

# Техника и Кино

и

9 СЕНТЯБРЬ  
1963

## СОДЕРЖАНИЕ

### **Научно-технический отдел**

**Е. М. Голдовский, Н. И. Тельнов.** О кинофикации СССР телевизионным способом . . . . .  
**М. В. Антипин.** К оценке качества телевизионного изображения . . . . .  
**Б. Н. Модестов.** Исследование деталиметрических характеристик пленок, обрабатываемых по способу обращения . . . . .  
**Х. Карлес (Мексика).** Зашумливание магнитных фонограмм и борьба с ним . . . . .  
**В. М. Журавлев.** Некоторые замечания о спектральном анализе шумов . . . . .  
**А. А. Лапаури.** Больше внимания широкому экрану . . . . .  
**Г. С. Векслер.** Транзисторные сглаживающие фильтры по схеме эмиттерного повторителя  
**Ж. Вивье (Франция).** Техника на службе искусства во французской кинематографии . . . . .  
**Н. И. Берлин, И. И. Цуккерман, И. Б. Шерстнев.** Телевизионная система обучается узнавать простые рисунки . . . . .  
**В. Л. Рычка.** Уменьшение видности колебаний поднесущей частоты в системе ЦТ . . . . .

1	<b>О. В. Евневич-Чекан.</b> Метод получения стабильных цветоразностных сигналов $E'_R - E'_Y$ , $E'_B - E'_Y$ в кодирующем устройстве системы ЦТ . . . . .	60
7	<b>Г. В. Брауде.</b> К 25-летию электронного телевизионного вещания в Советском Союзе . . . . .	63
14	<i>Из редакционной почты</i> . . . . .	69
21	<b>Из производственного опыта</b> <b>На ЦСДФ</b>	
25	<b>Л. Н. Персидский.</b> Приспособления к аппарату «Конвас-автомат» . . . . .	70
<b>Зарубежная техника</b>		
30	<b>Г. В. Авилов.</b> Способы нанесения магнитных дорожек на узкие кинофильмы . . . . .	72
35	<b>Реферативный отдел</b> . . . . .	79
<b>Научно-техническая хроника</b>		
41	<b>Космонавты в Центральной студии телевидения</b>	91
50	<b>Международная конференция по научно-исследовательскому кино</b> . . . . .	92
	<b>Польское телевизионное оборудование</b> . . . . .	93
	<b>Новинки телевизионной промышленности ГДР</b>	94
	<b>Съемка телефильмов многокамерным методом</b>	95
	<b>Contents</b> . . . . .	96

### ИЗДАТЕЛЬСТВО «ИСКУССТВО»

**Главный редактор В. И. Ушагина**

### **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**А. Ф. Баринов, Г. В. Брауде, В. А. Бургов, М. З. Высоцкий, Е. М. Голдовский,  
И. Б. Гордийчук, Г. О. Жижневский, И. П. Захаров, А. Г. Калишкин, С. И. Катаев,  
В. Г. Комар, М. И. Кривошеев, Л. П. Крылов, С. М. Проворнов,  
П. В. Тагер, В. Л. Трусько, В. И. Успенский, П. В. Шмаков**

*Адрес редакции: Москва, А-57, Ленинградский просп., 47*

*Телефон: Д 7-00-22, доб. 5-25, 3-18*

**Технический редактор Н. Матусевич**

А09847	Сдано в производство 11/VII 1963 г.	Подписано к печати 30/VIII 1963 г.
Формат бумаги 84×108 $\frac{1}{16}$		6 печ. л. (9,94 усл.). Уч.-изд. л. 10,2
Заказ 431	Цена 68 коп.	Тираж 4700 экз.

**Московская типография № 4 Управления полиграфической промышленности  
Мосгорсимвархоза. Москва, ул. Баумана, Денисовский пер. д. 30.**

# Техника и Кино *и радио*

Ежемесячный научно-технический журнал

Орган

Государственного комитета

Совета Министров СССР

по кинематографии

ГОД ИЗДАНИЯ СЕДЬМОЙ

№ 9

СЕНТЯБРЬ

1963 г.

Е. М. ГОЛДОВСКИЙ, Н. И. ТЕЛЬНОВ

## О КИНОФИКАЦИИ СССР ТЕЛЕВИЗИОННЫМ СПОСОБОМ

778.50.004 : 621.397

Постановка вопроса

Рассмотрен вопрос о необходимости развертывания исследовательских работ по телевизионному способу кинофикации СССР.

### Состояние и перспективы кинофикации СССР

Киносеть Советского Союза за последние годы расширяется весьма интенсивно. Решение XXI съезда КПСС о доведении числа киноустановок до 118 000—120 000 к концу семилетки выполнено досрочно, и уже в 1962 г. их количество достигло 120 400. К 1965 г. оно будет доведено до 130 000, в 1970 г. общее число киноустановок должно составить 150 000, в 1975 г. — 170 000 и в 1980 г. — 200 000 [1].

Количество зрителей, просмотревших фильмы за год, растет соответственно увеличению числа киноустановок. В 1960 г. было 3,611 млрд. кинозрителей, в 1961 г. — 3,829 млрд., а в 1962 г. количество зрителей достигло 3,93 млрд. Есть все основания полагать, что и в дальнейшем ежегодное количество посетителей кинозалов будет увеличиваться. В самом деле, посмотреть фильм — часто трудно разрешимая проблема (особенно в вечернее время и в круп-

ных центрах). Когда же киносеть обеспечит свободные места в кинотеатрах в удобное для зрителей время, число их возрастет.

Ссылаясь на опыт заграницы, иногда высказывают соображения о том, что интенсивное развитие телевидения в СССР приведет в дальнейшем к сокращению посещения кинотеатров. Такого рода опасения для нашей страны неоправданы по следующим причинам.

1. Советские зрители воспитаны на том, что фильм является законченным произведением искусства, имеющим идеально-познавательное и эстетическое значение.

2. Фильмы снимаются с учетом демонстрации на больших экранах. Показ их на сравнительно маленьком экране телевизора намного снижает изобразительные качества кинокартины. Это объясняется тем, что при рассматривании изображения телевизионного приемника поле зрения зрителя заполнено всего на 5% — в три раза меньше, чем при демонстрации кинокартин, снятых по системе обычного кинема-

тографа, и в 16 раз меньше, чем при показе панорамных фильмов [2].

3. Качество телевизионного изображения получается хуже, чем при непосредственном показе кинокартин, так как число строк разложения его (625 строк) примерно в два раза меньше того (около 1100 строк), которому отвечает качество кинозображения [3]. В результате детали предметов при телевизионной передаче исчезают, а общие и средние планы становятся маловыразительными; то же относится к контрасту и к передаче градации яркостей в телевизионном и кинематографическом изображении.

4. Если увеличится количество хорошо оборудованных, комфортабельных кинотеатров, предусматривающих показ фильмов, снятых по разным системам кинематографа, то зрители будут стремиться посещать их. Этому будет также способствовать уменьшение занятости советских людей в связи с дальнейшим сокращением рабочего дня.

5. Даже при большом числе телевизионных каналов невозможно одновременно осуществить телепередачи такого же числа кинокартин, как в сети кинотеатров.

Изложенные выше положения подтверждаются жизнью. Например, несмотря на то, что в 1962 г. число телевизионных приемников у населения СССР значительно возросло по сравнению с 1961 г. (с 6 до

10 млн.), даже в условиях недостаточного обслуживания киносетью количество кинозрителей, просмотревших фильмы за год, возросло более чем на 100 000, составив на каждого жителя около 18 посещений в год. В условиях развития киносети, увеличения производства кинокартин и улучшения качества демонстрации фильмов, а следовательно, и количества посещения каждым жителем кинотеатров можно ожидать к 1980 г. увеличения требуемого количества пленки для изготовления копий картин примерно в два раза. Значительное введение дополнительных мощностей на фабриках кинопленки и предприятиях для печати копий и их обработки с одной стороны и значительный рост необходимого числа работников кинофикации, занятых в киносети, заставляют подумать о более экономичных и удобных способах кинофикации СССР. Одним из таких способов может явиться кинотелевизионный.

#### Сущность телевизионного способа демонстрации фильмов

При телевизионном способе демонстрации фильмов в кинотеатре не нужно иметь кинопленки; программы в такой театр могут подаваться по радиорелейной или кабельной линии связи.

И в настоящее время передача кино-

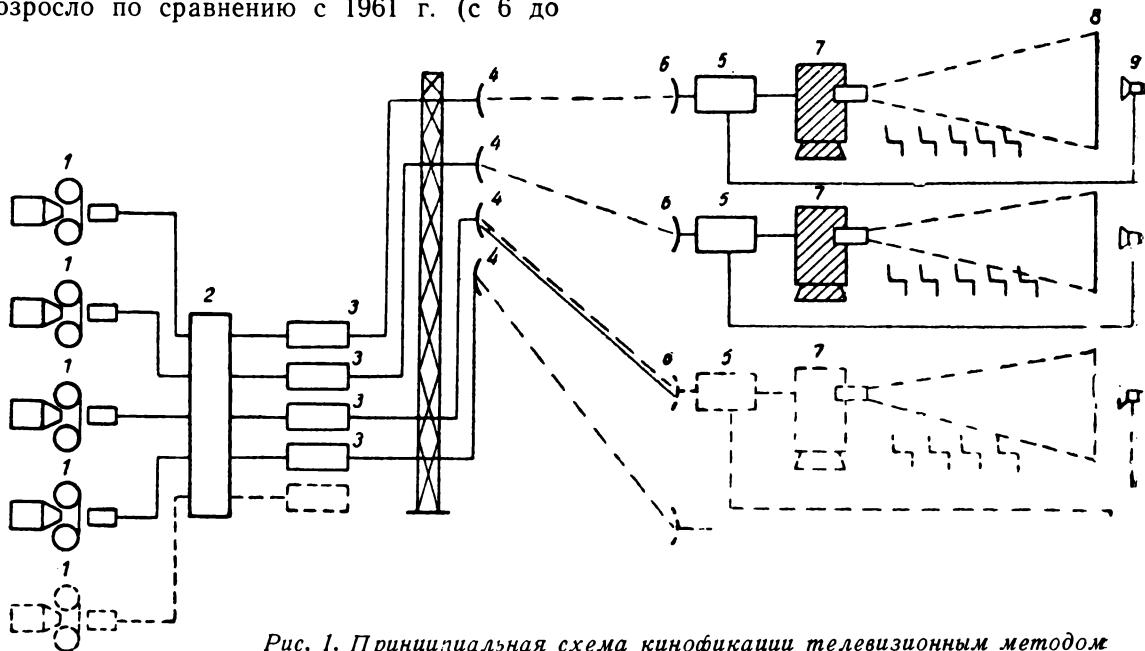


Рис. 1. Принципиальная схема кинофикации телевизионным методом

фильмов занимает существенную часть в балансе времени телевизионных передач. При этом каждая копия фильма обслуживает миллионы телезрителей. Такой же принцип может быть положен в основу нового способа кинофикации. Тогда вместо кинопроекторов в кинотеатрах нужно будет установить телевизионные проекторы для показа телевизионных изображений на большом экране.

Такие кинотеатры будут получать программу по специальным линиям связи из одной центральной кинопроекционной аппаратной, в которой устанавливаются телекинопередатчики.

На рис. 1 приведена принципиальная схема кинофикации телевизионным методом. Здесь 1 — телекинопередатчики; 2 — пульт управления; 3 — передатчики радиорелейных линий; 4 — направленные антенны радиорелейных линий; 5 — приемники высокочастотных сигналов; 6 — их направленные антенны; 7 — телепроекторы; 8 — киноэкраны; 9 — звуковоспроизводящие агрегаты.

Предполагается, что в центральной аппаратной может быть установлено большое число телекинопередатчиков, работающих в определенные часы и передающих различ-

ные кинофильмы. Радиорелейными линиями центральная аппаратная связана с городскими и загородными кинотеатрами. Для перехода от одного фильма к другому по выбранной программе на линию связи может быть включен тот или иной работающий телекинопередатчик (число линий связи зависит от числа кинотеатров).

На рис. 2 дана возможная схема связи передающих и приемных элементов устройств при кинофикации телевизионным методом. В областном центре размещена центральная аппаратная, могущая передавать одновременно, например, 8—10 программ. С помощью радиорелейных линий телевизионные сигналы подаются в районные центры и в кинотеатры. Районные центры могут быть связаны между собой линиями для обмена программами.

#### О технических возможностях реализации идеи кинофикации телевизионным методом

Для реализации предлагаемого метода кинофикации необходимы три вида устройств: телекинопередатчики, радиорелей-

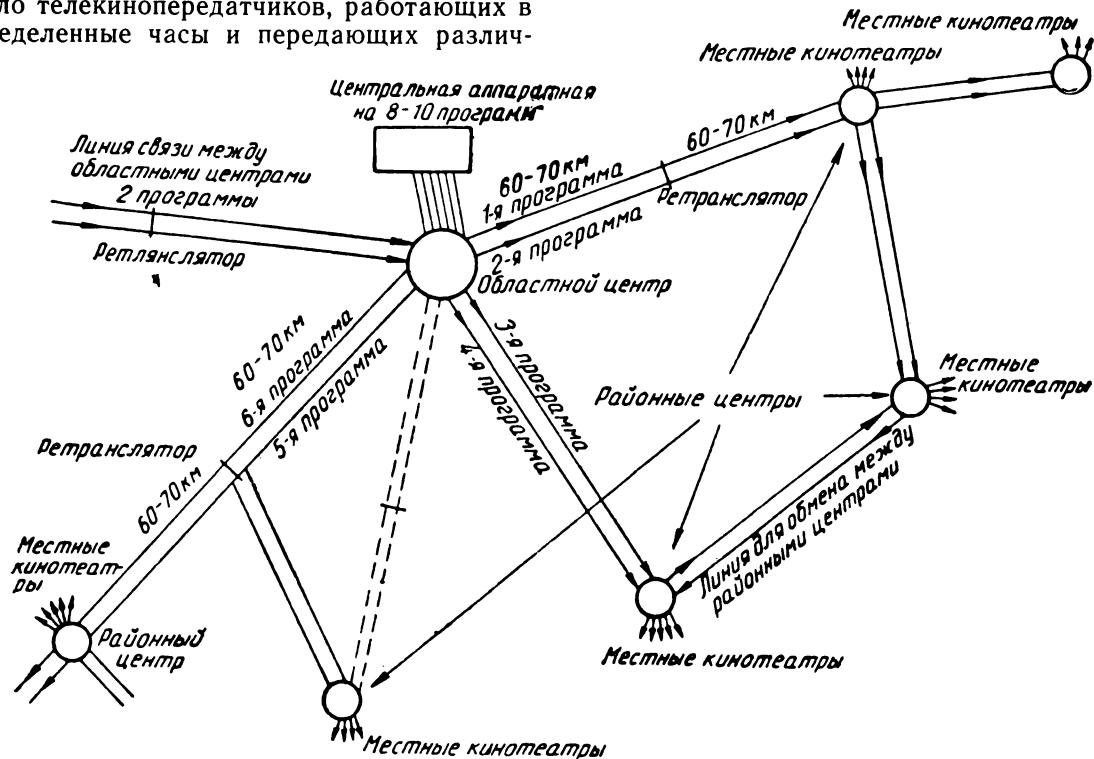


Рис. 2. Возможная схема связи передающих и приемных устройств при кинофикации телевизионным методом

ные линии и телевизионные проекторы. Эти устройства в принципе известны и эксплуатируются для целей телевидения уже в настоящее время. Однако в связи с задачами кинопроекции требования к ним должны быть более высокими, чем предъявляемые сейчас.

В настоящее время телевизионное изображение обычного стандарта можно передавать по радиорелейным и кабельным линиям связи на расстояние до 1000 км со сравнительно малыми искажениями.

Современные линии связи рассчитаны на сигналы с полосой частот 6—6,5 Мгц.

Радиорелейные линии связи, работающие в диапазонах СВЧ, принципиально допускают расширение полосы частот в канале до 15—20 Мгц, что примерно достаточно для сохранения необходимого качества киноизображения, конечно, при условии тщательной коррекции фазовых искажений. В дальнейшем для целей телевидения будет создаваться более разветвленная сеть радиорелейных и кабельных линий, иногда с параллельно идущими стволами. Строительство новых линий связи можно увязать с задачами кинофикации и использовать эту сеть с некоторыми изменениями для подачи кинопрограмм в районные и местные кинотеатры.

С учетом развития техники радиорелейных линий связи в ближайшие 10—15 лет можно предположить, что для покрытия территории Советского Союза телевизионной сетью кинофикации будет достаточно примерно 60 передающих центров с соответствующими телекиноаппаратными.

Существующие телекинопередатчики (или, как их чаще называют, телекинопроекторы), обычно работают на видиконах. До сих пор качество видиконов не удовлетворяет (или с трудом удовлетворяет) требованиям даже обычной телекинопроекции. В настоящее время созданы видиконы диаметром около 50 мм, позволяющие увеличить разрешающую способность телекинопередатчика. Однако они имеют ряд недостатков (пятна на мишени, неравномерность фона изображения и т. п.). Дальнейшее существенное улучшение видиконов представляет трудную задачу.

Меньшее применение имеют телекинопередатчики с бегущим пятном и непрерывным движением кинофильма, позволяющие получать при определенных условиях теле-

визионное изображение очень высокого качества. Кинескопы бегущего пятна рассчитаны на разложение изображения на 625 строк. Однако уже в настоящее время могут быть созданы трубы на большее число строк разложения. Примером является трубка бегущего пятна для цветного фототипирования, рассчитанная на 3000 строк [4].

Телекинопередатчики бегущего пятна обеспечивают хорошую передачу градаций при весьма линейной характеристике с гаммой, равной 1; при необходимости возможно ввести корректирующую систему, подобную логетрону. Наиболее вероятно, что телекинопередатчики для целей кинофикации будут строиться по методу бегущего пятна с применением или быстрого продергивания пленки, или оптического выравнивания прерывистого движения фильма.

Для такого специального случая может быть использована телевизионная система, отличающаяся от обычной более длительным обратным ходом по кадрам. При этом в качестве телекинопроектора может быть применен кинопроекционный аппарат с убыстренным продергиванием пленки (3—5 мсек), как в киносъемочном аппарате фирмы Э. Мой [5] или в разработанном Ленинградским институтом киноинженеров под руководством А. М. Мелик-Степаняна [6].

Число строк разложения в телевизионной системе необходимо увеличить до 1200—1600, а полоса частот должна быть расширена до 18—20 Мгц; такая полоса видеочастот полностью перекрывает эквивалентную полосу частот киноизображения.

Увеличение частоты кадров в телевизионной системе кинопроекции до 25 кадр/сек, как и в вещательном телевидении, вызывается желательностью синхронизации с частотой питающей электрической сети. Это обстоятельство может быть учтено при съемке фильмов рациональным выбором частоты кадросмен (например, 24,5 кадр/сек), одинаково удовлетворяющей демонстрации в обычных и телевизионных кинотеатрах.

Телевизионные проекторы для большого экрана, появившиеся в последнее десятилетие в различных вариантах и представленные рядом систем (с проекционными кинескопами, с промежуточным фильмом и т. д.), до сих пор также не удовлетворя-

ют требованиям, предъявляемым к качеству киноизображения.

В последние годы были разработаны и производственно освоены проекторы «Эйдофор» с масляной пленкой и решетчато-линзовой оптикой [7].

Эти проекторы для обычных телевизионных стандартов выпускаются совместно фирмами CIBA (Швейцария) и Philips (Голландия) [8].

Величина светового потока уже существующих проекторов типа «Эйдофор» приближается к той, которая необходима для небольших кинотеатров. Например, проектор CIBA — Philips с ксеноновой лампой мощностью 3 квт дает полезный поток около 2000 лм, что достаточно для освещения экранов в кинозалах примерно на 400 мест. Известно, что телевизионные проекторы типа «Эйдофор» могут работать в телевизионных системах с более высоким стандартом разложения (например, 729 или 819 строк) и обеспечивать уверенное разрешение до 1500 элементов вдоль строки, а также могут давать существенно большие световые потоки при увеличении яркости и мощности источника света.

Интервал яркостей на экране в аппаратах «Эйдофор» отвечает достигаемому при проекции киноизображения в кинематографии (100 : 1 и даже 200 : 1) при линейной характеристике передачи уровней яркости. Эти данные свидетельствуют о возможности в перспективе построения телевизионного проекционного устройства, способного обеспечить качество изображения, не уступающее качеству киноизображения в хорошем кинотеатре.

Еще большие перспективы для такого метода кинопроекции, по-видимому, может иметь термопластический метод записи и воспроизведения телевизионных изображений [9]. С помощью электронного пучка в вакууме на термопластической ленте создается потенциальный рельеф, образующий такие же натяжения поверхности пленки, как в масляной пленке проектора «Эйдофор». Термопластическая лента после нанесения потенциального рельефа подвергается нагреванию, размягчается, и на ее поверхности под действием электростатических сил образуется рельеф, который после охлаждения ленты закрепляется.

Чтобы увидеть изображение, ленту с рельефом нужно поместить в оптическое

устройство, аналогичное применяемому в проекторе «Эйдофор»; таким же образом может быть получено изображение на большом экране.

Основным достоинством термопластического метода записи является очень большая «информационная емкость» пленки, т. е. способность пленки к записи и хранению большого количества сигналов на единицу площади.

В опытной аппаратуре при скорости движения пленки 12,5 см/сек (пленка имеет ширину 16 мм) оказалось возможным записать телевизионный сигнал с полосой до 50 Мгц.

Хотя работы в области термопластической записи находятся только в самой начальной стадии и до появления промышленных образцов аппаратуры, по мнению специалистов, понадобится от 2 до 5 лет, первые удачные пробы показали реальность такого метода записи как черно-белого, так и цветного изображения.

Возможная схема телевизионного проектора с термопластической пленкой для накопления изобразительной информации показана на рис. 3. Она предусматривает небольшое отставание во времени показа киноизображения на экране от передачи сигналов программы.

Весь механизм проектора помещается в корпусе, в котором можно создать вакуум  $10^{-3} - 10^{-4}$  мм ртутного столба; электронный прожектор для записи изображений на термопластической пленке помещен в особом отсеке 1, в котором вакуум достигает величины  $10^{-6} - 10^{-7}$  мм ртутного столба. Электронный пучок 2 выводится из этого отсека через ленардово окно, вблизи которого проходит термопластическая пленка 3. После нанесения на нее зарядов она подогревается высокочастотным полем, создаваемым катушками 4. После остывания пленка, на которой создан рельеф, попадает в проекционную часть аппарата, где продергивается, например, скачковым барабаном 7 малтийской системы.

Проекционное устройство состоит из объектива 5, решетчато-линзовой оптики 6, конденсора 8 и проекционного источника света 9. Осветительная система может быть выведена из корпуса с вакуумом и находится с внешней стороны его стенки. Изображение проецируется на большой экран 12. Телевизионные сигналы принимаются

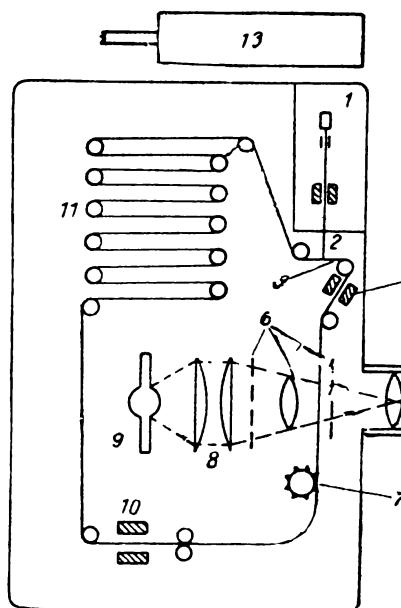


Рис. 3. Телевизионный проектор с термопластической пленкой

по линии СВЧ приемником 13. Пленка, прошедшая проекционное устройство, снова подвергается нагреванию в высокочастотной печи 10, рельеф на ней слаживается, и она вновь оказывается пригодной для нанесения изображения. Для уменьшения износа пленки и сокращения количества циклов записи — стирания в проекторе должен находиться некоторый запас пленки в магазине 11, из которого она снова поступает в устройство для записи изображения.

### Выводы

Из изложенного выше следует, что основные элементы для кинофикации телевизионным способом еще далеко не удовлетворяют необходимым требованиям. Несомненно, что возникающие трудности будут преодолены, но создание аппаратуры для осуществления такого способа демонстрации кинокартин потребует проведения большого комплекса сложных и длительных работ. Следует подчеркнуть, что к этим работам надо приступить незамедлительно, чтобы можно было своевременно учесть новые средства кинофикации СССР при строительстве, планировании и оборудовании телевизионных центров и ретрансляционных линий, с одной стороны, и сооружении кинопленочных, кинокопировальных фабрик и зданий кинотеатров, — с другой.

Что касается экономической стороны поднятой проблемы, то рассмотрение ее в настоящее время лишено оснований. Не подлежит сомнению, что в течение периода, требуемого для ее разработки (по нашему мнению, порядка десятилетия), техника передачи и приема телевизионных сигналов

претерпит крупные изменения, что окажет значительное влияние на удешевление элементов оборудования телевизионного способа кинофикации.

Актуальность поднятой проблемы подтверждается тем, что ее стали заниматься и за рубежом. Так, уже после написания данной статьи в литературе [10] появилось сообщение о разработ-

ке фирмой Дженерал Электрик телевизионного проектора «Talaria» типа «Эйдофор», предназначенного для телевизионного способа кинофикации. При ксеноновой лампе мощностью 5 квт он обеспечивает световой поток 3750 лм, что позволяет демонстрировать цветные и черно-белые кинокартин на экранах театров средней вместимости. Предполагается создание телевизионной сети из 220 кинотеатров.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Каплан Л., Перспективы развития киносети, Киномеханик, 1962, № 4.
2. Голдовский Е. М., Проблемы панорамного и широкоэкранного кинематографа, «Искусство», 1958.
3. Голдовский Е. М., Проблемы кинопроекции, «Искусство», 1955.
4. Shapiro L., Haupes H. E., High Resolution Flying Spot Scanner for Graphic Arts Color Application, RCA Review, 1956, XVII, № 3, 313—329.
5. Rapid Pull Down 35 mm Film Camera for TV Recording Equipment, проспект фирмы Ernest F. Moy Limited (Англия).
6. Техника кино и телевидения, 1961, № 5.
7. Labin E., The Eidofor Method for Theater Television, JSMPT, 1950, 54, № 5, 393.
8. Проспект фирмы CIBA, Phillips, 1960.
9. Glenn W. E., Thermoplastic Recording, Journ. of Applied Phys., 1959, 30, № 12, 1870—1873.
10. Talaria Offers Pay TV to All Theatres, International Projectionist, 1963, 38, № 3, 16—18.

# К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ТЕЛЕВИЗИОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

621.391.837

Формулируются требования к критерию качества изображения. Анализ существующих критериев показывает, что в настоящее время отсутствует общепризнанный критерий качества изображения или совершенства изображающей системы. Главными недостатками критериев являются неоднозначность и условность их в оценке качества, а также отсутствие учета «весовых» соотношений и возможности «обмена» между различными признаками качества.

Телевизионная система предназначена для воспроизведения изображения определенного качества. Каждое отдельное звено системы (объектив, передающая трубка, канал связи, приемная трубка) должно обеспечивать требуемое качество передачи. Следовательно, нужно уметь правильно оценивать качество работы любого звена и системы в целом.

Помимо телевизионного, существуют оптическое, фотографическое, кино- и другие изображения. Поэтому возникает необходимость в сравнении качества различных изображений. Оценка качества изображения необходима также с точки зрения интересов правильного развития техники и способов телевизионных измерений. Методы телевизионных измерений должны быть подчинены задаче измерения тех параметров, которые определяют качество изображения.

Проблема оценки качества изображения не замыкается только вопросом визуального различия изображения. В связи с созданием технических устройств, опознающих образы, и с перспективами разработки машин, моделирующих перцептивные процессы, «проблема изображения» становится сейчас общей для техники, физиологии, философии и психологии.

Оценка качества изображения или совершенства изображающей системы производится соответствующими критериями (яркость, контрастность, разрешающая способность, зашумленность, добротность или эффективность системы и др.). В настоящее время проводится также большая работа по созданию новых критериев. Однако до последнего времени отсутствуют общепризнанные требования к подобным критериям.

Достоинства любого критерия можно оценить лишь по отношению к тем требованиям, которым он должен удовлетворять.

Преимущество одних критериев перед другими можно оценить только сопоставлением их с предъявленными к ним требованиями. Вообще невозможно разработать удовлетворительный критерий, если для него не сформулированы основные требования.

При разработке новых критериев основное внимание должно быть обращено на более широкий синтез частных критериев качества, так как определение качества изображения или совершенства системы возможно только в том случае, когда учтены во взаимодействии все признаки, сказывающиеся на восприятии качества изображения. Необходимость всемерного развития и расширения фронта работ в направлении разработки методов интегральной оценки была отмечена на 13-м совещании по научной фотографии<sup>1</sup>.

К критериям качества можно предъявить следующие основные требования:

1) критерий должен оценивать качество изображения по совокупности различных признаков качества. Это означает, что критерий должен быть интегральным, т. е. являться функцией частных признаков качества и, следовательно, учитывать «весовые» соотношения между ними;

2) критерий должен устанавливать связь между количественной мерой физических признаков качества и количественной мерой их субъективной оценки;

3) критерий должен позволять оценивать совершенство отдельных звеньев и системы в целом;

4) критерий должен позволять производить количественную сравнительную оценку качества различных изображений и совершенства изображающих систем;

5) критерий должен быть относительно

<sup>1</sup> Решение 13-го совещания по научной фотографии, посвященного качеству фотографического изображения. АН СССР, НИКФИ, Москва, январь — февраль 1962 г.

прост и удобен для использования на практике.

К настоящему времени имеется достаточно большое число работ, посвященных вопросу оценки качества телевизионного изображения. Существующие критерии качества можно классифицировать следующим образом:

- 1) общие критерии;
- 2) частные критерии;
- 3) критерии эффективности или добротности систем;
- 4) информационные критерии.

### Общие критерии качества

Впервые количественная оценка качества телевизионного изображения была произведена Я. А. Рыфтиным [1]. Для характеристики качества он вывел следующее выражение:

$$Q = GS\xi \cdot 100\%, \quad (1)$$

где:  $G = \frac{\log n}{\log n_{max}}$  — коэффициент четкости изображения, зависящий от числа  $n$  элементов изображения;  $S = \frac{1}{\alpha} = 0,434(\log 0,9E + 1,29)$  — разрешающая сила глаза;  $\alpha$  — минимальный угол зрения, образованный двумя рассматриваемыми точками и глазом, при котором точки еще различаются раздельно;  $E$  — освещенность изображения;  $\xi = \frac{N}{a_0(\log B + b)}$  — коэффициент мерцания;  $N$  — частота кадров;  $B$  — яркость изображения;  $a_0$  и  $b$  — постоянные величины.

Из выражения (1) следует, что качество изображения пропорционально его четкости, яркости и коэффициенту мерцания.

Определяя оптимальные значения входящих в выражение (1) коэффициентов  $G_{opt}$ ,  $S_{opt}$  и  $\xi_{opt}$  и полагая их произведение равным 100%, можно по степени отклонения в реальных условиях величин  $G$ ,  $S$  и  $\xi$  от оптимальных определять количественно несоответствие качества изображения по отношению к некоторому изображению, качество которого принимается за 100%. Достоинство критерия (1) заключается в том, что он учитывает психофизические факторы восприятия изображения. К недостаткам его следует отнести условность в оценке влияния каждого из параметров (произведение  $G$ ,  $S$  и  $\xi$ ). При этом не учитываются многие другие признаки качества изображения.

### Частные критерии качества

В связи с трудностью оценки качества телевизионного изображения по совокупности многих частных признаков качества на практике широкое распространение получили методы оценки качества по какому-либо одному из признаков, с учетом того, что данный признак наиболее важен с точки зрения влияния его на качество изображения.

Частный критерий, которым в большей мере пользуются теперь, — разрешающая способность. Сам по себе этот критерий характеризует только четкость передачи, ибо, чем выше разрешающая способность каждого звена и системы в целом, тем выше четкость воспроизводимого изображения.

В 1850 г. Даус [2] опубликовал результаты эксперимента по условиям разделения изображений двух звезд, а в 1879 г. Рэлей [3] предложил критерий разрешения изображения двух точек. Поскольку с изображениями точек трудно экспериментировать, обычно используются специальные тест-таблицы — синусоидальные или штриховые миры. Разрешающая способность определяется числом тех штрихов миры на единице длины, воспроизводимость которых достигает порога контрастной чувствительности зрения. Так как телевизионная система может обладать различной разрешающей способностью в продольном и поперечном направлении, то четкость телевизионных изображений определяется совокупностью продольной и поперечной разрешающей способности системы.

Теоретическое обоснование критерия разрешающей способности для телевизионной системы дано Рыфтиным [4]. Он же при выполнении условия, что отношение сигнал/шум высоко, дал обоснование отсчетного визуального уровня с точки зрения использования критерия Рэлея.

Недостаточность критерия «разрешающая способность» следует из того, что он не определяет качества изображения. С увеличением разрешающей способности лишь увеличивается различимость мелких деталей, тогда как качество изображения может даже ухудшиться.

Большое влияние на субъективное восприятие качества изображения оказывает его

**Контрастность:** абсолютная  $K' = \frac{B_{\max}}{B_{\min}}$   
или относительная  $\frac{B_{\max} - B_{\min}}{B_{\max}} = 1 - \frac{1}{K'}$ .

В 1945 г. Бейкер [5] предложил определять качество системы объектив — пленка совокупностью контраста крупных («макроскопический контраст») и мелких деталей («микроскопический контраст»).

Микроскопический контраст переходит в макроскопический как предел на крупных деталях, и он обращается в нуль на предельно мелких деталях, которые разрешает система. При заданном пределе разрешения менее совершенному объективу потребуется более контрастная мирия, чем идеальному объективу. Следовательно, потеря качества изображения может быть выражена в величинах эквивалентного микроскопического контраста миры. Интересно отметить, что под качеством изображения Бейкер понимает «правильное соотношение между контрастом и разрешением».

В 1956 г. В. С. Гдалин [6] предложил оценивать качество изображения контрастом трех групп деталей — крупных, средних и мелких. Для оценки качества изображения он вводит характеристику передачи деталей, представляющую собой зависимость контраста воспроизводимых деталей от их размеров. Отличительной особенностью характеристики передачи по сравнению с контрастно-частотной характеристикой является определение контраста на деталях, которые имеют форму квадратов. Критерием качества изображения при этом служит отношение площадей, ограничивающих участками характеристики передачи деталей к соответствующим площадям прямоугольников, характеризующих передачу этих деталей со 100%-ным контрастом (рис. 1) [7].

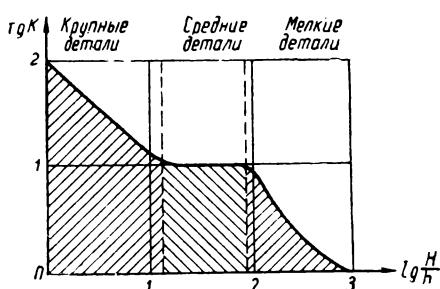


Рис. 1. Зависимость контраста изображения от размера деталей

Чем выше контрастность телевизионного изображения, тем большее число полутонов может быть воспроизведено на изображении. Поэтому мерой оценки качества является градиент воспроизведения полутонов [8]:  $G_F = \frac{\Delta A}{\Delta A'}$ , показывающий, во сколько раз зрительное ощущение  $\Delta A$  различий яркости деталей телевизионного изображения больше зрительного ощущения  $\Delta A'$  различий яркости тех же деталей передаваемого объекта.

Градиент воспроизведения полутонов представляет собой первую производную полутоновой характеристики, выраженной в световых ощущениях.

Сущность этого критерия заключается в сравнении числа полутонов, которые глаз различает на передаваемом объекте, с числом полутонов, которые глаз в состоянии различить на воспроизводимом изображении. Естественно, чем меньшее число полутонов «теряется» в телевизионной системе, тем совершеннее система и выше качество изображения.

Достоинство этого критерия заключается в установлении связи между физическими и субъективными величинами.

В 1952 г. Хиггинс и Джоунс [9] обратили внимание на то обстоятельство, что субъективное восприятие резкости зависит от характера изменения пограничной кривой яркости<sup>1</sup>. По их мнению, субъективное восприятие резкости («острости») пропорционально среднему градиенту  $\bar{G}$  пограничной кривой яркости (градиенту почернений; рис. 2):

$$A = KB_{\max} \bar{G}^2 = \frac{KB_{\max}}{x_B - x_A} \int_{x_A}^{x_B} \left( \frac{dB}{dx} \right)^2 dx, \quad (2)$$

где  $K$  — относительный контраст изображения.

Достоинство критерия (2) заключается в том, что дается количественная мера субъективного восприятия в зависимости от формы пограничной кривой яркости. То, что «острость» коррелирует с резкостью, подтверждает Перрин [10].

<sup>1</sup> По утверждению Вольфа и Айзена, ни максимальная, ни средняя крутизна не находятся в непосредственной связи с субъективным восприятием резкости [11].

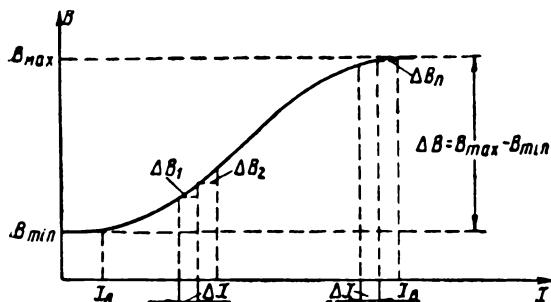


Рис. 2. Пограничная кривая яркости

Недостатком этого критерия является его неоднозначность, так как различные пограничные кривые могут соответствовать одинаковым численным значениям. Будет ли при этом субъективное восприятие резкости одним и тем же?

Практическая ценность критерия (2) в значительной степени умаляется большой ошибкой, которая может возникнуть при численном определении значения «острости»  $A$ , так как имеет место неопределенность в выборе зоны размытости  $x_B - x_A$  пограничной кривой.

Критерий (2) противоречив в своей основе: точное определение  $A$  требует расширения пределов интегрирования от  $-\infty$  до  $+\infty$ , но при этом  $A \rightarrow 0$ .

О несостоятельности критерия (2) можно судить и потому, что в более поздней работе Хиггинс и Вольф [12] утверждают (на основании экспериментальных исследований), что величина почернения  $\Delta B = KB_{max}$  должна входить в выражение не множителем, а делителем, т. е.

$$A = \frac{\bar{G}^2}{KB_{max}}.$$

У самих авторов, по-видимому, большие сомнения относительно справедливости их выводов. Следует также отметить, что, по утверждению Кюстера [13], выражение (2) может характеризовать резкость только изображений высокой четкости.

Большое влияние на качество изображения оказывают шумы. В настоящее время принято оценивать зашумленность изображения отношением сигнал/шум на крупных деталях:

$$\psi = \frac{U_c}{U_w},$$

где  $U_c$  — размах сигнала на крупной детали;  $U_w$  — эффективное значение шума.

За последнее десятилетие проведено большое количество теоретических и экспериментальных работ по выяснению влияния шума на качество изображения (А. М. Халфин, Н. Н. Красильников, С. Б. Гуревич, В. И. Соколов, Шаде, Барстоу, Кристофер, Мерц, Тейл и др.).

В результате этих работ установлено влияние шумов на четкость и контрастность телевизионного изображения, на число передаваемых градаций яркости, изучена кривая видности шума, исследовано различие во влиянии неодинакового спектрального распределения шумов на качество изображения, разработаны различные системы оценки зашумленности изображения.

В последнее время наметился новый подход к оценке влияния шумов на качество телевизионного изображения. Предлагается использовать вероятность  $p$  появления ошибки при передаче яркости точек изображения, вызванной шумовым выбросом. Для удобства оперирования критерий зашумленности определяется величиной

$$S = \log \frac{1}{p}. \quad (3)$$

Критерий (3) аналогичен критерию помехоустойчивости системы, применяемой в общей теории связи.

Различные авторы вкладывают в вероятность  $p$  различный смысл. Так, например, Н. Н. Красильников [14] определяет вероятность  $p$  как отношение суммарного времени, в течение которого сигнал воспринимается с ошибкой, ко времени передачи телевизионного сигнала. Предложенный Г. Д. Заварином [15] критерий помехоустойчивости отличается тем, что под вероятностью  $p$  понимается вероятность ошибочного воспроизведения детального участка репродукции в зависимости от отношения сигнал/шум.

Имеются и другие критерии для характеристики видности шума на изображении. К ним следует отнести метод весовых функций, а также метод взвешенных по уровням значений шума [16], [17], [18].

### Эффективность или добrotность

Качество телевизионного изображения определяется совершенством (добродельностью, эффективностью) работы всей телевизионной системы.

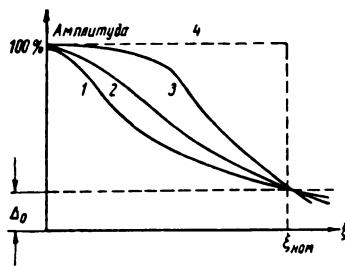


Рис. 3. Апертурно-частотные характеристики

левизионной системы. Поэтому представляется возможным оценивать качество изображений сравнением совершенства работы телевизионных систем, полагая, что, чем выше эффективность системы, тем выше должно быть качество телевизионного изображения.

Подобная оценка систем дается в работах Я. А. Рыфтина и О. Шаде.

В 1949 г. Я. А. Рыфтин [19] ввел понятие **добротности системы**, смысл которого заключается в следующем (рис. 3). Различным апертурным характеристикам 1, 2, 3 соответствует одна и та же разрешающая способность  $\xi_{\text{ном}}$ . Резкость же переходов яркостей на границах темно-светлых деталей у этих систем будет различной, так как она пропорциональна площади частотных характеристик 1, 2, 3.

Отношение площади, захватываемой данной характеристикой, к площади прямоугольной характеристики 4 и принимается за критерий оценки того, насколько системы одной и той же разрешающей силы, но с различными характеристиками разложения отличаются одна от другой.

Для продольного разложения добротность

$$D_x = \frac{1}{\xi_{\text{ном}}} \int_0^{\xi_{\text{ном}}} \vartheta^2(\mu_e \xi) U(\xi) d\xi, \quad (4)$$

а для поперечного разложения

$$D_y = \frac{1}{\xi_y} \int_0^{\xi_y} \vartheta(\mu_y, \xi) \sigma(\mu_y, \xi) d\xi, \quad (5)$$

где  $\vartheta^2(\mu_e \xi) U(\xi)$  — результирующая апертурная характеристика продольного разложения при эффективной апертуре системы  $\mu_e$ , а  $\vartheta(\mu_y, \xi) \sigma(\mu_y, \xi)$  — результирующая характе-

ристика поперечного разложения при апертурах  $\mu_y$ , и  $\mu_y$ .

Общая добротность системы

$$D_0 = D_x D_y.$$

Качество телевизионной передачи должно зависеть как от разрешающей силы системы  $S_0$ , характеризующей четкость изображения, так и от добротности  $D_0$ , характеризующей контрастную воспроизводимость деталей изображения. Следовательно, качество телевизионной передачи оценивается выражением

$$q = S_0 D_x D_y = \frac{f_{\text{ном}} (1 - t_x) (1 - t_y)}{4 k_1 N \tan^2 \beta/2} \times \\ \times D_x \int_0^{\xi_y} \vartheta(\mu_y, \xi) \sigma(\mu_y, \xi) d\xi, \quad (6)$$

в котором множитель

$$\eta = (1 - t_x) (1 - t_y) D_x \int_0^{\xi_y} \vartheta(\mu_y, \xi) \sigma(\mu_y, \xi) d\xi,$$

зависящий только от апертур разлагающих элементов ( $\mu_y$ ), характеристики видеоканала  $U(\xi)$ , потерь на гашение обратных ходов ( $t_x$  и  $t_y$ ) и способа разложения ( $\xi_y$ ), характеризует собой эффективность телевизионной системы — при данных  $f_{\text{ном}}$ ,  $N$ ,  $k_1$  и  $\beta$ .

Достоинство критерия (6) в том, что он объединяет в себе два наиболее важных частных признака качества — четкость и контрастность. Учитываются при этом характеристики как продольного, так и поперечного разложения.

Недостатком этого критерия является некоторая неоднозначность, так как площади апертурных характеристик могут быть одинаковы, а качество передачи — различно.

О. Шаде [5] в 1951 г. предложил оценивать качество изображающей системы гипотетической эквивалентной апертурой с прямоугольной частотной характеристикой для числа линий от  $N = 0$  до  $N_e$ .

При этом

$$N_e = \int_0^{\infty} (r_{\tilde{\psi}})_N^2 dN = \int_0^{\infty} \left( \frac{\tilde{\psi}_N}{\tilde{\psi}_0} \right)^2 dN. \quad (7)$$

Здесь введены следующие обозначения:  $\tilde{\psi}_N$  — амплитуда синусоидального светового

потока, проходящего через апертуру при числе линий  $N$ ;  $\tilde{\psi}_0$  — величина синусоидального светового потока, проходящего через апертуру при числе линий  $N \rightarrow 0$ ;  $r_{\tilde{\psi}} = \frac{\tilde{\psi}_N}{\tilde{\psi}_0}$  — коэффициент синусоидальной апertureно-частотной характеристики.

Интеграл квадрата  $r_{\tilde{\psi}}$  можно понимать как нормализованное среднеквадратичное отклонение или как эквивалентную полосу пропускания с прямоугольной характеристикой до числа линий  $N_e$ .

Если сравнить выражение (7) для числа  $N_e$  с выражением добротности (4), то легко можно заметить их идентичность. По существу, критерий эквивалентной полосы пропускания является частным случаем критерия добротности системы. Следовательно, критерию (7) свойственны те же недостатки — отсутствие учета влияния флюктуационных шумов и непосредственной связи между ним и субъективным восприятием качества изображения.

### Информационные критерии

С. И. Катаев и Л. И. Хромов предложили оценивать качество изображения по максимальному количеству информации  $I_{max}$ , которое может содержаться в нем [20]. Они предложили критерий в виде

$$D_k = 2k_1 l^2 N_{max}^2 \log_2 \left[ 1 + \frac{N_e}{N_{max}} \psi_{max}^2 \right], \quad (8)$$

где  $k_1$  — формат кадра;  $l$  — высота кадра;  $N$  — разрешающая способность системы (лин/мм);  $N_e$  — эквивалентная полоса пропускания (по Шаде);  $\psi$  — отношение сигнал/шум на крупной детали;  $2k_1 l^2 N^2$  — число элементов в кадре.

Достоинство критерия (8) в том, что он включает в себя три частных критерия качества ( $N_{max}$ ,  $N_e$  и  $\psi_{max}$ ), каждый из которых в той или иной мере используется на практике. По утверждению авторов, смысл критерия  $D_k$  заключается в том, что он является приближенной оценкой максимального количества информации  $I_{max}$  в кадре изображения и, следовательно, характеризует различимость или дешифрируемость изображений.

Недостаток данного критерия, как и критериев (6) и (7), заключается в необходимости оценки влияния частных признаков

( $N_{max}$ ,  $N_e$ ,  $\psi_{max}$ ) на качество изображения, т. е. отсутствует однозначная связь между количественной мерой (8) и субъективным восприятием качества изображения.

Применение теории информации оказывается удобным также в том случае, когда необходимо сравнивать системы с существенно различными показателями, так как здесь оценка систем может быть произведена посредством определения объема информации, передача которого обеспечивается системами. Здесь количество информации выступает в роли единицы качества, общей для любой системы.

