в возрасте 18—36 лет (в основном студенты Тартуского государственного университета). Задача экспертов состояла в том, чтобы при дихотическом (через головные телефоны) предъявлении различать сигналы, которые не имеют бинаурального фазового сдвига, от сигналов, которые имеют бинауральный фазовый сдвиг  $45^\circ$ . В качестве стимулов служил узкополосный шум с шириной полосы около 0,3 октавы со средней частотой 250 Гц.

Стимулы предъявляли для сравнения парами: первый член пары был с бинауральным фазовым сдвигом или без него; второй член был эталонный без фазового сдвига. Каждому эксперту давали для сравнения 100 пар.

По данным эксперимента для каждого эксперта рассчитывали вероятность обнаружения сигнала  $P(Y/s)$  (пара с фазовым сдвигом) и вероятность ложной тревоги  $P(Y/n)$  [8]. На основании этих вероятностей определили для каждого эксперта величину  $d'$ , используемую в теории обнаружения сигналов ( $d'$  характеризует возможность обнаружения сигнала в зависимости от свойств приемника, в данном случае — эксперта).

Распределение величин  $d'$  представлено в виде гистограммы на рис. 2. Из гисунка видно, что эксперты разде-

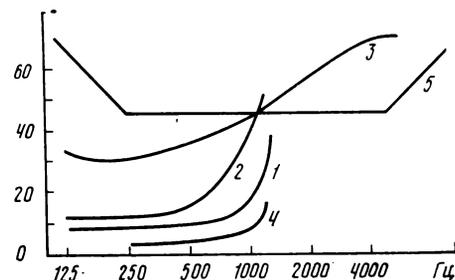


Рис. 1. Пороги восприятия бинаурального фазового сдвига по [1]:

1 — для синусоидального тона; 2 — для 1/3-октавного шума; 3 — для октавного шума; 4 — пороги для синусоидального тона по [3]; 5 — допустимый разбаланс ФЧХ между стереоканалами по рекомендации ОИРТ

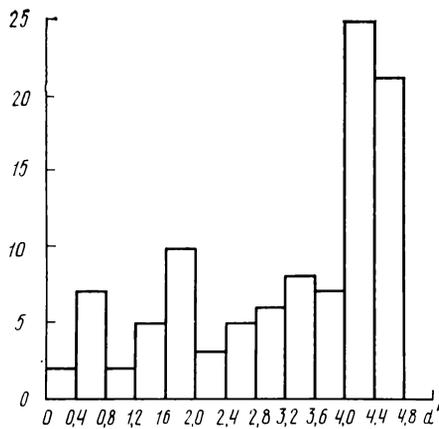


Рис. 2. Гистограмма частот распределения  $d'$  восприятия бинаурального фазового сдвига  $45^\circ$

ляются на две группы. Первую группу образуют эксперты, которые не воспринимают фазовый сдвиг  $45^\circ$  ( $d' \leq 2,0$ ), вторую — воспринимающие этот фазовый сдвиг ( $d' > 2,0$ ). За границу раздела условно принято  $d' = 2,0$ . Таким образом в группе экспертов из 100 человек 26 не воспринимали бинаурального фазового сдвига  $45^\circ$ .

По каким признакам ориентируются в акустическом пространстве люди, нечувствительные к бинауральному фазовому сдвигу? Чтобы ответить на этот вопрос, с теми экспертами, которые не воспринимали бинаурального фазового сдвига  $45^\circ$ , был поставлен специальный эксперимент, позволивший определить восприятие бинауральных временных сдвигов. С этой целью использовался временной сдвиг 380 мкс. Такой сдвиг на частоте 250 Гц эквивалентен фазовому сдвигу  $34,2^\circ$ . Оказалось, что все эксперты отлично воспринимали такой временной сдвиг ( $d'$  в пределах 2,42—4,64).

Поскольку бинауральный временной сдвиг различали все эксперты, можно сделать вывод, что именно бинауральный сдвиг фронтов нарастания определяет смещение кажущегося источника звука в горизонтальной плоскости. Можно также предположить, что реализуются различные механизмы оценки бинауральных сдвигов фронтов нарастания и фазовых сдвигов.

На рис. 1 приведены нормативы по разбалансу ФЧХ каналов стереофонического тракта по рекомендациям

ОИРТ. По-видимому, эти нормы разработаны исходя из технических возможностей передающего тракта, а не из психофизических параметров слуховой системы человека. Если иметь в виду слушателя, следовало бы уменьшить допустимый разбаланс в области нижних частот и увеличить на частотах выше 1300 Гц.

Тот факт, что около 25 % людей имеют высокий порог восприятия бинауральных фазовых сдвигов, может иметь значение при их профессиональном отборе.

По традиции принято считать, что звукорежиссеры должны иметь музыкальный слух и при работе со стереозвучком примерно одинаковую чувствительность обеих ушей. Предварительные эксперименты показали, что восприятие бинауральных фазовых сдвигов не коррелируется с восприятием высоты звука, также не замечено асимметрии чувствительности ушей у тех экспертов, которые не воспринимали бинауральные фазовые сдвиги. Они сами даже не подозревали, что не воспринимают их. Поэтому при профессиональном отборе звукорежиссеров (звукорежиссеров) следует иметь в виду также восприятие бинауральных фазовых сдвигов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Терепинг А., Аллик Ж. Интерауральная фазовая чувствительность сигнала различного спектрального состава. — В кн.: Проблемы когнитивной психологии. Труды по психологии, 1979, VIII, с. 164—169.
2. Mills A. W. On the minimum audible angle. — JOSA, 1958, № 30, p. 237—246.
3. Zwislowski J., Feldman R. S. Just noticeable differences in dichotic phase. — JOSA, 1956, № 28, p. 860—864.
4. Yost W. A. Discriminations of interaural phase difference. — JOSA, 1964, № 55, p. 1299—1303.
5. McSayers B. A. Acoustic-image lateralization judgment with binaural tones. — JOSA, 1964, № 36, p. 923—926.
6. Зенкова Л. С. Эксперименты по латерализации звуковых образцов. — В кн.: Адаптивные механизмы в акустической ориентации. М., Изд-во МГУ, 1973, с. 151—159.
7. Терепинг А. Автоматическая установка для исследования восприятия интераурального фазового сдвига. — В кн.: Теоретические и практические вопросы автоматизации психологического эксперимента. Тарту, изд. Тартуского гос. ун-та, 1980, с. 52—55.
8. Бардин К. В. Проблема порогов чувствительности и психофизические методы. М., «Наука», 1976.
9. Кононович Л. М., Ковалгин Ю. А. Стереофоническое воспроизведение звука. М., «Радио и связь», 1981.

Эстонский республиканский радиотелецентр

УДК 681.846.73

## Абразивно-магнитные ленты для обработки и контроля магнитных головок и лентопротяжных механизмов

Н. Г. Григорьева, В. В. Суроегина, И. М. Теряева, И. И. Элиасберг

В настоящее время все типы магнитных головок (звуковые, видео-, блоки видеоголовок) обрабатываются эластичными абразивными лентами с алмазными и электрокорундовыми покрытиями.

Однако процесс проверки магнитных головок после обработки их абразивными лентами весьма трудоемкий, так

как после каждой обработки (вскрытие зазоров, доводки, шлифовки) необходимо измерять глубину рабочего зазора головки на микроскопе и рабочие параметры. Зачастую обработку и контроль приходится производить многократно, до получения требуемых рабочих параметров магнитных головок.

С целью совместить в единый технологический цикл процесс обработки и контроль рабочих параметров магнитных головок во ВНИИТРе разработаны комбинированные абразивно-магнитные ленты.

### Трехслойная абразивно-магнитная лента типа «Зебра»

Лента типа «Зебра» (рис. 1, а) представляет собой ленту с чередующимися участками абразивного и магнитного покрытия. Она изготавливается путем нанесения абразивной суспензии, содержащей синтетический алмазный порошок

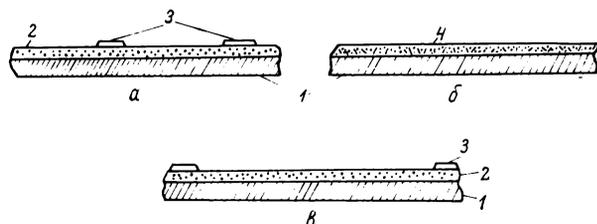


Рис. 1. Магнитно-абразивные ленты: трехслойная лента «Зебра» — а; двухслойная абразивно-магнитная лента — б; магнитная лента с абразивными концами — в; 1 — основа; 2 — магнитный слой; 3 — абразивный слой; 4 — магнитно-абразивный слой

с размером зерна 1—2 мкм, на рабочую сторону любой готовой магнитной ленты, на которой предварительно записан сигнал [1]. Толщина абразивного покрытия 3—5 мкм.

Абразивные участки длиной в 200 мм наносят методом полива на магнитный слой ленты через интервалы в 2000 мм.

При прохождении ленты «Зебра» по магнитной головке ее рабочая поверхность подвергается воздействию абразивного или магнитного участка, в силу чего функции обработки и контроля чередуются.

Однако прерывность функций обработки и контроля иногда вызывает нестабильность показаний приборов, что усложняет контроль рабочих параметров магнитных головок. Поэтому лента «Зебра» чаще всего используется на окончательных доводочных операциях, где необходима большая точность.

### Двухслойная абразивно-магнитная лента

Двухслойная абразивно-магнитная лента (рис. 1, б) состоит из полиэфирной основы и рабочего слоя, в котором магнитный и абразивный порошки находятся в строго определенном соотношениях. Соотношение между магнитным и абразивным порошками выбрано таким образом, чтобы, с одной стороны, лента обладала достаточными абразивными свойствами для обработки головки, а, с другой стороны, ее магнитные свойства были достаточны для контроля рабочих параметров магнитных головок.

Оптимальный вариант состава рабочего слоя — 85—90 % магнитного порошка  $\gamma$ -оксида железа типа 12 и 10—15 % абразивного порошка электрокорунда с размером зерна 3/5 мкм.

Абразивно-магнитная лента такого состава имеет следующие свойства: абразивность 0,5—0,6 мкм/м; остаточная намагниченность  $B_r$ —74—76 кА/м; коэрцитивная сила  $H_c$ —25 кА/м. Магнитная лента на порошке типа 12

(без абразивного компонента) имеет абразивность 0,03 мкм/м;  $H_c$  — 24 кА/м;  $B_r$  — 88 кА/м. Абразивная лента на порошке М-5 (без магнитного компонента) — имеет абразивность — 1,0 мкм/м. На рис. 2 представлены кривые зависимости абразивности и магнитных свойств абразивно-магнитных лент от весовых соотношений абразивного и магнитного порошков. Из рис. 2 видно, что с увеличением содержания абразивного порошка от 0 до 20 % в рабочем слое ленты абразивность и коэрцитивная сила увеличиваются соответственно от 0,03 до 0,8 мкм/м и от 24 до 26 кА/м, а остаточная намагниченность уменьшается от 88 до 74 кА/м.

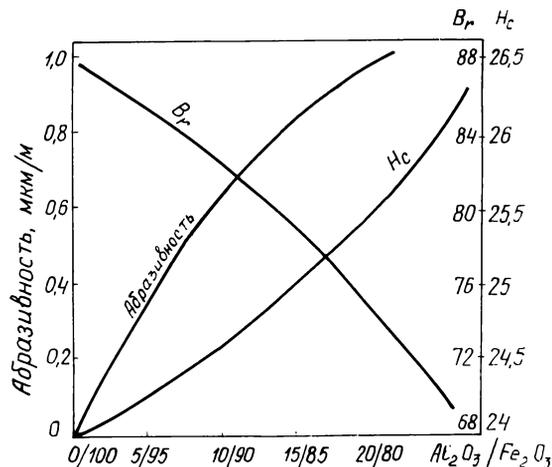


Рис. 2. Зависимость магнитных свойств ( $H_c$ ,  $B_r$ ) и абразивность лент от весового соотношения абразивного и магнитного порошков  $Al_2O_3/Fe_2O_3$

Процесс изготовления абразивно-магнитных лент аналогичен процессу изготовления магнитных лент и состоит из операции изготовления абразивно-магнитной суспензии и ее нанесения на основу — лавсан.

Абразивно-магнитные суспензии готовят в шаровых мельницах; перетирают компоненты стальными шарами. Время диспергирования — 48 ч. Готовую суспензию методом полива из фильеры наносят на полиэфирную основу. Толщина абразивно-магнитного слоя — 10—12 мкм, общая толщина ленты — 35—37 мкм.

### Магнитная лента с абразивными концами

Лента служит для чистки лентопротяжного тракта и магнитных головок от сыпучих и мажущих продуктов износа магнитных лент непосредственно в процессе эксплуатации, она представляет собой магнитную ленту любой длины, концы которой политы абразивным слоем [2]. Таким образом, абразивные концы и магнитное покрытие выполнены на единой основе — магнитной ленте.

Технологически лента изготавливается так же, как и лента типа «Зебра». На магнитную ленту в рулоне со стороны рабочего слоя наносят абразивные участки примерно по 500 мм с каждого конца. Абразивное покрытие содержит синтетический алмазный порошок с размером зерна 0—1 мкм. Толщина абразивного покрытия — 4—5 мкм.

В тех случаях, когда недопустимо приклеивание абразивной ленты к концам магнитной, использование магнит-

ных лент с абразивными концами обеспечивает надежность работы аппаратуры.

Применение абразивно-магнитных лент решает одну из важных задач автоматизации процесса изготовления магнитных головок: шлифовку и окончательную доводку головок при одновременном контроле их параметров, поскольку абразивно-магнитные ленты обеспечивают совмещение функций обработки и контроля.

В процессе эксплуатации магнитофонов применение абразивно-магнитных лент позволяет регулярно чистить лентопротяжные механизмы и в конечном итоге позволяет существенно продлить срок службы аппаратов и повысить их надежность.

В настоящее время абразивно-магнитные ленты, разработанные во ВНИИТРе, применяются на предприятиях, выпускающих аппаратуру магнитной записи. Это позволяет более эффективно и рационально использовать действующий парк этой аппаратуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Теряева И. М., Элиасберг И. И. Магнитная лента. Авт. свид. № 415725. — БИ, 1974, № 6.
2. Теряева И. М., Элиасберг И. И. Рабочий слой абразивно-магнитной ленты. Авт. свид. № 605250. — БИ, 1978, № 16.

Всесоюзный научно-исследовательский институт телевидения и радиовещания

УДК 77.023

## Прибор для определения объемного набухания желатиновых слоев кинофотоматериалов

Л. Б. Брайнин, Л. Г. Гросс, В. А. Рудаков,  
М. М. Харитонов

Способность к набуханию эмульсионных и вспомогательных слоев кинофотопленок — одна из важнейших характеристик качественного состояния кинофотоматериала, позволяющая в ряде случаев судить о его эксплуатационной пригодности [1]. В этой связи разработка метода и прибора для количественной оценки этого параметра является актуальной технической задачей.

Существующие методы исследования набухания желатиновых слоев кинофотоматериалов основаны на следующих принципах: количественного учета поглощенной водной среды образцом [2], изменения оптических характеристик слоя в зависимости от количества поглощенной среды слоем, изменение линейных и объемных размеров слоя в зависимости от количества поглощенной водной среды. Большинство из перечисленных методов обладают рядом недостатков, среди которых выделяются общие: значительная трудоемкость получения экспериментальных данных, низкая воспроизводимость результатов, технические сложности в эксплуатации средств измерения. Эти недостатки были учтены при создании прибора НПМ-01. Принцип его действия основан на периодическом измерении толщины набухающего желатинового слоя контактным методом с автоматической регистрацией измеряемой величины. На рис. 1, а приведена функциональная схема, которая состоит из узла зажима образца 1, шупа 2 с магнитным подвесом 3, автономного вакуумного насоса 4, плоских пружин подвеса 5, динамического дифференциального конденсатора 6, электромагнита для периодического подъема шупа 7, генератора 8, трансформатора 9, усилителя 10, фазочувствительного усилителя 11, узла компенсации 12, двигателя 13, реохорда 14, регистрирующего прибора 15, винтовых пар 16, 17 установочки нуля.

Образец исследуемой пленки вставляется (рис. 1, б) в прорезь ячейки а, прижимается подвижным вакуумным прижимом б к базовой плоскости отсчета в. Присос пленки к

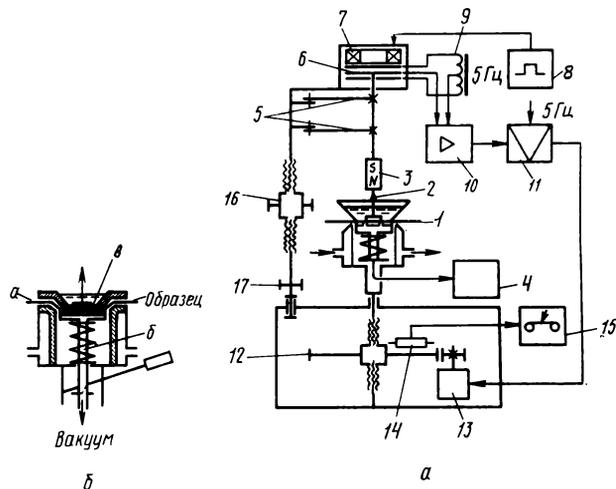


Рис. 1. Прибор для определения объемного набухания кинофотоматериалов НПМ-01:

а — принципиальная схема; б — схема ячейки с вакуумным прижимом образца

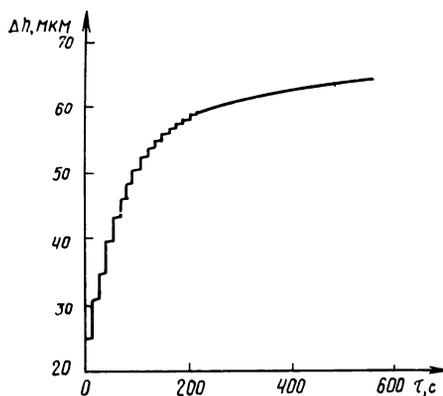


Рис. 2. Вид кинетической кривой объемного набухания фото материалов

плоскости отсчета ячейки набухания препятствует вспучиванию образца в процессе набухания. Упругие силы, возникающие при набухании, вызывают подъем щупа 2, который опирается на поверхность образца пленки с постоянным усилием, равным  $10^{-3}$  МПа. Изменение первоначального положения щупа вызывает разбаланс моста, составленного из изолированных пластин динамического конденсатора 6 и плеч обмотки трансформатора 9. Фаза сигнала разбаланса усиливается усилителями 10 и 11 и подается на двигатель 13, который, вращая винтовую втулку 12, опускает базовую поверхность ячейки с образцом, сохраняя при этом постоянство усилия на образец. Этот процесс осуществляется периодически с частотой 0,1 Гц. Сигнал, пропорциональный изменению толщины набухаемого слоя, поступает с реохорда 14 на вторичный самопишущий прибор типа КСП-4, на котором регистрируется кинетическая кривая (рис. 2). Температура воды или водных растворов, в среде которых идет процесс набухания, может поддерживаться с погрешностью  $\pm 1^\circ\text{C}$  с помощью дополнительного термостата.

На рис. 3 приведены примеры определения объемного набухания фототехнической, рентгеновской и цветной пленок. Видно, что кинетические кривые набухания отражают различие в структуре и свойствах изучаемых пленок. Естественно, что данный метод позволяет также регистрировать и количественно определять влияние различных модифициру-

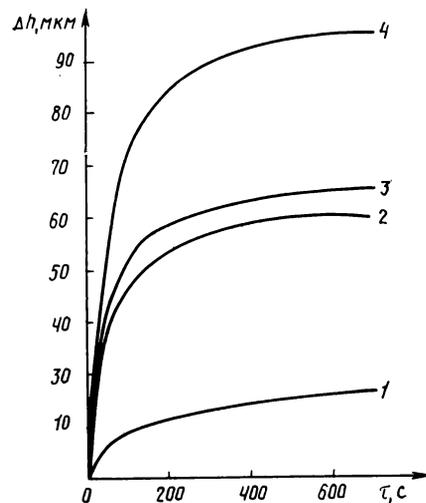


Рис. 3. Кинетические кривые объемного набухания кинофото пленок:

1 — ФТ-41; 2 — РМ-1; 3 — ЦП-8Р; 4 — ДС-5

ющих добавок (дубителей, пластификаторов, красителей и др.). Наибольшая инструментальная погрешность, определяемая по прецизионной индикаторной головке, не превышает  $\pm 1$  мкм.

Экспериментально установлено, что средняя погрешность воспроизводимости результатов измерения набухания, равна по ГОСТу 8.011—72  $\pm 3\%$ . Время смены образца и приведения прибора к состоянию готовности вторичного измерения составляет 2—3 мин. Простота эксплуатации и высокая воспроизводимость результатов делают прибор пригодным не только для отдельных исследований, но и для контроля серийной продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Леви С. М., Килинский И. М. Технология производства кинофото пленок. М., «Химия», 1973.
2. ОСТ 6-17-401 — 75. Метод определения набухаемости кинофото пленок. М., В/О «Союзхимфото», 1975.

Казанский научно-исследовательский технологический и проектный институт химико-фотографической промышленности

## Повысить эксплуатационный ресурс фильмокопии

М. П. Варзума

Большие масштабы кинофикации и обширная сеть кинопроката предопределили создание в нашей стране огромного фильмофонда, который в настоящее время составляет 4,6 млн. фильмокопий, из которых 1,7 млн. — полнометражные художественные фильмы.

Сохраняют и поддерживают фильмокопии в необходимом техническом состоянии 574 конторы и отделения по прокату кинофильмов, а демонстрируют их зрителям более 225 тыс. киноустановок, с помощью которых ежегодно проводится 45,5 млн. киносеансов. На создание полнометражного художественного фильма затрачиваются большие средства, а тиражи фильмов колеблются от 200 до 1200 копий. Эти цифры свидетельствуют о том, какие значительные художественные и материальные ценности доверены работникам киносети и кинопроката для сохранения и доведения их до широких слоев населения.

Эффективно использовать имеющиеся материальные ценности — одна из задач, поставленных перед кинематографистами партией и правительством. Повышение эффективности использования, отдачи каждой фильмокопии в целях экономии киноплёнки посредством приведения ресурса тиражей выпускаемых фильмокопий в соответствие с потребностью киносети вызывают необходимость осуществить комплекс работ по обеспечению сохранности и повышению зрелищного потенциала фильмовых материалов на всех этапах их производства, тиражирования, эксплуатации и технической обработки.

В этом направлении госкино союзных республик, их организации на местах проводят большую работу, которая значительно активизировалась в условиях снижения кинематографии лимитов на киноплёнку и сокращения объемов тиражирования фильмокопий.

Экранная жизнь фильмокопии начинается на кинокопировальном аппарате и кончается списанием вследствие либо полного технического износа и истощенности ее эксплуатационного ресурса (чаще всего), либо сверхнормального износа. При этом фильмокопия проходит длинный путь по лентопротяжным трактам различного кинотехнологического оборудования, многократно претерпев температурные и метеорологические воздействия в кинопроекторе, при хранении и транспортировании.

Действующими нормативными документами эксплуатационный ресурс копии художественного 70-мм фильма определяется в 300, 35-мм — в 480 и 16-мм — в 240 киносеансов [1]. Указанное число сеансов можно провести с новыми фильмокопиями, имеющими 100 %-ную техническую годность, до их полного износа.

Рассмотрим, насколько же реальны эти показатели и принятию каких мер они обеспечиваются.

Исследования показывают, что эти величины значительно меньше тех, которыми обладает кинолента. В лабораторных условиях, даже при соблюдении тепловых режимов кинопроектора, кинолента может выдержать несколько тысяч прогонов через лентопротяжный тракт [2]. Однако в условиях производства и эксплуатации эти возможности фильмокопии снижаются.

Почти каждая контора кинопроката располагает так называемым «золотым фондом», который составляют лучшие фильмы, имеющие наибольший зрительский успех и находящиеся под особым контролем в киносети и кинопрокате. Как правило, копии этих фильмов при сохранении их зрелищной привлекательности, обрабатывают число киносеансов, значительно превышающее нормативное, причем фильмокопия, проработавшая 600—700 сеансов, не является редкостью.

Опыт работы многих организаций кинопроката и управлений кинофикации показывает, что при проведении определенных организационных и технических мероприятий, на-

правленных на обеспечение сохранности фильмокопий при их демонстрации, хранении, ремонте и транспортировании, нормативные сроки службы фильмокопий не только могут быть обеспечены, но и в значительной степени превышены. О достигнутых успехах в этом направлении свидетельствуют представляемые республиками и областями данные о сроках службы фильмокопий. Так, например, в среднем срок службы 35-мм фильмокопии (до перевода в IV категорию) составляет: по ЛитССР — 540, УССР — 520, БССР — 510, Литовской республиканской конторе кинопроката — 580, Черновицкой областной конторе кинопроката — 530, Мурманской областной конторе кинопроката — 525, Бугурусланскому отделению Оренбургской областной конторы кинопроката — 500 киносеансов. Перечень организаций кинопроката, обеспечивающих сверхнормативный срок жизни фильмокопий, можно продлить и дальше.

Борьба за повышение сохранности фильмофонда, за продление срока жизни каждой фильмокопии постепенно расширяется. Об этом красноречиво говорят обязательства, которые берут на себя работники кинофикации и кинопроката. Например, Карагандинской конторой кинопроката принято обращение к кинофикаторам области довести срок службы 35-м фильмокопий до 600 киносеансов [3], а работниками Башкирской, Татарской АССР, Оренбургской, Ставропольской, Смоленской, Челябинской и других областей решено продлить экранную жизнь картин, обладающих высокими художественными достоинствами, до 600 киносеансов [4].

Опыт передовых организаций кинопроката и киносети свидетельствует о том, что там, где вопросам сохранности фильмокопий уделяется необходимое внимание, своевременный контроль, ремонт и реставрация фильмокопий, четкая организация их доставки, хорошее техническое состояние аппаратуры в кинотеатрах и на киноустановках и заинтересованное отношение кинемехаников не только гарантируют соблюдение нормативных сроков службы фильмокопии, но и позволяют превысить их на 15—20 %.

Однако наряду с этим нередко проявляется и небрежность по отношению к нормативным требованиям технологии технической обработки и эксплуатации фильмокопий, что неизбежно приводит к сокращению их эксплуатационного ресурса. В результате списываются фильмокопии, еще не отработавшие положенный срок, но имеющие сверхнормальный износ поверхности и перфораций, недостаток метража, утерю заглавных надписей или отдельных частей, что препятствует дальнейшей их эксплуатации. Показательны и характерны в этом отношении данные контор кинопроката о числе случаев сверхнормального износа и утери фильмокопий в киносети. Так, например, в Клайпедском морском отделении в 1978 г. произошло 109, а в 1979 г. — 134 случая порчи и утери 16-мм фильмов; в морском отделении Мурманской областной конторы кинопроката только за пять месяцев 1980 г. зафиксировано 167 аналогичных случаев.

На основе многолетнего опыта эксплуатации фильмокопий выявлено, что сохранность имеющегося в нашем распоряжении фильмофонда и увеличение его эксплуатационного ресурса определяются следующими факторами:

- физико-механическими свойствами киноплёнки;
- уровнем технического состояния кинотехнологического оборудования на всех этапах производства и эксплуатации фильмокопий, и в первую очередь в кинотеатрах и на киноустановках;
- организацией реставрационно-профилактической обработки фильмокопий;
- организацией, обеспеченностью и соблюдением обусловленных нормативно-технической документацией технологи-

ческих процессов и режимов по технической обработке фильмокопий;

системой и условиями хранения и транспортирования фильмокопий;

квалификацией и степенью ответственности работников.

Рассмотрим причины преждевременного износа фильмокопий и мероприятия, способствующие продлению срока их службы.

Современные киноплёнки представляют собой сложные пленочные системы, состоящие из разнородных по своим химическим и физико-механическим свойствам слоев.

Существенное различие физико-механических свойств полимеров, формирующих фотографический материал, технология производства и перфорирования киноплёнок в значительной степени определяют срок службы фильмокопии. При эксплуатации, технической обработке и хранении основа и эмульсионный слой фильмовых материалов сравнительно быстро изнашиваются, появляются царапины, потертости поверхностей, разрывы перфорационных перемычек, с течением времени уменьшаются размеры киноленты по длине и ширине, она коробится, искажается цветопередача. Все это при прохождении фильмокопии через фильмовый канал кинопроектора обнаруживается как дефект изображения при кинопоказе и, естественно, ограничивает эксплуатационный ресурс прокатной фильмокопии.

Эксплуатационный ресурс фильмокопии необходимо повышать в нескольких направлениях. Во-первых, устранением в киноплёнках недостатков, отрицательно влияющих на эксплуатационные характеристики фильмокопии. Это требует от разработчиков и изготовителей киноплёнок проведения комплекса научно-технических и организационно-технических мероприятий по улучшению физико-механических свойств современных позитивных киноплёнок, в первую очередь их ударно-прочностных и размерных характеристик, увеличению сохраняемости красителей в цветных позитивных киноплёнках, износоустойчивости перфораций. Во-вторых, мерами профилактики и реставрации фильмовых материалов с использованием всех известных методов борьбы с износом основы и эмульсионного слоя и их восстановления. При этом методы эксплуатации, технической обработки и хранения фильмовых материалов должны определяться с учетом свойств современных плёнок. На всех этапах производства и эксплуатации фильмовых материалов необходимо уделять большое внимание мероприятиям по предупреждению и устранению повреждений поверхностей и перфораций, сохранению эластических свойств киноплёнки.

Наибольшие изменения свойств фильмовых материалов происходят при эксплуатации их в киносети. Уже на первой стадии эксплуатации фильмокопии начинается ее поверхностный износ, объясняемый мягкостью и легкой повреждаемостью свежего эмульсионного слоя, твердость которого со временем увеличивается, интенсивность износа замедляется и стабилизируется. В первые 10—12 киносансов происходит и интенсивная отдача влаги, содержащейся в киноленте, затем влагосодержание также стабилизируется [5].

В реальных условиях эксплуатации фильмокопии наиболее неблагоприятными условиями, отрицательно влияющими на сохранение эластических свойств и, следовательно, на срок службы, являются повышенная температура и пониженная влажность в фильмовом канале кинопроектора, фильмохранилище, при транспортировании в различных климатических зонах [6].

Черно-белые и цветные 70-, 35- и 16-мм фильмокопии, демонстрируемые на разных типах кинопроекторов, в различных климатических зонах в процессе эксплуатации ведут себя по-разному. Известно, что наибольшему износу подвергаются фильмокопии, демонстрируемые на передвижной аппаратуре, в условиях запыленности воздуха, при низкой температуре и неудовлетворительных санитар-

ных условиях в киноаппаратной, а также субтитрированных фильмокопии.

Учитывая все это, действующей нормативно-технической документацией установлены правила технической эксплуатации фильмокопий, которые предусматривают организационные и технические мероприятия, направленные на обеспечение сохранности фильмокопий при их демонстрации, хранении, ремонте и транспортировании, а также режимы и последовательность технологических операций контроля и реставрационной обработки фильмокопий [7—9].

Сохранность фильмокопии и предупреждение ее износа во многом зависят от кинемеханика. Поступая на киноустановку, фильмокопия проверяется и ремонтируется кинемехаником, многократно перематывается и прогоняется по лентопротяжному тракту кинопроектора и хранится в промежутке между сеансами. В зависимости от того, в каком состоянии содержится технологическое оборудование (кинопроекторы, бобины, перематыватели, склеечные прессы, фильмопосты), правильно ли заряжается фильмокопия в лентопротяжный тракт, от внимания и бережного отношения к ней кинемеханика сохраняется или снижается техническое состояние фильмокопии на киноустановке. Известно, что своевременный ремонт, регулярная проверка лентопротяжного тракта, правильная регулировка прижимных полозков фильмового канала и натяжения наматывателей, правильное положение роликов, зубчатых барабанов и других деталей кинопроектора в значительной степени влияют на сохранность фильмокопии. Несмотря на это, на киноустановках иногда в неудовлетворительном состоянии находятся кинопроекторы, бобины, перематыватели, склеечные прессы, небрежно выполняются склейки, недостаточно эластичны киноленты из-за того, что они не увлажняются, бывают невнимательными и небрежными кинемеханики. Все это является причинами порчи фильмокопий на киноустановках.

В преждевременном износе фильмокопии значительна роль операции перемотки и перематывающих устройств. При перемотке происходит трение основы киноленты об эмульсионный слой соседнего витка пленки в рулоне, о детали лентопротяжных трактов, края киноленты о реборды роликов, щеки бобин, механическое воздействие на перфорационные перемычки, электризация киноленты, возникают чрезмерные или недостаточные усилия натяжения киноленты и т. д.

Учитывая, что фильмокопия в период эксплуатации, в первую очередь в киносети, претерпевает тысячи перемоток, все это может быть и, как показывает практика, нередко является причиной механических повреждений поверхностей и краев перфораций фильмовых материалов, которые возрастают при загрязнении фильмокопий. Особенно подвергаются интенсивному износу при перемотке начальные и конечные витки рулонов. Поэтому действующими правилами технической эксплуатации фильмокопий определяются требования к условиям и оборудованию перемотки фильмокопий.

Вместе с тем, как показывают проверки, перемотке не уделяется должное внимание, особенно на киноустановках: используются неисправные перематыватели с электроприводом, не пригодные к эксплуатации фильмопроберочные столы, широко применяются ручные перематыватели, на которых трудно обеспечить равномерную намотку рулона, перемотка на перематывателях с электроприводом производится без надзора кинемеханика. В результате киноплёнка рвется, неравномерно или рыхло наматывается с выступающими торцами витков, что ведет к повышенному износу и потерям метража фильмокопии.

Отрицательно сказываются на перемотке также низкое качество изготовления и неудовлетворительные характеристики получаемых киносетью перематывателей с электроприводом. Устранению недостатков в процессе намотки и перемотки фильмокопий необходимо уделить больше внимания и специалистам, работающим над созданием новой

аппаратуры и тем, кто эксплуатирует фильмокопии. Создание новых перематывающих устройств с улучшенными характеристиками, использование при кинопроекции бесперематывающих устройств, рулонов фильмокопий большой емкости и других устройств могут заметно уменьшить потери качества фильмокопии, вызываемые ее перемоткой.

В значительной степени техническое состояние фильмокопии зависит от организации технического оснащения работ по их контролю, текущему ремонту и реставрации. В основном это выполняют конторы и отделения кинопроката и фильмопроекторные пункты.

Регулярный контроль износа поверхностей и перфораций фильмокопий, поступающих с киноустановок, позволяет своевременно выявить и устранить дефектные склейки, поврежденные перфорации, отсутствие защитных ракордов, загрязнения и механические повреждения фильмокопий. Однако это требование правил технической эксплуатации фильмокопий нередко нарушается: фильмы иногда по нескольку месяцев находятся на киноустановках без проверки и ремонта, организации кинопроката отправляют на киноустановки непроверенные фильмы, на отдельных киноустановках невозможно проводить текущий ремонт из-за отсутствия склеечных прессов.

Процесс склеивания концов киноленты и наклеивания перфорационных дорожек — одна из важнейших операций текущего ремонта и требует тщательности и точности выполнения. Небрежно или неверно выполненные склейки часто являются причиной повреждения фильмокопий.

Почти повсеместно фильмокопии с большой эксплуатационной нагрузкой подвергаются реставрационно-профилактической обработке, включающей ручную или машинную чистку и реставрацию эмульсионного слоя, глянцевание и матирование поверхности основы фильмокопий на реставрационных машинах и увлажнение в фильмопетах, частевых коробках или фильмоосках. Опыт передовых организаций кинопроката показывает, что соблюдение рекомендуемых нормативно-технической документацией периодичности и режимов проведения реставрационно-профилактической обработки фильмокопий позволяет сохранить их в хорошем состоянии, и фильмокопии вследствие этого «отрабатывают» число киносеансов больше нормативного до перевода их в следующую категорию технического состояния. Например, в Куйбышевской областной конторе кинопроката 35-мм фильмокопии отрабатывают в среднем только во II категории 500—550 сеансов (при норме 240), в Ростовской-на-Дону конторе кинопроката — 600—700 сеансов до перехода в IV категорию.

