

**Т**ЕХНИКА

**КИНО**

**И**

*Современная*

**7** ИЮЛЬ  
1965

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Научно-технический отдел*

М. З. Высоцкий, Ю. М. Орлов. О преобразовании многоканальной стереофонической фонограммы в монофоническую	1
Г. К. Клименко. Частотные характеристики преобразования стереофонической фонограммы в монофоническую	6
Д. Г. Луарсабишвили, Е. Ф. Непомнящий. Определение коэффициента трения магнитных лент	12
В. М. Рудник, С. Г. Муравьева, Н. Б. Айзенберг. Звукопоглощающие материалы и конструкции	15
А. Н. Шацкая. О допустимых углах наклона проекции стереокиноизображения	23
М. С. Магид. Построение траектории камеры при киносъемках с движения	29
А. В. Выходец. Полутоновые характеристики телевизионного изображения при передаче негативного фильма	34
М. Г. Маркович, Л. А. Ольховицкий, И. И. Цуккерман. Электронно-оптическая фильтрация контуров	41
Б. С. Тимофеев. Расчет системы автоподстройки телевизионных камер	44
С. И. Катаев, Ю. Б. Зубарев. Передача изображения и звукового сопровождения в совмещенной полосе частот	50
С. П. Зеленоборский. Работа видикона с дополнительным считыванием зарядов	55

### *Из производственного опыта*

На телецентрах	
В. Г. Распутин. Апертурный корректор	60
На киностудиях	
Я. И. Беляев. Мультиприставка к съемочному аппарату	63
Из редакционной почты	
В. Д. Коровкин. Решительно улучшить качество кинопродукции!	65

### *Зарубежная техника*

А. А. Хрущев. Кинотехника Японии	68
----------------------------------	----

<i>Реферативный отдел</i>	79
---------------------------	----

### *Библиография*

Б. П. Хромой, В. Г. Маковеев. Книга по основам телевизионных измерений	91
--	----

### *Научно-техническая хроника*

Столетие Международного союза электросвязи	93
Совещание работников телевизионных центров Европейской части СССР	94
Краткие сообщения	95
Contents	96

### ИЗДАТЕЛЬСТВО «ИСКУССТВО»

Главный редактор В. И. Ушагина

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Ф. Баринов, Ю. А. Болтунов, С. А. Бонгард, Г. В. Брауде, В. А. Бургов, М. З. Высоцкий, Е. М. Голдовский, И. Б. Гордийчук, Г. О. Жижневский, И. П. Захаров, О. И. Йошин, С. И. Катаев, В. Г. Комар, М. И. Кривошеев, С. М. Проворнов, В. Г. Рудаков, П. Г. Тагер, В. Л. Трусьюко, В. Г. Чернов, П. В. Шмаков

Адрес редакции: Москва, А-57, Ленинградский просп., 47.  
Телефоны: Д 7-38-16; Д 7-00-22, доб. 3-18 и 5-25

# Техника кино и телевидения

О Р Г А Н  
ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА  
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР  
ПО КИНЕМАТОГРАФИИ

ГОД ИЗДАНИЯ ДЕВЯТЫЙ • ИЮЛЬ • 1965

7

М. З. ВЫСОЦКИЙ, Ю. М. ОРЛОВ

## О ПРЕОБРАЗОВАНИИ МНОГОКАНАЛЬНОЙ СТЕРЕОФОНИЧЕСКОЙ ФОНОГРАММЫ В МОНОФОНИЧЕСКУЮ

778.534.46

Рассмотрены особенности преобразования многоканальной стереофонограммы в одноканальную (монофоническую), необходимую для тиражирования широкоэкранных и обычных вариантов широкоформатных фильмов и дезанаморфированных широкоэкранных фильмов, выпускаемых в прокат с фотографической фонограммой.

### Введение

В процессе съемок в 1956 г. первого широкоэкранный цветной художественный фильм «Илья Муромец» (следует заметить здесь же, что каждый кадр его снимался двумя камерами — обычной и широкоэкранный при одной трехканальной стереофонической фонограмме) возник вопрос о необходимости получения для обычного варианта фильма одноканальной монофонической фонограммы из стереофонической.

Эта необходимость значительно возросла при дезанаморфировании широкоэкранных фильмов, которые стали сниматься в одном широкоэкранный варианте, и особенно при производстве широкоформатных фильмов. Монофонические фонограммы в

этом случае потребовались для изготовления широкоэкранных и обычных вариантов широкоформатных фильмов, выпускаемых в прокат с одноканальной фонограммой.

Практика работы уже со времени съемок самого первого широкоэкранный фильма показала, что простое сведение стереофонической фонограммы в монофоническую (по скелетной схеме рис. 1) дает неудовлетворительные результаты.

Тогда казалось целесообразным, чтобы на съемочной площадке, кроме нескольких микрофонов для многоканальной стереофонической записи, был еще один микрофон (на отдельном микрофонном кране или удочке) для записи монофонической фонограммы к обычному варианту фильма. Однако оказалось весьма трудно в этом слу-

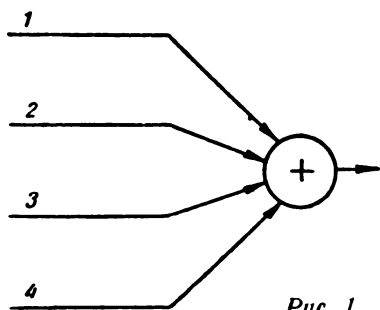


Рис. 1

чае разместить микрофоны на съемочной площадке; таким образом, положительный результат подобной записи сводился к минимуму из-за невозможности расположить все микрофоны в оптимальном положении. Кроме того, при этом ограничиваются возможности операторского освещения (из-за теней, возникающих от микрофонных кранов и микрофонов), что в конечном итоге отражается на производительности съемочной группы.

Поэтому, естественно, значительный интерес представило исследование других возможностей получения монофонической фонограммы приемлемого качества для одноканальных вариантов широкоэкранных и широкоформатных фильмов.

При многоканальной синхронной съемке или озвучании стереофонического фильма звукооператор размещает микрофоны, сообразуясь с масштабом изображения, характером мизансцены и имеющимися на съемочной площадке условиями, чтобы получить стереофонограмму, которая при воспроизведении в кинотеатре по возможности более точно (в частности, по локализации) соответствовала бы снятому изображению.

На каждой из звуковых дорожек стереофонограммы обычно зафиксирован звуковой сигнал, который, в зависимости от относительного расположения микрофонов, актеров или других источников звука на съемочной площадке, акустических условий и характера поканального микширования, может быть либо примерно одинаков по величине амплитуды, либо резко различен как по амплитуде, так и по фазе.

### Частотные искажения

Преобразование стереофонической фонограммы в монофоническую, осуществляемое простым суммированием электрических

сигналов с выходов аппарата воспроизведения многоканальных фонограмм и последующей записью суммы сигналов на одноканальном аппарате записи (см. рис. 1), приводит к возникновению специфических искажений, наиболее существенными из которых являются частотные.

Если обозначить сигнал единичного источника воздуха  $x(t)$ , то сигнал  $n$ -го канала стереофонической фонограммы будет

$$a_n \cdot x(t - \tau_n),$$

где:  $a_n$  — коэффициент передачи канала записи;  $\tau_n$  — время задержки сигнала относительно канала, выбранного за начало отсчета;  $\tau_n = \frac{l_n - l_0}{C}$ ;  $l_n$  — расстояние от источника звука до  $n$ -го микрофона;  $l_0$  — расстояние до микрофона начального канала;  $C$  — скорость звука.

Результат суммирования сигналов стереофонической фонограммы:

$$y(t) = \sum_{n=0}^N a_n \cdot x(t - \tau_n), \quad (1)$$

где  $N+1$  — число каналов.

Суммирование можно представить в виде эквивалентной схемы сумматора, входным сигналом которого является  $x(t)$ ,  $a_n$  — множительные коэффициенты и  $\tau_n$  — линии задержки (рис. 2).

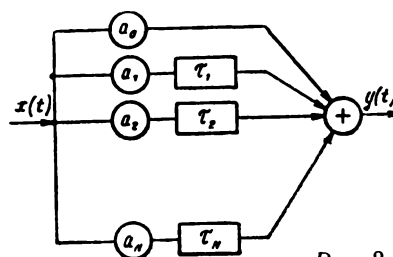
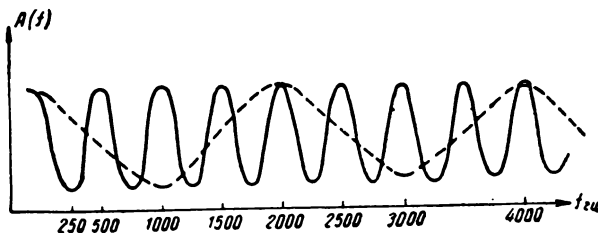


Рис. 2



—  $\tau = 2$  мсек,  $\Delta f = 500$  гц  
 - - -  $\tau = 0,5$  мсек,  $\Delta f = 2000$  гц

Рис. 3

—  $\tau = 2$  мсек;  $\Delta f = 500$  гц; - - -  $\tau = 0,5$  мсек;  $\Delta f = 2000$  гц

Рассматривая частотную характеристику сумматора, можно определить частотные искажения преобразования фонограмм.

При перемещении источника звука время задержки  $\tau_n$  непрерывно изменяется. На рис. 3 показаны частотные характеристики сумматора двухканальной фонограммы для различных значений  $\tau_n$ .

Необходимо отметить следующие важные обстоятельства:

1) частотная характеристика непрерывно изменяется в широких пределах;

2) для данного  $\tau$  частотная характеристика повторяется с периодом  $\Delta f = \frac{1}{\tau}$ , максимумы и минимумы которой соответствуют частотам  $f_{\max} = K \cdot \frac{1}{\tau_n}$ ,  $f_{\min} = K \cdot \frac{1}{2 \cdot \tau_n}$ , где  $K = 1, 2, 3, \dots$  и т. д.;

3) расфазировка каналов недопустима, так как при этом частотная характеристика имеет зеркальное изображение (т. е. полное исключение низких частот).

При увеличении числа каналов частотная характеристика приобретает более сложный вид, например при  $\tau = n \cdot \Delta\tau$  получается схема дискретного, гребенчатого фильтра, известного из литературы.

Основная трудность в коррекции частотных искажений заключается в случайности характера изменений частотной характеристики суммирования. Однако для статических планов  $\tau_n = \text{const}$  вполне приемлема коррекция с помощью подбора фильтров и регулировки уровней каналов, осуществляемых звукооператором в процессе суммирования.

### Выборочное микширование

Интересно отметить, что частотные и другие искажения имеют место главным образом при записи речи. При сведении оркестровых записей искажения почти не прослушиваются. Это, очевидно, объясняется тем, что при многоканальной записи оркестра микрофоны обычно располагаются на значительном расстоянии друг от друга. При этом амплитуды одного и того же сигнала на различных звуковых дорожках стереофонограммы резко отличаются по величине, что и приводит к незначительным изменениям суммарного сигнала.

Изложенные соображения позволили сделать вывод, что сведение многоканальной стереофонической фонограммы в монофоническую можно осуществить с достаточно хорошим качеством путем поканального или так называемого «выборочного микширования», при котором искусственно соблюдаются условия большой разности амплитуд одного и того же сигнала, поступающего с разных каналов.

Для опытной проверки этих теоретических предпосылок при съемках широкоэкранный фильма «Поэма о море» (звукооператор В. Лагутин) в павильоне была осуществлена производственная синхронная запись эпизода с резко выраженной локализацией звука в следующих вариантах:

а) трехканальная стереофоническая с панорамированием;

б) одноканальная с одним микрофоном при использовании всех возможностей панорамирования.

Затем с трехканальной стереофонической фонограммы через микшерский пульт перезаписи были получены:

а) одноканальная фонограмма путем простого сведения сигналов с трех звуковых дорожек без поканального микширования (по схеме рис. 1);

б) одноканальная фонограмма, перезаписанная только со среднего (второго) канала;

в) одноканальная фонограмма, перезаписанная со второго канала с некоторым добавлением напряжения сигнала с первого и третьего каналов;

г) одноканальная фонограмма, перезаписанная способом «выборочного микширования» в зависимости от локализации изображения на экране и с дополнительной частотной коррекцией.

На ту же магнитную ленту с четырьмя перечисленными вариантами записей (а, б, в, г) была перезаписана и одноканальная фонограмма, полученная с помощью одного микрофона.

Для субъективной оценки качества звучания многими экспертами (около 30 человек) все пять фонограмм воспроизводились в просмотровом зале в одинаковых условиях при одном и том же изображении (которое демонстрировалось с кольца).

Фонограмму, полученную способом «выборочного микширования», эксперты не смогли отличить от специально записанной

одноканальной фонограммы. Субъективная оценка качества звучания остальных вариантов фонограмм оказалась намного ниже.

В результате способ «выборочного микширования» [1] был принят на вооружение и использовался при производстве одноканальных вариантов широкоэкранных и широкоформатных фильмов до середины 1964 г. Интересно отметить, что к этим же выводам независимо от работ студии «Мосфильм» несколько позднее пришли за рубежом [2] и в нашей стране [3].

**Способ временной коррекции**

Несмотря на полученные вполне удовлетворительные результаты преобразования стереофонических фонограмм в монофонические «выборочным микшированием», этот способ обладает рядом технологических и производственных недостатков. Во-первых, во время преобразования требуется присутствие высококвалифицированного звукооператора, во-вторых, используется сложный дорогостоящий комплекс аппаратуры стереофонической перезаписи.

На киностудии «Мосфильм» была поставлена задача создания такого способа преобразования фонограмм, который не вносил бы существенного изменения в технологию производства стереофонических кинофильмов; процесс преобразования должен был сводиться к простой электрокопировке, т. е. без присутствия звукооператора и применения сложного и громоздкого комплекта аппаратуры перезаписи.

В результате проведенных экспериментально-исследовательских работ был разработан и осуществлен способ временной коррекции, заключающийся в следующем.

В каналы воспроизведения стереофонической фонограммы с помощью головки со смещенными щелями вводятся дополнительные задержки  $\tau = n \cdot \Delta T$ , которые на эквивалентной схеме сумматора с коррекции

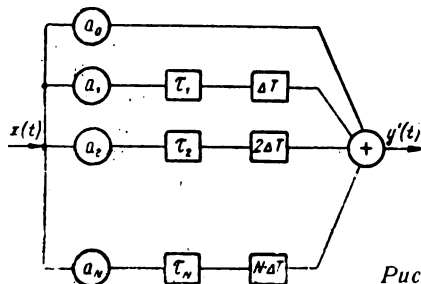


Рис. 4

ей изображены в виде линий задержки (рис. 4). При этом сигнал выхода сумматора

$$y'(t) = \sum_{n=0}^N a_n \cdot x(t - \tau_n - n \cdot \Delta T)$$

и частотная характеристика существенно изменяются.

Для случая  $\tau_n = 0$  сумматор является гребенчатым фильтром с периодом повторения частотной характеристики  $\Delta f = \frac{1}{\Delta T}$ . При перемещении источника звука период повторения изменяется в пределах  $\Delta f = \frac{1}{\Delta T \pm \tau_n}$ . Как было отмечено, сложность автоматизации процесса преобразования заключается в случайности и широких пределах изменения частотной характеристики.

Для примера (см. рис. 3) период повторения изменялся в пределах: бесконечность, 200, 500 гц при  $\tau_n = 0; 0,5; 2$  мсек. Временная коррекция изменяет выбранные значения  $\tau_n$  до величины  $\tau'_n = \tau_n + n \cdot \Delta T$ ; например, если  $\Delta T = 10$  мсек, то  $\tau'_n$  принимает значения 10; 10,5; 12 мсек (рис. 5), стабилизируя частотную характеристику.