Если максимальное количество информации в наиболее содержательном передаваемом изображении  $I_0$ , а телевизионная система может передать только количество информации  $I_t$ , то потерянное количество информации определяется как

$$\Delta I = I_0 - I_t = I_0 \left( 1 - \frac{I_t}{I_0} \right). \quad (9)$$

Степень соответствия телевизионного изображения передаваемому оригиналу тем больше, чем меньше относительные потери информации  $\frac{\Delta I}{I_0}$ . Отсюда С. Б. Гуревич [21] определяет качество телевизионного изображения величиной

$$Q = 1 - \frac{\Delta I}{I_0} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 \beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4 \beta_5. \quad (10)$$

Коэффициенты  $\alpha$  определяют степень сохранения информации по различным показателям (о спектральном составе регистрируемого оптического излучения, о детальности объекта и т. п.). Коэффициенты  $\beta$  определяют долю общего количества информации  $I_t$ , сохраняемую системой при наличии искажений (вследствие нелинейности характеристики преобразования света в сигнал, наличия паразитных сигналов и т. п.).

Ценность данного критерия заключается в том, что он является функцией многих частных признаков качества, т. е. отражает тот несомненный факт, что качество изображения можно оценить только совокупностью всех частных критериев качества. Однако выражение (10) никоим образом не отражает психофизиологических особенностей восприятия зрением изображения. Практическая ценность критерия снижается из-за трудностей определения коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$ .

Вопрос о том, какое количество информации можно получить из телевизионного изображения, является вопросом объективной различимости («десифирируемости») изображения. Процесс же определения различимости деталей изображения связан с определением статистической ошибки, а именно: какова вероятность того, что данная деталь различается на фоне изображения. На основе этих рассуждений Нейдгардт [22] пришел к выводу, что качество черно-белого телевизионного изображения возможно оценивать энтропией детальности по выражению:

$$H_{\text{gem}} = - \sum_n W(X_{F,n}) \log_2 W(X_{F,n}), \quad (11)$$

где  $W(X_F)$  — «объективная различимость деталей», определенная как вероятность, с которой яркость рассматриваемой детали превышает пороговое значение шумов;  $n$  — число деталей изображения;  $F$  — поверхность.

Качество цветного изображения Нейдгардтом оценивается как энтропия более высокого порядка (третьего) — с учетом цветового тона и насыщенности.

Недостатки критерия (11) аналогичны недостаткам критериев (10) и (8). Кроме того, вопрос практического измерения энтропии деталей приводит к большому количеству методов измерений, ни один из которых до сих пор еще не может быть назван наилучшим.

### Выводы

Из проведенного анализа видно, что в настоящее время отсутствует общепризнанный критерий качества изображения или совершенства системы. Общим главным недостатком большинства рассмотренных критериев является их неоднозначность и условность в оценке качества, так как критериями не устанавливается связь между количественной мерой физических признаков качества и количественной мерой их субъективной оценки.

При разработке новых критериев следует стремиться: к их интегральности, установлению количественной связи между физическими признаками и мерой их субъективной оценки, к учету «весовых» и «обменных» соотношений между частными признаками качества.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Рыфтин Я. А., О четкости и качестве изображений в телевидении, ЖТФ, 1933, III, вып. 2—3.
2. Dawes W. E., Mem. Roy. Astron. Soc., London, 1850, 35.
3. Lord Rayleigh, Phil. Mag., 1879, 8, 266.
4. Рыфтин Я. А., К оценке разрешающей способности передающих телевизионных трубок, Сб. работ, посвященных 70-летию академика А. Иоффе, М., изд. АН СССР, 1950.
5. «Оценка качества оптического изображения». Перевод с англ., под ред. О. А. Герасимовой, М., 1961.
6. Галин В. С., Доклад на XI научно-технической конференции, посвященной Дню радио, Л., 1956.
7. Галин В. С. Оценка качества изображения, воспроизводимого телевизионными приемными трубками, Доклад на XIII совещании по научной фотографии, М., 1962.
8. Орловский Е. Л., Медников Ю. И., О воспроизведении полутонов в телевидении при наличии помех, Доклад на XVII научно-технической конференции, посвященной Дню радио, Л., апрель 1962 г.
9. Higgins G. C., Jones L. A., The Nature and Evaluation of the Sharpness of Photographic Images, JSMPT, 1952, 58, № 4.
10. Perrin F. H., JSMPT, 1960, 69.
11. Wolfe R. N., Eisen F. C., Journ. Optical Society of America, 1953, 43.
12. Higgins G. C., Wolfe R. N., JSMPT, 1956, 65.
13. Küster A., Über die Abbildungsschärfe photographischer Schichten-Subjektiver Eindruck und objektive Maßzahlen, Bild und Ton, 1961, № 6.
14. Красильников Н. Н., Помехоустойчивость телевизионных устройств, М.—Л., 1961.
15. Заварин Г. Д., Критерий и количественная мера помехоустойчивости телевизионного метода передачи изображений. Доклад на XVII научно-технической конференции, посвященной Дню радио, Л., 1962.
16. Schade O., Image Gradation Graininess and Sharpness in Television and Motion Picture Systems, part III, JSMPT, 1953, 61, № 2.
17. Barstow I. M., Christopher H. N., The Measurement of Random Monochrome Video Interference, Trans. AIEE, 1953, 72.
18. Theile R., Fix H., Zur Definition der durch die statischen Schwankungen bestimmten Störabstandes in Fernsehen, Arch. d. elektrischen Übertragung, 1956, 10.
19. Рыфтин Я. А., Метод апертурно-асимметричного разложения в телевидении, ЖТФ, 1949, т. XIX, вып. 7.
20. Катаев С. И., Хромов Л. И., Об обобщенном критерии оценки качества изображения, Техника кино и телевидения, 1962, № 4.
21. Гуревич С. Б., О связи между качеством воспроизведения изображения и количеством переданной информации в телевидении, Вопросы радиоэлектроники, серия IX, Техника телевидения, вып. 6, 1961.
22. Нейдгардт П., Определение качества изображения в черно-белом и цветном телевидении, Nachrichtentechnik, 1957, 9.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕТАЛИМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛЕНОК, ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПО СПОСОБУ ОБРАЩЕНИЯ

77.023.415.25

Описан деталиметрический метод исследования, и изучены деталиметрические характеристики пленок, обрабатываемых по способу обращения. Установлена зависимость между сенситометрическими характеристиками и фотографическими деталями яркости для исследованных пленок.

Работа проведена в связи с установлением рационального критерия светочувствительности обрабатываемых пленок.

При проведении исследования использован (с некоторыми видоизменениями) деталиметрический метод, описанный Г. С. Барановым [1, 2]. Исследование проводилось в связи с нашими ранее опубликованными сообщениями, которые были посвящены вопросу о критериях светочувствительности пленок, обрабатываемых по способу обращения [3, 4].

## I. Методика исследования

### 1. Описание деталиметра

Деталиметр был сконструирован так, чтобы на нем можно было экспонировать отрезки пленки размером 35 мм на 12 см.

В качестве модуляторов экспозиции были применены оптически-нейтральные непрерывные клинья: при первой засветке — продольный клин шириной 35 мм и длиной 12 см, при второй — поперечный клин шириной 12 см и длиной 35 мм, с квадратной сеткой из непрозрачных линий шириной 1 мм, разделяющей клин на квадраты размером 2 × 2 мм. Для второй экспозиции варьировалась не выдержка, а освещенность; выдержки при первом и втором экспонировании были одинаковы; это соответствует условиям практического использования фотоматериалов.

Эспонирование пленок на деталиметре осуществлялось контактным способом.

Диффузные оптические плотности продольного клина были измерены на поляризационном денситометре через каждые 0,5 см.

Постоянная продольного клина  $k_1$  равна 0,36.

Из-за малых размеров участков поперечного клина, ограничиваемых сеткой, измерить их диффузные плотности непосред-

ственно на поляризационном денситометре оказалось невозможным. Поэтому сначала были измерены регулярные плотности на микрофотометре. Затем был установлен коэффициент перехода от регулярных оптических плотностей к диффузным при помощи вспомогательного клина, аналогичного поперечному клину деталиметра, но без сетки. Вспомогательный клин был последовательно измерен на поляризационном денситометре и на саморегистрирующем микрофотометре. Оказалось, что постоянные вспомогательного клина для диффузного и направленного света соответственно равны 0,70 и 0,72, следовательно, коэффициент перехода равен 0,97.

Найденная таким образом постоянная поперечного клина  $k_2$ , соответствующая приращениям диффузных оптических плотностей, оказалась равной 0,57.

### 2. Формула детали яркости при экспонировании под деталиметром

Согласно терминологическому стандарту [5], деталью яркости объекта называется разность логарифмов яркостей двух соседних элементов объекта. Эта величина обозначается буквой  $\Delta$  и математически выражается формулой

$$\lg B_1 - \lg B_2.$$

Мы будем обозначать ее в дальнейшем  $\Delta \lg B$  и, обозначив соседние яркости через  $B$  и  $B + \Delta B$ , получим следующее выражение для детали яркости:

$$\begin{aligned} \Delta \lg B &= \lg (B + \Delta B) - \lg B = \\ &= \lg \frac{B + \Delta B}{B} = \lg \left( 1 + \frac{\Delta B}{B} \right). \end{aligned} \quad (1)$$

Фотографической деталью яркости  $\Delta_\phi$ , согласно тому же стандарту, называется наименьшая деталь яркости, которая может быть передана фотографическим слоем в виде различимых друг от друга почернений при данной экспозиции.

Математически это можно выразить так:

$$\Delta\varphi = \lg \left( 1 + \frac{\Delta H}{H} \right)_{\min}.$$

Применительно к деталиметрическому методу приращение логарифма яркости можно заменить численно равным ему приращением логарифма экспозиции и выразить эту величину следующим образом:

$$\Delta \lg H = \lg \left( 1 + \frac{\Delta H}{H} \right), \quad (1')$$

где  $H$  — экспозиция под продольным клином;  $\Delta H$  — экспозиция под поперечным клином, причем  $H \gg \Delta H$ .

Нетрудно вывести зависимость  $\Delta \lg H$  от координат «точки» деталиметра, для которой определяется эта величина.

Учитывая, что  $H = E_1 \tau_1 l_1$  и  $\Delta H = E_2 \tau_2 l_2$ , где  $E_1$  и  $E_2$  — освещенности клиньев;  $\tau_1$  и  $\tau_2$  — коэффициенты пропускания, а также что выдержки  $l_1$  и  $l_2$  равны, можем формулу (1') переписать в виде

$$\Delta \lg H = \lg \left( 1 + \frac{E_2 \tau_2}{E_1 \tau_1} \right). \quad (2)$$

Выразим  $\tau_1$  и  $\tau_2$  через оптические плотности:

$$\lg \frac{1}{\tau_1} = D_1 + k_1 l_1 \text{ и } \lg \frac{1}{\tau_2} = D_2 + k_2 l_2.$$

В этих формулах  $D_1$  и  $D_2$  — плотности в начале продольного и поперечного клина;  $k_1$  и  $k_2$  — постоянные клиньев;  $l_1$  и  $l_2$  — расстояния данного участка того и другого клина от начала.

Переходя к показательным уравнениям, будем иметь

$$\frac{1}{\tau_1} = 10^{D_1+k_1 l_1}; \quad \frac{1}{\tau_2} = 10^{D_2+k_2 l_2}. \quad (3,4)$$

Наконец, из (2) и (3,4) получаем

$$\Delta \lg H = \lg \left( 1 + \frac{E_2 \times 10^{D_2+k_2 l_2}}{E_1 \times 10^{D_1+k_1 l_1}} \right). \quad (5)$$

Произведя преобразование и обозначив  $\frac{E_2}{E_1}$  через  $C$  и разность  $D_1 - D_2$  через  $\Delta D$ , получим формулу для приращения логарифма экспозиции в следующем виде:

$$\Delta \lg H = \lg (1 + C \times 10^{\Delta D + k_2 l_2 - k_1 l_1}). \quad (6)$$

Освещенность  $E_1 = 0,5 \text{ лк}$ , а освещенность  $E_2$  была уменьшена за счет установки перед источником света деталиметра нейтрально-серого фильтра. Эффективная оптическая плотность этого светофильтра, представляющего собой рассеивающую свет

среду, была определена методом фотографической фотометрии в условиях работы светофильтра.

Величина эффективной оптической плотности серого светофильтра  $D_\varphi$  оказалась равной 2,22.

Зная  $D_\varphi$ , можно вычислить освещенность при втором экспонировании  $E_2 = E_1 \tau_{\text{сф}}$ , где  $E_1$  — освещенность при первом экспонировании;  $\tau_{\text{сф}}$  — коэффициент пропускания серого светофильтра.

Так как  $\lg \frac{1}{\tau_{\text{сф}}} = D_\varphi = 2,22$ , то  $\frac{1}{\tau_{\text{сф}}} = 166,0$ .

Следовательно,  $E_2 = 0,5 \frac{1}{166,0} = 0,003 \text{ лк}$  и постоянная  $C = \frac{E_2}{E_1} = \frac{0,003}{0,5} = 0,006$ .

В формулу (6) входит также постоянная величина  $\Delta D$ , равная разности оптических плотностей  $D_1 - D_2$  продольного и поперечного клина в начале их оптических осей.

Исходя из постоянной клина и значения плотности середины первого участка были рассчитаны плотности  $D_1$  и  $D_2$  и по их разности  $D_1 - D_2$  определена величина  $\Delta D$ , равная 0,01.

Введя в формулу (6) вычисленные значения коэффициентов, получим окончательную формулу величины  $\Delta \lg H$ :

$$\Delta \lg H = \lg (1 + 0,006 \times 10^{0,07+0,36 l_2 - 0,57 l_1}). \quad (7)$$

### 3. Построение и использование измерительной сетки для определения фотографических деталей яркости

Для практического определения фотографических деталей яркости необходимо построить так называемую измерительную сетку, состоящую из системы линий, каждая из которых соответствует совокупности точек клина с одинаковыми относительными добавочными экспозициями при втором экспонировании, т. е. с некоторой постоянной величиной  $\frac{\Delta H}{H}$ .

Обозначим выражение, стоящее в скобках в (7), через  $X$ :

$$X = 1 + 0,006 \times 10^{0,07+0,36 l_2 - 0,57 l_1}.$$

В этом выражении второй его член, согласно (1'), представляет собой относительное приращение экспозиции  $\frac{\Delta H}{H}$ .

Величину  $10^{0,07+0,36 l_2 - 0,57 l_1}$ , обозначим через  $Z$ , тогда  $\lg Z = 0,07 + 0,36 l_2 - 0,57 l_1$ , откуда  $\frac{\lg Z - 0,07}{0,57} = \frac{0,36 l_2}{0,57} - l_1 = 0,632 l_2 - l_1$ .

Поскольку величина  $\frac{\Delta H}{H}$  по условию постоянна, можно положить

$$0,632 l_1 - l_2 = b. \quad (8)$$

где  $b$  — постоянная величина, т. е. для любого постоянного значения  $\frac{\Delta H}{H}$ , равного  $b$ , имеет место уравнение (8).

Напишем уравнение (8) в следующем виде:

$$l_2 = 0,632 l_1 - b. \quad (8')$$

Выражение (8') есть уравнение прямых линий, образующих с осью абсцисс угол  $\alpha = 32^\circ 18'$  ( $\operatorname{tg} \alpha = 0,632$ ) и отсекающих на оси ординат отрезки, равные  $-b$ , причем начало координат ( $l_2 = l_1 = 0$ ) расположено в вершине угла деталиметра, а осями координат служат его стороны.

Для построения измерительной сетки деталиметра по оси ординат через каждые 2 мм (масштаб выбран из практических соображений для удобства пользования сеткой) проводятся параллельные линии под углом наклона к оси абсцисс  $\alpha$ , равным  $32^\circ 18'$ .

Таким образом, для каждой линии равных относительных прибавок экспозиций, нанесенных на измерительную сетку деталиметра, вычислены значения приращений логарифмов экспозиций.

Общий вид измерительной сетки показан на рис. 1.

Рабочая измерительная сетка была изготовлена на прозрачной пленке. Она используется следующим образом. Подлежащую измерению деталиграмму совмещают по контурам с сеткой так, чтобы начало координат сетки совпадало с вершиной угла деталиграммы, имеющего максимальное почернение. Затем деталиграмму рассматривают при 5-кратных увеличениях на фоне опалового стекла с яркостью порядка 10 000 асб и отмечают границу исчезновения участков, получивших добавочную экспозицию. Линии равных относительных прибавок экспозиций, пересекающие границу исчезновения участков, численно характеризуют фотографические детали яркости.

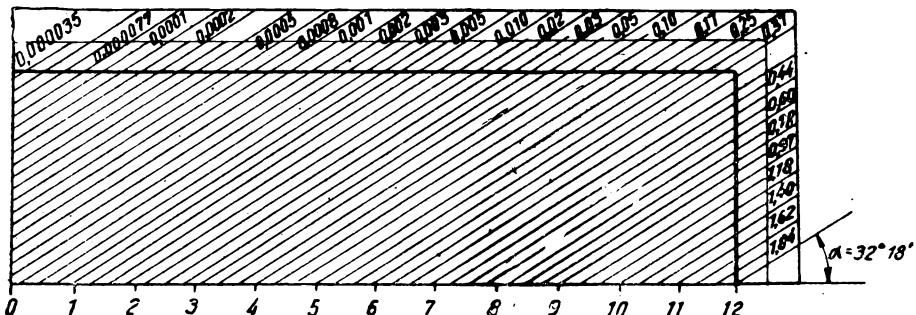


Рис. 1. Деталиметрическая сетка

Эти линии являются линиями равных деталей яркости, т. е. относительных прибавок экспозиций при втором экспонировании за поперечным клином. Для каждой линии измерительной сетки (для каждого данного значения  $b$ ) вычисляем  $\lg Z$  по уравнению  $\lg Z = 0,57 b + 0,07$ . После этого находим  $Z$  и по формуле  $X = 1 + 0,006 Z$  вычисляем  $X$ . Согласно принятому выше обозначению,  $\lg X = \Delta \lg H$ .

Минимальное значение ( $\Delta \lg H_{min}$ ), определяемое по деталиграмме как еще заметная разница  $\Delta D$ , является фотографической деталью яркости  $\Delta_\phi$ .

## II. Определение деталиметрических характеристик

### 1. Использованные фото- и кинопленки и условия их экспонирования и обработки

При испытаниях использовались следующие пленки: 1) обратимая ОКП-1 эм. № 4; 2) обратимая без противоореольного слоя, изготовленная по специальному заказу; 3) негативная МЗ-2, эм. № 538; 4) фотопленка типа 11-400, эм. № 16; 5) фотопленка 10-600, эм. № 538; 6) позитивная кинопленка МЗ, эм. № 533.

Источником света служила сенситометрическая лампа в сочетании со светофильтром солнечного света ( $T_c = 5000^\circ\text{K}$ ).

Для экспонирования использовалась кассета от сенситометра ФСР-4 и оптическая скамья с салазками для крепления кассеты с деталиметром. Расстояние от деталиметра до источника света было равно 1,32 м, причем освещенность равнялась 0,5 лк. В отдельных опытах освещенность была 1 лк и 8 лк. Экспозиции подбирались на основании предварительных опытов — так, чтобы получились полные кривые передачи фотографических деталей яркости, охватывающие все части характеристической кривой. Позитивная кинопленка экспонировалась без светофильтра. Каждая пленка экспонировалась дважды: за продольным и за поперечным клином, причем при втором экспонировании оставлялась заскранированная полоска для построения характеристической кривой.

Пленки обрабатывались способом, описанным в [4].

Фотографические детали яркости на деталиграммах определялись, как описано выше, с помощью измерительной сетки.

## 2. Результаты оценки деталиграмм

По результатам измерения деталиграмм были построены соответствующие графики. В качестве примера приводим характеристи-

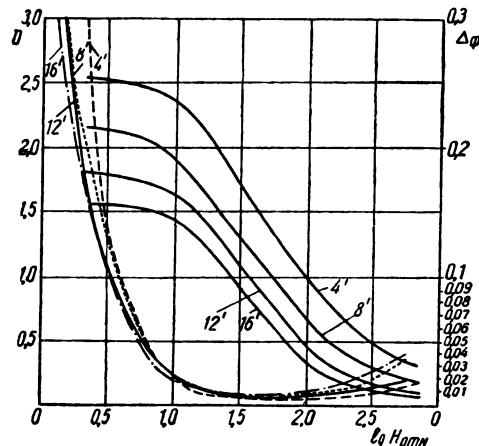


Рис. 2. Характеристические кривые и кривые фотографических деталей яркости, полученные при различных временах проявления с пленкой ОКП-1

стические кривые и кривые деталей пленки ОКП-1 (рис. 2).

Для всех пленок общего вида кривых, выражающих зависимость  $\Delta_\Phi$  от  $\lg H$ , был один и тот же, но кривые, полученные для различных пленок, отличались (в большей или меньшей степени) положением и численным значением минимума, большей или меньшей плавностью хода кривой вблизи минимума и ходом кривой в целом.

Из характеристических кривых были получены сенситометрические показатели, а

Таблица 1

№ опыта	Название пленки	Время проявления в 1-м провивителе	$D_{max}$	$D_{min}$	$\tau$	$L$	$\Delta_\Phi$	$D_{\Delta\Phi}$
1—3	Обратимая кинопленка ОКП-1	4'	2,55	0,29	1,45	0,83	0,008	1,31
		8'	2,19	0,17	1,32	0,80	0,008	1,15
		12'	1,92	0,09	1,32	0,67	0,009	0,97
		16'	1,73	0,07	1,32	0,57	0,009	0,87
4	Обратимая кинопленка ОКП-1 без противореольного слоя	4'	3,0	0,70	1,80	0,70	0,010	1,69
		8'	3,0	0,46	1,98	0,50	0,007	1,66
		12'	2,97	0,28	1,70	0,90	0,010	1,30
		16'	2,72	0,18	1,88	0,80	0,010	1,20
5—8	Кинонегативная пленка МЗ-2	4'	1,76	0,21	0,91	1,00	0,006	1,04
		8'	1,60	0,13	0,95	0,83	0,007	0,88
		12'	1,43	0,08	0,98	0,80	0,009	0,76
		16'	1,35	0,06	1,00	0,73	0,009	0,64

Продолжение табл. I

№ опыта	Название пленки	Время проявления в 1-м проявлении	$D_{max}$	$D_{min}$	$\tau$	$L$	$\Delta_\Phi$	$D_{\Delta\Phi}$
9—11	Пленка типа 11-400	4'	2,35	0,25	1,30	1,07	0,007	1,24
		8'	2,15	0,09	1,56	0,90	0,008	1,02
		12'	1,89	0,07	1,76	0,60	0,012	0,89
		16'	1,65	0,07	1,75	0,57	0,013	0,78
12—14	Пленка типа 10-600	4'	2,22	0,17	1,54	0,77	0,012	1,09
		8'	1,99	0,13	1,36	0,80	0,012	0,98
		12'	1,83	0,10	1,32	0,67	0,016	0,88
		16'	1,65	0,07	1,26	0,70	0,018	0,81
15—16	Позитивная кино-пленка МЗ	2'	3,0	0,38	2,32	0,70	0,006	1,67
		4'	2,84	0,08	2,52	0,75	0,007	1,21
		8'	2,05	0,06	1,97	0,65	0,009	0,95
		12'	1,54	0,05	1,74	0,50	0,010	0,71

из кривых деталей — величины фотографических деталей яркости  $\Delta_\Phi$ , соответствующие минимумам этих кривых; были измерены также величины плотностей, отвечающие этим минимумам.

Усредненные сенситометрические показатели и деталиметрические характеристики пленок приведены в табл. 1. В столбце 8 приведены минимальные значения фотографических деталей яркости, а в столбце 9 — соответствующие им оптические плотности.

Для выяснения связи между фотографическими деталями яркости и величиной градиента соответствующих характеристических кривых были построены кривые

градиентов, т. е. производные характеристических кривых в сопоставлении с кривыми фотографических деталей. В качестве примера приведен график для пленки ОКП-1 (рис. 3).

### 3. Обсуждение результатов измерений

В результате изучения деталиметрических графиков и приведенных в таблице материалов можно сделать следующие выводы. Минимальные фотографические детали яркости в большинстве случаев возрастают с временем первого проявления, как это особенно заметно, если сравнить их значения для наибольшего и наименьшего времени первого проявления. Это значит, что передача фотографических деталей яркости с увеличением времени первого проявления несколько ухудшается. Оптические плотности  $D_{\Delta\Phi}$ , соответствующие минимуму кривых фотографических деталей яркости, закономерно уменьшаются с временем первого проявления.

В табл. 2 приведены значения оптических плотностей, соответствующих минимальным фотографическим деталям яркости для пленок, проявленных с обращением.

На основании данных этой таблицы минимальным фотографическим деталям яркости соответствует средний интервал плотности от  $\sim 0,80$  до  $\sim 1,25$ .

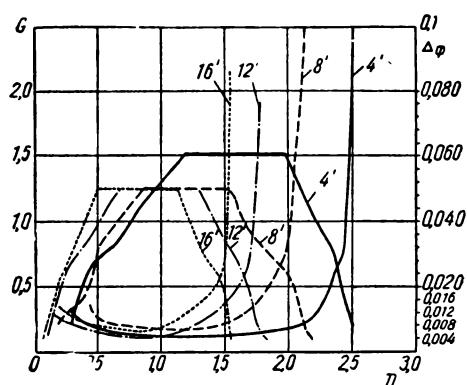


Рис. 3. Кривые градиентов и кривые фотографических деталей яркостей, полученные при различных временах проявления, с пленкой ОКП-1

Таблица 2

№ опыта	Интервал плотности, соответствующий минимальной фотографической детали яркости	№ опыта	Интервал плотности, соответствующий минимальной фотографической детали яркости
1	0,81—1,20	9	0,75—0,90
2	1,00—1,56	10	0,76—1,28
3	0,79—1,18	11	0,84—1,16
4	1,30—1,69	12	0,85—1,14
5	0,58—1,04	13	0,75—1,10
6	0,65—1,28	14	0,83—1,03
7	0,68—0,92	15	0,70—1,64
8	0,65—0,90	16	0,71—1,70

Следовательно, в этом интервале плотностей расположены наиболее эффективные участки характеристических кривых исследованных пленок, обеспечивающие наилучшую передачу деталей яркости объектов съемки при обработке их с обращением.

При рассмотрении графиков (примеры которых приведены на рис. 2 и 3) было установлено, что минимумы кривых деталей соответствуют максимальным значениям градиента, т. е. коэффициенту контрастности фотослоя (гамме), и что вся пологая часть кривой деталей по своему положению соответствует приблизительно прямолинейным участкам характеристических кривых. С уменьшением градиента в сторону низких и в сторону высоких плотностей фотографические детали яркости возрастают. С увеличением времени первого проявления кривые фотографических деталей яркости и их минимумы смещаются по оси абсцисс влево, в сторону меньших плотностей. Аналогичное явление наблюдается в отношении кривых градиентов, а именно: прямолинейные участки, т. е. области постоянных градиентов, смещаются влево по оси абсцисс, в сторону меньших плотностей.

Таким образом, пологая часть кривых фотографических деталей яркости соответствует всегда прямолинейному участку, независимо от времени первого проявления, а точка минимума — середине этого участка.

Следовательно, наилучшая передача деталей яркости получается в средней области прямолинейных участков характеристических кривых пленок, обрабатываемых с обращением.

### III. Зависимость

между оптической плотностью  $D_{\Delta\Phi}$ , соответствующей минимуму кривой фотографических деталей яркости, и оптической плотностью, соответствующей тому или иному критерию светочувствительности

Для изучения этой зависимости были выбраны оптические плотности  $D_{cp}$ ,  $D_{max}$  и  $D_{min}$ , соответствующие трем критериям светочувствительности, результаты исследования которых были опубликованы нами ранее [3, 4].

На рис. 4 показана зависимость между усредненными значениями  $D_{\Delta\Phi}$  и значениями  $D_{max}$ ,  $D_{min}$  и  $D_{cp}$ , вычисленными по данным табл. 1. По горизонтальной оси отложены значения  $D_{\Delta\Phi_{min}}$  оптической плотности, которые соответствуют минимумам кривых фотографических деталей яркости, полученным с различными пленками при различных временах проявления. По оси ординат отложены соответствующие значения  $D_{cp}$ ,  $D_{max}$  и  $D_{min}$ . На рисунке изображена также пунктирная кривая, проходящая через начало системы координат под углом  $45^\circ$  к осям координат. Координаты точек этой прямой удовлетворяют равенству  $D_{\Delta\Phi} = D_{kp}$  и, следовательно, равенству величин светочувст-

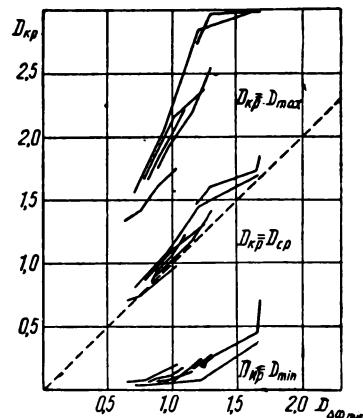


Рис. 4. Зависимость между оптической плотностью, соответствующей различным критериям светочувствительности —  $D_{max}$ ,  $D_{cp}$  и  $D_{min}$ , — и оптической плотностью, соответствующей минимуму фотографической детали яркости

вительности, соответствующих этим плотностям.

Из рис. 4 видно, что характер зависимости между  $D_{\Delta\Phi}$  и  $D_{cp}$ , с одной стороны, и между  $D_{\Delta\Phi}$  и  $D_{max}$ , а также между  $D_{\Delta\Phi}$  и  $D_{min}$ , с другой стороны, различен. Значения  $D_{cp}$  располагаются вблизи прямой линии, т. е. они близки или равны значениям  $D_{\Delta\Phi}$ . Они возрастают с увеличением  $D_{\Delta\Phi}$ , причем равным приращениям  $D_{\Delta\Phi}$  соответствуют равные приращения  $D_{cp}$ .

Рассмотрим зависимости между  $D_{\Delta\Phi}$  и  $D_{min}$  и  $D_{max}$ .

Из рисунка видно, что первая зависимость тоже приблизительно линейная, но величина  $D_{min}$  возрастает более медленно с возрастанием  $D_{\Delta\Phi}$ : некоторому приращению  $\Delta D_{\Delta\Phi}$  соответствует не равное, как в предыдущем случае, а меньшее приращение  $\Delta D_{min}$ .

Наоборот, в случае максимальной плотности  $D_{max}$  некоторому приращению  $\Delta D_{\Delta\Phi}$  соответствует значительно большее приращение  $\Delta D_{max}$ , причем здесь зависимость  $D_{max}$ ,  $D_{\Delta\Phi}$  тоже приблизительно является линейной.

Если от величин оптических плотностей перейти к величинам светочувствительности, вычисляемым по этим плотностям, то можно формулировать следующий основной вывод. Величины светочувствительности, определяемые при критериях  $D_{cp}$  и  $D_{\Delta\Phi}$ , практически одинаковы или близки для всех испытанных пленок и времен первого проявления.

Этот вывод подтверждает рациональность выбора в качестве критерия светочувствительности средней плотности  $D_{cp} = 0,5(D_{max} + D_{min})$ , которая соответствует

наилучшей проработке различий яркости сюжетно важной части изображения, расположенной вблизи  $D_{cp}$ .

## Выводы

1. Описан деталиметрический метод исследования для оценки пленок, обрабатываемых способом обращения.

2. Приведены результаты деталиметрических испытаний некоторых кино- и фотопленок.

3. Показано, что наилучшая передача деталей яркости имеет место в средней части прямолинейных участков характеристических кривых, в интервале плотностей от  $\sim 0,80$  до  $\sim 1,25$ .

4. Изучена зависимость между оптической плотностью  $D_{\Delta\Phi}$ , соответствующей минимуму кривых фотографических деталей яркости, и плотностью  $D_{kp}$ , соответствующей тому или иному критерию светочувствительности.

5. Установлено, что величины светочувствительности, определенные при критериях  $D_{cp}$  и  $D_{\Delta\Phi}$ , одинаковы или очень близки для всех испытанных пленок и времен проявления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов Г. С., Деталиметрическое определение фотографических свойств. Диссертация, НИКФИ, 1943.
2. Баранов Г. С., Вопросы теории фотографического воспроизведения, Госкиноиздат, 1949.
3. Модестов Б. Н., Техника кино и телевидения, 1960, № 11, стр. 47.
4. Модестов Б. Н., Техника кино и телевидения, 1962, № 3, стр. 49.
5. ГОСТ 2653—44. Основные понятия и величины фотографической сенситометрии.

Всесоюзный  
научно-исследовательский  
киноФОИнститут

Х КАРЛЕС  
(Мексика)

# ЗАШУМЛИВАНИЕ МАГНИТНЫХ ФОНОГРАММ И БОРЬБА С НИМ

778.534.425

Доклад, прочитанный на V Конгрессе УНИАТЕК в Москве

Отмечается роль техники магнитной записи звука и изображения в кинематографии. Рассматриваются причины возникновения копирэфекта, и указываются способы его предотвращения. Описывается оригинальная схема шумоподавления, свободная от слышимых искажений и слышимых колебаний уровня остаточного шума.

Кинопромышленность находится на пороге коренных преобразований. Все более широкое внедрение электроники в будущей кинопромышленности приведет нас к небывалым результатам.

Из электронных средств и методов, уже сейчас используемых в кинематографии, несомненно, получит еще большее распространение запись сигналов на магнитной ленте. Целью настоящей работы является исследование некоторых вопросов в данной области.

Кроме повсеместного применения магнитной ленты в промышленности для звукозаписи, уже сейчас можно предугадать ту огромную роль, которую будет играть запись изображений, причем не только черно-белых, но и цветных, для записи которых она является особенно ценной (как мы увидим позднее). В камере будущего не будет ни фотопленки, ни каких бы то ни было движущихся механизмов. Она будет во многом походить на телевизионные камеры наших дней, преимущества которых очевидны. Записанную сцену можно будет немедленно воспроизвести, имея в то же время более высокую чувствительность, эффективность и надежность. Можно будет также немедленно решить, стоит ли переносить запись на фотоматериал. Можно стереть плохие кадры и т. д. так, как это делается в повседневной практике звукозаписи в наше время. Экономические преимущества магнитной ленты очевидны; ее можно использовать много раз, а на фотоматериал будет перенесена лишь небольшая часть негатива. Экономия будет особенно существенна при цветной съемке. Кроме того, отпадет необходимость в процессе коррекции с помощью цветных фильтров, отнимающем много времени. Цветная коррекция или цветовой баланс будет осуществляться по желанию в любой момент

переноса, а простота и скорость, с которой вращаются соответствующие рукоятки электронных устройств, значительно повышают степень управляемости.

Мы уже теперь можем сказать, что технические достижения позволяют предвидеть в ближайшем будущем преодоление существующих пока что технических трудностей.

Магнитная лента (в качестве материала для записи изображения) имеет для кинематографии громадное значение.

Целью данной работы является рассмотрение проблемы шумов и загрязнений магнитной ленты, способов предотвратить их появление и способов их подавления в том случае, если они все же возникли. В качестве примера рассматривается запись звука на магнитную ленту.

Прежде всего рассмотрим, что такое загрязнение или копирэфект и каковы последствия этого явления.

Магнитная запись осуществляется посредством изменения или перестройки молекулярной структуры ферромагнитного материала в результате воздействия на нее магнитного поля, несущего в себе необходимую информацию.

По мере того как магнитная лента наматывается на катушку и каждый виток накладывается на другой, магнитное поле одного витка может повлиять на ближайшие примыкающие витки, поскольку особенно сильные сигналы записи или обладающие соответственно более сильными магнитными полями импульсы имеют склонность «пропечатываться» на участках пленки, на которых записаны сигналы меньшего уровня, создавая ошибку в сигнале или «эхо». В результате запись иногда становится совершенно негодной. Этот пропечатанный сигнал, как правило, примерно на 50 дБ ниже нормального уров-

ния записи, но иногда имеют место случаи столь сильного загрязнения, что разность между обоими уровнями составляет всего 20 дБ. Это очень заметно при воспроизведении и особенно неприятно оказывается во время паузы между записями с низким общим уровнем. Степень подверженности загрязнению определяется несколькими факторами: качеством ферромагнитной суспензии и рецептами изготовления магнитного слоя, давлением материала (ленты) при его намотке, температурой (чем выше температура, тем сильнее загрязнение) и временем (последнее имеет большое значение, особенно при продолжительном хранении).

На основании вышесказанного можно легко определить, какие меры предосторожности необходимы для защиты от копир-эффекта; следует избегать давления, высоких температур и длительного хранения. Если последнее неизбежно, то следует периодически менять относительное расположение витков ленты, перематывая хранящуюся на катушках ленту для изменения точек контакта, т. е. положения одного слоя материала по отношению к ближайшему другому слою.

Если требуется очень высокая степень изоляции, то ее можно добиться, вставив магнитный экран между поверхностями, содержащими запись. Это осуществляется специальной лентой для записи, имеющей экран на стороне, противоположной той, на которую нанесен ферромагнитный слой. Столь высокая степень изоляции обычно не требуется в практике обыкновенной звукозаписи в кинематографии, но она, несомненно, будет полезной для записи изображений и особенно цветных. Важность проблемы может быть иллюстрирована ссылкой на опыт, накопленный при записи сигналов, полученных от спутников Земли для последующей обработки данных. В этом случае полезный сигнал иногда совершенно тонет в шуме и других нежелательных сигналах, и его приходится буквально спасать, чтобы в дальнейшем его можно было рассматривать и изучать.

Основные принципы и схему, приведенную в качестве примера, следует считать пояснительным материалом. Содержащаяся здесь информация публикуется без намерения нанести ущерб возможности патентования другими авторами или фирма-

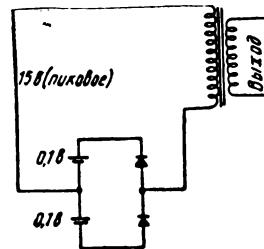


Рис. 1. Схема включения диодов

ми, существующими ныне или могущими возникнуть в будущем.

Постоянная времени и значения, указанные в этой примерной схеме, относятся лишь к записи звуковых частот на магнитной ленте — так, как это происходит сейчас в кинопромышленности. Что касается перспектив записи изображения, то общий принцип остается в силе, но сама схема будет непригодной для этого, так как зрительная реакция человека протекает гораздо быстрее слуховой реакции. Поэтому часть схемы, в которой помещается корректирующий усилитель, придется, например, заменить динамическим экспандерно-компрессорным усилителем, обладающим такой линейностью, благодаря которой уровень шумов можно компенсировать противоположными нейтрализующими характеристиками.

Принципиальная электрическая схема приведена на рис. 1. Каждый диод заперт противоэлектродвижущей силой около 0,1 в. Поскольку пиковое значение сигнала составляет около 10 в, диоды будут заперты при всех значениях сигнала, лежащих на 40 дБ и ниже по отношению к этой величине.

Когда напряжение входного сигнала превысит э.д.с. смещения, диоды окажутся открытыми, верхний при положительной полуволне, нижний — при отрицательной.

Узкая полоса сигнала вблизи нулевой оси срезается, что вызывает сильные искажения, однако на рис. 2 показано, как обойти это затруднение. Сигналы, превосходящие по уровню нижнюю границу, усиливаются, выпрямляются, фильтруются и используются для поддержания диодов в состоянии проводимости в течение всего времени наличия сигнала. Постоянные времена выбираются так, что напряжение, устраняющее искажения, имеет время на-

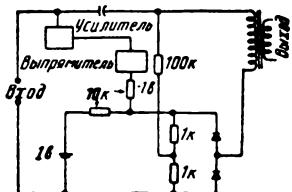


Рис. 2. Нескажающая схема шумоподавления

растания около 1 мсек и более медленный спад. Теоретически в течение первой миллисекунды или около того каждое слово еще искажается, но на практике эти искажения остаются незаметными. Уху необходимо время для того, чтобы «осознать» искажение, а одна миллисекунда для этого — весьма короткий отрезок времени. Свойства слуха делают также допустимой задержку восстановления в конце слова. Какую-то долю секунды после окончания каждого слова шумоподавление еще не работает, но шумы или копирэфект не прослушиваются, даже если они и существуют несколько миллисекунд в конце

слова. К помехоподавляющему усилителю предъявляется необычное требование: он должен отдавать полную выходную мощность при малом входном сигнале и давать очень небольшое увеличение выходного сигнала при возрастании уровня сигнала на входе на 40 дБ.

Что еще важнее, ни на одной из сеток ламп не должен накапливаться отрицательный потенциал. Эта опасность устраняется сопротивлениями утечки в цепи сетки, показанными на рис. 3.

Необходимо отметить, наконец, еще одну особенность, благодаря которой обеспечивается высокое качество работы устройства. К записи необходимо добавить («вставить») фоновое шипение. Если его не будет, то при внимательном прослушивании сигнала на выходе создается впечатление очень сильного модуляционного шума. Ввиду появления фона вместе с сигналом и замирия его между словами возникает впечатление неестественной в паузах тишины, тогда как каждому слову могут сопутствовать эхо, шипение ленты и шум ламп.

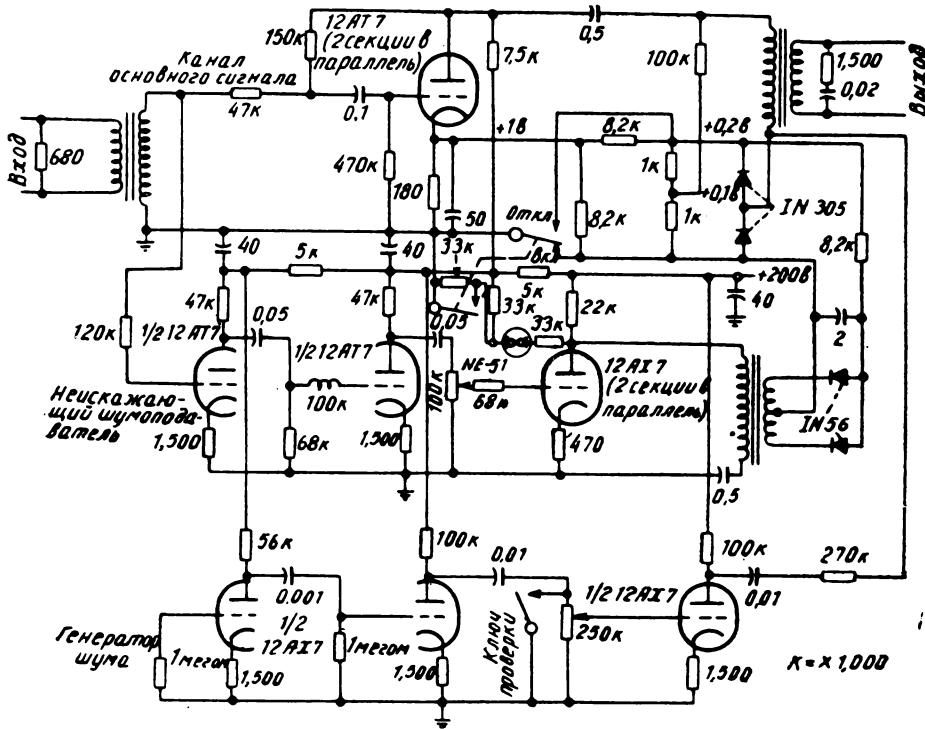


Рис. 3. Полная схема подавления помех (переключатель «вкл.-откл.» позволяет устройству работать с подключением генератора шума и без него)

Данная проблема решается так, как показано на рис. 3. Шум в триоде с напряжением нити накаливания всего 4,5 в усиливается и подается на выход таким образом, чтобы общее отношение сигнал/шум не ухудшалось. Напряжение шипения включается последовательно между нижней частью выходного трансформатора и землей. При работе системы подавления никакого заметного входного сигнала нет, диоды заперты и напряжение шипения подается в выходную цепь аппарата.

При наличии сигнала диоды становятся токопроводящими, заземляя нижнюю часть выходного трансформатора и коротко замыкая напряжение шипения. Таким образом, шипение добавляется лишь в тех случаях, когда оно необходимо для обеспечения кажущегося постоянства шумового фона.

Если материал оригинала программы содержит низкочастотный шум другого рода, как, например, возникающий при звукоzapиси кинофильма (шум кинокамеры, шум дуговой лампы, индукционные шумы и прочие помехи низкого уровня), то такой шум будет подавляться.

Повторно вводить шум этого рода и не

нужно и невыгодно. Даже если шум проникает в момент звучания каждого слова, он заметно маскируется преобладающим полезным звуком, а субъективное воздействие оказывается более приятным, если эти помехи подавляются. Для облегчения регулировки порогового усиления имеется маленькая индикаторная неоновая лампа. Она зажигается, когда входное напряжение превосходит напряжение смещения на диодах. В периоде первоначальной разработки данных идей и конструкций считалось, что выигрыш по уровню помех на 10 дБ — большое усовершенствование. Однако в дальнейшем были достигнуты гораздо более высокие степени подавления помех при удалении загрязнений с фонограммы. Усилитель показал себя очень хорошо даже при очень сильном магнитном загрязнении. С его помощью удается спасать такие фонограммы, которые иным способом не удалось бы использовать ввиду столь малого отношения сигнал/шум, как, например, 10 дБ.

Представляется, что это устройство окажется небесполезным для тех, кому приходится встречаться с проблемами подобного рода.

# НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ О СПЕКТРАЛЬНОМ АНАЛИЗЕ ШУМОВ

534.843.4

В статье обоснована возможность применения гетеродинных анализаторов для спектрального анализа шумов и даны практические рекомендации по использованию с этой целью анализаторов, предназначенных для исследования периодических колебаний.

При испытаниях электроакустической аппаратуры очень часто приходится иметь дело со случайными процессами, которые в электроакустике обычно называют шумами. Для оценки влияния шумов на качество звукопередачи необходимо в первую очередь знать их спектральные характеристики, т. е. распределение энергии шума по спектру.

Здесь нужно отметить, что для случайных процессов в силу их специфики применяются спектральные характеристики, отличающиеся от тех, которые приняты для процессов неслучайных. Так, для оценки частотных свойств случайных процессов введено понятие энергетической спектральной плотности, которая представляет собой среднюю статистическую мощность, приходящуюся на единичную полосу частот [1, 2, 3]. Применительно к электрическим шумам под энергетической спектральной плотностью понимается средний квадрат действующего значения напряжения или тока в полосе частот 1 гц.

При определении энергетической спектральной плотности  $G(\omega)$  необходимо знать аналитическое выражение не самого процесса  $f(t)$  (в рассматриваемом случае оно и не может быть задано, так как процесс является случным), а функции корреляции этого процесса  $B(\tau)$ , которая является неслучайной функцией параметра  $\tau$ . Зная корреляционную функцию, можно определить аналитическое выражение для энергетической спектральной плотности, используя следующее преобразование Фурье:

$$G(\omega) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} B(\tau) \cos \omega \tau d\tau. \quad (1)$$

Эта формула показывает один из возможных путей определения зависимости спектральной плотности случайного процесса от частоты в условиях эксперимента: функция корреляции может быть определена с помощью коррелометра, а интегрирование

выполнено либо расчетным путем, либо с помощью соответствующего интегрирующего прибора.

Большой практический интерес представляет, однако, и вопрос о непосредственном анализе случайных процессов с помощью анализаторов, имеющихся в распоряжении почти каждой лаборатории. Здесь необходимо иметь в виду, что анализаторы обычно приспособлены для исследования периодических процессов, вопрос же применимости к случайным процессам должен рассматриваться для каждого типа анализаторов отдельно.