Наряду с широко применяемой реставрационно-профилактической обработкой проблема сохранения фильмокопий в процессе их эксплуатации решается также за счет использования защитной обработки фильмокопий.

Для этой цели за рубежом широко применяют защитные покрытия, наносимые на фильмокопии в виде различных смазок, лаков, воска и других составов [10—12].

В нашей стране уже накоплен опыт по нанесению на фильмокопии силиконовой смазки. Сочетание операций ультразвуковой чистки и нанесения смазки, как показывает опыт, весьма эффективно и экономически выгодно. Достигаемое при этом снижение трения и накопления заряда статического электричества, повышение абразивостойкости предохраняют фильмокопию от царапин и других повреждений, которые могут возникнуть в результате трения при перематке и демонстрации копии. Опыт работы с фильмокопиями, обработанными силиконом вначале на копировальных фабриках и повторно в Астраханской, Краснодарской, Ростовской-на-Дону и других конторах кинопроката, показывает, что при этом повышается техническое состояние фильмокопии на одну-две категории.

Несмотря на то значение, которое имеет реставрационно-профилактическая обработка для повышения технического состояния фильмокопий, в ее организации имеется

еще немало недостатков. Организации кинопроката испытывают дефицит машин для реставрации, ультразвуковой чистки; имеющийся парк машин используется неэффективно: объем выполняемых реставрационных работ ниже производственных мощностей и порой составляет 50—60 %, так как машины простаивают из-за отсутствия подготовленных кадров, помещений, химикатов, запасных частей; нарушаются сроки периодичности реставрации — фильмокопии работают по 150—250 киносеансов без реставрации. Недостаточно внимания уделяется увлажнению фильмокопий, неудовлетворительно снабжение фильмопетами жидкостью. Все это отрицательно сказывается на сроках службы фильмокопий. Поэтому оснащение организаций кинопроката необходимым оборудованием, устранение недостатков и выполнение технологических регламентов реставрационно-профилактической обработки крайне необходимы в целях повышения эксплуатационного ресурса фильмокопий.

В сохранении физико-механических свойств фильмокопий существенна роль фильмотары, способов и условий хранения и транспортирования фильмокопий. Фильмотара должна предохранять фильмокопии от различных внешних воздействий: от механических (загрязнений, повреждений) и природных (атмосферных осадков и т. д.). Чтобы фильмотара предотвращала потерю фильмокопией своего качества в процессе хранения, транспортирования и обработки, предъявляются повышенные требования к ее техническому состоянию в процессе изготовления и эксплуатации.

Фильмокопии должны транспортироваться и храниться только в исправной и чистой фильмотаре, не имеющей заусенцев, вмятин и других дефектов, которые могут нанести повреждения фильмокопиям. При перевозке фильмотару с кинолентой необходимо защищать от механических повреждений, от действия осадков, всемерно обеспечивать сохранность ее в пути. Однако из-за небрежности в обращении с фильмокопиями в киносети происходят порчи и утери не только частей, но и фильмокопий в целом. Особенно большие претензии в этом отношении предъявляются к ведомственным и профсоюзным киноустановкам, которые допускают существенный сверхнормальный износ и утери фильмокопий. Так, например, в морском отделении Мурманской областной конторы кинопроката только за пять месяцев 1980 г. на судах морского флота потеряно 115 фильмокопий 16-мм формата.

Существующая система хранения и транспортирования 35-мм фильмокопий имеет значительные недостатки. При транспортировании фильмокопий в металлических коробках происходит порча краев киноленты, особенно на выступающих витках при их неровной намотке. Вследствие трения торцов рулонов о коробку происходит их истирание, образуется пленочная пыль, загрязняющая фильмокопию и приводящая к повреждению поверхности киноленты при перематке. Необходимость перематки фильмокопии с бобины на сердечник, имеющих разные диаметры, и обратно вызывает усиленный износ начальных и конечных участков частей фильмокопии. Кроме того, при посадке рулона на сердечник диска и снятии с сердечника (при перематке) также происходит порча концов рулонов киноленты. Загрязненная, деформированная фильмотара и покрытые ржавчиной коробки не обеспечивают санитарных условий, необходимых для сохранения фильмокопий.

Таким образом, исторически сложившаяся и созданная в свое время на основе требований техники безопасности система хранения и транспортирования 35-мм фильмокопий является весьма несовершенной с точки зрения сохранности фильмокопий.

Система хранения и транспортирования фильмокопий в фильмоосках в намотанном на бобины виде, принятом для 16- и 70-мм фильмокопий, обеспечивает лучшие условия для сохранности фильмокопий, так как устраняет трение торцов рулонов о коробки, исключает необходимость смотки и намотки рулонов с малым начальным диаметром.

Однако этой системе также свойственны недостатки, обусловленные использованием одной и той же тары и для хранения и для транспортирования, что приводит к загрязнению фильмокопий.

На изготовление и эксплуатацию всех видов фильмотары тратятся огромные средства, вместе с тем обращение с ней нельзя признать удовлетворительным. Небрежное отношение к фильмотаре ведет к преждевременному ее износу и, следовательно, к ухудшению условий хранения фильмокопий. Преждевременный износ фильмотары часто происходит и по вине предприятий-изготовителей, поставляющих иногда продукцию низкого качества, из-за чего фильмокопии приходят в негодность в пути. В организациях кинопроката также недостаточно ответственно относятся к состоянию фильмотары: нередко допускается хранение фильмокопий в ржавых и деформированных коробках, фильмоносках.

На сохранность фильмокопий влияют и условия их хранения. Из-за недостатка производственных помещений во многих организациях кинопроката нет возможности соблюдать условия хранения. В результате нарушаются температурно-влажностные режимы хранения в фильмохранилищах, коробки с фильмокопиями размещаются на полу в коридорах, в экспедиции, вблизи отопительных приборов, в непригодных помещениях, а это ведет к ухудшению эксплуатационных характеристик фильмокопий.

Обеспечение температурно-влажностных режимов хранения — необходимое условие для сохранения и повышения эксплуатационного ресурса фильмокопии.

## Выводы

Кинопрокатные организации страны заинтересованы в повышении эксплуатационного ресурса фильмокопий. Сохранение их высокого технического состояния на протяжении длительного срока позволяет реже прибегать к повторной печати этих фильмов, а также установить оптимальные объемы тиражирования фильмов, соответствующие минимально необходимой обеспеченности киноустановок, что позволяет экономить дефицитную в настоящее время киноплёнку и средства, затрачиваемые на массовую печать. Поэтому продление активной экранной жизни каждой фильмокопии является сегодня важнейшей задачей работников кинематографии.

Требованиям обеспечения сохранности фильмокопий прежде всего должна соответствовать вся линейка технологического оборудования кинокопировальных фабрик, киноустановок и организаций кинопроката. Для этого нужно, во-первых, чтобы оборудование содержалось в необходимом техническом состоянии, обеспечивало заложенные в них параметры не только при выпуске, но и в процессе эксплуатации. Последнее в свою очередь требует улучшения работы служб технического обслуживания, обеспечения их запасными частями, повышения качества выпускаемой продукции заводами — изготовителями кинооборудования и высокой степени ответственности тех, кто работает с фильмовыми материалами.

Во-вторых, отдельные виды оборудования должны быть модернизированы или заменены новыми разработками для устранения в них недостатков, вызывающих износ фильмокопии. Так, необходимо доработать отдельные узлы кинопроекторов для киносети и кинокопировальных фабрик,

реставрационной машины 45П-8, следует разработать перематыватели с улучшенными характеристиками, склеечные прессы для киносети и кинопроката и склеечные полуавтоматы для кинокопировальных фабрик, обеспечивающие надежную и качественную склейку липкой лентой, оборудование для работы с фильмокопиями в рулонах увеличенной емкости и др.

Для улучшения технического состояния фильмокопий безусловно должны соблюдаться в киносети и кинопрокате правила технической эксплуатации и требования технологических регламентов увлажнения, реставрации и хранения фильмокопий. При этом нужно обеспечить кинопрокатные организации соответствующим технологическим оборудованием, химикатами, производственными площадями.

Для повышения эксплуатационного ресурса фильмокопий необходимо иметь на вооружении новые эффективные методы контроля, ремонта и защитно-реставрационной обработки фильмокопий, для чего специалистами уже сейчас проводятся работы по их изысканию и широкому внедрению.

Перевод организаций и предприятий кинематографии на работу с фильмокопиями в рулонах емкостью 600 м и более также будет способствовать повышению экранной жизни фильмокопий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по определению технического состояния фильмокопий и материальной ответственности киноустановок за получаемые в прокат фильмокопии. — М.: Госкино СССР, 1977.
2. Фридман И. М. Эксплуатация фильмокопий. — М.: Искусство, 1959.
3. Варламов С. А. Только объединенными усилиями. — Киномеханик, 1980, № 2, с. 25—26.
4. Соловьев М. А. Вступая в новую пятилетку. — Киномеханик, 1980, № 4, с. 5—9.
5. Алмазов В. Е. Кинетика изменения влагосодержания фильмокопий в условиях эксплуатации. — Труды НИКФИ, 1979, вып. 95, с. 46—50.
6. Мотенева Ж. Ф., Мокина Н. В., Фридман И. М. Особенности поведения кинофильмовых материалов с модифицированными латексами фотослоями в процессе их использования. — Труды НИКФИ, 1979, вып. 95, с. 28—45.
7. Правила технической эксплуатации фильмокопий. — М.: Госкино СССР, 1977.
8. Кинофильмы. Условия хранения фильмовых материалов. ОСТ 19-62—76.
9. Кинофильмы. Технологический регламент реставрационно-профилактической обработки фильмокопий на фильмобазах кинопроката. РТМ 19-10—79.
10. Haig R. Film cleaning by liquid cavitation. — BKSTS Journ., 1979, N 10, p. 444—445.
11. Rigby P. Ultrasonic cleaning. — BKSTS Journ., 1979, N 10, p. 436—437.
12. Грубы М., Выходил А. Способ создания скользящей способности фильмокопий. Авт. свид. СССР, № 179025, 1979.

## Пристендовая киноустановка 35УДП-М «Фестиваль»

Д. М. Анчугов, П. И. Жовтяк, А. Я. Куперман,  
В. Б. Мунькин, Л. Г. Тарасенко

Свердловский киномеханический завод (СКМЗ, ныне Уральское производственное объединение «Экран») в 1970 г. первым освоил серийное производство разработанных НИКФИ автоматических выставочных киноустановок 35УДП с кольцевыми бифилярными магазинами емкостью 300 м. Киноустановки 35УДП, выполненные на базе комплекта 35-мм кинопроектора типа КН и содержащие встроенный просветный киноэкран размером 800×550 мм, благодаря оригинальному вертикальному расположению оптической оси кинопроектора занимали относительно небольшую площадь пола — менее 0,6 м<sup>2</sup>. Это обеспечило удобство применения киноустановок для автоматического кинопоказа на выставках, в фойе кинотеатров, в рекламных и информационных стендах.

СКМЗ ежегодно выпускал от 150 (в первые годы освоения) до 250 киноустановок 35УДП. В настоящее время этими установками оснащены многие советские киноэкспозиции за рубежом, павильоны ВДНХ СССР и союзных республик, а также другие отечественные выставки, фойе и рекламные стенды кинотеатров многих городов страны.

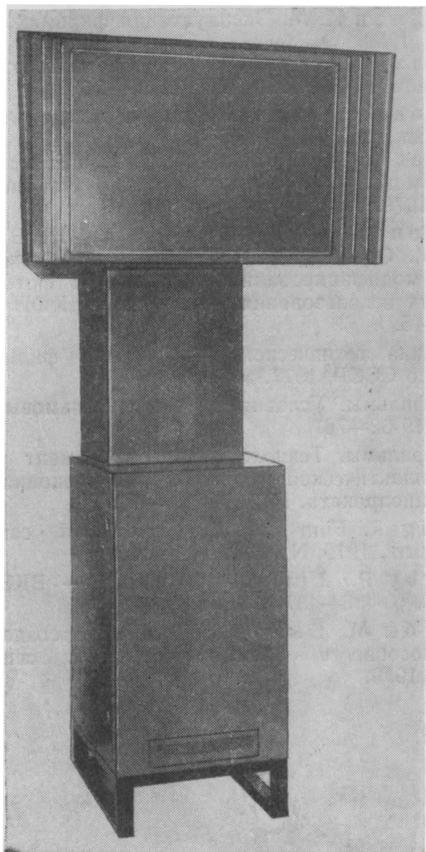


Рис. 1. Общий вид киноустановки 35УДП-М «Фестиваль»

На юбилейной выставке «60 лет советской кинематографии», проходившей в 1979 г. на ВДНХ СССР, было установлено свыше 30 киноустановок 35УДП, которые обслуживали всего два-три человека в смену.

Широкое распространение и интенсивный режим эксплуатации — по несколько часов в день — выявили и недостатки конструкции киноустановок 35УДП: невысокая надежность работы кольцевого бифилярного магазина, трудности, связанные с обслуживанием киноустановки (зарядкой киноленты, включением и выключением), и неудачный внешний вид для пристендового варианта расположения киноустановки.

В 1979—1980 гг. в НИКФИ была модернизирована конструкция киноустановки 35УДП (ведущий конструктор А. Н. Янович), на основе которой УПО «Экран» выпустило опытный образец киноустановки 35УДП-М, рассчитанной главным образом для пристендового расположения. Образец киноустановки прошел длительные эксплуатационные испытания на ВДНХ и в июне 1981 г. рекомендован ведомственной комиссией Госкино СССР к серийному производству вместо киноустановки 35УДП. Производство киноустановки 35УДП-М «Фестиваль» (рис. 1) на УПО «Экран» начинается в 1982 г.

В новой киноустановке (рис. 2) в основном сохранено оправдавшее себя прежнее расположение конструктивных элементов с почти вертикальной оптической осью кинопроектора, обеспечивающей уменьшение занимаемой площади пола. В основании 1 киноустановки размещены кинопроектор 2, бифилярный магазин 3 с двумя специальными легкоъемными самозахватывающими бобинами 4 и 5, накопитель 6, выдвигной кронштейн 7 (для сборки и разборки бифилярного рулона) с рукояткой-фиксатором 8, откидной щиток 9, усилитель 10 звуковоспроизводящего устройства (типа КЗВП), лампа внутреннего освещения 11, блок настройки 12. Основание расположено на подставке-тележке 13, снабженной стопорным устройством 14. Подставка-тележка позволила приподнять кинопроектор и магазин на 180 мм, что существенно облегчило киномеханику доступ к ним при зарядке киноленты.

Колонка 15 снабжена щитком 16 управления и сигнализации и служит для крепления головки 17 с зеркалом 18, просветным экраном 19 и обрамлением 20. В колонке размещен громкоговоритель 21.

При модернизации киноустановки основное внимание было уделено усовершенствованию кольцевого магазина. В первых промышленных бифилярных магазинах, использованных в 35УДП, применялись самозахватывающие бобины с пустотелым раскрывающимся сердечником [1]. Такие магазины для обеспечения надежной работы требовали тщательной заводской сборки, хорошего состояния подшипников валов, на которых установлены бобины, и сопряжения палец (на откидной части сердечника) — радиальный кулачок, управляющий открыванием и закрыванием сердечника. При невнимательном отношении к указанным элементам конструкции, а также износе кулачка могли происходить отказы в работе киноустановки и повреждения киноленты.

За десять лет, прошедших со времени выпуска первых киноустановок 35УДП, была значительно улучшена конструкция кольцевых бифилярных магазинов НИКФИ и повышена надежность их работы главным образом за счет коренного изменения конструкции самозахватывающей бобины: отказа от раскрывающегося сердечника и перехода к захвату петли киноленты эластичными лепестками, рас-

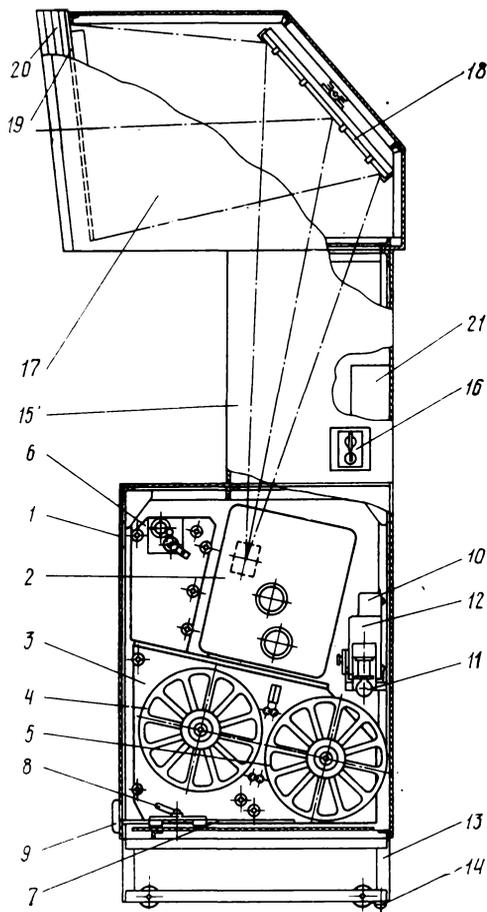


Рис. 2. Схема расположения основных элементов киноустановки

положенными в ребре бобины [2]. Такая бобина не критична к состоянию подшипников вала наматывателя-разматывателя и вообще не нуждается в радиальном кулачке. Надежность автоматического захвата петли киноленты новой бобиной оказалась столь высокой, что в новых бифилярных магазинах ликвидировали как ненужную, имевшуюся в прежних конструкциях блокировку на случай незахвата киноленты бобиной; это дополнительно упростило киноустановку.

Другое усовершенствование, выполненное в кольцевом магазине, также обусловлено применением новых бобин — изменена схема движения киноленты: вместо схемы с С-образной перематываемой ветвью применена схема с перевернутой С-образной перематываемой ветвью [3, 4], при которой исключается возможность образования чрезмерно длинной перематываемой ветви киноленты, свободно «болтающейся» внутри магазина и создающей опасность возникновения потертостей или сминаний ее. Схемы бифилярной намотки с С-образной и перевернутой С-образной перематываемой ветвью требуют введения между кинопроектором и кольцевым магазином специального накопителя, компенсирующего неодинаковое поступление киноленты через обе наматываемые или разматываемые ветви. В киноустановке 35УДП-М вместо прежнего многопетельного рычажного накопителя применен более совершенный однопетельный безрычажный накопитель с электроприводом [5]. Также изменена конструкция и повышена надежность ра-

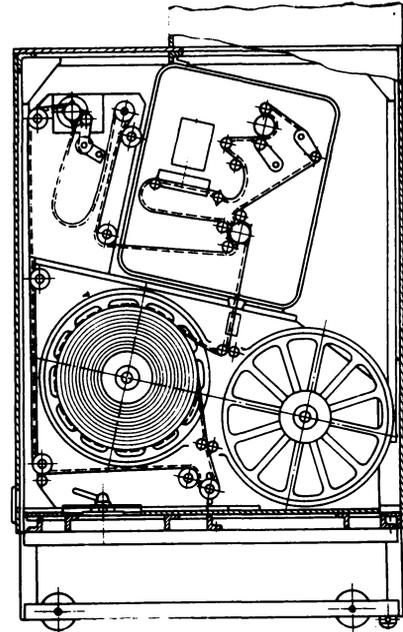


Рис. 3. Схема зарядки фильма (штриховой линией обозначен эмульсионный слой)

боты амортизатора ударной нагрузки на киноленту в моменты перехода рулона от намотки к разматке.

Подобно 35УДП киноустановка 35УДП-М обеспечивает возможность непрерывного многократного демонстрирования фильма со склеенными между собой началом и концом и намотанного бифилярно (двумя слоями) на специальную бобину 4 или 5 (см. рис. 2). Благодаря двухслойной намотке и разматке киноленты киноустановка автоматически одновременно демонстрирует одну половину фильма и перематывает другую его половину; после показа первой половины фильма киноустановка автоматически переходит к демонстрированию второй его половины и перематке первой и т. д.

Схема первоначальной зарядки киноустановки кинолентой представлена на рис. 3. Все управление работой киноустановки сосредоточено в четырехпозиционном пакетном переключателе, находящемся на щитке управления 16 (см. рис. 2). При переводе переключателя в положение «Магазин» на бифилярный магазин подается пониженное напряжение, в результате чего кинолента натягивается. Если пакетный переключатель находится в положении «Проекция», полное напряжение подается на бифилярный магазин и через блок питания — на кинопроектор и звуковоспроизводящее устройство. Кинолента после выхода из работающего кинопроектора образует в бифилярном магазине свободную петлю, показанную штриховой линией на рис. 4, а.

Эта петля под действием сил упругости киноленты проникает между ребрами пустой правой бобины, захватывается расположенными в ребрах эластичными лепестками и огибают сердечник бобины — так начинается двухслойная намотка киноленты на правую бобину. Одна ветвь киноленты поступает на правую бобину из кинопроектора, а другая — непосредственно из левой бобины (рис. 4, б). После окончания бифилярной намотки киноленты на правую бобину возникает положение, показанное сплошными линиями на рис. 4, в. Если кинопроектор продолжает работать, образуется упругая петля киноленты (показана штриховой линией), проникающая между ребрами левой бобины и захватываемая находящимися в ребрах элас-

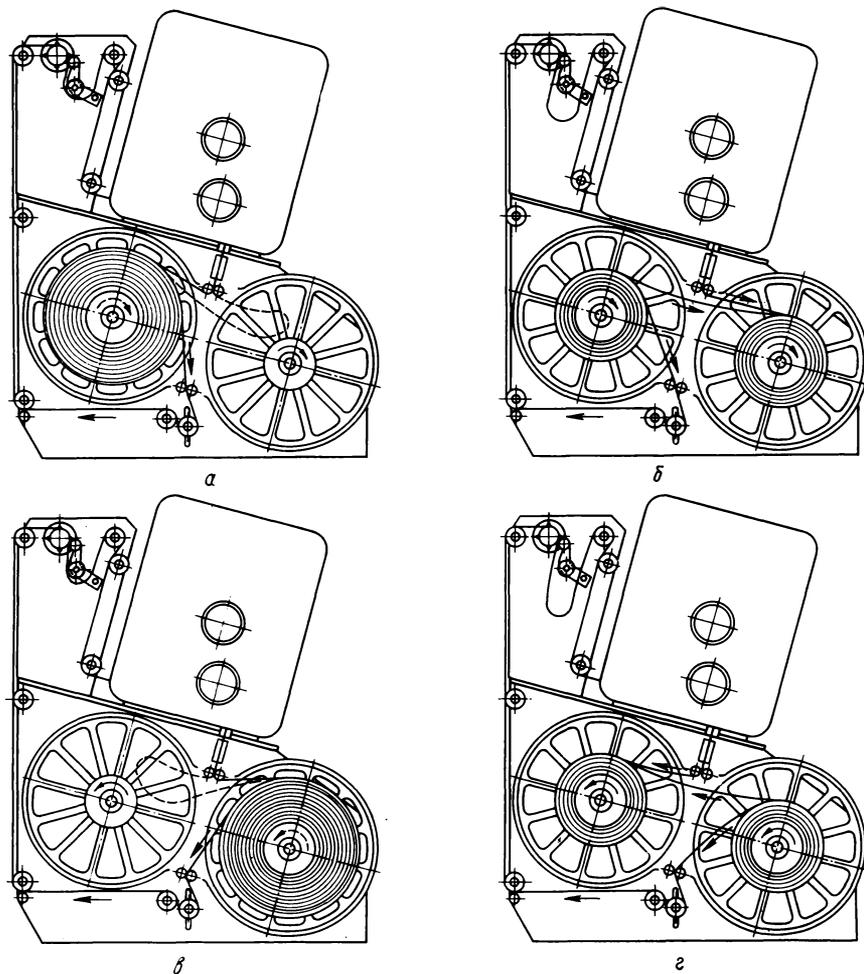


Рис. 4. Фазы работы кольцевого бифилярного магазина с перевернутой С-образной перематываемой ветвью

тичными лепестками. В этот момент начинается двухслойная намотка киноленты на левую бобину: одна ветвь киноленты поступает в бобину из кинопроектора, а другая — непосредственно из правой бобины (рис. 4, г). После намотки киноленты на левую бобину возникает фаза работы, уже показанная ранее на рис. 4, а, цикл работы киноустановки повторяется.

Для выключения киноустановки пакетный переключатель переводят в положение «Магазин», при этом кинопроектор и звуковоспроизводящее устройство отключаются, но магазин продолжает работать на пониженном напряжении, необходимом для подмотки киноленты, поступающей из медленно останавливающегося кинопроектора.

После останковки кинопроектора (через 4—5 с после его выключения) пакетный переключатель устанавливают в положение «Выкл.», благодаря чему снимается напряжение, подаваемое на магазин.

Киноустановка может работать непрерывно в течение 4 ч; длительность ее работы ограничивается перегревом электродвигателя кинопроектора.

Легкосъемные бифилярные бобины обеспечивают сохранность фильма, облегчают возможность его быстрой смены на киноустановке и позволяют хранить очередной подготовленный к демонстрации фильм в обычном фильмо-стате.

Бифилярные бобины имеют возможность и обычной (однослойной) намотки киноленты и обычного (неавтоматического) демонстрация фильма на киноустановке с перерывами для его перемотки и перезарядки кинопроектора. Перемотка киноленты может быть выполнена на самой киноустановке.

**Основные технические данные киноустановки 35УДП-М «Фестиваль»**

Размер просветного экрана, мм . . . . .	800×550
Освещенность в центре просветного экрана без фильма (при напряжении на проекционной лампе 31В), лк . . . . .	не менее 1000
Равномерность освещенности, % . . . . .	не менее 65
Номинальная мощность (неискаженная) звуковоспроизведения, Вт . . . . .	не менее 8
Максимальная емкость бифилярного магазина, м . . . . .	300

Максимальная продолжительность одного сеанса, мин . . . . .	11
Режим работы киноустановки . . . . .	непрерывный с автоматической перемоткой и перезарядкой киноленты
Максимальная продолжительность непрерывной работы, ч . . . . .	4
Срок службы фильмокопии, сеанс . . . . .	не менее 400
Электропитание от однофазной сети переменного тока:	
напряжение, В . . . . .	220
потребляемая мощность, Вт . . . . .	не более 750
Габариты киноустановки, мм:	
высота . . . . .	2370
ширина . . . . .	1140
глубина . . . . .	970
Высота центра экрана, мм . . . . .	2060
Площадь пола, занимаемая киноустановкой, мм . . . . .	700×750

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Куперман А. Я., Тарасенко Л. Г. Автоматические выставочные киноустановки с кольцевыми бифилярными магазинами. — Техника кино и телевидения, 1976, № 3, с. 27—35.
2. Комар В. Г., Куперман А. Я., Тарасенко Л. Г. Самозахватывающая бобина. Авт. свид. № 640945. — БИ, 1979, № 1.
3. Куперман А. Я., Тарасенко Л. Г. Схемы непрерывной бифилярной намотки склеенного в кольцо фильма. — Техника кино и телевидения, 1969, № 5, с. 29—35.
4. Куперман А. Я., Тарасенко Л. Г., Комар В. Г. Кольцевые бифилярные магазины НИКФИ для полной автоматизации кинопоказа. — Труды НИКФИ, 1979, вып. 97, с. 43—49.
5. Тарасенко Л. Г., Куперман А. Я. Устройство для непрерывной бифилярной намотки склеенного в кольцо фильма. Авт. свид. № 501381. — БИ, 1976, № 4.

*Уральское производственное объединение «Экран»,  
Всесоюзный научно-исследовательский кинофотоинститут*

# Экспериментальное исследование эффективности суперпозиционных голограмм

А. Х. Шакиров

В последнее время большое внимание уделяется разработке методов записи синтезированных голограмм [1, 2, 3]. Этот интерес вызван тем, что исходный материал снимается в условиях естественного освещения без применения специальной лазерной аппаратуры. Существует несколько методов записи синтезированных голограмм [3]. В данной работе рассматривается суперпозиционный метод записи синтезированных голограмм, который активно исследуется в последнее время [4, 5, 6]. Этот способ был предложен в работах [7, 8] и разvit применительно к задачам голографического кинематографа в работах [4, 5, 9].

При суперпозиционном методе голограмму получают путем записи сфокусированных изображений плоских транспарантов, каждый из которых соответствует одному ракурсу наблюдения. Запись осуществляется с помощью объектива с ограниченной апертурой (рис. 1, а), причем угол падения предметного пучка на голограмму меняется со сменой транспаранта. При восстановлении сопряженным пучком света (рис. 1, б) формируется действительное изображение апертуры объектива, определяющего зону видения для каждого ракурса изображения, совокупность которых определяет зону наблюдения синтезированной голограммы. На голограмме наблюдается объемное изображение с изменением горизонтального параллакса при смещении глаз наблюдателя. Голограммы такого типа характеризуются низкой дифракционной эффективностью (ДЭ) и малым отношением сигнал/шум [10].

Для амплитудных суперпозиционных голограмм, линейно записанных в тонкой регистрирующей среде, дифракци-

онная эффективность снижается в  $N$  раз [10, 11]:  $\eta_{\Sigma}^N = \eta_{\Sigma}^1/N$ , где  $\eta_{\Sigma}^N$  — суммарная дифракционная эффективность суперпозиций с  $N$ -наложениями;  $\eta_{\Sigma}^1$  — суммарная дифракционная эффективность суперпозиций с 1-наложением;  $N$  — число наложений.

Для толстослойных фазовых голограмм в определенных условиях в соответствии с работами [12, 13, 14, 15] можно избежать этого падения дифракционной эффективности и добиться того, чтобы  $\eta_{\Sigma}^N = \eta_{\Sigma}^1$ . В этих работах рассматривается запись голограмм в идеальных условиях. Реальные условия далеки от идеальных, и поэтому можно только приближаться к последнему равенству. Поэтому представляет интерес экспериментальное исследование зависимости падения ДЭ от числа суперпозиций  $N$  в случае записи синтезированных изображений на голограмму. Аналогичная задача возникает при получении голографических экранов или мультиплицирующих голографических оптических элементов.

Схема записи голограмм в данном эксперименте представлена на рис. 2. В схеме зеркала 6, 7 и голограмма 8 крепятся на оси делительной головки 10. Это позволяет поворачивать голограмму 8 в пределах углов 0—360°, одновременно сохраняя неизменным угол падения опорного коллимированного пучка (рис. 2, а) на голограмму. Установка позволяет записывать как отражательные, так и просветные голограммы. Более подробно эта схема описана в работах [4, 16].

В эксперименте использовались стандартные фотопластинки ЛОИ-2 и фотопластинки лабораторного полива с эмульсией ПЭ-2. Источник излучения — лазер ЛГ-38 при выходной мощности 40 мВт. Соотношение интенсивностей пучков поддерживалось постоянным, близким 1:1. При записи суперпозиций энергия экспозиции каждого ( $E^N$ ) из последовательно регистрируемых на голограмму пучков была одинакова и определялась по формуле  $E^N = E^1/N$ , где  $E^1$  — экспозиция, определяемая по методике [17] для одной суперпозиции с одним наложением по максимуму ДЭ.

Каждое последующее наложение записывалось после поворота голограммы на 1°. Таким образом были записаны голограммы с  $N=1; 5; 10n$ , где  $n=1-10$ . Режим экспонирования для каждой партии пластинок определялся по максимуму ДЭ с использованием методики [17]. Пластины обрабатывались проявителями ГП-2 для отражательных голограмм, для просветных — Д-19 с отбеликом в двухкомпонентном отбеливателе и последующей обработкой в 0,1% растворе КЖ для закрепления. Техника приготовления растворов, время проявления и фиксирования соответствовали рекомендациям работы [18]. После окончательной промывки следовали операции смачивания и непринудительной естественной сушки. После обработки пластинка помещалась обратно в держатель 8 (рис. 2, а).

При освещении сопряженным опорным пучком  $R^*$  восстанавливались одновременно все действительные изображения центров предметных пучков. Суммарная дифракционная эффективность каждой голограммы  $\eta_{\Sigma}^N$  определялась по формуле

$$\eta_{\Sigma}^N = \frac{\sum_{i=1}^N I_i}{I_{R^*} - I_{отр}} 100 \%,$$

где  $I_{R^*}$  — интенсивность опорного пучка при восстановлении голограммы;  $I_{отр}$  — интенсивность пучка, отраженного от поверхности стекла;  $I_i$  — интенсивности восстановленных предметных пучков.

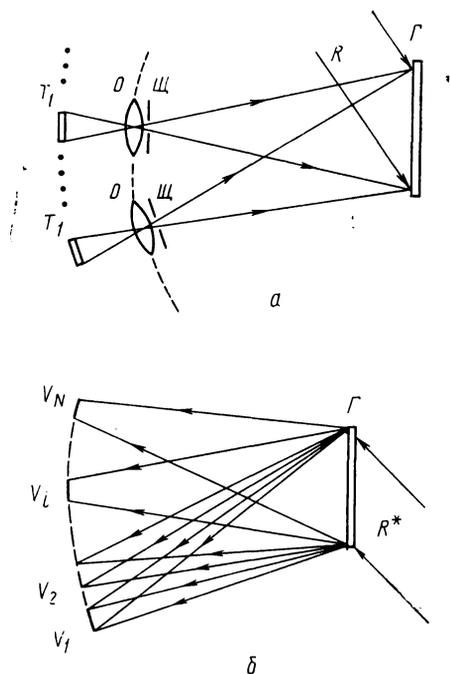
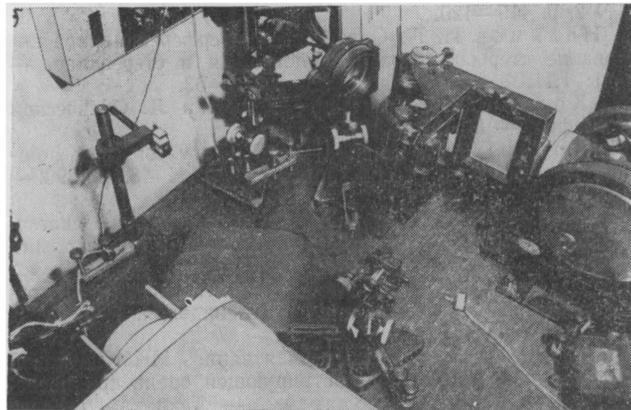
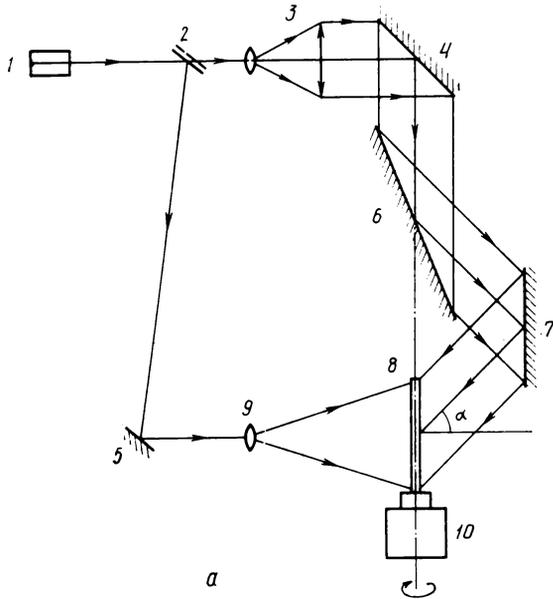


Рис. 1. Схема записи (а) и восстановления (б) синтезированной голограммы Г суперпозиционным методом:

$R$  и  $R^*$  — опорный при записи и сопряженный ему пучки света;  $T_i$  — одноракурсные транспаранты;  $O$  — объектив со щелевой диафрагмой;  $V_i$  — одноракурсная зона видения голограммы



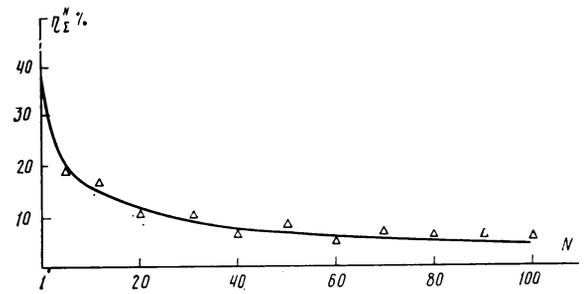
**Рис. 2.** Оптическая схема установки для записи суперпозиционных голограмм (а) и установка записи суперпозиционных голограмм (б): 1 — лазер; 2 — светоделитель; 3 — коллиматор; 4, 5, 6, 7 — поворотные зеркала; 8 — голограмма; 9 — расширитель пучка; 10 — оптическая делительная головка ОДГ-10

Для удобства изменения интенсивности предметных пучков  $I_i$  восстановление осуществлялось узким неразведенным пучком лазера. Измерения проводились в шести точках, и полученные результаты усреднялись.