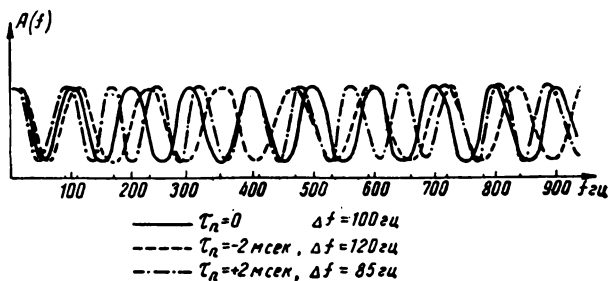


Рис. 5

—  $\tau_n = 0, \Delta f = 100$  гц; ---  $\tau_n = -2$  мсек;  $\Delta f = 120$  гц;  
 -.-.-  $\tau_n = +2$  мсек,  $\Delta f = 85$  гц

Практически временной сдвиг между каналами достигается применением специальной стереофонической головки воспроизведения со смещенными щелями (рис. 6),

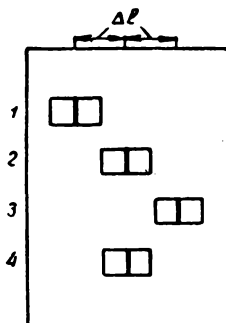


Рис. 6

устанавливаемой на обычном аппарате воспроизведения стереофонических фонограмм. Время задержки  $\Delta T = \frac{\Delta l}{v}$  выбирается в зависимости от скорости движения фонограммы  $v$  и отсутствия реверберации («дробления») звука, т. е. общее время задержки между крайними головками не должно превышать 10—15 мсек.

Рассматривая особенности преобразования стереофонических фонограмм в монофонические, необходимо особо отметить, что анализ статических частотных характеристик схемы суммирования еще недостаточно полно отображает общий характер искажений, связанных с преобразованием, поскольку окончательное суждение о качестве преобразованной фонограммы может быть получено только в результате субъективной оценки.

Способом временной коррекции были получены весьма удовлетворительные монофонические фонограммы по широкоформатному фильму «Оптимистическая трагедия», двухсерийному широкоэкранному фильму «Русский лес» и другим.

Следует отметить возможность применения способа временной коррекции также при получении промежуточных вариантов фонограмм, т. е. когда оригиналом является шестиканальная исходная магнитная фонограмма широкоформатного фильма и необходимо получить как широкоэкранный (четырёхканальный), так и обычный (одноканальный) варианты. В этих случаях суммирование можно производить по схеме рис. 7 (а и б).

В разработке и осуществлении способа временной коррекции принимали непосредственное участие звукооператор Г. А. Ко-

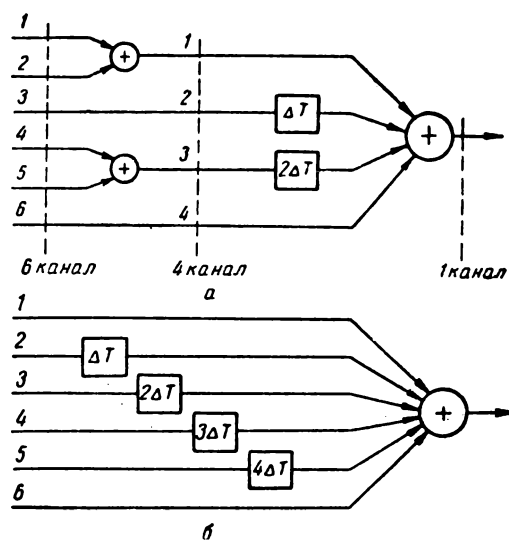


Рис. 7

ренблюм, инженер Э. Г. Махновский и мастер точной аппаратуры О. Б. Рогаткин; магнитные головки со сдвинутыми щелями изготовил мастер точной аппаратуры И. А. Николаев.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. «Разработка и совершенствование технологии стереофонической записи широкоэкранных кинофильмов». Труды по НИР, киностудия «Мосфильм», 1956—1959 гг.
2. Gau W., Stereophonie im Film Echte und Pseudo-Verfahren, Electronische Rundschau, 1959, № 7.
3. Маньковский В. С., О возможности получения одноканальной фонограммы для нестереофонических вариантов кинофильмов. Сборник Центрального конструкторского бюро Министерства культуры, вып. 4 (31), 1962.
4. Цыпкин Я. З., Теория импульсных систем. Физматгиз, 1958.
5. Шадрин В. Н., Магнитная запись в автоматике, Госэнергоиздат, 1962.

Киностудия «Мосфильм»

## ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СТЕРЕОФОНИЧЕСКОЙ ФОНОГРАММЫ В МОНОФОНИЧЕСКУЮ

778.534.46

С помощью частотных характеристик преобразования стереофонической фонограммы в монофоническую дано описание искажений, возникающих при электрическом сложении канальных составляющих стереофонического сигнала. Анализируются свойства таких характеристик.

При стереофонической записи прием звука осуществляется двумя или более микрофонами, которые образуют в первичном звуковом поле взаимноперекрывающиеся зоны приема. Различают два вида стереофонического звукоприема: 1) прием на разнесенные микрофоны; 2) прием на расположенные вплотную друг к другу, так называемые коинцидентные<sup>1</sup> микрофоны. В первом случае однородные составляющие стереосигнала, т. е. частичные сигналы в каналах системы стереофонической передачи, принятые от какого-нибудь одного источника, имеют различие по интенсивности и по времени; во втором случае — только по интенсивности. При записи звукового сопровождения для кинофильмов звукоприем осуществляется на разнесенные микрофоны; коинцидентные микрофоны используются в настоящее время только в технике двухканальной стереофонии.

Из экономических соображений целесообразно звукозаписи для стереофонического и одноканального вариантов кинофильма производить лишь один раз стереофоническим способом, а из стереофонограммы получать монофоническую (одноканальную) фонограмму.

Когда по тракту передачи передается звуковая информация одновременно от нескольких источников, существует только один способ преобразования стереофонической фонограммы в монофоническую, который заключается в линейном сложении канальных составляющих стереофонического сигнала. Если стереофонограмма получена в результате звукоприема на коинцидентные микрофоны, то при выполнении ряда требований, главным образом идентичности частотных и фазовых характеристик каналов и синхронности прохождения сигналов по каналам, монофоническая фонограмма

с достаточной степенью точности будет отображать спектральное содержание звукового излучения каждого источника. Иначе обстоит дело при преобразовании несинхронной стереофонограммы, т. е. фонограммы, полученной в результате приема на разнесенные микрофоны. В этом случае сигнал от каждого источника будет представлен в одноканальной фонограмме суммой нескольких почти идентичных сигналов, сдвинутых один относительно другого по времени.

Обычно временные сдвиги лежат в диапазоне от 0 до 5 мсек [1]. Такой же (или близкий к нему) порядок имеет интервал когерентности большинства натуральных звучаний; например, для речи (по экспериментальным данным) интервал когерентности равен приблизительно 10 мсек [2]. Следовательно, при получении одноканальной фонограммы из несинхронной стереофонической возникает интерференция звуковых сигналов. Мгновенный спектр суммарного сигнала уже не будет тождествен мгновенному спектру канальных составляющих, а следовательно, и мгновенному спектру звукового излучения источника.

Очевидно, возникающие спектральные искажения можно наиболее точно определить сравнением мгновенного спектра суммарного сигнала и мгновенного спектра звукового излучения источника. Понятно, что такое рассмотрение довольно громоздко, поскольку мгновенный спектр натуральных звучаний является случайной функцией времени. Для объяснения многих практических результатов можно воспользоваться другим методом, носящим хотя и приближенный характер, но позволяющим дать наглядную иллюстрацию интерференционных искажений. Сущность метода состоит в определении амплитудно-частотной характеристики тракта звукопередачи со стереофоническим входом и монофоническим выходом (рис. 1). Такой метод

<sup>1</sup> Коинцидентность — совпадение, одновременность.



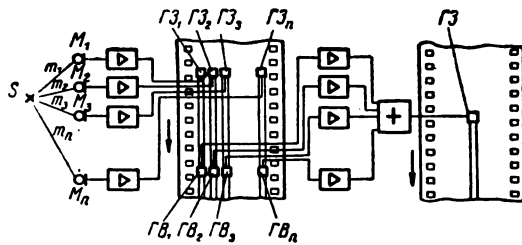


Рис. 1. Схема получения одноканальной фонограммы при первичной записи стереофоническим методом:

S — источник звука;  $M_1, M_2, \dots, M_n$  — микрофоны;  $\Gamma З_1, \Gamma З_2, \dots, \Gamma З_n$  — стереофонические записывающие головки;  $\Gamma В_1, \Gamma В_2, \dots, \Gamma В_n$  — стереофонические воспроизводящие головки;  $\Gamma З$  — монофоническая записывающая головка

уже был использован при рассмотрении преобразования двухканальной [3] и многоканальной [4] звукопередачи в одноканальную; он оказался также полезным при рассмотрении явления интерференции, возникающего в результате приема прямого и отраженного звука при монофонической записи звука [5].

Частотные характеристики преобразования стереофонической фонограммы в монофоническую описывают частотные искажения сигнала, появляющиеся в результате сложения компонентов стереофонической фонограммы; однако подлинной причиной их появления является многолучевой прием в первичном звуковом поле. Чтобы определить искажения, вызываемые только этой причиной, будем считать, что стереофонические каналы являются полностью идентичными. Примем также, что характеристики направленности микрофонов одинаковы на всех частотах.

Рассмотрим простейший случай: передачу звуковой информации от одного-единственного источника, находящегося в свободном пространстве. Пусть на систему передачи (см. рис. 1) со стороны звукового источника S воздействует единичный импульс  $\delta(t)$ . Отклик системы, т. е. временная характеристика системы, будет

$$g(t) = A_1 \delta(t - \tau_1) + A_2 \delta(t - \tau_2) + \dots + A_n \delta(t - \tau_n), \quad (1)$$

где  $A_i$  — коэффициент, характеризующий уровень сигнала в  $i$ -том канале;  $\tau_i = \frac{m_i}{c}$ ;  $m_i$  — расстояние от источника до  $i$ -того микрофона;  $c$  — скорость звука.

Комплексная частотная характеристика системы получается как преобразование Фурье от временной характеристики:

$$K(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t) e^{-j\omega t} dt = A_1 e^{-j\omega\tau_1} + A_2 e^{-j\omega\tau_2} + \dots + A_n e^{-j\omega\tau_n}. \quad (2)$$

Амплитудно-частотная характеристика, или просто частотная характеристика системы,

$$|K(\omega)| = \sqrt{K(\omega) \cdot K(-\omega)} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_n^2 + 2A_1 A_2 \cos \omega(\tau_2 - \tau_1) + 2A_1 A_3 \times \times \cos \omega(\tau_3 - \tau_1) + \dots + 2A_{n-1} A_n \cos \omega(\tau_n - \tau_{n-1})},$$

или

$$|K(\omega)| = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n A_i A_j \cos \omega(\tau_j - \tau_i)}. \quad (3)$$

На практике применяются стереофонические системы с небольшим числом каналов, обычно  $n=2, 3, 5$ .

Частотная характеристика преобразования двухканальной стереофонической фонограммы опишется следующим образом:

$$|K(\omega)|_{n=2} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos \omega(\tau_2 - \tau_1)}. \quad (4)$$

Т. е. частотная характеристика представляется периодической кривой, изменяющейся по закону косинуса (рис. 2). Период частотной характеристики (т. е. расстояние между соседними максимумами) определяется временным сдвигом между складываемыми сигналами:

$$\Delta f = \frac{1}{\tau_2 - \tau_1} = \frac{1}{\tau}, \quad (5)$$

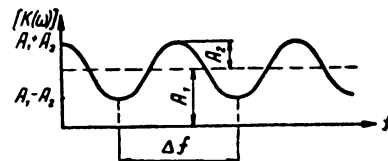


Рис. 2. Частотная характеристика преобразования двухканальной стереофонограммы в одноканальную

где частота выражена в герцах, а время — в секундах. Максимумы частотной характеристики получаются когда  $\cos \omega \tau = 1$ , а минимумы — когда  $\cos \omega \tau = -1$ . Очевидно, что

$$|K(\omega)|_{\text{макс}} = A_1 + A_2; \quad (6)$$

$$|K(\omega)|_{\text{мин}} = A_1 - A_2. \quad (7)$$

Если выразить модуль  $K(\omega)$  в децибелах и принять за нулевой уровень значение модуля при нулевой частоте, то для частотной характеристики в общем виде можно получить следующее выражение:

$$N(f) = 20 \lg |K(f)| - 20 \lg \sum_{i=1}^n A_n. \quad (8)$$

При этом для случая двухканальной фонограммы

$$N(f)_{n=2} = 20 \lg |K(f)| - 20 \lg (A_1 + A_2), \quad (9)$$

а неравномерность частотной характеристики

$$\Delta N_{n=2} = 20 \lg \left| \frac{A_1 + A_2}{A_1 - A_2} \right|, \quad (10)$$

т. е. неравномерность частотной характеристики преобразования двухканальной фонограммы зависит только от соотношения уровней складываемых сигналов. Эта зависимость представлена на рис. 3.

Как показано в [3], уровень сигналов в каналах системы стереофонической передачи зависит от расстояния каждого микрофона до источника, от характеристик направленности микрофонов и источника, а также от взаимной ориентации последних. Очевидно,

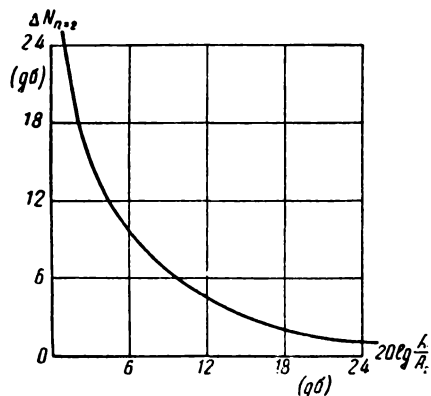


Рис. 3. Неравномерность частотной характеристики преобразования двухканальной стереофонограммы в зависимости от соотношения уровней складываемых сигналов

в практических условиях чем ближе источник звука находится к средней линии микрофонов, тем больше вероятность получения отношения уровней сигналов близкого к единице, а значит, и частотной характеристики с большой неравномерностью. Исключение составляет случай расположения источника точно на оси микрофонной системы. В этом случае временной сдвиг  $\tau = 0$ , и поэтому частотная характеристика будет ровной.

Частотная характеристика преобразования трехканальной стереофонограммы

$$|K(\omega)|_{n=3} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + 2A_1A_2 \cos \omega(\tau_2 - \tau_1) + 2A_1A_3 \cos \omega(\tau_3 - \tau_1) + 2A_2A_3 \cos \omega(\tau_3 - \tau_2)}. \quad (11)$$

Приняв  $\tau_1 = 0$ , это выражение можно привести к следующему виду:

$$|K(\omega)|_{n=3} = \sqrt{(A_2 \sin \omega \tau_2 + A_3 \sin \omega \tau_3)^2 + (A_1 + A_2 \cos \omega \tau_2 + A_3 \cos \omega \tau_3)^2}.$$

Подкоренное выражение может обращаться в нуль тогда, когда

$$A_1 + A_2 \cos \omega \tau_2 + A_3 \cos \omega \tau_3 = 0,$$

т. е. необходимым условием равенства  $|K(\omega)|_{n=3} = 0$  является условие

$$A_1 \leq A_2 + A_3. \quad (12)$$

Следует отметить, что вероятность выполнения такого условия при трехканальной стереофонической записи довольно велика. Так, например, анализ одной части речевой фонограммы фильма «Оптимистическая трагедия»<sup>1</sup> продолжительностью звучания 9 мин показал, что это условие выполняется в 94% случаев (измерение произведено в 1397 точках).

В случае выполнения условия (12) можно ожидать на частотной характеристике преобразования стереофонограммы в одноканальную появления бесконечно глубоких провалов. Однако они могут быть лишь при определенных соотношениях уровней, а также временных сдвигов между сигналами.