Наибольшее распространение получили два типа приборов: анализаторы с набором полосовых фильтров (или с перестраивающимся фильтром) и гетеродинные анализаторы. А. А. Харкевич [1] приводит кривые погрешности при определении энергетической спектральной плотности эргодических стационарных случайных процессов с помощью узкополосного фильтра, т. е. с помощью анализаторов первого типа. Эта кривая показывает, что энергетическая спектральная плотность может быть определена правильно, если время измерения достаточно велико, причем, чем уже полоса пропускаемых фильтром частот, тем больше времени требуется для анализа. При построении указанной кривой предполагалось, что исследуемый случайный процесс воздействует непосредственно на вход фильтра. Однако для анализа очень часто применяются и гетеродинные анализаторы, в которых на фильтр воздействует уже нестационарный процесс, полученный из исследуемого процесса путем нелинейного его преобразования. Возникает вопрос о применимости в данном случае отмеченных выше выводов работы [1], сделанных для стационарных процессов.

Для выяснения этого вопроса обратимся к упрощенной блок-схеме гетеродинного анализатора (рис. 1). Нелинейное преобразование исследуемого процесса осуществля-

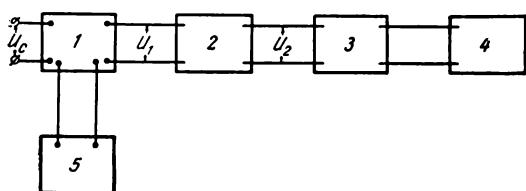


Рис. 1. Упрощенная блок-схема гетеродинного анализатора:

1 — смеситель; 2 — квадратичный детектор; 3 — узкополосный фильтр; 4 — ламповый вольтметр; 5 — гетеродин

ляется квадратичным детектором, ко входу которого подводится полученная с помощью линейного смесителя сумма напряжений исследуемого сигнала и местного гетеродина.

Обозначив мгновенные значения напряжений на входе и выходе квадратичного детектора соответственно индексами  $U_1$  и  $U_2$ , получим для входного напряжения

$$U_1 = U_c + U_r = U_c + U_m \cos \omega_r t, \quad (2)$$

где  $U_c$  — мгновенное значение напряжения исследуемого сигнала (в нашем случае это случайный процесс);  $U_r = U_m \cos \omega_r t$  — мгновенное значение напряжения на выходе гетеродина.

Квадратичный детектор обычно имеет амплитудную характеристику вида

$$U_2 = aU_1 + bU_1^2. \quad (3)$$

Подставив (2) в (3), получим после преобразования

$$\begin{aligned} U_2 = aU_c + bU_c^2 + 2bU_m U_c \cos \omega_r t + \\ + aU_m \cos \omega_r t + \frac{b}{2} U_m^2 + \\ + \frac{b}{2} U_m^2 \cos 2\omega_r t. \end{aligned} \quad (4)$$

Из (4) видно, что напряжение на входе фильтра имеет довольно сложную структуру. Прежде чем рассматривать спектры отдельных составляющих этого напряжения, нужно вспомнить, что для случайных процессов необходимо оперировать энергетической спектральной плотностью, в формуле же (4), помимо составляющих случайного характера, имеются и гармонические составляющие. Во избежание путаницы спектр и этих составляющих необходимо выражать не их амплитудами, а энергетической спектральной плотностью.

Если мы имеем синусоидальное напряжение

$$U = U_m \cos \omega_1 t,$$

то энергетическую спектральную плотность этого напряжения можно представить в следующем виде (см. [3]):

$$G(\omega) = \frac{U_m^2}{2} \delta(\omega - \omega_1), \quad (5)$$

где  $\delta(\omega - \omega_1)$  — дельта-функция, которая, как известно, обладает следующими свойствами:

$$\delta(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \neq 0 \\ \infty & \text{при } x = 0 \end{cases}$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(x) dx = 1.$$

Таким образом, выражение (5) гласит, что энергетическая спектральная плотность синусоидального напряжения равна нулю при всех частотах, за исключением частоты  $\omega_1$ , где она равна бесконечности; последнее и понятно, так как вся мощность синусоидального напряжения сосредоточена в бесконечно узкой полосе частот. Графически это можно изобразить в виде спектральной линии, уходящей в бесконечность (рис. 2).

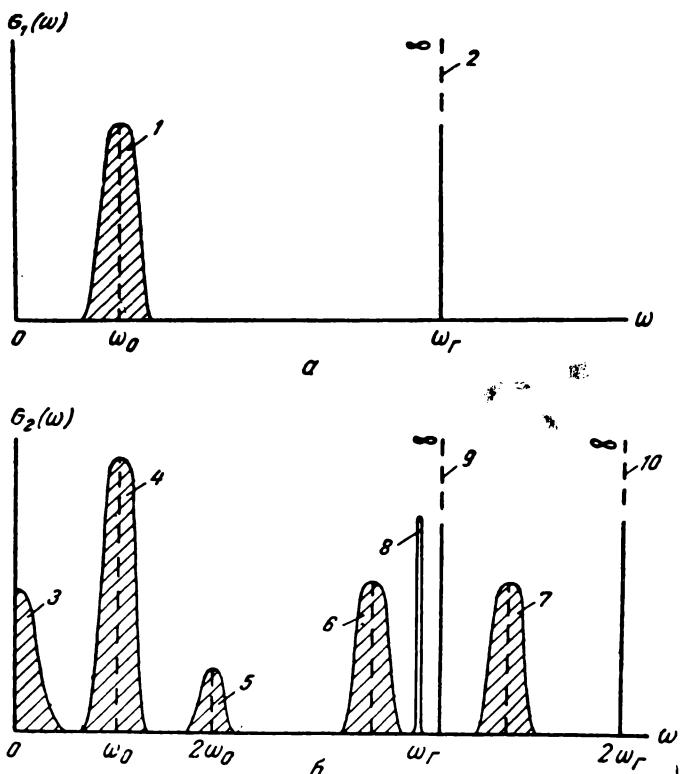
Условившись об изображении энергетической спектральной плотности гармонического напряжения, можно перейти к построению спектров отдельных слагаемых выражения (4).

Для удобства рассмотрения предположим, что спектр  $G_c(\omega)$  исследуемого сигнала  $U_c$  сосредоточен в сравнительно узкой полосе частот около некоторой средней частоты  $\omega_0$  (рис. 2, а). Спектр слагаемого  $aU_c$ , очевидно, будет  $a^2 G_c(\omega)$ , а спектр слагаемого  $bU_c^2$  будет состоять (см. [3]) из низкочастотной части, лежащей ниже  $G_c(\omega)$ , и высокочастотной, сосредоточенной около частоты  $2\omega_0$  (рис. 2, б).

Относительно третьего слагаемого в выражении (4) прежде всего следует отметить, что даже если исследуемый сигнал  $U_c$  является стационарным эргодическим процессом, то процесс, описываемый выражением  $2bU_m U_c \cos \omega_r t$ , будет уже нестационарным [1]. В связи с этим корреляционная функция и спектр этого процесса будут

Рис. 2. Преобразование спектров в гетеродинном анализаторе при анализе шумов (а — спектр на входе квадратичного детектора; б — спектр на его выходе):

1 — спектр  $G_c(\omega)$  исследуемого сигнала; 2 — спектральная линия частоты гетеродина; 3 — низкочастотная часть спектра процесса  $bU_m^2$ ; 4 — спектр процесса  $aU_c$ ; 5 — высокочастотная часть спектра процесса  $bU_c^2$ ; 6 и 7 — соответственно нижняя  $b^2U_m^2G_c(\omega_r - \omega)$  и верхняя  $b^2U_m^2G_c(\omega_r + \omega)$  полосы спектра процесса  $2bU_m^2U_c \cos \omega_r t$ ; 8 — частотная характеристика фильтра анализатора; 9 — спектральная линия процесса  $\frac{b}{2}U_m^2 \cos \omega_r t$ ; 10 — спектральная линия процесса  $\frac{b}{2}U_m^2 \cos 2\omega_r t$ .



зависеть от времени, следовательно, для определения спектра, помимо усреднения по множеству, необходимо вводить еще усреднение по времени.

Итак, мы имеем нестационарный случайный процесс

$$2bU_m U_c \cos \omega_r t. \quad (6)$$

Средний по времени спектр такого процесса вычислен в работе [1]. С учетом принятых нами обозначений формула для спектра имеет вид:

$$b^2 U_m^2 [G'_c(\omega_r - \omega) + G_c(\omega_r + \omega)]. \quad (7)$$

Отсюда видно, что средний по времени спектр нестационарного случайного процесса, описываемого выражением (6), состоит из двух боковых полос, повторяющих по форме спектр  $G_c(\omega)$  исследуемого сигнала, но сдвинутых в область более высоких частот и расположенных симметрично относительно частоты гетеродина.

Пользуясь формулой (5), получим спектры остальных трех слагаемых выражения (4):

$$\frac{a^2 U_m^2}{2} \delta(\omega - \omega_r) — спектр слагаемого \\ aU_m \cos \omega_r t;$$

$$\frac{b^2 U_m^4}{8} \delta(\omega - 2\omega_r) — спектр слагаемого \\ \frac{b}{2} U_m^2 \cos 2\omega_r t;$$

$$\frac{b^2 U_m^4}{8} \delta(0) — спектр слагаемого \frac{b}{2} U_m^2.$$

С учетом приведенных соображений спектр процесса, описываемого формулой (4), имеет вид, показанный на рис. 2, б; там же условно показана частотная характеристика фильтра анализатора.

Как известно, при анализе изменяют частоту гетеродина ( $\omega_r$ ), вместе с которой будут передвигаться и боковые полосы. Узкополосный фильтр анализатора настроен на частоту, близкую к минимальной частоте гетеродина. Поэтому по мере увеличения частоты гетеродина в полосу пропускания фильтра будут последовательно попадать все составляющие нижней боковой полосы, огибающая которой, усредненная во времени, как было показано выше (7), совпадает по форме с огибающей спектра исследуемых колебаний.

Таким образом, при достаточно большом времени усреднения с помощью гетеродинного анализатора можно анализировать случайные процессы так же, как и с помощью узкополосных фильтров. Другими словами, все соображения, высказанные в работе [1] применительно к анализу случайных процессов при непосредственном воздействии анализируемого процесса на

фильтр, справедливы и для анализа с помощью гетеродинного анализатора.

Необходимо сделать еще некоторые, чисто практические, замечания об использовании гетеродинных анализаторов для анализа шумов.

1. Прежде всего нужно иметь в виду, что регистрирующий прибор (ламповый вольтметр на рис. 1) должен реагировать на действующее значение измеряемого напряжения. Если же на выходе анализатора стоит прибор, реагирующий на среднее, или пиковое значение, то при анализе шумов необходимо пользоваться внешним вольтметром. Для этой цели очень удобно использовать ламповые вольтметры измерителей нелинейных искажений типа ИНИ-10, ИНИ-11, ИНИ-12.

Необходимость применения квадратичного лампового вольтметра вытекает непосредственно из определения энергетической спектральной плотности, под которой, как указывалось выше, понимается средний квадрат действующего значения напряжения (или тока) в полосе частот 1 гц. Отсюда и следует, что ламповый вольтметр должен реагировать на действующее значение напряжения.

Для получения энергетической спектральной плотности нужно возвести в квадрат показания лампового вольтметра (с учетом коэффициента передачи анализатора) и разделить результат на действующую ширину полосы фильтра анализатора. Если же интересуются не абсолютным значением энергетической спектральной плотности, а только зависимостью последней от частоты, то можно ограничиться возведением в квадрат показаний лампового вольтметра.

Попутно необходимо отметить, что на практике часто оперируют не самой энергетической спектральной плотностью, а величиной, равной корню квадратному из последней, т. е. усредненным действующим значением напряжения шума, поделенным на корень квадратный из ширины полосы фильтра.

2. Выше было выяснено, что при анализе шумов требуется большое время усреднения, т. е. индикатор лампового вольтметра должен иметь значительную постоянную времени. При выборе последней можно пользоваться отмеченной выше кривой, приведенной в работе [1]. Так, если ширина полосы пропускания гетеродинного анали-

затора составляет 100÷200 гц, то постоянная времени индикатора лампового вольтметра должна быть порядка 1÷2 сек, чтобы погрешность измерений не превышала 10%.

Одним из путей получения такого порядка постоянной времени является шунтирование индикатора в ламповом вольтметре конденсатором большой емкости, величина которой может быть рассчитана по формуле

$$C = \frac{\tau}{R},$$

где  $\tau$  — требуемая постоянная времени;  $R$  — сопротивление рамки индикатора в ламповом вольтметре.

Индикаторы ламповых вольтметров в указанных выше измерителях нелинейных искажений имеют сопротивление рамки порядка 1 ком, следовательно, для выполнения условия  $\tau = 1 \div 2$  сек шунтирующий конденсатор должен обладать емкостью 1000÷2000 мкф.

3. Необходимо учитывать, что при анализе шумов возможна перегрузка входных цепей и квадратичного детектора анализатора, что неизбежно приведет к искажению результатов измерений.

Перегрузка может возникнуть за счет того, что при анализе широкополосных шумов напряжение на входе фильтра может в десятки раз превышать его выходное напряжение.

Допустим, анализу подвергается напряжение белого шума, занимающего полосу 20—20 000 гц, а фильтр анализатора (см. рис. 1) имеет действующую ширину полосы 50 гц. Тогда соотношение действующих значений напряжения на входе и выходе фильтра будет, очевидно, равно (без учета затухания, вносимого фильтром в полосе прозрачности)

$$\sqrt{\frac{20 \cdot 10^3 - 20}{50}} \approx 20.$$

Если же, например, исследуется напряжение, состоящее из двух синусоидальных составляющих равной амплитуды, то указанное соотношение (при настройке фильтра на одну из компонент) составляет всего  $\sqrt{2}$ .

Таким образом, для получения одинаковых показаний лампового вольтметра на-

пряжение на входе фильтра при анализе шумов должно быть значительно больше, чем при анализе периодических колебаний, что может привести к значительной перегрузке цепей, предшествующих фильтру. Во избежание этого необходимо уменьшать напряжение на входе последнего до нормальных пределов и применять более чувствительный ламповый вольтметр.

Для контроля перегрузок параллельно зажимам лампового вольтметра необходимо включать осциллограф; перегрузка легко обнаруживается по характерному искажению осциллограммы (рис. 3).

В заключение следует указать, что гетеродинные анализаторы более удобны для анализа шумов, чем приборы с набором полосовых фильтров, так как в последних фильтры имеют обычно постоянную относительную ширину полосы, а не абсолютную, как в гетеродинных анализаторах. Поэтому гетеродинные анализаторы дают зависимость спектральной плотности шума от частоты непосредственно, а при использовании анализаторов с набором полосовых

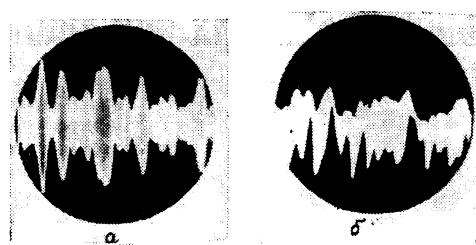


Рис. 3. Типичный вид осциллограмм напряжения на выходе гетеродинного анализатора:  
а — при отсутствии перегрузки анализатора; б — при перегрузке

фильтров необходимо делать соответствующие пересчеты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Харкевич А. А., Спектры и анализ, М., Гостехтеоретиздат, 1957.
2. Левин Б. Р., Теория случайных процессов и ее применение в радиотехнике, М., «Советское радио», 1957.
3. Бунимович В. И., Флюктуационные процессы в радиоприемных устройствах, М., «Советское радио», 1951.

Ленинградский институт киноинженеров

# БОЛЬШЕ ВНИМАНИЯ ШИРОКОМУ ЭКРАНУ

Рассматривается вопрос об оптимальных размерах широкого экрана. Приводится рациональный ряд фокусных расстояний проекционных объективов. Констатируется необходимость пересмотра «НОРМ СН30—58» для приведения их в соответствие с установившейся практикой проектирования широкоэкраных кинотеатров.

Отмечается необходимость серьезного исследования качественных характеристик широкоэкранного изображения для правильной оценки влияния анаморфозы.

Прошло восемь лет со дня открытия в Москве первых в СССР широкоэкранных кинотеатров. Широкоэкранное кино заняло определенное место среди общепризнанных видов кинопоказа как у нас, так и за рубежом.

Простота технического решения задачи увеличения ширины экрана методом анаморфозы изображения позволяет перевести большинство кинотеатров на показ широкоэкраных фильмов при помощи относительно несложных переделок.

Если не касаться звуковоспроизводящего оборудования, связанного со стереофоническим звучанием, перестройка кинотеатра с обычной проекции на широкоэкранную в изобразительной части сводится к замене проекционного объектива другим объективом с анаморфотной насадкой и к установке нового экрана, ширина которого примерно вдвое больше ширины прежнего.

Это позволяет легко приспособить большинство средних кинотеатров к показу широкоэкраных фильмов и приобщить огромные массы кинозрителей к эффекту присутствия, связанному с уширением экрана, тогда как применение других новых методов кинопоказа, например, таких, как кинопанорама или широкоформатное кино, требует для своего осуществления не только переделки экрана, но и замены всего проекционного оборудования, а иногда и существенной реконструкции театра.

Таким образом у широкоэкранного кинотеатра есть все данные для того, чтобы стать основным типом массового кинотеатра, и ему должно быть уделено значительно большее внимание, чем уделяется в настоящее время. Попутно необходимо отметить, что вопросы качества широкоэкранного изображения еще не нашли должного отражения в исследовательских работах НИКФИ и недостаточно освещены в литературе. Происшедшие отсюда упущения при разработке типовых установок и выборе тех-

нических нормативов препятствуют рациональному решению задачи широкоэкранного кинопоказа.

Как известно, отношение ширины экрана к его высоте при проекции обычных фильмов с размерами кадра  $20,9 \times 15,2$  мм \* составляет  $1,38 : 1$ , а для широкоэкраных фильмов  $2,55 : 1$  при размерах кадра  $23,1 \times 18,1$  мм, т. е. площадь анаморфотного кадра больше площади обычного на 31% \*\*.

При разработке широкоэкранной системы с анаморфозой изображения предполагалось, что проекционная анаморфотная насадка будет надеваться на имеющийся в проекционном аппарате объектив, а поскольку кадр широкоэкранного фильма имеет большую высоту, чем кадр обычного, то при проекции обычных фильмов придется кашетировать экран не только с боков, но также сверху и снизу. Если уменьшения ширины действующей части экрана можно достичь неполным раскрытием занавеса, то для уменьшения высоты экрана должны применяться специальные передвижные кашетки с дистанционным управлением, что заметно усложняет конструкцию экрана и особенно его эксплуатацию.

Однако практика показала, что анаморфотная насадка не может применяться с четырехлинзовыми объективами типа П-4 или П-5, которыми комплектуются стацио-

\* Действующий ГОСТ 2944—59 устанавливает не размеры кадрового окна, а ширину проецируемой части кадра и определяет ее как разность между  $29,1^{+0,3}$  и  $8,4^{-0,2}$  мм, что соответствует ширине  $20,7^{+0,5}$  мм, т. е. средняя арифметическая ширина проецируемого кадра составляет  $20,95$  мм. Этот размер, конечно, не отличается от ранее установленной ширины кадрового окна  $20,9^{+0,1}$  мм, поэтому для всех расчетов размеры кадра принимаются такими же, как и раньше,  $-20,9 \times 15,2$  мм.

\*\* В настоящее время принято соотношение сторон  $2,35 : 1$  с соответствующим изменением размеров кадра.

нарные проекторы, так как при этом получается заметное падение резкости изображения на краях. Анаморфотная насадка требует анастигматического объектива с тщательно выравненным плоским полем, типа шестилинового РО-500, причем наилучшие результаты достигаются, когда насадка выпускается заводом вместе с объективом, в виде одного блока. Следовательно, вопрос об общем объективе для обычной и широкоэкранной проекции полностью отпадает и при выборе размеров экрана можно так подобрать фокусные расстояния объективов, чтобы высота экрана для проекции широкоэкраных фильмов оставалась такой же, как при проекции обычных фильмов. Тогда при переходе от одного вида показа к другому меняется только ширина экрана и отпадает надобность в громоздком кашетирующем устройстве, изменяющем высоту экрана, а действующая ширина экрана определяется степенью раскрытия занавеса.

Такое решение имеет еще то преимущество, что линейное увеличение по высоте экрана при проекции широкоэкраных фильмов  $\beta_{ш\vartheta}$  меньше, чем линейное увеличение  $\beta_0$  для обычных фильмов, так как высота анаморфотного кадра ( $h_{ш\vartheta} = 18,1 \text{ мм}$ ) больше высоты обычного кадра ( $h_0 = 15,2 \text{ мм}$ ) на 19%. Это обстоятельство заметно улучшает фотографическое качество широкоэкранного проекционного изображения, приближая его к качеству проекции обычных фильмов, по отношению к которым выбирается предэкранное расстояние  $l_1$ .

В самом деле, при одной и той же высоте экрана линейное увеличение широкоэкранного кадра будет:

$$\beta_{ш\vartheta} = \frac{15,2}{18,1} \beta_0 = 0,84 \beta_0,$$

где  $\beta_0$  — линейное увеличение обычного кадра. Таким образом, линейное увеличение по высоте при проекции широкоэкранного кадра составляет только 84% от увеличения обычного кадра.

По ширине экрана с учетом коэффициента анаморфозы  $A = 2^x$  увеличение будет равно

$$\beta_r = A \cdot \beta_{ш\vartheta} = 2 \cdot 0,84 \beta_0 = 1,68 \beta_0.$$

Общее увеличение по площади при этом будет

$$\beta_{ш\vartheta} \cdot \beta_r = 0,84 \beta_0 \cdot 1,68 \beta_0 = 1,42 \beta_0^2,$$

между тем как сама площадь экрана возрастает в

$$2,55 \frac{15,2}{20,9} = 1,85 \text{ раза.}$$

Хотя вопрос о разрешающей способности системы съемка — проекция в широкоэкранном способе с использованием анаморфозы совсем не освещен в нашей литературе и требует специального рассмотрения, не следует забывать, что в кадре широкоэкранного фильма (и в негативе, и в фильмокопии) резкость изображения в горизонтальном сечении не меньше, а больше, чем в вертикальном, и больше, чем в кадре, снятом тем же объективом без насадки. Это увеличение резкости и разрешающей способности есть результат укорочения эквивалентного фокусного расстояния при сохранении длинного отрезка. Соображения дают основание полагать, что количество различаемых на экране деталей в этом случае будет, как и обычно, пропорционально площасти кадра.

Если в изображении на экране усреднить имевшее место объективное и анаморфозное увеличение и от увеличения по площасти вернуться к линейному увеличению, то его усредненное значение составит только

$$\beta_{cp} = \sqrt{\beta_{ш\vartheta} \cdot \beta_r} = \sqrt{1,42 \beta_0^2} = 1,19 \beta_0.$$

Иными словами, оказывается, что благодаря относительно большей площасти анаморфотного кадра, при равной высоте экрана, он требует в общем среднего линейного увеличения, большего, чем увеличение обычного кадра, только на 19%, несмотря на увеличение площасти экрана на 85%.

Проиллюстрируем этот вывод конкретным числовым примером хотя бы в первом приближении. Пусть зрительный зал длиной  $L = 25 \text{ м}$  должен быть оборудован для показа обычных и широкоэкраных фильмов (см. рисунок). Примем для ширины изображения обычного фильма рекомендуемое для современного кинотеатра значение в долях длины зала:

$$B_0 = 0,24L = 0,24 \cdot 25 = 6 \text{ м.}$$

Тогда высота его составит

$$H_0 = \frac{15,2}{20,9} B_0 = 4,36 \text{ м}$$

при площасти

$$S_0 = 6 \cdot 4,36 = 26,2 \text{ м}^2.$$

Линейное увеличение составляет при этом

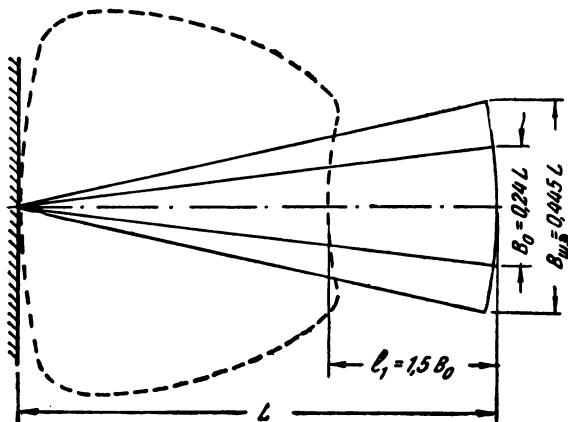
$$\beta_0 = \frac{H_0}{h_0} = \frac{4360}{15,2} = 287 \times.$$

Если эту же высоту принять для широкого экрана, положив

$$H_{ш9} = 4,36 \text{ м},$$

то ширина его составит

$$B_{ш9} = 2,55 \cdot H_{ш} = 11,1 \text{ м},$$



а площадь

$$S_{ш9} = 11,1 \cdot 4,36 = 48,4 \text{ м}^2.$$

Линейное увеличение по высоте составляет

$$\beta_{ш9} = \frac{H_{ш9}}{h_{ш9}} = \frac{4360}{18,1} = 241 \times,$$

а в горизонтальном сечении

$$\beta_r = A \cdot \beta_{ш9} = 2 \cdot 241 = 482 \times.$$

Усредненное линейное увеличение будет

$$\beta_{ср} = \beta_{ш9} \sqrt{2} = 241 \sqrt{2} = 341 \times.$$

Следовательно, при переходе с обычной проекции на широкоэкранную усредненный линейный масштаб возрастает только на

$$\Delta\beta = \frac{\beta_{ср} - \beta_0}{\beta_0} 100 = \frac{341 - 287}{287} \cdot 100 = 18,8\%,$$

что при хорошем состоянии анаморфотных насадок обеспечивает практически одинаковое качество обоих изображений — обычного и широкоэкранного, оправдывая тем самым метод анаморфозы изображения с постоянной высотой экрана.

Посмотрим теперь, насколько этот вариант обеспечен проекционной аппаратурой, выпускаемой промышленностью и существующими нормативами.

При диффузном экране для получения нормальной яркости в центре поля

$$L = 35^{+16}_{-10} \text{ лм}$$

средняя по экрану освещенность должна составлять

$$E = 128 \text{ лк.}$$

Следовательно, для проекции обычных фильмов требуется световой поток

$$F_0 = S_0 \cdot E = 26,2 \cdot 128 = 3350 \text{ лм.}$$

Для широкоэкраных фильмов световой поток должен составлять

$$F_{ш9} = S_{ш9} \cdot E = 48,4 \cdot 128 = 6200 \text{ лм},$$

т. е. может быть использован серийный кинопроектор КПТ-3 с полезным световым потоком до 7000 лм. Таким образом, в отношении светового потока все обстоит благополучно, но оказывается, что осуществить такую проекцию невозможно из-за отсутствия проекционных объективов, фокусные расстояния которых относятся, как высоты проецируемых кадров.

В самом деле, продолжая начатый расчет, положим, что радиус кривизны экрана равен  $R = L$ . Тогда расстояние до хорды экрана будет

$$L' = \sqrt{L^2 - \left(\frac{B_0}{2}\right)^2} = \sqrt{L^2 - \left(\frac{0,24L}{2}\right)^2} = 0,993L = 24,8 \text{ м.}$$

Расстояние от объектива до задней стены зала, когда аппаратная примыкает к зрительному залу, как это обычно имеет место, составляет 0,7 м, и проекционное расстояние будет равно

$$L_{пп} = L' + 0,7 \text{ м} = 24,8 + 0,7 = 25,5 \text{ м.}$$

Отсюда фокусное расстояние проекционного объектива для обычных фильмов должно быть равно

$$f_0 = \frac{L_{пп}}{\beta_0} = \frac{25,500}{287} = 88,9 \text{ мм.}$$

Принимаем объектив  $f = 90 \text{ мм}$  и уточняем линейное увеличение

$$\beta'_0 = \frac{25,500}{90} = 283 \times.$$

Соответственно уточненная высота экрана составляет  $H_0 = H_{ш9} = H = 283 \cdot 15,2 \text{ мм} = 4,3 \text{ м}$ , а вертикальное увеличение для широкого экрана будет

$$\beta'_{ш9} = \frac{4300}{18,1} = 237 \times.$$

Расстояние до хорды для широкого экрана равно

$$L'_{ш\vartheta} = \sqrt{L^2 - \left(\frac{B_{ш\vartheta}}{2}\right)^2},$$

где

$$B_{ш\vartheta} = \frac{0,24L \cdot 15,2}{20,9} 2,55 = 0,445L.$$

Следовательно,

$$L'_{ш\vartheta} = \sqrt{L^2 - \left(\frac{0,445L}{2}\right)^2} = 0,975L = 24,4 \text{ м},$$

а проекционное расстояние

$$L_{пр} = L'_{ш\vartheta} + 0,7 \text{ м} = 25,1 \text{ м}.$$

Фокусное расстояние объектива будет

$$f_{ш\vartheta} = \frac{25 \cdot 100}{237} = 106 \text{ мм},$$

но такого кинопроекционного объектива промышленность не выпускает, т. е. осуществить проекцию обычных и широкоэкраных фильмов при постоянной высоте изображения на экране не всегда возможно из-за отсутствия объективов требуемых фокусных расстояний.

Найденное отношение фокусных расстояний объективов для широкоэкранной и обычной проекции

$$\frac{f_{ш\vartheta}}{f_0} = \frac{106}{90} = 1,18$$

несколько меньше, чем это следует из соотношения высот благодаря влиянию косвенных факторов, но оно сохраняется неизменным в широких пределах практически возможных вариантов. Так, при длине зала  $L = 20 \text{ м}$  отношение фокусных расстояний объективов также будет составлять

$$\frac{f_{ш\vartheta}}{f_0} = \frac{105}{89,1} = 1,18.$$

ГОСТ 3840—61 устанавливает для проекции 35-мм фильмов следующий ряд фокусных расстояний: 50—56—63—(65)—70—75—80—85—90—95—100—106—110—115—120—130—140—150—160—170 и 180 мм без разделения на обычную и широкоэкранную проекцию.

Фактически для комплектации стационарных кинопроекторов завод ГОМЗ выпускает четырехлинзовые объективы типа П-5 с фокусными расстояниями 90—100—110—120—130—140—150—160 и 180 мм и типа П-6 с фокусными расстояниями 90—100—110—120—130 и 140 мм.

Шестилинзовые объективы типа РО-500 с фокусными расстояниями 80—85—90—

100—110—120 и 130 мм, предназначенные для широкоэкранной проекции с аноморфотной насадкой, выпускаются заводом «Ленкинап», и такой же шестилинзовой конструкции объективы Ж-34 с теми же фокусными расстояниями выпускаются заводом ГОМЗ.

Для современной планировки зрительного зала, развивающегося преимущественно в ширину, объективы с фокусным расстоянием больше 130 мм не требуются совсем. Следовательно, из выпускаемых промышленностью проекционных объективов с фокусными расстояниями в пределах 80—130 мм наиболее близко подходят к требуемому соотношению фокусных расстояний только две пары: 130/110 и 100/85. Остальные объективы указанному условию не удовлетворяют, и, как мы видели выше, ни одна пара не подходит для рассмотренного нами случая — 106/90.

Таким образом, ряд фокусных расстояний проекционных объективов должен быть пересмотрен, чтобы к любому объективу для проекции обычных фильмов можно было подобрать объектив с аноморфотной насадкой, имеющий фокусное расстояние на 18% больше. В первую очередь это должно коснуться наиболее ходовых объективов.

Чтобы решить, сколько и каких объективов для этого придется добавить к существующему ряду, выпишем парные объективы в пределах фокусных расстояний 80—130 мм, удовлетворяющие найденному соотношению. Это будут фокусные расстояния: 80/95—85/100—90/106—95/112—100/118—106/125 и 110/130. Из пяти новых фокусных расстояний, входящих в приведенный ряд (выделены шрифтом) фокусные расстояния 95 и 106 мм предусмотрены ГОСТом, но не выпускаются промышленностью; вместе с тем фокусные расстояния 95 и 125 мм являются естественным дополнением ряда выпускаемых промышленностью объективов, если считать ряд через 5 мм, и только три фокусных расстояния: 106; 112 и 118 мм — являются новыми, дополнительными. Из них должен быть наиболее применим объектив  $f = 106 \text{ мм}$ .

Разумеется, такое решение не единственно возможное. Можно, например, наряду с обычными объективами выпускать объективы, фокусное расстояние которых изменяется в пределах  $\pm 3 \text{ мм}$  путем передвижения одной линзы или одного компонента. Тогда

при наличии ряда номинальных фокусных расстояний через 5 мм можно получить практически любое промежуточное значение.

Это решение имеет и другое преимущество: оно позволяет заполнить экран при отступлениях в строительных размерах здания, в размерах рамы для экрана и т. д. Его недостатком является сравнительная сложность оправы.

Возможны и другие решения.

Следующее препятствие к реализации такого экрана ставят «Нормы и технические условия проектирования зданий кинотеатров СН30—58». Эти нормы требуют, чтобы ширина экрана для обычной проекции составляла 0,2 длины зала, а для проекции широкоэкранного фильма 0,5 длины зала, т. е. ширина широкого экрана должна быть в 2,5 раза больше ширины обычного. Если согласиться с этими нормами, то площадь широкого экрана будет соответственно в 3,38 раза больше площади обычного экрана, а высота составит 135% высоты обычного экрана и кашетирование станет неизбежным. При этом усредненное линейное увеличение широкоэкранного фильма в сравнении с обычным фильмом составит  $\beta_{ср} = 1,6\beta_0$  вместо приведенного выше  $\beta_{ср} = 1,19\beta_0$ .

Разумеется, при таком большом увеличении качество широкоэкранного изображения будет заметно уступать качеству изображения обычных фильмов и будет неоправданно дискредитирована самая идея широкого экрана вследствие необоснованно выбранных норм.

Если же принять равными высоты обычного и широкоэкранного изображений, то в последнем случае усредненное увеличение вырастет лишь на 19%, что при хорошем состоянии анаморфотных насадок не может вызвать ухудшения качества изображения.

Возвращаясь к нормам СН30—58 и предполагая осуществить в одном зале два вида кинопоказа, легко установить, что если для относительной ширины широкого экра-

на принять значение  $B_{шэ} = 0,5L$ , то при равной высоте экрана ширина его для обычного фильма должна составлять  $B_0 = 0,27L$  при отношении сторон 2,55 : 1 и  $B_0 = 0,29L$  при отношении сторон 2,35 : 1.

Если же по СН30—58 исходить из условия  $B_0 = 0,2L$ , то при соотношении сторон 2,55 : 1 ширина экрана будет  $B_{шэ} = 0,37L$ , а при соотношении 2,35 : 1  $B_{шэ} = 0,342L$ .

Принимая во внимание растущую тенденцию к увеличению ширины и площади экрана, следует остановиться на первом варианте, но не следует забывать, что ширина обычного экрана однозначно связана с расстоянием от экрана до первого ряда зрителей и увеличение этого расстояния уменьшает число зрительских мест в зале.

С другой стороны, при выборе размеров широкого экрана решающим фактором является абсолютное значение его ширины, которую желательно иметь не меньше 10 м, чтобы избежать так называемого эффекта щели, наступающего при небольших размерах экрана, когда зрителю кажется, что он рассматривает изображение через щель.

## Выходы

Приведенные соображения показывают, что для рационального выбора размеров экрана в зрительных залах с двумя видами кинопоказа — обычного и широкоэкранного — целесообразно пересмотреть нормы СН30—58 и ряд фокусных расстояний выпускаемых промышленностью проекционных объективов, чтобы обеспечить возможность показа обычных и широкоэкраных кинофильмов на экране одной и той же высоты. В первую очередь необходимо выпустить кинопроекционный объектив с  $f = 106$  мм.

Кроме того, целесообразно поставить научную работу по исследованию качества широкоэкранного изображения, чтобы установить действительное влияние анаморфозы на разрешающую силу системы в процессе съемки и воспроизведения изображения.

# ТРАНЗИСТОРНЫЕ СГЛАЖИВАЮЩИЕ ФИЛЬТРЫ ПО СХЕМЕ ЭМИТТЕРНОГО ПОВТОРИТЕЛЯ

621.314.68 : 621.382/3

Рассмотрена теория работы, выведены расчетные формулы, и приведены результаты примерных расчетов транзисторных сглаживающих фильтров по схеме эмиттерного повторителя.

1. Индуктивно-емкостные сглаживающие фильтры, несмотря на простоту и надежность, имеют ряд недостатков, которые особенно проявляются при питании полупроводниковой аппаратуры. Коллекторные цепи транзисторов могут потреблять токи  $I_0$  порядка нескольких ампер, и поэтому даже при небольших значениях индуктивности

дросселя  $L$  магнитная энергия  $\frac{LI_0^2}{2}$  достигает значительной величины. Уже при индуктивностях в несколько генри и токах в несколько десятых ампера дроссель становится соизмеримым с силовым трансформатором.

Магнитное поле рассеяния фильтрового дросселя создает помехи нормальной работе измерительной и усилительной аппаратуры. Перенапряжения, возникающие в фильтре с дросселем, требуют применения вентиляй с большим допустимым обратным напряжением и конденсаторов с увеличенным рабочим напряжением. Наиболее опасны переходные процессы в фильтре для транзисторов стабилизаторов напряжения, включенных после фильтра в электропитающем устройстве.

Наконец, выходное сопротивление фильтра, которое определяется реактивным сопротивлением его выходной емкости, не удается при приемлемых конденсаторах сделать небольшим и частотно-независимым.

Применяя транзисторы, можно добиться значительного уменьшения габаритов фильтра, отсутствия полей рассеяния и снижения перенапряжения. Транзисторные сглаживающие фильтры с потребителями в цепи кол-

лектора [1, 2, 3] могут быть с фиксированным и автоматическим смещением (рис. 1). Автоматическое смещение в схеме получается при подсоединении сопротивления  $R_b$  к коллектору (показано пунктиром). К недостаткам этих фильтров (назовем их ФК по тому признаку, что потребитель включен в коллекторную цепь) относятся:

1) наличие сопротивления  $R_b$ , уменьшающего к.п.д. фильтра;

2) сравнительно большое выходное сопротивление  $Z_{\text{вых}}$ . При  $C_{\text{вых}} = 100 \mu\text{Ф}$  и круговой частоте первой гармоники выпрямленного напряжения

$$\omega_p = 628 \frac{\text{рад}}{\text{сек}} Z_{\text{вых}} = |jx_{c\text{ вых}}| \approx 16 \text{ ом};$$

3) схема ФК-1 (с фиксированным смещением), обладая большим коэффициентом сглаживания  $K$ , весьма подвержена влиянию температуры и критична к смене транзистора. Схема ФК-2 (с автоматическим смещением) в значительной мере свободна от этих недостатков, но обладает сниженным коэффициентом сглаживания. Это объясняется тем, что  $R_b$  шунтирует сопротивление коллектора  $r_k$ , величина которого определяет сглаживающее действие [2, 3];

4) схема ФК-2 при больших нагрузках дает малый коэффициент сглаживания, так как при этом  $R_b$  существенно меньше  $r_k$  и оказывает очень сильно шунтирующее влияние.

Лучшие результаты дают схемы транзисторных фильтров с нагрузкой в цепи эмиттера, которые мы будем называть ФЭ. В известной автору литературе приведены: сама схема [4], ее модификация с указанием экспериментальных данных для одного конкретного фильтра [5] и экспериментальное исследование режима работы фильтров ФЭ при изменении температуры, нагрузки и других факторов [6].

Теория работы фильтров ФЭ и методика их расчета в литературе почти не освещены. Ниже сделана попытка заполнить этот пробел.

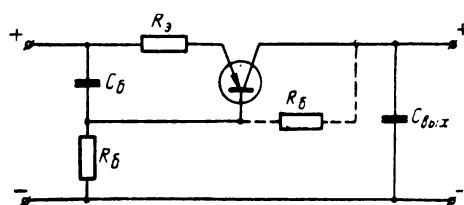


Рис. 1. Схемы фильтров ФК

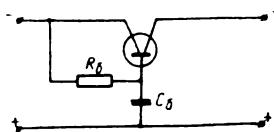


Рис. 2. Схема фильтра ФЭ-1

2. Из всех известных схем включения триода эмиттерный повторитель имеет наименьшее выходное сопротивление. Поэтому фильтр по схеме рис. 2 представляет большой интерес, тем более что сопротивление  $R_b$  обеспечивает автоматическое смещение. Такой фильтр будем называть ФЭ-1. Его эквивалентная схема приведена на рис. 3.

Процесс фильтрации в ФЭ-1 состоит в следующем. Переменная составляющая вход-

ного напряжения  $\dot{U}_{\sim bx}$  проходит через Г-образный фильтр, состоящий из последовательного элемента с сопротивлением  $\frac{r_k \cdot R_b}{r_k + R_b}$  и параллельного —  $x_{cb}$ . Напряжение, отфильтрованное этим реостатно-емкостным фильтром, передается из цепи базы в цепь эмиттера на  $R_h$  без усиления. Таким образом, фильтрация из низкоомной эмиттерной цепи перенесена в высокоомную цепь базы.

Для постоянной составляющей выпрямленного тока в схеме последовательно с  $R_h$  оказывается включенным незначительное сопротивление  $\frac{r_{ok} \cdot R_b}{r_{ok} + R_b} \approx r_{ok}$ . Так как

$$\frac{1}{x_{cb}} \cdot \frac{r_k \cdot R_b}{r_k + R_b} \gg \frac{r_{ok} + R_h}{R_h},$$

то фильтр обладает высоким коэффициентом сглаживания  $K$ .

3. Выведем расчетные соотношения для схемы ФЭ-1, исходя из эквивалентной схемы рис. 3. Пользуясь законами Кирхгофа, запишем:

$$\dot{U}_{\sim bx} = (I_{bx} - I_k) R_b - j x_{cb} (I_{bx} + I_{\text{вых}}); \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \dot{U}_{\sim \text{вых}} &= I_{\text{вых}} \cdot r_e + (I_k + I_{\text{вых}}) r_b - \\ &- j(I_{bx} + I_{\text{вых}}) x_{cb}; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} (I_{bx} - I_k) R_b &= \alpha I_{\text{вых}} r_k + I_k r_k + \\ &+ (I_k + I_{\text{вых}}) r_b, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $r_e$  и  $r_b$  — сопротивления соответственно эмиттера и базы Т-образной эквивалентной схемы триода.

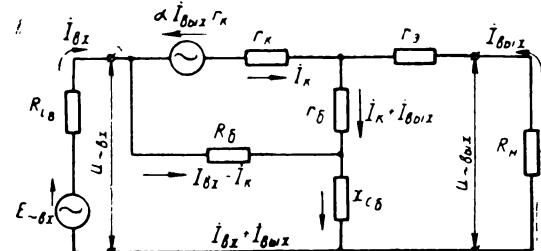


Рис. 3. Эквивалентная схема фильтра ФЭ-1

Учитывая малость  $x_{cb}$  и  $r_b$  по сравнению с  $R_b$  и  $r_k$ , из (1), (2) и (3) получаем

$$\dot{U}_{\sim bx} = \frac{R_b \cdot r_k}{R_b + r_k} (I_{bx} + \alpha I_{\text{вых}}); \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \dot{U}_{\sim \text{вых}} &= I_{\text{вых}} \left( \frac{R_b \cdot r_b}{R_b + r_k} - j x_{cb} \right) + \\ &+ I_{\text{вых}} (r_b + r_e - j x_{cb} - \frac{\alpha r_k r_b}{R_b + r_k}). \end{aligned} \quad (5)$$

Выражения (4) и (5) представляют два из четырех уравнений, характеризующих линейный четырехполюсник, где

$$Z_{11} = \frac{R_b \cdot r_k}{R_b + r_k}, \quad (6)$$

$$Z_{12} = \alpha \frac{R_b \cdot r_k}{R_b + r_k}; \quad (7)$$

$$Z_{21} = \frac{R_b \cdot r_b}{R_b + r_k} - j x_{cb}; \quad (8)$$

$$Z_{22} = r_b + r_e - \frac{\alpha r_k \cdot R_b}{R_b + r_k} j x_{cb} - \quad (9)$$

четыре сопротивления, характеризующие свойства четырехполюсника [7].

Так как коэффициент фильтрации  $k_\phi$  равен величине, обратной коэффициенту усиления схемы рис. 3 по напряжению, то, исходя из [7], согласно (6), (7), (8) и (9), получаем, переходя к модулю,

$$k_\phi \approx \frac{R_b \cdot r_k}{R_b + r_k} \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{r_b}{r_k}\right)^2 + x_{cb}^2}}; \quad (10)$$

при выводе (10) мы пренебрели величинами  $(1 - \alpha) x_{cb}$  по сравнению с  $(r_b + r_e + R_h)$ ,  $r_e$  по сравнению с  $R_h$  и считали, что  $(1 - \alpha)(R_b + r_k) \ll R_h \cdot r_b$ .

Исходя из [7], согласно (6), (7), (8) и (9), и учитывая, что  $R_{IB} \ll Z_{11}$ , получаем

$$Z_{\text{вых}} = r_e + (1 - \alpha) r_b - j(1 - \alpha) x_{cb}. \quad (11)$$

Найдем коэффициент передачи постоянной составляющей со входа на выход фильтра  $\lambda$ . Пренебрегая напряжением на участке эмиттер — база  $U_{0\text{вх}}$  по сравнению с  $U_{0\text{вых}}$ , получаем, согласно рис. 2,

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{U_{0\text{вых}}}{U_{0\text{вх}}} \approx \frac{I_{0\text{вх}}R_{\text{н}}}{I_{0\text{вх}}R_{\text{н}} + I_{0\text{б}}R_6} = \\ &= \frac{R_{\text{н}}}{R_{\text{н}} + (1 - \alpha_0)R_6}\end{aligned}\quad (12)$$

(индекс «0» указывает на то, что эта величина относится к постоянным составляющим), откуда коэффициент сглаживания фильтра ФЭ-1, исходя из (10)

$$\begin{aligned}K &= k_{\phi} \cdot \lambda \approx \frac{R_6 \cdot r_{\text{к}}}{(R_6 + r_{\text{к}})x_{c6}} \times \\ &\times \frac{R_{\text{н}}}{R_{\text{н}} + (1 - \alpha_0)R_6} \cdot D,\end{aligned}\quad (13)$$

где

$$D = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{r_6/x_{c6} \cdot 1}{1 + r_{\text{к}}/r_6}\right)^2}}. \quad (14)$$

Сопротивление  $R_6$  находим из режима работы по постоянной составляющей. Пренебрегая неуправляемым током коллектора и считая, что  $U_{0\text{вх}} \ll U_{0\text{ок}}$ , получаем

$$R_6 \approx \frac{U_{0\text{ок}}}{I_{0\text{вх}}(1 - \alpha_0)}. \quad (15)$$

К.п.д. фильтра  $\eta_{\phi}$  удобнее выражать через величину  $U_{0\text{ок}}$ , которая обычно определяет режим работы триода. Из схемы рис. 2 следует, что

$$\eta_{\phi} = \frac{1}{1 + \frac{U_{0\text{ок}}}{U_{0\text{вых}}}}. \quad (16)$$

4. Установим порядок расчета фильтра ФЭ-1. Обычно бывает задано:  $U_{0\text{вых}}$ ,  $I_{0\text{вых}}$ ,  $k_{\text{п.вых}}$ ,  $K$ ,  $\eta_{\phi}$ ; здесь  $k_{\text{п.вых}}$  — коэффициент пульсации на выходе фильтра.