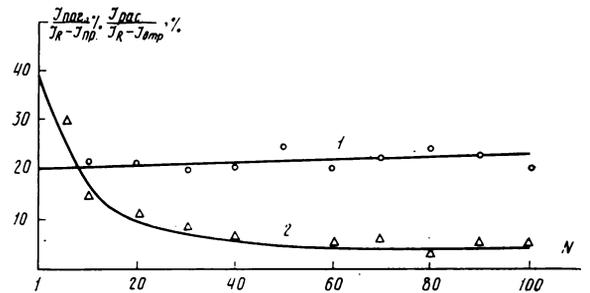
Для измерений в схеме, изображенной на рис. 2, а, вместо микрообъектива 9 устанавливался фотодиод ФД-7к, соединенный с системой регистрации. При этом коллиматор 3 снимался.

Зависимость дифракционной эффективности  $\eta_{\Sigma}^N$  от числа наложений  $N$  для просветных голограмм, записанных на фотопластинках ЛОИ-2, приведена на рис. 3. При измерениях получены также зависимости коэффициентов рассеяния и поглощения для этих голограмм от числа наложений рис. 4.

Как видно из графика, поглощение слабо зависит от числа наложений и составляет около 20%. Как можно заме-



**Рис. 3.** Зависимость дифракционной эффективности от числа наложений для пропускающих голограмм



**Рис. 4.** Зависимость коэффициентов рассеяния (2) и поглощения (1) от числа наложений  $N$  для пропускающих голограмм

тить из рис. 3 и 4, характер кривой рассеяния аналогичен характеру кривой дифракционной эффективности. Это связано с тем, что с увеличением числа наложения запись каждой элементарной голограммы приближается к линейной. Отражательные суперпозиционные голограммы были сделаны на фотопластинках с эмульсиями ПЭ-2 лабораторного полва. Методика эксперимента была аналогична описанной выше.

Результаты обработки полученных данных отражены на рис. 5 (кривая 1), где по оси абсцисс отложено число наложений  $N$ , а по оси ординат — относительная дифракционная эффективность  $\eta_{\text{отн}}^N$ , вычисленная по формуле  $\eta_{\text{отн}}^N = \eta_{\Sigma}^N / \eta_{\Sigma}^1$ . Для сравнения на рис. 5 приведены данные для пропускающих голограмм (кривая 2), и данные, рассчитанные по формулам  $\eta_{\Sigma}^N = \eta_{\Sigma}^1 / N$  и  $\eta_{\Sigma}^N = \eta_{\Sigma}^1$  (кривые 3, 4). Из рисунка видно, что кривые 1 и 2 достаточно хорошо совпадают друг с другом на отрезке от 50 до 100 наложений и более чем на порядок превосходят теоретическую кривую 3.

Если предположить, что падение дифракционной эффективности с увеличением числа наложений определяется степенной функцией с показателем  $n$ , то из графиков, приведенных на рис. 5, следует, что при больших  $N$  показатель степени можно считать равным 1/2 (точнее  $n=0,54$ ), т. е.  $\eta_{\Sigma}^N \approx \eta_{\Sigma}^1 / \sqrt{N}$ .

При последовательной записи голограмм с многократным экспонированием интересно определить зависимость ДЭ каждой отдельной элементарной голограммы от номера экспозиции. Такая зависимость приведена на рис. 6. Как видно из графиков, за исключением нескольких первых экспозиций ДЭ между наложениями распределяется довольно равномерно. Причем с увеличением общего числа наложений такое падение проявляется на меньшем числе элементарных голограмм.

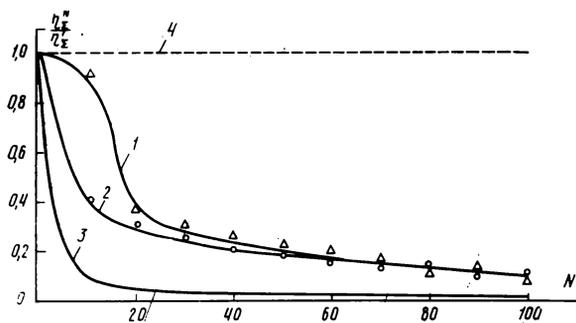


Рис. 5. Зависимости относительной дифракционной эффективности от числа наложений:

1 — отражательные голограммы; 2 — пропускающие голограммы; 3, 4 — теоретические кривые

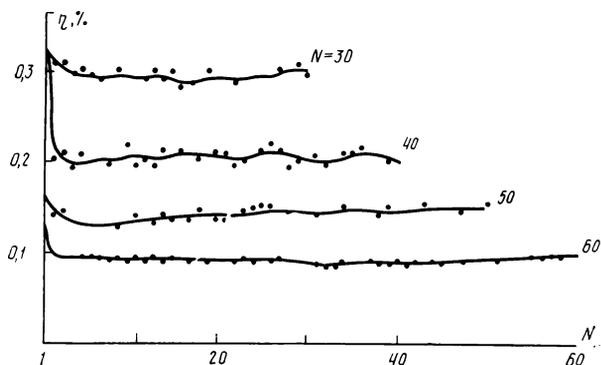


Рис. 6. Зависимости дифракционной эффективности от номера экспозиции при различном числе наложений

## Выводы

1. Экспериментально получены зависимости дифракционной эффективности просветных и отражательных голограмм при изменении числа наложений от 1 до 100.

2. Экспериментально показано, что падение дифракционной эффективности существенно меньше, чем линейное, и асимптотически приближается к квадратному корню из числа наложений.

3. Полученные результаты могут быть использованы как при разработке схем записи синтезированных голограмм, так и при разработке крупноформатных голографических экранов на большое число зрительских мест для системы объемного голографического кинематографа, создаваемого в настоящее время в НИКФИ.

Участие в эксперименте приняла Е. В. Затюпа.

## ЛИТЕРАТУРА

- Gredelle T. L., Spong F. W. Recording a synthetic focused-image hologram on a thermally deformable plastic. Патент США, кл. 350/3.63 (G 02 В 27/00), № 4174881.
- Денисюк Ю. Н. О некоторых свойствах аспектogramмы применительно к задаче синтеза композиционных голограмм. — Труды Гос. оптич. ин-та, 1979, т. 44, № 178, с. 70—80.
- Stephen A. Benton. Holographic displays 1975—1980. — Journ. Opt. Eng., 1980, 19, N 5, p. 686—690.
- Налимов И. П., Овечкис Ю. Н., Шакиров А. X. Принципы записи и наблюдения стереоголограмм. Физические основы голографии. Материалы 10-й Всесоюзной школы по голографии, Минск, 1978. — Л., 1978, с. 126—139.
- Комар В. Г. О голографическом театральном кинематографе. — В кн.: Труды XII Конгресса УНИАТЕК (Москва, 5—10 октября 1976). — М., 1976, с. 25—40.
- Налимов И. П. Крупноформатные стереограммы. Голография и стереокино. — Труды НИКФИ, 1979, вып. 98, с. 64—76.
- Redman G. D., Wolton N. P. Use of Holography to Make Truly Three-Dimensional X-Ray Images. Nature, 1968, 220, p. 58—60.
- Haig D. N. Three-Dimensional Holograms by Rational Multiplexing of Two-Dimensional Films. — Appl. Opt., 1973, 12, N 2, p. 419—420.
- Налимов И. П. Оптическое интерференционное копирование стереоголограмм. Голография и стереокино. — Труды НИКФИ, 1979, вып. 98, с. 45—63.
- Кольер Р., Беркхарт К., Лин Л. Оптическая голография. — М.: Мир, 1973.
- Kogelnik H. Coupled wave theory for thick hologram. — Bell. Syst. Techn. Journ., 1969, N 48, p. 2909—2947.
- Landry M. J., Phipps G. S. Holographic characteristics of 10E75 plates for single- and multiple- exposure holograms. — Appl. Opt., 1975, 14, N 9, p. 2260—2266.
- Смолов А. М. Расчет эффективности трехмерных голограмм. — Техника кино и телевидения, 1980, № 8, с. 27—30.
- Шугаев В. И. Оптимальная запись ИКМ звуковой информации на фазовой регистрирующей среде при последовательном наложении голограмм. — Техника средств связи. Техника радиовещательного приема и акустика, 1978, вып. 2, с. 75—85.
- Зельдович Б. Я., Яковлева Т. В. Модовая теория объемных голограмм с учетом нелинейности фото-процесса. — Квантовая электроника, 1980, т. 7, № 3, с. 519—529.
- Печать и проекция стереоголограмм. / В. М. Антонов, И. П. Налимов, Л. П. Заруцкий и др. — Symposium Appl. Holografic interkamera, Praha, 1978, II Cast., p. 331—358.
- Исследование дифракционных характеристик материалов ПЭ-2 для задач изобразительной голографии и оптической обработки информации. И. Р. Утямышев, В. А. Макеев, Б. П. Джугели, В. И. Аджалов. — В кн.: Регистрирующие среды для изобразительной голографии и киноголографии. — Л.: Наука, 1979, с. 58—77.
- Кириллов Н. И. Галогенидосеребряные высоко-разрешающие фотоматериалы для голографии и процессы их обработки. — В кн.: Регистрирующие среды для голографии. — Л.: Наука, 1975, с. 5—25.

**С Героем Социалистического Труда, лауреатом Государственной премии СССР, Заслуженным деятелем науки и техники РСФСР, заведующим кафедрой телевидения ЛЭИС им. М. А. Бонч-Бруевича, профессором Павлом Васильевичем Шмаковым беседовал корреспондент «Техники кино и телевидения» Я. Л. Бутовский.**

## **П. В. Шмаков: Уроки истории телевидения**

*Только что завершившийся 1981 год оказался богатым на юбилеи, связанные с телевидением. Прежде всего это, конечно, пятидесятилетие регулярного ТВ вещания в СССР. 30 лет назад была создана Центральная студия телевидения, 25 лет назад передан первый телерепортаж с Красной площади Москвы, 20 лет назад космическое ТВ передало первый телерепортаж о полете человека в космос. Вы, Павел Васильевич, были не только свидетелем, но и непосредственным участником и некоторых из этих, и многих других событий в истории телевидения. Но прежде, чем обратиться к ним, хотелось бы, чтобы Вы хотя бы коротко рассказали о Вашем пути в науку, о том, как Вы пришли в телевидение.*

Тогда нужно сказать еще об одном, уже моем личном юбилее: в 1981 г. исполнилось 70 лет моей научной работы. А началась она с обстоятельств, казалось бы, случайных. Я учился в Московском университете, когда в 1911 г. министр просвещения издал распоряжение об отмене выборности ректоров. Начались притеснения, протесты, мы — студенты — забастовали, многие профессора, в том числе физики П. Н. Лебедев и Н. А. Умов, ушли из университета. Лебедев потерял университетскую лабораторию, но ему была предоставлена другая, созданная частным «Леденцовским обществом». И вот мы, группа студентов-старшекурсников, пришли работать в эту лабораторию, работать бесплатно, чтобы поддержать опального профессора. В эту группу входили С. И. Вавилов, С. Н. Ржевкин, Э. В. Шпольский и др. Лебедев поручил работу с молодежью своему ближайшему помощнику Петру Петровичу Лазареву. Каждый из нас занимался своей темой. Я кончал отделение астрономии, интересовался оптикой и фотометрией звезд и сказал об этом Лазареву. Он предложил мне взяться за изучение закономерности поглощения света фотоматериалами при разной сенсibilизации — это было связано и с фотометрией и с молекулярной физикой, которой он сам занимался.

Уже после смерти Лебедева в 1912 г., Лазарев получил кафедру в университете им. Шанявского, и мы перенесли свои работы туда. В том же году я окончил университет и остался работать у Лазарева. Это была очень серьезная научная

школа. Были организованы регулярные коллоквиумы, на которые часто приходили крупные ученые — А. Ф. Иоффе, А. Н. Крылов, В. А. Стеклов, астроном А. Я. Орлов. На коллоквиумах обсуждались и наши работы. Общение, даже непродолжительное, с Лебедевым, общение с Лазаревым и другими учеными много дало всем нам. Много дало и то, что мы все делали сами, своими руками — и приборы делали, и опыты проводили, да еще и на жизнь нужно было зарабатывать: я, например, давал уроки. Но самым важным я считаю то, что это был молодой коллектив ученых, страстно увлеченных наукой. Мы горячо обсуждали между собой все детали наших работ, и это было самой главной школой для всех нас — школой самостоятельности.

К сожалению, все это быстро кончилось. В 1914 г. началась война. Я был призван прапорщиком и как дипломированный физик назначен начальником связи пехотного полка, хотя не знал тогда даже устройства телефона. Так что связистом я стал совсем случайно. Всю войну наш полк участвовал в боях от Восточной Пруссии до Румынии, где нас застал февраль 1917 г. В сентябре против моей воли, так как я хотел остаться с солдатской массой, с которой прошел войну, меня перевели во вновь организуемые радиотелеграфные войска. Я был назначен преподавателем в учебную команду. Руководил ею профессор Ильин, которого я знал по лаборатории Лебедева, а старшим преподавателем был С. И. Вавилов. Зесь я впервые столкнулся с радиотехникой — до этого я и представления о ней не имел.

В декабре 1917 г. по ленинскому декрету демобилизовали из армии преподавателей, и я вернулся в Москву, к Лазареву. Теперь я уже считался опытным радистом, и когда в Москву переехал Высший совет народного хозяйства, меня назначили заведующим радиосектором и членом высшего радиотехнического совета при Наркомпочт и телеграфа В. П. Подбельском. В этот период у меня было очень много административных занятий — я был членом строительного комитета мощной радиостанции на Шаболовке, наблюдающим за постройкой радиостанции Реввоенсовета в Сокольниках, членом правления Московского электротехнического завода и т. д. Из-за

этого я мог работать у Лазарева только по вечерам, а иногда и ночевал в лаборатории.

В 1922 г. была создана Московская радиолaborатория при строящейся радиостанции на Шаболовке. Я перешел туда и уже вплотную занялся радиотехникой. В этой лаборатории вместе с инженером Куприяновым мы разработали первую многоканальную систему связи по проводам и по радио с разнесением каналов по несущим частотам. В 1924 г. исследовательское дело в области радио было централизовано, и Московская радиолaborатория, так же как и Нижегородская, были объединены с Ленинградской и переведены в Ленинград. Я уехать из Москвы не мог, так как был связан с преподаванием в московских вузах. Начал я эту работу еще в 1921 г., так что можно отметить и еще один юбилей, если не считать работы в учебной команде. Я перешел в центральную лабораторию связи Наркомпочтеля, где мне поручили организацию факсимильной связи с Берлином — работы велись по договору с фирмой «Телефункен». Я получил в свое распоряжение радиостанцию «Малый Коминтерн», и в 1927 г. мы дали факсимильную радиосвязь на линии Москва—Берлин. Так началась моя работа в области передачи изображения на расстояние.

В это время в Москве был организован ВЭИ — Всесоюзный энергетический институт с отделом радиосвязи. Меня пригласили туда работать над развитием передачи неподвижных изображений. Но поскольку уже появился интерес к передаче подвижных изображений — к телевидению, решили организовать лабораторию телевидения и пригласили двух сотрудников: инженер Архангельский занялся передающей частью, а инженер Васильев — приемной. Кроме них было еще двое рабочих. Эта наша небольшая группа сделала первые шаги в разработке ТВ систем.

Никто тогда толком не знал, что это такое. Еще не было широкополосных устройств. Чувствительность фотоэлементов была очень низкой. Началась серьезная работа и по самообразованию и по освоению совершенно новой техники. И когда нам удалось увидеть первое изображение с помощью двух дисков Нипкова без синхронизации (оба диска на одном валу), радости нашей не было предела. Это первое изображение привлекло к лаборатории внимание, она начала развиваться, пришли новые люди. Мы довольно быстро разработали и систему с синхронизацией.

Развивая оптико-механическую систему, ВЭИ вошел в договорные отношения с Наркомпочтелем для организации ТВ вещания в Москве. Аппаратура была разработана нами, а радиостанцию и студию предоставил Московский технический узел связи, которым руководил тогда И. Е. Горон. Изображение на 30 строк при поло-

се 7,5 кГц передавалось в диапазоне средних волн, и наши передачи принимали в Ленинграде, Горьком, даже Новосибирске. Регулярные передачи начались 1 октября 1931 г. из студии на улице 25 октября.

*В этот период уже велись работы по созданию более перспективной электронной системы телевидения. Стоило ли затрачивать так много сил и средств на разработку и совершенствование оптико-механической системы?*

Безусловно стоило. Хотя бы потому, что оптико-механическая система вовсе не сдана в архив. Мне уже приходилось напоминать о том, что именно она помогла решить некоторые проблемы космического ТВ, в частности, передачу изображений с Луны. Но главное не это. В начале 30-х гг. были уже, конечно, предпосылки к созданию электронной системы. Не говоря уже о работах Б. Л. Розинга, если взять только передающие трубки, можно назвать заявки А. А. Чернышева (прототип видикона, 1925), А. П. Константинова (трубка с накоплением, 1930), С. И. Катаева (трубка типа иконоскоп, 1931), мою заявку с П. В. Тимофеевым (супериконоскоп, 1933) — это только советские заявки. Но оптико-механическую систему можно было реализовать значительно быстрее, и мы это сделали. И поступили правильно: в то время было очень важно привлечь к телевидению широкое внимание общественности, вызвать интерес к ТВ со стороны различных организаций. Этому способствовали регулярные передачи и широкая пропаганда. Мы сделали много докладов с демонстрацией ТВ изображений. Хорошо помню, как была переполнена большая аудитория Политехнического музея. Подчеркну, что именно демонстрация изображений, тогда еще не очень хороших по качеству, сделали нашу деятельность результативной.

Уже в 1932 г. был заключен договор с Морским институтом о разработке системы подводного ТВ. А это в свою очередь заставило нас провести работы по изучению оптических характеристик морской воды. Была создана и специальная батисфера. В конечном итоге мы успешно решили задачу для ТВ передачи изображений морских объектов на расстояниях до 20 м. Эти работы дали еще один полезный выход: они заставили задуматься над применением излучений вне видимого участка спектра, в частности, ИК излучений и ультразвука.

Практически существующая, пусть даже и не очень совершенная система стимулировала работы по созданию электронной системы — без интереса к телевидению, вызванного этими первыми передачами, разработка электронной системы шла бы гораздо медленнее. Назову еще два факта. Первый: ознакомившись с нашими работами, Комитет по строительству Дворца советов

принял решение о телефикации его основных помещений. Второй: в 1932 г. проводилась Всероссийская конференция по разработке материальной базы культурной революции. Отдел культуры Госплана СССР предложил мне сделать доклад о развитии телевидения и его возможностях, а И. Е. Горону — о результатах эксплуатации ТВ системы в радиовещании. На конференции была принята резолюция о необходимости развития телевидения. По нашим предложениям было записано: увеличить число строк, обратить особое внимание на разработку катодного ТВ (так называлась тогда электронная система), решить вопрос о подготовке кадров.

*Используя современную терминологию, можно сказать, что была предложена комплексная долгосрочная программа.*

Совершенно верно. Именно комплексная — в ней говорилось даже о необходимости начать работы по цветному ТВ. И такую программу можно было принять только потому, что, начав передачи, мы сумели создать определенное общественное мнение. Мне кажется, что эти события, проходившие полвека назад, могут и сегодня быть для нас важным уроком.

*В этот период Вы, Павел Васильевич, тоже включились в разработку электронной системы? Как это произошло?*

Некоторые работы мы вели еще в ВЭИ. Результатом их было, в частности, изобретение супериконоскопа. Но в условиях небольшой лаборатории ВЭИ, загруженной разработкой прикладных систем с диском Нипкова, развернуть их было сложно.

В это время в Ленинграде из Электрофизического института была выделена группа для организации нового института — телевидения и телемеханики (ВНИИТТ). Мне предложили переехать в Ленинград и возглавить в институте работы по передающим трубкам. Я согласился, так как открывались интересные перспективы. К сожалению, по ряду не зависящих от меня причин (достаточно сказать, что за три года мне пришлось трижды заново разворачивать лабораторию с вакуумными установками в новых помещениях) мы мало что успели сделать, а в конце концов эту лабораторию вместе с отделом телемеханики перевели в Москву.

Я остался в Ленинграде, так как был приглашен в ЛЭИС для организации кафедры телевидения. Тогда в 1937 г., ВАК было принято решение присудить мне степень доктора наук без защиты диссертации и утвердить «профессором по кафедре телевидения» — так было записано в документе, и я оказался первым профессором-телевизионщиком. Сначала я совмещал работу заведующего кафедрой с выполнением обязанностей заместителя директора института, но в

1939 г. от этой должности был освобожден, полностью сосредоточился на делах кафедры и возвратил исследовательские работы по ТВ тематике. Мы начали с исследования супериконоскопа... Впрочем, о работах, выполненных нашей кафедрой, я подробно писал в «Технике кино и телевидения» (1980, № 9), и сейчас вряд ли стоит повторяться.

*Но в связи с Вашим рассказом об организации первой в стране кафедры телевидения хотелось бы коснуться вопроса подготовки кадров.*

Я всегда считал этот вопрос важнейшей частью любой программы развития телевидения. Уже в резолюции конференции 1932 г., о которой я рассказывал, мы поставили этот вопрос. Забегая вперед, могу сказать, что во время войны, в 1944 г. (тогда я временно работал в МЭИС) я подал записку в директивные органы, в которой поставил вопрос о восстановлении ВНИИТ в Ленинграде и вопрос о кадрах. Вскоре было принято решение о подготовке телевизионщиков в шести институтах.

В ЛЭИС сразу после войны мы создали из числа оканчивающих институт по другим специальностям группы на дополнительный семестр для специализации по телевидению. Мы отбирали туда студентов хорошо себя зарекомендовавших, умеющих работать. Это позволило в короткий срок подготовить опытные кадры для ВНИИТа и для восстановления телецентров.

*Вернемся, однако, к внедрению электронного телевидения. В 1936 г. началось строительство телецентров в Москве и в Ленинграде. Уже 1 сентября 1938 г. ЛТЦ начал вести передачи по электронной системе на 240 строк. Как Вы оцениваете это, Павел Васильевич, с позиций сегодняшнего дня?*

Это было большим достижением не только в масштабах нашей страны, но и в мировом масштабе, особенно если учесть, что ВНИИТТ разработал оборудование полностью на основе советских материалов. Создание системы сначала на 240 строк, а потом и на 343 строки потребовало решения многих сложных проблем — была создана вакуумная промышленность с необходимым уровнем культуры производства, разработаны широкополосные устройства и т. д. Все это дало возможность начать строительство новых телецентров, перевести перед войной МТЦ и ЛТЦ на новый стандарт — 441 строку, еще более улучшить качество.

Но выиграв при переходе на электронную систему в качестве, мы потеряли в дальности приема. Я очень хорошо запомнил день — это было в 1932 г., когда на маленьком экранчике нашего телевизора мы увидели опытную ТВ передачу из Берлина — какую-то танцующую пару. Я испытывал тогда чувство огромной гордости за свою

страну, еще недавно технически отсталую, недавно пережившую разруху и голод и сумевшую одной из первых в мире решить сложнейшую по тому времени задачу. Я гордился работой нашей лаборатории, участвовавшей самым непосредственным образом в решении этой задачи. И я гордился ТВ техникой, которая позволяла смотреть в Москве передачу из Берлина. Я очень хорошо знал деревню и понимал, какое огромное значение имеет телевидение для ее подъема, для того сближения города и деревни по уровню жизни, по уровню культуры, необходимость которого была записана в решениях партийных съездов.

Конечно, нельзя было отказаться от преимуществ электронного ТВ, но необходимо было решить проблему дальности передач. Я много думал об этом, и уже в начале 30-х гг. пришел к мысли о применении в качестве ретрансляторов самолетов и дирижаблей, о чем сделал доклад во ВНИИТе в 1934 г. Много позже — в 1957 г. нам удалось провести удачные практические проверки, а уже в 60-е гг. самолет был использован в США для передачи программы учебного ТВ сразу на несколько штатов. Но еще до этого мною была выдвинута идея использовать для увеличения прямой дальности ТВ приема искусственные спутники земли, в первую очередь — стационарные. В 1947 г. она обсуждалась у нас на кафедре, а в 1950 г. была доложена на конференции ЛЭИС, так что было это задолго до запуска первых ИСЗ. Стремясь способствовать решению задачи дальней передачи ТВ сигналов, наша кафедра активно участвовала и в работе ЛЭИС по созданию тропосферных линий связи.

*Еще одним шагом в повышении качества ТВ вещания было введение в 1947 г. стандарта на 625 строк. Следующий шаг — появление цветного телевидения. Что по Вашему мнению было принципиально важным в осуществлении этих шагов?*

Это вещи разные. Если переход на стандарт 625 строк был естественным развитием системы черно-белого ТВ, то переход на цветное вещание был уже не таким однозначным — он вызвал серьезную борьбу технических мнений.

Получилось так, что мне пришлось принять самое активное участие в осуществлении обоих этих «шагов». В 1946 г. я был назначен директором ВНИИТ, восстановленного по Постановлению правительства. К тому времени МТЦ первым в Европе возобновил регулярные передачи, а перед ВНИИТ уже в 1948 г. была поставлена задача полностью переоборудовать МТЦ на новый стандарт, который был утвержден только в 1947 г. Сделать это было нелегко, были сложности с финансированием, слишком мало было времени, но коллектив наших сотрудников во главе с про-

фессором В. Л. Крейцером выполнил все работы в срок при хорошем качестве аппаратуры.

Второй задачей, стоявшей перед ВНИИТом, была разработка системы цветного ТВ. Я начал с того, что собрал всех крупных специалистов и, сделав обзорный доклад о принципах цветного ТВ и о состоянии работ у нас и за рубежом, поставил вопрос о последовательной и одновременной системе. Нужно было решить, какой путь выбрать институту. Были споры, высказывания «за» и «против». Сам я был за одновременную систему, прежде всего потому, что она совместима с черно-белой. Вообще я считаю вопрос совместимости принципиально важным для вещательных систем. С этих же позиций мы сейчас подходим и к разработке стереоцветной системы. Для меня здесь важно то, что я уже говорил о роли телевидения в деревне — любая несовместимая система надолго лишит зрителей деревни, отдаленных районов возможности идти в ногу со зрителями крупных центров.

Было принято решение о развитии работ по одновременной системе во ВНИИТе. В дальнейшем, когда я снова сосредоточил свою деятельность на кафедре ЛЭИС, работы по цветному ТВ были начаты и здесь. И хотя мы начали их с некоторым опозданием, уже в марте 1955 г. получили первые цветные изображения по одновременной системе. Все эти годы споры продолжались и у нас и за рубежом. Я не буду сейчас занимать время изложением всех этих споров на технических советах, на майских сессиях НТОРЭС, в Радиосовете Академии наук, на международном уровне — в МККР. В конце концов в международном масштабе была принята одновременная система, сторонником которой я был с самого начала.

Сложнее оказалось с окончательным вариантом цветной системы. Была разработана американская система НТСЦ, которую поддержала Япония. В ФРГ появилась система ПАЛ, во Франции — СЕКАМ. У нас в СССР интересная система была предложена инженером Тесслером из НИИРа. Практически осуществленная система ЛЭИС-Ц представляла собой вариант системы НТСЦ, преобразованный для нашего стандарта. Нужно было во всемирном или хотя бы в европейском масштабе договориться о введении какой-то одной системы. Это сделать не удалось, что очень осложняет сейчас международные связи телевидения. И это тоже важный для нас урок истории, о котором нельзя забывать: мы все время будем сталкиваться с необходимостью международной стандартизации. Это особенно относится к неминуемому рано или поздно внедрению глобального ТВ. На пути его реализации кроме чисто технических проблем стоят три барьера: языковой, поясного времени и

политический — он связан с содержанием программ. Для устранения всех проблем и барьеров требуется всеобъемлющее международное соглашение.

*Вы уже упомянули о стереоцветном ТВ вещании. Ваше мнение о его перспективах?*

Инициатором работ по стереотелевидению была наша кафедра — первая экспериментальная установка черно-белого стереотелевидения была разработана еще в 1950 г. Мы строго разделили два направления — прикладные и вещательные системы. Прикладные могут быть несовместимыми, и мы обошли некоторые трудности, дав для одного глаза черно-белое изображение повышенной четкости, а для другого — цветное. Такую замкнутую систему мы продемонстрировали на ВДНХ в 1962 г.

Вещательная система должна быть совместимой. Сейчас мы идем по нескольким путям: это системы с поляроидными или анаглифными очками, многокурсовые системы и голографическое ТВ. Хотя нам ясны недостатки систем с очками, мы много занимаемся ими и с помощью ЛТЦ провели уже ряд опытных передач. Здесь прямая аналогия с внедрением оптико-механической системы в начале 30-х гг. Сейчас важно вызвать интерес к стереоцветному ТВ, привлечь общественное мнение, показать режиссерам и операторам телевидения те возможности, которые открывает перед ними новое качество — стереоэффект. Сегодня такую работу можно сделать только с помощью очков и на это нужно идти, чтобы ускорить в конечном итоге работы по более перспективным системам.

*Что бы Вы могли сказать, Павел Васильевич, о дальнейших перспективах телевидения?*

Этап развития телевидения, который идет сейчас и связан с внедрением новой элементной базы, цифровых систем, линий оптической связи, даже с таким важным направлением, как разработка твердотельных преобразователей «свет — сигнал», — этот этап дает много нового для улучшения отдельных параметров ТВ системы и ее качества в целом, но не меняет принципиально самой сущности существующего сегодня цветного ТВ. Поэтому, если говорить о будущем, то нужно подойти к этому вопросу с более общих позиций.

Есть два подхода. Один представляют главным образом не специалисты телевидения, а те зрители, которые рассматривают ТВ изображение с точки зрения художественной выразительности и говорят, что для достижения художественного эффекта в принципе достаточно черно-белого изображения, хотя в какой-то мере можно, конечно, использовать цвет. А больше, по их мнению, ничего не нужно. Другой подход такой: современное ТВ — это дистанционно передаваемое

изображение, сопровождающееся дистанционно передаваемым звуком, что воспринимается только зрением и слухом, да и то не в полном объеме: изображение плоское, а звук исходит из одного, неподвижного источника. Чувства же человека гораздо богаче: воспринимая природу, пространство, других людей, он пользуется еще и обонянием, осязанием и другими чувствами. Почему же телевидение должно ограничиваться только неполным использованием двух чувств, пускай и самых важных? Я думаю, что в будущем телевидение будет развиваться именно по пути расширения воздействия на чувства человека, будет осваивать объем, ароматическое поле, передачу на расстоянии мышечных потенциалов и т. д.

*Что могло бы ускорить приближение этих новых этапов развития телевидения?*

Правильное сочетание фундаментальных исследований и инженерных разработок, рациональное использование той научной базы и тех кадров, которыми мы располагаем, своевременная подготовка новой базы и новых кадров. В связи с этим я хотел бы остановиться на двух вопросах.

Первый — использование возможностей вузовской науки. К сожалению, постепенно сложилось такое положение: результаты научной работы учёных вузов оцениваются только по экономическому эффекту. Наши лаборатории, таким образом, фактически приравнивали к чисто инженерным организациям вроде КБ или проектных институтов, для которых этот показатель действительно самый важный. Это заметно тормозит разработку систем, требующих поисковых, иногда очень серьезных исследований, которые, естественно никакого экономического эффекта дать не могут. Скажу прямо — если бы такое требование существовало в период нашей работы над цветной системой, мы бы ее не создали. Есть и другие проблемы вузовской науки, также тормозящие дело, и их тоже нужно срочно решать. О вузовском научном потенциале я говорю не случайно. Дело в том, что именно в вузах можно разрабатывать такие новые направления, вести такие поисковые работы, которые часто не под силу отраслевым институтам и КБ: во-первых, из-за загрузки очень сложными и трудоемкими работами по постоянному совершенствованию, модернизации существующей системы ТВ вещания и прикладных систем, а во-вторых, из-за отсутствия внутри самого отраслевого института «смежников». Кафедра телевидения любого из наших учебных институтов может легко привлечь к своей работе специалистов других кафедр: физиков, математиков, химиков, оптиков, даже экономистов, если нужно. Не надо забывать еще и о том, что уровень научной работы, ведущийся на кафедре, прямо сказывается и на уровне подготов-

ки кадров, в первую очередь подготовки кадров научных работников через аспирантуру. История нашей ТВ техники очень хорошо показывает, что могут дать ей вузовские лаборатории, и этот урок истории тоже не следует забывать.

И второй вопрос, связанный с перспективами телевидения, также касается фундаментальных, поисковых исследований. Я считаю, что явно не хватает внимания Академии наук к нашей отрасли. Академические институты обладают в этом смысле большей свободой действий и могли бы во многом помочь ТВ науке. Конечно, кое-что делается, например, очень перспективна работа ФИАН по созданию кинескопа на базе полупроводниковых лазеров. Но я уверен, что при большем внимании Академии к телевидению, она могла бы дать нам гораздо больше. Нужно учитывать, что дело тут не столько в развитии новых направлений ТВ вещания, сколько в объективных факторах, требующих ускоренного развития всей отрасли телевидения в целом. Мне уже приходилось говорить и писать об этих факторах, но хочу назвать их снова — это освоение космоса и мирового океана. Без телевидения это освоение невозможно. Много уже сделано, но еще больше предстоит сделать, особенно в области подводного стереоцветного ТВ, и вести эти работы широким фронтом нужно уже сейчас.

*Я хочу поблагодарить Вас, Павел Васильевич, за беседу, но прежде, чем завершить ее, хочу вернуться еще раз к самому началу. Вы сказали, что случайно стали связистом, а потом и телевизион-*

*щиком. Могло случиться так, что работая в лаборатории Лазарева, вы посвятили бы себя полностью молекулярной физике или фотохимии. Не жалеете ли Вы, что судьба распорядилась иначе и Вы уже более полувека занимаетесь телевидением?*

Ни в коем случае! Как можно жалеть, что занимаешься такой областью знаний, которая находится на стыке многих наук, всегда оказывается на самом передовом рубеже развития науки и техники, дает материальную базу для того, чтобы в самые отдаленные уголки нашей планеты нести идеи гуманизма и наглядные примеры торжества Труда и Разума! И тот факт, что почти вся история телевидения прошла на моих глазах, дает мне, наверное, право сказать, обращаясь к новым поколениям ученых и инженеров телевидения: помните уроки истории и не бойтесь идти новыми, еще неизведанными путями, каждый день творя новейшую историю прекрасного дела, которому все мы служим, — историю телевидения!

#### ОТ РЕДАКЦИИ

Когда сдавался этот номер журнала в типографию, с большой скорбью мы узнали, что 17 января Павел Васильевич Шмаков скончался. Наша беседа и встреча с Павлом Васильевичем оказалась последней в многолетнем и плодотворном сотрудничестве. Не только статьи, рецензии, но постоянное внимание и советы так вовремя, так дороги были редакции и так неожиданно оборвалась наша связь...