<sup>1</sup> «Оптимистическая трагедия» — широкоформатный фильм киностудии «Мосфильм»; звукооператор Г. Коренблюм; первичная запись произведена трехканальным методом.

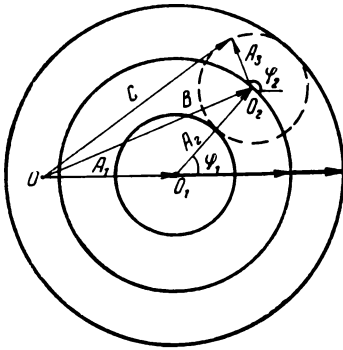


Рис. 4. Векторная диаграмма сложения трех компонентов стереосигнала

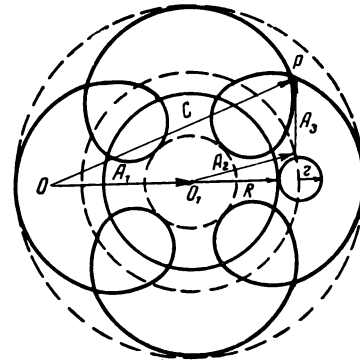


Рис. 5. Траектория точки  $P$ , являющаяся концом результирующего вектора  $C$

Для большей наглядности результата сложения стереофонических компонентов, а также возможности получить представление о ходе частотной характеристики преобразования трехканальной стереофонограммы изобразим результат сложения в виде векторной диаграммы (рис. 4).

Начало вектора  $\overline{A_1}$ , который представляет сигналный компонент с наибольшим уровнем, поместим в точку  $O$ . Конец вектора  $\overline{B}$ , являющегося суммой  $\overline{A_1}$  и  $\overline{A_2}$ , при изменении частоты сигнала будет описывать окружность радиусом  $\overline{A_2}$  вокруг точки  $O_1$ , являющейся концом  $\overline{A_1}$  и началом  $\overline{A_2}$ .

Из рис. 4 видно, что  $B_{\max} = A_1 + A_2$  и  $B_{\min} = A_1 - A_2$ , и это согласуется с ранее полученными результатами, которые представлены выражениями (6) и (7).

Конец вектора  $\overline{C}$ , являющегося суммой  $\overline{A_1}$ ,  $\overline{A_2}$  и  $\overline{A_3}$ , при изменении частоты будет занимать положение внутри кольца, образованного двумя концентрическими окружностями с радиусами, равными  $A_2 + A_3$  и  $A_2 - A_3$ . Отсюда следует, что если начало результирующего вектора (точка  $O$ ) лежит внутри этого кольца, т. е. если  $A_1 \leq A_2 + A_3$ , то амплитуда результирующего вектора может обращаться в нуль.

Годограф вектора  $\overline{C}$  представляет собой циклическую кривую (эпитрохониду), которую описывает точка  $P$  (рис. 5), лежащая вне окружности с радиусом  $r$ , касающейся без скольжения по другой окружности с радиусом  $R$  [6]. Можно показать, что  $R = A_2 \left(1 - \frac{\tau_2}{\tau_3}\right)$ ,  $r = \frac{A_2 \tau_2}{\tau_3}$ .

Если отношение  $\frac{R}{r}$  (обозначим его через  $m$ ) — целое число, то точка  $P$ , описав  $m$  ветвей (как в случае на рис. 5, где  $m=4$ ), возвратится в исходное положение. То же произойдет и в случае, если  $m$  будет дробным рациональным числом, хотя в этом случае точке  $P$  придется несколько раз петлеобразно обойти вокруг точки  $O_1$ . В этих обоих случаях частотная характеристика будет периодической; бесконечно глубокие провалы в ней могут быть, а могут и не быть. В случае же, если  $m$  является иррациональным числом, точка  $P$  обязательно когда-нибудь пройдет через точку  $O$  и на частотной характеристике появится бесконечно глубокий провал.

Частотная характеристика преобразования стереофонической фонограммы в одноканальную является случайной, поскольку случайно положение источника перед микрофонной системой. Для примера приведем одну из реализаций частотной характеристики. На рис. 6,а изображен вариант схемы трехканального звукоприема: микрофоны имеют кардиоидные характеристики направленности; оси направленности микрофонов ориентированы перпендикулярно линии микрофонов; микрофонная база равна  $2m$ , на такое же расстояние удален от нее источник звука, причем он смещен относительно средней линии микрофонной базы на  $1m$ . На рис. 6,б изображена временная характеристика преобразования, а на рис. 6,в — частотная. При расчете частотной характеристики скорость звука принята равной  $340$  м/сек. Если в несколько раз увеличить (или уменьшить) масштаб

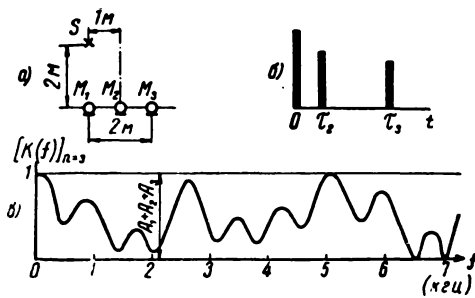


Рис. 6:

а — схема одного из вариантов звукоприема; б — временная характеристика преобразования стереофонограммы в одноканальную; в — частотная характеристика преобразования стереофонограммы в одноканальную

схемы звукоприема (рис. 6,а), то во столько же раз сожмется (или растянется) шкала частот на рис. 6,в.

Из рассмотрения векторной диаграммы сложения компонентов стереофонограммы можно заключить, что условием уменьшения неравномерности частотной характеристики преобразования является увеличение отношения  $\frac{A_1}{A_2 + A_3}$ . По аналогии для пятиканальной фонограммы таким условием будет увеличение отношения  $\frac{A_1}{A_2 + A_3 + A_4 + A_5}$ .

Т. е. условие уменьшения частотных искажений при получении монофонической фонограммы из многоканальной стереофонической выливается в требование перезаписи преимущественно одной дорожки стереофонограммы.

Если для случая двухканальной фонограммы можно указать некоторые положения источника звука, когда частотная характеристика преобразования получается равномерной, то по поводу преобразования многоканальной стереофонограммы в одноканальную следует заметить, что не существует ни одного положения источника в первичном звуковом поле, при котором частотная характеристика получалась бы ровной. При изображении частотных характеристик в логарифмическом масштабе они напоминают контуры своеобразных горных хребтов, изрезанных ущельями.

Известно, что и частотные характеристики электроакустических преобразователей (микрофонов, громкоговорителей) тоже бывают нерегулярными. Все же неравномерности частотных характеристик этих преобразователей значительно меньше.

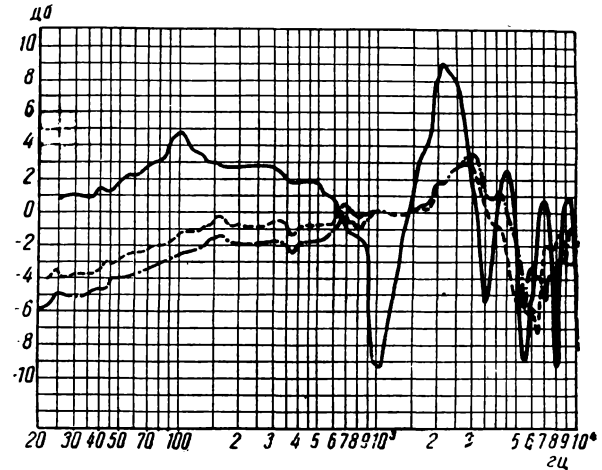


Рис. 7. Частотные характеристики двух микрофонов типа 19А-1 (пунктирная и штрих-пунктирная кривые) в отдельности и частотная характеристика этих же микрофонов при их совместной работе (сплошная кривая)

На рис. 7 показаны частотные характеристики двух конденсаторных микрофонов типа 19А-1 (пунктирная и штрих-пунктирная кривые) и частотная характеристика системы, состоящей из этих же микрофонов, включенных на общую нагрузку, полученная в условиях когда испытательный сигнал приходит к одному из микрофонов с временным сдвигом около 0,5 мсек (сплошная кривая). Неравномерность частотной характеристики микрофонной пары на высоких частотах примерно такого же порядка, как и неравномерность частотной характеристики каждого микрофона в отдельности, — очевидно, это связано с увеличением неидентичности микрофонов при возрастании частоты. Для области средних и низких частот выводы, полученные из проведенного выше теоретического рассмотрения, по всей видимости, вполне приложимы к практическим условиям.

Следует еще раз подчеркнуть то обстоятельство, что частотные характеристики преобразования носят случайный характер. Если частотная характеристика электроакустического преобразователя имеет определенную нерегулярность, то это приведет к линейным искажениям в звукопередаче. Однако фильтрующее действие, вызванное этой нерегулярностью, постоянно во времени. Иначе обстоит дело при преобразовании стереофонической фонограммы в одноканальную: вследствие того что положение

источника звука относительно микрофонной системы иногда изменяется, изменяется и форма частотных характеристик преобразования. Звуковая окраска монофонического сигнала в течение всего времени звучания не остается постоянной. Это достаточно уверенно обнаруживается при прослушивании.

Для уменьшения изменений звуковой окраски монофонического сигнала на киностудии «Мосфильм» был предложен способ сведения с введением дополнительных временных сдвигов<sup>1</sup>. Очевидно, все, что было сказано выше о неравномерности частотных характеристик преобразования, остается в силе и для способа сведения с дополнительными временными сдвигами, однако при этом спектр передаваемого сигнала оказывается более равномерно промодулированным, т. е. в спектре уже отсутствуют ярко выраженные области усиления или ослабления. В этом смысле способ сведения с дополнительными временными сдвигами имеет несомненное преимущество по сравнению со способом прямого сведения.

### Выводы

1. В общем случае звукопередачи монофоническую фонограмму можно получить из стереофонической путем линейного суммирования компонентов стереофонического сигнала.

2. Искажения, возникающие при преобразовании интенсивностно-временной стереофонограммы в монофоническую, могут быть приближенно описаны с помощью частотных характеристик. Анализ свойств таких частотных характеристик показывает, что при прямом сведении качество по-

<sup>1</sup> См. статью М. З. Высоцкого и Ю. М. Орлова в этом номере журнала.

лучаемой монофонической фонограммы нельзя считать приемлемым.

3. Частотные характеристики преобразования стереофонограммы в монофоническую являются случайными, поэтому возникающие линейные искажения не могут быть полностью скомпенсированы.

4. Искусственно вводя дополнительные временные сдвиги между суммируемыми компонентами стереофонического сигнала, можно сгладить случайные изменения формы частотных характеристик.

5. Из теоретического рассмотрения следует, что для уменьшения нерегулярности частотных характеристик преобразования необходимо осуществлять перезапись преимущественно с одной дорожки стереофонической фонограммы. На практике такой способ известен под названием способа выборочного микширования. Этот способ дает наилучшие результаты, когда по стереофоническому тракту в каждый момент времени передается звуковая информация от одного источника. Применяя способ выборочного микширования, можно обеспечить преобразование подавляющего большинства речевых стереофонических фонограмм в монофонические.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Leakey D. M., Further Thoughts on Stereophonic Sound Systems. I. Recent Extensions of Basic Theory, *Wireless World*, 1960, № 4 (перевод НИКФИ № 529).
2. Фурдурев В. В., *Акустические основы вещания*, Связьиздат, 1960, стр. 17.
3. Тагер П. Г., *Радиотехника*, 1963, № 8.
4. Маньковский В. С., О возможности получения одноканальной фонограммы для нестереофонических вариантов кинофильмов, Информационно-технический сборник ЦКБ Министерства культуры СССР, вып. 4 (31), 1962.
5. Kemeses F., *Interferenzerscheinungen bei Tonaufnahmen*, II Akustische Konferenz, Budapest, 1961 (перевод НИКФИ № 843).
6. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А., *Справочник по математике*, «Наука», 1964, стр. 110—111.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ МАГНИТНЫХ ЛЕНТ

681.84

Дано описание методики определения коэффициента трения покоя, характеризующего предел сцепления элементов лентопротяжного механизма с магнитной лентой.

В последнее время запись информации на магнитной ленте находит все более широкое применение в радиовещании, кинематографии, вычислительной технике, в устройствах для записи телевизионных и фототелеграфных изображений, в измерительной технике, телемеханике и т. д. Любое такое устройство включает механизм, осуществляющий транспортирование ленты. В большинстве случаев используются фрикционные механизмы. Указанные механизмы требуется выполнять с высокой точностью. Необходимо обеспечивать высокое сцепление ленты с ведущим и прижимным роликами не только в условиях установившегося движения, но и в режиме пуска и остановки. Расчет таких механизмов невозможен без знания фрикционных характеристик элементов лентопротяжных механизмов и магнитных лент. Однако такими характеристиками конструктор, как правило, не располагает, поэтому их приходится определять экспериментально. Для решения поставленных задач была разработана методика измерения коэффициентов трения покоя различных материалов по магнитным

лентам, являющаяся видоизменением существующей методики измерения коэффициентов трения покоя обычных твердых тел на приборе типа ГП-1 (горизонтальная плоскость) [1, 2]. Схема и общий вид прибора ГП-1 показаны на рис. 1. Узел трения прибора представляет собой плоскую пластину *1а*, по которой торцами скользят три цилиндрических образца *2*. Пластина устанавливается на каретке *3*, которая перемещается по направляющим при помощи винта *4*, приводимого во вращение червячным редуктором *5* от двигателя постоянного тока *6*. Питание электродвигателя осуществляется от сети переменного тока через лабораторный автотрансформатор *T* и выпрямитель *7*. Скорость вращения двигателя, а следовательно, и движения каретки регулируется автотрансформатором *T* и реостатом *R*. Цилиндрические образцы *2* укрепляются на пластине *8*, которая в свою очередь крепится во внутреннем пазе седла *9*, несущего сменные грузы в виде дисков. Тягами *10* (их ось строго горизонтальна и проходит в плоскости трения) седло связано с силоизмерительной балочкой *11*, на которую наклеены проволочные тензодатчики *12*. С помощью балочки *11* в процессе эксперимента измеряется сила трения. Сигнал от тензодатчиков через усилитель 8АНЧ-7М подавался на шлейфовый осциллограф Н-700. Тарировка балочки производилась путем нагружения ее гирями, подвешиваемыми на нити, перекинутой через блок.

При работе на таком приборе с магнитными лентами необходимо было учесть следующие особенности: 1) магнитные ленты представляют собой полимерные пленки, одна сторона которых покрыта магнитным слоем; некоторые типы лент имеют покрытие и с обратной стороны (например, против накопления зарядов статического электричества); 2) очистка поверхности магнитных лент обычными средствами, применяемыми для металлов, затруднительна ввиду возможности растворения или набу-

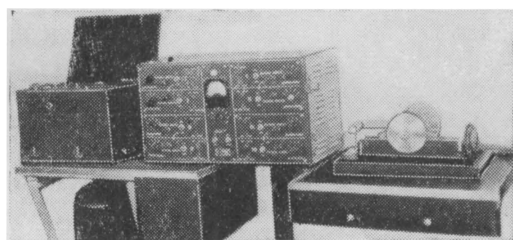
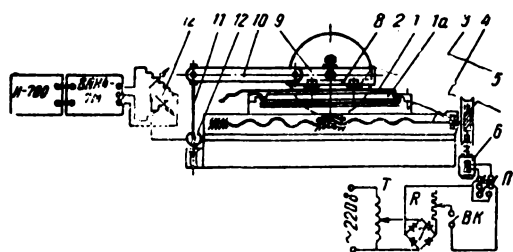


Рис. 1. Схема и общий вид прибора ГП-1

хания полимерной основы ленты, а также повреждения покрытия; 3) требовалось разработать методику измерения коэффициентов трения покоя по магнитным лентам широкого класса материалов, из которых изготавливаются элементы лентопротяжных механизмов и другие детали, по которым происходит трение магнитных лент (металлы, пластмассы, резины, магнитные сплавы).