а) Раньше всего выбирают триод. Исходя из тока  $I_{0\text{вых}}$  определяют тип триода по его коллекторной характеристике и находят минимальное коллекторное напряжение  $U_{0\text{ок.мин}}$ , при котором наступает работа на пологой части кривой  $I_{\text{к}} = \varphi(U_{\text{к}})$ . Учитывая нагрев транзистора, изменения температуры окружающей среды и разброс параметров, следует  $U_{0\text{ок.мин}}$ , найденное по характеристике, увеличить в 2—3 раза:

$$U_{0\text{ок}} = U_{0\text{ок.мин}} + U_{0\text{вх}} \cdot k_{\text{п.вых}}. \quad (17)$$

Напряжение на входе фильтра

$$U_{0\text{вх}} = U_{0\text{вых}} + U_{0\text{ок}}, \quad (18)$$

Учитывая, что

$$k_{\text{п.вых}} = K \cdot k_{\text{п.вых}}, \quad (19)$$

из (17) и (18) получаем величину напряжения на входе фильтра

$$U_{0\text{вх}} = \frac{U_{0\text{вых}} + U_{0\text{ок.мин}}}{1 - K \cdot k_{\text{п.вых}}}. \quad (20)$$

б) Из характеристик триода или по специальным кривым [8] находим для тока  $I_{0\text{ок}} \approx I_{0\text{вых}}$  величины  $\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$ ,  $r_{\text{к}}$ ,  $r_{\text{в}}$ ,  $r_6$  или  $r_{\text{вых}} = r_{\text{в}} + (1 - \alpha)r_6$ .

в) Полагая  $\alpha_0 \approx \alpha$  и исходя из (15) находим  $R_6$ . При этом  $U_{0\text{ок}}$  определяем из

$$U_{0\text{ок}} = U_{0\text{вх}} - U_{0\text{вых}}. \quad (21)$$

г) Из (13) с учетом (14) находим  $x_{c6}$ . Так как параметры отдельных триодов могут в 2—3 раза отличаться от усредненных [8], которые были найдены в пункте б), то с некоторым запасом можно принять величину  $D$  несколько меньшей, чем она будет получена из (14): для токов  $I_{0\text{вых}} \approx \approx 1 - 5 \text{ ма}$  равной 0,1, для токов  $I_{0\text{вых}} \approx \approx 10 - 20 \text{ ма}$  равной 0,3 и для токов свыше 50 ма равной 0,5.

д) Из (11) находим  $Z_{\text{вых}}$ .

е) Согласно (16), проверяем  $\eta_{\phi}$ . Если эта величина критична, то такую проверку можно сделать сразу же после пункта а).

Естественно, что  $U_{0\text{ок}} + U_{0\text{вх}} \cdot k_{\text{п.вых}}$  должно быть меньше  $U_{\text{к. доп}}$  для выбранного триода. Если произведение  $U_{0\text{ок}} \cdot I_{0\text{вых}}$  для данного триода требует применения радиатора, то таковой должен быть рассчитан [8] и установлен. Вопросы защиты триода от возможных перегрузок по току и напряжению являются специальной темой и выходят за рамки этой статьи.

Согласно полученным формулам были рассчитаны фильтры ФЭ-1 для разных токов. Результаты расчетов сведены в табл. 1.

В этой таблице для сравнения приведены ориентировочные величины объема стали и веса дросселя  $L_{\text{вкв}}$ , который вместе с примененным конденсатором  $C_b$  дал бы такой же коэффициент фильтрации  $k_{\phi}$ , как и фильтр ФЭ-1.

Из табл. 1 следует:

а) фильтры типа ФЭ-1 дают достаточные коэффициенты сглаживания, уменьшающиеся с ростом тока  $I_{0\text{вых}}$ . Это связано с резким

Таблица 1

Результаты расчетов фильтров ФЭ-1 при  $U_{0\text{вх}} = 37 \text{ в}$ ,  $U_{0\text{вых}} = 27 \text{ в}$ ,  $U_{0\text{ок}} = 10 \text{ в}$ ,  $U_{0\text{ок. мин}} = 2,5 \text{ в}$ ,  $k_{\text{п. вх}} \approx 20\%$ ,  $C_0 = 60 \text{ мкФ}$ ,  $\eta_p = 0,73$ ,  $\omega_p = 628 \text{ рад/сек}$

Тип транзистора	Параметры фильтра												
	$I_{0\text{вых}}$ , мА	$\beta$ [8]	$r_{\text{вх}}$ , ом	$r_k$ , кОм	$R_b$ , кОм	$D$	$k_\phi$	$K$	$Z_{0\text{вых}}$ , ом	$L_{0\text{вх}}$ , нГ	$L_{0\text{вх}}^2 / 2 \times 10^{-3}$ , дж	объем стали сердечника, см <sup>3</sup>	вес дросселя $L_{0\text{вх}}$ , кг
П13-П15	3	60	15	800	200	0,17	1100	800	15—j0,4	45	0,2	—	—
П3	20	16	2	22	8	0,6	145	105	2—j1,5	6	1,2	—	—
П201	50	15	2	20	3	0,98	100	75	2—j1,7	4,3*	5,4	15	0,3
П3	100	15	1,4	17	1,5	0,98	55	40	1,4—j1,7	2,3*	11,5	25	0,4
П4	250	50	0,45	15	2	1	80	60	0,45—j0,5	3,4**	105	80	1,2
П4	800	45	0,3	7,5	0,56	1	25	19	0,3—j0,5	1,1**	350	170	1,6***

\* Ориентировочное падение напряжения постоянной составляющей 15 в = 1,5  $U_{0\text{ок}}$ .

\*\* Ориентировочное падение напряжения постоянной составляющей 25 в = 2,5  $U_{0\text{ок}}$ .

\*\*\* Необходим теплоотвод.

падением величины  $R_b$  так, что  $\frac{R_b}{r_k}$  становится порядка одной десятой и фильтрующее звено состоит не из  $r_k$ ,  $C_b$ , а практически из  $R_b$ ,  $C_b$ ;

б) применение фильтров ФЭ-1 дает весьма существенный выигрыш в объеме и весе. Транзисторный фильтр с учетом монтажа занимает несколько кубических сантиметров и весит от 15 до 30 г, эквивалентный транзистору дроссель имеет объем и вес во многое десятков раз большие;

в) начиная с токов в несколько десятков миллиампер, с поправкой на конечную величину  $r_b$  можно не считаться и принимать  $D \approx 1$  [см. выражение (14)];

г) выходное сопротивление фильтра весьма мало, при этом его действительная и минимая части имеют одинаковый порядок и ни одной из них нельзя пренебречь. Лишь для очень малых токов — до 10 мА  $Z_{0\text{вых}}$  имеет ярко выраженный активный характер.

Чрезвычайно важно и то, что емкость в цепи базы  $C_b$  действует со стороны выхода фильтра так же, как емкость  $C_b\beta$  в цепи эмиттера, что и определяет низкое  $jx_{0\text{вых}}$ . Однако со стороны входа величина емкости  $C_b$ , входящая в состав реостатно-емкостного фильтрующего звена, не претер-

певает никаких преобразований [см. также (13)]. Поэтому ошибочно при подсчете  $k_\phi$  считать, что фильтрация определяется емкостью  $C_b \cdot \beta$  [6].

5. Значительно улучшить действие фильтра ФЭ-1 можно, ослабив шунтирующее действие сопротивления  $R_b$  на  $r_k$ . Один из путей для достижения этой цели состоит во включении последовательно с  $R_b$  дросселя [6]. При больших токах  $I_{0\text{вых}}$  этот путь себя не оправдывает, так как дроссель становится относительно большим. Другой путь предложен [5], но не рассмотрен в литературе. Схема такого фильтра ФЭ-2 представлена на рис. 4, здесь, в отличие от ФЭ-1, сопротивление  $R_b$  разделено на две части и добавлен конденсатор. В результате на входе схемы из однозвездного образовался двухзвененный реостатно-емкостный фильтр, состоящий из  $R''_b$ ,  $C''_b$  и  $R'_b$ ,  $C'_b$ .

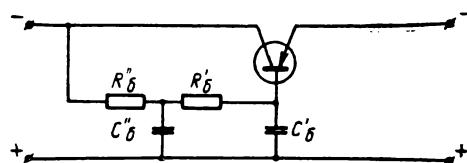


Рис. 4. Схема фильтра ФЭ-2

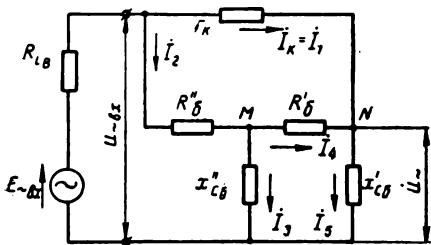


Рис. 5. Эквивалентная схема входной цепи фильтра ФЭ-2

В схеме ФЭ-2 фильтрация происходит, во-первых, по цепи  $r_k x_{cb}$  (рис. 5), а во-вторых, по цепям  $R_6'' x_{cb}''$  и  $R_6' x_{cb}'$ . При работе транзисторных фильтров могут быть два случая: первый — когда  $R_6' + R_6'' \ll r_k$ , что соответствует малым напряжениям  $U_{\text{овых}}$ , большим токам  $I_{\text{овых}}$  и транзисторам с малым  $\alpha_0$  (0,93—0,95); второй — когда  $R_6' + R_6''$  одного порядка с  $r_k$  — это будет при  $U_{\text{овых}}$  примерно 30—40 в, при  $I_{\text{овых}}$ , равном нескольким десяткам миллиампер, и большом  $\alpha_0$ .

В первом случае фильтрация практически проходит по цепям  $R_6''$ ,  $x_{cb}''$  и  $R_6' x_{cb}'$  и поэтому целесообразно, чтобы, как и в обычном двухзвенном фильтре,  $R_6'' = R_6'$  и  $C_6' = C_6''$ .

Для определения параметров во втором случае работы — малых токов — необходимо произвести анализ эквивалентной схемы рис. 5. Из этой схемы следует:

$$\begin{aligned} \dot{k}_\phi &= \frac{\dot{U}_{\text{вх}}}{\dot{U}_{\text{вх}}} = j \frac{r_k}{x_{cb}'} \times \\ &\times \left( 1 - \frac{x_{cb}'' r_k - x_{cb}' R_6''}{x_{cb}'' (R_6' + r_k) - j R_6' \cdot R_6''} \right) + 1, \end{aligned} \quad (22)$$

где

$$R_6 = R_6' + R_6''. \quad (23)$$

Из (22) следует, что при

$$x_{cb}'' r_k = x_{cb}' R_6''. \quad (24)$$

$k_\phi$ , переходя к модулю и пренебрегая единицей, будет равен

$$k_{\phi m} \approx \frac{r_k}{x_{cb}'}, \quad (25)$$

и, следовательно, сопротивления  $R_6'$  и  $R_6''$  никакого шунтирующего действия на  $r_k$  не оказывают.

Указанный вывод следует также непосредственно из схемы рис. 5. При выполнении условия (24) мостик, составленный из плеч  $R_6'$ ,  $x_{cb}''$  и  $r_k x_{cb}$ , будет уравновешен и точки  $MN$  (рис. 5) эквипотенциальны, при этом ток  $I_4$  равен нулю и оба плеча действуют самостоятельно. В итоге напряжение  $\dot{U}_{\text{вх}}$  является результатом фильтрующего действия плача  $r_k x_{cb}'$ , что следует также из (25).

Однако  $k_{\phi m}$  из (25) не является наибольшим. Дальнейшее увеличение коэффициента фильтрации может быть достигнуто при  $x_{cb}' R_6'' > x_{cb}'' r_k$ . При этом ток  $I_4$  меняет свое направление и  $R_6'$  с  $x_{cb}''$  уменьшают сопротивление параллельного плеча фильтра.

В практических схемах не имеет смысла работать ни при балансе моста (что при  $r_k \gg R_6$  приводит к  $C_6'' \gg C_6'$ ), ни при дальнейшем увеличении  $C_6''$  по сравнению с  $C_6'$ , чтобы получить  $x_{cb}' R_6'' > x_{cb}'' r_k$ . Расчеты, согласно (22), показывают, что если  $r_k \gg R_6$  (при малых напряжениях и больших токах), то целесообразно обеспечить

$$C_6'' = C_6'. \quad (26)$$

При  $C_6' + C_6'' = C = \text{const}$  режимы  $C_6'' = 3C_6'$

или  $C_6'' = \frac{C_6'}{3}$  дают уменьшение  $k_\phi$  ориентировочно на 20—30% от  $k_\phi$  при  $C_6' = C_6''$ .

Если  $r_k$  одного порядка с  $R_6$  (при малых токах и больших напряжениях), то изменение  $C_6''$  от 0,05  $C_6'$  и до  $C_6'' = \infty$  при неизменном  $C_6'$  не приводит к росту  $k_\phi$  более чем на 1%. Поэтому в этом режиме работы нужно обеспечить

$$C_6'' \geq 0,05 C_6'. \quad (27)$$

Выполнение условий (26) и (27) обеспечит при одинаковой суммарной емкости  $C$  наибольший  $k_\phi$ , определяемый из (25).

Анализ выражения (22) показывает, что деление  $R_6$  на две равные части имеет смысл для любого соотношения  $\frac{r_k}{R_6}$ .

Так как  $\lambda$  для схем ФЭ-1 и ФЭ-2 одна и та же, то для максимального коэффициента сглаживания получаем

$$K_m \approx \frac{r_k}{x_{cb}'} \cdot \frac{R_h}{R_h + R_6(1 - \alpha_0)} \cdot D', \quad (28)$$

где

$$D' = \frac{1}{\sqrt{1 + (r_6/x_{c6}')^2}}. \quad (29)$$

К. п. д. фильтра ФЭ-2 может быть определен из (16), а его  $Z_{\text{вых}}$  из (11).

Согласно указанной методике были рассчитаны фильтры по схеме ФЭ-2, данные которых приведены в табл. 1. При этом емкость  $C_b'$  равнялась суммарной емкости  $C = C_b' + C_b''$ . Сравнительные результаты для обоих фильтров по коэффициентам фильтрации  $k_F$  и сглаживания  $K$  приведены в табл. 2.

Из табл. 2 следует, что с помощью фильтров ФЭ-2 удается получить, начиная с токов порядка 10 мА, достаточно высокие коэффициенты сглаживания, даже для тех токов (свыше 0,5 а), где фильтр ФЭ-1 терял свою эффективность.

Таблица 2

Сравнительные данные фильтров ФЭ-1 и ФЭ-2 на те же данные, что и в табл. 1

Тип транзистора	$I_{\text{вых}}$ , мА	Параметры фильтра						
		$C_b'$ , мкФ	$C_b''$ , мкФ	$D$	$k_F$ , ФЭ-2	$k_F$ , ФЭ-1	$K$ , ФЭ-2	$K$ , ФЭ-1
П13 — П15	3	50	10	0,03	800	1100	580	800
П3 . . .	20	50	10	0,27	200	145	145	105
П201 . .	50	30	30	0,53	265	100	190	75
П3 . . .	100	30	30	0,59	200	55	145	40
П4 . . .	200	30	30	0,96	290	80	210	60
П4 . . .	800	30	30	0,98	145	25	105	19

Экспериментальные фильтры ФЭ-1 и ФЭ-2 показали результаты, достаточно близкие к расчетным.

Выходное напряжение фильтров ФЭ зависит от параметров используемого транзистора, особенно от величины коэффициента усиления по току  $\beta$ . Предполагая  $\beta$  значительно большими единицы, можно считать коэффициент передачи постоянной составляющей (12) равным

$$\lambda = \frac{R_h}{R_h + R_6/\beta},$$

т. е. равным коэффициенту передачи делителя, нижним плечом которого является сопротивление нагрузки, а верхним — сопротивление в цепи основания, деленное на  $\beta$ .

Изменение величины  $\beta$  приводит к значительным изменениям выходного напряжения. Если, например, в фильтре, данные которого приведены в последней строке табл. 1, вместо транзистора с  $\beta = 45$  поставить транзистор с  $\beta = 15$  или  $\beta = 100$ , то напряжение на выходе фильтра при постоянном входном напряжении будет равно 18 или 32 в соответственно вместо расчетных 27 в. Изменение температуры перехода также может приводить к изменению коэффициента передачи фильтра.

Стабилизировать коэффициент передачи фильтра можно, шунтируя емкость  $C_b'$  (см. рис. 2) или  $C_b''$  (см. рис. 4) активным сопротивлением. Такой метод стабилизации ведет, однако, к уменьшению коэффициента фильтрации или к необходимости увеличения емкости  $C_b'$ .

## ЛИТЕРАТУРА

- Мачинский В. К., Штильман В. И., Авторское свидетельство № 118381 заявлено за № 570678/26 4 апреля 1957 г., Бюллетень изобретений № 5, 1959.
- Мачинский В. К., Штильман В. И., Фильтр с плоскостным полупроводниковым триодом для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения, НТОРиЭ им. А. С. Попова, Украинское отделение, Труды секции полупроводниковых приборов, вып. 1, Киев, 1958.
- Приолов Э. Я., Гаряинов С. А., Применение плоскостных полупроводниковых триодов в сглаживающем фильтре, Электросвязь, 1958, № 5.
- Oakes F., Английский патент кл. 38 (2), № 791001, 19.II 1958 г.
- Oakes F., Lawson E. W., Transistor Filters Pippie, Electronics, 1958, 11, April.
- Агапов М. В., О полупроводниковых фильтрах маломощных выпрямительных устройств, Вопросы радиоэлектроники, Серия общетехническая, № 10, 1959.
- Цыкин Г. С., Электронные усилители, М., Связьиздат, 1960.
- Додик С. Д., Полупроводниковые стабилизаторы постоянного напряжения и тока, М., «Советское радио», 1962.

# ТЕХНИКА НА СЛУЖБЕ ИСКУССТВА ВО ФРАНЦУЗСКОЙ КИНЕМАТОГРАФИИ

778.5(44) : 791.43/45

Доклад, прочитанный в секции науки и техники Союза работников  
кинематографии СССР

Если рассматривать французскую кинематографию, начиная даже с самых ранних ступеней ее развития, становится очевидной самая примечательная ее черта — постоянная и глубокая взаимосвязь художественной выразительности и применяемых технических средств. Подтверждение этому мы можем получить на наиболее известном в истории кинематографии примере.

Первый спектакль на основе движущихся изображений создал Эмиль Рейно. Читая в городе Люи-ан-Веле публичный цикл лекций по естественным наукам, он был вынужден с целью их иллюстрации заняться проблемой воспроизведения движений. Рейно изобрел остроумную систему оптической компенсации посредством зеркальных барабанов: 4 июня 1880 г. он доложил о своем изобретении Французскому обществу фотографии и демонстрировал свой праксиоскоп. Этот аппарат в дальнейшем имел огромный успех в качестве игрушки, и Эмиль Рейно организовал на своей квартире на улице Родье, на Монмартре, их кустарное производство. С истинно художественным талантом он сам же и рисовал цветные ленты для своего праксиоскопа.

Будучи по призванию одновременно и техником и художником, Эмиль Рейно создал в 1888 г. свой оптический театр. Здесь вместо привода зеркального барабана непосредственно лентой, несущей рисунки, применялась уже система штифтов и отверстий. Первый публичный спектакль оптического театра был дан в музее Гревэн на Больших бульварах в Париже в 1892 г. С тех пор постоянным занятием Рейно было изготовление цветных лент, содержащих обычно не менее 500—700 кадров; красота их поражает до сих пор. Все свободное время Рейно отдавал изучению движений людей и животных. Каждый день утром и вечером при участии пианиста Полена он давал сеансы своей световой пантомими, а остальное время рисовал, раскрашивал и монтировал свои фильмы. Будучи прямым предшественником изобретателей кинематографа в настоящем понимании этого

слова, Рейно в то же время был первым создателем мультипликационных фильмов.

Столь же счастливое единение техники и искусства мы обнаруживаем и далее, при зарождении собственно кинематографа на основе хронофотографии и исследований Марэ, Диксона, Эдисона, Фриз-Грина, которые открыли широкий путь к фотографической регистрации движений. На вошедшем в историю вечере 28 декабря 1895 г. в «индийском зале» Гранд-кафе опять встретились техники братья Люмьер — изобретатели кинематографа (представленные здесь своим отцом) и Ж. Мельес — директор театра «Робер Удэн».

Люмьеры создали весьма совершенный механизм для регистрации и проекции кадров на перфорированной пленке. Мельесу предстояло создать кинематограф. В своих мемуарах он говорит следующее: «Будучи очарован зрелищем первых движущихся фотографических изображений, Мельес пошел купить или получить в пользование аппарат для своего театра. Но Люмьеры запретили продажу, желая, чтобы их изобретение служило только науке.

Мельес был весьма огорчен, так как он видел возможность создать новый комбинированный великолепный спектакль. Он узнал, что английский оптик Поль только что выпустил в продажу проектор для демонстрации движущихся изображений на черном фоне по способу кинетоскопа Эдисона».

Дальнейшее известно. Проектор Мельес купил у Поля в Лондоне, а съемочную камеру сконструировал сам и первые свои фильмы демонстрировал в театре «Робер Удэн». В декабре 1896 г. он построил в Монтрейле первую киностудию со сценой и необходимым оборудованием. В 1897 г. он создал настоящий кинематографический спектакль. Напомним еще, что в 1900 г. Мельес основал первый синдикат производителей кинофильмов и в 1909 г. был председателем Первого международного конгресса кинематографистов (на котором, в частности, была произведена стандартизация перфораций). В конгрессе приняли участие Роже, Патэ, Истмен, Мельес, Гомон,

Урбан, Джифорд, Смит и Остин. Напомним, что Урбан и Смит являлись создателями кинемаколора, а по этой системе был снят знаменитый фильм «Дюрбар из Дели», который еще ребенком я видел в Париже в кинематографе на улице Пеллетье.

Таким образом, зарождение кинематографа во Франции было отмечено счастливым содружеством техники и искусства. Можно убедиться, что это тесное содружество характеризует французскую кинематографию и на всем дальнейшем пути ее развития, как то мы постараемся показать в нижеследующем общем очерке.

Подобно всем остальным отраслям человеческой деятельности кинематограф переживает (особенно несколько последних лет) резкое возрастание имеющихся в его распоряжении технических возможностей. Но если в подавляющем большинстве отраслей промышленности следствием этого технического прогресса является повышение производительности, снижение стоимости, то в кинематографии мы наблюдаем иные результаты. Здесь технический прогресс поставлен на службу расширению постановочных возможностей и обеспечению наибольшей свободы для выражения творческих замыслов постановщика. Как раз в области постановочной техники мы находим и в последнее время примеры, подтверждающие наш основной тезис.

Мы имеем в виду системы, разработанные Дебри для 35-мм и Компанией Толона для 16-мм плёнок и позволяющие на расстоянии по видеоканалу полностью контролировать съемку, наблюдая на экране пульта все перемещения камеры, изменение фокуса, выбор кадра; даже имеется возможность в процессе установки света проверить световые контрасты.

Свет — вот ключевой элемент в каждой киносъемке, в значительной степени определяющий весь характер технического оборудования студий, в значительной мере определяющий свойства и способы использования оптики и применяемых эмульсий. Именно освещение призвано передать общую атмосферу фильма. Каждая декорация и каждая площадка рассматриваются с той точки зрения, как они будут выглядеть при том или ином освещении.

В области кинопроекции вопросы света решены довольно благополучно. Существенно увеличивается светоотдача и повышается

световая мощность аппаратуры. В области же студийной осветительной техники до сих пор существуют очень большие трудности, о которых Рене Клер сказал:

«...и далее имеется свет. В студии мы подчинены определенной установке света, которую трудно изменить, если это не было еще накануне предусмотрено постановщиком и он не сообщил своих пожеланий оператору. В противном случае приходится прерывать работу, так как существенное изменение освещения является длительной и дорогостоящей операцией».

Об этих же трудностях шеф-оператор Анри Алекан говорит:

«Тяжесть и громоздкость современных технических средств кинематографа оказывают существенное влияние на процесс создания фильма. Дело в том, что кинооператор в настоящее время может управлять техническими устройствами только при помощи многочисленных машинистов, электриков, помощников, точно так же, как архитектор не может построить здания, не обращаясь к услугам многочисленной армии работников, многие из которых являются специалистами очень высокой квалификации».

И вместе с тем самые замечательные результаты в художественном плане достигнуты в кинематографе именно с помощью осветительной техники. Кристиан Матра, председатель Технического комитета съемочной техники, говорит об этом так:

«Развитие осветительной техники кинематографа во Франции до войны было подчинено одной идеи — получать как можно более красивые фотографии героинь фильмов. Такая забота привела нас к усиленному использованию маленьких прожекторов с целью создания очень тонкой игры света. Далее возникла мода на применение световых пятен, которые мы обычно получаем применением многочисленных картонных масок, закрепленных обычно с помощью бельевых зажимов. Это необычное применение принадлежности прачечной дало нам большие преимущества по сравнению с нашими иностранными коллегами. Следует особо отметить, что крупные французские операторы всегда очень заботились о наиболее точном соответствии стиля освещения характеру снимаемого сюжета».

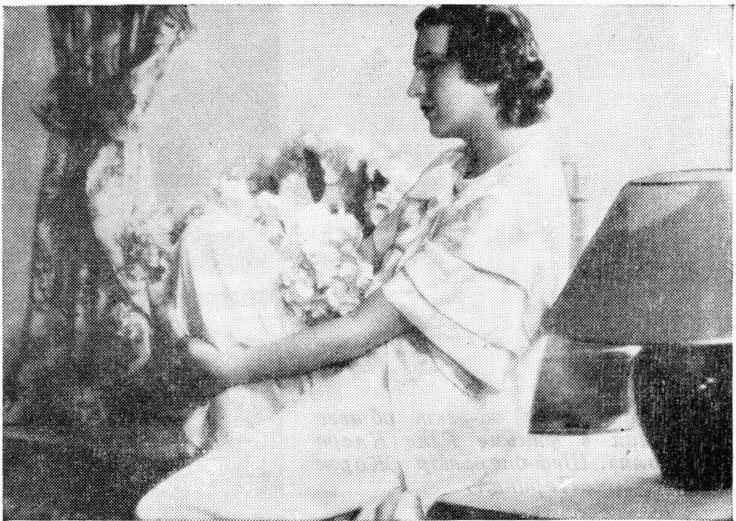
Назовем без особого выбора несколько примеров, чтобы показать это разнообразие

*Съемки Алекана дают прекрасный пример феерического стиля. Фильм Жана Кокто «Красавица и чудо-вище»*



*Даниэль Даррье в фильме  
Макса Офюльса «Карусель». Шеф-  
оператор Кристиан Матра*

*Пример художественно мягкого  
рисунка. Мари Бель в фильме  
«Холостячка». Шеф-оператор  
Роже Юбер*



стилей освещения. Документальный стиль в «Битве на рельсах» и «Лучшей доле» Алекана и в «Великой иллюзии» Матра. Реалистический стиль в «Таком прелестном маленьком пляже» Алекана, в «Матер Долороза» и позже в «Терезе Этьен» Юбера. Стиль феерический в фильмах «Красавица и чудовище» Алекана, «Вечерние посетители» Юбера и в «Карусели» Матра. Романтический стиль в «Жюльета, или Ключ к сновидениям» Алекана и в «Вечном возращении» Юбера. Фантастический стиль в «Фанфан-Тюльпане» Матра. Стиль художественной дымки и мягкого рисунка, который доминировал в предвоенном периоде и хороший пример которого мы видим в фильме «Холостячка» Юбера.

Этот краткий очерк показывает, что один и тот же оператор пользуется различными стилями не только в различных фильмах, но даже в различных кадрах одного и того же фильма, чем избегается, как это подчеркивает Николя Айэ (оператор «Вороны», «Пармской обители» и «Орфея»), однообразие в применяемом фотографическом методе и его персонификация, что хотя такие снимки подчас и приятно смотреть, приводит к банальности. Таким образом, мы можем сформулировать основную задачу французской фотографической школы, что очень хорошо сделал наш друг Роже Юбер.

«Из всех фотографических школ именно французская школа внесла в фильм наиболее широкую гамму различных стилей, обусловленных снимаемыми сюжетами.

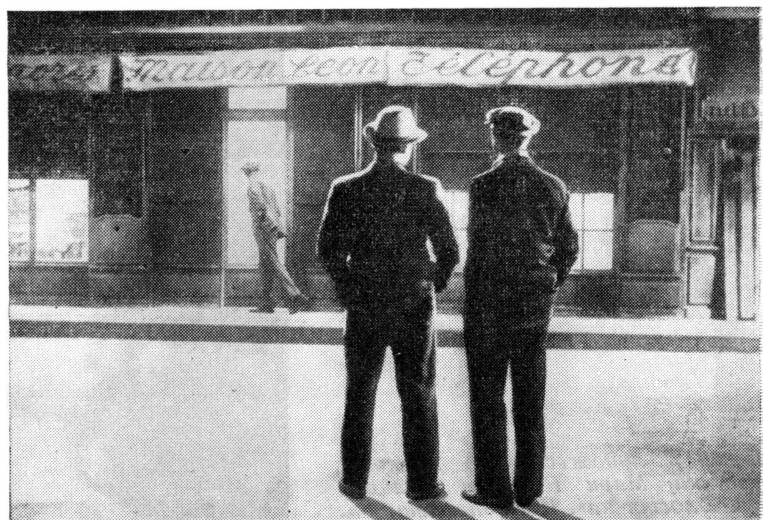
Достижения немецкой школы были особенно примечательны во времена немого фильма, до появления звука. Они характеризовались персонифицированной манерой съемки, иногда несколько отходившей от строгого соответствия снимаемому сюжету и применением смутного, неясного освещения, создававшего впечатление нереальности.

Шведская школа всегда была немного в фарватере немецкой.

Итальянская школа, особенно развившаяся в послевоенный период, характеризовалась подчеркнутым реализмом, имеющим нечто общее с манерой съемки хроникально-документальных фильмов. Этот метод принес итальянской школе большие успехи (фильмы «Рим — открытый город», «Шуша» и др.), но он подходит не для всех сюжетов.

Что касается американской и английской школ, то они в первую очередь характеризуются безукоризненным и всегда высоким техническим качеством, а также применением разнообразных художественных эффектов, используемых почти во всех других школах. Для них характерна также общая тенденция к унификации и стандартизации. Одним из выражений этого является способ проявления материала до постоянной γ, введенной уже много лет назад.

Французы с их немного идеалистическим и «богемным» характером используют большее разнообразие стилей, постоянно стараясь создать свой собственный стиль.



*Примечательный эффект общего освещения в фильме Рене Клер «14 июля». Шеф-оператор Жорж Периналь,*

для каждого сюжета и всегда быть возможно ближе к жизненной правде.

Обстановка, точнее атмосфера действия, соответствующая выбранному стилю, создается в основном освещением декораций. В больших декорациях работать сравнительно легко, потому что можно отдельно задавать освещенность декораций и актеров, что позволяет, однажды установив свет на декорацию, не трогать более эти осветительные приборы, а актеров освещать другими прожекторами. Это дает возможность каждый раз подбирать для актеров наивыгоднейший свет и при этом при каждом изменении точки зрения камеры не предпринимать полной перестановки света.

В малых декорациях работать значительно труднее. Свет, направленный на декорацию, часто задевает актеров, а свет, направленный на актера, часто создает неблагоприятный эффект на декорации. При каждом изменении сцены приходится предпринимать существенную перестановку света и подчас мириться с некоторым нарушением избранного стиля освещения.

Французская фотографическая школа в основном использует естественные источники света, выявляя их в большей или меньшей степени в соответствии со снимаемым сюжетом.

Другие школы, и в частности немецкая, меньше заботятся о реализме и, используя большую свободу действий, создают эффект для эффекта, не особенно заботясь о соотношении освещенной и неосвещенной частей декораций, в первый раз показываемых зрителям».

В нашей технической школе кинематографии и фотографии мы всегда учим наших студентов применять освещение осмысленно и оправданно, не увлекаться дешевыми эффектами.

Проблема декораций, рассмотренная Роже Юбером вместе с проблемой освещения, является одной из тех, в которых французская кинематография наиболее проявила себя, так как наши декораторы вложили в это все разнообразие своих талантов и провели многочисленные изыскания. Известны такие имена декораторов, как Вакевич, Рену, Дуи, и рядом с ними Леон Барсак (его имя стоит на титрах многих больших фильмов), который помог нам следующим образом сформулировать основные принципы работы декоратора.

«Чтобы декорацию в кинематографии можно было использовать действительно эффективно, следует приспособливаться к требованиям режиссерского сценария, который предусматривает столь точно, сколь это возможно, все передвижения актеров и камеры. Для ритма спектакля и для того, чтобы избежать затянутостей и потерянного времени, важно, чтобы все необходимые движения выполнялись точно и быстро. При постройке декораций декоратором должна руководить не логика, а чисто постановочные требования. Именно этими требованиями определяется расположение дверей, окон, лестниц, мебели, разных принадлежностей и т. п. Эскиз декорации, удовлетворяющей этим требованиям, а также и требованиям осветителя, в конце концов приобретает вид, мало похожий на план, построенный по законам архитектуры. Эскиз разрабатывается в процессе совместной работы с постановщиком, который одновременно делает режиссерский сценарий (это является наилучшим решением вопроса) или же по готовому режиссерскому сценарию. Далее следует определить точки, с которых будет показана декорация. Это делается посредством эскизов, рисунков, а иногда и пространственных макетов, которые должны создать представление не только о кадре, но и о том стиле, в котором будут показаны декорации. Одна и та же декорация может быть трактована совершенно по-разному в зависимости от того, будет ли это психологическая драма, комедия или детектив. И никогда не следует забывать, что декорация всегда присутствует в фильме на втором плане, в то время как первый занят действующими лицами. Зритель в кино не имеет времени анализировать свои впечатления, поэтому каждое место действия должно быть характеризовано точно и недвусмысленно. Это значит, что в каждом случае следует подбирать наиболее типичные элементы обстановки, располагать их в определенном порядке, чтобы создать общий пластический рисунок, определяющий кадр, в котором будет развертываться действие».

Не надо долго искать примеров для подтверждения высказанных положений — мы можем позаимствовать их из практики первых лет развития французского кинематографа, из времен Гомона и Патэ. Изыскания стиля утвердились в работах Гастона



Одно из наиболее удачных воспроизведений экsterьера натуры в студии: улица на окраине Парижа из фильма Рене Клер «Под крышами Парижа», студия Тобис, 1930 г., декорация Г. Лорено

Дюмениля, Кола, Вассера и Гюго Лорено. Из работ этого последнего мы можем привести несколько фотографий декораций, осуществленных им между 1900 и 1914 гг. Фотография декораций из фильма Рене Клер «Под крышами Парижа» (1930 г.), изображающая улицу на окраине Парижа, замечательна своим поэтическим реализмом. Эффект тумана был достигнут в ней применением тюля, а эффект прохода поезда по окружной железной дороге был достигнут с помощью ассистента, проносившего пучок горящей соломы за забором, ограждающим пустырь.

Вот некоторые примеры из более близких нам по времени фильмов Рене Клер. Декорация сна простая и туманная: един-

ственные: точно очерченные элементы в ней — это фигуры всадников и ворота в фильме «Ночные красавицы». Декорация зоны, дающая глубокое ощущение опустошенности, для «Порт де Лила», декорация лаборатории алхимика из фильма «Красота дьявола», которая, несмотря на перегруженность деталями, сохраняет архитектурное благородство. И чтобы отметить разнообразие творчества наших декораторов последнего времени, приведем несколько примеров из работы Барсака. Декорация из фильма «Кипящий горшок» изображает буржуазный салон конца XIX века, где нагромождением деталей и аксессуаров создается гнетущая атмосфера; декорация из фильма «Стеклянный замок» в стиле барокко, по-



Декорация буржуазного салона конца XIX в. Фильм Леона Барсака «Кипящий горшок»

строенная с большой перспективой в глубину; декорация фланандской деревни XVI века из фильма «Тиль Уленшпигель». Прекрасные результаты, свидетельствующие о подлинно художественном восприятии жизни, достигнутые нашими декораторами и операторами, не должны заслонять от нас основного принципа: необходимо совершенствовать наши технические средства для создания самых разнообразных специальных эффектов, которые будут требоваться все чаще в фильмах самого близкого будущего.

Много точных и конкретных данных об этом предмете приведено в трудах Высшего технического комитета французской кинематографии в прекрасной работе Лорен, которая уже послужила базой при разработке проектов многих новых студий в различных странах.

Здесь было бы неправильным упустить из вида два важных фактора, оказывающих существенное влияние на качество изображения, а именно пленку и лаборатории для ее обработки. И действительно, шеф-оператор может составить представление о контрастности и проработке своих негативов, основываясь только на сенситометрических характеристиках примененных эмульсий и после предварительной договоренности с техническими работниками лаборатории. Чем больше  $\gamma$ , тем контрастнее будут фотографии, и наоборот. Исходя из этого, шеф-оператор выберет зону экспозиций или же посередине характеристической кривой, или в нижней ее части, если он желает получить изображения слегка сероватые в тенях, или же, наоборот, в верхней ее части для получения изображений плоских в светах. При этом способе работы чрезвычайно важно соблюдать постоянство  $\gamma$  и не прибегать к старому способу переменного времени проявления, выбираемого на основании проб по усмотрению руководителя фотографической обработки. При соблюдении постоянства  $\gamma$  не может возникнуть недоразумений. Тот, кто освещает негатив, тот и несет всю ответственность. Однако специалисты черно-белого кинематографа, мастера передачи тонких оттенков (среди них Юбер) могут жаловаться на некоторые современные тенденции. Сегодня, говорят они, к сожалению, не придают серьезного значения фотографическому качеству фильмов. С одной стороны, продюсеры ищут возмож-

ности сокращения времени производства фильмов, а также максимального сокращения всех расходов, за исключением расходов на участие в фильмах знаменитых актрис, ибо только эти последние и могут заставить публику посещать кинотеатр. С другой стороны, многие из современных постановщиков стремятся внести какие-то новые приемы съемки, что требует очень длительной установки сложной аппаратуры, а это не всегда себя оправдывает. Некоторые операторы полагали, что введение цвета ослабляет требования, предъявлявшиеся к фотографии в эпоху черно-белого кино. Цветная съемка обычно ведется в более рассеянном, менее контрастном свете с полным отсутствием каких-либо световых эффектов. Другие операторы пробовали пользоваться окрашенным светом (сцены резни в Варфоломеевскую ночь, фильм «Королева Марго», оператор Алекан). Между тем успехи, достигнутые в стабилизации кинофотоматериалов и способов их обработки, дают сейчас возможность достижения хорошего контраста при применении некоторых многослойных пленок, на которых получаются очень хорошие, чисто нейтральные тени (в частности, мы имеем в виду способ Истмен-колор). Одновременное применение в кинематографии черно-белого и цветного процессов, а также различие в способах обработки цветных многослойных пленок потребовали новых серьезных усилий от конструкторов оборудования и лабораторий по обработке пленки. Известны и большие преимущества, достигаемые при печати фильмов по трехцветному аддитивному способу в машинах «Матипо» и «Типро» фирмы Дебри (особенно при последней системе установки света колориметрическим способом). Упомянем и об оригинальном расположении баков в цветной проявочной машине «Дюк» той же фирмы. Некоторые лаборатории оборудованы устройствами для создания специальных световых эффектов в печатных или проявочных машинах.

Самым существенным в кинематографии в последнее время, безусловно, является введение многослойных цветных пленок в повседневную производственную деятельность. Однако не следует забывать, что существенный прогресс достигнут также за последнее время в области производства черно-белых эмульсий. Поразительные возможности ночных съемок на пленках «Ко-

дак-3» и «Гева-36» сразу же открыли путь и новым стилям в постановке фильмов. В этом направлении французская кинематография уже имеет существенные успехи. В фильмах «Лифт на эшафот» Луи Малля и «Свидетель в городе» Молинаро (шеф-оператор Дека) достигается большая напряженность отснятых сцен и более точная и сжатая игра, характерная для фильмов нашей молодой школы.

Последним звеном цепи, завершающим процесс, является проекция фильма. Почему же приходится так горько сожалеть о тех потерях качества, которые вызваны так называемыми новыми техническими средствами, вводимыми под предлогом обновления кинематографического спектакля? Можно ли назвать обновлением проекцию «ампутированных» кадров на все более и более крупных экранах с помощью средств часто неудовлетворительных, с плохо приспособленной оптикой, на экранах с плохим распределением яркости? Можно ли назвать обновлением способы, в которых aberrации и искажения, вызываемые аноморфированием, создают удлиненные фигуры, потерю точности и все изыскания в художественном плане, какие бы они ни были, сводят на нет.

«Мы осуждены,— будем надеяться, что только в настоящее время,— на лишение всех художественных эффектов, основывающихся на тонкой игре света. Из опасения, что проекция получится слишком мягкой, туманной, мы впадаем в другую крайность— в жанр, который можно назвать фотоантропометрическим. Но даже и это, однако, в некоторых залах не дает возможности обеспечения необходимой четкости рисунка».

Таковы жалобы, высказанные одним из наших лучших шеф-операторов и основанные на общем мнении большинства его коллег. И тем не менее существуют новые и действительно ценные технические средства, которые позволяют улучшить качество изображения, используя, во всяком случае для негатива, большую полезную площадь кадра, что может быть достигнуто при горизонтальном движении 35-мм пленки или же при применении 65- или 70-мм пленок с вертикальным движением. Фирмой Дебри во Франции создан чрезвычайно интересный образец камеры «Максивижн» с горизонтальным движением плен-

ки, в котором применен изогнутый фильмо-вый канал с V-образными направляющими, полностью исключающими возможность появления царапин. Одновременно конструкторы кинопроекционного оборудования направили свои усилия на разработку комбинированных проекторов для 35- и 70-мм пленки; решение этой проблемы не связано с какими бы то ни было принципиальными затруднениями. Можно предполагать, что мы получим систему, в которой прокатные копии будут печататься на 70-мм пленке с 35-мм негатива, снятого при горизонтальном движении пленки. Большим преимуществом такой системы является возможность использования (без каких бы то ни было изменений) проя沃чного оборудования лабораторий текущей печати. Такая система, используемая в настоящее время Техниколором в Лондоне, предусматривает применение при съемке аноморфозы с разумным коэффициентом 1,5, за что мы и боролись в нашем Техническом комитете французской кинематографии, показывая на 35-мм фильме все преимущества достижимых результатов как в техническом плане (снижение искажений и aberrаций), так и в художественном (формат кадра с разумным отношением сторон 1,75). Следует ли идти еще дальше по пути обновления кинематографического зрелища? Во всяком случае, следует напомнить (хотя бы потому, что те, которые скопировали, не сочли нужным назвать своих предшественников), что большой честью для французской кинематографии было то, что именно она, и уже давно, указала пути, которым надо следовать, и практически продемонстрировала возможные методы решений. Так, еще в 1900 г. Гринуэн Сансон разработал для Всемирной выставки систему панорамной проекции с 10 камерами, названную им Синеорама, что впоследствии в менее совершенном исполнении было повторено в циркораме Ди-снея. В 1926 г. Абель Ганс при участии Андре Дебри для своего фильма «Наполеон» вызвал к жизни тройной экран, который мы видим теперь ожившим в американской Синераме и советской Кинопанораме. В 1928 г. проф. Анри Кретьен предложил применять аноморфирование для улучшения системы с тройным экраном и рассчитал свои оптические системы Гипергонар, которым пришлось ждать более чем 25 лет, прежде чем их применяют (увы, не

очень обдуманно). В 1934 г. опять Ганс и Дебри, показывая новый вариант фильма «Наполеон» в кинотеатре «Парамоунт» в Париже, применили систему автоматической локализации звука, существенно пре-восходящую по достигнутым результатам, разработанную 20 лет спустя сложную и дорогую стереофоническую систему с четырьмя магнитными дорожками. Таким образом, на примере недавнего прошлого и настоящего времени мы видим, что недостатка в различных технических средствах нет, но что техникой дело не ограничивается.

Перелистывая книги нашей библиотеки, мы как раз вновь нашли замечательные слова Мишеля Фур-Кормеря — нашего генерального директора кинематографа.

«Так же как и полиграфия, кино является не более чем техническим средством, служащим для выражения человеческой мысли. В XX веке это средство, этот инструмент стал очень дорогим, сложным, но все-таки это всего лишь инструмент. Кино может быть полезно человеку во многих областях его деятельности: распространение новостей, сообщение о научных фактах, приобщение зрителя к переживаниям драмы и смеху в комедии. В то время когда Мельес создал свою феерию о полете на луну, никто не мог предвидеть, что такой инструмент, как кинематограф, станет научным методом познания. Фильмы д-ра Командона и Жана Пенлеве практически показали слабость человеческой мысли в предвидении будущего. Надо отметить, что кино также дает нам возможность лучше понять произведения искусства самых различных видов. Могли ли мы думать в конце прошлого века, что именно кино даст нам возможность лучше понять и осознать знаменитые произведения живописи и самые лучшие скульптуры». Необходимо отметить также, что наряду с крупными постановками французская кинематография может гордиться своими короткометражными фильмами. Именно на этом поприще молодые операторы, окончившие Техническую школу кинематографии и фотографии, делают первые шаги, внося в свои первые работы смелость, свойственную юности, и

оригинальность, вызванную свежестью взглядов на жизнь. В более специальных областях научной и прикладной кинематографии наши ученые и инженеры вносят свой вклад, следуя пути, проложенному Марэ, проф. Баллом и д-ром Командоном. Этот актив группируется вокруг Объединения научного кино, вдохновляемого Жаном Пенлеве. Для этих энтузиастов зачастую на каждой съемке возникают свои собственные небольшие проблемы, которые следует разрешить. Учебное кино может гордиться педагогическими фильмами проф. Поншон и Марка Кантагрелля, у которых есть многочисленные молодые последователи. Фильмы мультипикационные зародились во Франции благодаря работам Рейно и были развиты в дальнейшем Куртеем. Однако в последнее время этот жанр кинематографа претерпел во Франции ничем не объяснимый упадок. Отметим, что первый, кто наделил животных человеческими чертами, был Вениамин Рабье, рисунки которого доставляют столько радости нашим детям. Впрочем, в самое последнее время работы в этом жанре возобновлены французскими постановщиками. Вслед за фильмами Гримо (например, «Лесной солдат») упомянем смешной и современный фильм «Пари Фляш» Шампо и Ватрена, который с большим успехом демонстрировался в Объединении продюсеров короткометражных фильмов. Говоря о мультипликациях, нельзя не упомянуть такого специалиста, как Этьен Райк, работы которого отличаются оригинальностью, большим вкусом и огромным трудолюбием.

Самым лучшим заключением нашего обзора будут слова Фур-Кормеря, подытоживающие вкратце те мысли, которые мы высказали выше:

«Кинематограф достиг еще только периода своей юности, и будет очень хорошо, если в период его зрелости получит дальнейшее развитие и дополнение все то, что уже достигнуто в области науки и искусства.

Таким образом, творчество каждого из народов станет всеобщим достоянием».

Перевел с французского А. Ф. Векленко

# ТЕЛЕВИЗИОННАЯ СИСТЕМА ОБУЧАЕТСЯ УЗНАВАТЬ ПРОСТЫЕ РИСУНКИ

621.397 : 62-50

Проведены эксперименты с телевизионным устройством, «узывающим» после обучения простые контурные изображения. Использован координатный принцип описания контуров. Широкополосный видеосигнал контура преобразуют в узкополосный сигнал, повторяющий форму контура, выделяют «угловые точки» и считают их. Обучение сводится к выбору порогов ограничения после преобразования.

В технике опознавания образов нередко применяют развертку изображений, например для последовательного ввода элементов изображения в запоминающую матрицу вычислительной машины, для прослеживания контурных линий с помощью следящего устройства и т. п. Однако известные экспериментальные опознавающие системы имеют, как правило, очень мало общего с телевизионными системами. Обычные телевизионные датчики видеосигнала со стандартным разложением изображения почти не используются.

Исключение составляют системы, в которых опознавание производят при поэлементном сравнении телевизионного изображения с эталонами. Геометрическая форма эталонов изображений (или фрагментов этих изображений, достаточных для правильного опознавания) жестко задана. Образы перестают опознаваться уже при небольших отступлениях формы предъявляемых изображений от эталонной. «Негибкость» такой системы опознавания — следствие того, что применяют избыточное поэлементное описание изображений. Здесь будет рассмотрен метод опознавания изображений с помощью телевизионной системы, основанный на сокращенном, так называемом координатном описании контуров. Этот метод позволяет «узнавать» изображения и после некоторых геометрических преобразований. Ограничимся в основном тем наиболее простым случаем, когда на каждой строке телевизионного разложения находится не более одного контурного элемента, т. е. когда контур представляет собой однозначную функцию номера строки. Возможности обобщения для более сложных случаев будут отмечены в конце статьи.