# Международный стандарт цифрового кодирования

М. И. Кривошеев, С. И. Никаноров, В. А. Хлебородов

В феврале 1982 г. XV Пленарная Ассамблея Международного консультативного комитета по радио при участии делегации СССР приняла первую рекомендацию по цифровому кодированию видеосигналов в ТВ цифровых аппаратно-студийных блоках (иногда называемых ТВ студиями). Рекомендованный стандарт — это итог интенсивных теоретических и экспериментальных исследований, выполненных в последнее время во многих странах мира при тесной технической координации организаций и специалистов [1, 2].

Значение Рекомендации АА/11 «Параметры кодирования для цифровых телевизионных АСБ (студий)» [3] для дальнейшего развития вещательного телевидения в последующие 25—30 лет вполне очевидно. Действительно, проектировщики АСБ и разработчики ТВ оборудования наконец получили прочную основу для планирования НИР и ОКР и принятия принципиально важных решений в области цифрового телевидения (ЦТВ). Пройдет несколько лет, и во всем мире АСБ (а затем и телецентры) будут унифицированы: единый стандарт цифрового кодирования видеосигналов вытеснит несовместимые между собой стандарты аналогового кодирования по системам СЕКАМ, ПАЛ и НТСЦ. Важно подчеркнуть, что новый цифровой стандарт будет способствовать повышению качества ТВ изображения у многомиллионной аудитории телезрителей, ни в одной стране не предполагается изменять излучаемые радиосигналы вещательного ТВ.

## Структура Рекомендации АА/11

Рекомендация имеет основную и справочную части. В начале основной части перечисляются преимущества, которые ТВ организации получают в результате внедрения единого стандарта цифрового кодирования. В частности, отмечается, что единообразный подход к ЦТВ во всем мире позволит создать ТВ оборудование с многими общими характеристиками, сократить эксплуатационные расходы и будет способствовать международному обмену телепрограммами. Здесь также говорится о намерении создать целое семейство совместных стандартов цифрового кодирования, т. е. о целесообразности иметь кроме базового стандарта для АСБ несколько других стандартов, соответствующих различным уровням качества ТВ изображения. Стандарты более высокого уровня необходимы для реализации цветовой рипроекции (ЦРП) наивысшего качества и организации экономически эффективного производства кинофильмов ТВ методами («телекинопроизводства»). Стандарты пониженного уровня позволят создать малогабаритную аппаратуру видеожурналистики [4] и осуществить передачу цифровых видеосигналов по относительно узкополосным каналам связи [1].

В разделе «Рекомендует» кратко изложены общие принципы цифрового кодирования, применимые ко всем стандартам совместимого семейства. Прежде всего указывается, что в АСБ 525- и 625-строчных системах во всех странах мира следует пользоваться раздельным кодированием сигнала яркости  $Y$  и двух цветоразностных сигналов  $R-Y$  и  $B-Y$  (или красного, зеленого и синего сигналов, в случае их использования). Уместно напомнить, что раздельное кодирование предлагалось советскими специалистами в самом начале исследований в области ЦТВ [5]. Методы цифрового кодирования не должны препятствовать созданию и последующему расширению семейства совместимых стандартов цифрового кодирования. Следует обеспечить возможность простого сопряжения любых двух стандартов семейства.

Стандарт семейства, предназначенный для использования в качестве унифицированного цифрового стандарта со-

пряжения основной цифровой аппаратуры АСБ, а также для международного обмена программами (т. е. для обеспечения сопряжения с аппаратурой видеозаписи и системами передачи), должен иметь частоты дискретизации сигнала яркости и цветоразностных сигналов, находящиеся в отношении 4:2:2 (это обозначение поясняется ниже). Рекомендованные значения параметров кодирования для этого базового стандарта цифрового кодирования приведены в табл. 1, содержащей пп. 1—7.

Таблица 1

Значения параметров кодирования для стандарта 4:2:2

Параметры	Системы	
	525 строка, 60 поле/с	625 строка, 50 поле/с
1. Кодлируемые сигналы	$Y, R-Y, B-Y$	
2. Число отсчетов в целой строке:		
сигнал яркости ( $Y$ )	858	864
каждый цветоразностный сигнал ( $R-Y, B-Y$ )	429	432
3. Структура отсчетов	Ортогональная, периодическая по строкам, полям и кадрам. Отсчеты, представляющие сигналы $R-Y$ и $B-Y$ , в каждой строке пространственно совмещены с нечетными (первым, третьим, пятым и т. д.) отсчетами, представляющими сигнал $Y$	
4. Частота дискретизации, МГц	13,5	
сигнал яркости	6,75	
каждый цветоразностный сигнал		
5. Вид кодирования	Линейная ИКМ с расходом 8 бит/отсчет для сигнала яркости и каждого цветоразностного сигнала	
6. Число отсчетов в цифровой активной части строки:		
сигнал яркости	720	
каждый цветоразностный сигнал	360	
7. Соответствие между уровнями видеосигнала и уровнями квантования:		
сигнал яркости	Выделяется 220 уровней квантования, причем уровень черного соответствует уровню 16, а номинальный уровень белого — уровню 235	
каждый цветоразностный сигнал	Выделяется 224 уровня квантования в центральной части шкалы квантования, причем нулевой уровень сигнала соответствует уровню 128	

В разделе «Рекомендует» также упоминается стандарт, имеющий частоты дискретизации сигнала яркости и цвето-

разностных сигналов (или красного, зеленого и синего сигналов) с соотношением 4:4:4, однако он приводится лишь в качестве примера стандарта высокого уровня, пригодного для кодирования видеосигнала и высококачественной обработки видеосигналов. Предварительная спецификация параметров кодирования для стандарта 4:4:4 приведена в дополнительной таблице Рекомендации.

По общему соглашению Рекомендации придана форма краткого и четкого документа, что должно способствовать ее скорейшему изучению и внедрению в практику. Все основные термины ЦТВ, использованные в ней, определены в объемном отчете «Цифровое кодирование сигналов цветного телевидения» [6], который, по существу, следует рассматривать как неотъемлемое приложение к новой рекомендации. В этом отчете также содержатся сведения о предыстории и современном состоянии вопросов цифрового кодирования видеосигналов в цветном ТВ. Дополнительная информация представлена в специализированном отчете «Фильтрация, дискретизация и мультиплексирование при цифровом кодировании сигналов цветного телевидения» [7].

Таким образом, правильное и однозначное толкование Рекомендации АА/11 требует подробных пояснений, приводимых ниже.

## Раздельное и совместное кодирование

Напомним, что основными операциями цифрового кодирования являются дискретизация (выделение дискретных отсчетов сигнала), квантование (отбор разрешенных уровней каждого отсчета) и собственно «цифрование» (цифровое представление отобранных уровней). Если в АСБ цифровому кодированию подвергают раздельные сигнал яркости и цветоразностные сигналы, сформированные ТВ датчиком, а затем мультиплексируют полученные цифровые потоки, то говорят о раздельном кодировании. Если же кодируется полный цветовой видеосигнал СЕКАМ, ПАЛ или НТСЦ, то говорят о совместном кодировании.

Необходимо сделать два замечания. Во-первых, упоминание аналоговых сигнала яркости и цветоразностных сигналов не исключает возможности цифрового кодирования красного, зеленого и синего сигналов видеисточника с последующим цифровым матрицированием полученных сигналов в требуемые цифровые сигналы — сигнал яркости и два цветоразностных сигнала, причем полоса частот последних формируется с помощью цифрового фильтра нижних частот. Во-вторых, сигнал яркости и цветоразностные сигналы можно получить путем декодирования поступающих в АСБ полных сигналов СЕКАМ, ПАЛ и НТСЦ. В этом случае следует помнить о неизбежном понижении качества изображения.

Раздельное кодирование выгоднее, чем совместное прежде всего потому, что оно «нацелено» на будущее, когда видеосигналы будут передаваться в цифровой форме от источников к ТВ передатчикам и только здесь будет формироваться полный цветовой видеосигнал. Таким образом, на этом участке ТВ тракта исчезнет различие между аналоговыми системами цветного телевидения (за исключением различия в кадровых частотах), что существенно упростит международный обмен программами.

Однако основное преимущество метода раздельного кодирования заключается в возможности осуществить сложнейшую электронную обработку составляющих видеосигналов, требуемую современной технологией ТВ вещания [8]. Три этапа этой перспективной технологии — это производство (production), компоновка (post-production) и выпуск (continuity) телепрограмм. Кроме того, имеется этап подготовки (pre-production) к производству программ. Такое разделение технологических этапов оказалось возможным благодаря созданию новых совершенных технических средств телевидения — особенно экономичной аппаратуры

магнитной видеозаписи — и накоплению богатого опыта организации ТВ вещания во всем мире. ТВ производство фактически уже достигло технологической гибкости, свойственной кинопроизводству.

В связи с изменением технологии ТВ вещания этап компоновки программ (уже без участия артистов) приобретает особое значение. По существу, это значительно расширенный и усовершенствованный процесс электронного видеомонтажа с широким использованием видеомикшеров, аппаратуры цветовой рирпроекции, аппаратуры видеоэффектов (позволяющей производить различные геометрические преобразования изображения — плавный «наезд», изменение формата и размеров, «размножение» сюжета, переворот, вращение вокруг любой из трех координатных осей, создание «полиэкранного» изображения и пр.), знакогенераторов, графогенераторов (устройств формирования стандартных графических изображений), аппаратуры видеоживописи (позволяющей художнику-декоратору «рисовать» на телеэкране декорации, заставки и надписи при помощи светового пера). На этапе компоновки теперь выполняются многие технологические операции, такие, как переключение, микширование, введение титров, спецэффектов и видеоэффектов, которые прежде выполнялись «в реальном масштабе времени» на этапе производства программ. Благодаря этому заметно сокращаются сроки создания программ, более гибко используются технические средства и уменьшаются производственные расходы.

Метод совместного кодирования применительно к системам ПАЛ и НТСЦ в принципе пригоден для выполнения большинства таких технологических операций ТВ вещания, в том числе микширования и ряда спецэффектов. Однако в современном АСБ часто прибегают к замедлению воспроизводимых изображений. Эти операции выполняются с использованием разделенных составляющих цифрового сигнала, т. е. требуют цифрового декодирования. Получаемые при этом составляющие будут иметь частоты дискретизации, «привязанные» к частоте исходной цветовой поднесущей ПАЛ или НТСЦ. Однако известно, что фазовый цикл этих поднесущих завершается за 8 и 4 поля соответственно. Таким образом, несмотря на использование цифрового декодирования, операции замедления и остановки воспроизводимого изображения будут существенно затруднены. Возникнут трудности и при реализации электронного видеомонтажа, например, крайне неприятные хаотические сдвиги изображения по горизонтали. В рамках системы СЕКАМ совместное кодирование для сложной обработки видеосигналов практически затруднено.

Определенным, хотя и временным достоинством раздельного кодирования можно считать относительную простоту перехода от аналоговой формы сигнала к цифровой и обратно, что, несомненно, облегчит создание смешанных аналого-цифровых участков ТВ тракта в переходный период внедрения цифрового телевидения.

## Частота дискретизации при раздельном кодировании

Выбор частот дискретизации сигнала яркости и цветоразностных сигналов определяется требуемой полосой частот видеосигналов, допустимым уровнем помех дискретизации (так называемых ложных частот) и сложностью реализации соответствующих аналоговых и цифровых фильтров.

Как известно, широко распространенные номинальные значения полосы частот сигнала яркости составляют 4,2 (стандарты *M, N*), 5 (стандарты *B, G, H*), 5,5 (стандарт *I*) и 6 МГц (стандарты *D, K, K1, L*). Однако Администрации ряда стран провели специальные исследования, чтобы определить значения этого параметра, оптимальные с точки зрения субъективного качества изображения [7]. В раннем документе Европейского союза вещания утверждается, что применение полосы частот 4,5 МГц (на уровне —3 дБ) обеспечивает оценку 4,5 балла по пятибалльной шкале

ухудшений МККР. К такому же выводу пришла Администрация ПНР. В документе Англии указывается, что оценке 4,8 балла соответствует полоса частот 5,8 МГц; здесь же отмечается, что это значение совместимо с требованиями стандартов *D, K, L*. В нашей стране при цифровом кодировании ставится задача максимально приблизиться к номинальному значению 6 МГц. Субъективные испытания, проведенные японскими специалистами, показали, что в 525-строчной системе оценке 4,5 балла соответствует полоса частот 5,6 МГц (на уровне  $-3$  дБ).

Таким образом, если ориентироваться на последние данные, то оптимальным значением полосы частот сигнала яркости в ЦТВ следует считать 5,8—6,0 МГц. Частоту дискретизации выбирают с запасом, чтобы реальный ФНЧ, используемый на входе АЦП, мог обладать конечной переходной зоной между полосами пропускания и задерживания при приемлемых выбросах (не более 2,5 %). Принимая, что частота дискретизации должна по крайней мере в 2,2 раза превышать номинальную полосу частот дискретизируемого сигнала, получим диапазон ее минимальных значений 12,76—13,2 МГц. При меньших отношениях становятся заметными выбросы и существенно усложняется фазовая коррекция аналоговых префильтров.

Однако выбор частоты дискретизации гораздо сильнее влияет на стоимость цифрового фильтра (ЦФ), который обычно реализуется в виде цифровой линии задержки с отводами и цифрового сумматора. Теоретически было показано, что сложность ЦФ (число отводов) возрастает экспоненциально по мере приближения фактической частоты дискретизации к предельной частоте дискретизации.

Рассмотрим следующий пример. Пусть требуется реализовать ЦФ для полосы частот 6 МГц при неравномерности АЧХ в полосе пропускания  $\pm 0,1$  дБ и затухании в полосе задерживания не менее 30 дБ. Для частоты дискретизации 13,5 МГц потребуется приблизительно 30 отводов. При снижении частоты до 13 МГц уже потребуется примерно 45 отводов, а при использовании частоты 12,5 МГц ЦФ получается исключительно сложным и дорогим — число отводов в нем приближается к сотне.

Следует учесть, что в цифровом АСБ будет использоваться много ЦФ. Можно привести целый список устройств, требующих применения цифровой фильтрации: «совместные» кодеры и декодеры (т. е. устройства для совместного цифрового кодирования и декодирования), аппаратура ЦРП, аппаратура видеоэффектов, гамма-корректоры, цветокорректоры, апертурные корректоры, шумоподавители, преобразователи стандартов, аппаратура сокращения избыточности и пр.

Выбор частоты дискретизации в определенной степени зависит от вида структуры отсчетов (т. е. от относительного положения отсчетов на ТВ экране), которая может быть неподвижной или движущейся. Практическое применение нашли следующие неподвижные структуры: ортогональная, шахматная («шахматная в кадре») и сдвоенная шахматная («шахматная в поле»). Ортогональная структура, отсчеты которой расположены на экране вдоль вертикальных линий, периодически по строкам, полям и кадрам. Позволяя суммировать соседние поля чересстрочного изображения без потери разрешающей способности по горизонтали и вертикали, она прекрасно подходит для выполнения различных интерполяций в преобразователях стандартов, аппаратуре видеоэффектов, аппаратуре сокращения избыточности и пр. Это обстоятельство явилось основным для выбора ортогональной структуры для базового стандарта цифрового кодирования. Структуры, отсчеты которых смещены на половину периода в соседних полях (шахматная) или строках каждого поля (сдвоенная шахматная), обеспечивают несколько меньшую заметность помех дискретизации, но создают большие трудности при интерполяции изображений.

Выбор ортогональной структуры отсчетов означает, что частота дискретизации должна быть кратной частоте строк.

Исследовались следующие частоты: 12, 12,5, 13, 13,5 и 14,3 МГц. Для мирового стандарта цифрового кодирования была выбрана частота дискретизации сигнала яркости 13,5 МГц. Эта частота компромиссна, поскольку, с одной стороны, она имеет достаточно низкое значение и позволяет создать экономичное цифровое оборудование, с другой стороны, она достаточна для сложной обработки изображений. Более того, в диапазоне частот 12—14,3 МГц значение 13,5 МГц является единственным с точки зрения обеспечения строчной когерентности одновременно в 525- и 625-строчных системах. Действительно  $13,5 = 0,015734266 \times 858 = 0,015625 \times 864$ . (Ближайшие значения частоты дискретизации двойной кратности составляют 11,25 и 15,75 МГц; первое значение явно недостаточно, второе — избыточно.) Сравнительно недавно такая высокая частота дискретизации даже не рассматривалась [5].

При выборе частот дискретизации также исследовалась зависимость субъективного качества цветных изображений от полосы частот цветоразностных сигналов [7]. Эксперименты, проведенные во Франции, показали, что достаточно высокое качество изображения обеспечивает полоса частот 2 МГц (при последующем плавном спаде АЧХ). Японские эксперименты в 525-строчной системе дали значение 2,8 МГц.

Однако основным фактором, определившим выбор полосы и частоты дискретизации цветоразностных сигналов, стало реализуемое качество ЦРП. Французские специалисты экспериментально установили, что использование цветоразностных сигналов с полосой частот, меньшей, чем полоса частот сигнала яркости, неизбежно снижает качество комбинированного изображения, получаемого методом ЦРП. При использовании достаточно низкой частоты дискретизации (например, 4 МГц) возникает дефект, состоящий в появлении на наклонной границе изображений переднего и заднего планов хорошо заметных «зубчиков», которые остаются неподвижными при перемещении объекта передачи. Причина возникновения этого дефекта — недостаточное подавление помех дискретизации в процессе цифрового преобразования цветоразностных сигналов. Зубчатость границ можно полностью устранить, если применить ФНЧ с крутым срезом АЧХ. Однако фильтр вызовет «звон» на контрастных цветных переходах изображения.

Можно считать, что значение частоты дискретизации цветоразностных сигналов в диапазоне от 6 до 7 МГц вполне достаточно как для достижения хорошего субъективного качества изображения, так и для реализации высококачественной ЦРП (при условии, что АЧХ префильтра цветоразностных сигналов обеспечивает затухание не менее 12 дБ на половинной частоте дискретизации). Поскольку частота 6,75 МГц, составляющая ровно половину выбранной частоты дискретизации сигнала яркости 13,5 МГц, попадает в этот диапазон, ее выбор был поддержан всеми Администрациями.

### Базовый стандарт цифрового кодирования для АСБ

Таким образом, в мировом базовом стандарте цифрового кодирования, предназначенном для цифровых АСБ, были выбраны частоты дискретизации сигнала яркости и цветоразностных сигналов, составляющие 13,5 и 6,75 МГц. Этому стандарту дано условное обозначение 4:2:2, что учитывает двойное соотношение частот дискретизации, одновременность передачи двух цветоразностных сигналов и возможность образования на его базе целого семейства совместимых стандартов. Как уже указывалось, примером стандарта более высокого уровня качества может служить стандарт 4:4:4 с частотой дискретизации 13,5 МГц для всех трех сигналов. В качестве стандартов более низкого уровня предлагались стандарт 2:1:1 (частоты дискретизации 6,75 и 3,375 МГц) и недвойной стандарт 3:1 (частоты дискретизации 10,125 и 3,375 МГц) с последователь-

Таблица 2  
Длительность цифровой активной части строки

Параметры	Системы	
	525 строка, 60 поле/с, отсчет/мкс	625 строка, 50 поле/с, отсчет/мкс
Длительность интервала от момента времени $0_H$ до начала цифровой активности части строки	122/9,036	132/9,778
Длительность цифровой активной части строки	720/53,333	720/53,333
Длительность цифровой передней площадки гашения	16/1,185	12/0,889

ной передачей цветоразностных сигналов [7]. Необходимо в самое ближайшее время провести дополнительные исследования, чтобы прежде всего определить значения параметров для стандартов более низкого уровня.

Указанные значения 13,5 и 6,75 МГц являются номинальными; фактические значения определяются строго нормированным числом отсчетов в строке (858 или 864 отсчета) и фактическим значением строчной частоты с учетом установленных допусков.

После пояснения пп. 1—4 табл. 1 перейдем к вопросу о квантовании видеосигналов. Как записано в п. 5, каждый отсчет сигнала яркости и цветоразностных сигналов подвергается линейному 8-разрядному квантованию. Сделаем два замечания. Во-первых, необходимо указать, что сигналы  $У$ ,  $R-U$  и  $B-U$  являются гамма-корректированными, т. е. их получают путем матрицирования гамма-корректированных красного, зеленого и синего сигналов видеодатчика. Как известно, обработка негаммированных видеосигналов требует увеличить разрядность по крайней мере до 11 бит, чтобы избежать заметности помех квантования в области черного [9]. Во-вторых, фактически используются не все 256 уровней 8-разрядного квантования, а несколько меньше, о чем будет подробно сказано ниже.

В табл. 1 п. 6 определяет число отсчетов в так называемой цифровой активной части строки (DAL — digital active line): 720 и 360 для сигнала яркости и каждого цветоразностного сигнала во всех 525- и 625-строчных системах. Это понятие введено для того, чтобы учесть различие между номинальными значениями аналоговой активной части строки в этих системах развертки и соответствующие допуски. Только 720 и  $2 \times 360$  отсчетов в каждой ТВ строке надо будет обрабатывать, запоминать или записывать на магнитную ленту в случае отсутствия каких-либо дополнительных соглашений. Информацию о расположении и длительности цифровой активной части строки сигнала яркости, выраженную через число отсчетов и в микросекундах, дает табл. 2. (Если в этой таблице число отсчетов уменьшить вдвое, то она окажется пригодной и для цветоразностных сигналов.)

Сравнивая приведенные значения интервалов с данными табл. 1-1 Отчета 624-1 МККР [10], можно заключить, что в обеих системах развертки цифровая активная часть строки шире аналоговой активной части и что два эти интервала примерно сцентрированы. Образующийся «запас» отсчетов (до 12 и 22 отсчетов в 525- и 625-строчных системах соответственно) позволяет формировать импульсы гашения с номинальной длительностью фронта и среза в точке цифроаналогового преобразования даже при наличии паразитных импульсных сигналов, которые образуются на краях активной части строки при различной обработке видеосигналов (сложении, вычитании, перемножении, фильтрации и пр.). Следует подчеркнуть, что указанные в таблице интервалы 12, 16, 122 и 132 отсчета относятся только к цифроаналого-

вым интерфейсам и не входят в спецификацию цифровой строки.

П. 7 определяет соответствие между уровнями квантования и уровнями сигнала яркости и каждого цветоразностного сигнала. Чтобы правильно понимать это соответствие, предварительно рассмотрим систему обозначений, введенную в Отчете 629-1.

Согласно § 2.4 табл. II Отчета 624-1, имеем

$$E'_Y = 0,299E'_R + 0,587E'_G + 0,114E'_B,$$

где  $E'_R$ ,  $E'_G$ ,  $E'_B$  — гамма-корректированные сигналы основных цветов датчика. С учетом этого уровня можно записать

$$E'_R - E'_Y = 0,701E'_R - 0,587E'_G + 0,114E'_C,$$

$$E'_B - E'_Y = -0,299E'_R - 0,587E'_G + 0,886E'_B.$$

При передаче черного, белого и цветов единичной насыщенности и яркости имеем следующие нормированные значения видеосигналов (табл. 3).

Таблица 3  
Номинальные значения видеосигналов

Цвет	$E'_R$	$E'_G$	$E'_B$	$E'_Y$	$E'_R - E'_Y$	$E'_B - E'_Y$
Белый	1,0	1,0	1,0	1,0	0	0
Черный	0	0	0	0	0	0
Красный	1,0	0	0	0,299	0,701	-0,299
Зеленый	0	1,0	0	0,587	-0,587	-0,587
Синий	0	0	1,0	0,114	-0,114	0,886
Желтый	1,0	1,0	0	0,886	0,114	-0,886
Голубой	0	1,0	1,0	0,701	-0,701	0,299
Пурпурный	1,0	0	1,0	0,413	0,587	0,587

Как показывает эта таблица, сигнал яркости  $E'_Y$  имеет единичный динамический диапазон, однако цветоразностные сигналы  $E'_R - E'_Y$  и  $E'_B - E'_Y$  изменяются в диапазоне  $\pm 0,701$  и  $\pm 0,886$  соответственно. Для их нормирования до единицы вводят коэффициенты компрессии  $K_R = 0,713$  и  $K_B = 0,564$ . Компрессированные цветоразностные сигналы, изменяющиеся в диапазоне  $\pm 0,5$ , выражаются в виде

$$E'_{C_R} = 0,713 (E'_R - E'_Y) = 0,500E'_R - 0,419E'_G - 0,081E'_B;$$

$$E'_{C_B} = 0,564 (E'_B - E'_Y) = -0,169E'_R - 0,331E'_G + 0,500E'_B.$$

При 8-разрядном кодировании сигнала яркости и каждого цветоразностного сигнала в принципе возможно иметь все 256 уровней квантования (от 0 до 255). Однако обычно не используются полный динамический диапазон АЦП, если существует опасность его превышения в процессе эксплуатации. Дело в том, что ограничение диапазона цифровых значений сигнала эквивалентно амплитудному ограничению входного аналогового сигнала и цифровому преобразованию ограниченного сигнала, обогащенного высокочастотными составляющими, без префильтра. Например, при цифровом преобразовании синусоидального сигнала с частотой 1 МГц и симметричном ограничении его экстремальных цифровых значений будут генерироваться нечетные гармонические составляющие с частотами 3, 5, 7, 9 МГц и т. д. с убывающими амплитудами. В случае применения частоты дискретизации 13,5 МГц частота 9 МГц преобразуется в частоту 4,5 МГц, которая попадает в полосу пропускания 6 МГц постфильтра ЦАП, образуя негармоническую помеху дис-

кретизации. Аналогичным образом преобразуются и другие гармонические составляющие. В телевидении помехи дискретизации воспринимаются как муары при передаче периодических тонких структур или как изломы прямых наклонных границ («зубчатость»). В отличие от аналогового ТВ, в котором любые высокочастотные помехи можно подавить канальным фильтром, в ЦТВ борьба с помехами, обусловленными превышением динамического диапазона, невозможна.

Учитывая это, для аналого-цифрового преобразования сигнала яркости предлагается выделить только 220 уровней, а уровню черного и номинальному уровню белого поставить в соответствие уровни 16 и 235. Таким образом, предусматривается запас в 16 уровней «снизу» и 20 уровней «сверху». Это различие учитывает неодинаковость восприятия возникающих помех дискретизации на черном и белом. Причин для превышения динамического диапазона достаточно: эксплуатационная нестабильность уровня видеосигналов; появление выбросов при использовании префильтров с резким ограничением АЧХ и апертурных корректоров, переходные процессы схемы фиксации уровня в АЦП и др. Сравнительно недавно [1, 2] для номинального уровня белого предлагался уровень квантования 240, однако запас оказался недостаточным.

С учетом сказанного любое значение квантуемого аналогового сигнала яркости, выраженное через десятичное число шкалы 0-255, можно записать в виде  $\bar{Y} = 219 (E_Y) + 16$ . При передаче черного  $E_Y = 0$  и  $\bar{Y} = 16$ ; при передаче белого  $E_Y = 1$  и  $\bar{Y} = 235$ .

Для каждого цветоразностного сигнала выделяется 224 уровня в центральной части шкалы квантования, причем нулевой уровень сигнала передается уровнем 128, т. е. используется двоичное кодирование со смещением. По аналогии с выражением для  $\bar{Y}$  можно записать

$$\bar{C}_R = 224 (E'_{C_R}) + 128 = 159,772 (E'_R - E'_Y) + 128 \approx 160 (E'_R - E'_Y) + 128;$$

$$\bar{C}_B = 224 (E'_{C_B}) + 128 = 126,411 (E'_B - E'_Y) + 128 \approx 126 (E'_B - E'_Y) + 128.$$

При передаче красного  $E'_R - E'_Y = 0,701$  и  $\bar{C}_R = 240$ ; при передаче голубого  $E'_R - E'_Y = -0,701$  и  $\bar{C}_R = 16$ . При передаче синего  $E'_B - E'_Y = 0,886$  и  $\bar{C}_B = 240$ ; при передаче желтого  $E'_B - E'_Y = -0,886$  и  $\bar{C}_B = 16$ . На белом и черном  $\bar{C}_R = \bar{C}_B = 128$ .

В табл. I Отчета 629-1 содержатся важные дополнительные сведения по стандарту 4:2:2, отражающие мнение ЕСВ. В канале яркости предполагается формировать «плоскую» АЧХ минимум до частоты 5,5 МГц и обеспечивать на частоте 6,75 МГц затухание не менее 12 дБ; в цветоразностных каналах АЧХ должна быть «плоской» до частоты 2,75 МГц и иметь затухание не менее 12 дБ на частоте 3,375 МГц. Эти параметры должны обеспечиваться при формировании сигналов как аналоговыми, так и цифровыми методами. Точную форму частотных характеристик для каналов цифрового АСБ предполагается определить в новом периоде изучения. Тем не менее ЕСВ считает, что аналоговые префильтры АЦП должны обеспечивать затухание больше 45 дБ на частоте 8 МГц в канале яркости и на частоте 4 МГц в каждом цветоразностном канале. В кодерах полного цветового сигнала и цветных видеомониторах должна формироваться плавно спадающая АЧХ путем включения соответствующего фильтра.

Как известно, цифровое преобразование вносит частотные искажения, описываемые характеристикой  $\text{sinc} = \text{sinc} \pi x$ ; на половинной частоте дискретизации эквивалентный коэффициент передачи равен 0,637. ЕСВ предлагает производить sinc-коррекцию, если таковая требуется, в самом конце цифрового ТВ тракта, где осуществляется цифроаналоговое преобразование.

Оценим возможности передачи цифровых сигналов базового стандарта 4:2:2 по каналам связи. Суммарный цифровой поток, получаемый путем мультиплексирования парциальных потоков сигнала яркости  $13,5 \times 8 = 108$  Мбит/с и двух цветоразностных сигналов  $6,75 \times 8 \times 2 = 108$  Мбит/с, составляет 216 Мбит/с. Для его передачи по магистральному каналу связи четверичной ступени иерархии с пропускной способностью 140 Мбит/с требуется сжать видеоданные примерно до 134 Мбит/с при сохранении высокого качества цветного изображения [2]. Остальную часть цифрового потока предполагается использовать для передачи звуковых сигналов, команд управления и пр. ЕСВ предложил метод гибридной ДИКМ с передачей каждого четвертого отсчета с расходом 8 бит, причем эти отсчеты образуют шахматную структуру. Поскольку остальные отсчеты передают с расходом 5 бит, обеспечивается средний расход 5,75 бит/отсчет. Утверждается, что такое небольшое сокращение избыточности не препятствует выполнению высококачественной ЦРП. В СССР для этой цели разрабатывается метод так называемого адаптивного группового кодирования, основанный на использовании ряда ограничений зрения [1]. Аппаратуру сжатия видеоданных можно устанавливать в АЦ телецентров.

### Предварительная спецификация параметров кодирования для стандарта 4:4:4

Как уже отмечалось вначале, некоторые Администрации планируют формировать цифровые видеосигналы с использованием широкополосных сигналов источника  $R, G, B$  или  $Y, R-Y, B-Y$  и частоты дискретизации 13,5 МГц для каждого из этих сигналов; все последующие операции, такие, как матрицирование, фильтрация, передискретизация (переход на базовый стандарт 4:2:2 и стандарты пониженного уровня, например стандарты 4:1:1 и 2:1:1), предполагается производить в цифровой форме.

Предварительные значения параметров для стандарта 4:4:4, представленные в табл. II Рекомендации АА/11, требуют лишь некоторых новых пояснений. Так, в п. 1 этой таблицы указано, что могут использоваться сигналы основных цветов  $R, G, B$  (причем это даже рекомендуется). По аналогии с приведенным выше выражением для  $\bar{Y}$  можно записать:

$$\bar{R} = 219 (E'_R) + 16; \bar{G} = 219 (E'_G) + 16; \bar{B} = 219 (E'_B) + 16.$$

В п. 5 указано, что должно использоваться не менее 8 бит/отсчет; другими словами, в стандарте 4:4:4 не исключена возможность увеличить разрядность цифрового кодирования до 9 бит и больше в целях дальнейшего повышения качества обработки цветных изображений. В п. 6 слова «по крайней мере» говорят о принципиальной возможности повысить частоту дискретизации свыше 13,5 МГц в стандарте 4:4:4.

### Выводы

В связи с принятием в рамках МККР новой Рекомендации АА/11 по параметрам кодирования для цифровых ТВ аппаратно-студийных блоков («ТВ студий») можно рекомендовать организациям и предприятиям, связанным с созданием цифровой аппаратуры вещательного телевидения (в частности, цифровых видеоматрифононов),

в своих исследованиях и разработках ориентироваться на согласованные параметры цифрового кодирования, прежде всего на частоты дискретизации 13,5 и 6,75 МГц для сигнала яркости и каждого цветоразностного сигнала соответственно при 8-разрядном квантовании.

Целесообразно ускорить проведение исследований, направленных на определение и уточнение значений остальных параметров цифрового кодирования, частично рассмотренных в данной работе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Special edition: digital video using component coding. — JSMPTE, 1981, 90, p. 922—971.
2. EBU digital video coding for television studios (1981 Winchester demonstrations). — London: IBA, 1981.
3. Rec. AA/11 (MOD F). Encoding parameters of digital television for studios, Doc. 11/1027. CCIR, 2 nov., 1981.
4. Хесин А. Я., Хлебородов В. А. Видеожурналистика — новое направление технологии телевизионного ве-

щения. — Техника кино и телевидения, 1979, № 1, с. 57—65.

5. Певзнер Б. М. Выбор цифрового кода студии. — Техника кино и телевидения, 1980, № 7, с. 28—31.

6. Report 629-1 (MOD F). Digital coding of colour television signals, Doc. 11/1028, CCIR, 3 Nov., 1981.

7. Report AG/11. The filtering, sampling and multiplexing for digital encoding of colour television signals, Doc. 11/1029. CCIR, 3 Nov., 1981.

8. Хлебородов В. А. Надежнее — «элементарность». О цифровых методах создания ТВ программ. — Телевидение и радиовещание, 1981, № 10, с. 32—34.

9. Oliphant A., Weston M. A digital telecine processing channel. — JSMPTE, 1979, 88, N 7, p. 474—480.

10. Report 624-1. Characteristics of television systems. Kyoto, 1978, XIV-th Plenary Assembly CCIR, XI. Broadcasting Service (Television). ITU, Genève, 1978.

11. Сардыко С. В., Цуккерман И. И. Групповое кодирование ТВ изображений. — Техника кино и телевидения, 1977, № 9, с. 52—54.

*Государственный научно-исследовательский институт радио,  
Всесоюзный научно-исследовательский институт телевидения  
и радиовещания*



УДК 621.397.61:681.772.7.049.77

## Экспериментальная ТВ камера на основе ПЗС

В. А. Володин, В. Д. Лобанов, Н. Е. Уваров

В настоящее время в СССР и за рубежом разрабатывается целый ряд экспериментальных ТВ камер на основе матричных фотоувствительных приборов с зарядовой связью (ФПЗС) [1, 2], имеющих ряд существенных преимуществ в сравнении с традиционными фотоэлектрическими преобразователями (ФЭП) — передающими электронно-лучевыми трубками [3]. В каждом конкретном случае усилия разработчиков направляются на отработку структурной и принципиальной схем, а также конструкции ТВ камеры, обеспечивающих ей при решении определенного круга задач высокие экономические и эксплуатационные характеристики.

Использование ФПЗС в качестве ФЭП открывает возможность разработки миниатюрной ТВ камеры (ТК) в настоящее время для систем промышленного телевидения, а в дальнейшем — с увеличением формата матриц — для систем вещательного ТВ. Одна из наиболее миниатюрных отечественных камер такого типа была представлена на международной выставке «Связь-81», проходившей в Москве в сентябре 1981 г. Каме-

ра выполнена в виде двух конструктивно законченных блоков: камерного блока и блока питания с формирователем уровней напряжения для ФПЗС.