В результате учета перечисленных особенностей применялась следующая методика эксперимента. Отрезок магнитной ленты  $l$  (применялись ленты шириной 35 мм) длиной 200 мм укладывали на пластину из эбонита  $1a$ , изготовленную в форме образца (см. рис. 1) следующих размеров: длина 80 мм, ширина 35 мм, толщина 5 мм; один конец ленты заворачивали вокруг торца пластины, и в таком виде пластину с лентой укрепляли в зажимах каретки 3, второй конец ленты оставляли свободным.

При подобном креплении ленты обеспечивается ее равномерное натяжение во время эксперимента за счет самой силы трения и устраняется возможность образования складок и волн. Состояние поверхности ленты стабилизировалось перед экспериментом путем многократного пропускания ее через стандартный лентопротяжный механизм. Каждый образец ленты использовался один раз. На одном образце ленты (на различных участках его длины) обычно удавалось несколько раз измерить силу трения. Коэффициенты трения определялись отдельно для рабочей и нерабочей сторон ленты при различных нагрузках в диапазоне от 0,2 до 3 кгс. Измерения проводились в основном при скорости скольжения 0,02 см/сек. Как показали эксперименты, в диапазоне скоростей от 0,01 до 0,2 см/сек коэффициент трения покоя не зависит от скорости (различие составляет не более 5%). Цилиндрические образцы 2 из испытуемого материала (диаметр 5,05 мм для твердых материалов и 6 мм для резин), укрепленные жестко на пластине 8, притирались своими торцами для того, чтобы их поверхности находились в одной плоскости, а затем полировались. Перед экспериментом поверхности образцов обезжиривали спиртом. Резиновые образцы притирали на тонкой шлифовальной шкурке М-14 для получения плоскостности и для удаления поверхностного слоя, свойства которого после

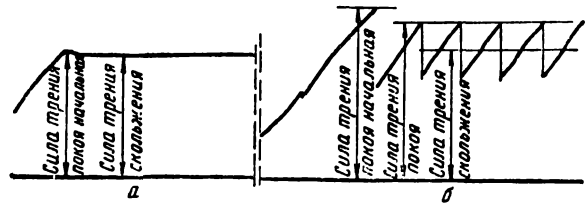


Рис. 2. Осциллограммы силы трения магнитных лент:

$a$  — резина по ленте типа «сигма» (нерабочая сторона);  
 $b$  — капрон по ленте типа 7В (магнитный слой)

вулканизации несколько отличаются от свойств всего материала. Перед экспериментом образцы резины тщательно очищали от зерен абразива (поверхности контролировались через микроскоп) и затем промывали мыльной и дистиллированной водой. После установки образцов на приборе записывалась осциллограмма силы трения на участке 10—15 мм. В процессе записи иногда возникали релаксационные колебания, а в ряде случаев такие колебания отсутствовали. Как следует из ранее выполненных исследований [1, 2], это зависит от свойств материалов трущейся пары, условий эксперимента и упругости измерительной системы. В любом случае по осциллограммам можно было определить силу трения покоя. Осциллограммы обоих типов изображены на рис. 2; там же указаны уровни, соответствующие силе трения покоя и силе трения скольжения при заданной скорости. Коэффициент трения определяется как частное от деления силы трения на общую нагрузку на испытуемые образцы. Поскольку магнитная лента является пленкой, можно было предположить, что на величину коэффициента трения будет влиять жесткость основания, на котором лежит лента. Был поставлен отдельный эксперимент, в котором в качестве основания использовались эбонитовая и резиновая пластины. Результаты эксперимента показаны на рис. 3, из которого видно, что для данных условий жесткость основания не влияет на величину силы трения. Это объясняется тем, что чистота поверхностей трения была высокой (образцы имели чистоту поверхности по 12-му классу по ГОСТу 2789—59, а ленты имели высоту неровностей 0,2—1,3 м, что соответствует 9—12-му классу); благодаря этому процесс трения локализуется в тонком поверхностном слое, намного меньшем толщины лент, которая •

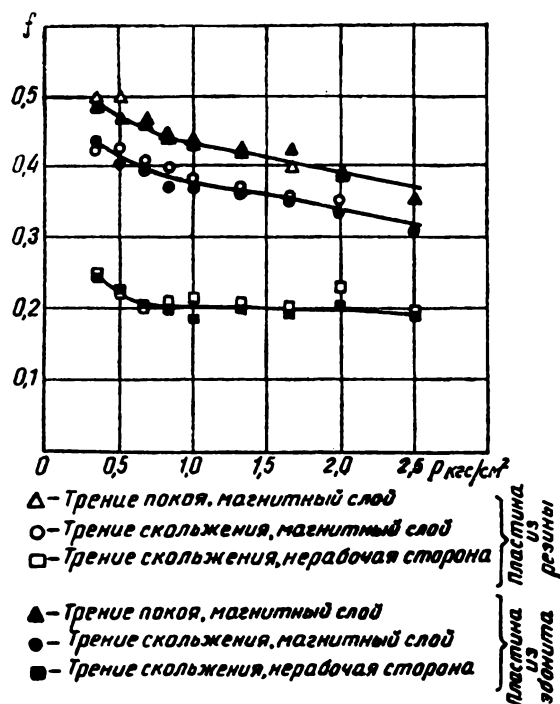


Рис. 3. Влияние на коэффициент трения жесткости пластины, на которую укладывается магнитная лента. Лента типа 2В, цилиндрические образцы из стали 10

колебалась от 50 до 120  $\mu$ , или толщины магнитного слоя ( $8 \div 20 \mu$ ).

По описанной методике были получены зависимости коэффициентов трения покоя от номинального давления на контакте для ряда материалов (металлов, пластмасс, резин) по нескольким типам магнитных лент (по рабочей и нерабочей сторонам). Номинальное давление на контакте определялось путем деления нагрузки на номинальную площадь контакта, которая для образцов из твердых материалов составляла  $0,6 \text{ см}^2$ , а для образцов из резины —  $0,85 \text{ см}^2$ . Характер полученных зависимостей, примеры которых приведены на рис. 4, различен и зависит от механизма трения; в рассматриваемом случае он в основном будет определяться видом контактной деформации. При упругих контактных деформациях имеет место падающая зависимость коэффициента трения от нагрузки (например, для резины, см. рис. 4), что согласуется с большим количеством ранее опубликованных данных [3—5]. В условиях пластического

• контакта возрастает зависимость коэффи-

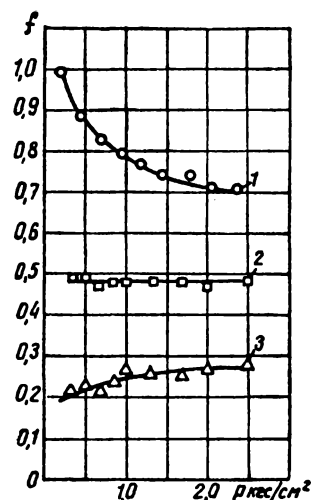


Рис. 4. Зависимости коэффициента трения от нагрузки:

1 — резина по ленте типа 2В, магнитный слой; 2 — органическое стекло по ленте типа 2В, магнитный слой; 3 — дюраль Д16Т по ленте типа «сигма», нерабочая сторона

циента трения от нагрузки (см. рис. 4). При упруго-пластических контактных деформациях коэффициент трения мало меняется при изменениях нагрузки.

### Выводы

1. Показано, что при использовании полированных поверхностей жесткость пластины, на которую укладывается полоска магнитной ленты, не влияет на величину коэффициента трения.

2. Показано, что коэффициент трения различных материалов зависит от давления на контакты. Характер указанной зависимости различен и определяется видом контактных деформаций на выступах шероховатых поверхностей.

### ЛИТЕРАТУРА

- Ишлинский А. Ю., Крагельский И. В., О скачках при трении, Журнал технической физики, вып. 4—5, 1944, 14.
- Костерин Ю. И., Механические автоколебания при сухом трении, изд. АН СССР, 1960.
- Schallamach A., Friction and Abrasion of Rubber, Wear, 1957/1958, 1, № 5, 384—417.
- Барте́нев Г. М., Лаврентьев В. В., О законе трения при упругом контакте поверхностей. ДАН СССР, 1961, 141, № 2, 334—337.
- Крагельский И. В., Виноградова И. Э., Коэффициенты трения, Машгиз, 1962.



## ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ

534.833

Дано описание новых звукопоглощающих материалов, выпускаемых нашей промышленностью. Приведены измеренные в реверберационной камере частотные характеристики коэффициентов звукопоглощения этих материалов, а также ряда конструкций, которые могут быть рекомендованы для акустической обработки помещений.

В течение 1963—1964 гг. в лабораториях акустики Государственного Дома радиовещания и звукозаписи и Московского телецентра проводились исследования звукопоглощающих свойств различных акустических материалов, выпуск которых освоен рядом московских предприятий.

Многие из этих материалов, обладающие эффективными звукопоглощающими свойствами и хорошим внешним видом, широко применяются при акустической обработке радиовещательных и телевизионных студий, вспомогательных студийных помещений и помещений общественного назначения. В статье дано описание некоторых таких материалов.

### Акустические плиты комбината «Красный строитель» в г. Воскресенске

1. Плиты полужесткие (ПП-80) изготавливаются из минеральной ваты на синтетической основе (рис. 1). Их объемный вес  $80 \text{ кг/м}^3$ , размер  $100 \times 50 \text{ см}$ ; толщина 25, 50 и 100 мм.

Плиты ПП-80 обладают высокими коэффициентами звукопоглощения и широко используются в качестве заполнителя в конструкциях с жестким сплошным или перфорированным покровным листом, а также с покрытием редкой декоративной сеткой или рейками. Они негорючи, не подвержены деформации, легко режутся и удобны при сборке конструкций.

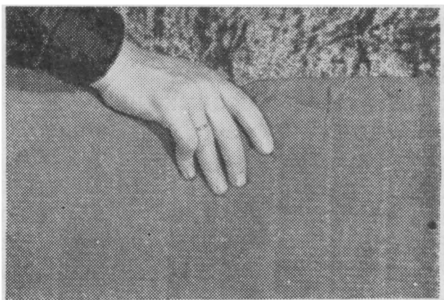


Рис. 1. Минераловатная прессованная плита ПП-80

Коэффициенты звукопоглощения плит толщиной 100 мм, измеренные при укладке их вплотную к полу камеры и с отнoсами 50 и 100 мм, приведены на рис. 2.

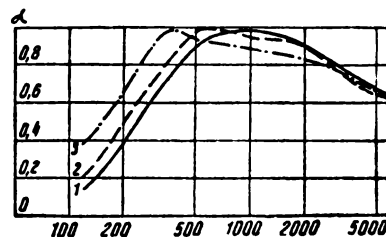


Рис. 2. Плиты ПП-80 толщиной 50 мм:

1 — без отнoса; 2 — отнoс 50 мм; 3 — отнoс 100 мм

2. Плиты акустические декоративные (ПА-Д) выполнены на той же основе, что и плиты ПП-80 (рис. 3, верхняя плита). Лицевая сторона их покрыта тонким гладким слоем белой краски. Объемный вес  $130 \text{ кг/м}^3$ ; размеры  $45 \times 45 \times 2 \text{ см}$ .

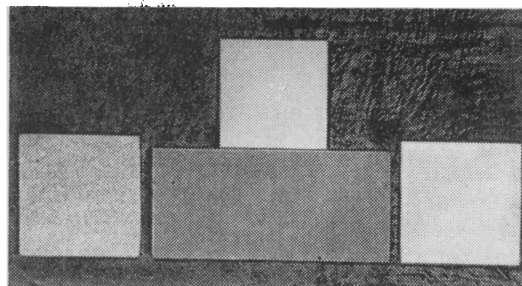


Рис. 3. Образцы материалов, выпускаемых комбинатом «Красный строитель»:

слева — плита ПАС, справа — ПАО, в середине: наверху — ПА-Д, внизу — ПП-80

На рис. 4 приведены частотные характеристики коэффициентов звукопоглощения плит, измеренные при различных вариантах укладки их на полу измерительной камеры. Плиты ПА-Д в сочетании с другими ма-

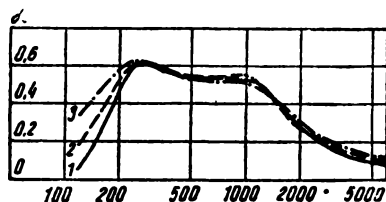


Рис. 4. Плиты ПА-Д:  
1 — без относ.; 2 — относ 50 мм; 3 — относ 100 мм

териалами используются для акустической обработки студийных помещений.

3. Плиты акустические отделочные с отверстиями (ПА-О) выполнены на базе плит ПА-Д. Поверхность, покрытая гладким слоем белой краски, проперфорирована несквозными отверстиями диаметром 4,2 мм глубиной 5 мм, с расстоянием между центрами отверстий 14 мм (рис. 3, правая плита). Объемный вес  $130 \text{ кг/м}^3$ , размеры  $50 \times 50 \times 2 \text{ см}$ . Частотные характеристики звукопоглощения плит приведены на рис. 5

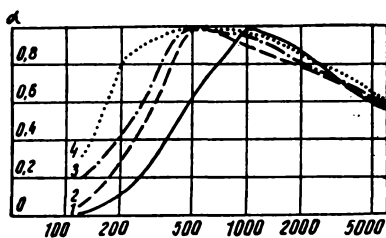


Рис. 5. Плиты ПА-О:  
1 — без относ.; 2 — относ 50 мм; 3 — относ 50 мм с заполнителем  
4 — относ 50 мм с заполнителем

Эти плиты применяются в комбинациях с другими материалами и конструкциями для акустической обработки студий.

4. Плиты акустические стандартные (ПА-С) выполнены на той же основе и отличаются от плит ПА-Д тем, что краска на их лицевую сторону не наносится сплошным, гладким слоем, а набрызгивается, закрывая только 30% поверхности (см. рис. 3, левая плита).

Измеренные частотные характеристики звукопоглощения ПА-С приведены на рис. 6. Для сравнения на рис. 7 приведены частотные характеристики коэффициентов звукопоглощения импортных плит «Травертон», которыми обработаны потолки фойе Кремлевского Дворца съездов, кинотеатра «Россия» и некоторых помещений «Мосфильма».

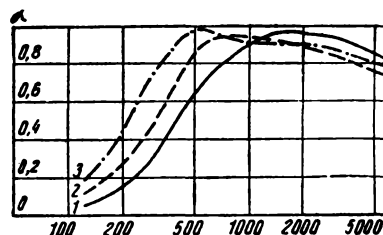


Рис. 6. Плиты ПА-С:  
1 — без относ.; 2 — относ 50 мм; 3 — относ 100 мм

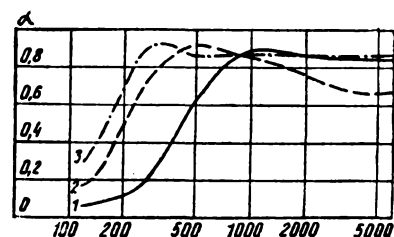


Рис. 7. Плиты «Травертон»:  
1 — без относ.; 2 — относ 50 мм; 3 — относ 100 мм

Из сравнения рис. 6 и 7 видно, что плиты ПА-С по акустическим параметрам близки к «Травертону», но уступают им по механической прочности и внешнему виду.

Все акустические плиты, выпускаемые воскресенским комбинатом «Красный строитель», применяются в комбинациях с другими материалами и конструкциями для обработки радио- и телевизионных студий, а также помещений, в которых необходимо снизить уровень шума (фойе, коридорах, цехах, машбюро и др.).

Необходимо, однако, отметить, что поверхность всех этих плит недостаточно жестка, и поэтому не рекомендуется облицовывать ими нижние части стен.