Пример «однозначного» контура показан на фотографии, снятой с телевизионного экрана (рис. 1). На каждой строке в этом

случае возникает один импульс. Опознавать даже такой простой рисунок непосредственно по видеосигналу трудно. Приходится анализировать всю последовательность импульсов, для представления которой в обычной телевизионной системе используется большая информационная емкость: число двоичных единиц равно числу элементов разложения  $NZ$  ( $N$  — количество элементов на строке,  $Z$  — количество строк).

Информационная емкость анализирующего устройства значительно сокращается при координатно-кодовом методе представления изображений [1, 2]. Для описания контура достаточно указать координаты его элементов или номера контурных элементов на всех строках. Если для простоты принять, что  $N$  — целая степень 2, то потребуется всего  $Z \log_2 N$  двоичных единиц вместо  $NZ$  при обычном методе изображения контура на телевизионном кадре. Число двоичных цифр сокращается в  $N/\log_2 N$  раз, т. е. почти на два порядка по сравнению с принятым способом передачи.

Впрочем, полоса частот может быть сокращена еще больше, поскольку требуемая для опознавания образа точность воспроизведения контура обычно меньше, чем та, которая была принята при этом подсчете.

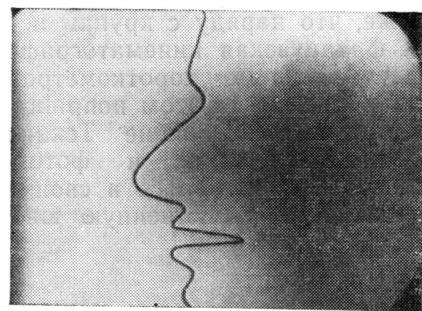


Рис. 1. Телевизионное изображение простого контура

Мы узнаем характерные черты предметов даже по искаженным контурам, с разрывами вследствие флюктуаций, со случайными отклонениями контурных элементов от правильного положения и т. д. Это — вследствие значительной избыточности контурных изображений, вызванной статистическими связями между контурными элементами. Поэтому, если флюктуации в каналах анализирующих устройств невелики, можно представлять координаты контурных элементов в аналоговой форме. Для этого достаточно стробировать пилообразные импульсы развертки импульсным контурным сигналом и пропустить полученную последовательность отсчетов, пропорциональных координате контурных элементов на каж-

дой строке, через фильтр низких частот. В соответствии с известной теоремой Котельникова достаточно выбрать ширину полосы пропускания этого фильтра вдвое меньше по сравнению с частотой отсчетов, равной частоте строчной развертки.

На рис. 2 показан пример осциллограммы координатного сигнала после фильтра низких частот. В качестве исходного изображения был использован контур, показанный на рис. 1. Для удобства сопоставления осциллограмма на рис. 2 повернута на  $90^\circ$  относительно привычного положения, ось времени расположена вертикально. Координатный сигнал повторяет форму контура<sup>1</sup>. В данном случае для передачи формы контура оказалась достаточной полоса частот в несколько килогерц вместо нескольких мегагерц, требовавшихся в усиительном канале на передающей стороне. Таким образом, при передаче этого простого изображения полоса частот сокращена на три порядка.

Представление контура в виде координатного сигнала имеет ряд важных преимуществ для системы опознавания образов.

Прежде всего просто решается задача фильтрации контура, освобождения его от второстепенных деталей. При использовании цифровых вычислительных машин для опознавания рисунков такая фильтрация требует выполнения ряда сложных операций по специальной программе [3]. В нашем случае фильтрация контура сводится к фильтрации координатного сигнала. Сглаживание контура производится путем пропускания координатного сигнала через фильтр с еще более узкой полосой, чем полоса, определяемая частотой выборов. На рис. 3 показано восстановление распавшегося контура путем интерполяции. Для этого при формировании координатного сигнала применена схема, аналогичная обычным схемам привязки.

Далее, некоторые распространенные геометрические преобразования изображения сводятся к операциям над низкочастотным координатным сигналом. Параллельному переносу (смещению) в направлении строчной развертки соответствует изменение по-

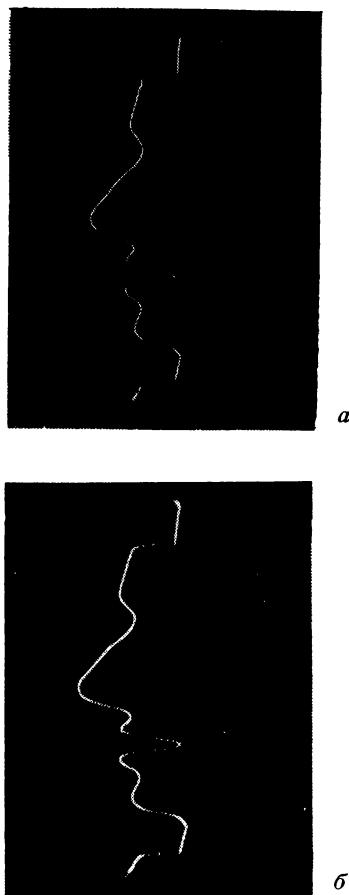


Рис. 2. Осциллограмма координатного сигнала:  
а — до фильтра низких частот; б — после фильтра низких частот

<sup>1</sup> Небезынтересно отметить, что таким образом удается формировать разнообразные периодические импульсы: достаточно нарисовать требуемую форму сигнала в виде контура.

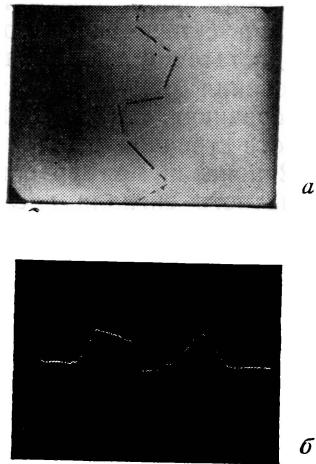


Рис. 3. Фильтрация контура:

а — телевизионное изображение «распавшегося» контура; б — координатный сигнал после фильтрации

стоянной составляющей координатного сигнала, растяжению изображения в том же направлении — усиление и т. д.

Расширяются возможности применения корреляционного метода для опознавания образов. Обычно корреляционный метод используют для опознавания изображений жестко заданной формы, искаженных флюктуациями яркости (например, для опознавания букв машинописного текста, напечатанного на определенной пишущей машинке [4]). В данном случае сама форма контура может быть искажена, но опознавание будет осуществляться при вычислении функции корреляции координатного сигнала с координатными сигналами эталонных контуров.

Располагая координатным сигналом, можно перейти к описанию «однозначного» контура в натуральных координатах. В этой системе координат плоская кривая описывается заданием кривизны  $K$  в виде функции от длины дуги  $S$ . Обозначим координатный сигнал через  $f(t)$ . Описание контуров в натуральных координатах потребует выполнения следующих действий над сигналами:

$$S \sim \int_0^t \sqrt{1 + [f'(t)]^2} dt; \quad (1)$$

$$K \sim \frac{f''(t)}{\{1 + [f'(t)]^2\}^{3/2}}. \quad (2)$$

В первом приближении кривизна пропорциональна  $f''(t)$ . Важные признаки образов, отображенных простыми контурными рисунками, связаны с «угловыми точками» контуров — теми точками, где вторая производная координатного сигнала превосходит по абсолютной величине некоторый порог ограничения  $|f''(t)| > \epsilon$ . Иногда достаточно просто сосчитать число углов  $n$ , чтобы отделить один контурный рисунок от другого. Опознавание по этому простому признаку и было испытано с помощью экспериментального телевизионного устройства.

Упрощенная блок-схема этого устройства показана на рис. 4.

Обучению соответствуют здесь операции ограничения

$$|f''(t)| > \epsilon \text{ (в устройстве 5);} \quad (3)$$

$$n_1 > n \geq n_0 \text{ (в устройстве 7).} \quad (4)$$

В качестве индикатора была использована пара лампочек, одна из которых зажигалась при ответе «да», а другая — при ответе «нет». Сам процесс обучения состоял в следующем. Телевизионной передающей камере предъявляли изображения, относящиеся к данному классу (например, «профиль человека»; рис. 1), и другие изображения, к данному классу не принадлежащие (например, зигзагообразная линия на рис. 5). Оператор изменял пороги ограничения абсолютного значения второй производной и пороги в счетном устройстве до тех пор, пока лампочка «да» не стала загораться только при предъявлении изображений, не принадлежащих к нему. После этого система правильно узнавала относящиеся к данному классу и определенные неравенствами (3) и (4) контурные рисунки даже в тех случаях, когда эти рисунки при

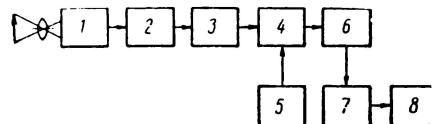


Рис. 4. Блок-схема экспериментальной системы опознавания простых «однозначных» контуров по угловым точкам:

1 — датчик видеосигнала; 2 — устройство для формирования координатного сигнала; 3 — фильтр низких частот; 4 — устройство для выделения угловых точек; 5 — пороговое устройство системы выделения угловых точек; 6 — счетчик импульсов; 7 — пороговое устройство; 8 — индикатор

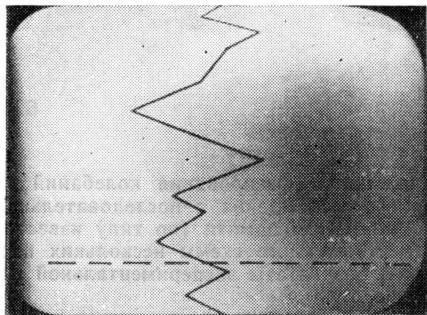


Рис. 5. Телевизионное изображение простого контура

При обучении по изображению такого типа, как на рис. 1, ответ «нет» получается при предъявлении всего контура, а ответ «да» — при предъявлении части контура над штриховой линией

обучении не предъявлялись. В частности, при тренировке на узнавание профилей такого рода, как на рис. 1, система отвечала «нет» при предъявлении контура рис. 5. Но если этот контур закрывали ниже линии, отмеченной штрихами на рис. 5, система отвечала «да». Действительно, оставшаяся часть этого контура, лежащая выше пунктирной линии, отдаленно напоминает профильный рисунок.

Описание контура в натуральных координатах имеет то важное преимущество, что оно инвариантно относительно плоских движений (смещения и вращения). Даже в том упрощенном варианте описания, который был использован в данных экспериментах, когда пренебрегали  $[f'(t)]^2$  по сравнению с 1, опознавание практически не зависело от поворота, пока контур оставался однозначным. От параллельного переноса в обоих направлениях оно также не зависело.

Выбранный способ описания контуров обладает достаточной общностью. Даже значительные деформации изображения не мешали правильному опознаванию.

Изображения, представляющие собой «однозначный» контур, встречаются редко (в качестве примера можно указать на телевизионный контроль петли металлической ленты между клетями прокатного стана)<sup>1</sup>. Но рассмотренный метод может быть распространен и на более сложные случаи. Опознавающая система будет при этом представлять собой совокупность устройств такого типа, как рассмотренное выше. Одно из них будет включаться коммутатором при первом пересечении строки с контуром, второе — когда та же строка пересечет следующий контур, и т. д. Образуется система координатных сигналов.

То, что рассмотрено здесь, представляет собой лишь примитивную модель телевизионной системы опознавания образов по простым признакам, заданным неравенствами (3) и (4). Реально встречающиеся образы описываются совокупностью признаков, количественно определяемых некоторой системой «пороговых» неравенств [6]. Возможно, что ряд таких признаков будет связан с ограничениями, накладываемыми на систему координатных сигналов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Цуккерман И. И., Радиотехника, 1958, № 4, стр. 77.
- Харкевич А. А., Электросвязь, 1958, № 5, стр. 44.
- Унгер С. Н., Ргос. IRE, 1959, 47, № 10, 1737.
- Ковалевский В. А., Журнал вычислительной математики и математической физики, 1962, 2, № 4.
- Ободан В. Я., Авт. свид. № 151035, 2. XI 1961 г. Опубликовано в «Бюллетене изобретений» в 1962 г., № 20, стр. 54.
- Харкевич А. А., Радиотехника, 1959, № 5, 12.

<sup>1</sup> В [5] для бесконтактного непрерывного измерения длины петли предложен способ, основанный, по существу, на координатном описании однозначного контура.

# УМЕНЬШЕНИЕ ВИДНОСТИ КОЛЕБАНИЙ ПОДНЕСУЩЕЙ ЧАСТОТЫ В СИСТЕМЕ ЦТ

621.397.132

Рассмотрены вопросы правильного фазирования колебаний поднесущей частоты в системах цветного телевидения с последовательной передачей сигналов цветности и с элементом памяти (по типу известной системы SECAM). Приведены функциональные схемы нескольких вариантов генераторов поднесущей частоты, результаты экспериментальной проверки схем и выводы по проведенной работе.

Для уменьшения видности колебаний поднесущей частоты в системах ЦТ применяется принцип перемежения спектров видеосигнала и поднесущей частоты. В системе типа ОСКМ перемежение выполняется, если поднесущая частота нечетно кратна половине строчной частоты. При этом фаза колебаний на одной и той же строке изменяется от кадра к кадру на  $\pi$ .

В последовательных системах типа SECAM или FAM целесообразно применить частотную модуляцию поднесущей частоты сигналами цветности [1]. В этих условиях перемежение спектров легче осуществить методом фазирования колебаний поднесущей частоты по строкам и по полям наиболее рациональным способом. Этому вопросу и посвящена данная статья.

## Коммутация фазы колебаний поднесущей частоты

Несмотря на то, что при частотной модуляции фаза поднесущей частоты вдоль строк и по полю может значительно изменяться, все же регулярная коммутация фазы по строкам и по полям уменьшает видность поднесущей частоты. Это обусловлено тем, что на цветном изображении часто имеются серые места, а также малонасыщенные цвета, когда поднесущая частота при частотной модуляции почти не изменяется. Кроме того, цветовой узор не может

от кадра к кадру резко изменяться. Резкие изменения сюжета в телевидении являются не правилом, а исключением. Следовательно, есть реальная возможность уменьшить видность поднесущей частоты, осуществляя коммутацию фазы, например, в начале каждой строки или более сложным способом. Правда, при ЧМ фаза поднесущей частоты все же имеет какие-то приращения вдоль каждой строки, поэтому полного устранения видности достичь, к сожалению, нельзя, особенно на концах строк. В этом недостаток систем с частотной модуляцией поднесущей. Можно ставить вопрос лишь об уменьшении видности ее колебаний.

Можно коммутировать фазу колебаний двумя принципиально различными способами. По первому способу (рис. 1) генератор поднесущей частоты работает непрерывно и независимо от развертки. Два противофазных напряжения генератора подаются на электронный коммутатор, который управляется импульсами синхронно с разверткой и переключает фазу поднесущей частоты на  $180^\circ$ . По этому способу аппаратура и ее регулировка сравнительно просты, при непрерывной работе в схеме генератора отсутствуют переходные процессы. Такой метод коммутации выходного напряжения иногда применяется в аппаратуре. Однако при практическом выполнении возникают трудности. Прежде всего на выходе схемы должны отсутствовать коле-

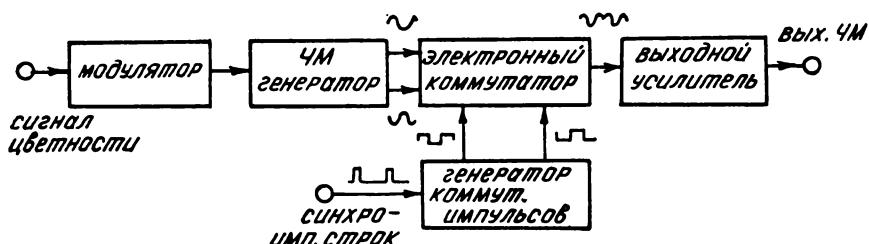
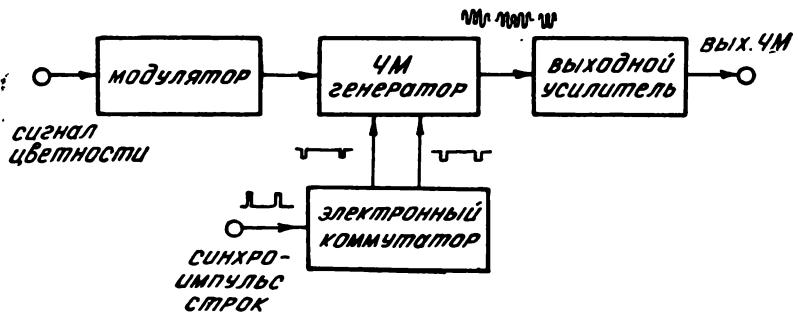


Рис. 1. Коммутация фазы выходного напряжения

Рис. 2. Коммутация колебаний двухтактного ЧМ генератора



бания частоты сигнала генератора во время строчных и кадровых синхроимпульсов, так как после замешивания в видеосигнал будет нарушена синхронизация развертки в телевизоре. Кроме того, при отсутствии синхронизации генератора с разверткой фазовая ошибка накапливается от строки к строке и к следующему кадру противофазность может быть нарушена даже при правильной коммутации фазы; непосредственная синхронизация генератора импульсами строчной частоты неэффективна, а цепочка умножителей частоты делает схему сложной и ненадежной. Наконец, еще одно сообщение. Колебания генератора должны быть выключены на время подачи синхровспышек; частота колебаний синхровспышек должна быть строго постоянной, так как по ней производится настройка селекторных цепей в телевизорах. Поэтому в качестве синхровспышки лучше вместо колебаний ЧМ генератора использовать специальный кварцеванный генератор.

По второму способу (рис. 2) колебания двухтактного ЧМ генератора прерываются во время прохождения гасящих импульсов развертки. В [2, 3] рекомендуется использовать коммутирующие импульсы изменяющейся длительности, что должно обеспечить различную фазу колебаний поднесущей частоты. При такой схеме запуска требуется очень высокая стабильность длительности импульсов и частоты колебаний генератора. В системе с частотной модуляцией, при наличии АПЧ, целесообразно применить схему с постоянной длительностью коммутирующих импульсов и с произвольной частотой колебаний генератора. Для этого на два входа двухтактного генератора подаются две серии импульсов, которые запирают и отпирают генератор в определенной последовательности. Желательно выбрать генератор релаксационного типа [4], чтобы

после запуска не было переходных процессов и чтобы частота и фаза установились мгновенно.

### Способы коммутации фазы колебаний поднесущей частоты

Аналогично системе ОСКМ можно осуществлять построчную коммутацию фазы, используя смесь гасящих импульсов синхрогенератора. Но поскольку периодичность импульсов, следующих через одну сторону, нарушается гасящими импульсами полей, то, чтобы осуществить поочередность коммутации фазы, можно гасящие импульсы пропустить через два переключаемых усилителя. В свою очередь переключение усилителей можно осуществлять от строчных импульсов, разделенных на четные и нечетные и задержанных на время порядка 10—15 мксек. В этом случае запирание и отпирание двух усилителей происходит тогда, когда любой строчный гасящий импульс уже прошел и выполнил свою функцию по запуску генератора. Схема рассматриваемого способа коммутации приведена на рис. 3. Гасящие импульсы полей теперь не будут беспрепятственно проходить через один усилитель. Каждый этот импульс прерывается в начале строки и поступает то на один усилитель, то на другой. Но в общем колебания генератора не восстанавливаются, пока не пройдет весь гасящий импульс полей, причем после него запуск произойдет в правильной фазе — в соответствии с законом построчной коммутации.

Для наблюдения точечной мешающей структуры используется обычный монитор (например, типа ВК-41). Колебания генератора поднесущей частоты подаются или непосредственно на вход монитора, или через сумматор, где замешивается видеосигнал тест-таблицы.

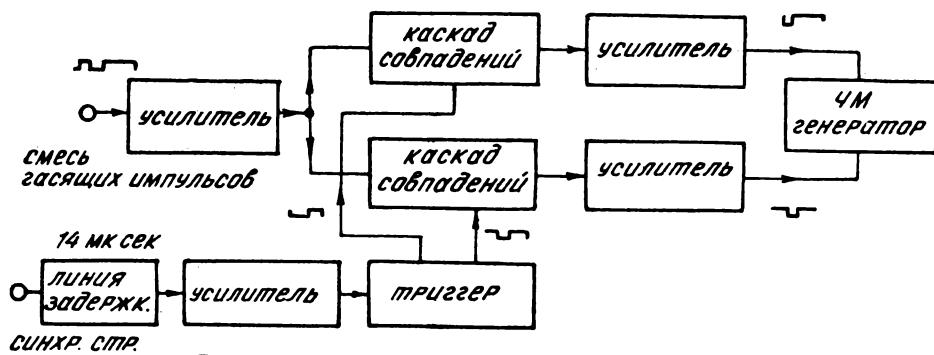


Рис. 3. Схема прогрессивной построчной коммутации

Экспериментальная проверка схемы рис. 3 показала, что точечная структура неподвижна в горизонтальном направлении (жесткая привязка фазы к строчной развертке), но медленно передвигается в вертикальном направлении, что увеличивает видность поднесущей частоты на изображении.

В системе ОСКМ этот эффект устраняется за счет того, что при передаче белого и всех градаций серого поднесущая вообще не передается, а при передаче малонасыщенных цветов ее амплитуда мала.

Экспериментальная проверка показала, что отмеченный выше стробоскопический эффект можно устранить введением дополнительного переброса фазы в начале каждого поля (рис. 4). Так как в кадре два поля, то принцип противофазного наложения колебаний на одной и той же строке не нарушается.

Очередность фаз двух смежных строк и двух следующих друг за другом полей

с дополнительным перебросом фазы и без него иллюстрируется таблицей.

В серию строчных синхроимпульсов, которые по-прежнему задержаны на 14 мксек и управляют триггерным коммутатором, в начале каждого поля вводится короткий импульс, полученный из продифференцированного кадрового синхроимпульса. Этот

№ поля № строки \	1-е поле	2-е поле	3-е поле	4-е поле	Примечания
Нечетная строка	0	0	$\pi$	$\pi$	Без дополнительного переброса фазы
Четная строка	$\pi$	$\pi$	0	0	
Нечетная строка	0	$\pi$	$\pi$	0	С дополнительным перебросом фазы
Четная строка	$\pi$	0	0	$\pi$	

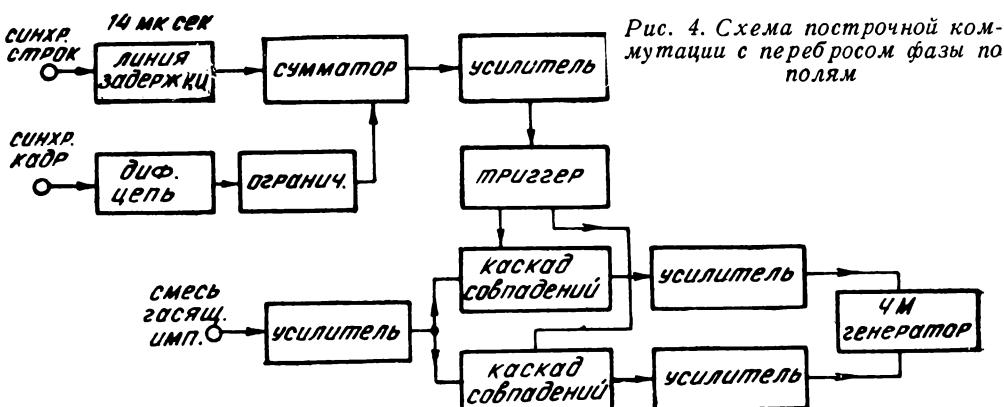


Рис. 4. Схема построчной коммутации с перебросом фазы по полям

импульс расположен среди строчных импульсов и не совпадает с ними на четном и на нечетном полях, так как кадровый импульс не задерживается на 14 мсек. Таким образом, в серии строчных импульсов в начале каждого поля замешан импульс, который осуществляет дополнительный переброс триггера и изменяет очередьность фаз поднесущей частоты.

### Функциональная схема генератора поднесущей

Схема генератора с построчной коммутацией и с перебросом фазы по полям приведена на рис. 5. Генератор собран по схеме симметричного мультивибратора с положительными сетками на  $L_3$ ,  $L_4$ .

Частотная модуляция осуществляется сигналами цветности через усилитель  $L_1$ , фильтр нижних частот и катодный повторитель  $L_2$  (модулятор). Для девиации  $\pm 1 \text{ МГц}$  необходим размах напряжения 4—5 в. Фильтр не пропускает высокочастотных изменений цветности, которых глаз не замечает, но которые могли бы создать нежелательные биения с поднесущей частотой. Достаточная линейность модуляционной характеристики требуется по обе стороны от уровня привязки, поскольку сигнал цветности отличается от обычного видеосигнала.

Привязка уровня на входе модулятора осуществляется во время строчных гасящих импульсов стандартной управляемой схемой восстановления постоянной составляющей (линия задержки строчных синхроимпульсов на 7 мкsec, усилитель  $L_8$  и управляемый диод  $L_9$ ). Кроме того, на схему ВПС воздействует напряжение АПЧ от дискриминатора  $L_{26}$  через сглаживающий фильтр и катодный повторитель  $L_{27}$ .

Схема АПЧ необходима для снижения нестабильности генератора до  $\pm (3-4) \cdot 10^{-3}$ , или  $\pm 20 \text{ кГц}$ , что составляет 3% от максимальной девиации частоты  $\pm 700 \text{ кГц}$ . В этом случае, как известно [5], глаз не замечает изменений цветности.

Колебания ЧМ генератора должны подаваться на вход АПЧ при отсутствии модуляции. Для обеспечения этого условия в схему коммутации генератора введены добавления, так что генератор выключается не на все время гасящего импульса полей, а только на первые 8—10 строк, пока про-

ходит кадровый синхроимпульс. Схема АПЧ отпирается на время кадрового гасящего импульса, и через каскад совпадений  $L_{23}$  немодулированные колебания появляются на балансный частотный детектор  $L_{24}$ ,  $L_{25}$ .

Фильтр нижних частот на выходе детектора АПЧ имеет постоянную времени  $0,1 \div 0,5 \text{ сек}$ . В этом случае за время передачи всего поля на выходе схемы АПЧ поддерживается постоянное управляющее напряжение. Если выбрать постоянную времени большую, то возрастут инерционность системы АПЧ и выбеги средней частоты генератора.

Жесткие требования к линейности характеристики демодулятора в канале АПЧ не предъявляются. Полоса захвата должна быть порядка  $\pm 1 \text{ МГц}$ . На практике в момент включения частота релаксационного генератора может быть вне этого предела, однако при расширении полосы захватывания крутизна характеристики АПЧ мала. Возможно, целесообразно перед включением питания генератора вообще выключить систему АПЧ, пока генератор не прогреется и его частота не придет в область захватывания АПЧ. Балансная двухконтурная схема демодулятора АПЧ имеет в полосе  $\pm 1 \text{ МГц}$  хорошую линейность характеристики и крутизну порядка 5 в/МГц при входном нестабилизированном напряжении порядка 1 в.

Поочередное запирание ламп мультивибратора осуществляется по пентодным сеткам. Для ламп 6Ж9П требуется напряжение порядка 70—80 в (генератор на лампах 6Ж10П, требующих гораздо меньшее напряжение запирания, работает неустойчиво в широком диапазоне частот). Коммутирующие импульсы формируются в двух каскадах совпадений  $L_{12}$ ,  $L_{13}$ , собранных по каскодной схеме. На «нижний» триод каждой схемы подается отпирающее симметричное напряжение триггера  $L_{16}$ , а на «верхний» — смесь гасящих импульсов. Такая схема обеспечивает четкое включение и выключение генератора гасящими импульсами, причем на нагрузке каскадов совпадений не создается напряжение триггера. Две серии коммутирующих импульсов усиливаются в  $L_{11}$  и  $L_{10}$  и подаются на генератор.

В последовательность гасящих импульсов замешивается специальный вырезающий

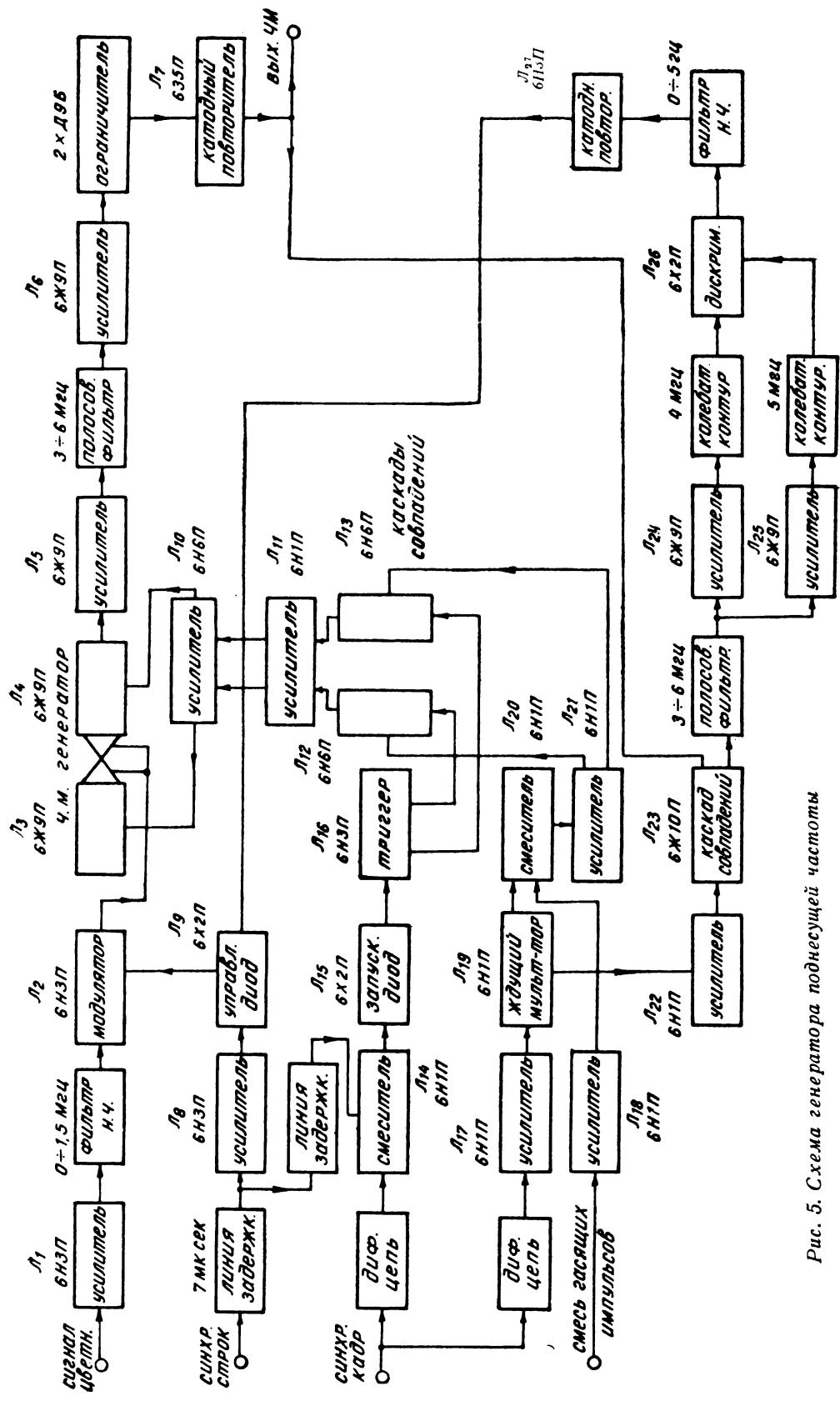


Рис. 5. Схема генератора поднесущей частоты

импульс длительностью 10—12 строк в конце каждого кадрового гасящего импульса. Как отмечалось выше, это необходимо для работы АПЧ. Импульс формируется ждущим мультивибратором  $L_{19}$ , который запускается задним фронтом продифференцированного кадрового синхроимпульса после усилителя  $L_{17}$ . Величина вырезающего импульса при подаче на  $L_{20}$  подбирается таким образом и в такой фазе, что наступает полная компенсация кадровых гасящих импульсов на время 10—12 строк.

Напряжение ЧМ генератора снимается по симметричной схеме с высокочастотным трансформатором. Это ослабляет прямое прохождение модулирующего сигнала на выход генератора. Дополнительное ослабление обеспечивается усилителем  $L_5$  с полосовым фильтром, рассчитанным на неискаженную передачу спектра ЧМ сигнала ( $3 \div 6 \text{ МГц}$ ).

На выходе генератора целесообразно применить двухсторонний ограничитель мгновенных значений напряжения для устранения паразитной амплитудной модуляции, которая, как показал эксперимент, равна величине порядка  $\pm 10\%$  при девиации

$\pm 1 \text{ МГц}$ . В схеме усилителя на  $L_6$  применен простой ограничитель на двух кристаллических диодах с подпоркой напряжения, что уменьшает АМ до  $1 \div 2\%$ .

Изложенные соображения по выбору схемы коммутации фазы генератора поднесущей частоты, а также рассмотренная конкретная схема, по-видимому, могут оказаться полезными при разработке аппаратуры различных систем ЦТ, магнитной записи видеосигналов и в других аналогичных устройствах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Товбин М. Н., Последовательно-одновременная система цветного телевидения, Техника кино и телевидения, 1962, № 5, стр. 40—49.
2. Певзнер Б. М., О спектральном составе поднесущих с фазовыми скачками, Техника телевидения, вып. 27, 1958, стр. 39—54.
3. Хавкин В. Л., Воробьев В. Ф., Фазовый метод синхронизации поднесущих частот в цветном телевидении, Техника кино и телевидения, 1960, № 2, стр. 39—45.
4. Воробьев В. Ф., Система частотной модуляции для установки записи телевизионных сигналов на магнитную ленту, Техника кино и телевидения, 1960, № 12, стр. 1—12.
5. «Телевидение» (под редакцией Шмакова П. В.), Связьиздат, 1960, стр. 382.

# МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ЦВЕТОРАЗНОСТНЫХ СИГНАЛОВ $E'_R - E'_Y$ , $E'_B - E'_Y$

## В КОДИРУЮЩЕМ УСТРОЙСТВЕ СИСТЕМЫ ЦТ

621.397.132

Рассмотрены недостатки известных способов получения цветоразностных сигналов. Предложен новый метод получения таких сигналов, и приведены соответствующие схемы, проверенные экспериментально.

Для получения цветоразностных сигналов  $E'_R - E'_Y$ ,  $E'_B - E'_Y$  в кодирующем устройстве необходимо произвести вычитание сигналов. В ряде кодирующих устройств для вычитания сигнала  $E'_Y$  из сигнала  $E'_R$  (или из сигнала  $E'_B$ ) в усилителе изменяют полярность одного из сигналов, после чего складывают его со вторым сигналом. На рис. 1 приведена схема получения цветоразностных сигналов по вышеописанному способу. Здесь сигнал  $E'_Y$ , полученный в матричной схеме (сопротивления  $R_1, R_2, R_3, R_4$ ), поступает на усилительный каскад —  $L_1$ . С анодной нагрузки  $R_a$  этого каскада сигнал подается на матричную схему, состоящую из сопротивлений  $R_5, R_6, R_7$ . На нагрузочном сопротивлении  $R_7$  этой схемы происходит сложение сигнала  $E'_R$  с сигналом —  $E'_Y$ , т. е. получается цветоразностный сигнал  $E'_R - E'_Y$ . Такая схема получения цветоразностных сигналов обладает двумя недостатками.

Первый из них заключается в том, что точность вычитания сигналов зависит от стабильности коэффициента усиления усилителя, меняющего полярность одного из сигналов. Допустимое изменение коэффициента усиления усилителя во времени, видимо, не

должно превышать  $\pm 1\%$ . При большем изменении наблюдается изменение цвета передаваемого изображения. Особенно заметны также искажения при передаче по системе цветного телевидения черно-белого изображения.

Второй недостаток этой схемы получения цветоразностных сигналов заключается в том, что при ней только один из сигналов проходит через усилитель. Это обстоятельство приводит к дополнительным фазовым сдвигам между сигналами и, следовательно, к трудностям получения точного вычитания сигналов в полосе частот.

Этих недостатков можно избежать, если подавать исходные сигналы  $E'_R$  ( $E'_B$ ) и  $E'_Y$  на катод и сетку одной лампы. Фаза напряжения в анодной цепи лампы совпадает с фазой напряжения, подаваемого на катод лампы, и противоположна фазе напряжения, подаваемого на сетку лампы. Таким образом, в анодной цепи лампы можно осуществить вычитание сигнала, подаваемого на сетку лампы, из сигнала, подаваемого на катод лампы.

Входное сопротивление каскада (рис. 2) со стороны катода  $R_{вхк}$  (т. е. между катодом и землей) представляет собой параллельное соединение сопротивлений  $R_k$  и  $\frac{1}{S}$ , где

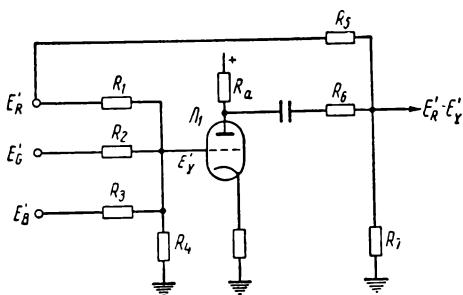
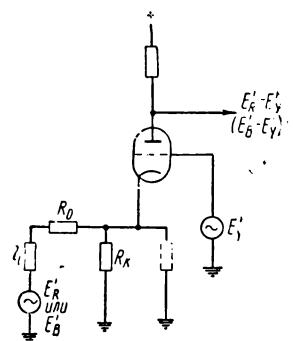


Рис. 1. Схема для получения цветоразностного сигнала  $E'_R - E'_Y$

Рис. 2. Упрощенная схема вычитающего каскада для получения цветоразностных сигналов  $E'_R - E'_Y$  или  $E'_B - E'_Y$



$S$  — крутизна лампы:

$$R_{bx_k} = \frac{R_k \cdot \frac{1}{S}}{R_k + \frac{1}{S}} = \frac{R_k}{1 + SR_k}. \quad (1)$$

Напряжение  $U_{k3}$ , развиваемое на этом сопротивлении источником сигнала  $E'_R$  или  $E'_B$ , равно

$$\begin{aligned} U_{k3} &= E'_R \cdot \frac{R_{bx_k}}{R + R_{bx_k}} \left( \text{или } U_{k3} = \right. \\ &\quad \left. = E'_B \cdot \frac{R_{bx_k}}{R + R_{bx_k}} \right), \end{aligned} \quad (2)$$

где  $R = r_t = R_0$ .

Подставляя значение  $R_{bx_k}$  из уравнения (1), получим

$$\begin{aligned} U_{k3} &= E'_R \cdot \frac{\frac{R_k}{1 + SR_k}}{R + \frac{R_k}{1 + SR_k}} = \\ &= E'_R \cdot \frac{R_k}{R + SRR_k + R_k} \end{aligned} \quad (3)$$

или

$$U_{k3} = E'_B \frac{R_k}{R + SRR_k + R_k}.$$

Напряжение  $U_{ck}$ , создаваемое между сеткой и катодом от источника сигнала  $E'_Y$ , равно разности между напряжением  $E'_Y$ , приложенным на участке сетка — земля, и напряжением  $U_{k3}$  на участке катод — земля и определяется по известной формуле:

$$\begin{aligned} U_{ck} &= E'_Y - E'_Y \cdot \frac{S \cdot R_{k_{ekb}}}{1 + SR_{k_{ekb}}} = \\ &= E'_Y \left( 1 - \frac{SR_{k_{ekb}}}{1 + SR_{k_{ekb}}} \right), \end{aligned} \quad (4)$$

где  $R_{k_{ekb}}$  определяется как сопротивление, образующееся за счет параллельного включения сопротивлений  $R$  и  $R_k$ .

$$R_{k_{ekb}} = \frac{R \cdot R_k}{R + R_k}. \quad (5)$$

Подставляя значение  $R_{k_{ekb}}$  в формулу (4), получаем

$$\begin{aligned} U_{ck} &= E'_Y \left( 1 - \frac{S \cdot \frac{R \cdot R_k}{R + R_k}}{1 + S \frac{R \cdot R_k}{R + R_k}} \right) = \\ &= E'_Y \left( 1 - \frac{SRR_k}{R + SRR_k + R_k} \right) = \\ &= E'_Y \frac{R + R_k}{R + SRR_k + R_k}. \end{aligned} \quad (6)$$

Для получения правильного вычитания необходимо, чтобы  $U_{k3} = U_{ck}$ . Приравнивая правые части уравнений (3) и (6), получим  $E'_R \frac{R_k}{R + SRR_k + R_k} = E'_Y \frac{R + R_k}{R + SRR_k + R_k}$  (7) или

$$\frac{E'_Y}{E'_R} = \frac{R_k}{R + R_k}. \quad (8)$$

Из этой формулы можно сделать два вывода:

1) точность вычитания не зависит от параметров лампы, а зависит только от соотношения  $\frac{R_k}{R + R_k}$ ;

2) для вычитания необходимо, чтобы сигнал, подаваемый на сетку, был меньше сигнала, подаваемого на катод. Последнее оказывается благоприятно на работе схемы. Действительно, сигнал яркости дает вредное падение напряжения  $\Delta E'_Y$  на внутреннем сопротивлении  $r_t$  источника сигнала  $E'_R$  или  $E'_B$  (см. рис. 2). Уменьшение напряжения на сетке лампы приводит к уменьшению этого вредного падения напряжения  $\Delta E'_Y$ . При достаточно больших сопротивлениях  $R_k$  и  $R$  можно считать, что напряжение между катодом и землей приблизительно равно напряжению между сеткой и землей, т. е.  $E'_Y$ . Если сопротивление источника сигнала  $E'_R$  (или  $E'_B$ )  $r_t$  много меньше сопротивления  $R$ , что всегда имеет место на практике, то легко можно подсчитать отношение вредного падения напряжения на этом сопротивлении к полезному сигналу  $E'_R$ :

$$\frac{\Delta E'_Y}{E'_R} \approx \frac{R_k}{R + R_k}. \quad (9)$$

Стабильность усиления вычитающего каскада, как любого каскада с обратной связью в катодной цепи, зависит от величины эквивалентного сопротивления в катоде  $R_{k_{ekb}}$ . Стабильность повышается при увеличении этого сопротивления. Однако при увеличении  $R_k$  больше оказывается влияние паразитной емкости между катодом и землей. Влияние этой емкости на сигнал, подаваемый на катод, сводится к падению амплитудно-частотной характеристики с повышением частоты. Влияние этой емкости на сигнал, подаваемый на сетку, противоположно.

С ростом частоты падает сопротивление катодной цепи и амплитудно-частотная характеристика идет с подъемом. Для получения одинаковых амплитудно-частотных характеристик по сеточной и катодной цепям приходится искусственно ослаблять амплитудно-частотную характеристику по сеточной цепи путем включения между сеткой и землей дополнительного конденсатора. Коррекция искажений амплитудно-частотных характеристик по сетке и катоду должна производиться в последующих усилительных каскадах.

Полная схема для получения цветоразностных сигналов  $E'_R - E'_Y$  и  $E'_B - E'_Y$ , использующая описанный метод, показана на рис. 3. Сигналы  $E'_R$ ,  $E'_G$ ,  $E'_B$  поступают на вход матрицы сигнала яркости, которая состоит из сопротивлений  $R_2 R_3 R_4 R_5 R_6$ . Конденсаторы  $C_2 C_3 C_4$  служат для коррекции амплитудно-частотных характеристик по каналам  $RGB$ . Сопротивления  $R_5$  и  $R_6$  образуют нагрузочное сопротивление матрицы. С суммы этих сопротивлений снимается сигнал яркости. Часть этого сигнала, снимаемая с сопротивления  $R_6$ , через разделительный конденсатор  $C_7$  подается на сетки вычитающих каскадов.

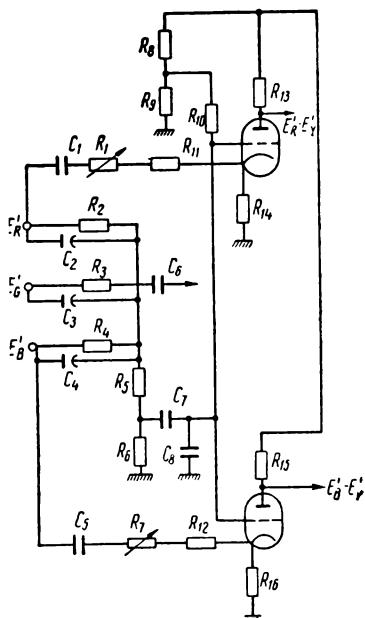


Рис. 3. Схема для получения цветоразностных сигналов  $E'_R - E'_Y$  и  $E'_B - E'_Y$

Конденсатор  $C_8$  служит для завала амплитудно-частотной характеристики на верхних частотах в сеточной цепи вычитающих каскадов. Так как сопротивления, находящиеся в катодных цепях ламп  $R_{14}$ ,  $R_{16}$ , для получения стабильной работы вычитающих каскадов берутся достаточно большими, то на сетки ламп (для обеспечения нормального режима ламп) подается положительное напряжение смещения. Это напряжение снижается с делителя, состоящего из сопротивлений  $R_8$ ,  $R_9$ , и подается через сопротивление утечки сетки  $R_{10}$ . Сигнал  $E'_R$  подается на катод лампы через разделительный конденсатор  $C_1$  и сопротивления  $R_1$  и  $R_{11}$  (сигнал  $E'_B$  подается через конденсатор  $C_5$  и сопротивления  $R_7$  и  $R_{12}$ ). Переменные сопротивления  $R_1$  и  $R_7$  служат для точной установки уровней сигналов  $E'_R$  и  $E'_B$ , необходимых для вычитания. При регулировке этих сопротивлений входы сигналов  $E'_R E'_G E'_B$  соединяются между собой, что соответствует равенству этих сигналов. Регулировкой переменных сопротивлений добиваются отсутствия цветоразностных сигналов на выходе. Цветоразностные сигналы  $E'_R - E'_Y$  и  $E'_B - E'_Y$  снимаются с анодных сопротивлений  $R_{13}$  и  $R_{15}$ .

Описанная схема для получения цветоразностных сигналов была использована в кодирующем устройстве, разработанном в лаборатории цветного телевидения Научно-исследовательского института Министерства связи. Стабильность ее работы оказалась весьма высокой. Стабильность проверялась путем подачи одинаковых сигналов  $E'_R E'_G E'_B$  на вход кодирующего устройства и измерения уровня цветоразностных сигналов на соответствующих выходах схемы. При точной работе схемы напряжения на выходах должны быть равны нулю в этих условиях. Измерения показали, что в этих условиях на протяжении длительного времени уровень сигналов на выходе был очень мал и составлял менее 1% от уровня сигнала яркости. Следует отметить, что стабильность работы описанной схемы в значительной степени определяется стабильностью входящих в нее сопротивлений. Данную схему можно применять и в других устройствах, где требуется точное вычитание сигналов в широкой полосе частот.

# К 25-ЛЕТИЮ ЭЛЕКТРОННОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ

621.397.1

Приведен исторический обзор развития электронного телевидения и телевизионного вещания в СССР в основном до начала пятидесятых годов, составленный по материалам доклада на пленарном заседании XIX Научной сессии Научно-технического общества радиотехники и электросвязи имени А. С. Попова в мае 1963 г.

Обзору развития советского телевидения последнего десятилетия будет посвящена отдельная статья.