В камерном блоке применен ФПЗС матричного типа с числом элементов  $288 \times 256$ . Блок имеет габариты  $60 \times 60 \times 45$  мм, масса блока 295 г, потребляемая мощность — порядка 1 Вт. Практически все электронные схемы камеры выполнены на базе специализированных микросборок и, по-видимому, с позиций миниатюризации приближаются к пределу возможностей гибридно-пленочной технологии.

Однако технические возможности дальнейшей микроминиатюризации ТВ камер еще не исчерпаны. Известные зарубежные образцы таких устройств представлены, в частности, ТВ камерой MV-301 фирмы Fairchild, которая имеет законченную одноблочную конструкцию с размерами  $63 \times 38 \times 25$  мм и массой 57 г [4]. Подобная микроминиатюризация, по-видимому, возможна только на основе специализированных интегральных микросхем (ИС).

Для отечественных ФПЗС массового применения типа 1200 ЦМ1 были разработаны две специализированные однокристалльные ИС и на их основе изготовлен экспериментальный макет миниатюрной ТВ камеры. Одна из ИС представляет собой формирователь логических сигналов управления, а другая преобразует их в сигналы, непосредственно подаваемые на фазные электроды ФПЗС.

Обе ИС выполнены по единой КМОП — технологии и размещены каждая в 24-выводном корпусе 402.24-2.

Целесообразность использования КМОП транзисторов в качестве базовых элементов управляющих ИС определяется их малой потребляемой мощностью и высокой технологичностью. Кроме того, КМОП транзисторы совместимы с ФПЗС по уровню питающих напряжений и характеру нагрузки, так как фазовые электроды ФПЗС, подобно затворам КМОП транзисторов, представляют собой емкости с малыми токами утечки.

Однако реализовать многие несомненные преимущества КМОП транзисторов (в том числе перед ТТЛ с диодами Шоттки, рекомендуемыми для управляющих БИС специалистами фирмы Bell [5]), можно было лишь решив в ходе разработки ряд проблем, связанных с повышением быстродействия и нагрузочной способности КМОП схем.

Интегральная микросхема формирователя логических сигналов управления содержит мультивибратор, частоту которого можно устанавливать подключением двух конденсаторов соответствующей емкости к внешним выводам ИС или же в режиме синхронизации задавать ее мультивибратору внешним генератором. Формирователь выработывает сигналы управления, при этом возможны два режима работы: с периодом строчной развертки 64 и 128 мкс в случае чересстрочного разложения и 313 строк в кадре. В первом случае частота сигналов управления выходным регистром составляет 4,5 МГц, во втором — 2,25 МГц. При автономной работе мультивибратора ИС выполняет роль синхрогенератора ТВ камеры. ИС обеспечивает режим накопления заряда под первой фазой секции накопления ФПЗС в нечетных полях и под второй фазой секции накопления в четных полях; при этом нерабочие фазы находятся в режиме аккумуляции, чем обеспечивается пространственная чересстрочная структура фотоэлектрического преобразования изображения в плоскости фоточувствительного участка ФПЗС. Кроме сигналов управления ФПЗС ИС формирует сигналы гашения и синхронизации для тракта обработки видеосигнала и индикаторного устройства.

Интегральная микросхема преобразователя

уровней обеспечивает преобразование логических сигналов в двухуровневые сигналы, подаваемые на электроды фаз выходного регистра и секции хранения, а также в четырехуровневые сигналы, подаваемые на электроды фаз секции накопления. Микросхема состоит из одиннадцати КМОП транзисторных усилителей, из которых девять формируют сигналы электродов фаз ФПЗС, а два обеспечивают управляемое изменение верхним и нижним уровнями сигнала электродов фаз секции накопления. В результате использования разработанных ИС в комплекте с ФПЗС 1200 ЦМ1, удалось создать экспериментальный макет миниатюрной ТВ камеры с габаритами 45×38×15 мм и массой 50 г, представленной на рис. 1.

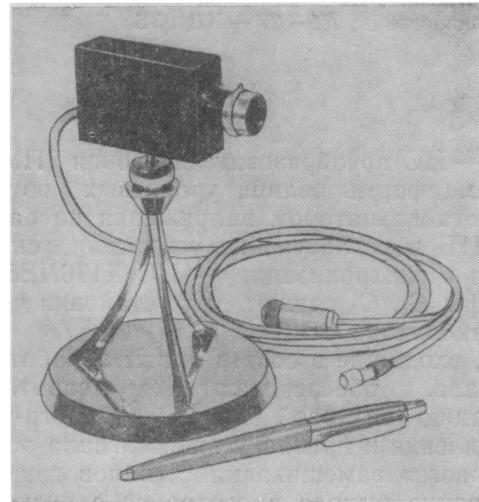


Рис. 1. Внешний вид ТВ камеры

На ТВ камере установлен объектив Т-40  $f' = 12,5$  мм и светосилой 1/2,8. Диапазон рабочих освещенностей от 10 до 1000 лк. Инерционность, в отличие от ТВ камер на видиконах, полностью отсутствует. В камере предусмотрена возможность автоматической регулировки чувствительности (за счет изменения времени накопления); глубина регулировки — порядка 20 дБ. Для ликвидации эффекта «заплывания» при локальных пересветках с помощью ИС управления организован режим антиблюминга на нерабочих фазах секции накопления ФПЗС.

Структурная схема ТВ камеры приведена на рис. 2. Конструктивно камера выполнена в виде двух плат. В состав платы управления ТК помимо КМОП — ИС синхрогенератора (СГ) и

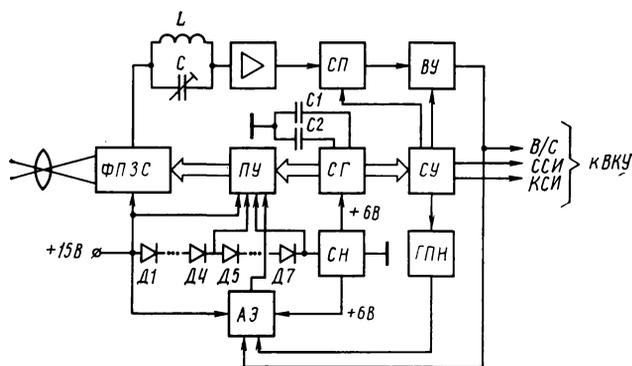


Рис. 2. Структурная схема ТВ камеры:

ПУ — преобразователь уровней; СГ — синхрогенератор; СП — схема привязки; СН — стабилизатор напряжения; СУ — согласующие усилители; ГПН — генератор пилообразного напряжения; ВУ — выходной усилитель; АЭ — автомат экспонирования; Д1—Д7 — КД103Б

КМОП — ИС преобразователя уровня (ПУ) входит схема формирования уровневых потенциалов со стабилизатором напряжения на базе ИС К142ЕН1Б и согласующие усилители сигналов гашения и синхронизации — ИС К176ЛЕ5. Конденсаторы  $C_1$ ,  $C_2$  служат для установки частоты мультивибратора СГ.

Узлы, входящие в состав платы обработки видеосигнала, обеспечивают предварительную фильтрацию тактовой помехи (фильтр-пробка LC), усиление и привязку видеосигнала по уровню «черного» замешивания сигналов гашения и согласование выхода видеотракта с низкоомной нагрузкой. Кроме того, здесь же размещена схема автомата управления временем экспозиции, реагирующая на изменение освещенности сцены. Схема включает в себя преобразователь выходного напряжения пикового детектора (оценки уровня видеосигнала) во временной интервал экспозиции путем сравнения на компараторе уровня пилообразного напряжения частоты полей, поступающего с выхода ГПН, с уровнем выходного сигнала пикового детектора. На видео-

контрольное устройство (ВКУ) поступают строчные и кадровые импульсы синхронизации и видеосигнал в полосе частот 0—2 МГц.

Фотоприемная ПЗС-матрица 1200 ЦМ1, содержащая  $232 \times 288$  элементов разложения, обеспечивает четкость изображения около 150 ТВ линий в направлении строки и 200 линий в направлении кадра. Питание камеры — однополярное, от источника +15 В, потребляемая мощность 1 Вт.

## Выводы

1. Даже приближенная оценка параметров разработанной ТВ камеры показывает, что ее массогабаритные и энергетические характеристики превосходят характеристики ТВ камер на ФПЗС, выполненных на базе микросборок.

2. Дальнейшая микроминиатюризация связана с разработкой специализированных ИС усиления и обработки видеосигнала, появление которых позволит создать микро-ТВ камеру для средств промышленного и вещательного ТВ.

3. Опыт разработки ТВ камер на ФПЗС показывает, что комплексная миниатюризация подобных камер возможна только в том случае, если ФПЗС разрабатывается в комплекте со специализированными ИС управления и обработки видеосигнала, подобно выпускаемым микропроцессорным наборам БИС.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Миленин Н. К. Цветные телевизионные камеры на матричных формирователях сигналов изображения. — Техника кино и телевидения, 1981, № 4, с. 57—64.
2. Экспериментальная трехматричная камера ЦТ на ПЗС с числом элементов  $580 \times 532$ . /Е. В. Костюков, А. Н. Марков, Н. К. Миленин и др. — Техника кино и телевидения, 1981, № 6, с. 30—37.
3. Полупроводниковые формирователи сигналов изображения. /Под ред. Йесперса. — М.: Мир, 1979.
4. Electronics Weekly, 1978, N 917, p. 16.
5. All Solid State Camera for the 525-line Television Format. /С. Н. Sequin, E. I. Zimany, M. F. Tomsett а. о. — IEEE Journ. of Solid-State Circuits, 1976, VC-11, N 1, p. 115—121.

## О выборе необходимого числа строк развертки в системе телевидения с высокой четкостью

За последнее время в МККР и в периодической литературе рассматривается вопрос о числе строк в будущей системе телевидения с повышенной четкостью. Действующая система телевидения на 625 строк обеспечивает достаточно высокое качество изображения, но по разрешающей способности она уступает современному кино с 35-мм киноплёнкой и не обеспечивает необходимой четкости изображения текстов с мелкими буквами и общих планов с мелкими деталями. В целях устранения этих недостатков в опубликованных работах предлагается увеличить число строк развертки, например до 1125—1250 [2, 3, 5]. Но при создании новой ТВ системы такое увеличение строк недостаточно. Новая система будет действовать не менее 30—50 лет, для нее будут использоваться принципиально новые каналы связи, например, радиоволны в диапазоне СВЧ 300 МГц — 300 ГГц и волоконно-оптические линии связи в диапазоне 300—300·10<sup>9</sup> ГГц с очень широкой полосой пропускаемых частот, поэтому необходимо так выбрать число строк  $z$ , чтобы приращение визуальной (ощущаемой зрителем) четкости изображения в сравнении с системой на 625 строк было существенным.

При соблюдении условия равной четкости по вертикали и горизонтали число  $n$  элементов изображения, как известно, равно  $n = kr^2z^2$ , где  $k$  — формат кадра (в настоящее время  $k = 4/3$ , в будущей системе может быть  $k = 9/3$ ),  $r = 0,75$ . При  $k = 4/3$  и  $z = 625$  имеем  $n = 0,75 \cdot z^2 = 293\,000$ . При увеличении числа строк приращение визуальной четкости в соответствии с законом Вебера — Фехнера равно  $\Delta S_{\text{виз}} = \lg(n_2/n_1)$ . В табл. 1 даны значения этой величины относительно  $z = 625$  при  $a = 10$  (это значение  $a$  выбрано для простоты расчета) и  $k = 4/3$ .

Таблица 1

$z$	$n$	$n_2/n_1$	$\Delta S_{\text{виз}}$
625	$293 \cdot 10^3 = n_1$	1	0
819	$503 \cdot 10^3$	1,72	2,36
1250	$1170 \cdot 10^3$	4,0	6,0
2500	$4200 \cdot 10^3$	14,4	11,6
2625	$5160 \cdot 10^3$	17,7	12,5

Известно, что стандартная система на 819 строк на общих планах не дала существенного увеличения четкости изображения в сравнении с системой на 625 строк. Система на 1250 строк дает некоторый выигрыш, но наиболее существенный выигрыш дает система на 2625 строк (более, чем на 10 относительных логарифмических единиц).

Преимущества системы на 2625 строк можно показать также следующими простыми расчетами. Обозначим  $\varphi$  —

угол (в минутах), под которым видна одна черная (белая) полоса на белом (черном) поле при расстоянии наблюдения  $d$ . Если  $h$  — высота кадра, то относительное расстояние наблюдения  $\rho = d/h$ . Сумма черных и белых горизонтальных линий, помещающихся на высоте кадра  $h$  равна  $M = h/A$ , где  $A$  — толщина полосы, охватываемой углом  $\varphi$ . Тогда  $\varphi = 3438/(\rho M)$ . В телевидении яркость экрана на белом достаточно большая (150—200 кд/м<sup>2</sup> для экрана с диагональю до 67 см и 30—60 кд/м<sup>2</sup> для экрана площадью 30—10 м<sup>2</sup>). Поэтому для телевидения можно принять минимальное значение  $\varphi = 1'$ . Без учета апертурных искажений число строк развертки  $z$  связано с величиной  $M$  формулой  $z = M/\rho$ , где  $\rho = 0,75$  (коэффициент потери четкости по вертикали при чересстрочной развертке). Апертурные искажения по вертикали возникают в передающей трубке и в кинескопе (т. е. число последовательных звеньев тракта, в которых они возникают,  $N = 2$ ). Если они примерно одинаковы, то можно написать приблизительно  $M = 0,75z/\sqrt{N}$ , откуда  $z = M\sqrt{N}/0,75$ . Задаем различные значения  $\rho$  при  $\varphi = 1'$  и находим  $M$ , и для полученных значений  $M$  находим  $z$  при  $N = 1$  и  $N = 2$ . Результаты даны в табл. 2.

Таблица 2

$\rho$	$M$	$z$	
		$N = 1$	$N = 2$
2	1710	2280	3220
4	856	1140	1610
6	572	763	1075
8	428	573	809
10	342	456	643

В домашних условиях  $\rho = 2—7$ . В зрительных залах с большим ТВ экраном величина  $\rho = 2$  соответствует первым рядам кресел. Следовательно, необходимо выбрать число строк развертки при  $\rho = 2—4$ , т. е. должно быть  $z = 1610—3220$ , например  $z = 2625 = 5^3 \cdot 7 \cdot 3$ . При частоте кадров 25 Гц, формате кадра 4/3 и относительной длительности строчного обратного хода 0,19 требуемая полоса частот видеотракта равна  $f_{\text{макс}} = 15,45z^2$ . Отсюда при  $z = 1250$  получаем  $f_{\text{макс}} = 24$  МГц, при  $z = 2625$  получаем  $f_{\text{макс}} = 113$  МГц.

К таким же результатам можно прийти, если выбирать число строк с целью четкого воспроизведения на экране телевизора текстов из книг с обычным типографским шрифтом. В этом случае зритель должен находиться на таком же расстоянии от экрана, как и от книги при ее чтении, т. е. при  $\rho = 1,2—2,0$ . Обычно на странице имеется 40—45 строк с буквами и столько же белых промежутков

между ними. Горизонтальные элементы букв (Б, Г, Н, П, Д и т. д.) имеют толщину  $m=5-10\%$  от высоты буквы. При высоте страницы  $h=200-215$  мм (вместе с полями сверху и внизу) высота букв обычно равна  $f=1,5-1,8$  мм. В этом случае толщина горизонтальных элементов букв  $b=fm/100=1,8 \cdot 5/100=0,090$  мм. Отсюда получим  $M=h/b=215/0,090=2690$ , откуда следует, что необходимое число строк развертки  $z=M/0,75=2690/0,75=3580$  при  $N=1$ , а с учетом апертурных искажений  $z=2690 \cdot \sqrt{2}/0,75=5050$ . При  $z=2625$  имеем  $M=0,75z=1965$  при  $N=1$ , а при  $N=2$  имеем  $M=0,75z/\sqrt{N}=0,75 \cdot 2625/\sqrt{2}=1400$ . Отсюда  $b=h/M=215/1965=0,11$  мм и  $m=100 \text{ в/ф}=100 \cdot 0,11/1,5=7,3\%$  при  $N=1$  и  $m=7,3$ .  $\sqrt{2}=10\%$  при  $N=2$ . Следовательно, при  $z=2625$  толщина горизонтальных элементов букв  $m$  должна быть не менее  $10\%$  от высоты букв  $f$ .

Другим критерием для выбора числа строк развертки может быть разрешающая способность 35-мм киноплёнки. По техническим условиям разрешающая способность негативной черно-белой (ТУ6-17-799-76, тип НК-2) и позитивной (ТУ6-17-647-80, тип НЗ-3) 35-мм киноплёнки должны быть не менее 110 черных штрихов на один миллиметр. На высоте кадра  $h=16$  мм помещается не менее  $110 \times 16=1760$  черных штрихов, т. е. сумма черных штрихов и белых промежутков между ними  $M=1760 \times 2=3520$ . Это соответствует числу ТВ строк развертки (без учета апертурных искажений по вертикали)  $z=M/0,75=4700$ . Кинематографический тракт состоит из последовательных звеньев, число которых  $S=6$  (съёмочный объектив, негативная киноплёнка, позитивная киноплёнка, негативный контратип, позитивная фильмокопия, проекционный объектив). Если каждое из этих звеньев имеет разрешающую способность 110 черных штрихов на один миллиметр, то четкость изображения по вертикали на киноэкране составит  $M/\sqrt{S}=3520/\sqrt{6}=1435$ . Это соответствует числу ТВ

строк развертки

$$z = M \sqrt{N}/0,75 = 1435 \cdot \sqrt{2}/0,75 = 2700.$$

Все вышеизложенное подтверждает целесообразность и правильность выбора  $z=2625$  для новой перспективной системы телевидения [1, 4], так как при этом хорошо используется разрешающая способность глаза человека и обеспечивается высокая четкость изображения, сравнимая с четкостью 35-мм кинофильма, позволяющая воспроизводить на экране телевизора тексты из обычных книг. Технически удобными при чересстрочной развертке нечетными величинами для числа строк вблизи числа 2500 являются числа  $1875=625 \cdot 3=5^4 \cdot 3$ ;  $2025=5^2 \cdot 3^4$ ;  $2401=7^4$ ;  $2835=7 \cdot 5 \cdot 3^4$ ;  $3087=7^3 \cdot 3^2$ ;  $3125=5^5$  и, конечно,  $2625=5^3 \cdot 7 \cdot 3$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Новаковский С. В., Катаев С. И., Новаковский В. С. Телевидение в многолетней перспективе (к прогнозу развития). Радиотехника, 1978, 33, № 11, с. 5—19.
2. Рыфтин Я. А. О телевизионном изображении будущего. Техника кино и телевидения, 1980, № 8, с. 4—11.
3. Fujio T. High-Definition Wide-Screen Television System for the Future-Present State of the Study of HD-TV System in Japan. — IEEE Trans. on Broadcasting, BC-26, N 4, December 1980, p. 113—124.
4. Новаковский С. В., Катаев С. И., Новаковский В. С. Телевидение в XXI веке. Знание, 1981, с. 64.
5. Певзнер Б. М. Вещательное телевидение 2000-го года. Техника средств связи, серия Техника телевидения, 1981, вып. 5, с. 17—26.

С. В. Новаковский

#### ТЕЛЕПЕРЕДАЧИ ИЗ МОСКВЫ В ОТДАЛЕННЫЕ РАЙОНЫ

В решениях XXVI съезда КПСС подчеркивалась задача широкого охвата населения страны ТВ вещанием.

В конце 1981 г. ТВ передачи из Москвы получили возможность смотреть тысячи жителей Восточно-Казахстанской области. Здесь пущена автоматическая станция системы «Экран». Этим завершён охват устойчивым ТВ вещанием самой высокогорной зоны области. РРЛ Усть-Каменогорск — Алексеевка донесла московские передачи во все города и районные центры области. К концу пятилетки все населенные пункты Восточного Казахстана будут охвачены ТВ вещанием.

РРЛ Чапаев — Фурманов обеспечила трансляцию двух ТВ программ в отдаленные поселки казахстанского Приуралья.

В рабочем поселке Балезино вступила в строй ТВ станция, оборудованная современным передатчиком. Семь северных районов Удмуртии стали принимать программы Центрального телевидения.

# ИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОПЫТА

## Итоги конкурса

Подведены итоги конкурса журнала «Техника кино и телевидения» на лучшую публикацию «Из производственного опыта» в 1980—1981 гг., в котором приняли участие лучшие рационализаторы-специалисты «Мосфильма», «Ленфильма», киностудии им. А. П. Довженко, «Таллинфильма», Свердловской киностудии, «Леннаучфильма», «Киевнаучфильма», ЦСДФ, ЛСДФ, Киевской, Рязанской и Ленинградской кинокопировальных фабрик, ЦКБК НПО «Экран», НИКФИ, ВНИИТРА, Ленинградского, Харьковского и Павлодарского радиотелевизионных центров, Кировоградского завода радиозаписей, Винницкого политехнического института и Азербайджанского института нефти и химии им. М. Азизбекова.

Жюри, рекомендованное редколлегией журнала, рассмотрело все статьи согласно условиям конкурса и решило:

Присудить первую премию в размере 200 рублей и Почетные дипломы В. В. Коваленко и И. М. Пономареву за статью «Опыт использования ТВ и кинотелевизионных средств при съемке сложных комбинированных кадров» (№ 8, 1981 г.), представленную Киевской киностудией художественных фильмов им. А. П. Довженко.

Вторую премию в размере 150 рублей и Почетные дипломы присудить В. Г. Волокушину, О. В. Друцкому, В. И. Рябову за статью «Установка для выполнения цветных надписей на игровых фонах УЦН-35» (№ 10, 1980 г.), представленную киностудией «Ленфильм».

Поощрительные премии и Почетные дипломы присуждаются:

А. М. Прядко, В. В. Халяпину в размере 100 рублей за статью «Комплексная оценка киноъемочной аппаратуры по разрешающей способности» (№ 9, 1981 г.), представленную Киевской киностудией художественных фильмов им. А. П. Довженко;

Р. Н. Коновой в размере 50 рублей за статью «Малогабаритная передвижная аппаратная звукозаписи» (№ 11, 1980 г.), представленную киностудией «Мосфильм»;

Н. Н. Ососковой в размере 50 рублей за статью «Переходные интермодуляционные искажения и причина их появления в звуковых трактах при записи музыкальных программ» (№ 11, 1981 г.), представленную Ленинградским радиотелецентром.

Почетный диплом жюри решило присудить киностудии «Таллинфильм» и Таллинскому экспериментальному киномеханическому заводу за работу «Станок для комбинированных съемок и мультипликационных работ» (№ 2, 1981 г.). Статья была подготовлена к публикации собственным корреспондентом журнала Я. Л. Бутовским.

Жюри также решило присудить Почетный диплом А. Л. Левину за работу «Тиристорный блок управления камерными штативами», представленную Харьковским радиотелецентром. Жюри учло при этом регулярные выступления в журнале А. Л. Левина по распространению опыта рационализаторской и изобретательской деятельности.

Конкурс успешно завершен. Подводя его итоги, можно отметить, что конкурс позволил заметно поднять уровень публикаций под рубрикой «Из производственного опыта», активизировал участие в этих публикациях ведущих специалистов-рационализаторов киностудий, кинокопировальных фабрик, киномеханической промышленности, телецентров и других организаций Госкино СССР, Гостелерадио СССР и др. ведомств.

По ряду опубликованных предложений экономический эффект превышает десятки тысяч рублей, достигнуто существенное улучшение технических характеристик аппаратуры, создана аппаратура для получения оригинальных комбинированных кадров при производстве фильмов и т. д.

Вместе с тем жюри и редколлегия подчеркнули недостаточную активность в рубрике «Из производственного опыта» наших ведущих телецентров, где накоплен богатый опыт по рационализации и изобретательству.

Редакция и редакционная коллегия благодарят всех специалистов, принявших участие в нашем конкурсе.

УДК 778.534.455:534.852.5

## О нелинейных искажениях на высоких частотах в магнитных фонограммах кинофильмов

В последнее время появляются предложения об использовании при записи звука в кинофильмах номинального уровня намагниченности 640 нВб/м вместо 320 нВб/м. Эти предложения основываются на том, что для перфорированной 35-мм магнитной ленты АЗ901-35П, применяемой в настоящее время, коэффициент третьей гармоники на частоте 400 Гц при уровне записи 640 нВб/м не превышает 1,5 %. Создается впечатление, что лента при таком номинальном уровне записи еще обладает достаточной перегрузочной способностью.

Была поставлена задача определить действительную перегрузочную способность ленты АЗ901-35П в широком диапазоне частот в условиях современной технологии звукозаписи кинофильмов, когда фонограммы многократно последовательно копируются.

### Перегрузочная способность в первичных фонограммах

Нелинейные искажения в магнитных фонограммах определяются перегрузочной способностью тракта записи во всем диапазоне записи-

ваемых частот, спектром источников звучания, выбираемым звукооператором уровнем записи и рядом других факторов.

Перегрузочную способность в средне- и высокочастотном диапазонах можно оценивать по кривой допустимых нагрузок, представляющей собой зависимость уровня записи двойного тона от частоты при заданном значении коэффициента разностного тона  $K_p$  [1].

Можно считать, что для фонограмм с высоким качеством записи коэффициент разностного тона не превышает 1 % [2].

В соответствии с методикой [1] был использован испытательный двухтональный сигнал, перемещающийся по спектру частот от 1 до 16 кГц. Разностный тон второго порядка для всех пар частот одинаков и равен 500 Гц, т. е. разность между удвоенной низкой частотой и высокой частотой каждой пары постоянна:  $2f_{н.ч} - f_{в.ч} = 500$  Гц. Уровень сигнала высокой частоты в каждой паре частот равен половине уровня сигнала низкой частоты. Суммарный уровень двухтонального сигнала при коэффициенте разностного тона, равном 1 %, оценивали по вольтметру в децибелах относительно номинального выходного уровня аппарата записи 1,55 В (0 дБ). Номинальный уровень записи — 320 нВб/м.

Измерения были проведены на магнитофоне КЗМ-20 с перфорированными 35-мм магнитными лентами А3901-35П, тип-6, БАСФ-П35 и «Скотч-340». Построенные кривые допустимых нагрузок были сопоставлены со спектрами записываемых источников звука. По данным Мак-Найта [3], при записи современной эстрадной и джазовой музыки эти спектры практически равномерны во всем диапазоне звуковых частот.

Обычно звукооператор стремится записать громкие звуки с уровнем не менее 0 дБ, поэтому на графике мы располагаем спектр записываемых частот на уровне 0 дБ.

Из рис. 1 видно, что для ленты А3901-35П кривая допустимых нагрузок в среднечастотном диапазоне спектра располагается на 1,5—3,5 дБ выше уровня 0 дБ, а в высокочастотном диапазоне — ниже уровня 0 дБ, начиная с 7 кГц. Это означает, что высокочастотные составляющие спектра записываются с коэффициентом разностного тона, превышающим 1 % даже при номинальном уровне записи.

Для ленты тип-6 кривая допустимых нагрузок целиком находится ниже уровня 0 дБ. Для лент БАСФ-П35 и «Скотч-340» кривые располагаются выше уровня 0 дБ в диапазоне частот до 10 кГц.

Таким образом, уже в первичных фонограммах на ленте А3901-35П при номинальном уровне записи 320 нВб/м не имеется запаса перегрузочной способности на высоких частотах.

Если номинальный уровень записи ленты

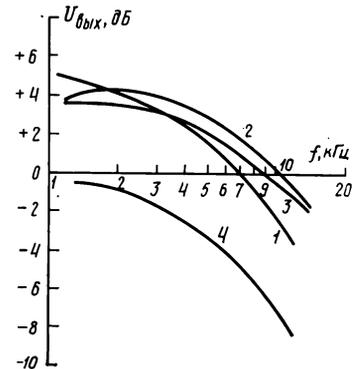


Рис. 1. Кривые допустимых нагрузок при  $K_p = 1$  % для различных магнитных перфорированных лент: 1 — А3901-35П; 2 — БАСФ-П35; 3 — «Скотч-340»; 4 — тип-6

А3901-35П выбрать равным 640 нВб/м, то кривая допустимых нагрузок опустится на 6 дБ и будет целиком располагаться ниже уровня 0 дБ. Фактически перегрузочная способность ленты А3901-35П будет приравнена к перегрузочной способности ленты тип-6.

Очевидно, что переход к уровню 640 нВб/м нецелесообразен.

#### Накопление нелинейных искажений на высоких частотах при многократном последовательном копировании магнитных фонограмм

В современном технологическом процессе изготовления фонограмм кинофильмов их последовательно неоднократно копируют или без коррекции уровней и частотной характеристики, или с коррекцией, которую выполняют обычно в процессах сведения музыкальных многоканальных фонограмм и перезаписи.

При копировании без коррекции чаще всего происходит равномерный спад высоких частот, который увеличивается от копии к копии даже при линейной частотной характеристике сквозного тракта, включающего в себя аппарат воспроизведения и аппарат записи. Спад происходит из-за расхождения азимутального положения головок записи и воспроизведения, а также вследствие контактных потерь. Обычно спад составляет 0,3—0,5 дБ при каждом копировании, так что лента на высоких частотах не перегружается.

Представляло интерес исследовать процесс многократного последовательного копирования с коррекцией высоких частот в каждой копии. Исследования проводили на аппаратах записи разных типов с использованием магнитной ленты А3901—35П. На аппаратах каждого типа записывали и копировали двухтональные фонограммы в диапазоне 1—16 кГц. Соотношение уровней и частот было таким же, как и при записи кривых

допустимых нагрузок. При копировании моделировали процесс перезаписи, когда звукооператор стремится сохранить частотный спектр оригинала, т. е. соотношение уровней в каждой паре частот поддерживалось в каждой копии таким же, как в оригинале, а именно:  $U_{в.ч.} = 0,5U_{н.ч.}$ . Спад уровня высокой частоты в каждой очередной копии компенсировался с помощью высокочастотного корректора усилителя записи. Запись производили при номинальном уровне намагнитченности 320 нВб/м. Были получены и исследованы: оригиналы и копии одноканальных фонограмм, записанные на аппаратах КЗМ-8, КЗМ-14 и шестиканальном комплекте копирования КМП-17, а также фонограмма, оригинал которой был записан на аппарате «Ритм-310» с 6,25-мм магнитной лентой А4409 со скоростью 19,05 см/с, а затем скопирован на аппаратах КЗМ-14. Фонограммы записывали с уровнями 0 дБ, -3 дБ и -6 дБ. Полученные в результате измерений кривые, представляющие зависимости коэффициента разностного тона от частоты при уровне записи -3 дБ для каждой копии, приведены на рис. 2—5.

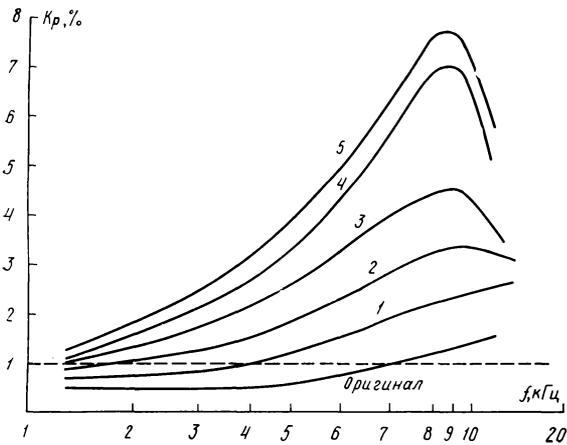


Рис. 2. Зависимость  $K_p$  от частоты в оригинале и копиях фонограмм, записанных на магнитофоне КЗМ-8  
Номер кривой соответствует порядковому номеру копии

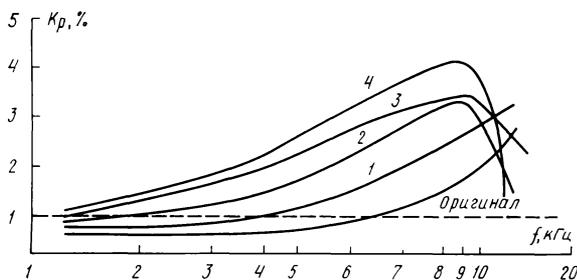


Рис. 3. Зависимость  $K_p$  от частоты в оригинале и копиях фонограмм, записанных на магнитофоне КЗМ-14  
Номер кривой соответствует порядковому номеру копии

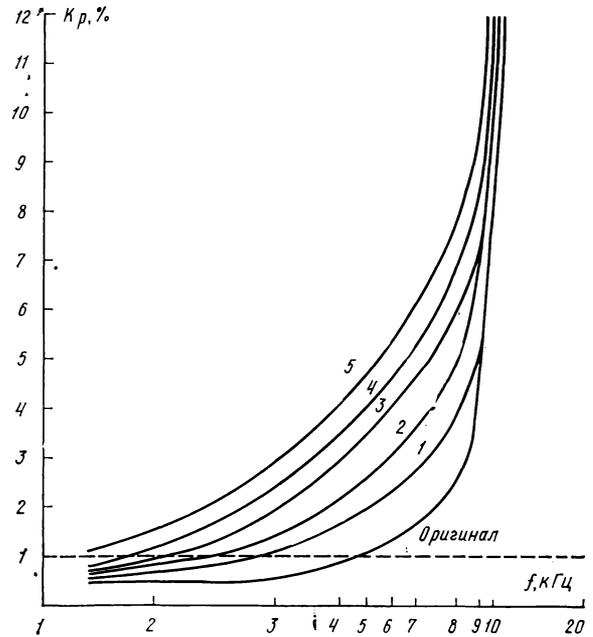


Рис. 4. Зависимость  $K_p$  от частоты в оригинале и копиях фонограмм, записанных на шестиканальном комплекте копирования КМП-17

Номер кривой соответствует порядковому номеру копии

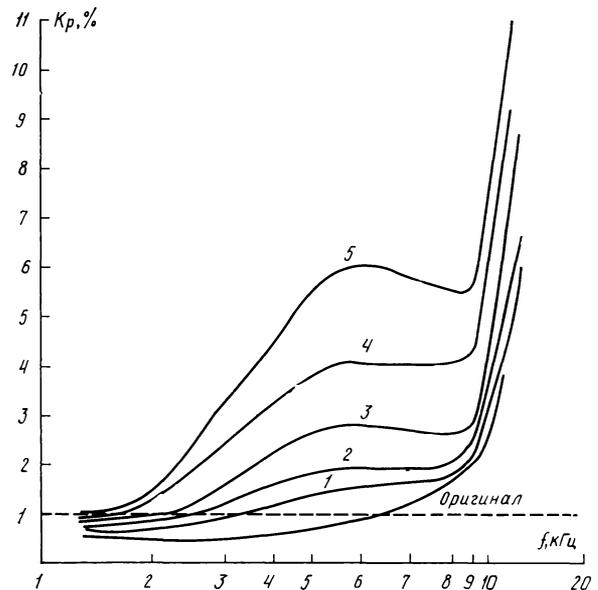


Рис. 5. Зависимость  $K_p$  от частоты в оригинале и копиях фонограмм. Оригинал записан на магнитофоне «Ритм-310», копии — на магнитофоне КЗМ-14

Номер кривой соответствует порядковому номеру копии

Результаты измерений показывают, что в процессе копирования граничная частота, начиная с которой коэффициент разностного тона превышает 1%, смещается от высоких частот к средним. Для оригиналов с уровнем 0 дБ эта частота равна 3—5 кГц, для оригиналов с уровнем —3 дБ и —6 дБ — 6—12 кГц. Уже во вторых копиях с уровнем 0 дБ эта частота смещается к 1,5 кГц. Для копий с уровнем —3 дБ она смещается к 3—5 кГц, для копий с уровнем —6 дБ — лежит вблизи 6 кГц.

Очевидно, что в процессе копирования качество фонограмм на высоких частотах особенно резко ухудшается при уровнях, превышающих —3 дБ.