#### Акустические плиты Павшинского комбината

В 1964 г. Павшинский комбинат термоизоляционных и гипсовых изделий освоил выпуск негорючих перфорированных плит из сухой гипсовой штукатурки.

Размеры плит  $40 \times 40 \text{ см}$  (в настоящее время здесь же выпускаются плиты размером  $50 \times 50 \text{ см}$ ), толщина 10 мм со сквозными 7-мм отверстиями; расстояние между центрами отверстий 18 мм.

Первые выпуски плит были двух типов: 1) с подклеенным слоем минерального вой-

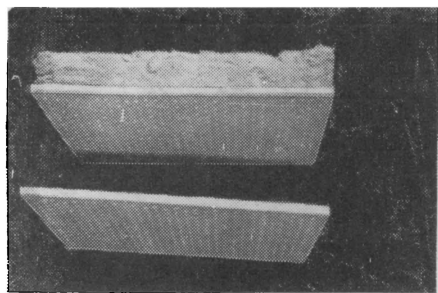


Рис. 8. Плиты из гипсовой штукатурки с подклейкой минеральной ватой и бязью

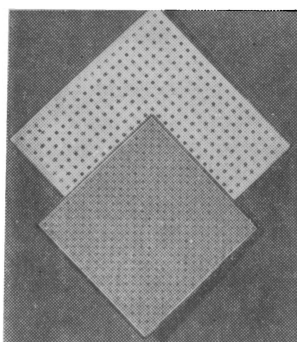


Рис. 9. Внешний вид гипсовых плит с разным рисунком перфорации:

верхняя плита — белая, нижняя — темная

лока толщиной 5 см; 2) с подклеенной тканью (бязь, артикул 69) (рис. 8 и 9, нижняя плита).

В настоящее время комбинат выпускает плиты только второго типа с подклеенной бязью и без подклейки. Освоен выпуск плит с диаметром перфорации 10 мм и расстоянием между центрами перфорации 25 мм (см. рис. 9, верхняя плита).

Плиты имеют хороший внешний вид, могут быть окрашены масляной или клеевой краской (необходимо только проследить, чтобы краска не попала на подклеенную к плите ткань и чтобы не оказались замазанными сами отверстия).

Частотные характеристики плит даны на рис. 10, 11, 12.

Как подклеенные бязью, так и с пористым наполнителем плиты обладают значительным поглощением в области средних частот и могут быть использованы при корректировке частотных характеристик ревербера-

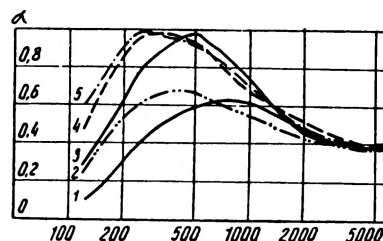


Рис. 10. Плиты акустические гипсовые с параметрами перфорации  $d = 7$  мм,  $D = 18$  мм:

подклеенные бязью: 1 — относ 50 мм; 2 — относ 100 мм; подклеенные слоем минеральной ваты толщиной 50 мм; 3 — без отнosa; 4 — относ 50 мм; 5 — относ 100 мм

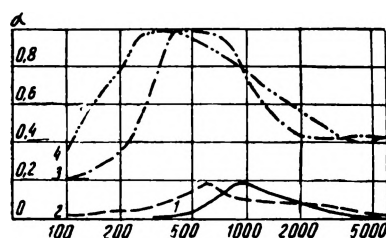


Рис. 11. Плиты акустические гипсовые с параметрами перфорации  $d = 10$  мм,  $D = 25$  мм:

1 — относ 50 мм; 2 — относ 100 мм; 3 — относ 50 мм с наполнителем ПП-80; 4 — относ 100 мм с наполнителем ПП-80

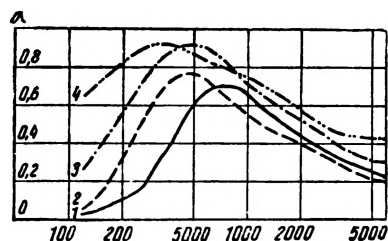


Рис. 12. Те же плиты, подклеенные бязью:

1 — относ 50 мм; 2 — относ 100 мм; 3 — относ 50 мм с наполнителем ПП-80; 4 — относ 100 мм с наполнителем ПП-80

ции студий и вспомогательных студийных помещений.

Акустический фибролит — один из новых материалов, изготавливаемый из смеси древесной шерсти с цементом; в сочетании с другими материалами он применяется для акустической обработки помещений. Фибролит выпускается деревообделочным комбинатом № 5 в г. Кунцево.

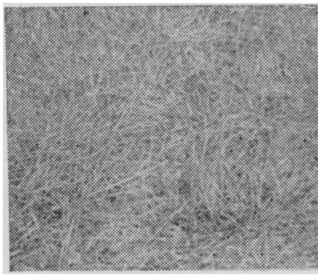


Рис. 13. Фибролит

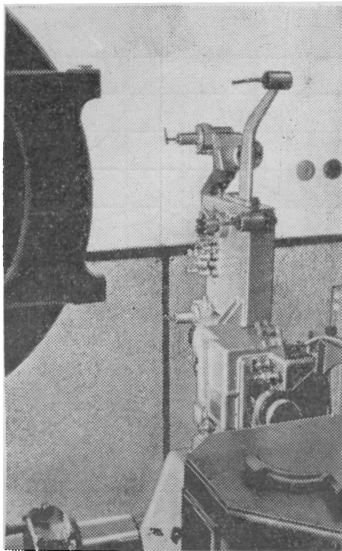


Рис. 14. Кинопроекционная на МТЦ, обработанная плитами ПАО и фибролитом

Размер плит  $3,0 \times 1,8$  м, толщина порядка 35 мм, натуральный цвет плит — серый, но они могут быть окрашены анилиновыми красками из пульверизатора (рис. 13).

При установке плит на расстоянии 15 и даже 10 см от ограждения значительно увеличиваются коэффициенты их звукопоглощения на низких частотах.

В комбинации с плитками ПАО (рис. 14) акустический фибролит (в виде панели) применен для отделки ряда технических аппаратных Московского телецентра.

Частотные характеристики коэффициентов звукопоглощения плит фибролита при

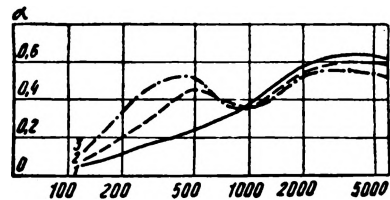


Рис. 15. Акустический фибролит:

1 — без отнosa; 2 — относ 50 мм; 3 — относ 100 мм

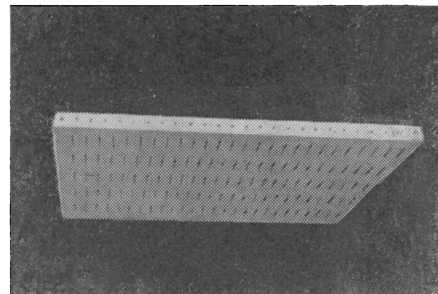


Рис. 16. Двухслойная древесно-волоконная плита

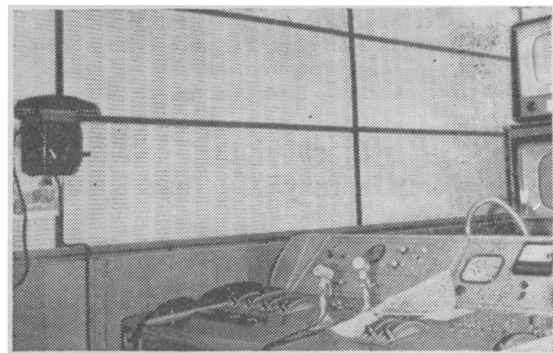


Рис. 17. Техническая аппаратная на МТЦ, обработанная двухслойными древесно-волоконными плитами

различном способе крепления его приведены на рис. 15.

Древесно-волоконные плиты (рис. 16), выпускаемые заводом древесно-волоконных плит в Москве, широко применяются при акустической отделке студий и студийных аппаратных (рис. 17).

Плиты состоят из двух слоев: верхний слой — твердая плита толщиной 4 мм, в ко-

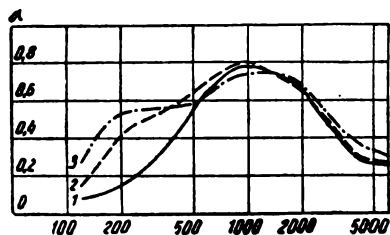


Рис. 18. Двухслойная древесно-волокнистая плита:

1 — без отнosa; 2 — относ 50 мм; 3 — относ 100 мм

торой прорезаны щели размером  $2 \times 56$  мм; расстояние между серединами щелей 15 мм; расстояние между рядами щелей 20 мм; нижний слой, подклеенный непосредственно к жесткой перфорированной плите, — мягкая древесно-волокнистая плита с объемным весом порядка  $200\text{--}250$  кг/м<sup>3</sup>.

Для увеличения поверхности поглощения в нижней, мягкой плите имеются канавки глубиной 6 мм, которые расположены под щелями верхней плиты.

Размеры плит  $120 \times 40$  см, общая толщина порядка 2 см. Плиты имеют хороший внешний вид и могут быть окрашены (например, масляной краской).

Частотные характеристики плит даны на рис. 18.

### Маты «Атимс»

Широко известный в Советском Союзе пористый материал — маты «Атимс» — представляет собой слой утонченного стекловолокна, обшитого с обеих сторон стеклотканью и простеганного. Размеры матов  $100 \times 80$  см; толщина 1,5 см. Маты удобны в работе, но из-за своей дороговизны применяются ограниченно, так как для повышения поглощения на низких частотах их нужно ставить в четыре-пять слоев.

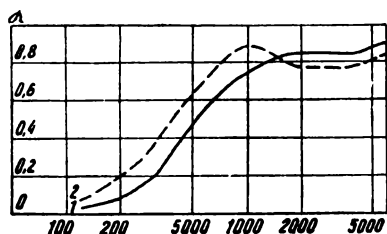


Рис. 19. Маты «Атимс»:

1 — без отнosa; 2 — относ 50 мм

Маты «Атимс» могут применяться в конструкциях с жестким покровным сплошным или перфорированным листом и в качестве высокочастотного абсорбента с акустически прозрачным экраном (декоративной решеткой, сеткой и т. п.).

Частотные характеристики звукопоглощения матов «Атимс» даны на рис. 19.

### «Вермикулит»

В настоящее время институт Теплопроект разработал пористые плиты «Вермикулит», выполненные из отходов слюды на синтетической связке.

Размеры плит  $50 \times 50 \times 2,5$  см. Вермикулит обладает довольно ровной характеристикой звукопоглощения в полосе 250—500 гц (при отнosa от поверхности на 50 мм) и может быть использован в качестве заполнителя в конструкциях как с покровным листом, так и с декоративной решеткой или сеткой.

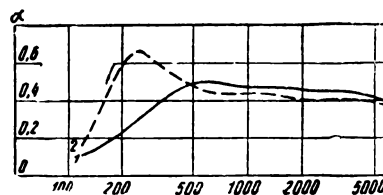


Рис. 20. Плиты «Вермикулит»:

1 — без отнosa; 2 — относ 50 мм

Частотные характеристики коэффициентов звукопоглощения плит вермикулита даны на рис. 20.

### Плиты «Стилит»

Наряду с плитами ПП-80, описание которых дано ранее, в качестве пористого заполнителя в конструкциях с жестким сплошным или перфорированным покровным листом или с акустически прозрачным экраном широко применяются минераловатные плиты «Стилит», изготавливаемые Московским заводом минераловатных изделий (станция Железнодорожная).

Нами были измерены частотные характеристики коэффициентов звукопоглощения этих плит без покрытия и с покрытием полиэтиленовой или полихлорвиниловой пленкой (толщиной соответственно 1,3 и 0,3 мм).

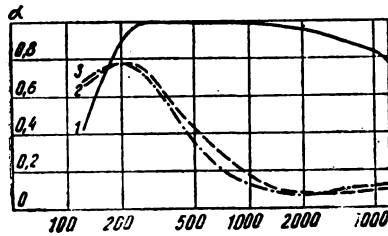


Рис. 21. Плиты «Стилит»: 1 — без покрытия; 2 — с покрытием полиэтиленовой пленкой; 3 — с покрытием полихлорвиниловой пленкой

Полученные коэффициенты звукопоглощения приведены на рис. 21.

Как видно из результатов измерений, покрытие плит пленкой любого из названных типов позволяет значительно понизить их поглощение на высоких частотах. Это бывает необходимо при корректировке частотных характеристик реверберации студий и залов больших размеров, в которых на высоких частотах начинает сильно сказываться поглощение звука воздухом и дополнительное поглощение конструкциями в этой области частот нежелательно.

### Резонансные конструкции

Кроме измерений материалов, изготовляемых отечественной промышленностью, нами были измерены акустические свойства большого количества конструкций, используемых для акустической обработки радиовещательных и телевизионных студий и изготовляемых непосредственно на стройке.

До недавнего времени единственным материалом, применяемым при изготовлении этих конструкций, была фанера. В настоящее время она вытесняется древесностружечными плитами, пластиком, ацеидом.

Наиболее распространенными конструкциями, которые применяются при акустической обработке студий наряду с плиточными материалами, являются панели и различного рода перфорированные конструкции. Описание некоторых из них и частотные характеристики коэффициентов звукопоглощения их приведены ниже.

### Панели из древесностружечных плит (ДСП)

Плиты объемным весом  $600 \text{ кг/м}^3$ , размером  $350 \times 175 \text{ см}$  и толщиной  $20 \text{ мм}$  выпускаются необлицованными и с различной поверхностной облицовкой.

В камере исследовались плиты необлицованные, укрепленные на деревянном каркасе с ячейками размером  $150 \times 50 \text{ см}$ .

На рис. 22 приведены частотные характеристики звукопоглощения панелей из плит ДСП при различной толщине воздушного промежутка за плитами (заполнение этого промежутка слоем пористого материала дало незначительное увеличение коэффициентов звукопоглощения).

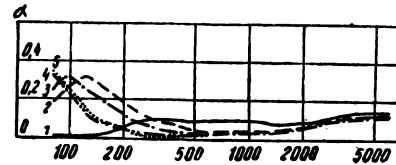


Рис. 22. Плиты ДСП: 1 — без отнosa; 2 — отнos 50 мм; 3 — отнos 100 мм; 4 — отнos 150 мм; 5 — отнos 200 мм

Для определения звукопоглощающей способности самих плит один вариант измерений был проведен при укладке плит без каркаса вплотную к поверхности ограждения.

Панели из плит ацеида (асбоцементные) выпускаются комбинатом «Красный строитель» в г. Воскресенске; размер их  $120 \times 80 \times 0,8 \text{ см}$ , объемный вес  $2000 \text{ кг/м}^3$ .

Панели из этих плит выполнены в ряде помещений телецентра, например, в телекинопроекторных. Плиты хорошо окрашиваются и могут быть проперфорированы.

При измерениях в реверберационной камере плиты ацеида, как и плиты ДСП, крепятся к деревянному каркасу.

Частотные характеристики звукопоглощения даны на рис. 23.

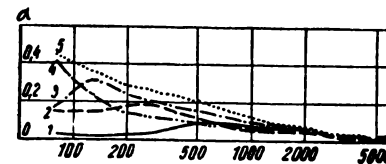


Рис. 23. Ацеид: 1 — без отнosa; 2 — отнos 50 мм; 3 — отнos 100 мм; 4 — отнos 150 мм; 5 — отнos 200 мм

### Панели из фанеры

Для панелей, устанавливаемых в целом ряде помещений радиодомов и телецентров, применяется фанера толщиной  $8-10 \text{ мм}$ .