В текущем году исполняется 25 лет советского электронного телевизионного вещания. Эта дата связана с опытными передачами Ленинградского и Московского телекентров, происходившими в течение 1937—1938 гг. и закончившимися пуском в эксплуатацию Ленинградского и Московского телекентров в конце 1938 г.

Современное состояние техники телевидения является результатом многолетнего труда ученых, изобретателей, инженеров, техников и рабочих. Мы по праву можем гордиться тем, что решающий вклад в развитие телевидения сделан нашей страной.

В 1895 г. гениальный русский ученый А. С. Попов впервые в мире продемонстрировал передачу и прием сигналов по радио. Развитие радиотехники сделало возможным и развитие телевидения.

В 1907 г. профессор С.-Петербургского технологического института Б. Л. Розинг впервые в мире предложил использовать для воспроизведения изображения электронно-лучевую трубку, а в 1911 г. продемонстрировал простейшие изображения на экране электронно-лучевой трубы. Б. Л. Розинг является общепризнанным (как у нас, так и за рубежом) основоположником современного электронного телевидения.

Однако практические попытки осуществления телевизионных систем долгое время основывались не на электронном, а на механическом способе разложения изображения на отдельные элементы.

В 1926 г. в Москве на V съезде физиков впервые в СССР была продемонстрирована передача силуэтных движущихся изображений на аппаратуре механического телевидения разработки сотрудника Ленинградского физико-технического института Л. С. Термена. Первые пробные передачи механического телевидения по радио были проведены в СССР 29 апреля и 2 мая 1931 г.

под руководством П. В. Шмакова и В. И. Архангельского. Высокочувствительные фотоэлементы для телепередатчика были разработаны П. В. Тимофеевым, а неоновые лампы с плоским катодом для телевизоров — А. М. Шемаевым.

С октября того же года в Москве начались регулярные передачи механического телевидения через средневолновую радиостанцию имени МГСПС и опытный передатчик НКПиТ. Телевизионное вещание было организовано двумя группами специалистов: П. В. Шмаковым, В. И. Архангельским, Н. Н. Васильевым, Н. Н. Орловым и др. от Всесоюзного электротехнического института и И. Е. Гороном, А. И. Корчмарем, Я. Б. Шапировским и др. от Московского радиотехнического узла НКПиТ. Прием этих передач во многих городах нашей страны производился на промышленный телевизор конструкции А. Я. Брейтбарта. Механическое телевизионное вещание со стандартом разложения изображения—30 строк существовало в СССР до 1938 г.

Начальный период развития электронного телевидения в Советском Союзе связан с именами А. А. Чернышева, А. П. Константинова и С. И. Катаева. Академик А. А. Чернышев еще в 1925 г. предложил «Передатчик в аппарате для электрической телескопии», являющийся первым проектом телевизионной передающей трубы с фотопроводящей мишенью — прообразом современного видикона.

Условия для реализации трубы, использующей фотоэффект, возникли гораздо позже, примерно через два десятилетия. Техника электронного телевидения пошла вначале по пути использования внешнего фотоэффекта, при одновременном применении принципа накопления электронного заряда, без которого немыслимо было бы современное высококачественное телевидение. Такая

электронно-лучевая передающая трубка была предложена в 1930 г. А. П. Константиновым. Она содержала двухстороннюю мозаику с гальванической связью, в то время трудно осуществимую. В 1931 г. С. И. Катаев предложил передающую трубку с легко осуществимой односторонней мозаикой — прототип иконоскопа.

Большое значение для дальнейшего развития электронного телевидения имел многокаскадный фотоэлектронный умножитель, предложенный в 1930 г. Л. А. Кубецким. Осуществленный им впервые в мире способ вторично-электронного усиления слабых электронных потоков приобрел исключительно важное значение для создания высокочувствительных передающих трубок и в других областях науки и техники. За работы в области фотоэлектронных умножителей Л. А. Кубецкий был удостоен Государственной премии.

С 1931 г. во Всесоюзном электротехническом институте велась работа по реализации изобретения С. И. Катаева. Здесь в 1932 г. им была поставлена работа, посвященная исследованию роли вторичных электронов в работе электронно-лучевых трубок и поведении изолированной мишени, подвергаемой бомбардировке электронным лучом. Полученные при этом результаты сыграли важную роль в разработке передающих и приемных трубок.

Большой размах работы в области электронного телевидения приобрела в 1933 г. в Ленинградском электрофизическом институте, начатая по инициативе и под руководством академика А. А. Чернышева, а затем во Всесоюзном институте телевидения.

Этапным моментом в этой работе был пуск в эксплуатацию в 1938 г. Ленинградского телецентра, аппаратура которого была разработана и построена советскими специалистами целиком из отечественных материалов, деталей и вакуумных приборов.

Период 1933—1938 гг.—наиболее плодотворный в развитии советской телевизионной техники. К этому периоду относятся изобретения новых (после иконоскопа) типов телевизионных передающих трубок. П. В. Шмаков и П. В. Тимофеев в 1933 г. предложили трубку с электронным переносом изображения — супериконоскоп, автором в 1934 г. была изобретена специальная трубка в виде трехэлектродного фотоэле-

мента для передачи кинофильмов, а в 1938 г. им же — трубка с переносом изображения и двухсторонней мишенью с емкостной связью, лежащая в основе современной высокочувствительной передающей трубки-суперорткона. К этому же периоду относятся выдающиеся работы П. В. Тимофеева и С. А. Векшинского в области фотоэлектронных умножителей.

В 1933—1934 гг. на базе впервые предложенных автором схем видео- и противошумовой коррекции были разработаны необходимые для электронного телевидения широкополосные усилители, реализованные в дальнейшем в аппаратуре советских и зарубежных телецентров. За разработку широкополосных усилителей и частотного метода их анализа была присуждена Государственная премия.

В 1936 г. О. Б. Лурье предложил способ анализа широкополосных усилителей методом переходных характеристик, нашедшим широкое применение в телевизионной технике. В том же году П. В. Шмаков предложил способ самолетных ретрансляций телевизионных передач.

В 1937 г. С. И. Катаев разработал систему малокадрового телевидения, широко применяющуюся в ряде областей, в том числе и в космическом телевидении.

Уже в конце 1934 г. в Институте телевидения группа, работавшая под руководством Я. А. Рыфтина (А. А. Железов, А. А. Расплетин, Б. В. Круссер, К. М. Янчевский и др.), разработала первую отечественную лабораторную установку электронного телевидения на базе иконоскопа, а в феврале 1935 г. состоялась ее демонстрация. Первые работоспособные отечественные иконоскопы были получены Б. В. Круссером и Н. М. Романовой, а также (по другой технологии) А. В. Москвиным. Приемные трубы были разработаны К. М. Янчевским и А. М. Москвиным. Работой по дальнейшему усовершенствованию электронной системы с иконоскопом с конца 1935 г. руководил А. В. Дубинин. Одновременно другая группа под руководством автора данной статьи (В. С. Пархоменко, Д. И. Воскобойник, В. И. Орлов, В. Д. Левите) разработала электронную систему для передачи кинофильмов на базе трехэлектродного фотоэлемента. Технологию изготовления фотоэлемента разработал В. С. Пархоменко.

С начала 1936 г. велась интенсивная разработка схем и конструкций аппаратуры Ленинградского опытного телецентра и подготовка к пуску его в эксплуатацию. В этой работе в группе, готовившей оборудование на базе иконоскопа, под руководством В. Л. Крейцера активно участвовали А. Д. Вейсбрут, А. А. Железов, М. С. Попов, Ю. Г. Чашников, В. В. Дьяконов, Л. Г. Писаревский, Р. Ф. Гаврильчук, М. В. Рогинский, П. Е. Кодесс, Н. П. Сыромятников, И. В. Кузав, Э. С. Ценц, А. М. Федоров.

Система телекинопроекции на трехэлектродном фотоэлементе, разработанная для Ленинградского телецентра, в то время давала качество изображения лучшее, чем система на иконоскопе, и была запатентована в США и ряде европейских стран.

В первой половине 1937 г. телевизионное оборудование для Ленинградского телецентра было изготовлено и начались опытные телевизионные передачи — сначала из здания Института телевидения. Одна из этих передач — 16 сентября 1937 г. — впервые демонстрировалась публично на экране телевизора типа ВРК, установленного в ленинградском Доме техники. Одновременно на заводе мощного радиостроения группой под руководством З. И. Моделя (Б. И. Иванов, А. И. Лебедев-Карманов, Г. Ф. Соловьев и др.) был разработан и построен ультракоротковолновый радиопередатчик для Ленинградского опытного телецентра. В октябре 1937 г. опытные телевизионные передачи велись уже через этот передатчик из здания Телецентра.

Первая опытная передача художественной программы из студии Ленинградского опытного телецентра состоялась 7 июля 1938 г., 1 сентября Телецентр официально был принят в опытную эксплуатацию.

В настройке всей аппаратуры и пуске ее в эксплуатацию активно участвовали первый главный инженер Ленинградского телецентра А. Я. Брейтбарт и инженер Телецентра М. М. Вейсбен.

Одновременно с 1936 г. проектировался, строился и монтировался с использованием в основном импортного оборудования Московский телевизионный центр. Это был первый опыт проектирования и строительства мощного для того времени телевизионного центра со специально приспособленными для телевизионного вещания студий, аппаратной, радиопередающим комп-

лексом. В качестве антенной опоры решено было воспользоваться шуховской башней.

На Московском телецентре впервые в Советском Союзе строилась студия с изменяемым временем реверберации с помощью передвижных акустических щитов. Оборудование студии всеми световыми, силовыми и акустическими устройствами было отечественным. При проектировании студии в качестве консультанта был привлечен известный советский кинорежиссер С. М. Эйзенштейн.

Работа по проектированию, монтажу, настройке и вводу в эксплуатацию Московского телецентра, а также по дальнейшему его усовершенствованию проводилась группой советских специалистов в составе И. С. Джигитя, А. И. Корчмаря, Я. Б. Шапировского, В. Б. Ренарда, Р. А. Штромберга, А. М. Халфина, А. В. Рабиновича (руководителя работ по акустике), Г. П. Казанского, В. И. Колдунова, И. С. Страхова, Б. С. Нырнова, И. Е. Лунева, Г. З. Бесидского, С. Б. Ольховской, В. П. Сусловой, Е. П. Ляшковской, В. С. Цукерман, В. А. Евдокимова, А. Я. Страут и др.

Большая работа по вводу в эксплуатацию Московского телецентра была проведена его первыми главными инженерами А. Д. Фортушенко, а затем С. В. Новаковским.

Активное участие в проектировании и строительстве Московского телевизионного центра приняли работники Всесоюзного радиокомитета П. О. Чечик и А. И. Сальман, а в строительстве Ленинградского телецентра — сотрудник Радиокомитета С. И. Гиршгорн.

Опытные телевизионные радиопередачи Московского телецентра начались в декабре 1937 г. 9 марта 1938 г. состоялась первая опытная передача художественной программы из студии. 31 декабря 1938 г. Московский телецентр после ряда опытных передач был принят в постоянную эксплуатацию. Московский телецентр работал со стандартом разложения 343 строки, а Ленинградский — 240 строк.

Для приема телевизионных передач было разработано несколько типов телевизионных приемников, в том числе уже упомянутый телевизор типа ВРК. Телевизионные приемники создавались под руководством В. А. Гурова и А. А. Расплетина при активном участии В. К. Кенигсона, С. А. Орлова,

М. Н. Товбина, Б. А. Мишина и др. Большую роль при этом сыграли работы В. И. Сифорова по исследованию широкополосных приемников для телевидения. К началу регулярных телевизионных передач на ленинградском заводе «Радист» была изготовлена первая партия отечественных телевизоров типа 17-ТН-1.

Наряду с внедрением телевидения в быт в лабораториях и в научно-исследовательских институтах страны продолжали проводиться крупные и интересные работы по передающим и приемным телевизионным трубкам, по массовым телевизионным приемникам и в других областях телевидения.

В 1939 г. П. Г. Тагер при участии Н. И. Белякова произвел киносъемку изображения с экрана телевизора методом конверсии кадров, положив тем самым начало работам по консервации телевизионных программ в СССР.

В том же году А. С. Бучинским была создана очень простая и удачная приемная телевизионная трубка, явившаяся прототипом первой массовой отечественной приемной трубки ЛКХ715.

И. В. Кузнецов и Н. М. Гопштейн в 1940 г. разработали отечественные образцы передающих трубок с лучом медленных электронов (ортикон).

А. И. Корчмарь в 1940 г. впервые предложил и осуществил на передатчике Московского телецентра способ видеочастотной предкоррекции антенного повтора при помощи искусственной линии задержки. Этот способ нашел в дальнейшем широкое применение для коррекции и других повторов, возникающих в телевизионном тракте.

К 1940 г. в СССР был утвержден стандарт на 8 приемных телевизионных электронно-лучевых трубок. Были разработаны образцы массовых телевизоров, широкий выпуск которых намечалось осуществить в 1941 г.

Развитие техники телевидения позволило поставить вопрос об увеличении четкости передачи изображения. Началась разработка нового стандарта, по которому предусматривалось разложение на 441 строку. Стандарт был утвержден 27 декабря 1940 г., а летом 1941 г., в канун войны, началась реконструкция Московского телецентра. Война приостановила осуществление этой и многих других работ в области телевидения.

В мае 1945 г. Московский телевизионный

центр первым в Европе восстановил свою работу после войны. Передача телевизионных программ с разверткой изображения на 343 строки осуществлялась до 17 сентября 1948 г.

Успехи советской науки и техники позволили уже в 1948 г. ввести новый стандарт разложения изображения на 625 строк.

В 1949 г. на Московском телевизионном центре была установлена отечественная аппаратура по новому советскому стандарту. Эта аппаратура была разработана во вновь созданном после войны Институте телевидения, на заводе мощного радиоустройства и в Институте радиоприема и акустики (ИРПА). За разработку и ввод в эксплуатацию этой аппаратуры группе советских специалистов — В. Л. Крейцеру (руководителю работы), А. В. Воронову, А. В. Кондессу, В. И. Мигачеву, А. И. Лебедеву-Карманову, Б. В. Брауде, Р. В. Ванатовскому, Н. С. Куприянову, Г. П. Казанскому, С. В. Новаковскому — была присуждена Государственная премия.

После окончания Великой Отечественной войны на отечественные телецентры, кроме иконоскопов (серийное производство которых до войны было поставлено Б. В. Круссером, а после войны З. Г. Петренко), поступили новые отечественные телевизионные передающие трубки.

Трубка Шмакова и Тимофеева (супериконоскоп) была реализована еще до войны Б. В. Круссером, И. Ф. Песьяцким и Н. И. Тхоржевским. После войны она была значительно усовершенствована и стала основной трубкой для студийных камер.

Трубка с двухсторонней мишенью разрабатывалась в Советском Союзе с 1939 г. под руководством автора статьи. Разработка эта была прервана войной. Трубка была реализована только после войны (вначале в США, а затем в Советском Союзе) параллельно двумя группами специалистов. В одной из них работали Б. В. Круссер с сотрудниками, а в другой — В. Л. Герус с сотрудниками при участии автора. Эта трубка (суперортикон) широко применяется в телевизионном вещании для студийных и в особенностях вестудийных передач благодаря значительно более высокой чувствительности по сравнению с другими передающими телевизионными трубками. Была реализована также трубка, основанная на явлении внутреннего фотоэффекта (види-

кон). Отечественные видиконы были разработаны под руководством Н. Л. Артемьева и А. А. Астрина. Они нашли применение для телекинопроекции и в промышленном телевидении благодаря своим малым габаритам и простоте. М. И. Кривошеевым была разработана методика измерения качественных показателей передающих трубок.

После окончания Великой Отечественной войны возобновились разработки и промышленное производство телевизионных приемников. После первых послевоенных телевизоров с малым экраном — «Москвич-Т-1» (конструкции Е. Н. Геништа), «Ленинград Т-1» и «Ленинград Т-2» (конструкции Д. С. Хейфеца) и наиболее удачного для своего времени телевизора КВН-49 (конструкции Кенигсона, Варшавского, Николаевского) — начали появляться телевизоры с большими экранами.

В 1949—1950 гг. под руководством П. В. Шмакова была разработана система стереоскопического телевидения.

В 1950 г. на Ленинградской телевизионной конференции П. В. Шмаков впервые поднял вопрос об использовании будущих искусственных спутников Земли для телевизионного вещания.

С начала 50-х гг. в Институте телевидения под руководством В. Л. Крейцера, а затем Н. С. Беляева, В. И. Балетова, И. Н. Денисенко, на кафедре ЛЭИСа под руководством П. В. Шмакова и в НИИ Министерства связи под руководством С. В. Новаковского проводятся большие научно-исследовательские работы по цветному телевидению. Регулярно ведутся опытные передачи цветного телевидения.

Большое значение для развития телевидения в Советском Союзе имела подготовка кадров специалистов в области телевидения. Первые кафедры телевидения были организованы в 1937 г. в Ленинградском электротехническом институте связи (под руководством П. В. Шмакова) и в Московском электротехническом институте связи (под руководством С. И. Катаева). После Великой Отечественной войны кафедры телевидения были организованы также в Одесском электротехническом институте связи (под руководством М. И. Гликлиха). Ленинградском электротехническом институте имени Ульянова-Ленина (под руководством Я. А. Рыфтина) и в Ленинградском институте авиаприборов (вначале под ру-

ководством П. В. Шмакова, а затем Д. Д. Аксенова). Эти кафедры обеспечивают советскую телевизионную технику и телевизионное вещание квалифицированными специалистами и ведут актуальные научно-исследовательские работы.

Особо следует отметить большой размах и инициативный характер работ в области цветного телевидения, развернутых на кафедре Ленинградского электротехнического института связи имени М. А. Бонч-Бруевича.

С начала 50-х гг. наступил период быстрого развития телевидения в нашей стране. В 1951 г. начал работать Киевский телекентр, а в 1955 г.— телевизионные центры в Свердловске, Харькове и Риге.

В работы в области телевидения включилась новая большая армия ученых, изобретателей, проектировщиков, разработчиков телевизионной аппаратуры, работников промышленности и эксплуатации. Описание всей этой большой и важной работы выходит за пределы данной статьи.

Благодаря большому вниманию Партии и Правительства и в результате работы коллективов ряда НИИ, конструкторских бюро, заводов, телекентров советское телевидение достигло многих успехов, а советское телевизионное вещание по своему размаху вышло на первое место в Европе и на второе место в мире.

В настоящее время в СССР работает 130 телевизионных станций, в том числе 100 программных телекентров и 30 ретрансляционных телевизионных станций, получающих телевизионную программу по кабельным и радиорелейным линиям связи.

Кроме того, для расширения зоны действия мощных телевизионных станций используется 260 телевизионных ретрансляторов малой мощности (20 и 100 вт).

Телевизионное вещание осуществляется во всех столицах союзных республик, в 13 автономных республиках, а также почти во всех крупных промышленных центрах страны.

Существующая мощная передающая телевизионная сеть позволяет обеспечить телевизионным вещанием территорию с населением свыше 90 млн. человек. Количество телевизоров у населения превышает 10 млн.

К концу семилетки в стране будет насчи-

тываться 180—190 телевизионных станций (телецентров и мощных РТС) и около 350 телевизионных ретрансляторов малой мощности. Такая широкая сеть передающих средств позволит охватить телевизионным вещанием территорию с населением не менее 110—120 млн. человек. Количество телевизоров превысит 15 млн.

Наряду с ростом передающей телевизионной сети намечается выполнить большие работы по реконструкции действующих телевизионных центров.

Последние годы характерны для телевидения бурным строительством кабельных и радиорелейных линий связи для передачи телевидения на дальние расстояния. Уже сейчас центральная программа телевидения подается более чем на 50 мощных телецентров и РТС, не считая значительного количества ретрансляторов малой мощности, установленных вдоль трасс радиорелейных и кабельных линий связи. Многие из городов имеют сейчас возможность обмениваться телевизионными программами с Москвой. В ближайшие годы центральная телевизионная программа сможет передаваться во все столицы союзных республик.

В Ленинграде закончено сооружение первой очереди нового большого телецентра с антенной опорой высотой 316 м. Дальность действия новой станции ЛТЦ достигает 150

и более километров. В недалеком будущем в Ленинграде будут передаваться три телевизионные программы.

Возобновляется строительство новой московской телевизионной передающей станции в Останкине с антенной опорой высотой 520 м.

В Москве будет организована передача 5 телевизионных программ. В 14 столицах союзных республик, 19 столицах автономных республик и 65 наиболее крупных городах будет организована передача 3—4 программ телевидения, в 320 городах двухпрограммное телевизионное вещание и в остальных городах — однопрограммное. Наряду с передачей черно-белого телевидения будет организована передача цветного телевидения. Количество телевизоров к 1980 г. увеличится до 50—60 млн. Все это практически позволит охватить телевизионным вещанием почти всю территорию Советского Союза.

Советское телевидение уже вышло на широкую международную арену и успешно применяется при освоении космоса.

Успехи, достигнутые советским телевизионным вещанием, дают основание надеяться, что оно будет успешно развиваться и впредь и станет еще более могущественным средством в деле построения коммунизма в нашей стране.

Уважаемая редакция!

В № 5 вашего журнала за 1963 г. в статье Я. И. Беляева «Специальные устройства для раздельного проявления фонограмм и удаления противоореольного слоя на пленке ЦП-7» описаны устройства для раздельной обработки фонограммы и удаления противоореольного слоя на пленке ЦП-7, примененные на студии «Союзмультифильм». На Московской кинокопировальной фабрике такие устройства работают уже длительное время. Поэтому в порядке обмена опытом хотелось бы высказать замечания по описанным устройствам.

Приставка для раздельного проявления фонограммы, примененная на студии «Союзмультифильм», на наш взгляд, имеет существенный недостаток: в ней применяется большое количество роликов (6 шт.), которых пленка касается эмульсионным слоем. До мая 1962 г. на нашей фабрике применялось устройство, в котором только один ролик касался эмульсионной стороны. Из-за этого очень часто появлялись царапины на эмульсии (особенно на пленке ЦП-7), на ролике постоянно накапливалась грязь, его надо было часто чистить, останавливая для этого машину. С мая 1962 г. на фабрике внедрены устройства другой конструкции, в которых пленка совершенно не касается роликов эмульсионной стороной.

Для снятия противоореольного слоя на фабрике до июня 1962 г. применялось устройство, аналогичное установленному на студии «Союзмультифильм». Устройство, оформленное в виде приставки к машине, располагалось в темной части проявочной машины, причем его применение вызвало сокращение производительности машины, так как не давало возможности полностью использовать баки машины. Устройство было заменено стирающим роликом, который был расположен на одной оси с транспортирующими роликами лентопротяжного тракта машины, но вращался в сторону, противоположную движению пленки. Ролик покрыт байкой или губчатым материалом и удаляет следы противоореольного слоя. В основном же противоореольный слой удаляется направленными сильными струями воды на выходе из бака.

Устройство для раздельного проявления фонограммы оформлено в виде приставки к проявочной машине и расположено над лентопротяжным трактом. Схема приставки изображена на рисунке. На приставку пленка поступает из бака с промывной

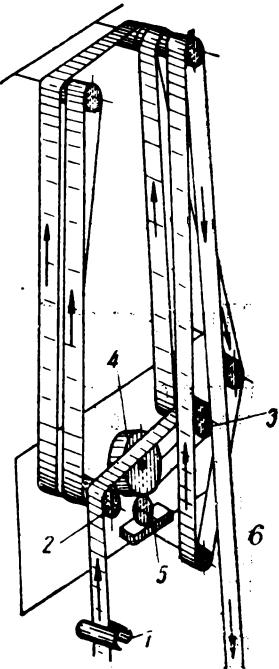
водой. Остатки влаги удаляются с пленки при помощи вакуумотсоса. Далее пленка поступает на транспортирующие ролики 2 и 3, которые имеют ось вращения, расположенную под углом к основной оси, причем этот угол может регулироваться. Такое расположение роликов необходимо для правильной транспортировки пленки и предохранения от вытягивания ее краев. Затем пленка поступает на ролик 4 из органического стекла. Здесь на фонограмму при помощи диска с канавкой 5 наносится вязкий проявитель. Эксцентриковое устройство позволяет регулировать положение наносящего диска. Дальнейший ход пленки ясен из схемы. Ведущим является ролик 6. При входе пленки в бак вязкий проявитель сильной струей воды смывается с фонограммы.

В описанной конструкции ни один ролик не касается эмульсионной стороны пленки.

Устройство для снятия противоореольного слоя не имеет никаких приставок к машине. К торцу стирающего ролика, установленного вместо ведущего ролика, крепится шестерня, которая через пару соответствующих шестерен сцепляется с паразитной шестерней лентопротяжного тракта машины. Таким образом стирающий ролик получает вращение в сторону, противоположную движению пленки. Ролик покрывают байкой или губчатым материалом. Никаких дополнительных устройств не требуется, так как стирающий ролик только удаляет следы противоореольного слоя, который в основном после размачивания смывается сильным водяным душем.

Описанные устройства установлены на проявочных машинах типа 10П-30 и уже более года находятся в эксплуатации. Они надежно зарекомендовали себя. Случаев брака не наблюдалось.

Л. Я. КАГАНОВИЧ,  
зам. главного механика  
Московской кинокопировальной фабрики



## НА ЦСДФ

### Приспособления к аппарату «Конвас-автомат»

778.533

#### ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ЮСТИРОВКИ АНАМОРФОТНОЙ НАСАДКИ

Анаморфотную насадку к киносъемочному аппарату следует точно устанавливать по вертикали и горизонтали, чтобы обеспечить сопряжение оптической оси съемочного объектива и анаморфотной насадки.

Механик Центральной студии документальных фильмов Б. А. Андреев изгото- вил приспособление, позволяющее устанавливать насадку точно и в короткое время (рис. 1 и 2).

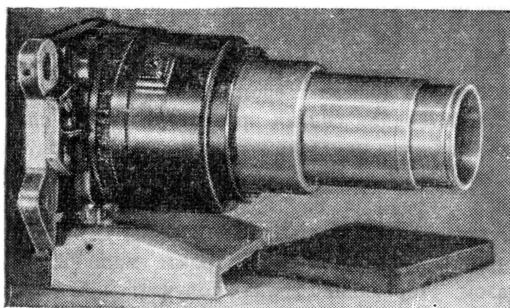


Рис. 1

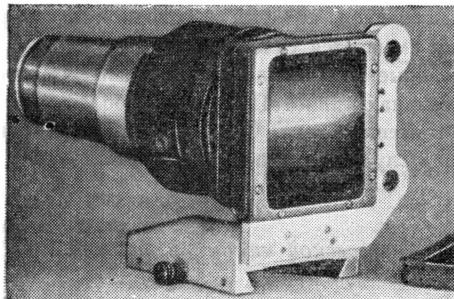


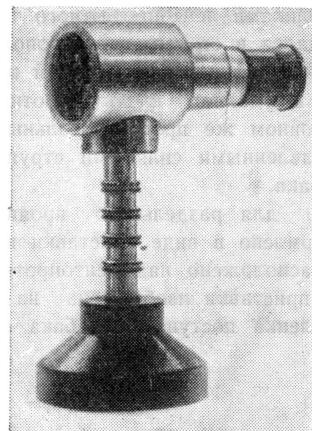
Рис. 2

Задняя часть приспособления повторяет оправу съемочного объектива, а передняя — имеет внутренний диаметр, совпадающий с диаметром блока анаморфотной насадки 35НАС4-1.

Основание приспособления представляет собой площадку с «ласточкиным хвостом», и вся его конструкция позволяет устанавливать анаморфотную насадку точно по высоте и параллельности упора. Таким образом обеспечивается точное совпадение оптической оси объектива и анаморфотной насадки.

#### ПРИБОР ДЛЯ ФОКУСИРОВКИ ОБЪЕКТИВОВ

При изготовлении оправ объективов и в других случаях, когда было необходимо фокусировать объективы, механики цеха съемочной техники пользовались съемочным аппаратом, к которому монтировались эти объективы. Такой способ в производственных условиях неудобен.



Механик ЦСДФ Д. М. Яновский изготавлил простейший прибор, заменяющий съемочный аппарат.

Прибор состоит из гнезда для вставки объективов в оправах, матового стекла, лупы и основания. Матовое стекло установлено по базовому основанию камеры с помощью индикатора.

Этот прибор (см. рисунок) очень удобен при монтаже оптики и успешно эксплуатируется на студии в течение нескольких лет.

#### ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТАХОМЕТРА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО РЕГУЛИРОВКИ

При ремонте киносъемочных аппаратов и подготовке их к работе в зимних и летних условиях разбираются и тахометры. Последующая регулировка и подгонка тахометра по шкале показаний частоты съемки трудаемки и не гарантируют точной установки его в аппарат, поэтому иногда приходится по несколько раз разбирать и собирать тахометр.

Для упрощения регулировки тахометра и точной его установки в аппарат механики цеха съемочной техники Центральной студии документальных фильмов Ю. И. Волков и В. А. Беляев изменили конструкцию тахометра, разделив его на две части, т. е. изготовили разъемный корпус, который при сближении или удалении механизма тахометра с магнитной чашкой увеличивает или уменьшает образуемое в ней магнитное поле, которое соответственно влияет на изменение показаний частоты съемки.

Оправа с механизмом соединяется с другой частью корпуса тахометра разрезным замком (рис. 1, где: 1 — корпус; 2 — втулки с зажимом; 3 — зажимное кольцо; 4 — винт M2, 6 × 10).

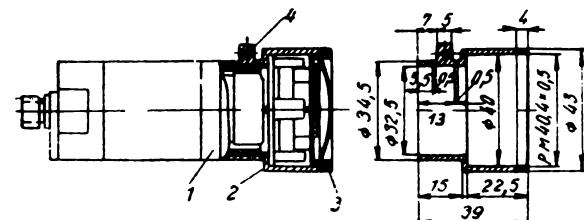


Рис. 1

Испытываемый тахометр закрепляется в специальном устройстве с редуктором для проверки и регулировки. Это устройство устанавливается на специальном стенде с синхронным электродвигателем, с помощью которого проверяется основная частота съемки (24 кадр/сек).

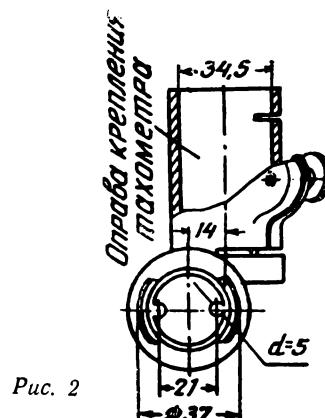


Рис. 2

Это же устройство можно устанавливать и на электродвигателе постоянного тока, соединенном с контрольным тахометром, для проверки остальных делений шкалы тахометра от 8 до 32 кадр/сек (рис. 2).

Указанное предложение успешно используется в работе с 1962 г.

Л. Н. ПЕРСИДСКИЙ

# Зарубежная техника

Г. В. АВИЛОВ

## СПОСОБЫ НАНЕСЕНИЯ МАГНИТНЫХ ДОРОЖЕК НА УЗКИЕ КИНОФИЛЬМЫ

778.534.55:771.331.352

Рассмотрены направления развития и усовершенствования способов нанесения магнитных дорожек на 8- и 16-мм кинофильмы. Указываются недостатки и достоинства отдельных способов.

Вопрос озвучивания узких кинофильмов для телевидения, хроникальной, учебной и любительской кинематографии представляет значительные трудности. Кинолюбителю озвучивать кинофильмы с помощью оптического метода невозможно из-за сложности технологии и недоступности оборудования.

Магнитная запись, получившая в настоящее время широкое распространение во всех областях науки и техники, доступна и кинолюбителям; она дает возможность озвучивать 16- и 8-мм фильмы. Следует при этом учесть, что стоимость кинопроектора с магнитным звукоблоком ниже, чем с оптическим [1].

Большие работы по озвучиванию 8-мм кинофильмов [2] показали, что практически единственно выполнима звукозапись на 8-мм пленке путем нанесения на нее магнитной дорожки.

При озвучивании кинофильмов с применением магнитного метода используются два направления; в одном из них звук записывают на отдельной 8-мм перфорированной магнитной пленке, которая работает синхронно с кинофильмом, или озвучивание производится с использованием обычного магнитофона, связанного с кинопроектором посредством синхронизатора. В другом случае озвучивание производится с помощью узких магнитных дорожек, находящихся непосредственно на кинофильме.

Существуют различные способы нанесения магнитных дорожек на фильмокопии и кинопленку; все они могут подразделяться на три основных: наклейивание магнитных дорожек на кинофильмы; полив магнитных дорожек и перенос магнитного слоя с ленты на кинофильм.

### Наклейивание магнитных дорожек на кинофильм

Известно [3], что за рубежом для озвучивания 8- и 16-мм фильмов применяют метод наклейки готовых магнитных полосок на кинофильм. Узкие полоски магнитной ленты наклеиваются на 16-мм фильмокопии (на лаковую сторону фильма) с помощью машины «Синемафон», модель СМ8/16С (рис. 1). Для 16-мм кинофильмов с односторонней перфорацией наклеивают полоски магнитной ленты шириной 2,4 мм; если используют фильм с оптической фонограммой, то наклеивают полоску половиной ширины (1,2 мм), сохранив половину оптической фонограммы. Для наклейки полосок магнитных лент на 8-мм фильмокопии используется специально предназначенная для этой цели машина ти-

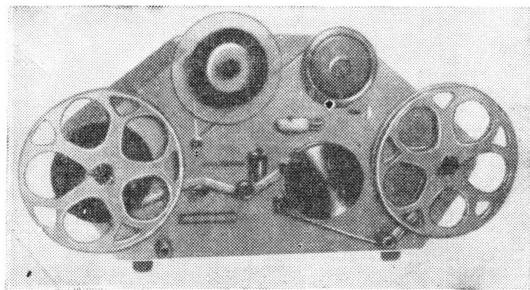


Рис. 1. Машина «Синемафон», модель СМ 8/16С, для наклейки магнитных дорожек на фильмокопии

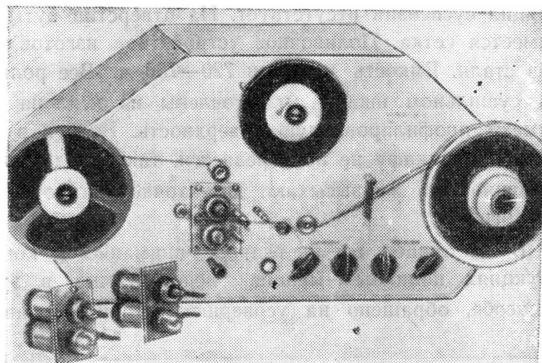


Рис. 2. Машина «Синемафон», модель CMSA, для резки магнитной ленты на узкие полоски

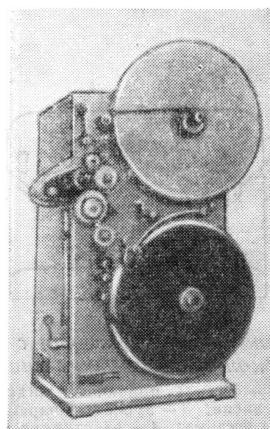


Рис. 4. Машина для выемки канавки на кинофильме

на СМ8С. Имеется также специальная машина (рис. 2), с помощью которой магнитная лента шириной 6,3 мм разрезается на две ленты шириной 2,4 мм и одну шириной 0,8 мм, или четыре ленты шириной 1,2 мм и одну шириной 0,8 мм, или семь лент шириной по 0,8 мм.

Скорость резки 500 м/час, скорость наклейки 300 м/час.

Фирма Индустрі-Контакт [4] широко рекламирует изобретение Курта Веберлинга по наклейке магнитных дорожек на художественные фильмы. Для этого фирма разработала комплект специального оборудования, в который входят: резательная машина для резки магнитной ленты на узкие полоски для дорожек на 8- и 16-мм фильмы (рис. 3); машина, делающая на фильме канавки, в которые вклеивается узкая магнитная полоска (рис. 4); машина для наклейки дорожек на 8-, 16- и 35-мм фильмы (рис. 5).

Для нанесения магнитных дорожек на эмульсион-

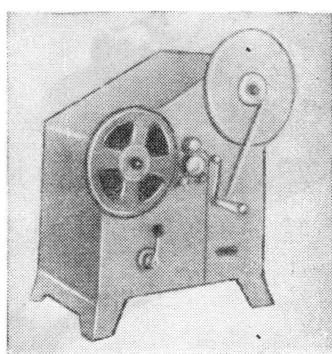


Рис. 3. Резательная машина для резки магнитной ленты на узкие полоски для 16- и 35-мм фильмов

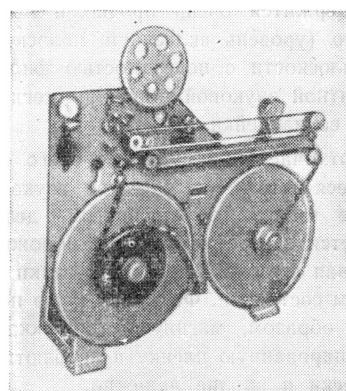
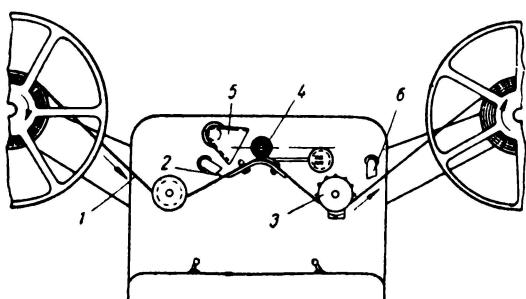


Рис. 5. Машина для вклейки полосок магнитной ленты в канавки 16- и 35-мм кинофильмов

ную сторону фильмокопии английский патент № 728783 рекомендует специальный аппарат для снятия узкой полоски эмульсионного слоя, чтобы можно было наносить магнитную дорожку непосредственно на основу фильма.

Схема устройства аппарата изображена на рис. 6. Для регулирования ширины снимаемой эмульсии в машине установлены подвижные ограничители по обе стороны от щетки 4.

Магнитные полоски по методу Веберлинга наклеиваются следующим образом: предварительно на фильме выфрезеровывается плоская канавка шириной 2,5 мм. Затем от магнитной ленты шириной 6,25 мм и толщиной 40 мк отрезается полоска.



*Рис. 6. Аппарат для снятия с фильма узкой полоски эмульсии:*

1 — фильм; 2 — фильтр, подающий жидкость для размягчения эмульсии; 3 — зубчатый барабан для транспортирования фильма; 4 — эластичная вращающаяся щетка для удаления эмульсии; 5 — сопло для всасывания снятой эмульсии; 6 — сопло, подающее теплый воздух для сушки фильма

ширина 2,5 мм и приклеивается на дно канавки специальным kleem, который подается под давлением. Она держится оченьочно и выступает неизначительно (уровень вклеенной полоски находится в одной плоскости с поверхностью фильма). Качество магнитной звуковой дорожки всегда контролируется до ее наклейки.

Фирма отмечает преимущество этого способа, заключающееся в том, что качество звуковой дорожки меньше зависит от случайных дефектов, ибо приклеивается заведомо хорошая дорожка. Магнитная звуковая дорожка не дает усадки на фильме во влажном состоянии. Фильм по краю не утолщается. Таким образом, магнитная дорожка наносится на неэкспонированную пленку в абсолютной темноте автоматически и вполне надежно.

### Нанесение магнитных дорожек способом полива

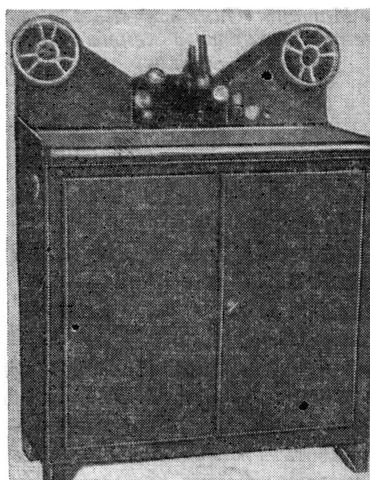
Нанесение магнитных дорожек способом полива суспензии на готовый кинофильм широко распространено в промышленности. Устройство и работа таких машин достаточно полно освещены в литературе [5, 6].

Как сообщает Э. Шмидт [2], фирма Саундкрафт для нанесения магнитных дорожек на обработанный 8-мм кинофильм использует очень простую и надежно работающую машину модель S-8. Дорожки наносят на лаковую и эмульсионную стороны кинофильма.

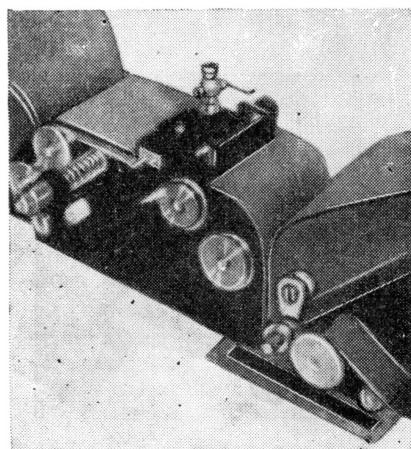
Эта малогабаритная машина (рис. 7 и 8) не имеет магазина запаса. Суспензия подается в фильеру из полиэтиленовой бутыли емкостью 250 см<sup>3</sup>. Цирку-

ляция суспензии отсутствует. На отверстии бутылки имеется сетка. Поливочное устройство изготовлено из стали. Емкость катушки 720—750 м. Все ролики в сушильном шкафу изготовлены из нейлона и имеют профицированную поверхность. Воздух в сушильном шкафу не подогревается, так как дорожки шириной 0,6 мм высыхают достаточно быстро и без подогрева.

В настоящее время главное внимание в конструкциях поливных машин, используемых в этом способе, обращено на усовершенствование и авто-



*Рис. 7. Общий вид машины модели S-8 для полива дорожек*



*Рис. 8. Фильера машины модели S-8 (крупным планом)*

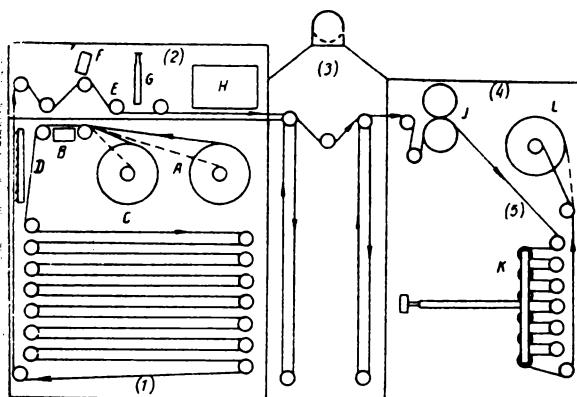


Рис. 9. Схема машины Kodak «Сонотрэк» для нанесения магнитных дорожек на 8-мм ленту:

1 — секция подачи; 2 — секция полива и визуального контроля; 3 — сушильный шкаф; 4 — секция каландрирования; 5 — приемная секция (A — кассеты для пленки; B — склеивающее устройство; C — магазин заправки; D — устройство для устранения электроакустических зарядов; E — главный протягивающий ролик; F — фильеры; G — микроскоп для визуального контроля; H — устройство для обнаружения грубых дефектов; I — стойки сушильного шкафа; J — ролик для каландрирования; K — магазин намотки; L — принимающая катушка)

матизацию процесса. Фирма Кодак Сонотрэк [7] для нанесения магнитных дорожек на 8-мм фильмокопии использует более совершенную машину, чем указывалось выше. Схематически она показана на рис. 9.

Отличительная особенность машины — наличие секции каландрирования (с помощью которой прессыются дорожки, что снижает их толщину на 10—25%), устройства для снятия статического электричества с кинофильма, микроскопа для визуального контроля поливаемых дорожек, а также прибора для обнаружения грубых дефектов полива. Машина предназначена для непрерывной работы и имеет магазины на размотке и смотке фильма в рулоны. Фильм в машине транспортируется приводом от синхронного двигателя мощностью  $1/150$  л. с. Катушка с пленкой для размотки устанавливается на шпинделе, являющемся продолжением оси серводвигателя, электрическое напряжение которого управляет регулятором. Регулятор связан с транспортирующим механизмом и создает постоянное натяжение пленки. Аналогично управляется натяжение при смотке фильма. Магнитные дорожки поливаются из фильеры специальной конструкции. Имеется устройство для точного дозирования лака в фильере, что существенно влияет на равномерность толщины поливаемых дорожек. Дорожки сушат 5 мин воздухом, подогретым до  $37^{\circ}\text{C}$ . Каландрирование магнитных дорожек производится под действием усилия 14 кг.

Авторы утверждают, что на данной машине можно получать высококачественную дорожку, отвечаю-

щую стандарту ASA-PH-22-88 1956 и обеспечивающую хорошие электроакустические показатели.

Однако способ нанесения магнитных дорожек на готовый кинофильм имеет ряд существенных недостатков. Нанесение узких магнитных дорожек на готовые фильмокопии, выполняемое в различных неспециализированных организациях (киностудиях), не позволяет получать кинофильмы с магнитными дорожками высокого качества. Это объясняется тем, что перфорирование кинопленки, особенно огнебезопасной, производится неравномерно, с небольшим выдавливанием кромки перфорации. В процессе фотографической обработки кинопленка проходит по транспортирующим зубчатым роликам проявочной машины и выдавливание кромки перфорации углубляется.

Поэтому нанести узкие, равномерные по толщине и ширине магнитные дорожки, расположенные вблизи перфорационных отверстий, не представляется возможным.

Как же это исправить? Не нужно ли вообще отказаться от подобного способа и искать какой-то новый, более совершенный?

Нам кажется (и экспериментальная работа подтверждает это), что способ нанесения магнитных дорожек путем полива имеет полное право на существование, но он должен быть несколько изменен.

Чтобы резко улучшить качество магнитных дорожек, полученных способом полива, необходимо наносить дорожки не на готовые кинофильмы на киностудиях, а в процессе изготовления кинопленки на кинопленочных предприятиях и усовершенствовать процесс полива для улучшения качества магнитных дорожек.

### Нанесение магнитных дорожек на неэкспонированную кинопленку

Сокращение процесса во времени от начала съемки кинофильма до его демонстрации на экране имеет особое значение при изготовлении хроникально-репортажных кинофильмов для студий кинохроники и телевидения.

В настоящее время есть устройство [7] «фильммагнетик», которое можно вмонтировать в киносъемочную камеру «Аурикон» (рис. 10), предназначенную для фотографической звукозаписи.

Фильммагнетик имеет две головки: записывающую и воспроизводящую (контрольную), которая позволяет оператору прослушивать с помощью телефонов фактически записанную в съемочной камере магнитную фонограмму. Такие аппараты дают возможность одновременной записи оптическим и магнитным методом, если при этом используется плен-

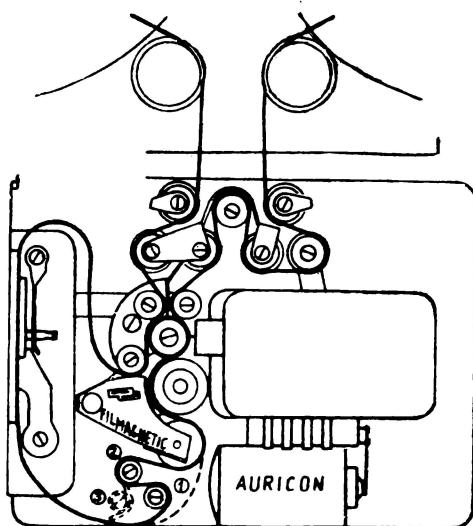


Рис. 10. Схема лентопротяжного механизма камеры «Аурикон» Про-600 модель СМ-75 для трех вариантов зарядки пленки в аппарате:

1 — зарядка пленки для оптической записи при стандартном расстоянии фонограммы от изображения, равном 26 кадрам; 2 — зарядка пленки при магнитной записи со стандартным расстоянием, равным 28 кадрам; 3 — зарядка пленки при магнитной записи и нестандартном расстоянии, равном 24 кадрам

ка, где на одну половину площади звуковой дорожки нанесен магнитный слой, а вторая половина оставлена для оптической записи звука.