Как видно из приведенных кривых, фонограммы, записанные с одинаковыми уровнями на разных аппаратах в оригиналах и копиях одного номера, имеют разные коэффициенты искажений, несмотря на то, что при записи использовали одну и ту же магнитную ленту. Отметим также, что головки записи, установленные на аппаратах, имеют одинаковые рабочие зазоры. Однако конструкции лентопротяжных трактов и узлов головок различны на разных аппаратах. Разницу в ходе кривых можно объяснить различными условиями контактирования магнитной ленты с головками на аппаратах разных типов, поскольку при плохом контакте необходимо было увеличивать ток записи на высоких частотах. Возможно, что нелинейные искажения увеличиваются вследствие возрастания эффекта самостирания. Особенно неблагоприятны условия контактирования магнитной ленты с головкой на шестиканальных аппаратах КМП-17.

## Выводы

1. Переход на номинальный уровень записи 640 нВб/м при использовании магнитной ленты А3901-35П нецелесообразен из-за недостаточной перегрузочной способности ленты на высоких частотах при таком уровне записи.

2. При номинальном уровне записи 320 нВб/м на магнитной ленте А3901-35П можно записать с высоким качеством оригинал и первую-вторую копии. Последующие копии могут иметь большие искажения на высоких частотах.

3. Коэффициент разностного тона на высоких частотах определяется свойствами магнитной ленты, а также качеством ее контакта с головками. Компенсация высокочастотных потерь при последовательных копированиях приводит к перегрузке ленты на высоких частотах даже в тех случаях, когда уровень записи не превышает номинального.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Коллендер Б. Г. Оценка нелинейности канала звукозаписи магнитофона. — Труды ВНИИТР, 1973, № 4 (23), с. 85—92.
2. Коллендер Б. Г. Слышимость нелинейных искажений при магнитной записи звука. — Техника кино и телевидения, 1975, № 2, с. 14—17.
3. Mc Knight J. G. The distribution of peak energy in recorded music and its relation to magnetic recording systems. — Journ. of the Audio Eng. Soc., 1959, 7, N 2, p. 62—71.
4. Боянова М., Клименко Г. К. Перегрузочная способность магнитных лент. — Техника кино и телевидения, 1980, № 11, с. 30—32.

Е. И. Шильман

Киностудия «Мосфильм»

УДК 771.31.022.81-52-778.53.022-52

## Устройства автоматической фокусировки для фото-, кино- и ТВ камер

В. Н. Чесноков

В области исследований, разработки и практического использования устройств автоматической фокусировки объективов названного класса приборов минувшее пятилетие характерно резким повышением индекса творческой и деловой активности. Свидетельство этому с одной стороны — необычайно большое в сравнении с предшествующим периодом количество патентов и журнальных статей (в среднем 40—50 ежегодно) по рассматриваемой проблеме, а с другой — появление на мировом рынке целого ряда промышленных образцов фото-, кино- и телекамер, оснащенных устройствами автоматической фокусировки. И хотя первый опытный образец аппаратуры подобного рода был продемонстрирован фирмой Сапон еще в 1963 г. [1], только в настоящее время можно с уверенностью констатировать факт подлинного начала практического внедрения идеи автоматической наводки объективов на резкость в технологию любительской, а также профессиональной фото- и киносъемки.

Однако, и это следует подчеркнуть, значительное число отмеченных выше публикаций отнюдь не свидетельствует о том, что проблема автоматической фокусировки находится сейчас на стадии решения каких-либо принципиальных вопросов, требующих интенсивной теоретической проработки. Напротив, качественный анализ опубликованных материалов показывает, что упомянутый отрезок времени характерен единственно стремлением улучшить технико-экономические показатели разработанных ранее систем автоматической фокусировки (САФ), чему в немалой степени способствовали достижения последних лет в области интегральной технологии изготовления электронных схем.

Известны следующие типы САФ [1—5]:

- внутрибазовые дальномеры;
- анализаторы частотного спектра объекта съемки;
- САФ, использующие нелинейность характеристики светоприемника (эффект Крейга);
- различные дальномерные приборы, использующие принцип эхо-локации;

САФ, использующие принцип Шайнера;

САФ, предусматривающие измерение переменной составляющей модулированного светового потока, исходящего от объекта съемки.

Сейчас общепринято всю совокупность систем автоматической фокусировки оптических и оптико-электронных приборов подразделять на два класса: САФ активного типа и пассивного. В первом случае на фото-, кино- или телекамере устанавливается источник энергии, направляемой в сторону объекта съемки. Отраженная от него часть этой энергии воспринимается чувствительным элементом устройства автофокусировки, после чего специализированный процессор определяет дистанцию наводки на основании оценки времени, затраченного при прохождении сигнала от источника энергии до объекта. Принципиальное отличие САФ пассивного типа заключается в том, что в качестве входного сигнала они используют либо первичное либо вторичное излучение предмета, резкое изображение которого необходимо получить.

В рамках настоящей статьи подробный анализ перечисленных принципов построения САФ нецелесообразен; за более чем тридцатилетнюю историю их развития в результате естественного отбора на сегодняшний день только некоторые представляют практический интерес. Здесь же необходимо отметить, что пассивным устройствам автоматической фокусировки присущи такие положительные эксплуатационные качества, которые отсутствуют в САФ активного типа, и наоборот. В равной мере это относится и к недостаткам. Только этим, пожалуй, можно объяснить, что сегодня наряду с приборами, анализирующими контраст изображения объекта съемки, успешно применяются устройства автоматической фокусировки, использующие принцип эхо-локации. И хотя возможно создание САФ одного класса, отвечающего требованиям технологии профессиональной киносъемки во всех ее аспектах, но экономически это вряд ли будет оправданно. Более рационально использовать САФ обоих типов при тех эксплуатационных условиях, которые оптимально соответствуют их возможностям.

### Системы активного типа автофокусировки

Сканирование пространства объектов съемки в активных САФ осуществляется с помощью источников видимого излучения [6—8], источников излучения ИК диапазона [9—11], электроакустических преобразователей [12—16] и источников радиоактивного излучения [17]. По вполне понятной причине для профессиональной фото- или кинематографии САФ, излучающие сигнал в видимой области спектра, желательнее не применять. Более предпочтительны эхо-локаторы, работающие в ИК диапазоне, поскольку в этом случае отраженный от объекта сигнал не активен для фотоматериала (разумеется, возможны исключения, характерные для специальных видов съемки). Известен случай использования САФ этого типа в экспериментальном образце 16-мм репортажного киносъемочного аппарата Volex 16 Pro [18]. Фирма Сапон рекламирует серийно выпускаемое устройство Сапон САФС [5], также работающее в ИК диапазоне. Но подобное излучение при определенной интенсивности может быть опасно для роговицы глаз актера. Именно по этой причине приняты меры, регулирующие мощность излучения сканера в зависимости от расстояния между ним и объектом съемки [11].

Значительно большее практическое распространение получили САФ, основным элементом которых является электроакустический преобразователь, излучающий и воспринимающий колебания в ультразвуковом (УЗ) диапазоне. Причин для этого несколько. Во-первых, выбран оптимальный вид используемой энергии, что принципиально исключает какое-либо влияние на процесс формирования фотографического изображения. Во-вторых, УЗ диапазон лежит вне звукового диапазона, используемого при синхронной съемке в профессиональном кинематографе. При необходимости всегда можно соответственно скорректировать работу УЗ локатора для исключения помех на комплект зву-

козаписывающей аппаратуры. В-третьих, скорость распространения УЗ колебаний в атмосфере гораздо ниже таковой для световых волн, и этот факт благоприятно сказывается на схемотехнике САФ, давая возможность получения высокой и стабильной точности измерения расстояния до объекта съемки, используя при этом экономически выгодную элементную базу.

Действительно [19], чтобы измерить расстояние, равное например 3 м, необходимо в случае эхо-локатора, излучающего световую энергию, произвести оценку временного интервала в 20 нс. При точности измерения этой величины, равной 1 нс (тактовая частота в электронной схеме порядка 100 МГц!), абсолютная ошибка определения указанного расстояния составляет 15 см. С другой стороны, для УЗ локатора при измерении дистанции наводки в 3 м, принимая во внимание скорость распространения звука в атмосфере, необходимо произвести оценку интервала времени, равного 18 мс. При точности измерения этой величины в 10 мкс (это по абсолютному значению на четыре порядка больше того, что было принято выше) ошибка фокусировки будет приблизительно равна 2 мм. Нетрудно убедиться, что в первом случае относительная точность определения заданного расстояния составляет 5%, а во втором — 0,06%.

На рис. 1 показаны фотоаппараты Sonar One-Step [19] и Sonar AF 5000 фирмы Polaroid, оснащенные УЗ устройствами автоматической фокусировки объективов [20]. Фирма Polaroid является пионером и признанным авторитетом в разработке САФ подобного типа. Идея использовать для фотокинотехники широко известный принцип УЗ локации, применяющийся в военной технике и геологоразведке, была высказана специалистами фирмы более двадцати лет назад. В предложенном тогда варианте САФ была запатентована расщепленная модель электроакустического преобразователя, в которой излучающая и приемная части были самостоятельными конструктивными узлами. Но позднее для фотоаппаратов фирмы Polaroid был принят за основу совмещенный конструктивный узел электроакустического преобразователя (рис. 1).

Совмещенный вариант электроакустического преобразователя предполагает три этапа работы устройства автоматической фокусировки. На первом происходит излучение модулированных УЗ колебаний по направлению к объекту съемки. В данном варианте САФ излучаемый сигнал включает следующие последовательно во времени пакеты импульсов с частотами 60, 57, 53 и 50 кГц; общая их продолжительность 1 мс. По завершении излучения электроакустический преобразователь автоматически переводится в микрофонный режим, при этом одновременно в запоминающем устройстве (ЗУ) электронной схемы САФ начинается процесс накопления хранимых импульсов, вырабатываемых автономным генератором устройства. Следующая стадия работы данной САФ — прием и расшифровка отраженного от объекта съемки сигнала, в результате чего вырабатывается команда, прекращающая подсчет импульсов автономного генератора в ЗУ. И наконец, третий этап заключается в непосредственном перемещении съемочного объектива из исходного положения в соответствующее измеренному расстоянию между фотоаппаратом и объектом. Текущее положение объектива контролируется специальным электромеханическим датчиком импульсов, кинематически жестко связанным с ним. На данном этапе импульсы датчика также накапливаются в ЗУ до момента окончательного заполнения его объема, что является сигналом для механической фиксации съемочного объектива. Считается, что на этом САФ выполнила свои функции.

По завершении экспозиции фотоматериала съемочный объектив автоматически возвращается в исходное положение, соответствующее предельно возможному для данной системы расстоянию от фотоаппарата до объекта, которое определяется параметрами электронной схемы САФ. В частности, максимальное время заполнения ячеек ЗУ

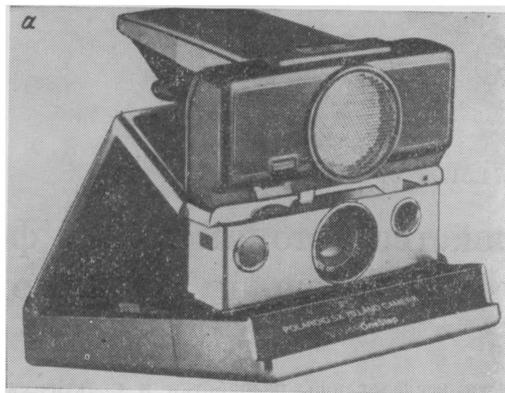


Рис. 1. Устройство автоматической фокусировки Polaroid Sonar в фотоаппаратах Polaroid One-Step (а) и Sonar AF 5000 (б)

импульсами автономного генератора выбрано равным 60 мс, что соответствует предельному радиусу действия данного эхо-локатора в 10 м.

Процесс накопления информации в ЗУ носит ярко выраженный нелинейный характер по следующей причине. Предположим, что каждый импульс автономного генератора записывался бы в ЗУ за определенное и постоянное для всего рабочего цикла время. При объеме данного ЗУ, содержащего 128 ячеек хранения информации, время аккумуляции каждого импульса составило бы 0,5 мс, что адекватно возможной ошибке фокусировки, равной приблизительно 8 см. При минимальной для данного аппарата дистанции наводки в 25 см такая погрешность недопустима. В связи с этим электронная схема САФ спроектирована так, что на запись информации в первую ячейку отводится 17 мкс, а в последнюю — 3 мс. Ошибка определения расстояния до минимально удаленного объекта съем-

ки при этом составляет только 2,75 мм, а на границе действия САФ — 0,9 м. Обе величины, по мнению специалистов фирмы Polaroid, хорошо согласуются со значениями глубины резкости съемочного объектива для указанных дистанций наводки [19].

Перейдем к подробному рассмотрению достоинств и недостатков САФ активного типа, а также проанализируем, насколько эффективны подобные устройства в практике профессионального кинематографа.

Бесспорное преимущество САФ активного типа, использующих любой вид энергии, над устройствами автоматической фокусировки пассивного типа то, что их нормальное функционирование принципиально не зависит от степени освещенности объекта съемки. Эхо-локаторы в одинаковой мере эффективны как при ярком солнечном свете, так и при нулевом значении яркости объекта. Очевидно, и это следует подчеркнуть, что в такой же степени контраст объекта съемки не оказывает никакого влияния на точность определения дистанции наводки с помощью САФ активного типа. Высококонтрастная мира и плоскость, лишенная каких бы то ни было деталей изображения, одинаково действенные объекты фокусировки для эхо-локатора. Но при этом необходимо выполнить одно неперенное условие: коэффициенты отражения в обоих случаях для энергии, используемой эхо-локатором, должны быть равны. Вообще зависимость эффективности действия САФ активного типа от того, в какой мере физические предметы способны отражать тот или иной вид энергии, является фактором, ограничивающим область их применения. Невозможно например, определить с помощью УЗ локатора дистанцию наводки от фотоаппарата до звукопоглощающего объекта съемки.

На практике приходится принимать во внимание более серьезные недостатки, органически присущие САФ рассматриваемого типа. Во-первых, специфика пространственного распределения излучаемой эхо-локатором энергии такова, что радиус его действия, как правило, ограничен. Действительно, в первом приближении можно полагать источник энергии точечным, а диаграмму направленности излучателя конусом с вершиной в точке расположения генератора энергии. Естественно, что в этом случае количество энергии, приходящееся на единицу площади объекта съемки, уменьшается по мере удаления его от источника излучения обратно пропорционально квадрату расстояния между ними. Количество энергии, отраженной от объекта и поступившей на вход приемника САФ, таким образом, также является функцией дистанции наводки на фокус. В равной степени это остается в силе и для объектов, находящихся на одинаковом расстоянии от эхо-локатора, но различающихся по размеру площади сечения, перпендикулярного радиусу излучения энергии.

На основании вышесказанного можно заключить, что с удалением объекта съемки или уменьшением его размеров в САФ активного типа следует ожидать снижения коэффициента полезного действия генератора энергии и как следствие — отношения сигнал/шум. В значительной мере рассмотренный недостаток удается компенсировать модулированием излучаемой энергии и максимально возможным увеличением плотности ее распределения в пространстве соответствующей трансформацией диаграммы направленности. Кодирование зондирующих посылок эхо-локатора позволяет эффективно бороться с помехами, не увеличивая мощность генератора энергии. Результативно сужение диаграммы излучения, которое дополнительно обеспечивает увеличение пространственной разрешающей способности САФ. В устройстве автоматической фокусировки Polaroid One-Step этот параметр оценивается цифрой 0,3°.

И наконец, еще одна особенность САФ активного типа. По самому принципу работы приборы данного класса реагируют на объект (или его часть), ближе всего расположенный к эхо-локатору. Отсюда ясно, какие проблемы возникают перед оператором при съемке многоплановых сцен. Поскольку конструкция САФ жестко соединена с корпусом

фото- или киноаппарата, зона действия эхо-локатора определенным образом расположена в поле кадра, занимая, как правило, его центральную часть. Следовательно, чтобы изменить в пространстве точку наводки на резкость, необходимо соответственно переориентировать оптическую ось съемочного объектива, нарушив тем самым композицию кадра. Это не всегда приемлемо в профессиональном кинематографе. Более того, пользуясь, например УЗ локатором, невозможно осуществить автоматическую наводку на резкость для предмета, находящегося за стеклянной витриной, практически полностью отражающей энергию излучателя. Подобным же экранирующим действием обладает сетка или кисейная занавеска, помещенные между кинокамерой и объектом фокусировки.

Таковы в общих чертах особенности САФ активного типа. Обладая рядом недостатков, они тем не менее в силу присущих им достоинств нашли практическое применение в области производства современных фото- и киноаппаратов. Так, фирма Eumig представила в 1978 г. кинокамеру Eumig Auto Focus 4XL, использующую САФ типа Polaroid Sonar [21]. Однако данная система имеет одно существенное отличие от прототипа, которое продиктовано особенностью технологии съемки фильмов. САФ кинокамеры Eumig Auto Focus 4XL дает возможность постоянно поддерживать оптимальной резкость изображения объекта съемки, произвольно перемещающегося в зоне действия эхо-локатора. Подобный режим обеспечивается непрерывным измерением разности фаз между излучаемыми и отражаемыми импульсами УЗ колебаний. В остальном характеристики этого устройства аналогичны САФ Polaroid One-Step включая величину максимального радиуса действия 10 м.

САФ Polaroid Sonar используется также в профессиональном аппарате Panaflex (рис. 2), оснащенном устройством Panatape Ultrasonic [22]. Особенность этого устройства та, что оно используется только в режиме измерения дистанции наводки на резкость с выводом информации на цифровой дисплей. Однако специалисты фирмы Panavision полагают в перспективе возможной автоматизацию указанной операции на базе используемого эхо-локатора. Характерно, что в устройстве Panatape Ultrasonic использован расщепленный вариант электроакустического преобразователя, предусматривающий режим постоянного контроля резкости изображения движущегося объекта съемки.

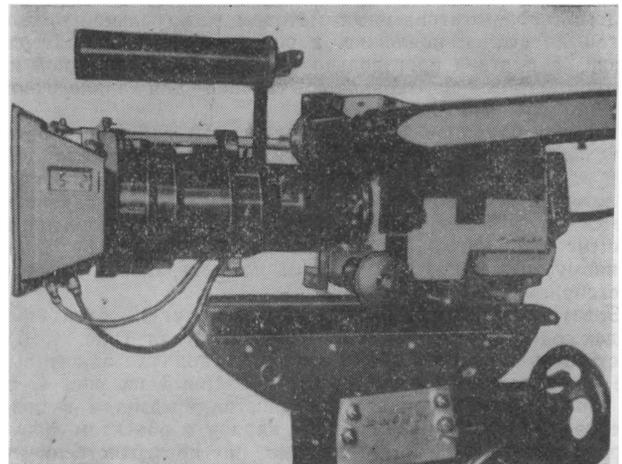


Рис. 2. Профессиональный киносъемочный аппарат Panaflex, оснащенный УЗ локатором Panatape Ultrasonic

## Системы пассивного типа автофокусировки

Из общего количества проанализированных за 1977—1981 гг. патентов на долю систем автоматической фокусировки активного типа приходится только 25%. Из дальнейшего станет ясно, почему САФ пассивного типа так привлекательны для специалистов, решающих задачу разработки объективных методов и средств наводки на резкость. Помимо особенностей этих устройств немало этому способствует появление в недавнем прошлом матричных светоприемников, изготовленных методами интегральной технологии. Обзор пассивных устройств автоматической фокусировки в связи с этим целесообразнее всего начать с рассмотрения широко распространенной в настоящее время системы внутрибазового дальномера фирмы Honeywell Inc. [23].

Около десяти лет (с 1965 г.) понадобилось группе специалистов, возглавляемой Н. Штауффером, на разработку системы Visitronic Auto-Focus, которая оказалась настолько удачной, что в 1975 г. после демонстрации ее опытного образца тринадцать ведущих зарубежных фирм — изготовителей фото- и киноаппаратуры подписали с Honeywell Inc. соответствующие лицензионные соглашения, а год спустя четыре фирмы из их числа уже представили на выставке Photokina-76 (ФРГ) свою продукцию, оснащенную системой Visitronic Auto-Focus. К этому остается добавить, что за указанный выше период более четверти всего количества патентов по разработке САФ пассивного типа принадлежит совершенствованию конструкции и схемотехники базовой модели устройства автоматической фокусировки Visitronic Auto-Focus [24—30].

Основа этой системы — миниатюрный (16×19×23 мм) оптико-электронный модуль, составными элементами которого являются трехгранная призма и система линз, а также уникальная интегральная схема, выполняющая одновременно роль светоприемника и устройства первичной обработки сигнала расфокусировки (рис. 3). Оптическую часть модуля дополняет пара зеркал, одно из которых жестко закреплено под углом 45° к оси симметрии всей конструкции, а другое имеет возможность в определенных пределах вращаться вокруг оси, перпендикулярной к плоскости чертежа. Расстояние между этими зеркалами, называемое базой, в значительной мере влияет на точность работы САФ данного типа. Система с 60-мм базой в полтора раза эффективнее при определении дистанции наводки на резкость аналогичной системы с базой 40 мм. Светоприемная часть модуля включает два матричных фотодетектора, изготовленных методом интегральной технологии на единой подложке, в результате чего характеристика свет-сигнал произвольно выбранной ячейки одной из матриц строго согласована с таковой для аналогичной ячейки другой матрицы.

Из рис. 3 становится ясным основной принцип работы устройства Visitronic Auto-Focus: подвижное зеркало сканирует пространство предметов, создавая в плоскости расположения соответствующего ему фотодетектора изменяющийся во времени изображение, которое в определенный момент становится идентичным изображению, сформированному неподвижным зеркалом на поверхности второго светоприемника.

Электронная схема модуля вырабатывает на своих выходах одновременно корреляционный сигнал (рис. 4, б), достигающий максимального значения при указанном выше событии, а также сигнал, показанный на рис. 4, в. В процессе сканирования пространства предметов в поле зрения прибора в общем случае наряду с объектом фокусировки могут оказаться сходные по пространственному распределению яркости объекты, в результате чего график корреляционной функции (см. рис. 4, а) включает целый ряд идентичных по характеру экстремальных точек, различающихся только значениями ординат. Без принятия со-

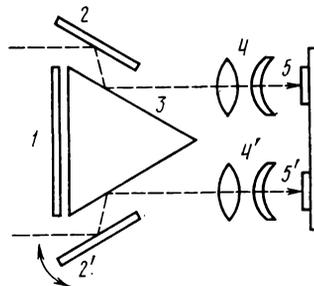


Рис. 3. Электронно-оптический модуль системы автоматической фокусировки Visitronic Auto-Focus:

1 — светозащитный экран; 2, 2' — неподвижное и сканирующее зеркала; 3 — призма; 4, 4' — линзы; 5, 5' — светоприемные матрицы

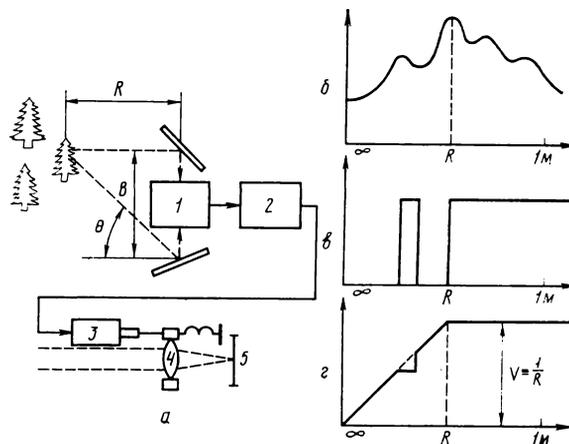


Рис. 4. Система автоматической фокусировки Visitronic Auto-Focus:

а — функциональная схема; 1 — электронно-оптический модуль и схема предварительной обработки сигнала расфокусировки; 2 — блок управления; 3 — соленоид; 4 — съемочный объектив; 5 — кадровое окно; б — корреляционный сигнал модуля; в — выходной сигнал модуля; г — напряжение управления соленоидом

ответствующих мер маскирующее действие фоновых составляющих может привести к тому, что съемочный объектив окажется сфокусированным на ложный предмет.

Подобное обстоятельство предопределяет два этапа рабочего цикла устройства Visitronic Auto-Focus. На одном из них сканирующее зеркало анализирует пространство предметов от минимально возможной для данного конкретного объектива дистанции наводки до расстояния, соответствующего бесконечности. Одновременно с этим в специальной схеме фиксируется момент, когда корреляционный сигнал достигает своего максимального значения. При обратном ходе сканирующего зеркала осуществляется непосредственно процесс автоматической фокусировки съемочного объектива, составляющий второй этап работы данного устройства. Каждому пику корреляционной функции включая и максимальное ее значение (рис. 4, в) соответствует положительный перепад напряжения на вспомогательном выходе модуля, после чего уровень этого напряжения остается неизменно высоким вне зависимости от дальнейшего характера изменения корреляционного сигнала. Соответственно формируется и напряжение управления электроприводом (в данном случае соленоидом) съемочного

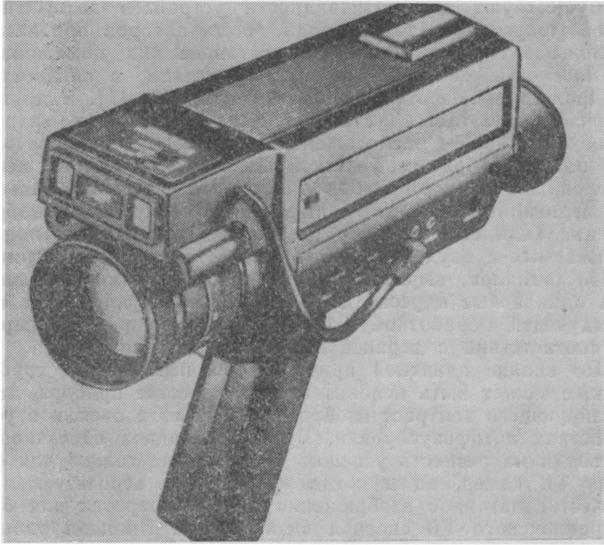


Рис. 5. Телекамера Telestar с устройством автоматической фокусировки Auto-Focus

го объектива фотоаппарата (рис. 4, г). По мере роста этого напряжения электропривод перемещает объектив из исходного положения, отмеченного индексом бесконечность, в рабочее, при котором гарантируется в конечном счете максимальная резкость изображения выбранного оператором объекта съемки.

Угол поля зрения данного модуля, равный  $\sim 10^\circ$ , значительно меньше по величине, чем у большинства съемочных объективов широкого применения, что обеспечивает избирательный режим автоматической наводки на резкость только для предметов, находящихся преимущественно в центральной зоне видоискателя. Таков в общих чертах принцип работы базовой модели. Остается добавить, что разрешающая способность данной системы оптимально согласована с пространственными частотными спектрами типовых фотографических сюжетов, один из которых — крупный план лица человека.

Интерес, проявленный к САФ фирмы Honeywell, как выяснилось позднее, оказался устойчивым. На выставке Photokina-78 (ФРГ) японская фирма Chinon представила фотоаппарат 35FA и любительскую кинокамеру 60AFXL, оснащенные устройствами Visitronic Auto-Focus [31]. В 1979 г. фирма Bell-Howell на выставке в Чикаго представила промышленные образцы непрофессиональной телекамеры Telestar (рис. 5) и любительской кинокамеры Sound Star AF, также укомплектованные САФ фирмы Honeywell [32]. На выставке Photokina-80 (ФРГ) было продемонстрировано схожее с рассмотренным устройство автоматической фокусировки фирмы Seiko в комплекте с фотоаппаратом Olympus C-AF [33].

Оригинальное развитие принцип внутривидеозонного дальномера получил в схеме Canon [34, 35]. На рис. 6 представлена схема конструкции оптико-электронного модуля системы автоматической фокусировки Canon SST. Внешне оптическая схема модуля повторяет схему устройства фирмы Honeywell за исключением одной принципиально важной детали: сканирование пространства предметов осуществляется здесь не механическим, а электронным способом. Изображение объекта съемки формируется опорным (пра-

вым) оптическим каналом в плоскости установки матричного светоприемника, занимая часть его элементов.

Если бы предмет, интересующий оператора, находился в бесконечности, то его изображение, сформированное в той же плоскости левым оптическим каналом, расположилось бы одинаковым образом с опорным изображением относительно некоторой оси симметрии  $OO'$ . Ход лучей, характеризующий этот случай, показан на рис. 6 пунктиром. По мере приближения объекта съемки к фоторегистрирующему прибору его изображение, создаваемое левым оптическим каналом на поверхности фотодетектора, также будет определенным образом (в данном случае влево) смещаться относительно первоначального своего положения. Микропроцессор, входящий в состав системы Canon SST, вычисляет это смещение, а следовательно и величину дистанции наводки на резкость, поскольку между ними существует однозначная функциональная зависимость. Текущее положение фокусирующего элемента съемочного объектива контролируется с помощью специального датчика, сигнал от которого также поступает на вход микропроцессора.

В результате сопоставления данного сигнала с величиной упомянутого выше смещения электронная схема системы Canon SST вырабатывает соответствующую по величине и знаку команду для электропривода съемочного объектива, с помощью которого и осуществляется в конечном счете процесс автофокусировки. Помимо микропроцессора в системе Canon SST в качестве светоприемника впервые использована матрица на приборах с зарядовой связью. Это и все сказанное выше дает основание полагать, что САФ фирмы Canon в ближайшем будущем составит серьезную конкуренцию аналогичному устройству фирмы Honeywell.

В 1980 г. система Canon SST демонстрировалась на выставке фото- и кинотехнического оборудования (Лас Вегас, США) в комплекте с любительским киноаппаратом Canon AF514XL-C и привлекла заслуженное внимание специалистов, по достоинству оценивших ее технические характеристики, а также высокий современный уровень разработки.

Одной из разновидностей САФ пассивного типа является устройство фирмы Leitz [35]. Принципиальным отличием в данной системе от только что рассмотренных схем эхо-локаторов и внутривидеозонных дальномеров является сам

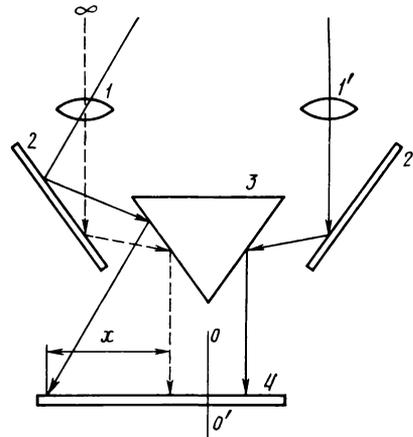


Рис. 6. Электронно-оптический модуль системы автоматической фокусировки Canon SST:

1, 1' — линзы анализирующего и опорного каналов; 2, 2' — неподвижные зеркала; 3 — призма; 4 — интегральный матричный светоприемник

подход к решению задачи объективной наводки на резкость. Устройства фирмы Leitz осуществляют автоматическую или полуавтоматическую фокусировку на основе анализа резкости вспомогательного изображения в плоскости, сопряженной с плоскостью размещения фотографической пленки. Поскольку оптическая система, формирующая вспомогательное изображение, — съемочный объектив, то устройства автоматической фокусировки этого типа в отличие от внутрибазовых дальномеров являются одноканальными измерительными приборами, что имеет свои преимущества над системами, в основу которых положен принцип сравнения двух изображений.

Действительно, любая оптическая помеха (царапина, грязь) в одном из каналов внутрибазового дальномера приводит к резкому снижению точности его работы, тогда как одноканальная оптическая схема не имеет этого недостатка. Двухканальные приборы требуют также весьма тщательной сборки и юстировки оптических узлов, а в качестве неперемного условия — максимально возможной идентичности характеристик свет-сигнал всей совокупности фотоэлемента используемых матричных приемников.

Вероятно, эти соображения заставляют специалистов фирмы Leitz придерживаться варианта САФ, в основу которого положен принцип непосредственного измерения контраста изображения объекта съемки. На выставке Photokina-76 (ФРГ) ими был представлен фотоаппарат Leicaflex, специальным образом модифицированный с целью включения в его конструкцию устройства объективной оценки резкости изображения под названием Correfot. На этом этапе фирма Leitz демонстрировала полуавтоматический режим работы данного прибора. Непосредственно фокусировка объектива осуществлялась вручную, но свои действия оператор контролировал на основании показаний дисплея, включенного на выход схемы, анализирующей контраст изображения. По признанию представителей фирмы, подобная демонстрация позволила им определить, насколько этот режим популярен у потенциального покупателя.

На Photokina-80 (ФРГ) система Correfot была показана уже в полностью автоматическом варианте. Принцип работы данного устройства достаточно подробно описан в [1, 37]. Измерение контраста осуществляется с помощью двух фотоприемников простейшего типа, включенных в схему дифференциального усилителя. Для повышения точности работы в оптической схеме предусмотрен модулятор светового потока [37], выполняющий одновременно роль фазового детектора, который необходим, в свою очередь, при определении направления перемещения съемочного объектива. С этой же целью в модифицированном варианте устройства Correfot введена профилированная оптическая решетка [1].

Как видно, схема и конструкция САФ, предложенные фирмой Leitz, довольно просты. Тем не менее, по заявлению разработчиков этой системы, она в состоянии определять глубину резкости порядка 0,01 мм [1]. Немаловажно и то, что в принципе она работоспособна по крайней мере в режиме индикатора резкости со всеми типами съемочных объективов, входящих в комплект того или иного фоторегистрирующего прибора. И наконец, не менее интересна и прогрессивна идея комплексного использования устройств, анализирующих контраст изображения не только по их прямому назначению, но также и для экспонетрии [38]; построенные по известной оптической схеме TTL, они как нельзя лучше приспособлены для этого.

Однако принцип измерения контраста изображения с целью автоматической фокусировки съемочного объектива может быть наиболее эффективно решен при использовании интегральных матричных светоприемников. Высокая плотность размещения фоточувствительных ячеек позволяет в этом случае анализировать не только низкочастотную часть спектра объекта съемки, но также и его сравнительно тонкую структуру.

Существуют две разновидности устройств автоматической фокусировки такого рода. Часть авторов предлагает использовать один матричный светоприемник, помещенный в плоскости, сопряженной в пространстве с плоскостью кадрового окна фото- или кинокамеры [40, 41]. В другом случае предлагается установка двух одинаковых матричных приемников, расположенных симметрично относительно плоскости фотографической пленки [39]. Тем не менее общей для всех приборов такого рода чертой является исследование детального контраста по всему полю изображения (или его части), т. е. анализ разности сигналов, снимаемых с двух смежных ячеек фотоприемной матрицы, либо сигналов, вырабатываемых одноименными (имеющими одинаковые адреса) ячейками двух матриц [39] с последующей обработкой этих разностей микропроцессором в соответствии с заранее выбранным алгоритмом.

По вполне понятной причине ТВ передающая трубка также может быть использована в качестве прибора, анализирующего контраст изображения объекта съемки в устройствах автофокусировки. При этом задача объективной наводки на резкость успешно решается не только для самих ТВ камер, но и когда эти камеры используются в качестве датчиков изображения в киноаппаратах для беспараллаксного ТВ способа визуирования. Принцип работы ТВ САФ исчерпывающе проанализирован в технической литературе. Все без исключения устройства этого типа построены на основе анализа преимущественно высокочастотной части спектра ТВ сигнала. Материал по вопросу достаточно обширен и может быть использован для самостоятельного специализированного обзора, в связи с чем его изложение в рамках настоящей статьи нецелесообразно. Необходимо только отметить следующее.