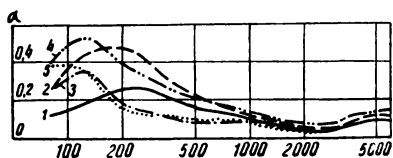


Рис. 24. Панели из фанеры:  
1 — относ 50 мм; 2 — относ 50 мм с за-  
полнителем ПП-80; 3 — относ 100 мм;  
4 — относ 100 мм с наполнителем ПП-80;  
5 — относ 200 мм

Полученные частотные характеристики звукопоглощения даны на рис. 24.

### Перфорированные конструкции

В настоящей статье приведены звукопоглощающие свойства лишь небольшого количества перфорированных конструкций, широко применяемых при акустической обработке студий любого назначения и вспомогательных студийных помещений.

Эти конструкции состоят из деревянного каркаса с ячейками размером  $100 \times 50$  см или  $50 \times 50$  см, заполненными пористым материалом (плитами ПП-80 или минераловатными плитами «Стилит»).

Поверх звукопоглощающего слоя укрепляются жесткие перфорированные листы из различных материалов (наиболее распространенные материалы: фанера — 4—5 мм толщины, слоистый пластик, жесткие древесноволокнистые плиты). Общий вид конструкции с перфорированным покрытием показан на рис. 25. В последнее время большое распространение получили конструкции с перфорированным дюралюми-

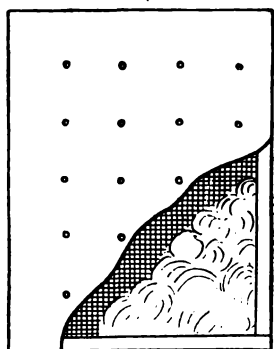


Рис. 25. Конструкция с перфорированным покрытием

ниевым покрытием. Чтобы предотвратить возможное проникновение минеральной пыли от наполнителя через отверстия перфорированного листа, перед укреплением его к каркасу на слой пористого наполнителя натягивается редкая мешковина, паковочная ткань или марля в два слоя.

На рис. 26—28 приведены частотные характеристики поглощения ряда измеренных в камере перфорированных конструкций с покровными листами только из фане-

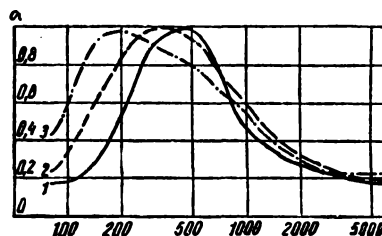


Рис. 26. Конструкции из перфорированной фанеры с параметрами перфорации  $d = 4$  мм,  $D = 40$  мм

На рис. 26—28: 1 — относ 50 мм с наполнителем; 2 — относ 100 мм с наполнителем; 3 — относ 200 мм со слоем наполнителя толщиной 100 мм (заполнитель — плиты ПП-80)

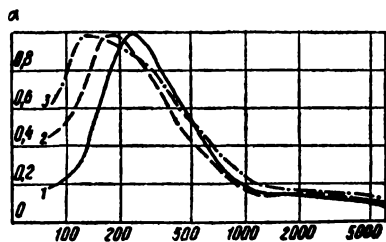


Рис. 27. То же с параметрами  $d = 7$  мм,  $D = 30$  мм

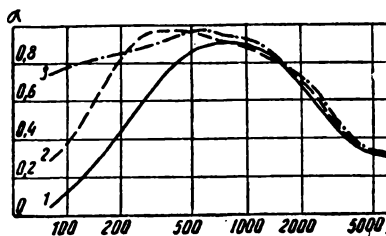


Рис. 28. То же со щелевой перфорацией

ры, так как коэффициенты звукопоглощения меняются незначительно при различных покровных материалах, близких по толщине. Звукопоглощающие свойства конструкций зависят как от параметров перфорированных листов (диаметра отверстий и расстояния между ними), так и от толщины пористого заполнителя в них, поэтому все эти параметры широко варьировались в измеренных в камере конструкциях.

Из приведенных частотных характеристик коэффициентов звукопоглощения видно, что перфорированные конструкции обладают резонансным поглощением, поэтому они применяются при акустической обработке студий вместе с другими материалами и конструкциями и, кроме того, широко используются при акустической корректировке частотной характеристики реверберации в студиях и вспомогательных студийных помещениях.

Отмечая в заключение как положительный фактор освоение и выпуск нашей промышленностью ряда акустических материалов, необходимо указать, что при серийном выпуске внешний вид материалов в ряде случаев значительно ухудшился по сравнению с первыми образцами (например, плиты ПАС воскресенского комбината).

Ассортимент выпускаемых материалов еще недостаточен. Его нужно значительно расширить за счет разработки и освоения выпуска плит типа «Травертон», различных плит на базе перлита и другого негорючего сырья.

Кроме того, необходимо наладить промышленный выпуск акустических конструкций с перфорированным и неперфорированным покрытием из различных материалов.

*Государственный Дом радиовещания и звукозаписи,  
Московский телецентр*



# О ДОПУСТИМЫХ УГЛАХ НАКЛОНА ПРОЕКЦИИ СТЕРЕОКИНОИЗОБРАЖЕНИЯ

778.534.1

Дан теоретический и экспериментальный анализ определения допустимых углов наклона оптических осей кинопроекторов при различных видах стереопроекции. Получены формулы для подсчета углов стереокинопроекции, предельно-допустимых как в отношении учета физиологии стереовосприятия, так и в отношении отсутствия заметных искажений заснятых объектов. Дано описание поставленных опытов, результаты которых согласуются с расчетами по формулам.

## Введение

При демонстрации стереокиноизображений оптические оси объективов кинопроекторов, как правило, неперпендикулярны к плоскости экрана.

В настоящее время у нас существует два вида стереокинопроекции — в поляризованном свете и на растровый экран. Проекция пары стереоизображений может осуществляться с одного кинопроектора, оба изображения расположены на одной пленке или с двух синхронно связанных кинопроекторов на двух пленках.

В зависимости от значений углов наклона оптических осей кинопроекторов, от величины их разности происходят искажения координат ( $\delta X$ ,  $\delta Y$ ) точек изображения на экране, а вместе с этим возникают и искажения основной характеристики стереокадра — разности горизонтальных параллаксов —  $\delta(\Delta p)$ . Кроме того, неодинаковое искажение ординат идентичных точек приводит к возникновению вертикальных параллаксов на экране.

В литературе нет данных о предельно-допустимых углах стереоскопической кинопроекции, нет теоретического анализа, предопределяющего значения этих углов.

Настоящая статья посвящена решению этого вопроса на основе использования теоретической базы стереофотограмметрии и учета физиологических особенностей бинокулярного зрения человека.

Опыт показывает, что при наблюдении стереоэффекта на экране возникают трудности в стереовосприятии, двоение изображений и т. п., если разности горизонтальных параллаксов стереокадров превышают определенную норму и если появляются вертикальные параллаксы, превосходящие известные пределы.

Приняв во внимание эти особенности и получив математическое выражение зави-

симости возникающих вертикальных параллаксов и искажений разностей горизонтальных параллаксов от углов наклона проекции, мы можем отыскать пределы углов наклона проекции, допустимые с точки зрения учета так называемого физиологического критерия.

Допустимость углов проекции, определенных таким способом для конкретных условий, надлежит затем проверить и с точки зрения отсутствия заметных искажений стереоизображений заснятых объектов (условимся называть это учетом эстетического критерия). Последнее возможно лишь экспериментальным путем.

## 1. Анализ искажения разностей горизонтальных параллаксов и возникновения вертикальных параллаксов

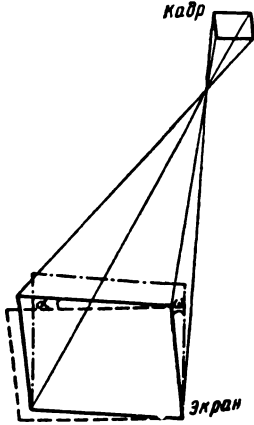
Предположим, что стереоизображения получены в условиях отсутствия взаимных углов наклона оптических осей съемочных камер.

Тогда искажения горизонтальных параллаксов и их разностей, а также возникновение вертикальных параллаксов на экране можно рассматривать как функцию только углов наклона проекции.

Рассмотрим характер искажения горизонтальных параллаксов и возникновения вертикальных параллаксов (на экране) в общем виде, т. е. при наличии горизонтальных и вертикальных углов наклона, неодинаковых для левого и правого изображений.

Пусть существуют следующие углы наклона:  $\alpha$ ,  $\omega$  — для левого изображения;  $\alpha'$ ,  $\omega'$  — для правого изображения, где  $\alpha$ ,  $\alpha'$  — горизонтальные углы наклона осей проекции относительно нормали к экрану или относительно оси экрана,  $\omega$ ,  $\omega'$  — вертикальные углы наклона осей проекции. В общем случае  $\alpha \neq \alpha'$ ,  $\omega \neq \omega'$ .

Допустим, что наклон на тот или иной угол получает не проектор, а экран (см. рисунок), и будем рассматривать изобра-



жение, переданное на наклоненный экран как искаженное или трансформированное; изображение же, спроецированное на воображаемый идеальный экран, параллельный плоскости кадра, как неискаженное. Тогда для определения искажений горизонтальных параллаксов (горизонтальный параллакс есть разность абсцисс одноименных точек левого и правого изображений) и для определения величин возникающих вертикальных параллаксов (разность ординат одноименных точек) мы можем использовать известные [1, 2, 3] из стереофотограмметрии формулы приращения координат, позволяющие определить поправки ( $\delta X$ ,  $\delta Y$ ) к координатам, искаженным вследствие влияния углов наклона стереоизображений. С сохранением величин 2-го порядка малости значения  $\delta X$  и  $\delta Y$  запишутся:

$$\delta X = \frac{XY}{L} \omega + \left( L + \frac{X^2}{L} \right) \alpha + X \left( \frac{1}{2} + \frac{Y^2}{L^2} \right) \omega^2 + X \left( 1 + \frac{X^2}{L^2} \right) \alpha^2 + 2Y \frac{X^2}{L^2} \alpha \omega. \quad (1)$$

$$\delta Y = \left( L + \frac{Y^2}{L} \right) \omega + \frac{XY}{L} \alpha + Y \left( 1 + \frac{Y^2}{L^2} \right) \omega^2 + Y \left( \frac{1}{2} + \frac{X^2}{L^2} \right) \alpha^2 + X \left( 1 + 2 \frac{Y^2}{L^2} \right) \alpha \omega, \quad (2)$$

где:  $X$ ,  $Y$  — координаты точек левого или правого изображения на экране;  $L$  — расстояние от проекционных объективов до экрана.

Для определения искажений горизонтальных параллаксов, очевидно, следует взять разность величин  $\delta X$  и  $\delta X'$  для левого и правого снимков, которая при учете (1) запишется в виде

$$\begin{aligned} \delta p = \delta X - \delta X' = & \frac{XY}{L} \omega + \left( L + \frac{X^2}{L} \right) \alpha + \\ & + X \left( \frac{1}{2} + \frac{Y^2}{L^2} \right) \omega^2 + X \left( 1 + \frac{X^2}{L^2} \right) \alpha^2 + \\ & + 2Y \frac{X^2}{L^2} \alpha \omega - \frac{X'Y'}{L} \omega' - \left( L + \frac{X'^2}{L} \right) \alpha' - \\ & - X' \left( \frac{1}{2} + \frac{Y'^2}{L^2} \right) \omega'^2 - X' \left( 1 + \frac{X'^2}{L^2} \right) \alpha'^2 - \\ & - 2Y' \frac{X'^2}{L^2} \alpha' \omega', \end{aligned} \quad (3)$$

где:  $X$ ,  $Y$  — координаты какой-либо точки левого изображения на экране;  $X'$ ,  $Y'$  — координаты идентичной точки правого изображения.

Возникающее при этом на экране искажение разности горизонтальных параллаксов запишется в виде

$$\delta(\Delta p) = \delta p_{\max} - \delta p_{\min} = (\delta X_1 - X \delta'_1) - (\delta X_2 - \delta X'_2), \quad (4)$$

где:  $\delta p_{\max}$  — искажение горизонтального параллакса точек самого ближнего плана заснятого пространства;  $\delta p_{\min}$  — искажение горизонтального параллакса точек дальнего плана;  $\delta X_1$ ,  $\delta X'_1$  — искажение абсцисс идентичных точек ближнего плана на экране;  $\delta X_2$ ,  $\delta X'_2$  — искажение абсцисс идентичных точек дальнего плана.

С учетом (3) будем иметь

$$\begin{aligned} \delta(\Delta p) = & \frac{X_1 Y_1 - X_2 Y_2}{L} \omega + \frac{X_1^2 - X_2^2}{L} \alpha + \\ & + \left( \frac{X_1 - X_2}{2} + \frac{X_1 Y_1^2 - X_2 Y_2^2}{L^2} \right) \omega^2 + \\ & + \left( X_1 - X_2 + \frac{X_1^3 - X_2^3}{L^2} \right) \alpha^2 + \frac{2(X_1^2 Y_1 - X_2^2 Y_2)}{L^2} \alpha \omega - \\ & - \frac{X'_1 Y'_1 - X'_2 Y'_2}{L} \omega' - \frac{X_1'^2 - X_2'^2}{L} \alpha' - \\ & - \left( \frac{X'_1 - X'_2}{2} + \frac{X'_1 Y_1'^2 - X'_2 Y_2'^2}{L^2} \right) \omega'^2 - \\ & - \left( X'_1 - X'_2 + \frac{X_1'^3 - X_2'^3}{L^2} \right) \alpha'^2 - \\ & - \frac{2(X_1'^2 Y'_1 - X_2'^2 Y'_2)}{L^2} \alpha' \omega', \end{aligned} \quad (4')$$

где:  $X_1, X'_1, Y_1, Y'_1$  — координаты идентичных точек ближнего плана на экране;  $X_2, X'_2, Y_2, Y'_2$  — координаты точек дальнего плана.

Выражение (4') позволяет определить искажения разностей горизонтальных параллаксов, возникающие в случае проекции с углами наклона  $\alpha \neq \alpha'$ ;  $\omega \neq \omega'$ .

Вертикальные параллаксы, возникающие на экране при углах проекции  $\alpha, \alpha', \omega, \omega'$ , очевидно, выразятся как

$$q = \delta Y - \delta Y'. \quad (5)$$

При этом значения разностей вертикальных параллаксов запишутся в виде

$$\Delta q = q_{\max} - q_{\min}, \quad (6)$$

где  $q_{\max} = \delta Y_1 - \delta Y'_1$  — вертикальный параллакс точек ближнего плана заснятого пространства;  $q_{\min} = \delta Y_2 - \delta Y'_2$  — вертикальный параллакс точек дальнего плана. С учетом (2) выражение (6) переписывается в виде

$$\begin{aligned} \Delta q = & \frac{Y_1^2 - Y_2^2}{L} \omega + \frac{X_1 Y_1 - X_2 Y_2}{L} \alpha + \\ & + \left( Y_1 - Y_2 + \frac{Y_1^3 - Y_2^3}{L^2} \right) \omega^2 + \\ & + \left( \frac{Y_1 - Y_2}{2} + \frac{Y_1 X_1^2 - Y_2 X_2^2}{L^2} \right) \alpha^2 + \\ & + \left[ X_1 - X_2 + \frac{2(X_1 Y_1^2 - X_2 Y_2^2)}{L^2} \right] \alpha \omega - \\ & - \frac{Y_1^3 - Y_2^3}{L} \omega' - \frac{X_1 Y_1 - X_2 Y_2}{L} \alpha' - \\ & - \left( Y_1 - Y_2 + \frac{Y_1^3 - Y_2^3}{L^2} \right) \omega'^2 - \\ & - \left( \frac{Y_1 - Y_2}{2} + \frac{Y_1 X_1^2 - Y_2 X_2^2}{L^2} \right) \alpha'^2 - \\ & - \left[ X_1 - X_2 + \frac{2(X_1 Y_1^2 - X_2 Y_2^2)}{L^2} \right] \alpha' \omega'. \quad (6') \end{aligned}$$

Формулы (4') и (6') получены для общего случая, когда  $\alpha \neq \alpha'$  и  $\omega \neq \omega'$ . Однако на практике приходится сталкиваться с углами проекции в таких вариантах: 1)  $\alpha = \alpha'$ ;  $\omega = \omega'$ , когда левое и правое изображения расположены на одной пленке; 2)  $\alpha \neq \alpha'$ ;  $\omega = \omega'$ , когда изображения расположены на двух отдельных пленках и демонстрируются с двух кинопроекторов.