Имеются кинокамеры «Аурикон» только для магнитной записи либо только для съемки (без записи звука). Таким образом, можно по желанию применять магнитный или оптический метод записи звука.

Съемка изображения на обратимую 16-мм пленку с одновременной записью звука на магнитную дорожку той же пленки производится в телевидении. Этот способ применяется для очень срочных телевизионных репортажей, когда копирование и монтаж фильма заняли бы слишком много времени.

Такая аппаратура и кинопленка с магнитными дорожками позволяют и кинолюбителю демонстрировать снятый сюжет и воспроизводить записанный звук буквально через несколько часов.

В нашей работе [8] было показано, что магнитные дорожки на неэкспонированной кинопленке не влияют на фотографические свойства черно-белого и цветного светочувствительного слоя, а фотографическая обработка кинопленки не изменяет электроакустических показателей магнитных дорожек. Последующие работы на советских предприятиях и

за рубежом полностью подтверждают это положение.

На заводе Саундкрафт [2] для скоростного нанесения магнитных дорожек на 16-мм неэкспонированную кинопленку в полной темноте применяется автоматизированная машина (рис. 11 и 12).

В машине предусматривается подача кондиционированного воздуха с регулировкой влажности, что уменьшает скручивание пленки. Дорожки наносятся через фильтру, толщина полива определяется сочетанием размера поливных отверстий и вязкостью супензии.

Сушка поливных дорожек проводится в два этапа. Вначале происходит медленное испарение в зоне повышенной концентрации растворителей, защищенной от внезапных воздушных потоков, а затем пленка поступает в зону сушильной секции с температурой 32° С. Перед смоткой пленка проходит

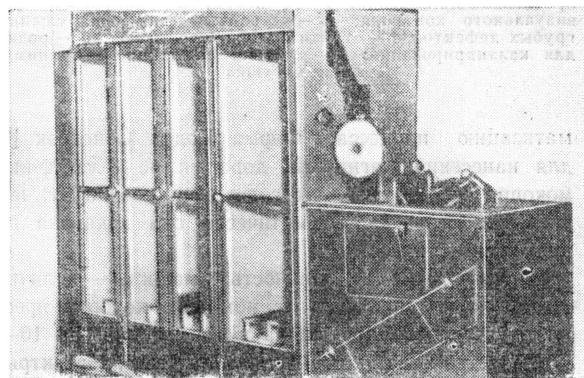


Рис. 11. Общий вид машины для скоростного нанесения магнитных дорожек на 16-мм пленку

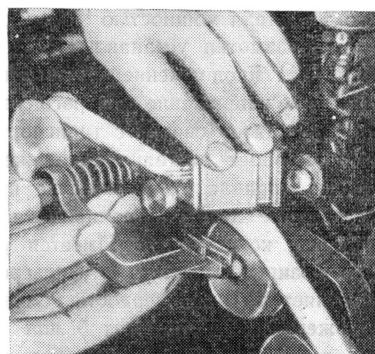


Рис. 12. Фильтра аппарата для полива дорожек на 16-мм пленку (крупным планом)

зону с комнатной температурой и необходимой влажностью. На машине есть сигнальное устройство для подачи сигнала об окончании рулона пленки. На поливном столе имеется тахометр для контроля скорости, микроскоп для контроля ширины поливающейся дорожки и другие приборы.

### «Перенос» магнитного слоя с ленты на кинофильм

В последнее время в литературе [9, 10, 11] способу «переноса» (перевода) магнитного слоя ленты на фильм уделяется очень много внимания, так как он позволяет получить на фильме магнитные дорожки очень высокого качества. Некоторые авторы [12] указывают, что в телевидении для нанесения магнитных дорожек большое применение получил способ «переноса», осуществляемый на машине «Ламикорд-16» фирмы Сименс — Гальске (рис. 13).

Принцип действия этой машины сводится к следующему: 16-мм фильм, намотанный на кассету вместимостью 600 м, пропускается через устройство, наносящее на фильм kleящий состав, затем фильм проходит в машине довольно большой путь, подвергаясь воздействию kleящего раствора.

«Переводная» магнитная лента, поставляемая в рулонах длиной 720 м и шириной 6,25 мм, имеет магнитный слой, пригодный для приклеивания на фильмокопию. После того как «переводная» лента

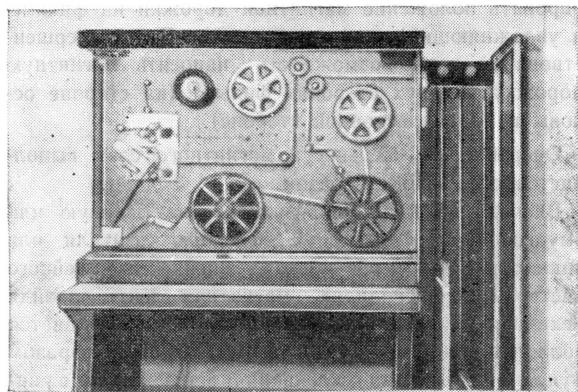


Рис. 14. Машина «накатки», модель 16СВ

проходит режущее приспособление, где от нее отрезается требуемая полоска шириной 2,5 мм, она попадает в нагревающее устройство, где температура ее повышается примерно до 140° С. Непосредственно после нагрева магнитная лента приводится в соприкосновение с фильмом и проходит вместе с ним через ролики, где подвергается определенному давлению. Специальное оптическое приспособление позволяет точно устанавливать положение магнитной полоски на кинофильме. Фильм с наклеенной «переводной» лентой проходит через шкаф, в котором поддерживается высокая относительная влажность, что необходимо для отделения подложки ленты от магнитного слоя. Подложка отделяется при помощи ролика небольшого диаметра. Подложка сматывается на катушку и поступает в отходы. Оставшаяся после срезки часть «переводной» магнитной ленты наматывается на запасную катушку для дальнейшего использования.

Готовый фильм с магнитной дорожкой наматывается на кассету вместимостью 600 м. При помощи машины такого типа, помимо основной дорожки шириной 2,5 мм, может наноситься и балансная магнитная дорожка шириной 0,8 мм, расположенная за перфорационными отверстиями. В качестве «переводной» магнитной ленты используется лента типа «Скотч-121», изготавливаемая американской фирмой Миннесота Майнинг энд Маньюфекчуринг Корпорэйшн.

Толщина магнитного слоя этой ленты 15 мк. После «переноса» магнитного слоя подложка ленты отделяется и идет в отход.

Рихард и Дюббе [9] описывают новый тип машины модель 16СВ для «переноса» магнитных дорожек на 8- и 16-мм кинофильмы (рис. 14). В отличие от ранее описанной машины эта машина имеет более совершенное устройство для резки ленты с магнитным слоем; приспособление, позволяющее регу-

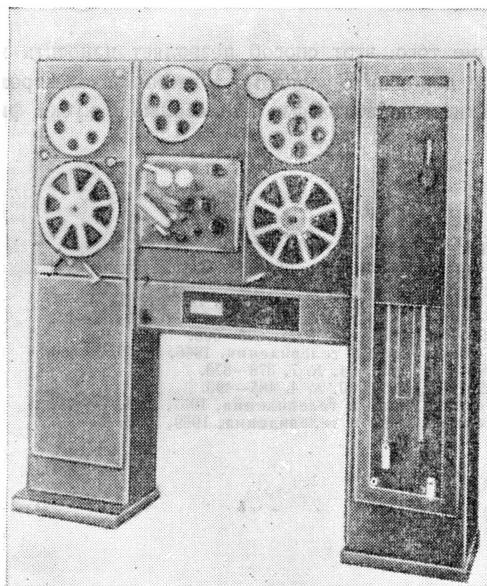


Рис. 13. Машина «Ламикорд-16» для нанесения магнитных дорожек на 16-мм кинопленку

лировать положение магнитной дорожки на фильме, и увлажняющий шкаф с магазином. Эти усовершенствования дают возможность наносить магнитную дорожку на двух сторонах фильма (на стороне основы и на эмульсионной стороне).

Операция по «переносу» магнитного слоя выполняется следующим образом.

Вначале на край кинофильма (на лаковую или эмульсионную сторону) с помощью фитиля или капилляра наносится тонкая пленка из клейкого раствора. «Переводная» магнитная лента, пройдя механизм склеивания, нагревается и приклеивается должным образом к кинофильму; таким образом функция механизма склеивания заключается в нагревании «переводной» магнитной ленты до определенной температуры и скреплении ее с кинофильмом при помощи прижимных роликов.

Кинофильм с накатанной магнитной дорожкой поступает в кабину, в которой влажность поддерживается автоматически в пределах 85—90%. Здесь имеется возможность отделить подложку «накатанной» магнитной ленты от магнитного слоя, собрать его на отдельную катушку и затем выбросить. Деформированный кинофильм, пройдя увлажняющий шкаф, становится плоским, что является положительным фактором данного процесса. Достоинством метода «переноса», в отличие от метода полива, цитированные авторы считают чистую, гладкую поверхность магнитной дорожки, которая обеспечивает повышенные электроакустические показатели (рис. 15, 16, 17).



Рис. 15. Чувствительность ленты с «накатанным» магнитным слоем в сравнении с лентой «Скотч-116»



Рис. 16. Частотная характеристика «накатанной» ленты с магнитным слоем и ленты «Скотч-116»

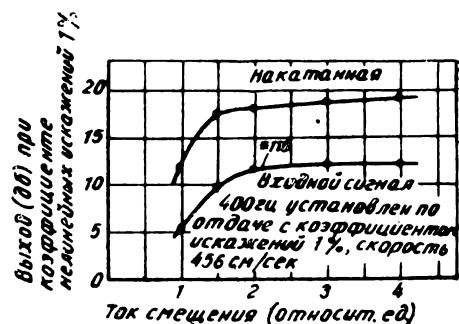


Рис. 17. Отдача ленты в «накатанном» магнитном слое и ленты «Скотч-116» при коэффициенте нелинейных искажений, равном 1%

Кроме того, этот способ позволяет наносить магнитные дорожки с заведомо известными электроакустическими показателями на небольшие куски фильмов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. JSMPTЕ, 1962, 71, № 8, 557—562.
2. JSMPTЕ, 1961, 70, № 8, 607—610.
3. Filmtechnikum, 1959, 10, № 3, 72.
4. Каталог фирмы Industrie-Contact.
5. Техника кино и телевидения, 1957, № 3, 71—78.
6. Техника кино и телевидения, 1958, № 9, 57—63.
7. JSMPTЕ, 1956, 65, № 11, 603—605.
8. Техника кино и телевидения, 1956, № 12, 56—60.
9. JSMPTЕ, 1955, 64, № 7, 378—379.
10. JSMPTЕ, 1953, 60, № 4, 485—490.
11. Техника кино и телевидения, 1957, № 6, 74—78.
12. Техника кино и телевидения, 1959, № 8, 73—83.

# ДЕФЕРДИВНЫЙ ОТДЕЛ

## Съемка и проекция кинофильмов

778.534.83

**Методика применения высокочастотной киносъемки для исследования вертикальных колебаний и изменения скорости вращения ведущих колес автомобилей.** Л. И. Коротков, ЖНиПФК, вып. 2, 1963, 8, 123—128.

Описана методика проведения киносъемки с частотой 2000—3000 кадр/сек для исследования вертикальных колебаний ведущих колес автомобиля и изменения их угловой скорости, возникающих при движении по неровной дороге.

В. Б.

778.37

**Высокоскоростная растровая микрофотографическая установка СФР-Р.** А. С. Дубовик, Н. М. Сицинская, Г. В. Колесов, ЖНиПФК, 1963, 8, вып. 2, 128—134.

Предложен метод растровой высокоскоростной фотографии, позволяющий построить камеру,ирующую в интервале времени, превышающем время проекции явления в 50—100 раз.

Описана растровая высокоскоростная микрофотографическая камера СФР-Р, построенная на базе установки СФР и позволяющая производить съемку с увеличением от 1 до 100× и с частотой от 10 до 100 млн. кадр/сек.

В. Б.

778.533.1:778.534.7

**Фиксация положения кадра при комбинированной киносъемке.** А. К. Робертсон, JSMPTЕ, 1963, 72, № 2, 75—81.

Дан обзор методов, обеспечивающих строгую фиксацию положения кадров, что особенно важно при комбинированных киносъемках.

Один из методов — поддержание постоянной температуры деталей трюковой кинокамеры и кинопленки (для предотвращения изменения размеров вследствие теплового расширения). Еще более важно постоянство относительной влажности (кондиционирования) воздуха в помещении, где установлена камера. Изменение влажности вызывает колебания размеров кинопленки. Как видно из диаграммы, уменьшение относительной влажности воздуха на 1% приводит к сокращению размеров пленки на  $0,006 \div 0,008\%$ . При изменении влажности на 10%, которое может произойти в течение дня в помещении, не имеющем кондиционирования воздуха, размеры маски на пленке (при ширине маски 20 мм)

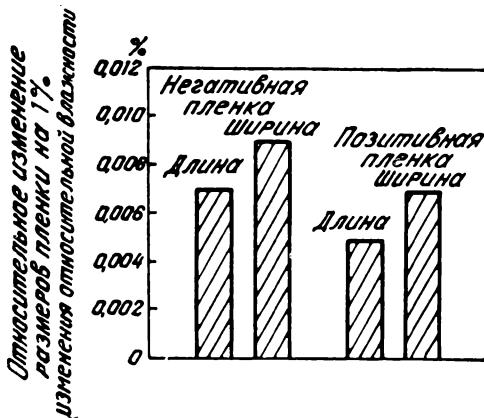
изменяются на  $10 \times (0,007/100) \times 20 = 0,014$  мм, в то время как допустимое изменение маски составляет 0,0075 мм. Изменение относительной влажности вблизи моря в зависимости от направления ветра может достигать даже 30%.

Кондиционированный воздух также необходим для восстановления размеров пленки после неизбежного нагревания ее в кадровом окне при трюковой печати, в результате которого размеры пленки уменьшаются. Время восстановления размеров пленки перед ее повторным использованием зависит от ее усадки и колебается от 20 мин до 2 час.

Для восстановления размеров пленки, находящейся в рулоне, может потребоваться в 500 раз большее времени.

Рассмотрено влияние размеров, формы, расположения, качества обработки поверхности зубцов-контргрейфера на точность фиксации кадра. Отмечается, что заполняющий зуб может превышать размер перфорации на 0,025 мм без повреждения ее. В трюковой камере размеры заполняющего зуба должны превышать номинальные размеры перфорации на 0,01 мм; в студийной камере для уменьшения уровня шума применяются более тонкие заполняющие зубцы. Предлагается простая конструкция зубцов контргрейфера, облегчающая их изготовление и юстировку. Также кратко описана история развития перфораций и их влияние на точность фиксации кадра.

В 16-мм камерах фиксация кадра осуществляется прижимом пленки к базовому краю и с помощью



одного зуба контргрейфера, заполняющего перфорацию только по высоте. Отмечены преимущества и недостатки этого способа фиксации кадра.

Рассмотрено влияние недостатков конструкции и юстировки камеры на точность ее работы.

Л. Т.

#### 778.553.1

**Устройство для автоматической зарядки фильма на 16-мм кинопроекторе.** А. Напанау, Я. Чернявский, JSMPTЕ, 1963, 72, № 2, 87—89.

Описана модификация универсального 16-мм кинопроектора фирмы Bell — Хоэлл<sup>1</sup>, дополненная устройством для автоматической зарядки фильма. Перед разработкой устройства был произведен анализ имеющихся в наличии 16-мм фильмокопий. Измерения показали, что усадка фильма может достигать 1,5%; в зависимости от атмосферных условий поверхность фильма может быть выпуклой или вогнутой, со стрелой прогиба до 0,8 мм; радиус кривизны свежей фильмокопии, выходящей с подающей бобины, может быть менее 32 мм, но возможна и обратная кривизна радиусом менее 75 мм; многие фильмы имеют порванные перфорации и ракорды, неправильные склейки и т. п. Все эти условия должны учитываться устройством для автоматической зарядки.

Устройство обеспечивает автоматическую зарядку новых и старых изношенных фильмокопий, благодаря чему обслуживание кинопроектора не требует квалифицированного персонала. Резак в основании кинопроектора служит для придания зарядному концу пленки прямоугольной формы без заусенцев, что значительно повышает надежность зарядки.

Лентопротяжный механизм имеет два 14-зубых барабана, вращаемых нейлоновыми червячными шестернями, и трехзубый грейфер; нейлоновый червяк укреплен на валу грейферного кулака. Фильм проходит по верхнему ведущему пояску тянувшего (верхнего) зубчатого барабана и по верхнему и нижнему пояскам задерживающего (нижнего) барабана (см. рисунок), который одновременно является звуковым. Подпружиненные направляющие колодки на

зубчатых барабанах предотвращают застревание или повреждение фильма. Весь лентопротяжный тракт содержит множество откидывающихся металлических направляющих, освобождающихся после окончания зарядки фильма, который транспортируется барабанами и грейфером, как в обычном кинопроекторе.

При открытом самозаряжающемся тракте блокировка предохраняет от вкладывания в тракт фильма. Для закрывания тракта (перед зарядкой фильма) служит особый рычаг. После закрывания тракта включается кинопроектор (прямой ход) и зарядный конец фильма длиной 5 см вставляется в устье зарядного канала до тех пор, пока зубцы тянущего барабана не войдут в перфорации. После барабана фильм поступает в верхний петлеобразующий канал, который направляет его в фильмовый канал. Зубцы грейфера при зарядке выведены из фильмового канала, а прижим ползков ослаблен, что позволяет фильму свободно пройти через канал.

Далее фильм, транспортируемый тем же тянувшим барабаном, поступает в нижний петлеобразующий канал, который направляет его к нижнему зубчатому барабану. После зацепления с перфорациями фильма этот барабан транспортирует его в звуковой блок, в котором фильм огибает гладкий барабан стабилизатора скорости (обеспечивая расстояние 26 кадров между кадром и читающим штрихом) и возвращается к нижнему ободу барабана. Подпружиненные ролики стабилизатора скорости в момент зарядки отодвинуты и не препятствуют ей. Поперечное направление фильма при зарядке создается направляющими фланцами у зубчатых барабанов, а также боковыми направляющими в фильмовом канале и в звукоблоке.

Выходя из зацепления с нижним барабаном, фильм проходит через расцепляющий и два амортизирующих ролика и выходит из тракта для закрепления его конца на приемной бобине. Натяжение намотки фильма приемной бобиной через расцепляющий ролик приводит к автоматическому открыванию тракта (петлеобразующих каналов), введению грейфера в зацепление с пленкой и увеличению прижима фильма в фильмовом канале. Если грейфер не вошел в зацепление с пленкой (следовательно, уменьшилась нижняя петля), срабатывает автоматический восстановитель размера петли. В верхней части на лицевой стороне кинопроектора имеется рычаг, который служит индикатором (открыт или закрыт самозарядный тракт), а также выполняет функцию ручного восстановителя петель (при нажиме на рычаг). После окончания зарядки включаются проекционная и читающая лампы.

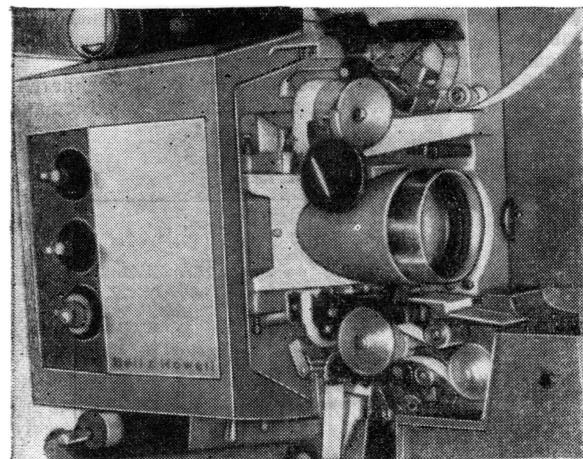
Кинопроектор также обеспечивает возможность зарядки или разрядки фильма вручную. Проведенные в учебных заведениях и промышленных предприятиях длительные испытания выявили надежную работу данного устройства.

Л. Т.

#### 771.531.352

**Формат кинопленки 2×8 мм с одним рядом перфораций.** А. Д. Сен-Хилаи, Л. Мартин, JSMPTЕ, 1963, 72, № 2, 85—86.

Практика использования кинопленки 2×8 мм для съемки и обработки при последующем разрезании ее для монтажа и проекции является рациональной. Однако при массовом изготовлении 8-мм фильмокопий путем оптической печати изображения с 35-мм пленки выявляется ряд недостатков данного формата.



<sup>1</sup> «Техника кино и телевидения», 1962, № 11, стр. 80—81.

та: малая полезная площадь изображения, боковое смещение (несимметричность) изображений, малое соотношение сторон кадра, неудобство в обращении, хрупкость. В распространенном во Франции и соседних с ней странах 9,5-мм формате с перфорациями, расположенным посередине пленки, лучше используется площадь пленки; однако зубцы скакового механизма нередко повреждают изображение, вследствие чего этот формат не может быть рекомендован.

Предлагается 16-мм формат кинопленки с двумя рядами кадров, напечатанных во взаимно противоположных направлениях, и одним центральным рядом перфораций (см. рисунок). Существенное достоинство формата заключается в расположении (удаленном от перфораций) и ширине магнитных фонограмм (1 мм вместо 0,75 мм). Размер кадра вместо  $4,8 \times 3,5$  мм составляет  $5,78 \times 3,5$  мм, что обеспечивает соотношение сторон 1,65 : 1. Возможно изменение высоты или ширины кадра (как показано на рисунке), благодаря чему соотношение сторон может изменяться в пределах от 1,37 : 1 до 2,35 : 1 (в последнем случае без применения дорогой и неудобной в домашних условиях анатоморфной насадки). Кинопроектор для предлагаемого формата не требует перемотки фильма или использования непрерывной кассеты. Кроме того, этот формат благодаря двум рядам кадров и двум фонограммам может быть использован для стереоскопических и стереофонических фильмов.

Несмотря на применение кинопленки 16-мм ширины с перфорациями, свойственными 8-мм кино-

плёнке, данный формат не рассчитан ни на один из существующих копировальных аппаратов или кинофотографов. Однако пока еще не началась массовая печать 8-мм фильмокопий с 35-мм пленки, пока еще не создана соответствующая аппаратура, авторы предлагают пересмотреть существующие стандарты с учетом данного предложения.

Л. Т.

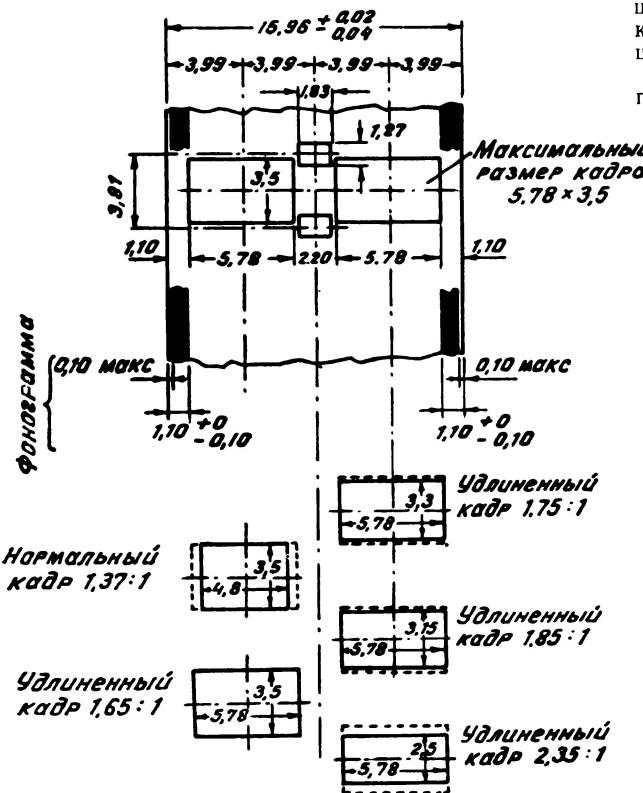
771.531.352

**16-мм звуковой фильм с двойным рядом кадров, расположенных вдоль пленки, Р. Л. Нойман, Ф. Е. Уэйт, JSMRTE, 1962, 72, № 2, 82—84.**

Отмечается целесообразность создания нового формата киноленты, промежуточного по качеству воспроизведения и стоимости между 16- и 8-мм форматами. Такой формат должен быть совместимым с существующими, не должен требовать нового оборудования для обработки, хранения и проектирования фильмов, а также должен исключать необходимость перемотки фильма и перезарядки кинофотографа.

Обсуждаются недостатки соответствующих предложений Байера<sup>1</sup>, Маурера и других. Создание нового формата основано на тщательном изучении всех предложений в данной области, и, по мнению авторов, он обладает их преимуществами, но лишен их недостатков. Формат, названный А/16, предполагает применение 16-мм пленки, транспортируемой горизонтально. Благодаря тому что на пленке есть два ряда кадров, исключается необходимость перемотки. Площадь кадра составляет  $7,18 \times 4,79$  мм, что в 2,41 раза больше, чем у 8-мм фильмов. Отношение сторон кадра 1,50 : 1 является оптимальным компромиссом между «эдисоновским» (1,33 : 1) и широкозеркальным форматами (1,85 : 1).

На обычной звуковой дорожке 16-мм фильма предлагается разместить две оптические фонограммы



<sup>1</sup> «Техника кино и телевидения», 1962, № 1, стр. 88—89.

мы шириной по 0,76 мм каждая. Так как скорость фильма сохраняется соответствующей 16-мм фильмокопии, уменьшение ширины фонограммы поведет только к некоторому повышению уровня шума. В случае разрезания фильма (формат А/16 однорядный) может быть применена обычная магнитная фонограмма (подобная фонограмме 8-мм фильма). Двухрядный и однорядный участки фильма формата А/16 изображены на рисунке.

Указаны различные способы получения фильмоkopий и проекции данного фильма (в частности, возможность автоматического реверсирования кинопроектора и смещения оптических элементов для воспроизведения звука и изображения со второго ряда кадров по окончании демонстрации первого ряда кадров). Кинопроектор, рассчитанный на формат А/16, сможет демонстрировать и стандартные 16-мм фильмы, а обычные 16-мм кинопроекторы могут быть переоборудованы для формата А/16. Съемка фильмов может производиться обычными 16-мм кинокамерами с измененным кадровым окном, причем на одну и ту же пленку съемка осуществляется дважды. Наличие двух рядов кадров открывает

возможности для создания стереоскопических фильмов.

Л. Т.

778.553

**Улучшение сматывающих и наматывающих устройств кинопроекторов**, А. Болоховский, Киномеханик, 1963, № 4, 36—41.

Указывается, что износ поверхности и перфорации фильмокопий в значительной степени зависит от конструкции сматывающих и наматывающих устройств.

Рассмотрены зависимости величин натяжений фильма и характер их изменения при различных фрикционах: простых фрикционах, в которых торможение раскручиваемой бобины в сматывателях и принудительное вращение бобины в наматывателях создается силами трения, возникающими под действием пружины, отрегулированной на определенное усилие прижима; фрикционах, в которых силы трения создаются в основном под действием веса бобины с фильмом.

Г. И.

## Телевидение

621.391.145:621.391.837

**К вопросу об отношении сигнал/помеха при магнитной видеозаписи**, Г. Фикс, В. Габерман, Rundfunktechnische Mitteilungen, 1963, 7, № 2, 75—82.

Проведены исследования с целью выявить и разделить источники флюктуационных помех в тракте записи и воспроизведения видеосигналов. Найдено относительное влияние отдельных источников помех и с помощью селективных методов измерено спектральное распределение напряжения помех в некоторых важных точках канала воспроизведения. Приведены графики спектрального распределения напряжения помех, в частности при работе с записанной лентой, с незаписанной лентой и без ленты, при включенном усилителе воспроизведения и при вращающемся диске с головками. Аналогичное исследование и построение проделано для случая ограничения амплитуды и переноса флюктуационных колебаний с помощью ЧМ-демодулятора из области промежуточных частот (частот видеосигнала и несущих) в область частот видеосигнала. Полученные данные ясно показывают, что в качестве основного источника помех должна рассматриваться видеолента. Однако существует мало оснований рассчитывать на улучшение видеолент в ближайшее время, поэтому было проверено, какие существуют возможности улучшения отношения сигнал/помеха с помощью чисто электронных средств. Были испытаны входные и выходные электронные корректирующие устройства для области промежуточных частот и видеочастот. Результаты испытаний сравнивались, и было очевидным преимущество применения коррекции в области промежуточных частот. Показано,

что применение этих методов дает оптимальное снижение уровня помех в той области серой шкалы изображения, в которой человеческий глаз наиболее чувствителен к флюктуационным колебаниям яркости.

Внесено предложение о применении коррекции в области промежуточных частот.

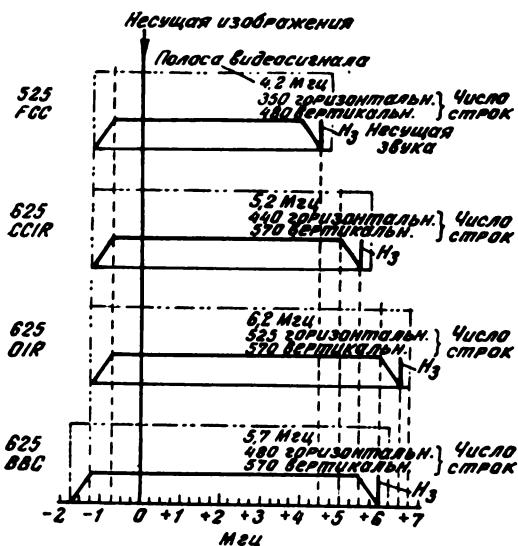
Ю. В.

621.397.27

**О пересмотре стандартов на телевизионные развертки**, М. У. С. Барлоу, JSMPTE, 1963, 72, № 2, 104—107.

В настоящее время во всем мире в основном используются два телевизионных стандарта: 525 строк 60 поле/сек (американские страны и Япония) и 625 строк 50 поле/сек. Последний стандарт имеет по крайней мере четыре разновидности (некоторые из них показаны на рисунке). Преобразование одного стандарта в другой при обмене программами может быть осуществлено при помощи промежуточного фильма или сложных электронных устройств. Однако целесообразнее введение единого всемирного стандарта, что значительно облегчит обмен программами. Показано незначительное различие между параметрами развертки телевизионных систем на 525 и 625 строк.

Рассмотрены недостатки и преимущества перевода стандарта 525 строк на 625 строк (и наоборот) в отношении качества изображения, изменений в оборудовании и с экономической точки зрения. Основные затраты при этом сводятся к переналадке имеющихся телевизоров, количество которых достигает десятков миллионов штук в обеих системах.



Для минимальной переделки телевизоров необходимо сохранить разнос расположения несущих частот изображения и звука. При переводе системы 525 строк на 625 строк улучшится вертикальная разрешающая способность (число строк) и останется прежней горизонтальная. Отношение вертикального числа строк к горизонтальному составит 1,62 : 1 (570 : 350 «фактических» строк) вместо существующего 1,33 : 1. При переводе системы 625 строк на 525 благодаря уменьшению числа строк по вертикали это отношение составит 1,09 : 1 (480 : 440 строк). Опыт показывает, что соотношение между вертикальным и горизонтальным числом строк 1 : 1 дает субъективно лучшее качество изображения. В связи

с этим делается вывод о целесообразности в качестве основы единого стандарта принять стандарт 525 строк, что улучшит изображение на телевизорах, работавших на стандарте 625 строк. Повышение числа телевизионных полей до 60 в секунду, кроме того, уменьшит мелькания. Биение 10 гц, возникающее при этом между частотой сети (50 гц) и кадровой разверткой, для большинства современных телевизоров не опасно. Ввиду малого количества цветных телевизоров, работающих на 625 строк (по сравнению с 1 млн. цветных телевизоров на 525 строк), выбор этой системы в качестве основной также менее целесообразен. В таблице приведены сравнительные данные по результатам перевода стандарта 525 строк на 625, и наоборот.

В заключение приведена дискуссия по данному вопросу.

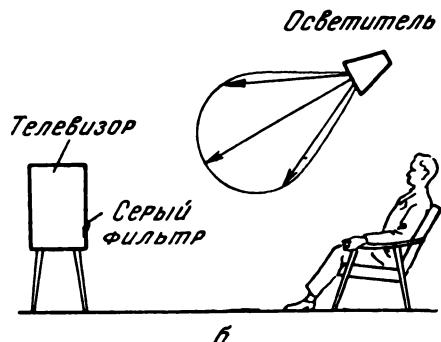
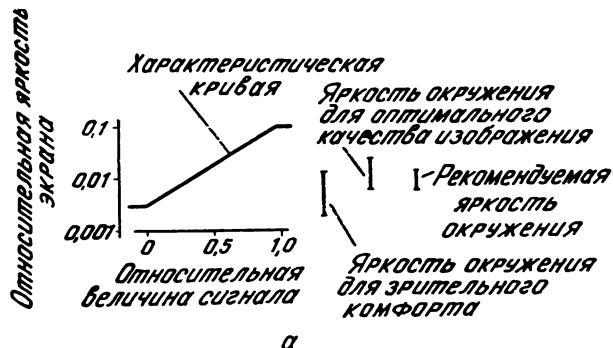
Л. Т.

621.397.837.3

Оптимальные условия для рассматривания телевизионных изображений, Х. Гросскопф, KinoTechnik, 1963, 17, № 2, 35—38.

В отличие от других методов демонстрации изображений в телевидении возможна независимая регулировка самим зрителем в широких пределах яркости светлых и темных участков изображения, а также яркости окружения телевизионного экрана. Так как диапазон яркостей, воспринимаемый телевизионной камерой, значительно меньше, чем в фотографии, правило о том, что чем больше воспроизведимый диапазон яркостей на экране, тем лучше, имеет для телевидения ограниченную ценность. Важно, чтобы контраст изображения на экране телевизора соответствовал контрасту, снимаемому телевизионной камерой. Это означает, что при существующих камерах полный диапазон яркостей, создаваемый телевизором, не может быть использован.

Параметры изображения	Преобразование стандарта	
	525 строк на 625	625 строк на 525
Вертикальная разрешающая способность	Лучше	Хуже
Горизонтальная разрешающая способность	Однаково	Однаково
Отношение вертикальной разрешающей способности к горизонтальной	1,62 : 1 (хуже)	1,09 : 1 (лучше)
Мелькания	Хуже	Лучше
Передача фильмов	Лучше	Хуже
Цветное телевидение	Несложно	Легче
Возможность улучшения при пересмотре каналов	Горизонтальная разрешающая способность по отношению к стандарту CCIR	Невозможно
Качество изображения на домашних телевизорах	Несколько лучше	Значительно лучше



Выбор оптимальной яркости телевизионного изображения в сильной степени зависит от засветки экрана. При большой засветке необходимо увеличивать яркость изображения, что может вызвать мелькания. При затемнении помещения (для уменьшения засветки) страдает зрительный комфорт. Значительное влияние на необходимый диапазон яркостей изображения оказывает яркость окружения телевизионного экрана. Если при рассматривании фотографий яркость окружения находится примерно в пределах диапазона яркостей на фотографии, то в телевидении яркость окружения может иметь значения гораздо большие или меньшие, чем яркость изображения.

Яркость окружения телевизионного экрана — решающий фактор в адаптации зрения. В темном помещении (без освещения окружения экрана) зрение адаптируется только по средней яркости телевизионного изображения. При передаче изображений с большими темными участками средняя яркость изображения (яркость адаптации) оказывается близкой к минимальной яркости, вследствие чего изображение воспринимается неестественно светлым. Чтобы улучшить восприятие темных сцен, необходимо осветить окружение телевизионного экрана, благодаря чему яркость адаптации повысится. Минимальная яркость окружения экрана должна быть такова, чтобы минимальная яркость в изображении казалась достаточно темной.

На рис. а приведены полученные в результате исследований значения яркости окружения экрана по отношению к яркости изображения: 1) для оп-

тимального зрительного комфорта; 2) для оптимального воспроизведения изображения; 3) рекомендуемое значение (область «нахлеста» между (1) и (2), составляющее 5—10% от максимальной яркости изображения, т. е. 5÷20 асб.

Для того чтобы можно было достичь удовлетворительного воспроизведения ночных или тому подобных сцен телевизионный экран без изображения должен казаться темным. Это можно осуществить двумя путями — освещением стены сзади телевизора или применением серого защитного фильтра. Первый путь требует специальных осветителей, создает неестественный характер освещения в помещении и чрезмерно усиливает контраст изображения (ввиду отсутствия засветки экрана). Все эти недостатки устраняются при использовании перед телевизионным экраном серого фильтра, уменьшающего влияние засветки экрана при обычном освещении помещения.

Для устранения заметности зеркальных отражений (рефлексов) на экране или сером фильтре рекомендуется располагать зрителей в неосвещенной части помещения; для этого полезны специальные осветители, показанные на рис. б, которые должны быть подвешены на такой высоте, чтобы они сами также не создавали видимых рефлексов. Такие осветители, кроме того, создают необходимую освещенность окружения экрана и уровень его засветки. Серый фильтр обеспечивает необходимый диапазон яркостей изображения.

Л. Т.

## Оптика и светотехника

771.4:771.531.33

**Электронный регистрирующий люксметр ЛЭР-1,** И. М. Гуревич, В. Г. Барышников, Л. Е. Финкельштейн, Светотехника, 1963, № 5, 16—19.

Описан электронный регистрирующий люксметр ЛЭР-1 с максимальной чувствительностью 50 мк/лк, предназначенный для записи на фотопленке шлейфового осциллографа освещенности от  $10^{-1}$  до  $5 \cdot 10^4$  лк, которая создается источниками света с продолжительностью свечения от 0,01 сек до нескольких десятков минут.

Приемником излучения служит вакуумный фотоэлемент Ф-3 с полупрозрачным висмуто-серебряно-цеизиевым катодом.

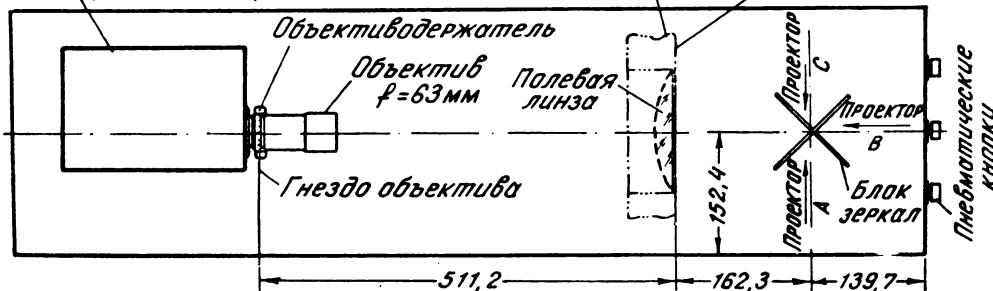
Г. И.

621. 397.322.617

**Основы телекинопроекционной оптики,** Д. Ф. Лаймен, А. И. Ноймар, JSMPTЕ, 1963, 72, № 1, 6—10.

Описаны и приведены методы расчета оптических систем для проецирования кинокадра на мишень видикона, а также рассмотрены системы оптической коммутации проекторов. Рекомендована релейная оптическая система с промежуточным изображением, создаваемым объективом телекинопроектора и снимаемым объективом телевизионной камеры. Эта система обеспечивает наименьшие искажения и зависимость от вибраций кинопроектора и, кроме того, имеет достаточные размеры для установки оптического коммутатора. Для повышения равномерности освещенности изображения на мишени видикона промежуточное изображение необходимо проецировать на полевую линзу определенной оптической силы, которая во избежание aberrаций не должна превышать 3—4 диоптрий. Необходимо стремиться к максимальному увеличению фокусного расстояния объектива телевизионной камеры, что уменьшает кривизну изображения и требуемую оптическую силу полевой линзы.

Телевизионная камера  
(с видиконом)



На рисунке изображена рекомендуемая оптическая схема коммутатора «Истмен Пневматик Мультиплексер» (модель 1) с перекрещивающимися зеркалами наружного серебрения, рассчитанная на три проектора.

Л. Т.

621.383:771.449.2

**Применение электронных моделей для расчета зеркальных светильников,** А. В. Бредняков, В. В. Трембач, Р. И. Эльман, Светотехника, 1963, № 6, 13—18.

Рассмотрены возможности использования электронных моделей для расчета оптических устройств светильников. Указывается, что для этих целей может быть использована электронная модель типа МН-7.

В статье имеются следующие разделы: расчетные уравнения и блок-схема их решения; расчет профильных кривых зеркальных симметричных отражателей; анализ результатов расчета.

Г. И.

771.448.64

**Импульсная осветительная установка,** Ю. М. Осипов, Е. М. Певзнер, В. Н. Прянишников, Н. М. Фунтов, Светотехника, 1963, № 6, 28—29.

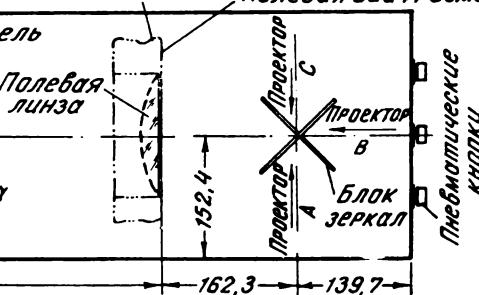
Дано описание изготовленного в Ленинградском институте точной механики и оптики образца импульсной осветительной установки для визуального стробоскопического наблюдения и фотографирования врачающихся объектов.

Источниками света служат четыре импульсные лампы типа ИФК-2000, включенные параллельными парами.

Основные технические характеристики установки: наибольшая возможная энергия вспышки при фотографировании составляет 8000 дж и может быть уменьшена до 2000 дж; наибольшее напряжение относительно заземленного корпуса 2000 в; минимальный интервал между вспышками при фотографировании с энергией вспышки 8000 дж равен 15 сек; наибольшая энергия вспышки при стробоскопическом режиме составляет 50 дж; наибольшая длительность вспышки при стробоскопическом режиме равна 50 мксек с частотой следования вспышек от 1 до 40 гц.

Г. И.

Отработка полевой линзы Полевая диафрагма



**Сканирование в оптико-механических приборах,** Ю. В. Любимов, Оптико-механическая промышленность, 1963, № 1, 6—9.

Рассмотрены сканирующие (развертывающие) устройства, вводимые в оптические приборы с фотоп-

621.396.965

электрической регистрацией с целью увеличения поля обзора с сохранением высокой разрешающей способности.

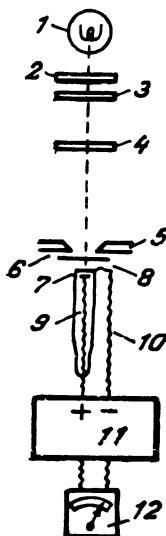
Указывается, что применение сканирования в оптико-механических приборах открывает новые возможности в области автоматизации физических процессов.

Г. И.

771.534.531

**Источники ошибок в цветной денситометрии,**  
С. А. Пауэрс, О. Е. Миллер, JSMPTЕ, 1963,  
72, № 2, 97—103.

Описаны типовой цветной денситометр и методика измерения цветных оптических плотностей, а также сравнивается их классификация. На рисунке приведена оптическая схема цветного электронного денситометра типа «31A Истмен». Свет от источника света 1, проходя через теплопоглощающее стекло 2, дихроичный фильтр 3, цветные фильтры (зеленый, красный и синий) 4, далее через отверстие для прохождения света 5 и измеряемый образец 6, попадает на анод 7 фотоэлемента 9, который анодом и фотокатодом 8 через вывод 10 соединен с усилителем 11; последний подает ток на указатель плотности 12. Приведены спектральные характеристики источника света, стеклянного поглотителя тепла интерференционного фильтра; приведены кривые спектральной передачи цветных светофильтров (красного, зеленого и синего), используемых в денситометре; кривая спектральной чувствительности фотоэлемента; кривые спектральной отдачи денситометра через красный, зеленый и синий светофильтры; кривые спектральной пропускания фильтров «Раттен 92», 93 и 94, а также интерференционного фильтра.



Подробно рассмотрены вопросы точности измерений, источники ошибок, неправильные представления в области цветной денситометрии.

Воспроизводимость результатов измерения цветной плотности на хорошем денситометре составляет  $\pm 0,01$  при  $D=3,00$ , что соответствует  $\pm 2\%$  пропускания или при  $D=3,00$  0,0002 величины пропускания. Важное значение имеет спектральная отдача денситометра, которая определяется главным обра-

зом характеристикой используемых светофильтров—красного, зеленого и синего; разница в показаниях двух денситометров может обуславливаться различиями в этой характеристике. Быстрота в проведении измерений может быть причиной неточности. Важной причиной ошибок является нерегулярность проверки нулевой точки. Неправильные результаты получаются из-за неравномерностей экспонирования и проявления и различных дефектов измеряемых образцов — захватов пальцами, пыли, царапин и т. п. Проверка работы денситометра проводится простыми методами, изложенными Брюором, Годдардом и Паузерсом (JSMPTЕ, 1955, 64, № 10, р. 561).

Приводится одиннадцать указаний по уходу за прибором, отмечается влияние условий, при которых проводится измерение (освещение помещения, температура, отсутствие пыли), а также значение опыта и аккуратность лаборанта.

В. А.

77.054

**О распределении эффективной выдержки в фотографических аппаратах,** Е. Т. Дубатовко, Оптико-механическая промышленность, 1963, № 1, 36—45.

Изложены вопросы, связанные с распределением времени пропускания света. Эта величина определяется как время, в течение которого свет проходит через данную точку плоскости, в которой движутся экспонирующие элементы (диски, шторки и т. п.).

Указывается, что при малых размерах сечений световых пучков в плоскости затвора распределение эффективной выдержки подобно распределению времени пропускания света.

Г. И.

77.054

**Улучшение распределения выдержки по кадру в фотоаппарате со шторным затвором,** Н. П. Заказников, Оптико-механическая промышленность, 1963, № 1, 46—51.

Рассмотрены вопросы теоретического обоснования улучшения распределения выдержки по кадру.

На основании изложенного в статье делается вывод, что уменьшение неравномерности выдержки по кадру в фотоаппаратах со шторными затворами следует осуществлять возможным увеличением пути разбега шторки в комбинации с использованием функционального пружинного двигателя.

Г. И.

771.534.531

**Влияние формы сечения светового пучка и распределения света по его сечению на точность измерений с непрерывным оптическим клином,** С. А. Анисимов, ЖНиПФК, 1963, 8, вып. 3, 193—199.

Исследовано влияние формы и размеров сечения светового пучка в плоскости непрерывного (бессступенчатого) оптического клина, а также распределения светового потока по всему сечению на точность фотометрических измерений. Показано, что при фотометрических измерениях с применением непрерывного оптического клина (прямолинейного и кругового) форма и размеры сечения светового пучка в плоскости клина, а также распределение света по сечению не отражаются ни на технике процесса измерений, ни на точности измерений.

Указано, что отмеченные факторы вызывают лишь смещение шкалы прибора, что легко устраняется при установке нуля прибора.

В. Б.

621.391.837:681.142.8

**Применение быстродействующих машин для расчета дифракционного распределения освещенности в изображении точки, испытательной таблицы и для вычисления контраста в изображении,** В. Б. Леонова, Оптико-механическая промышленность, 1963, № 2, 2—7.

Изложен метод расчета дифракционного распределения освещенности в изображении и приведены некоторые результаты, полученные при вычислениях по составленной программе на электронной вычислительной машине «Урал-2».

Статья содержит следующие разделы: вычисление волновой aberrации в гауссовой плоскости; вычисление волновой aberrации в случае смещения центра сферы сравнения в любую точку плоскости установки; определение контраста.

Г. И.

771.35:666.189.2

**Пропускание света прозрачными световодами,** В. Б. Вейнберг, Д. К. Саттаров, Оптико-механическая промышленность, 1963, № 2, 19—24.