Во-первых, ТВ датчики позволяют весьма эффективно чисто электронным способом решить проблему сепарации в поле изображения той его части, резкость которой интересует кинооператора в данный момент. Наличие такой возможности органически вписывается в профессиональную технологию съемки фильмов. Тем не менее зона действия всех описанных выше устройств автоматической фокусировки, как правило, жестко связана с центральной областью кадрового окна. Правда, попытки разрешить эту задачу известны; в одном из патентов было предложено, например, использовать оптическую систему глаза кинооператора в качестве датчика устройства автоматического слежения за сюжетно важным участком изображения [43]. Технически это выполнимо, но в данном случае вызывают некоторое сомнение психофизиологические и творческие аспекты подобного предложения. Впрочем корректная критика этих точек зрения более оправдана со стороны самих кинооператоров. Объективно же против этого предложения может быть выдвинут такой аргумент, как неприемлемость его в условиях киносъемки, когда присутствие кинооператора запрещено по соображениям техники безопасности.

В другом случае было предложено механическое устройство сепарации сюжетно важного участка изображения с помощью перемещаемой в двух взаимно перпендикулярных направлениях диафрагмы [44].

Однако на сегодняшний день только электрическая схема ТВ передающей камеры позволяет наиболее просто замещать в видеосигнал изображение блуждающей по полю кадра электронной рамки с одновременным выделением той его части, которая ею ограничена. Устройства подобного рода широко используются при решении целого ряда прикладных задач в области науки и техники.

Во-вторых, за применение ТВ передающих камер в качестве датчиков устройств автоматической фокусировки киносъемочных объективов говорит тот факт, что в большинстве профессиональных аппаратов использование телевизоров конструктивно предусмотрено и зачастую они используются эффективно по своему прямому назначению. В такой ситуации идея создания многоцелевого (в пер-

спективе также и для решения экспозиционных задач) ТВ датчика оптимально согласуется с представлением о функциональной схеме современного киносъемочного аппарата.

Природа недостатков, присущих САФ пассивного типа, органически кроется в самом принципе, который положен в основу их работы. Другими словами, степень освещенности объекта съемки и его контраст являются категориями, определяющими эффективность действия устройств подобного рода. Зарубежные специалисты единодушно отмечают неудовлетворительность работы всех разновидностей приборов данного типа при взаимодействии их с малоконтрастными предметами. И действительно, априорно можно утверждать, что плоскость, лишенная деталей изображения, не является, например для внутрибазового дальномера, объектом наводки на резкость,

Мерами, повышающими эксплуатационные характеристики САФ пассивного типа при их работе с малоконтрастными предметами, являются увеличение пространственной разрешающей способности матричных светоприемников и отношения сигнал/шум измерительного тракта. Немаловажную роль здесь играет и функциональная схема САФ: специалисты фирмы Honeywell утверждают, что устройство Visitronic Auto-Focus, реализующее принцип сравнения двух изображений, успешно выполняет свою задачу даже тогда, когда объектом съемки является предмет с незначительными градиентами яркости [23].

Аналогично ухудшается работоспособность устройств автоматической фокусировки пассивного типа при падении общей освещенности на объекте. В этой связи рядом авторов предусматривается введение в схему САФ устройств, автоматически регулирующих коэффициент усиления измерительного тракта в зависимости от усредненного значения яркости объекта съемки [45]. Тем не менее для каждого конкретного прибора этого класса существует пороговое значение воспринимаемого светового потока, ограничивающего его рабочий диапазон снизу. Проблема ограничения этого диапазона сверху практически не существует, поскольку на сегодняшний день реализована возможность получить коэффициент регулирования освещенности на поверхности светоприемника, равный 32 000 [46].

## Выводы

Анализ современного состояния проблемы автоматической фокусировки дает основание полагать, что в области фотокинетехники наступил этап промышленного освоения и внедрения устройств объективной наводки на резкость.

Практическое применение нашли системы автоматической фокусировки и пассивного и активного типа. В настоящее время преждевременно делать окончательные прогнозы относительно того, какой тип устройств автоматической фокусировки окажется более предпочтительным для профессионального кинематографа. Тем не менее САФ пассивного типа потенциально более перспективны для комплексного решения задачи объективного контроля параметров изображения при киносъемке.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Головтеев В. М., Неверов Г. А. Система автоматической фокусировки фотоаппаратов, кино- и телекамер. Специальный аналитический обзор отечественной и зарубежной литературы за 1976—1977 гг.

2. Шульман М. Я. Устройства для автоматической фокусировки фото- и киносъемочных камер. — Опτικο-механическая промышленность, 1978, № 3, с. 64—68.

3. MacKeith P. The automatic focusing of optical systems. — Brit. J. Photogr., 1975, N 26, p. 567—569.

4. MacKeith P. The automatic focusing of optical system. — Brit. J. Photogr., 1975, N 27, p. 594—596.

5. Jacobs E. Autofocus cameras. — Pop. Sci., 1980, 217, N 6, p. 96—99.

6. Патент Японии № 51—46405.

7. Патент США № 4123650.

8. Патент США № 4150888.

9. Патент ФРГ № 2443673.

10. Патент США № 4032934.

11. Патент ФРГ № 2815151.

12. Патент ФРГ № 2522757.

13. Патент Японии № 51—47335.

14. Патент ФРГ № 2801251.

15. Патент США № 4168895.

16. Патент США № 4178087.

17. Патент Японии № 52—374.

18. Lavanchy J.-P., Odone G. An automatic rangefinder and focus control system. — JSMPTE, 1969, 78, N 1, p. 30—32.

19. Mannheim L. Ultrasonic automatic focusing. — Brit. J. Photogr., 1978, N 20, p. 430—432.

20. Mannheim L. New products at Photokina. — Brit. J. Photogr., 1978, N 38, p. 821.

21. Mannheim L. New products at Photokina. — Brit. J. Photogr., 1978, N 40, p. 863.

22. West P. Golden Panaflex and other Panavision novelties. — Brit. J. Photogr., 1980, N 39, p. 944—955.

23. Honeywell Visitronic Auto/Focus System. — Brit. J. Photogr., 1977, N 44, p. 950—951.

24. Патент Японии № 53—1661.

25. Патент США № 4059756.

26. Патент Швейцарии № 598613.

27. Патент Франции № 2346738.

28. Патент США № 4075639.

29. Патент США № 4162123.

30. Патент США № 4229089.

31. Mannheim L. New Products at Photokina. — Brit. J. Photogr. 1978, N 39, p. 842.

32. Seen at the PMA Show Chicago. — Brit. J. Photogr., 1979, N 17, p. 399.

33. Langford M. Photokina-80. — Ind. Photogr., 1980, November, p. 19.

34. Crawley G. Products at the PMA Show. — Brit. J. Photogr., 1980, N 15, 340.

35. Патент США № 867343.

36. Mannheim L. New products at Photokina. — Brit. J. Photogr., 1978, N 37, p. 809.

37. La mise au point automatique. — Photo-revue, mai 1977, 253—256.

38. Mannheim L. Japan camera show. — Brit. J. Photogr., 1978, N 16, p. 342.

39. Патент ФРГ № 2836428.

40. Патент ФРГ № 2838217.

41. Патент США № 4183642.

42. Гош Дж. Система автофокусировки «Биофокус». — Электроника, 1980, № 12, с. 16.

43. Патент ФРГ № 2608812.

44. Патент Японии № 55—39810.

45. Патент Японии № 55—31444.

46. Minilux TV 11—23. Краткое техническое описание комплекта передающих ТВ камер, ВНР.

## Съемка и проекция кинофильмов

УДК 778.53

**Натурная съемка гонок на санях и лыжах в художественных фильмах, *Vogel W. Amer Cinemat.*, 1981, 62, № 8, 768—769, 808—809.**

В американских кинофильмах имеются сцены погонь на санях (бобслее) и лыжах при скоростях 55—90 км/ч. Автор статьи кинооператор, бывший член лыжной команды ФРГ на Зимних олимпийских играх, осуществил оригинальную киносъемку указанных сцен с движения на Олимпийских трассах в Кортина Д'Ампеццо (Италия).

Ручная кинокамера Aggiflex III была оснащена телевизором с монитором, расположенным наверху. Оператор, снимая погоню за бобслеем, спускался на лыжах по трассе бобслея, удерживая кинокамеру в руках и амортизируя с помощью ног и рук резкие толчки, что обеспечило устойчивое и исключительно резкое изображение на самых высоких скоростях движения. Масса кинокамеры с двумя блоками электропитания (для кинокамеры и телевизора) на ремнях 29,5 кг. Во избежание повреждений при случайных падениях оператор был снабжен щитками, арендованными у хоккеистов.

В некоторых сценах оператор удерживал одной рукой трос, прикрепленный к бобслею, чтобы предотвратить его удаление (вызванное большей массой) от оператора и сохранить постоянной дистанцию съемки, необходимую для крупного плана.

Рассмотрены также способы киносъемки с использованием мотоцикла-снегохода с креплением кинокамеры на бобслее и др. Ил. 17.

Л. Т.

УДК 778.552.

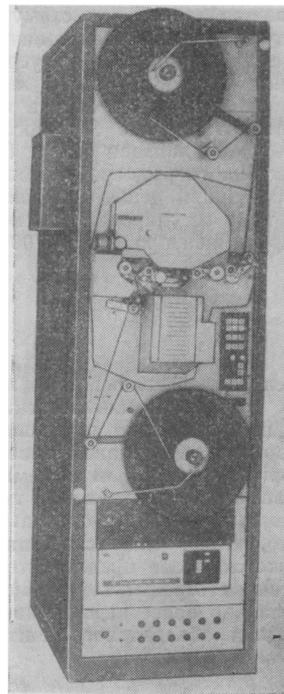
**Высокоскоростной 16-мм кинопроектор с оптическим выравниванием, проспект фирмы Perfectone, Швейцария.**

В 16-мм кинопроекторе Comitor 16HS (см. рис.) применен новый зеркальный оптический компенсатор, полностью исключающий искажения проецируемого изображения, оптические и хроматические aberrации, свойственные прежним полигональным компенсаторам. В сочетании с ксеноновым проекционным осветителем с горизонтальной безозонной лампой 700, 1000 или 1600 Вт и металлическим отражателем это обеспечивает получение высококачественного изображения больших размеров на скоростях проекции 0—100 кадр/с с прямым и обратным направлениями. Благодаря отсутствию обтюлятора мелькания на изображении незаметны даже при малой скорости вплоть до 3 кадр/с. Возможна синхронная проекция при 24 или 25 кадр/с с привязкой к частоте электросети или внешних управляющих сигналов.

Предусмотрена возможность быстрой синхронной перемотки киноленты вперед и назад на тридцатикратной скорости (750 кадр/с) без проекции. Точное направление киноленты и управление ее натяжением при проекции и перемотке исключает необходимость применения обин с ребордами. В проекторе могут быть применены стандартные проекционные объективы с  $f' = 25—75$  мм (диаметр оправы 42,5 мм); звуковоспроизведение с фотографической и магнитной фонограмм. Маховик звукоблока снабжен электроприводом, работающим в момент пуска кинопроектора и

при перемотке, что исключает повышенную нагрузку на киноленту и обеспечивает короткий пусковой период. Для защиты киноленты от нагрева при скорости проекции ниже 4 кадр/с и при статической проекции в световой пучок автоматически вводится заслонка, снижающая световой поток.

Дополнительно в кинопроектор может быть встроена трехтрубчатая цветная телекамера Ikegami CTC2400, позволяющая одновременно с киноизображением на экране воспроизводить высококачественное цветное телеизображение на мониторе. Светоделительная система, необходимая для телекамеры, незначительно уменьшает яркость изображения на киноэкране.



кинопроектор выполнен в виде стандартной стойки и обеспечивает возможность наклона оптической оси вверх на 5°, вниз на 10°. Электропривод состоит из четырех электродвигателей постоянного тока с индивидуальными электронными системами управления. Электропитание от однофазной сети 220—240 В частотой 50 или 60 Гц. Внешний выпрямитель для питания ксенонового осветителя может потребовать трехфазной электросети. Габариты 191×56×67 см, масса 160 кг. Ил. 1.

Л. Т.

УДК 791.45

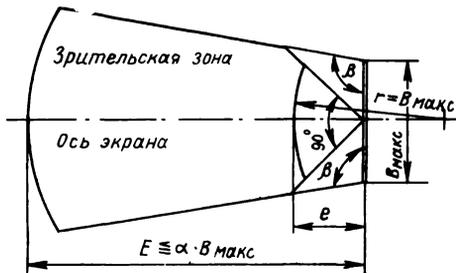
Новый стандарт на проектирование кинотеатров, Е п з К. Bild und Ton, 1981, 34, № 8, 234—247.

За 10 лет, прошедших с момента издания стандарта ГДР TGL 26092 «Зрительные залы в реконструированных

направленного в центр экрана; с — превышение луча зрения над головой впереди сидящего зрителя (на рис. величины  $\alpha$  и  $s$  не показаны);  $a$  — коэффициент для определения  $E$ . В таблице данные  $H$  относятся к специально спроектированным залам-новостройкам, а  $P$  — к рекон-

Тип зрелищного предприятия	$\alpha$		$\beta$		а						С, мм	
					35-мм				16-мм			
	Н	Р	Н	Р	2,35:1		1,66:1		1,36:1		Н	Р
					Н	Р	Н	Р	Н	Р		
Премьерные и первоэкранные кинотеатры	25 (28)*	25 (28)*	105	105	2—2,5	2—2,5	—	—	—	—	$\geq 120$	$\geq 90$
Прочие кинотеатры	25 (28)*	28	105	110	2—2,5	2—3	—	3,5—4,2	$\leq 5$	$\leq 6$	$\geq 60$	$\geq 30$
Залы многоцелевого назначения												
более 150 мест	25	28	105	110	2—2,5	2—3	3,5—4,2	3,5—4,2	$\leq 5$	$\leq 6$	$\geq 60$	$\geq 30$
менее 150 мест	28	30	110	120	2—3	2—3	3,5—4,2	3,5—4,2	$\leq 6$	$\leq 6$	$\geq 30$	$\geq 30$
Залы сезонного использования	30	30	120	120	2—3	2—3	3,5—4,2	3,5—4,2	$\leq 6$	$\leq 6$	$\geq 30$	$\geq 30$

\* Допустимые значения при наличии кресел с отклоненной назад спинкой.

струированным для кинопоказа залам. Величина  $e$  определяется при выполнении требования к углу  $\alpha$ .

Регламентированы требования к рядам, креслам и проходам для зрителей, к размерам проецируемого киноизображения. Высоту киноизображения при проецировании 16-мм фильмокопий допускается уменьшать на 30% по сравнению с высотой 35-мм киноизображения. Табл. 1, ил. 5, список лит. 7.

Л. Т.

УДК 535.881

Возможности проекции для учебных целей, Ра в та п - пек W. Bild und Ton, 1981, 34, № 8, 248—250.

Приведены нормы различных стран на яркость экрана (в кд/м<sup>2</sup>) при 16-мм кинопроекции в затемненном помещении: TGL 13442/01 (25+25), DIN 15571 (40<sup>+25</sup><sub>-10</sub>), BS2954 (27,4—54,8), ANSI PH.3.41 (не менее 17,1). При проекции в учебных целях должна быть обеспечена возможность записи зрителями получаемой с экрана информации. Частое прерывание проекции с включением освещения для выполнения записей недопустимо вследствие необходимости частой переадаптации и быстрой усталости зрения. Целесообразнее при учебной кино- или диапроекции сохранять необходимое для записей освещение.

Однако проекция в освещенной аудитории резко снижает контраст, а с ним четкость изображения, для восстановления которых требуется увеличение полезного светового потока проектора, увеличение коэффициента яркости экрана или уменьшение размеров изображения. Рассмотрены в отдельности каждая из этих возможностей. Как наиболее простая отмечена возможность уменьшения размеров изображения посредством уменьшения проекционного расстояния или увеличения фокусного расстояния проекционного объектива. Табл. 3, список лит. 5.

Л. Т.

кинотеатрах», произошли существенные изменения: приостановилось строительство кинотеатров для демонстрации 70-мм фильмокопий; резко сократилось производство широкоэкранных фильмов с анаморфированием изображения; доминирующим стал широкоэкранный формат изображения с соотношением сторон 1,66:1 при сохранении значения традиционного 1,37:1; расширилось применение 16-мм фильмокопий; появились новые виды кинозрелищных предприятий. Это потребовало пересмотра стандарта TGL 26092, который теперь распространяется на 35- и 16-мм кинопоказ в новых и реконструированных зрительных залах в зданиях, оснащенных стационарными или установленными стационарно передвижными киноустановками, т. е. охватывает зрительные залы кинотеатров и других предприятий (при количестве мест не менее 40) со стационарной 35- или 16-мм киноустановкой за исключением учебных аудиторий.

Важнейшая часть стандарта регламентирует размеры и форму зрительской зоны в зале в соответствии с рисунком и данными таблицы, где обозначены:  $E$  — наибольшее удаление от экрана последнего ряда кресел;  $B_{\max}$  — наибольшая ширина проецируемого изображения при соотношении сторон 2,35:1;  $\beta$  — угол бокового ограничения зрительской зоны;  $e$  — наименьшее удаление от экрана первого ряда кресел;  $\alpha$  — максимальный угол подъема луча зрения,

УДК 778.5.004

Устройства для определения частоты киносъемки и получения временной информации, Коновалов Н. А., Лахно Н. И. ЖНиПФК, 1981, 26, вып. 5. 387—396.

Рассмотрены и классифицированы устройства для определения частоты и временной информации при высокоскоростной киносъемке. Проведен анализ устройств определения частоты съемки, позволяющий построить схему их классификации по принципам функционирования и сделать вывод, что уменьшение погрешности определения частоты возможно за счет совершенствования схем питания и управления отметчиков времени с неоновыми лампами или создания новых устройств записи временных меток с полу-

проводниковыми источниками света — светодиодами и лазерами. Обзор содержит разделы: устройства для определения частоты съемки по скорости вращения механизма кинокамеры и скорости вращения механизма кинокамеры и скорости движения киноленки; регистрация хронометрической информации; устройства для регистрации хронометрической информации в поле кадра; устройства для регистрации хронометрической информации вне поля кадра; классификация устройств определения частоты съемки. Ил. 10, список лит. 43.

Н. Л.

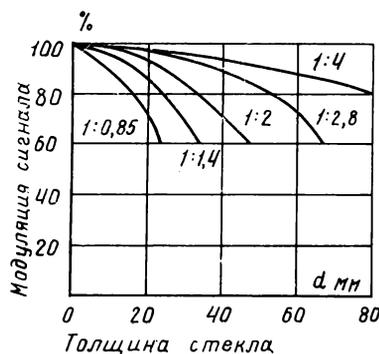
## Телевидение

УДК 621.385.832.564:621.397.334

Сатиконы для однотрубных камер цветного телевидения, Sakai H. SMPTE Joun., 1981, 90, 522—527.

Два 18-мм сатикона — Н9340 с двумя цветовыми поднесущими в выходном видеосигнале и Н9373 с одной поднесущей — выпущены в идентичном конструктивном исполнении.

В узле мишени толщина разделительного стекла между цветокодирующим светофильтром и сигнальной пластиной снижена до 20—25 мкм, что устранило сильную зависимость уровня цветовой поднесущей трубки от степени диафрагмирования оптики при работе ТВ камеры (рис.). Кварцевый фазовый светофильтр на планшайбе, ограничивающий сверху (3 МГц) спектр пространственных частот светового



сигнала, предотвратил биения с цветовыми поднесущими (разноцветный муар-эффект на изображении). Пересчитана система фокусировки включая магнитные отклоняющие катушки; предусмотрено разнесение на 10 мм центров фокусировки и отклонения, обеспечившее равномерность фокусировки лучка и уровня цветовой поднесущей на всем растре (с точностью 8%). На 10—15% поднята ордината спектральной характеристики Se-As-Te-фотослоя в красной области.

В результате этих усовершенствований выходные параметры Н9340 и Н9373, влияющие на цветопередачу, выше чем у 25-мм трубок прежней разработки. Равномерность уровней цветových поднесущих 20% (вместо 30%), инертционность в нормальных условиях 3% при полном отсутствии послезображения и четкость изображений 270 лин. Чувствительность камер повысилась вдвое (2000 лк при объективе 1:5,6 вместо 1:4) при одновременном улучшении шумовых характеристик (43 дБ по яркостному кана-

лу и 40 дБ по цветовому в сравнении с 40 и 35 дБ). Наиболее ощутим выигрыш в габаритно-весовых показателях прибора — 100 г в магнитной системе диаметром 30 мм против прежних 450—600 г и 45—55 мм. Табл. 3, ил. 12, список лит. 4.

И. М.

УДК 621.385.832.564.45

Плюмбиконы с малой выходной емкостью, Fгапкеп А. Electronic Comp. and Appl., 1981, 3, № 3, 156—158.

В серийное производство запущены три разновидности плюмбиконов с малоемкостным токосъемником, все с диодной пушкой; 18-мм ХQ3427, 25-мм ХQ3070 и 30-мм ХQ3410 с малым углом отклонения (диагональ 16 мм). 18-мм плюмбикон отличается коротким торцевым вводом через планшайбу со срезом части антиореального диска, 25—30 мм трубки имеют боковой контакт к двум металлизированным секторам на центрирующем кольце из керамики и уменьшенную до размера растра площадь сигнальной пластины.

Рассчитано отношение сигнал / шум для плюмбиконов с разной выходной емкостью. Полная выходная емкость трубок с модернизированным токосъемником вдвое-втрое меньше прежней (2,5—3,5 пФ) и при закреплении первого транзистора видеоусилителя вблизи токосъемника выигрыш 3 дБ по отношению сигнал / шум практически перекрывает пониженную чувствительность мишеней с тонким фотослоем, примененных в плюмбиконах с диодной пушкой. Новые трубки будут применяться в существующем парке камер цветного телевидения. Ил. 3, список лит. 4.

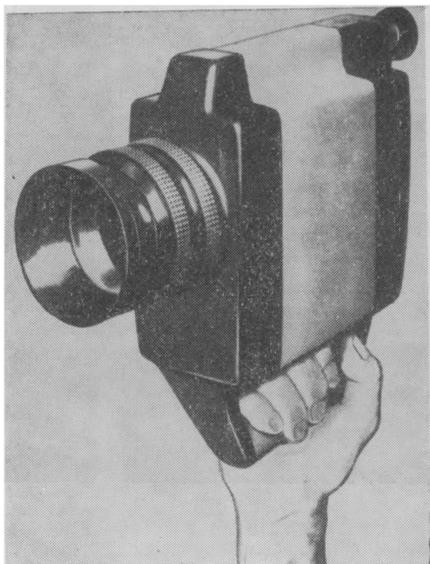
И. М.

УДК 621.385.832.56

Малогабаритный пироэлектрический видикон, Kuczewski R. a. o. III Int. Conf. Low Light and Thermal Imag., 1981, 25—35.

Переход на 18-мм пировидиконы составляет основу программы миниатюризации теплотелевизионных камер. При этом уменьшение растра с 20×26 до 14×18,7 мм в пировидиконах не приводит к обычному снижению чувствительности по следующим соображениям.

12-мм мишень благодаря меньшей емкости требует для перезарядки ток 49 нА вместо 100 нА. Это почти вдвое снижает шум (среднеквадратичное значение 0,53 и 0,9 нА) и рабочее значение сигнала трубки. Кроме того, вследствие меньшей предельной разрешающей способности 18-мм пировидиконов полоса видеоканала может быть сужена с 4,2 до 2,9 МГц без потерь полезной информации. В резуль-



матрице  $800 \times 800$  элементов для малокадровой ТВ аппаратуры. Цепочка сформирована в пределах подложки матрицы  $17,8 \times 17,8$  мм, и за счет суммирования зарядов до считывания позволяет электрически менять апертуру от 1 до  $2 \times 2$  элементов с соответствующими изменениями чувствительности прибора.

Другой метод электронного управления чувствительностью заключается во временной задержке и интегрировании сигналов (режим TDI). В этом случае датчик состоит из определенного числа линеек, накапливающих заряды с одной и той же строки изображения, а скорость переноса зарядов синхронизирована со скоростью движения двумерного изображения. Выходной сигнал возрастает пропорционально числу ступеней задержки (в пределе — числу линеек), тогда как шумы увеличиваются как корень квадратный из этого числа. Для передачи текстовой информации в режиме TDI разработан матричный преобразователь  $748 \times 96$  элементов с частотой опроса 84 МГц. При считывании страницы текста  $21,6 \times 28$  см за 0,05 с обеспечено пространственное разрешение 0,125 мм в каждом направлении.

Наиболее полно возможности «думающих разверток» продемонстрированы в экспериментальной фотоматрице  $128 \times 128$  элементов и инъекцией зарядов, процессор которой способен прямо выполнять преобразование Адамара с многократным сужением спектра выходного видеосигнала. Ил. 9, список лит. 6.

И. М.

тате эффективная чувствительность малогабаритных трубок находится на уровне 0,88 от таковой у 25-мм пировидионов с тем же материалом мишени (дейтерированный триглицифторобериллат).

Мишень толщиной 15 мкм смонтирована в максимальной близости к входному окну из монокристаллического германия. Окно и мишень просветлены на входной стороне. Сканируемая сторона мишени защищена пленкой от разрушения ионной бомбардировкой. Оптимальная температура мишени  $55-60^\circ\text{C}$  обеспечена встроенным подогревателем, перезарядка — вторично-эмиссионным током на обратном ходу строчной развертки. Электронная пушка диодная, бескроссоверная, с магнитной фокусировкой пучка.

На основе 18-мм пировидикона фирма Magnavox сконструировала ручную теплотелевизионную камеру SR 230 PEV Magies (рис.) для контроля за дорожным движением. Предусмотрены два рабочих режима с панорамированием или прерыванием теплового изображения перед мишенью. Имеется автоматическое управление током считывающего пучка и полуавтоматическая переполаризация мишени. С 50-мм объективом 1:1, просветленным в диапазоне 8—14 мкм, температурная чувствительность камеры 2,5 нА/град, минимально различимые температурные перепады 0,4 К на мелких деталях изображения (130 лин/растр). Ил. 6, список лит. 2.

И. М.

УДК 621.396.6:181.48

Предварительная обработка видеосигнала в ПЗС-фотоматрицах для телевидения, Chamberlain S. Radio and Electron. Eng., 1981, 50, № 5, 250—257.

Рассмотрены «думающие» устройства развертки (smart scanners) для фотоматриц — объединение собственно развертывающего узла и процессора видеосигнала в единую микросхему, выполненную как правило на общей подложке с фоточувствительным узлом. Обработка видеосигнала в этом случае включает преобразование сигнала в цифровую форму, привязку уровней, разбику изображения на сегменты, выделение контуров, сжатие данных и т. д. Такое направление улучшения характеристик (прежде всего чувствительности) фотоматриц усиленно разрабатывается в Texas Instr.

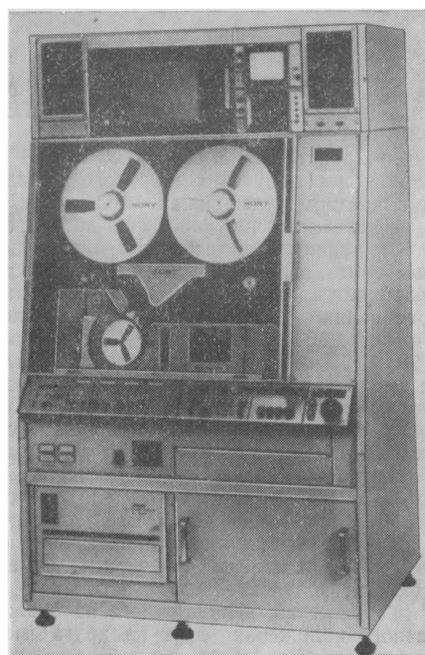
Простейшим примером «думающей развертки» можно считать управляемую интегрирующую цепочку в известной

УДК 621.397.6

Экспонаты Международной выставки телевизионной техники в Монтре, Lowes T. BKSTS Journ., 1981, 63, № 8, 512—517.

В рамках 12-го Международного телевизионного симпозиума в Монтре (Швейцария), проходившего с 30 мая по 4 июня 1981 г., была организована выставка новой ТВ техники, на которой была представлена аппаратура около 200 фирм из 18 стран.

Отмечены новые портативные цветные телекамеры, совмещенные с видеоманитофонами, и цветные телекамеры с



улучшенными конструктивными, оптическими и электрическими характеристиками.

Возросло применение цифровой техники, в частности для трюковой обработки видеосигнала. Система ADO (Amrex Digital Optics) позволяет изменять соотношение сторон, размеры, перспективные соотношения в цветном изображении, поворачивать его относительно трех осей координат, останавливать. Система перезаписи ACE (Amrex Computerized Editing) может управлять несколькими видеоманитофонами, магнитофонами, микшерами и другими аппаратами общим числом до 20. Система DPB7001 (Digital Paint Box) позволяет художнику рисовать цветные изображения на ТВ экране посредством электронных «карандашей», чувствительных к нажми (усиление нажатия увеличивает жирность линии) и разной толщины (от едва заметной линии до толщины 25 мм). Система DLS 6001 (Digital Library System) — компактное устройство для хранения, записи и воспроизведения статических ТВ изображений.

Цифровая техника используется и в новых телекинопередатчиках, основанных на приборах с зарядовой связью второго поколения, обеспечивающих высокое качество изображения, стабильность работы и простоту обслуживания телекинопередатчиков. Представлены телекинопередатчики фирм Marconi B3410 и Rank Gintel MKIIC. Последний выпускается в аналоговом и цифровом вариантах, имеет лентопротяжный тракт без зубчатых барабанов и обеспечивает возможность быстрой смены формата киноленты вплоть до формата S8.

Также кратко рассмотрены электронная аппаратура для генерирования титров и субтитров, черно-белые и цветные мониторы (четкость до 1000 строк), искусственные ревербераторы для звукозаписи, фильмофонографы, синхронизаторы.

Профессиональные видеоманитофоны представили фирмы RCA (TR 800), Sony Broadcast (BVH-1180, BVH-1100, BVU-800), Amrex (VPR-2B). Видеоманитофоны BVH-1180 (рис.) и BVH-1100 с бобинами диаметром 350 мм обеспечивают непрерывную запись — воспроизведение изображений в течение 3 ч.

Также экспонировались аппаратура и оборудование для кабельного телевидения и посредством искусственных спутников земли (ИСЗ). Ил. 18.

Л. Т.

## УДК 621.391.83

Устройства для создания видеоэффектов, Boyd H. BKSTS Journ., 1981, 63, № 7, 444—447; SMPTE Journ., 1981, 90, № 3, 217.

Рассмотрены устройства DPE 5000 и DPE 5001 с цифровым управлением для получения широкого диапазона видеоэффектов в цветном телевидении (см. рис.). Наряду с известными эффектами, получаемыми комбинированной киносъемкой или трюковой печатью, устройства позволяют быстро осуществлять видеоэффекты, ранее недостижимые. При этом сохраняется высокое качество изображения, отвечающее требованиям профессионального телевидения. Устройства имеют небольшие габариты (основная панель управления 203×102 мм) и могут быть встроены или стыкованы с существующим на телецентре оборудованием. Возможно применение устройств для предварительной видеозаписи программ и для прямых телепередач с автоматическим управлением видеоэффектами по предварительно составленной программе.

Устройство DPE 5000 предназначено для ТВ стандарта NTSC, а DPE 5001 для PAL и SECAM.

Органы управления устройств, в частности, обеспечивают перемещение изображений по экрану, изменение их размеров и формы, получение зеркального или повернутых на 180° изображений, неподвижного изображения, наплыва, частичного наложения друг на друга нескольких



изображений, вращения части изображения, изменение яркости или цветовой насыщенности фона, автоматический выбор необходимого видеоканала из нескольких входных, полного или частичного анаморфирования изображений и т. п. Ил. 10.

Л. Т.

## УДК 621.391.83:688.747

Профессиональный видеосинтезатор, BKSTS Journ., 1981, 63, № 7, 477.

Фирма CEL Electronics (Англия) выпустила видеосинтезатор Chromascope P-135 для автоматического получения многоцветных изображений абстрактного характера с широким диапазоном изменения цветов, формы, структуры узоров. Видеосинтезатор может быть подключен к обычным цветным телевизорам или мониторам. Моно- и стереофонический входы видеосинтезатора, пригодные для разных источников звука, могут быть использованы для автоматического управления (модулирования) формой или цветом узоров. Также возможны ручное управление и работа по программе от таймера. Продолжительность программного управления от 4 с до 10 мин.

Видеосинтезатор также снабжен входом для получения видеосигнала от черно-белой или цветной телекамеры или видеоманитофона. Полученное телеизображение включается в структуру абстрактных узоров, создаваемых видеосинтезатором целиком или в расщепленном на четыре слоя виде. Возможны наплывные переходы от нормального к абстрактному изображению и обратно.

Видеосинтезатор предназначен главным образом для создания световых и светомузыкальных эффектов на театрально-концертных предприятиях и в дискотеках. Ил. 1.

Л. Т.

## УДК 621.397.132:621.391.833.6

Компенсация нестабильности сигнала цветности в видеомикшерных устройствах СЕКАМ, Сосновски В. Радио и телевидение, OIRT, 1981, № 4, 24—28.

Рассмотрен процесс микширования в системе цветного телевидения СЕКАМ, а также причины нестабильности сигнала цветности в видеомикшерных устройствах этой системы. Сообщается о новой разработке научно-производственного центра техники телевидения и радиовещания ПНР, в которой предложена автоматическая компенсация

нестабильности частот кодированного сигнала цветности. Изложен принцип компенсации нестабильности частоты кодированного сигнала цветности, в результате чего на выходе микшера сигнал цветности, проходящий через декодирующее и кодирующее устройства, имеет такие же частоты поднесущих, как и оригинальный сигнал цветности, включаемый по окончании процесса микширования. Ил. 4.

Н. Л.

УДК 621.391.3

О влиянии параметров нагрузки фотодетектора на точность оценки частоты огибающей оптической несущей, Мартянов А. Н., Таценко В. Г. Радиотехника, 1981, 36, № 8, 8—13.

Рассмотрена задача оценки центральной частоты узко-

полосного процесса, модулирующего по интенсивности оптическую несущую с учетом влияния параметров фотодетектора. Методами теории нелинейной фильтрации получены дифференциальные уравнения, описывающие структуру устройства оценки частоты огибающей оптической несущей. Исследовано влияние параметров нагрузки фотодетектора на точность оценки частоты с использованием цифрового моделирования случайных процессов.

Полученные уравнения позволяют получить зависимость непосредственно дисперсии ошибки частоты от вариаций параметров фотодетектора и его нагрузки; уравнения можно легко модифицировать для амплитудной модуляции огибающей. Ил. 3, список лит. 8.

Н. Л.

## Запись и воспроизведение звука

УДК 778.534.459

Компактная система для озвучивания 16-мм кинофильмов, проспект фирмы Perfectone, Швейцария.

Разработанная система Compact Dubber для дублирования или озвучивания 16-мм кинофильмов позволяет организовать студию дубляжа в помещении площадью всего 25 м<sup>2</sup> и с киноэкраном площадью до 6 м<sup>2</sup>. Система выполнена в виде единого блока (см. рис.) и обеспечивает механическую связь и синхронизацию между четырьмя ленто-

лент при намотке в прямом и обратном направлениях поддерживается постоянным автоматически.

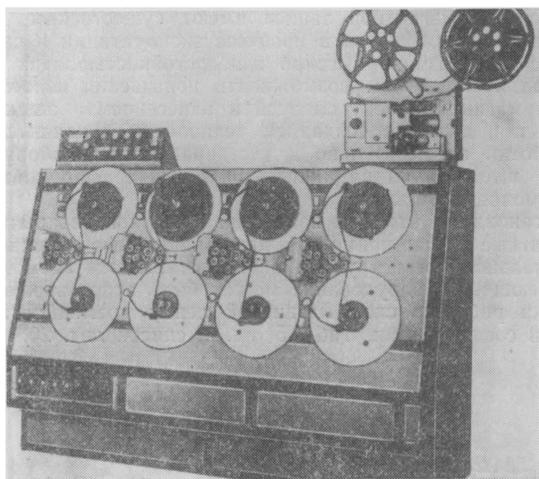
Габариты установки: 109 (высота)×166 (ширина)×56 (глубина) см, высота оптической оси 125 см; масса 160 кг. Ил. 1.