Перепишем формулы (4') и (6') для случая  $\alpha = \alpha'$ ;  $\omega = \omega'$ , опуская при этом члены, влиянием которых, как показали предварительные расчеты, можно пренебречь без ущерба для точности.

В результате будем иметь

$$\begin{aligned} \delta(\Delta p) = & \frac{X_1 Y_1 - X_1' Y_1' + X_2' Y_2' - X_2 Y_2}{L} \omega + \\ & + \frac{X_1^2 - X_2^2 + X_2'^2 - X_1'^2}{L} \alpha + \\ & + \frac{X_1 - X_2 + X_2' - X_1'}{2} \omega^2 + \\ & + (X_1 - X_2 + X_2' - X_1') \alpha^2. \quad (7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta q = & \frac{Y_1^2 - Y_2^2 + Y_2'^2 - Y_1'^2}{L} \omega + \\ & + \frac{X_1 Y_1 - X_2 Y_2 + X_2' Y_2' - X_1' Y_1'}{L} \alpha + \\ & + (Y_1 - Y_2 + Y_2' - Y_1') \omega^2 + \\ & + \frac{Y_1 - Y_2 + Y_2' - Y_1'}{2} \alpha^2 + \\ & + (X_1 - X_2 + X_2' - X_1') \alpha \omega. \quad (8) \end{aligned}$$

Для случая  $\alpha \neq \alpha'$ ;  $\omega = \omega'$ , также при удержании соответствующих членов более высокого порядка малости, запишем:

$$\begin{aligned} \delta(\Delta p) = & \frac{X_1 Y_1 - X_2 Y_2 + X_2' Y_2' - X_1' Y_1'}{L} \omega + \\ & + \frac{X_1 - X_2 + X_2' - X_1'}{2} \omega^2 + \frac{X_1^2 - X_2^2}{L} \alpha + \\ & + (X_1 - X_2) \alpha^2 + \frac{X_2'^2 - X_1'^2}{L} \alpha' + \\ & + (X_2' - X_1') \alpha'^2. \quad (9) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta q = & \frac{Y_1^2 - Y_2^2 + Y_2'^2 - Y_1'^2}{L} \omega + \\ & + (Y_1 - Y_2 + Y_2' - Y_1') \omega^2 + \frac{X_1 Y_1 - X_2 Y_2}{L} \alpha + \\ & + \frac{Y_1 - Y_2}{2} \alpha^2 + (X_1 - X_2) \alpha \omega + \\ & + \frac{X_2' Y_2' - X_1' Y_1'}{L} \alpha' + (X_2' - X_1') \alpha' \omega' + \\ & + \frac{Y_2' - Y_1'}{2} \alpha'^2. \quad (10) \end{aligned}$$

Формулы (7), (8), (9) и (10) позволяют предвычислить значения  $\delta(\Delta p)$  и  $\Delta q$  для

всех практически встречающихся условий стереокинопроекции.

Проведем подсчет этих величин для условий проекции стереокинотеатра со следующими параметрами:  $L = 17,2$  м;  $\alpha = \alpha' = +6^\circ$ ;  $\omega = \omega' = +8^\circ$ .

Коэффициент увеличения при проекции  $K = 138\times$ ;  $X_1 = 1,30$  м;  $X_2 = 1,45$  м;  $X'_2 = 1,525$  м;  $X'_1 = 1,225$  м;  $Y_1 = Y_2 = Y'_1 = Y'_2 = 1,05$  м.

В результате получим  $\delta(\Delta\rho) = 6,9$  мм;  $\Delta q = 3,3$  мм.

Предельно допустимые углы проекции в этом случае определяются, если учесть, что для данных условий наблюдения (расстояние до 1-го ряда  $L_s^1 = 7,5$  м) предельно-допустимыми величинами  $\delta(\Delta\rho)$  и  $\Delta q$  являются

$$\delta(\Delta\rho) = \frac{10'}{\rho'} L_s^1 = 21,8 \text{ м};$$

$$\Delta q = \frac{8' L_s^1}{\rho'} = 17,4 \text{ мм}.$$

Подсчеты по формулам (7) и (8), проведенные методом последовательных приближений, показывают, что при данных условиях эти величины возникнут, если будут иметь место углы проекции:  $\alpha = \alpha' = +14^\circ$ ;  $\omega = \omega' = +14^\circ$ . Эти углы и являются предельными в этих конкретных условиях проекции. При условии  $\alpha \neq \alpha'$ ;  $\omega = \omega'$  для параметров того же кинотеатра в качестве предельных будем иметь:  $\alpha = -9,5^\circ$ ,  $\alpha' = +9,5^\circ$ ;  $\omega = \omega' = +9,5^\circ$ .

Таковы способы предвычисления предельных углов стереопроекции, основанные на учете физиологического критерия, предусматривающего обеспечение условия спокойного, без напряжения и помех, восприятия стереокартины.

В таблице приведены значения величин  $\delta(\Delta\rho)$  и  $\Delta q$ , возникающих при различных комбинациях углов наклона проекции. Таблица составлена для разных параметров просмотрных залов.

Из тщательных расчетов по формулам макетирования [2] установлено, что знак горизонтального угла положителен при вращении оптической оси кинопроектора против часовой стрелки. Знак вертикального угла положителен при отклонении оптической оси кинопроектора вниз.

Заметим, что значения допустимых разностей вертикальных параллаксов ( $\Delta q$ ) и допустимых искажений разностей горизонтальных параллаксов  $\delta(\Delta\rho)$ , предопределяющие практические допуски на углы стереокинопроекции, определены экспериментально [4, 5] на основе субъективно-статистической оценки трудностей восприятия стереоизображений. Не исключено, что в дальнейшем с развитием науки и техники могут быть получены более точные значения этих величин. Соответственно этому могут быть уточнены практические допуски на углы стереокинопроекции.

Принципиальное решение задачи и ход расчетов при этом безусловно останутся без изменений.

$L$ (с.м.)	$X_1$ (с.м.)	$X_2$ (с.м.)	$X'_1$ (с.м.)	$X'_2$ (с.м.)	$Y_1=Y_2=Y'_1=Y'_2$ (с.м.)	$\alpha$	$\alpha'$	$\omega=\omega'$	$\delta(\Delta\rho)$ (мм)	$\Delta q$ (мм)
500	89	95	86	98	55	$-10^\circ$	$+10^\circ$	$0^\circ$	13,3	3,5
500	89	95	86	98	55	$-8^\circ$	$+8^\circ$	$0^\circ$	10,5	2,7
500	89	95	85	98	55	$-7,5^\circ$	$+7,5^\circ$	$0^\circ$	9,7	2,6
500	89	95	86	98	55	$-7^\circ$	$+7^\circ$	$0^\circ$	8,8	2,4
500	89	95	86	98	55	$0^\circ$	$+9^\circ$	$+9^\circ$	15,8	5,3
500	89	95	86	98	55	$0^\circ$	$+7^\circ$	$+9^\circ$	9,4	4,0
500	89	95	86	98	55	$0^\circ$	$+7^\circ$	$+8^\circ$	9,1	3,7
500	89	95	86	98	55	$0^\circ$	$+7^\circ$	$+7^\circ$	8,8	3,4
1720	380	400	371	408	156	$-3^\circ 20'$	$+6^\circ 40'$	$+9^\circ$	36,9	13,8
1720	380	400	371	408	156	$+1^\circ 40'$	$+6^\circ 40'$	$+9^\circ$	27,3	8,8
1720	380	400	371	408	156	$-3^\circ 20'$	$+1^\circ 40'$	$+9^\circ$	14,4	5,5

Примечание. При подсчетах величин  $\delta(\Delta\rho)$  и  $\Delta q$  за начало координат принимается центр экрана. Координаты выбираются по правилам:  $X_2 = \frac{T}{2}$ , где  $T$  — ширина экрана;  $X'_2 = X_2 + \frac{\Delta\rho}{2}$ ;  $X'_1 = X_1 - \frac{\Delta\rho}{2}$ ;  $X_1 = X_2 - \Delta\rho$ ;  $Y_1 = Y_2 = Y'_1 = Y'_2 = \frac{H}{2}$ , где  $H$  — высота экрана;  $\Delta\rho$  — предельно-допустимая разность горизонтальных параллаксов на экране.

## 2. Экспериментальная часть

Для проверки влияния предельных углов проекции (допускаемых по вышеописанным определениям) на возникновение заметных искажений стереокартины, а также с целью отыскания пределов этих углов, допускаемых только с точки зрения отсутствия ощутимых искажений стереомодели, была поставлена экспериментальная работа, состоявшая в визуальной сравнительной оценке двух одинаковых стереоизображений, посланных на два рядом расположенных экрана. При этом одна стереопара подавалась без углов наклона проецируемых лучей, а другая такая же стереопара — с углами наклона, величины которых изменялись. Оценка осуществлялась путем глазомерных определений протяженности сравниваемых стереомоделей в целом и по частям, а также путем сопоставления степени или качества стереоскопичности этих стереомоделей. В эксперименте были использованы четыре диапроектора типа УП и металлизированные экраны, расположенные впритык и на одной высоте. Ширина экранов изменялась от 1,2 до 2,0 м. Углы наклона задавались в вариантах: только горизонтальные; вертикальные и горизонтальные — в различных комбинациях.

Для анализа было отобрано 11 специально изготовленных двойных цветных стереопар, на которых в разном масштабе были засняты характерные объекты: пейзаж, портрет, архитектурные сооружения и объемные тест-объекты, представляющие собой кубы с разноцветными гранями.

Наблюдали через поляроидные очки с расстояний, соответствующих расположению первого ряда (1,5—2,0 ширины экрана) и последнего ряда (3,5—4 ширины экрана), с боковых и центральных мест этих рядов, т. е. с горизонтальными углами зрительных лучей и без них. Наблюдали также и с вертикальными углами наклона зрительных лучей. Углы наклона зрительных лучей допускались в пределах, предварительно экспериментально определенных в условиях наблюдения стереоизображений без углов проекции. Значения предельно допустимых вертикальных углов наклона зрительных лучей для первого и последнего рядов соответственно оказались равными: 24 и 17°, допустимых горизонтальных соответственно — 36 и 30° (относительно оси экрана).

В каждом случае изменения углов проекции на экране измерялись разности горизонтальных и вертикальных параллаксов. Следует заметить, что, коль скоро физиологический критерий допустимости на экране вертикальных параллаксов и искажения горизонтальных параллаксов был заранее твердо известен [4, 5]), интерес представляло экспериментальное определение углов проекции, допустимых с позиций учета только эстетического критерия — отсутствия заметных искажений заснятых объектов. Поэтому трудности стереовосприятия, возникающие при наблюдении стереопар с углами проекции, вызывающими недопустимые величины вертикальных и искажений разностей горизонтальных параллаксов, были заведомо предопределены и не принимались во внимание — искали независимо от влияния других факторов те пределы углов проекции, при которых еще не возникает заметных искажений.

Следует отметить, что способ сравнения каждого стереоизображения, спроецированного на экран с заданными углами наклона, с эталонным является весьма простым, удобным и достоверным, так как неизменно имела место однозначность мнений наблюдателей, независимо от их возраста и степени знакомства со стереоэффектом. Этот способ сравнения двух стереоизображений, наблюдаемых практически одновременно, позволяет оценивать уже весьма малые отличия стереокартин. В опыте же принимались во внимание отличия ощутимые, уже начинающие нарушать пропорции и протяженность стереокартины. Такие искажения рассматривались как предел допустимых.

Поскольку разноречивых суждений в оценке допустимости различия стереокартин не было, то в дальнейшем анализе достаточно было участия 3—4 наблюдателей. Систематизация результатов наблюдений показала, что с точки зрения учета только эстетического критерия — отсутствия заметных искажений заснятых объектов — для анализируемых условий проекции допустимы следующие углы наклона проецирующих лучей:

а) в случае наличия только горизонтальных, симметричных углов наклона  $\alpha = -10^\circ$ ;  $\alpha' = +10^\circ$ ;  $\omega = \omega' = 0$ ;

б) при наличии углов вертикальных и симметричных горизонтальных  $\alpha = -7^\circ$ ;  $\alpha' = +7^\circ$ ;  $\omega = \omega' = +13^\circ$ ;

в) при наличии углов вертикальных и асимметричных горизонтальных  $\alpha = 0$ ;  $\alpha' = +9^\circ$ ;  $\omega = \omega' = +9^\circ$ .

(Нужно отметить, что при исследованиях «а» и «в» размер экрана был  $2,0 \times 1,1$  м, а в случае «б» —  $1,5 \times 0,8$  м.)

Значения предельных углов проецирующих лучей, допустимых с точки зрения учета физиологического критерия (расчет по формулам (9) и (10) при известных пределах  $\delta(\Delta\rho)$  и  $\Delta q$  для данных условий наблюдения), для проекции в условиях эксперимента для трех исследуемых случаев оказались следующими:

а)  $\alpha = -7^\circ$ ;  $\alpha' = +7^\circ$ ;  $\omega = \omega' = 0$ ;

б)  $\alpha = -5^\circ$ ;  $\alpha' = +5^\circ$ ;  $\omega = \omega' = +10^\circ$ ;

в)  $\alpha = 0$      $\alpha' = +7^\circ$ ;  $\omega = \omega' = +8^\circ$ .

Из сравнения экспериментально определенных пределов допустимых углов наклона с предвычисленными по полученным формулам видно, что учет физиологического критерия (подсчет по формулам) налагает более жесткие ограничения на величины углов наклона проекции, нежели учет

эстетического критерия (заметность искажений или диспропорций стереокартины). Это счастливое обстоятельство означает, что для вычисленных по полученным формулам предельно допустимых углов того или иного случая проекции заведомо гарантируется отсутствие заметных искажений стереомодели. Таким образом, приведенные в данной работе формулы позволяют с учетом физиологического и эстетического критериев определять пределы допустимых углов наклона для различных условий стереоскопической проекции на плоский экран. Практически подсчет предельных углов нужно вести методом последовательных приближений, сравнивая допустимые в данных условиях наблюдения величины  $\delta(\Delta\rho)$  и  $\Delta q$  с предвычисленными при практически возможных значениях углов наклона проекции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Скиридов А. С., Стереофотограмметрия, М., 1959.
2. Скиридов А. С., Общий курс фотограмметрии, М., 1949.
3. Лобанов А. Н., Фототопография, М., 1957.
4. Шацкая А. Н., Техника кино и телевидения, 1961, № 10.
5. Шацкая А. Н., Техника кино и телевидения, 1962, № 6.
6. Голдовский Е. М., Рышков С. С., Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии, 1960, № 6.

## ПОСТРОЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ КАМЕРЫ ПРИ КИНОСЪЕМКАХ С ДВИЖЕНИЯ

Одним из наименее разработанных вопросов техники киносъемки является предварительный расчет съемок с движения, когда камера движется на тележке или на операторском кране.

Между тем именно к этому виду съемок чаще всего приходится обращаться в кинематографе и телевидении. С помощью таких съемок задается пластический ритм, определенное чередование крупных и общих планов, создаются пространственные связи предметов и людей в большинстве игровых сцен, т. е. их внутренний монтаж.

Без точности в проведении такого рода съемок, без уверенности в конечном результате нельзя себе представить выполнение художественного замысла. Вот почему так важен предварительный расчет съемки с движения, и прежде всего построение траектории перемещения камеры в зависимости от мизансцены и заданной композиции кадра.