Рассмотрены вопросы, относящиеся к волоконной оптике,— светопропускание световодов.

Найдены, в частности, выражения, определяющие истинное пропускание идеально прозрачного световода для конических снопов лучей заданного апертуры.

Г. И.

турного угла в зависимости от показателей преломления сердцевины и оболочки волокна.

Г. И.

621.325

**Механизмы подачи углей дуговых ламп,** В. Пинскунов, Киномеханик, 1963, № 4, 28—33.

Изложены конструктивные особенности механизмов подачи дуговых ламп, относенных к двум группам: дуговые лампы, работающие с омедненным невращающимся положительным углем, и дуговые лампы с неомедненным вращающимся положительным углем.

Рассмотрены отечественные и зарубежные конструкции.

Г. И.

621.327

**Работа с ксеноновым осветителем кинопроектора «Сибирь»,** В. Кривцун, Киномеханик, 1963, № 4, 33—36.

Рассмотрены конструктивные особенности ксенонового осветителя кинопроектора «Сибирь».

Изложены рекомендации по юстировке осветителя и контроллеражателя.

Дано описание схемы электропитания кинопроектора.

Г. И.

## Запись и воспроизведение звука

534.2

**Об изменении формы импульса под влиянием случайных неоднородностей среды,** Т. А. Широкова, Акустический журнал, 1963, IX, вып. 1, 101—106.

Рассмотрено изменение формы импульса с расстоянием под влиянием случайных неоднородностей среды. Указано, что при решении задачи использован спектральный метод, позволяющий представить импульс как суперпозицию гармонических волн. Полученная общая формула, определяющая изменение формы импульса с расстоянием под влиянием случайных неоднородностей среды, применена к анализу колокольного и прямоугольного узкополосных импульсов.

В. Б.

621.391.145

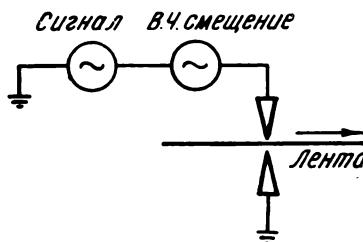
**Способ электростатической записи,** Д. Е. Ричардсон, Д. Д. Брофи, IRE International Conventional Record, 1962, часть 7, 10—14.

В ранее предлагавшихся методах электростатической записи электрические заряды распределялись главным образом на поверхности носителя. Это способствовало относительно быстрому стеканию зарядов через окружающую среду, в частности при взаимодействии с ионами воздуха. Другими словами, такие записи имели малый срок жизни. Предложенный новый метод электростатической записи

в значительной мере лишен подобного недостатка. Это достигается тем, что заряды при таком методе проникают внутрь изоляционного материала носителя.

В качестве носителя использована майларовая лента шириной 6,35 мм и толщиной 6,35 или 12,7 мк. Для внедрения зарядов внутрь носителя применяется система из двух металлических электродов ножевидной формы, расположенных по обе стороны ленты. Записываемый сигнал накладывается на напряжение смещения, которое может быть как постоянным, так и переменным. Запись со смещением переменным током (она показана на рисунке) дает лучшие результаты.

Напряжение записываемого сигнала на электродах порядка 100 в, напряжение смещения порядка 1000 в. Частота смещения — от 100 кгц до нескольки-



ких мегагерц. Для воспроизведения служит такая же система электродов, что и для записи. Величина воспроизводимого сигнала имеет значение порядка 40 мв на нагрузке в цепи электродов 1 Мом. Разрешающая способность системы определяется эффективной «электрической» шириной электродов. При скорости движения ленты 19 см/сек была записана и воспроизведена полоса частот до 10 кгц. Запись характеризуется относительно высоким уровнем шумов. Отношение сигнал/шум не превышает 40 дБ даже в случае применения специальной обесшумливающей обработки поверхности носителя ионами воздуха. Эта обработка способствует также долговечности записи. Путем экстраполяции экспериментальных данных найдено, что долговечность записи может составлять несколько сот лет.

Дальнейшее совершенствование метода записи направлено на изучение протекания разряда в газе (в воздухе) на записывающем электроде, так как с этим связано отношение сигнал/шум и долговечность записи. В частности, одним из источников шумов является часть зарядов, которая в процессе записи и ионизации воздуха хаотически распределяется по поверхности носителя.

Ю. В.

621.382.3

**Применение транзисторов в радиовещании,**  
С. Д. Бэрри, BBC Engineering Monograph, 1963,  
№ 46, 5—20

Для применения на студиях Би-би-си разработана линейка транзисторной аппаратуры, выполненной в виде стандартных кассет. Компактность транзисторных устройств и малая мощность, потребляемая ими, позволяют отказаться от применения отдельных усилительных стоек, размещая кассеты непосредственно в пультах. Для подачи сигнала на линии используется усилитель с усилением 10 дБ, обеспечивающий уровень +18 дБ. Частотная характеристика усилителя равномерна ( $\pm 0,25$  дБ) в диапазоне 25 гц+20 кгц, в диапазоне 60 гц+5 кгц коэффициент гармоник меньше 0,2%. Усилитель потребляет ток 60 мА при напряжении 24 в. Для усиления сигналов, поступающих с линий, используется усилитель с усилением 20—60 дБ, частотный диапазон которого 40 гц+15 кгц. При уровне сигнала 0 дБ, коэффициент гармоник меньше 0,3%. Усилитель потребляет ток 45 мА. Микрофонный усилитель обеспечивает усиление до 46 дБ, расчетная величина фактора шумов 1 дБ, измеренная величина не превышает 3 дБ. Номинальный входной сигнал — 70 дБ, нелинейные искажения при этом меньше 0,1%. Увеличение сигнала до —38 дБ еще не приводит к появлению значительных искажений. Частотный диапазон 40 гц+10 кгц, потребляемый ток 15 мА. Усилитель для работы на внешние линии снабжен контрольным выходом. Во всех линейных усилителях оконечный двухтактный каскад работает в классе А, в каждом плече работают каскодно соединенные транзисторы, фазоинвертер собран по схеме с разделенной нагрузкой. Усилитель-регулятор предназначен для плавного регулирования частотной характеристики в области высоких и низких частот, в нем фильтр «присутствия». Пределы регулировки  $\pm 14$  дБ на крайних частотах, фильтр «присутствия» дает пик 3—6 дБ на частоте 2800 гц. В измерителе пиковых уровней МЕ12/4 усиленный сигнал выпрямляется двухполупериодным выпрямителем, напряжение с которого подается на емкостную нагрузку с постоянной времени заряда 2,5 мсек и постоянной

времени разряда 1 сек. Электронная часть измерителя смонтирована в кассете; стрелочный прибор, последовательно с которым включено сопротивление 2 ком, устанавливается на пульте. При необходимости к кассете можно подключать до четырех выносных индикаторов, соответственно изменяя величину последовательного сопротивления. Более простой и компактный прибор МЕ12/5 применяется в случаях, не требующих столь высокой точности; прибор имеет погрешность до 2 дБ. Все устройства питаются стабилизированными выпрямителями, каждый из которых отдает ток до 500 мА. Выходное сопротивление выпрямителя 0,75 ом, пульсация меньше 1 мв. Большинство устройств смонтировано в кассетах 52×126×216 мм, микрофонный усилитель и измеритель уровня МЕ12/5 — в малых кассетах 26×95×105 мм. На стойке стандартной ширины устанавливается 16 малых кассет, или 8 больших кассет, или 6 больших кассет с выпрямителем. Приведены схемы всех описанных устройств, дан расчет фактора шумов, рассмотрена схема стабилизации режима применения глубокой отрицательной обратной связи по постоянному току.

О. Х.

621.395.61+621.395.623:621.319.2

**Электретные микрофоны и телефоны,** Radio-Electronics, 1963, XXXIV, № 2, 6.

Фирма Белл Лаборатории сообщает о выпуске электретных конденсаторных микрофонов и головных телефонов. В качестве электрета используется майларовая пленка, которая нагревается до 120°С в поле конденсатора, заряженного до 3500 в, и медленно остывает в этом поле. Действие электрета эквивалентно применению поляризующего напряжения 200 в. Телефон по конструкции напоминает симметричный электростатический громкоговоритель, частотная характеристика телефона равномерна (3 дБ) в диапазоне 20—50 000 гц. Рабочий диапазон микрофона 50—15 000 гц.

О. Х.

534.62:534.845

**О звукоизоляции для двойного ограждения с пористым упругим промежуточным слоем,** В. И. Зaborov, Акустический журнал, 1963, IX, вып. 2, 182—186.

Исследуется звукоизоляция двойного ограждения с упругим пористым промежуточным слоем, у которого жесткость скелета близка или меньше жесткости воздуха. Получено условие полной звукоизоляции. Показано, что посредством выбора соответствующего упругого слоя возможно существенно повысить значение звукоизоляции ограждения от воздушного шума.

В. Б.

534.0

**Поле рассеяния сферического источника над плоским слоем, содержащим дискретные неоднородности,** В. П. Глотов, Ю. П. Лысанов, Акустический журнал, 1963, IX, вып. 2, 176—181.

Рассмотрено поле рассеяния при разнесенных источнике и приемнике звука. Получено соотношение между когерентной и некогерентной частями рассеянного поля, зависящее от концентрации рассеивателей в слое, длины волн излучения и взаимного расположения источника и приемника звука относительно слоя.

В. Б.

# Кинопленка и ее фотографическая обработка

771.537.32

**Зернистость.** Дж. Алтмэн, Perspective, 1962, 4, № 4, 197—207.

Проблема зернистости давно занимает умы фотографов, добивающихся больших увеличений с малоформатных негативов и вместе с тем стремящихся к использованию высокочувствительных негативных материалов.

В обстоятельной статье автор излагает в сравнительно доступной форме современные взгляды на фотографическое изображение как на хранилище информации, рассматривает связь между зернистостью и минимальными размерами воспроизведимых деталей. Затем автор переходит к понятиям сигнал и шум применительно к фотографическому изображению, говорит об отношении сигнала к шуму и кратко описывает методику измерения шума с использованием аппаратуры, обычно применяемой в радиоэлектронной технике. Описано понятие информационной чувствительности фотоматериала, под которой подразумевается минимальное обнаруживаемое приращение экспозиции. В конце статьи поясняется понятие эффективности фотографической системы, представляющее собой отношение минимально обнаруживаемого приращения экспозиции в данной системе к величине такого же приращения в идеальной (беззернистой) системе. Развивая это положение, автор приходит к ранее предлагавшемуся определению квантовой эффективности, в котором оперирует отношением чисел фотонов, а не экспозиций в обычном понимании этого термина. Здесь же автор кратко касается и частотной характеристики зернистости.

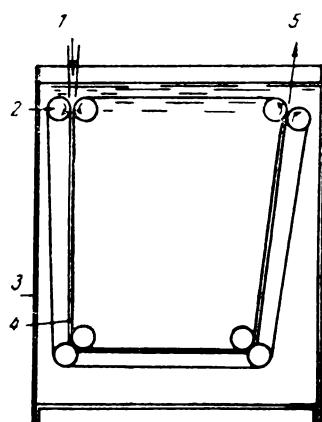
В. П.

77.02

**Обработка пленки с применением ремней из пенопласта.** Perspectivc, 1962, 4, № 4, 232—233.

Описана транспортирующая система для автоматической обработки листовых (форматных) пленок, состоящая из бесконечных ремней, изготавляемых из пенопластов полизифиров, проходящих через обрабатывающие растворы с помощью противоположно врачающейся пары роликов.

На рисунке приведена схема такой обрабатывающей системы. На рисунке показано: 1 — место входа



да пленки; 2 — противоположно вращающаяся пара роликов, обеспечивающая движение ремней из пенопласта; 3 — корпус отрабатывающей системы; 4 — ремни из пенопласта, обеспечивающие обработку пленки; 5 — выход обработанной пленки. Пенопласт легко впитывает обрабатывающие растворы и не оказывает вредного действия на фотоматериалы и на растворы. Обрабатываемая пленка находится между ремнями и вместе с ними проходит через обрабатывающие растворы.

Обеспечивается удовлетворительная равномерность обработки. Проявление осуществляется в ДК-50 в течение 3 мин при 20°. Благодаря применению таких ремней обеспечивается хорошее перемешивание проявляющих растворов.

В. А.

77.02

**Обработка пленки «Эктахром».** В. Д. Хидден, Р. Л. Сауттон, Р. Гиори, JSMPTЕ, 1963, 72, № 1, 27—31.

Оптимальное качество цвета и предохранение цветной пленки «Эктахром» при обработке были достигнуты усовершенствованиями, осуществленными в конструкции цветной проявочной машины. В статье кратко описано усовершенствование отдельных узлов и деталей проявочной машины, конструктивно разработанных и опробованных в проявочной машине при обработке цветной пленки «Эктахром». Усовершенствования коснулись следующих агрегатов и узлов проявочной машины: системы роликов, транспортирующих пленку через машину; замены передаточных каучуковых ремней нейлоновыми; использования отжимов особого типа для удаления излишних растворов с поверхности пленки. Для предохранения обрабатывающих растворов от окисления применяются керамические изоляторы. Электрический контроль оборудования смонтирован на одной панели. Обеспечивается точность контроля температуры обрабатывающих растворов. Пополняют баки обрабатывающими растворами специально разработанные дозиметры двух типов. Определяется тщательный химический контроль растворов. Для сенситометрического контроля применяется электронный денситометр фирмы Истмен (модель 31A).

В. А.

77.067

**Цветные фотоснимки по способу Поляколор.** Бишоп, Le photographe, 1963, 53, № 1025, 5, февр., 61—63.

Цветной способ Поляколор (Polacolor) схож с соответствующим черно-белым способом, разработанным Леном в 1947 г., в том отношении, что применяемый фотографический материал состоит из двух бумажных лент — негативной и позитивной, причем позитивная лента содержит, как и в черно-белом процессе, капсулы, которые расположены на расстояниях, равных длине кадра и заключающих реактив — вязкую жидкость, которая при раздавливании капсулы распространяется между лентами после того, как негативная лента была экспонирована.

С физико-химической стороны способ Поляколор отличается существенными особенностями. Цветное изображение в дополнительных цветах в негативе

образуется красителями, введенными в слой при изготавлении эмульсии, причем молекулам красителей, участвующим в построении изображения, сообщается неподвижность, в то время как молекулы неиспользованной части красителя передвигаются через всю толщу слоя и фиксируются на поверхности позитивного материала.

Такого рода процесс удалось осуществить благодаря применению совершенно новых веществ, молекулы которых представляют собой сочетание красителя и проявляющего вещества. Проявляющее вещество такой сложной молекулы может восстанавливать экспонированные зерна галогенового серебра только в присутствии реактива, освобождаемого при разрыве капсулы. Это вещество, кроме того, вызывает размягчение эмульсионного слоя, что необходимо для передвижения в нем молекулы красителя.

В процессе проявления зерна проявляющее вещество комплексной молекулы удерживается в том положении, в котором находится данное зерно вместе с соответствующим количеством красителя, связанным с ним. Молекулы, не участвующие в этом процессе, сохраняют свою подвижность.

Негативный материал имеет три слоя: синечувствительный, содержащий желтый краситель, зеленочувствительный с пурпурным красителем и красночувствительный — с голубым. При этом каждый слой состоит из двух слоев: верхнего — с зерном галогенового серебра и нижнего — с комплексными молекулами красителя. Между тремя эмульсионными слоями находятся промежуточные слои, роль которых состоит в том, чтобы замедлять диффузию комплексных молекул до окончания процесса проявления.

Под действием света при съемке происходит следующий процесс. Если, например, рассматривать действие зеленых лучей, то понятно, что они вызовут образование скрытого изображения в зеленочувствительном слое. Во время процесса проявления часть комплексных молекул, содержащих пурпурный краситель, активизированных реактивом, восстанавливает экспонированные зерна галогенового серебра и остается вместе с красителем в тех положениях, где находились восстановленные зерна. Молекулы же соседних слоев, т. е. содержащие желтый и голубой красители, не подвергаются действию зеленого света и движутся в направлении к поверхности позитивного материала, образуя зеленый цвет в результате сочетания желтого и голубого.

Позитивный материал состоит из трех слоев: слоя с проправой, на котором фиксируются красители, промежуточного слоя и слоя «приемника щелочи», содержащего большие молекулы кислоты. Эти последние практически неактивны, пока изображение не сформировалось полностью. Но постепенно некоторая часть щелочи реактива проникает через промежуточный слой и реагирует с молекулами кислоты.

В результате этой реакции получается вода, которая разрушает промежуточный слой и завершает удаление остатка щелочи из слоя с изображением. Позитивное изображение по окончании процесса представляет нейтральную или слабокислую среду и является стабильным; необходимость какой-либо промывки исключается.

Фотографический материал Полякор характеризуется следующими фотографическими свойствами. Негативная цветная эмульсия рассчитана под дневной свет (на цветовую температуру 6250° К) и пред-

назначена для съемок при естественном освещении и для съемок с синими лампами и электрическими лампами-вспышками. Светочувствительность 75ASA при 24°С (светочувствительность изменяется с температурой). При съемках в ателье можно использовать лампы «Аргофото» или «Нитророт» (3200° К) с фильтром «Раттен В», комбинированного с «Раттен СС20В», причем экспозиция рассчитывается 12ASA.

Полякор выпускается в виде бобин на 6 снимков размером 8,5 × 10,5 и 6,5 × 9 см и может быть использована с большинством различных типов аппаратов «ПолярOID».

В. А.

771.6/7 : 778.6

**Химикаты, употребляемые в цветной фотографии,** Е. Ш. Герет, Photo-ciné-гечие, 1962, № 12, 372—374.

В статье, являющейся одной из серий статей, посвященной практическому курсу цветной фотографии, приводятся, в частности, сведения о применяемых в цветной фотографии веществах. При этом указываются наряду с основными химическими называниями веществ также фирменные названия и сокращенные обозначения, применяемые в литературе.

#### 1. Цветные проявляющие вещества:

Диэтилпарафенилсидиамин (хлоргидрат или сульфат). Применяются следующие химические термины и фирменные наименования: парамино-N; N-диэтиланилин; S-28 Феррания; гевадиамин С; активол Н; S-3 Анско; диколамин Анско; активол S.

Этилоксиэтилпарафенилсидиамин (хлоргидрат или сульфат): N-этил-N-(β-оксиэтил)-парафенилдиамин; S-41 Феррания; S-5 Анско; 4-амино-N-(оксиэтил)-N-этиланилин, дроксихром May и Baker; активол.

Генохром: состав получается добавлением SO<sub>2</sub> к парафенилдиамину (May и Baker). 2-амино-5-диэтиламинотолуол (хлоргидрат): СД-2 Kodak; Толохром May и Baker. 4-амино-N-этил-N-(β-метансульфонамидоэтил)-м-толуидин сесквисульфат моногидрат: СД-3 Kodak; Мидохром May и Baker.

#### 2. Противовуалирующие вещества:

Бензотриазол — противовуалирующее вещество № 1 (Кодак). 6-нитробензимидазол (нитрат) — противовуалирующее вещество № 2 (Кодак).

3. Белящие вещества, улучшающие белизну световых участков изображения на бумагах, — большей частью производные диаминостильбен-2,2' — дисульфокислоты: Тинопал BV; 2B (Гейм), унитекс RS; PRS (Ciba); лейкофор RC, С (Сандокс); бланкофор, BUP, BBU, BP Баумер; Селумил С (Безонс).

4. Смачивающие вещества: 1) анионактивные аэрозоли ОТ (цианамиды); диоктилсульфосукцинат натрия; 2) неионогенные: продукты конденсации окиси этилена с жирным спиртом или алкилфенолом; например: сунрафтол ОР (франколор); тритон X-100 (Rohm и Haas).

5. Этилендиаминететрауксусная кислота: версен, секуестрен, трилон, комплексон; сокращенное обозначение Е. Д. Т. А.

6. Хлоргидрат β-фенилэтиламина — ускоритель цветного проявления: ДА-3 Анско.

В. А.

# НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХРОНИКА

## КОСМОНАВТЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ СТУДИИ ТЕЛЕВИДЕНИЯ



Многомиллионные зрители Советского телевидения приняли у себя дорогих гостей — славную семью космонавтов: Ю. Гагарина, Г. Титова, А. Nikolaeva, П. Поповича, В. Терешкову и В. Быковского. Это было в конце июня, после группового космического полета В. Ф. Быковского и В. В. Терешковой.

Еще совсем недавно телезрители с нетерпением ждали очередных передач из космоса, чтобы видеть, как себя чувствуют и чем заняты космонавты в своих космических «квартирах», чтобы услышать их голос.

Советское космовидение продемонстрировало в дни полета космических кораблей «Восток-5» и

«Восток-6» замечательные достижения: более высокое качество телевизионного изображения в сравнении с предыдущими передачами в 1962 г., продолжительность сеансов, возможность трансляции передач Центрального телевидения из космоса многими телецентрами городов Советского Союза, странами системы Интервидения и Евровидения.

Во встрече с космонавтами, кроме студии Центрального телевидения, участвовали телестудии разных городов: Ленинграда, Киева, Таллина и др.

Космонавтов приветствовали многочисленные представители общественных организаций и предприятий; их приветствовало также Чехословацкое телевидение. Благодаря прямой двухсторонней телевизионной связи Москва — Прага было обеспечено высокое качество изображения и звука.

Сотрудники Чехословацкого телевидения включили в свою передачу оригинальные кадры выступления космонавта Валентины Терешковой на пресс-конференции в Московском государственном университете, зафиксированные во время приема передачи из Москвы.

Техника связи, телевидение, киносъемка играют значительную роль в жизни и деятельности космонавтов при космических полетах, это интересно было услышать в беседе с космонавтами во время встречи.



## МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМУ КИНО

9—12 мая с. г. в научном центре Германской Демократической Республики г. Иене состоялась конференция Секции исследовательских фильмов Международной ассоциации научного кино (МАНК).

В работе конференции участвовали около 80 официальных делегатов из 20 стран мира, из Советского Союза — два делегата: Г. Я. Каган (Институт эпидемиологии и микробиологии имени Н. Ф. Гамалея) и А. А. Сахаров (Всесоюзный научно-исследовательский кинофотоинститут).

В качестве гостей на заседаниях конференции присутствовало большое число научных и инженерно-технических работников различных немецких организаций и предприятий.

Программа конференции включала 40 докладов по вопросам применения исследовательского кино в естественных науках, в технике и промышленности, а также по вопросам киноаппаратуры, методики и техники съемки и печати кинофильмов. Доклады сопровождались демонстрацией кинофильмов или киноФрагментов.

Большая часть докладов и фильмов относилась к разделу естественных наук, преимущественно к области биологии и медицины.

Из докладов, относящихся к применению кино в научно-технических исследованиях, значительный интерес представил доклад Доста (ГДР) об использовании высокоскоростной кинематографии при решении проблемы конструирования машин.

Большинство докладов этого раздела было посвящено киноисследованию и кинодокументации промышленной технологии. К числу их относятся: доклад Темеши (Венгрия) о кристаллизации шлака в доменной печи, доклад Шира (ГДР) о расплавлении стекольной шихты в ванных печах, доклад Брилля (ФРГ) об управляемом процессе диффузии едких жидкостей и доклад А. А. Сахарова (СССР) «Киноисследование электрических явлений и процессов».

Результаты исследования при помощи высокоскоростной киносъемки движения тела водителя машины при автомобильных катастрофах были сообщены в докладе Баулера (Англия).

Представитель Геттингенского института научного кино Беков (ФРГ) продемонстрировал фрагменты исследовательских фильмов из области техники, выполненных этим институтом в период с 1933 г. по 1959 г.

К данному тематическому разделу следует отнести также доклад Бачинского (Польша) «Методы обучения новой технике в Польше», представляющий интерес для работников учебного кино.

Весьма разнообразной была тематика докладов и кинофильмов по разделу новой кинотехники.

Возможности применения 8-мм кинопленки и аппаратуры при киноисследованиях были рассмотрены

в докладе сотрудника Дрезденского завода фотокиноаппаратуры Эрнста (ГДР).

Локэн (Франция) ознакомил участников конференции с новыми механическими, оптическими и электронными приспособлениями и устройствами для микрокиносъемки, разработанными во Франции. В докладе были приведены схемы соединения микроскопов с телевизионными устройствами и сообщалось о применении лазеров (оптических квантовых генераторов) в биологической микроскопии.

Доклады Гейзе и Гёнтера (ФРГ), также относящиеся к области микрокинематографии, были посвящены: первый — технике использования ксеноновых ламп для целей микрокиносъемки, второй — методам изменения фокусировки при цайтраферных микрокиносъемках.

Вопросы техники рентгеновской кинематографии были освещены в двух докладах Бекова (ФРГ): «Развигие и современное состояние техники рентгеновской киносъемки» и «Использование усиления изображения и телевизионной техники в рентгенодиагностике», а также в докладе Варосё (Голландия) об оптическом копировальном аппарате для печати 35-мм рентгеновского кинонегатива на 16-мм позитивную кинопленку при помощи электронной лампы-вспышки.

В докладе Стэнфорда (Англия) были приведены технические данные новых моделей эндоскопов и образцы медицинских съемок, произведенных с их использованием. В докладе Бауэра (ГДР) была описана методика осциллополярографической регистрации быстрых реакций и продемонстрированы примеры ее применения на практике.

Прочитанные на конференции доклады и продемонстрированные фильмы свидетельствуют об интенсивном развитии научной кинематографии во многих странах мира и об общем высоком научном и техническом уровне современной мировой исследовательской кинематографии. Кинематографические методы занимают в настоящее время важное место в практике исследовательских работ во всех областях науки и техники. Непрерывно расширяется использование кино для научной документации, контроля и исследования в академиях, университетах, научно-исследовательских институтах, клиниках, учебных заведениях, конструкторских бюро, на производственных предприятиях и в лабораториях. Регулярный международный обмен опытом создания и применения новейших творческих методов и технических средств научной кинематографии, осуществляемый на конгрессах и конференциях МАНК, является в настоящее время одним из необходимых условий успешного развития основных направлений науки и промышленности.

А. С.

## ПОЛЬСКОЕ ТЕЛЕВИЗИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В настоящее время в ПНР успешно развивается телевидение. У населения уже имеется свыше миллиона телевизоров, а телевизионная сеть, состоящая из 7 телевизионных центров и 17 телевизионных передатчиков, охватывает большую часть территории страны.

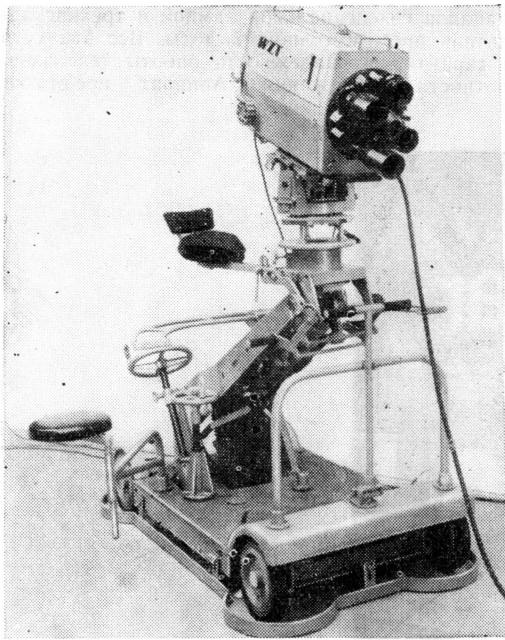


Рис. 1. Телевизионная камера

Варшавский телевизионный завод является старейшим предприятием, производящим телевизионное оборудование. Исследовательское бюро этого завода имеет опытных специалистов, работающих в области техники телевидения. Основная задача бюро — разработка оборудования, обладающего самыми высокими техническими показателями.

Среди изготовленного в Польше телевизионного оборудования следует назвать: телевизионные камеры; суперортонный камерный канал; синхронный генератор; моноскопный генератор; генератор электронных тестов; контрольный монитор с осциллографом; студийный монитор; видеомикшер; распределительный видеоусилитель; распределительный усилитель синхронных импульсов; видеофонический переключатель; линейный усилитель и др.

Кроме оборудования для студий, польская электронная промышленность изготавливает также телевизионные передатчики малой и средней мощности.

Специализированные заводы ПНР производят также оборудование для ретрансляционных станций: антенны, антенные мачты, распределительную аппаратуру, трансформаторные подстанции и др.

Исследовательское и конструкторское бюро Польского радио и телевидения разрабатывает проекты телекомплексов. Оно уже разработало целый ряд проектов современных телекомплексов, в том числе и Варшавского телевизионного центра.

Телевизионное оборудование, изготовленное в Польше, экспортируется польским объединением «Электрим».

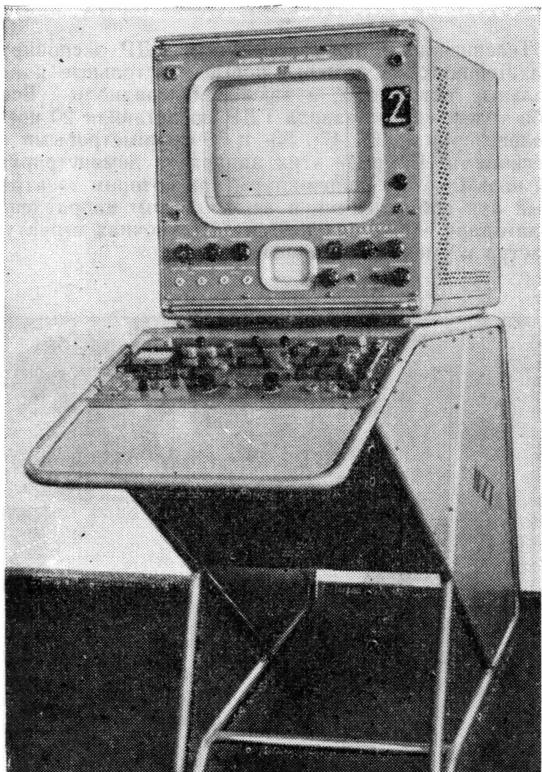


Рис. 2. Контрольный монитор с осциллографом

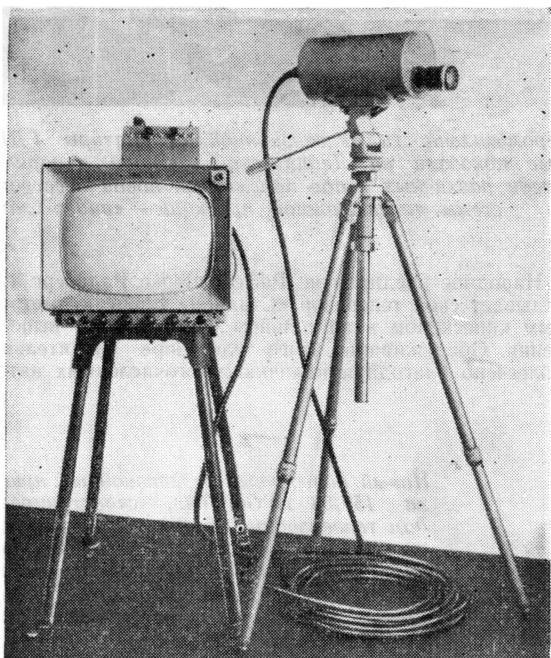


Рис. 3. ПТУ

## НОВИНКИ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ГДР

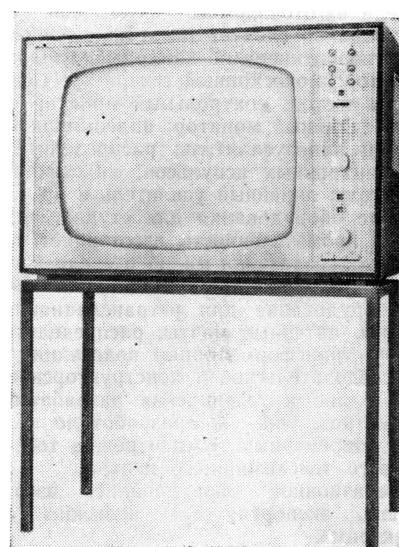
Телевизионная промышленность ГДР экспонирует на Лейпцигской ярмарке новые настольные и консольные телевизоры, а также телерадиоплы. Всего оба телевизорных завода ГДР представили 20 новых телевизоров с 43-, 47-, 53- и 59-сантиметровыми кинескопами. На ряде этих аппаратов демонстрируется новый метод «видео-клар», при котором электронный луч вобулируется в вертикальном направлении. Благодаря этому получается бесстрочная структура раstra и уменьшаются мерцания строк.

матических регулировок. Среди них автоматические регулировки резкости и размеров изображения, контрастности, стабилизация высокого напряжения и др. Телевизор снабжен электрическим индикатором рабочего состояния и телевизионных каналов. Кроме того, в нем применена каскадная схема переключателя каналов со специальной лампой и трехкаскадный усилитель промежуточной частоты. Все эти устройства гарантируют надежность работы телевизора и добродать изображения. Аппарат предназначен



Промышленность телевизионной аппаратуры ГДР впервые показала на Лейпцигской весеннея ярмарке 1963 г. среди различных типов приемников новой бесстрочной системы телевизионной проекции — «видео-клар».

Народное предприятие Рафена-Верке Радеберг показывает свой телевизор «Стадион» с 59-сантиметровым кинескопом в настольном и консольном выполнении. Обслуживание этого телевизора значительно облегчено благодаря наличию многочисленных авто-



Новый консольный телевизионный приемник «Сибила 159/53 ETG6K104», сконструированный заводом телевизионной аппаратуры в Штассфурте, выпускается с 53- и 59-см трубкой и характеризуется прежде всего автоматической регулировкой внешней засветки, подавлением светового пятна, коррекцией черных точков при регулировке контрастности, индикаторной лентой для настроек индикации, а также выключателем бесстрочной развертки. Защитное стекло, которым снабжен телевизор, может спускаться, и, таким образом, трубку удобно чистить.



Демонстрируемая на Лейпцигской весенней ярмарке 1963 г. универсальная телевизионная камера ФУК-2 была разработана заводом техники связи (Берлин) совместно с заводом Цейсс Иена и Центральным радиотехническим и телевизионным бюро ГДР. Камера ФУК имеет телевизионную приемную трубку 3" — Суперортикон F7,5M2 (WF) и может использоваться для студийных и репортажных передач. Для наиболее полного построения кадра служат 8 цейссовских объективов. Камера ФУК-2 оборудована электронным видоискателем. Формат проецируемого телевизионного изображения  $24 \times 32$  мм..

для работы на сверхвысоких частотах. Предусмотрена возможность подключения пульта дистанционного управления, антенн для приема сигналов сверхвысокой частоты и внешнего громкоговорителя. Для облегчения технического обслуживания телевизора его шасси можно выдвигать.

Телевизор «Турнир» — это еще одна новая разработка радебергских заводов. Телевизор «Турнир-14» выпускается с 47-сантиметровым кинескопом, «Турнир-6» — с 53-сантиметровым, а «Турнир-8» — с 59-сантиметровым. Телевизоры «Турнир-106» или «Турнир-118» снабжены 53- или 59-сантиметровыми кинескопами.

Аппараты предназначены для работы на метровых волнах и имеют откидное шасси. В них применены хорошо проверенные схемы, клавишные переключатели, полосовой фильтр промежуточной частоты и др. Все это обеспечивает высокое качество изображения и удобство обслуживания. Демонстрируется также телевизионный чемоданчик «Турнир K», предназначенный для гостиниц, дач и т. п. Этот аппарат помещен в футляр из жести, обитый пластмассовым полотном.

Вес телевизора 20 кг.

Народное предприятие телевизионной аппаратуры Штассфурт выпускает двенадцать типов телевизоров. Среди них «Романце 43 ST 501A», «Романце 11 BST 503» с 43-сантиметровыми кинескопами, настольный телевизор «Сибilla 11 53 ETG 104» с 53-сантиметровым кинескопом, настольный аппарат «Дона 47 TG 501 E» с 47-сантиметровым кинескопом и асимметричным ящиком и др. Последний телевизор поставляется и в консольном исполнении.

Упомянутые аппараты имеют современные схемы и обеспечивают высокое качество изображения, даже при колебаниях напряжения сети и напряженности поля.

## СЪЕМКА ТЕЛЕФИЛЬМОВ МНОГОКАМЕРНЫМ МЕТОДОМ

На киностудии «Мосфильм» в объединении по производству телевизионных фильмов в июне закончены съемки фильма «Теперь пусть уходит». Полнометражный фильм (12 частей) был отснят в экспериментальном порядке многокамерным методом за 28 съемочных смен.

Съемке предшествовала значительная репетиционная работа, а также подготовительная работа всех обслуживающих цехов. Фильм снимался большой частью в логической последовательности сюжета с малым количеством дублей (2–4). Ежемесячная

выработка трех камер составляла от 600 до 1000 м пленки.

Экспериментальная работа над съемкой фильма многокамерным методом представляет большой интерес, так как позволяет значительно снизить сроки производства, уменьшить материальные затраты, улучшить творческий процесс создания фильма.

Первый опыт создания фильма методом многокамерной съемки заслуживает большого внимания и изучения для дальнейшего внедрения и реорганизации производства телевизионных фильмов.

## CONTENTS

### *Science and Technology*

<b>Widening Cinema Network in the USSR by TV.</b> Y. M. Goldovsky and N. I. Telnov . . . . .	1
The paper draws attention towards the need for endeavour in research work on a TV method of enhancing the network of motion picture presentation facilities in the U. S. S. R.	
<b>About Estimation of TV Image Quality.</b> M. V. Antipin . . . . .	7
Demands to the image quality criterium are stated. The study of currently existing criteria indicates that at present there is no generally accepted image quality criterium or perfection measure of an image forming system. The main disadvantages of these criteria lie in their non-unique content and limited applicability for quality evaluation as well as in the disregard of «weight» correlations and possibilities of «interchange» between various quality parameters.	
<b>Investigation of Detail Measurement Data of Reversal-Processed Films.</b> B. N. Modestov . . . . .	14
The detail measurement method is described accompanied by a study of detail characteristics of films treated in reversal process. There is a statement about the interdependance between sensitometric data and photographic brightness detail for films under question.	
<b>Contamination of Magnetic Soundtracks and How to Prevent It.</b> J. Carles (Mexico) . . . . .	21
(Paper read to the Vth UNIATEC-Congress in Moscow)	
The role of magnetic sound and image recording technique in motion picture production is stated. The causes for the print-through effect are considered and the remedies cited. Details are given of a noise suppression circuit which is free from audible distortions and audible variations in residual noise.	
<b>Some Remarks on Noise Spectrum Analysis.</b> V. M. Zhuravlev . . . . .	25
The author proves the possibility of using heterodyne analyzers in noise spectrum investigations and gives practical advice—with this aim in view—for ways to employ analyzers designed for application in periodic oscillations studies.	
<b>More Attention to Wide Screen.</b> A. A. Lapauri . . . . .	30
Optimum wide-screen dimensions are under study. A rational range of focal lengths is offered for projection lenses. The writer states the need to revision the «Norms SN30—58» in view of making them conform to practice established in wide-screen theatre design work.	
Serious endeavour is necessary in investigating the qualitative nature of wide-screen image to correctly estimate the influence of anamorphosis.	
<b>Transistorized Smoothing Filters in Emitter-Follower Arrangement.</b> G. S. Wexler . . . . .	35
The paper discusses theory of work, derives calculation formulas and gives the results of approxim-	
ative estimations of transistorized smoothing filters in emitter-follower arrangement.	
<b>Technique at the Service of Art in French Cinematography.</b> J. Vivier . . . . .	41
(Paper presented in Science and Technique Department of the U. S. S. R. Cinema Workers' Union)	
<b>TV System Gets Training to Identify Drawings.</b> N. I. Berlin, I. I. Zukerman and I. B. Shershnev . . . . .	50
A television device has been tested, which «makes out» simple contour images after training. A contour coordinate description principle is used. Wide-band video signal of the contour is converted into a narrow-band signal which repeats the contour shape, marks «angular points» and counts them. Training involves the selection of limit thresholds after conversion.	
<b>Lessening Discernibility of Subcarrier Frequency Deviations in a Colour TV System.</b> V. L. Rychka . . . . .	54
Correct phasing problems in the field of colour television systems are treated with successive transmission of chrominance signals and comprising a memory unit (resembling the well-known SECAM system). There are displayed the operational design schemes of several subcarrier generator models, test results to the schemes an account of the work done.	
<b>Ways to Obtain Stable Colour-Difference <math>E'_R - E'_Y</math>, <math>E'_B - E'_Y</math> Signals in Colour TV Encoding Device.</b> O. V. Yevnevich-Chekan . . . . .	60
The drawbacks of existing ways of producing colour-difference signals are considered. There is a new method to obtain them and corresponding experimentally tested designs.	
<b>25 Years of Electronic Television Broadcasting in the Soviet Union.</b> G. V. Braude . . . . .	63
(After report made to the plenary session of XIX Scientific Convention of Radio Engineering and Electric Communications A. S. Popov's Society held in May 1963).	
<b>Letters to the Editor</b> . . . . .	69
<b>From Production Experience</b>	
<b>At the Central Documentary Studio Attachments to «Convas-Automat» Camera.</b> L. N. Persidsky . . . . .	71
<b>Foreign Technology</b>	
<b>Magnetic Striping of Narrow Cine Films</b> G. V. Avilov . . . . .	72
There is a review of the directions of advance and improvement in methods of applying magnetic stripes to 8 and 16mm cine films.	
Merits and blemishes of each of the methods are pointed out.	
<b>Abstracts from Technical Journals</b> . . . . .	79
<b>Scientific and Technological News</b>	91

# ПЕРЕНОСНЫЙ КОМПЛЕКТ АППАРАТУРЫ ДЛЯ СИНХРОННОЙ МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ ЗВУКА НА 16-ММ ЛЕНТУ

Центральное конструкторское бюро Государственного комитета Совета Министров СССР по кинематографии разработало для телевизионных студий переносный комплект аппаратуры КЗМ-13. КЗМ-13 предназначен для синхронной записи звука на 16-мм перфорированной магнитной ленте сплошного полива или 16-мм фильмокопии с магнитной дорожкой.

В состав комплекта входят: аппарат магнитной записи звука, микшерский пульт, чемодан со вспомогательным оборудованием, запасные магнитные головки и инструмент.

Аппарат записи звука представляет собой чемодан с легко снимаемой крышкой. Рабочее положение аппарата горизонтальное.

Лентопротяжный механизм обеспечивает прямой и обратный ход, а также ускоренную перемотку ленты.

Аппарат допускает зарядку до 320 м ленты.

Для обеспечения стандарта частоты съемки, принятого в телевидении (25 кадр/сек) и кинематографического (24 кадр/сек), аппарат записи обеспечивает соответственно две скорости продвижения звуконосителя — 190,5 или 183 мм/сек.

Микшерский пульт с тремя микрофонными каналами имеет вид чемодана.

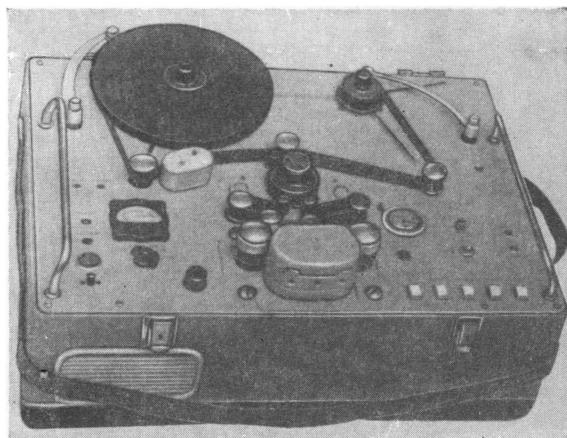
В комплекте можно объективно контролировать режимы записи и воспроизведения звука по приборам, а также проверять качество звука на слух при помощи головных телефонов и громкоговорителя.

Между микшерским пультом и аппаратом записи находится устройство для двухсторонней телефонной связи.

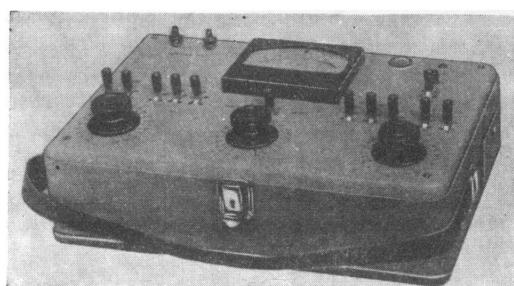
Длина кабеля, соединяющего аппарат записи с микшерским пультом, 30 м.

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Частотный диапазон тракта записи — воспроизведение . . . . .	40—12 000 Гц
Уровень помех сквозного тракта:	
а) при записи на магнитную ленту сплошного полива (ширина фонограммы 5 мм) . . . . .	не более —52 дБ
б) при записи на магнитную дорожку, нанесенную на фильмокопию (ширина фонограммы 2,5 мм) . . . . .	не более —46 дБ



Аппарат записи комплекта КЗМ-13



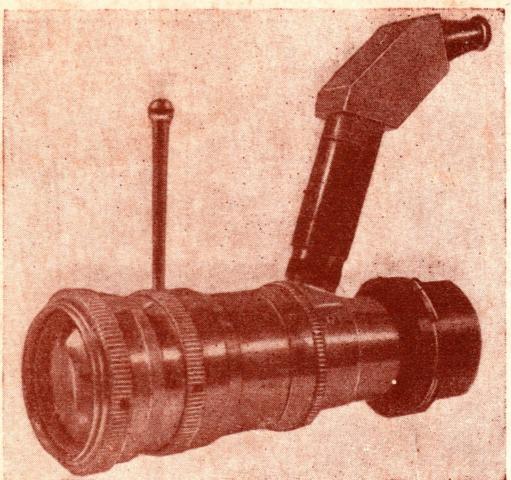
Микшерский пульт комплекта КЗМ-13

Нелинейные искажения сквозного тракта . . . . .	не менее 2%
Коэффициент детонации аппарата . . . . .	не более 0,12%
Обеспечено стирание записи . . . . .	до уровня —72 дБ
Габариты аппарата записи . . . . .	582×421×253 мм
Вес аппарата записи . . . . .	35 кг
Габариты микшерского пульта . . . . .	421×280×160 мм
Вес микшерского пульта . . . . .	8 кг

Комплект рассчитан на питание от однофазной сети напряжением 220 или 127 в, частотой 50 Гц.

Опытный образец КЗМ-13 прошел эксплуатационные испытания, рекомендован к производству и с 1964 г. будет серийно выпускаться Ленинградским объединением оптико-механических предприятий Ленинградского совнархоза.

## ОБЪЕКТИВ „ЛЕНАР-2“



При съемках различного рода фильмов в последние годы широко применялись объективы с переменным фокусным расстоянием типа «Ленар-1». Однако их использование ограничивалось только киносъемочными аппаратами с зеркальным обтюратором, так как эти объективы не имели каких-либо самостоятельных визиров.

Разработанный ЦКБ Государственного комитета Совета Министров СССР по кинематографии объектив «Ленар-2» может применяться с любым типом 35-мм киносъемочного аппарата, так как снабжен визирующим устройством, которое входит в конструкцию самого объектива и позволяет непрерывно наблюдать за объектом съемки в течение всего времени съемки или подготовки к ней.

В визире снимаемое пространство видно без параллакса, а размер поля изображения постоянен при любых значениях фокусного расстояния объектива.

Ленинградское объединение оптико-механических предприятий Ленинградского совнархоза с 1964 г. начнет серийный выпуск этих объективов.

### Технические показатели

Диапазон изменения фокусного расстояния . . . . .	от 40 до 162 мм
Относительное отверстие . . . . .	1 : 3,8
Эффективное относительное отверстие . . . . .	1 : 5,2
Коэффициент светопропускания . . . . .	53 %
Величина светорассеяния . . . . .	3 %
Освещенность на краю кадра . . . . .	66 %
Фотографическая разрешающая сила при различных фокусных расстояниях:	
в центре . . . . .	60—35 л/м.м
на краю . . . . .	30—25 л/м.м