Л. Т.

УДК 778.534.4

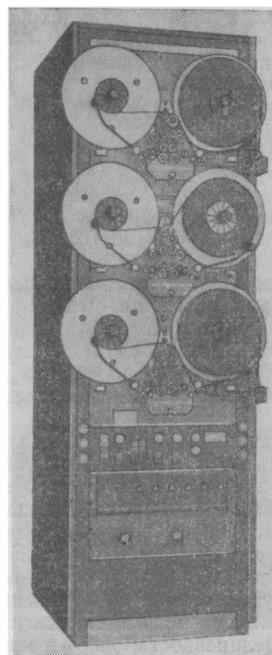
Студийные 16- и 35-мм звукозаписывающие аппараты, проспект фирмы Perfectone.

Разработаны компактные аппараты Trans-Ultra R для записи и перезаписи звука в студийных условиях. Модель Simplex имеет один лентопротяжный тракт, Duplex — два и Triplex — три тракта, расположенные в стандартной 483-мм стойке (см. рис.).



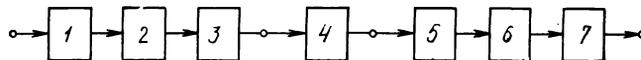
протяжными трактами Trans-Ultra для 16-мм перфорированных магнитных лент и 16-мм кинопроектора Bauer P6.

Электропривод четырех трактов и кинопроектора осуществляется от одного трехфазного электродвигателя посредством зубчатых передач и ремней (электродвигатель в проекторе используется только для привода вентилятора). Один из четырех трактов обеспечивает запись и воспроизведение звука, остальные три — только звуковоспроизведение. По требованию заказчика два тракта могут быть приспособлены для записи и воспроизведения звука. Емкость рулонов магнитных лент 360 м (600 м для лент на полиэфирной основе), емкость бобин до 1200 м. Натяжение



Каждый из трактов может обеспечивать воспроизведение 16- или 35-мм фотофонограммы, запись и воспроизведение одно- или двухдорожечной магнитной фонограммы 16-мм ленты; одно-, двух- или трехдорожечной магнитной фонограммы 35-мм ленты. Скорость 25 или 24 кадр/с, пусковой период не более 3 с. Частотный диапазон 40—12 000 и 30—15 000 Гц. Емкость бобин в модели Triplex до 360 м (до 600 м для ленты на полиэфирной основе), в модели Duplex до 600 м (до 1000 м), в модели Simplex—до 1200 м (до 2000 м). Электропитание трехфазное 220 В, 50 или 60 Гц. Масса 180, 160 и 140 кг. Табл. 1, ил. 4.

Л. Т.



УДК 778.534.459

**Студийный кинопроекторный комплекс для озвучивания кино- и телефильмов**, Ristow J. Bild und Ton, 1981, 32, № 4, 106—108.

На киностудии DEFA разработан комплекс для озвучивания кино- и телефильмов, состоящий из 35-мм специального кинопроектора, двух 35-мм аппаратов записи, пульта управления и счетчика-индикатора.

35-мм кинопроектор с лентопротяжным трактом без звукоблока обеспечивает высокую сохранность демонстрируемых киноматериалов, надежное транспортирование кинолент с большим количеством склеек и скорость перемотки киноленты, в пять раз превышающую нормальную. Переход от нормальной скорости к повышенной и обратно занимает не более 3 с. Электронное устройство обеспечивает постоянную скорость киноленты. При перемотке кинолента автоматически освобождается от скачкового барабана, а при нормальном кинопоказе вновь зацепляется с ним. При этом автоматически восстанавливается совмещение кадра с кадровым окном благодаря тому, что задерживающий барабан после выполнения ускоренной перемотки останавливается в положении, соответствующем транспортированию киноленты на число перфораций, кратное четырем (т. е. кратное шагу кадра на 35-мм киноленте).

Один из двух 35-мм аппаратов обеспечивает синхронную запись — воспроизведение одноканальной магнитной фонограммы; другой — четырехканальной. Аппараты не имеют зубчатых барабанов, что повышает надежность транспортирования магнитной ленты, особенно с большим количеством склеек и при высоких скоростях перемотки.

Отмечены многочисленные удобства применения комплекса при озвучивании (дубляже) фильмов на киностудии. Ил. 10, список лит. 19.

Л. Т.

Время задержки сигнала в ЦАП определяет временные искажения или искажения временного сдвига. Амплитудные искажения возникают в процессе преобразования и вызывают появление нелинейных искажений. Возникновение динамических ошибок квантования в процессе преобразования обусловлено реальными характеристиками усилителей. Отношение сигнал/шум составляет 6 дБ на один разряд квантования (бит) плюс  $\sim 2$  дБ. Так при 16 разрядах это отношение равно 98,08 дБ, при 14—86,04, при 12—74. Отмечается возможность возникновения ошибок из-за дефектов электронных схем и дается ряд рекомендаций по их исключению. Табл. 1, ил. 7, список лит. 28.

Ц. А.

УДК 778.534.455.021.55

**Методы модификации свойств поверхности магнитных фонограмм**, Марченко Л. М. и др. Труды НИКФИ, 1981, вып. 104, 99—109.

Носители магнитной записи имеют существенные недостатки, проявляющиеся в процессе эксплуатации и связанные с недостаточной высокой износостойкостью этих материалов. Исследованы возможности повышения износостойкости магнитных лент смазкой и нанесением защитного покрытия, а также созданием технологии дополнительной обработки применительно к реставрационному оборудованию, имеющемуся на кинокопировальных фабриках и в фильмохранилищах.

Установлено, что для нанесения защитного покрытия на магнитные ленты применять реставрационные машины без специальной реконструкции не представляется возможным, а имеющееся оборудование может быть использовано для смазки рабочего слоя магнитной ленты кремнийорганическими соединениями. Табл. 5, ил. 3, список лит. 20.

Н. Л.

УДК 621.397.611

**Причины искажений в цифровых звуковых системах**, Zander H. Fernseh- und Kino-Technik, 1981, 35, № 6, 207—214.

Система цифровой обработки звуковых сигналов выражается функциональной схемой (см. рис.), состоящей из входного фильтра низких частот 1, усилителя 2, аналого-цифрового преобразователя (АЦП) 3, устройства для обработки данных 4, цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) 5, усилителя 6 и выходного фильтра низких частот 7.

В цифровой системе обработки звука (при цифровой магнитной записи) практически исключаются искажения, существующие в аналоговой записи: шумы размагничивания и намагничивания ленты, нелинейные искажения, копирэффekt, детонация и др. Но это не означает, что в цифровой записи нет искажений сигналов. Наиболее заметные искажения имеются в блоках усиления АЦП и ЦАП. Для ЦАП наиболее существенны: ограничение разрешающей способности; искажения масштаба сигналов; искажения сдвига времени; нелинейность; дифференциальная нелиней-

УДК 534.232.46.001.24

**О расчете колебаний изгиба пьезокерамических пластин**, Аронов Б. С., Никитин Л. Б. Акустический журнал, 1981, XXVII, вып. 5, 687—696.

В качестве приемников и излучателей звука применяются электромеханические преобразователи, в которых преобразование энергии осуществляется с помощью пьезокерамических пластин, совершающих поперечные колебания изгиба. На основе энергетического метода рассмотрены механические колебательные системы в виде пьезокерамических пластин, совершающих колебания изгиба. Дан способ расчета колебаний пьезокерамических пластин, позволяющий определить параметры преобразователей с учетом конечности толщины пластин и характера расположения электродов в их объеме. Табл. 2, ил. 2, список лит. 9.

Н. Л.

УДК 681.81.004.12:781.1

**Оценка качества музыкальных инструментов с позиций теории распознавания образов**, Мальгина А. А., Порвенков В. Г. Акустический журнал, 1981, XXVII, вып. 5, 774—782.

Из-за сложности и трудоемкости субъективной экспертизы в последние десятилетия интенсивно ведутся поиски объективных (приборных) методов оценки качества звука. Эти методы основываются на анализе акустических характеристик, в частности на спектральном анализе звука инструментов.

Поставлены задачи выяснения наиболее полезных призна-

ков спектров и на их основе установления критерия сходства спектров, что позволяет более уверенно оценивать качество музыкальных инструментов. Уточнены признаки спектра, определяющие высокие тембровые свойства скрипок. Разработан новый критерий полезности для выбора значащих признаков спектров, не зависящий при прочих равных условиях от числа образов. Предложена интегральная характеристика спектров музыкальных инструментов — мера сходства с эталонным спектром, которая может быть использована при оценке качества звука. Табл. 3, ил. 2, список лит. 8.

Н. Л.

## Оптика и светотехника

УДК 778.38:535.317.25

**Применение голографии для измерения ЧКХ объективов и фотографических материалов**, Pospišil J. Jemná mechanika a optika, 1981, 26, № 3, 69—73; № 4, 99—102; № 5, 119—122.

Дан математический анализ ЧКХ, которая рассматривается как функция нормированного прямого преобразования Фурье изображения точки. Функция описывает распределение интенсивности света в изображении точки. Методом математического преобразования и нормирования выведены формулы для определения составляющих ЧКХ: функции передачи модуляции (ФПМ) и функции передачи фазы (ФПФ).

Приведено теоретическое обоснование двух голографических методов измерения ЧКХ объективов: автокорреляционного метода и метода преобразования Фурье. Первый метод использует две идентичные голограммы, для чего интерференционная картина, возникающая от пересечения когерентного светового потока, прошедшего через измеряемый объектив, и опорного светового потока фиксируется одновременно на двух светочувствительных слоях (фотоматериалы сложены эмульсией один к другому). При восстановлении голограмм в свете опорного пучка голограммы снова прижимаются одна к другой эмульсией, а затем сдвигаются одна относительно другой. При этом с помощью фотомножителя, усилителя и самопишущего прибора регистрируется зависимость электрического сигнала от величины сдвига голограмм. Измерение ведется на реконструированных волнах нулевого, первого и минус-первого порядка. Описан принцип построения двух вариантов установки для измерения ЧКХ объективов, которые отличаются использованием сферической или плоской волны.

Голографический метод преобразования Фурье основан на записи голограммы изображения измеряемым объективом светящейся точки, создаваемой с помощью лазерного источника света и круговой диафрагмы малого размера. Оба метода измерения ЧКХ объективов дают высокую точность, но весьма трудоемки, требуют фотоматериалов с высокой разрешающей способностью и обработки этих материалов, а при необходимости определения спектральной зависимости ЧКХ требуют еще и лазеров с разной длиной волны. Практически эти методы используются только в лабораторных исследованиях.

Даны теоретические обоснования голографических методов определения ЧКХ фотоматериалов; для практически линейных фотоматериалов ФПФ равна нулю, и при определении ЧКХ достаточно определить ФПМ. Основной голографический метод измерения ЧКХ фотоматериалов является получение гармонической (синусной) решетки в форме интерферограммы, что достигается применением двух-

пучковой голографии с плоской предметной и опорной волнами, которые близки к монохроматическим. Выведены формулы для голографического метода, основанного на измерении дифракционной эффективности амплитудной гармонической голограммы и описан принцип построения установки для осуществления этого метода. Ил. 10.

Я. Б.

УДК 778.24:778.681

**Колориметрические свойства экранных материалов**, Dyczynski W. Kinetchnik, 1981, 34, № 3, 11—13.

С помощью экспериментальной измерительной установки исследовано влияние более 100 образцов экранных материалов на воспроизведение цвета при проекции. Представлены зависимости монохроматических коэффициентов отражения от длины волны для материалов, объединенных в несколько групп: обычные «белые» отражающие экраны (в т. ч. растровые и металлизированные), экраны, покрытые перламутровым лаком, жемчужные экраны и просветные.

На основе этих измерений было отобрано 8 наиболее типичных образцов, для которых были определены показатели цветовоспроизведения. Самые высокие показатели имеют белые диффузные экраны ( $R_a = 95$ ), однако этот показатель зависит от условий и длительности эксплуатации экрана — образец долго эксплуатировавшегося экрана из ткани, покрытой литопонем, имеет  $R_a = 76$ . Хорошими по цветовоспроизведению являются металлизированные экраны ( $R_a = 86—91$ ). Отмечены хорошие качества польского экрана, покрытого перламутровым лаком Perlstilb ( $R_a = 86,1$ ). Ил. 5, список лит. 4.

Я. Б.

УДК 535.874

**Некоторые свойства кинематографических проекционных систем**, Langer V. Jemná mechanika a optika, 1981, 26, № 7, 169—172.

Основные свойства, определяющие качество проекционной системы — величина светового потока и равномерность освещенности экрана — важно контролировать уже при расчете светооптической системы. Предлагается методика расчета для систем с эллипсоидным отражателем. Методика основана на определении яркостей элементарных поверхностей входного зрачка проекционного объектива при известной яркости соотнесенных им оптической системой осветителя элементарных поверхностей источника света.

Дано математическое обоснование и графическое представление методики и примеры для 35- и 16-мм проекционных систем. Методика позволяет определить оптимальные параметры эллипсоидного отражателя. Ил. 9.

Я. Б.

## Использование техники динамических киносъемок

Московская секция кинотехники и комиссия кинооператоров правления Союза кинематографистов СССР шестого января провела в Центральном Доме кино интересный вечер на тему: «Особенности динамических киносъемок в современной кинематографии». Во вступительном слове руководителя лаборатории В. Б. Мунькина (НИКФИ) было отмечено, что в последние годы в процессе фильмопроизводства динамические киносъемки занимают значительное место, вместе с тем увеличивается их сложность; он рассказал об основных разработках института для технического обеспечения динамических киносъемок.

Ст. научный сотрудник НИКФИ Ю. И. Меламед в своем выступлении отметил, что современный процесс создания кинофильмов уже невозможен без съемок с движения. Обеспечить высокое качество изображения при динамической киносъемке — трудная задача. Динамическая киносъемка снижает качество изображения по резкости и четкости из-за вибрации и качки киносъемочного аппарата. Кроме того, снижение качества снимаемого изображения, особенно динамических панорам с сложной траекторией движения, связано с особенностями зрительного восприятия. Исследования, проведенные в НИКФИ совместно с специалистами МВТУ, позволили определить условия получения высокого качества отснятого изображения, в том числе зависимости допустимых колебаний киносъемочного аппарата от фокусного расстояния объектива, масштаба киносъемки, формата кадра и технологии сложной динамической киносъемки и т. д. Найденная зависимость позволяет определить необходимые средства стабилизации. При динамической киносъемке нужна не только стабилизация, но и управление киносъемочным аппаратом, а эти два условия находятся в противоречии. Насколько удастся решить эти проблемы, настолько удачной будет система стабилизации для динамических киносъемок. Наиболее предпочтительна, по мнению докладчика, гиросtabilизирующая платформа с системой дистанционного управления. Это оборудование разработано в НИКФИ совместно с МВТУ, МКБК и изготовлено ОП НИКФИ. Изготовленный образец был всесторонне испытан в условиях съемок с вертолетов и других подвижных средств. Данное устройство использовалось во время съемок Регаты Олимпиады-80. Докладчиком были продемонстрированы фрагменты из фильмов, где было использовано это оборудование. Далее он отметил, что появление каждого нового устройства стабилизации вызывает повышенный интерес кинооператоров, а через какое-то время он снижается, пока не появится новая, более интересная конструкция. Так было с устройствами стабилизации «Дайналенз», «Тейлор», «Гелевизион», «Стедикам» (США), кресло ИКОД, «Горизонт» (СССР). Это вызвано тем, что каждая последующая конструкция давала кинооператорам новые творческие возможности, но вместе с тем имела свои особенности эксплуатации и свои недостатки. Однако универсальное устройство не может обеспечить решение всех проблем при динамических киносъемках. Нужен набор устройств стабилизации, который должен обеспечивать высокое качество изображения. Для квалифицированного обслуживания такого набора устройств стабилизации нужны специально подготовленный персонал и специализированная служба по ремонту и наладке.

Ведущий конструктор МКБК В. А. Бабенко рассказал об опыте разработки систем стабилизации. С 1973 г. МКБК занимается этой проблемой. Сегодня можно сказать, что универсального устройства стабилизации, отвечающего разнообразным требованиям динамических киносъемок, нет. Существующие устройства по конструкции и принципам стабилизации можно разделить на пять основных групп.

1. Гироскопические гасители угловых колебаний киносъемочных аппаратов.
2. Механические балансирные устройства.
3. Устройства оптической стабилизации киноизображения.
4. Гиросtabilизирующие платформы.
5. Комбинированные устройства стабилизации.

Гироскопические гасители угловых колебаний применяются ограничено, поскольку гиродемпферы увеличивают массу киноаппаратуры, допускают небольшие скорости панорамирования.

Механические балансирные устройства более эффективны. Стабилизация обеспечивается инерцией конструкций на карданных подвесах, отбалансированных так, что центр тяжести киносъемочного аппарата при любых панорамах остается в точке пересечения осей карданов. Этот принцип использован в системах «Гелевизион», «Тейлор», «Марк X», «Стедикам» (США), ИКОД, «Горизонт» (СССР). Все перечисленные конструкции обладают высокой надежностью, обеспечивают сложные динамические киносъемки, но могут быть использованы с объективами до  $f' = 150 - 200$  мм. Такие устройства довольно тяжелы, имеют большие габариты и требуют навыков для успешной эксплуатации.

Системы оптической стабилизации эффективны в диапазоне нескольких угловых градусов при частотах вынужденных колебаний от 2 Гц и выше. Эти устройства компактны, обладают малой массой, незначительным энергопотреблением. Наиболее широко применяются конструкции «Дайналенз» (США) и «Аррифлекс» (ФРГ).

Гиросtabilизирующие платформы обеспечивают стабилизацию с высокой точностью в трех плоскостях всего комплекта киносъемочной аппаратуры. Кинооператору созданы благоприятные условия работы — дистанционное управление съемочными процессами с телевизором.

В последнее время начинают встречаться комбинированные устройства стабилизации. Например, в определенных условиях киносъемки повышается эффективность стабилизации в системе «Горизонт», если к ней подвешиваются гироскопы кассетной стабилизации. Эффективно показала себя система, когда на операторское кресло «Демпфер» была установлена система оптической стабилизации. В таком варианте система применялась для съемок с вертолетов с киносъемочной оптикой до  $f' = 250$  мм и был успешно снят ряд эпизодов для фильмов: «О спорт, ты мир», «Баллада о спорте» и т. д.

В своем выступлении оператор Р. Р. Келли («Мосфильм») рассказал об опыте использования устройства «Горизонт» с дополнительно выполненной им модернизацией при съемках фильма «Крик тишины». В результате были получены эффектные кадры со сложным движением по крутым спускам и узким проходам в горах. Были продемонстрированы фрагменты из этого фильма, вызвавшие большой интерес у всех участников встречи. Далее выступил кинооператор В. Д. Нахабцев («Мосфильм»). Он отметил, что кинооператору в процессе съемки нужны такие технические средства, которые давали бы большой творческий простор исполнителям, чтобы актер не чувствовал «присутствие техники». Такая мобильная техника должна помочь устранению «театральности», от которой страдает кинематограф, когда на съемочной площадке с одной стороны располагается производственно-творческий персонал и кинотехника, а с другой — актеры. Например, интересный материал получается при съемке эпизодов несколькими камерами и исполнители не знают, какая камера снимает в данный момент.

Кинопереатор Г. Н. Шатров («Мосфильм») рассказал об опыте использования динамических киносъемок при работе над спортивными фильмами.

## Научно-техническая конференция в Ленинграде

Ленинградское областное правление НТОРЭС им. Попова и Комитет по телевидению и радиовещанию Леноблгорисполкома организовали и провели 25 и 26 ноября 1981 г. научно-техническую конференцию «Повышение качества передачи и приема телевидения в Ленинграде и Ленинградской области».

На конференции были рассмотрены вопросы, связанные с состоянием технической базы всех основных звеньев тракта передачи и приема цветного телевидения в Ленинграде и области и перспективы развития в XI пятилетке.

На конференции было отмечено, что Партия и Правительство уделяют большое внимание развитию Ленинградского телевидения.

В XI пятилетке предусмотрена реконструкция Ленинградского радиотелевизионного центра, намечено создание четвертой программы телевидения и на базе Ленинградского телевидения организация пятой экспериментальной программы Центрального телевидения, реконструкция сети ретрансляторов в Ленинградской области и устранение «теневых» зон приема и др. В XI пятилетке будет также улучшено обслуживание владельцев телевизоров, особенно цветных приемников.

Готовится выпуск новой базовой модели цветного телевизора УСЦТ с значительно улучшенными светотехническими параметрами. Выпуск черно-белых портативных ТВ при-

емников будет увеличен с 400 тысяч в X пятилетке до одного миллиона к концу XI пятилетки. Будут усовершенствованы ТВ радиопередатчики СВЧ и УВЧ диапазонов. Продолжаются работы по совершенствованию радиотелевизионного передающего центра.

Ряд работ ведут научные организации и ВУЗы Ленинграда. Во ВНИИТ интенсивно разрабатывается ТВ аппаратура четвертого, цифрового поколения.

В ЛЭИС разрабатывается стереоцветная ТВ система, совместимая с действующей системой цветного ТВ вещания.

В ЛЭТИ — новая система рир-проекции; в ЛИКИ разработан цифровой фотоэлектрический колориметр. Конференция обратила внимание и на ряд нерешенных вопросов. Медленно решается проблема улучшения качества ТВ приема в «теневых» зонах, отсутствует предторговое обслуживание и проверка телевизоров и другие вопросы.

Научно-техническая конференция приняла ряд рекомендаций по улучшению работы вещательных организаций, по более широкому сотрудничеству научно-исследовательских и выпускающих организаций, дальнейшему развитию предприятий ремонта и обслуживания ТВ парка.

*Доктор техн. наук, профессор  
Е. Л. Орловский*

## Вечер встречи с ветеранами столичного телевидения

За 50-летнюю историю своего развития советское телевидение одержало немало славных побед. Наша страна среди первых, начавших регулярные ТВ трансляции на основе механических систем. Широко известны пионерские работы наших специалистов в области электронного ТВ. Советский Союз первым в Европе в мае 1945 г. возобновляет регулярные ТВ передачи, а спустя три года вводит современный стандарт разложения.

Тем, кто закладывал основы советского телевидения, есть чем гордиться. Вот почему 8 декабря 1981 г. представители многих московских организаций: министерств и ведомств, учебных и научно-исследовательских институтов, промышленных предприятий, ТТЦ собрались в актовом зале Московского электротехнического института связи, чтобы встретить и тепло приветствовать ветеранов столичного телевидения. Среди ветеранов были те, кто работал в нашей первой ТВ студии на Никольской улице, создавал первую электронную ТВ аппаратуру, первый телецентр. Пришли и те, кто продолжил работу старейшин ТВ вещания в первые послевоенные годы — руководители и рядовые работники телевидения тех славных лет.

Важную и полезную инициативу проявило Московское правление НТОРЭС им. А. С. Попова — организатор вечера встречи с ветеранами, посвященного 50-летию советского телевидения. Сейчас наша страна готовится торжественно встретить 60-летнюю годовщину образования СССР. В связи с этим будет не лишним еще раз подчеркнуть, что в великой летописи трудовых достижений нашего народа немало славных страниц написано работниками телевидения. В рассказах ветеранов, прозвучавших в декабре, эти страницы ожили.

Торжественная часть вечера встречи была открыта приветствиями, с которыми выступили ректор МЭИС И. Е. Ефимов, заместитель председателя Гостелерадио СССР

Г. З. Юшквичюс, заместитель министра связи СССР Ю. Б. Зубарев, летчик-космонавт СССР Ю. В. Романенко, председатель Центрального правления НТОРЭС чл. кор. АН СССР В. И. Сифоров. Были оглашены письменные приветствия и телеграммы от руководителей ряда министерств и ведомств, различных предприятий.

С докладом об основных этапах развития ТВ вещания страны — от первых трансляций до Олимпийского телерадиокомплекса — выступил на вечере председатель Московского правления НТОРЭС С. В. Новаковский.

В золотой фонд мировой науки и техники вошли трубка Катаева (иконоскоп) и трубка Шмакова — Тимофеева (супериконоскоп). Эти работы опередили зарубежные аналоги и открыли в начале тридцатых годов пути реализации современного электронного ТВ. Поэтому с большим интересом и вниманием были встречены выступления старейших участников встречи С. И. Катаева и П. В. Тимофеева. Среди старейшин хотелось бы также выделить И. Е. Горона — автора многих фундаментальных работ, среди которых особое место занимают уникальные работы по реставрации записей речей В. И. Ленина, а также первого режиссера советского телевидения А. Н. Степанова. Интересными были выступления Ф. И. Большакова — одного из первых директоров Московского телецентра в послевоенный период, главного инженера проекта ТТЦ В. Б. Ренарда и других.

Прошедший вечер не превратился просто в вечер воспоминаний. В выступлениях наших ветеранов прозвучала забота о будущем советского телевидения — забота, истоки которой в богатом опыте и традициях полувекковой истории отечественного ТВ вещания.

От имени Центрального и Московского правления НТОРЭС ветеранам были торжественно вручены Почетные грамоты.

*А. Садовская, Л. Чирков*

УДК 778.588:628.52

О снижении загрязнения атмосферного воздуха промышленными отходами кинокопировальных фабрик. Величко Г. В., Геодакян Н. Г. «Техника кино и телевидения», 1982, № 3, с. 9—12.

Установлен состав технологических выбросов в атмосферу кинокопировальных фабрик и дана их количественная оценка. Приведена характеристика источников выброса вредных веществ на предприятиях кинематографии. Табл. 4, список лит. 4.

УДК 791.44.02

Некоторые вопросы внедрения нового оптимального ряда вспомогательного операторского оборудования. Гордеев В. Ф., Шахин С. З. «Техника кино и телевидения», 1982, № 3, с. 13—16.

Рассмотрены основные задачи разработки, промышленного выпуска и внедрения на студиях нового номенклатурного ряда вспомогательного операторского оборудования.

УДК 778.534.2:771.44]:778.68

Допустимые цветофотографические характеристики при съемках со смешанным освещением. Шляхтер Е. М. «Техника кино и телевидения», 1982, № 2, с. 16—20.

Установлены допустимые значения цветофотографических разностей освещения объекта, позволяющие решать вопросы согласования спектральных составов разнородных источников света при цветной киносъемке. Приведены примеры их практического применения. Табл. 1, ил. 5, список лит. 11.

УДК 681.84.087.6

Индикатор уровней звуковых сигналов. Миллер А. А., Пригожин А. Р., Чернявская А. А. «Техника кино и телевидения», 1982, № 3, с. 21—27.

Анализируются параметры индикаторов уровня. Рассматриваются многоканальные электронные индикаторы и приводятся их сравнительные характеристики. Ил. 6.

УДК 681.84.087.7+778.534.46

Бинауральные фазовые сдвиги в стереофонии. Терепинг А. А. «Техника кино и телевидения», 1982, № 2, с. 27—28.

Сообщается о сути экспериментов с целью определения роли и порогов восприятия бинауральных фазовых сдвигов в стереофонии. Отмечается необходимость учета восприятия этих сдвигов при профессиональном отборе звукорежиссеров и звукооператоров. Ил. 2, список лит. 8.

УДК 681.846.73

Абразивно-магнитные ленты для обработки и контроля магнитных головок и лентопротяжных механизмов. Григорьева Н. Г., Суроегина В. В., Теряева И. М., Элиасберг И. И. «Техника кино и телевидения», 1982, № 2, с. 28—30.

Приведены данные о разработанных во ВНИИТР абразивно-магнитных лентах, предназначенных для обработки и чистки лентопротяжных механизмов аппаратов магнитной записи при одновременном контроле параметров магнитофонов. Ил. 2, список лит. 2.

УДК 77.023

Прибор для определения объемного набухания желатиновых слоев кинофотоматериалов. Брайнин Л. Б., Гросс Л. Г., Рудаков В. А., Харитонова М. М. «Техника кино и телевидения», 1982, № 3, с. 30—31.

Приведена функциональная схема прибора и рассмотрен принцип его действия, который основан на периодическом измерении толщины набухшего полимерного слоя контактным методом с автоматической регистрацией измеряемой величины. Диапазон измеряемых величин 0—200 мкм. Ил. 3, список лит. 2.

УДК 791.44.026.025

Повысить эксплуатационный ресурс фильмокопии. Варзума М. П. «Техника кино и телевидения», 1982, № 3, с. 32—35.

Рассмотрены причины износа фильмокопий в процессе эксплуатации и пути повышения их срока службы. Список лит. 2.

УДК 778.55<35 УДП-М «Фестиваль»

Пристендовая киноустановка 35УДП-М «Фестиваль». Анчугов Д. М., Жовтяк П. И., Куперман А. Я., Мунькин В. Б., Тарасенко Л. Г. «Техника кино и телевидения», 1982, № 3, с. 36—39.

Рассмотрена модернизация автоматических выставочных киноустановок 35УДП с кольцевыми бифилярными магазинами емкостью 300 м, проведенная УПО «Экран» и НИКФИ с целью существенно повышения надежности работы киноустановок и срока службы киноленты. Приведены основные технические данные модернизированной киноустановки. Ил. 4, список лит. 5.

## Рефераты статей, опубликованных в № 3, 1982 г.

УДК 778.38 дифракционная эффективность

Экспериментальное исследование эффективности суперпозиционных голограмм. Шакиров А. Х. «Техника кино и телевидения», 1982, № 3, с. 40—42.

Приведены данные по схеме и результатам эксперимента, в котором определялась зависимость дифракционной эффективности суперпозиционных голограмм. Ил. 6, список лит. 18.

УДК 621.397.2.037.372:006

Международный стандарт цифрового кодирования ТВ сигналов. Кривошеев М. И., Никаноров С. И., Хлебобородов В. А. «Техника кино и телевидения», 1982, № 3, с. 49—54.

Подробно рассматривается первая рекомендация по цифровому кодированию видеосигналов в ТВ цифровых аппаратно-студийных блоках («ТВ студиях»), принятая в феврале 1982 г. XV Пленарной Ассамблеей МККР. В ней указывается, что в будущих цифровых АСБ всего мира следует пользоваться базовым стандартом 4:2:2, предусматривающим раздельное 8-разрядное кодирование сигнала яркости и двух цветоразностных сигналов с частотами дискретизации 13,5 и 6,75 МГц соответственно. Приводятся дополнительные сведения из двух специальных отчетов МККР, поясняющие отдельные положения новой рекомендации. Табл. 3, список лит. 11.

УДК 621.397.61:681.772.7.049.77

Экспериментальная ТВ камера на основе ПЗС. Володин В. А., Лобанов В. Д., Уваров Н. Е. «Техника кино и телевидения», 1982, № 3, с. 54—56.

Рассмотрена ТВ камера на ФПЗС со специализированными управляющими интегральными схемами на базе КМОП технологии. Ил. 2, список лит. 5.

УДК 778.534.455:534.852.5

О нелинейных искажениях на высоких частотах в магнитных фонограммах кинофильмов. Шильман Е. И. «Техника кино и телевидения», 1982, № 3, с. 59—62.

Методом двойного тона оценивается перегрузочная способность 35-мм перфорированных магнитных лент в средние и высокочастотном диапазонах. Исследуется процесс накопления искажений на средних и высоких частотах в фонограммах, записанных и скопированных с различными уровнями на разных аппаратах записи. Ил. 5, список лит. 4.

УДК 771.31.022.81-52-778.53.022-52

Устройство автоматической фокусировки для фото-, кино- и ТВ камер. Чесноков В. Н. «Техника кино и телевидения», 1982, № 3, с. 63—69.

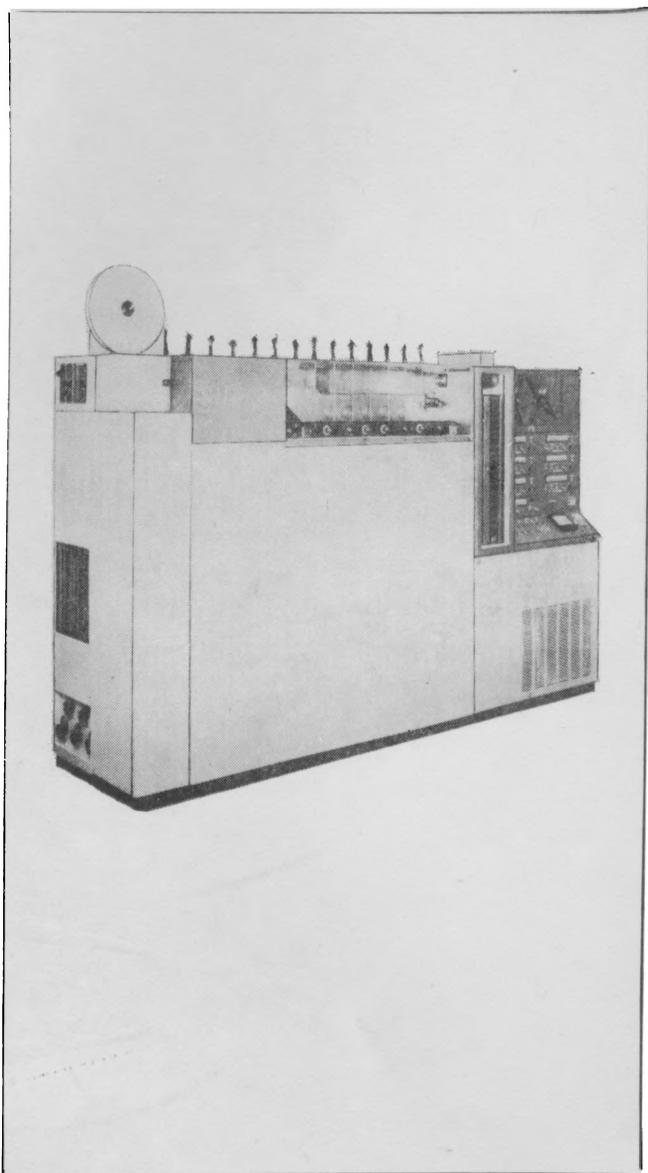
Дан анализ современного состояния проблемы автоматической фокусировки фото- и киноаппаратов. Даны сравнительные характеристики систем объективной наводки на резкость активного и пассивного типов. Ил. 6, список лит. 46.

Технический редактор Л. Тришина

Сдано в набор 18.01.82 Подписано к печати 24.02.82 Т-01420  
Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub> Высокая печать Бумага Неман Усл. печ. л. 8,4  
Уч.-изд. л. 11,3 Тираж 4810 экз. Заказ 69 Цена 90 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени  
Чеховский полиграфический комбинат ВО «Союзполиграфпром»  
Государственного комитета СССР  
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли  
г. Чехов Московской области

# Малогабаритная проявочная машина 43П-1



Малогабаритная проявочная машина предназначена для ускоренной химико-фотографической обработки и сушки цветных обрабатываемых 16-мм киноплёнок в лабораторных условиях в незатемненном помещении.

Машина прошла эксплуатационные испытания и рекомендована к серийному производству.

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Скорость транспортирования киноплёнки, м/ч	60—320
Общая длина киноплёнки, находящейся в машине, м . . . . .	128
Емкость кассеты, м . . . . .	300
Номинальная производительность машины при продолжительности черно-белого проявления 5 мин, м/ч . . . . .	203
Машина обеспечивает автономное терморегулирование пяти рабочих растворов	
Кратность циркуляции, обмен/ч, не менее:	
черно-белого и цветного проявителей . . . . .	22,5
остальных растворов . . . . .	46
Общий расход промывной воды в машине при номинальной производительности, л/ч . . . . .	500
Емкость баков, л . . . . .	14,5
Максимальная потребляемая мощность, кВт	17
Источник питания — сеть трехфазного переменного тока напряжением $380 \pm 38$ В с нулем, частотой 50 Гц	
Габариты, мм:	
длина . . . . .	2510
ширина . . . . .	700
высота . . . . .	1500
Масса, кг . . . . .	около 700

нпо ЭКРАН