Какой бы из способов транспортировки камеры ни применялся, ее следует передвигать мотивированно, стремясь к композиционной завершенности кадра. Неряшливое движение камеры, возникновение случайных композиций и «довороты» панорамным рычагом — все это говорит об отсутствии понимания сущности динамической съемки как одной из форм художественного монтажа. Подобные движения всегда оставляют ощущение случайных. С ними мы, к сожалению, нередко встречаемся в кино и телевидении.

В то же время в некоторых современных фильмах камера перемещается с такой искусностью и таким блеском, которые можно сравнить лишь с игрой музыканта-виртуоза. Благодаря движению камеры мы ощущаем само пространство, а не его перспективное изображение, как на фотографии.

Вопрос, таким образом, в умении заранее правильно наметить траекторию движения камеры. Это умение чрезвычайно важно с производственной точки зрения, так как эмпирические «поиски» нужной траектории, влекущие за собой демонтаж и переброски тяжелой синхронной аппаратуры, осветительных приборов и звукового хозяйства,

занимают много времени и сбивают нормальный ритм творческой работы съемочного коллектива. В этой статье мы попытались показать возможности предварительного геометрического анализа подобных задач и предварительного построения необходимой траектории движения камеры.

Представим себе картинную плоскость предметного пространства, основание которой обозначено нами в плане линией  $AB$  (рис. 1). Объектив камеры, расположенный в точке  $O$ , своим углом изображения в горизонтальной плоскости охватывает интересующее нас предметное пространство общим планом.

При необходимости плавно перейти (не изменяя угла изображения) от общего плана на более крупный план камера должна быть приближена к картинной плоскости исходного общего плана. Приближение возможно по любому из направлений, лежащих внутри горизонтального угла изображения  $\beta$ .

Изобразительный эффект подобного приближения (так называемого наезда) зависит:

- 1) от расположения выбранной картинной плоскости относительно камеры;
- 2) от угла между траекторией движения камеры и ее оптической осью.

Расположение картинной плоскости в плане относительно камеры определяется

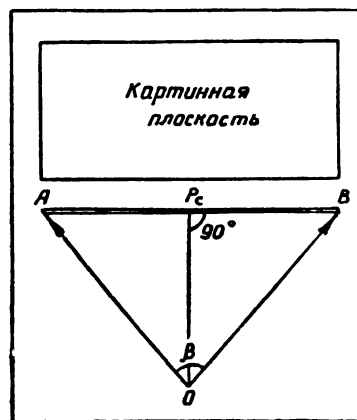


Рис. 1

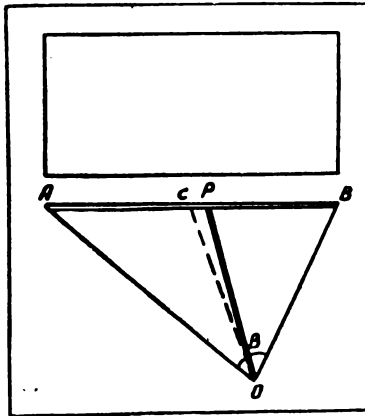


Рис. 2

углами между ее основанием  $AB$  и оптической осью камеры. Эти углы могут быть равны  $90^\circ$ , как на рис. 1, или могут быть меньше и больше  $90^\circ$  (рис. 2). В первом случае биссектриса  $OP$  угла изображения  $\beta$ , соответствующая в плане оптической оси камеры, является одновременно и медианой  $Oc$  треугольника  $AOB$ , так что левая и правая сторона исходного общего плана симметрична (см. рис. 1). В случаях же, когда картинная плоскость пересекает в плане оптическую ось под углами  $= 90^\circ \pm \Delta$ , биссектриса  $OP$  угла изображения  $\beta$  не совпадает с медианой  $Oc$  (см. рис. 2) и исходный общий план получается несимметричным.

Угол между траекторией движения камеры и ее оптической осью может иметь различные значения: от  $0^\circ$  (когда камера движется вдоль оптической оси) до величины, равной половине угла изображения  $\frac{\beta}{2}$ . Последний случай соответствует движению камеры вдоль одного из крайних лучей угла изображения (правого или левого).

Очевидно, что возможны четыре основных варианта траекторий «наезда» с общего плана на более крупный план или обратного по направлению «отъезда» (с более крупного на общий план):

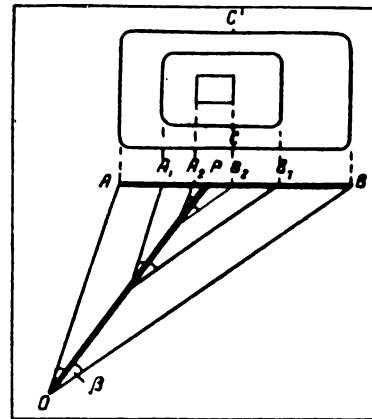
- а) камера движется вдоль своей оптической оси  $OP$ ;
- б) камера движется вдоль медианы  $Oc$  треугольника  $AOB$ ;
- в) камера движется вдоль одного из крайних лучей угла изображения ( $OA$  или  $OB$ );

г) камера движется вдоль одного из остальных (промежуточных) лучей угла изображения.

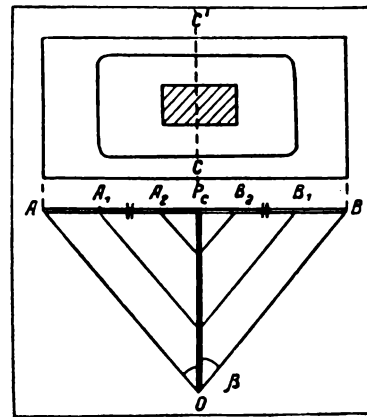
Каждый из этих четырех вариантов имеет свои изобразительные особенности, зависящие, кроме того, от расположения картинной плоскости относительно камеры.

Так, при движении камеры вдоль ее оптической оси возможны два типичных случая: первый, когда основание картинной плоскости  $AB$  пересекает в плане оптическую ось  $OP$  под углами  $= 90^\circ \pm \Delta$  (рис. 3, а), и второй, когда линия  $AB$  перпендикулярна оптической оси (рис. 3, б).

В первом случае по мере приближения камеры к изображаемому предметному пространству последнее сокращается в своих размерах, последовательно образуя на картинной плоскости промежуточные композиции в пределах  $A_1B_1, A_2B_2$  и т. д. В итоге



а



б

Рис. 3



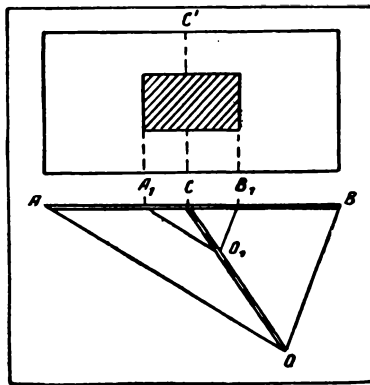


Рис. 4

наезда возникает кадр с композицией, являющейся частью исходного общего плана, но смещенной от его оси симметрии  $C'C$ .

Следует обратить внимание на асимметричность сокращения изображаемого пространства при таком варианте съемки с движения. Степень этой асимметричности тем сильнее, чем больше наклон оптической оси относительно картинной плоскости (т. е. чем больше он отличается от  $90^\circ$ ). Асимметричность сокращения изображаемого пространства позволяет добиться необходимой асимметрии и в новой композиции и тем самым избежать композиционных повторов общего плана.

Во втором случае, когда картинная плоскость перпендикулярна в плане оптической оси камеры, биссектриса  $OP$  угла изображения  $\beta$ , соответствующая оптической оси камеры, совпадает с медианой  $Oc$  треуголь-

ника  $AOB$  (рис. 3, б). В этом случае по мере приближения к картинной плоскости геометрическая ось общего плана  $CC'$  продолжает оставаться осью симметрии и вновь образованных укрупнений кадра  $A_1B_1, A_2B_2$ , в то время как в предыдущем случае ось симметрии снимаемых кадров смещалась вдоль картинной плоскости. Предметное пространство в этом случае по мере приближения камеры сокращается симметрично.

Аналогичный эффект имеет место и в тех случаях движения камеры по медиане  $Oc$  треугольника  $AOB$ , когда основание картинной плоскости  $AB$  не перпендикулярно оптической оси  $OP$  (рис. 4). Так как камера в этих случаях все время нацелена на середину картинной плоскости, то по мере приближения камеры к предметному пространству последнее сокращается симметрично, а линия  $C'C$  остается осью симметрии, как и на общем плане.

В противоположность движению камеры по медиане  $Oc$ , при «наезде» или «отъезде» вдоль одного из крайних лучей угла изображения  $\beta$ , оптический центр как бы скользит вдоль картинной плоскости, перемещаясь к ее краю в сторону движения камеры. Так при движении камеры по левому краю угла изображения ось симметрии кадра непрерывно смещается влево, а при движении по правому краю  $OB$  — напротив — вправо. При этом соответствующий (левый или правый) обрез картинной плоскости остается неподвижным, позволяя тем самым четко локализовать место изображаемого действия (рис. 5 и 6). Эта особенность движения «по крайнему лучу» очень выразительна не только при простых наездах и отъез-

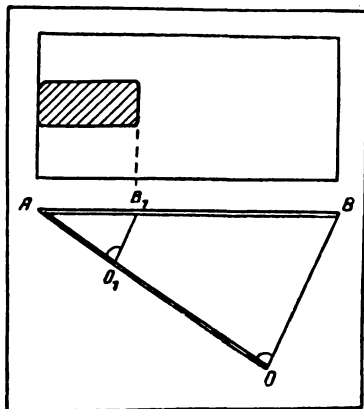


Рис. 5

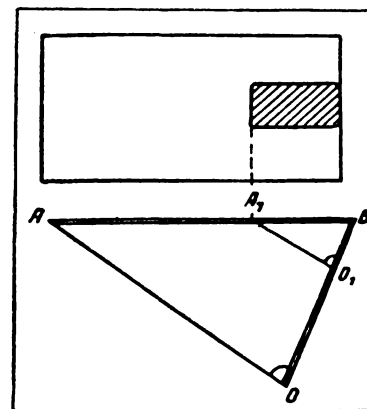


Рис. 6

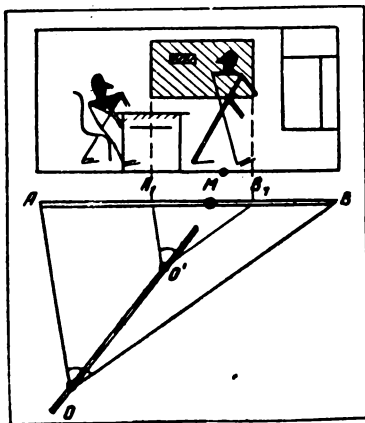


Рис. 7

дах камеры, но и в сочетании со свободной панорамой.

Расположение картинной плоскости в плане относительно камеры в данном случае вносит лишь небольшие композиционные различия. Характерное для этого приема смещение оси симметрии кадра вдоль картинной плоскости остается во всех случаях. Однако при расположении картинной плоскости перпендикулярно оптической оси диапазон смещения получается меньшим.

Мы проследили за результатами съемки с движения в зависимости от направления движения камеры по отношению к основанию картинной плоскости. Композиционный результат, как мы видим, получается различным в зависимости от того, в какую точку исходной картинной плоскости нацеливается движущаяся камера.

При нацеливании движущейся камеры в главную точку перспективы, т. е. в точку пересечения картинной плоскости с оптической осью камеры, изменение композиции может быть асимметричным или симметричным в зависимости от углов между основанием картинной плоскости и оптической осью. При нацеливании траектории движения камеры в середину картинной плоскости, т. е. по медиане  $Oc$ , изменения композиции во всех случаях получаются симметричными. И, наконец, при нацеливании движущейся камеры на один из краев (обрезов) картинной плоскости композиция укрупняемых или, наоборот, более общих планов всегда изменяется асимметрично исходному плану. При движении камеры по «промежуточным лучам» композиционные результаты, естественно, получают также «промежуточными».

В случае необходимости выйти при укрупнении в строго определенное место предметного пространства, заранее предусмотренное мизансценой, этого можно достичь построением соответствующей траектории движения камеры.

Когда камера установлена на исходную точку съемки (выбран необходимый ракурс, сформирована мизансцена, определен масштаб укрупнения и т. д.), оператор отмечает на полу или на эскизе декорации точку  $M$ , где, по намеченной мизансцене, должен находиться тот персонаж или объект, на который производится «наезд» (рис. 7). Ставя в этом месте на полу контрольную вешку равной с персонажем высоты или строя на разрезе деко-

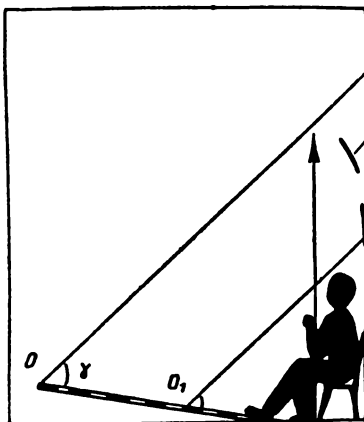


Рис. 8

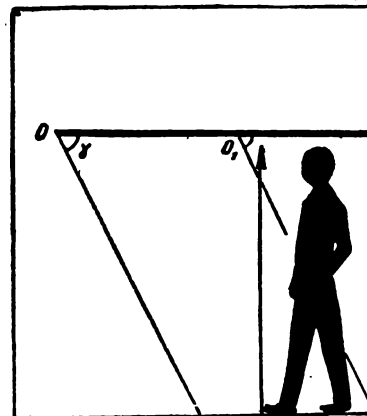


Рис. 9

рации соответствующий перпендикуляр, определяют точку  $O_1$ , где должна находиться камера по окончании «наезда». Аналогичным образом находят точки  $M$  и  $O_1$  и в случае, когда производится «отъезд» с крупного плана на общий. Отметим на полу площадки точку камеры  $O$  при съемке самого общего плана, проводим через точки  $O$ ,  $O_1$  и  $M$  прямую  $OO_1M$ , которая и будет искомым направлением движения камеры. Угол  $OMB$  есть необходимый угол «наезда» или «отъезда» по отношению к основанию картинной плоскости.

Когда определилось необходимое направление движения камеры  $OO_1M$ , укладывают рельсы или отмечают будущую трассу, по которой будет двигаться камера.

Для облегчения анализа мы рассматривали движение камеры только в горизонтальной плоскости. В практике киносъемки такие случаи в «чистом» виде встречаются редко. Однако рассмотренные выше закономерности позволяют осмысленно воспользоваться ими при любом виде съемки, в том числе в случае перемещения камеры в вертикальной плоскости. В частности, следует обратить внимание на композиционные эффекты, полученные, когда движение камеры совершается по нижнему лучу угла изображения  $\gamma$  (рис. 8) или по его верхнему лучу (рис. 9). Из приведенных рисунков видны изобразительные особенности каждого из этих приемов.

Владение приемами построения траекторий камеры при съемках с движения поз-

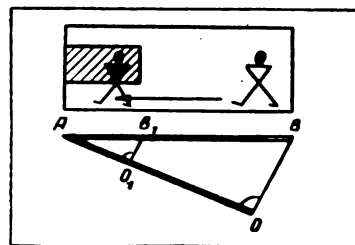


Рис. 10

воляет оператору творчески использовать каждый из этих приемов в отдельности и в сочетании друг с другом.

Один из примеров применения этих методов показан на рис. 10. Пусть фигура, изображаемая на общем плане во весь рост, движется в пределах картинной плоскости декорации или интерьера справа налево.

Необходимо по мере перемещения постепенно укрупнять фигуру, не выпуская ее из поля зрения, и на конечной остановке у левого края картинной плоскости довести ее до крупного плана.

Из рис. 10 понятен характер построения траектории движения камеры. Видно, что движение следует строить по левому лучу угла изображения, так как только в этом случае вновь образуемая композиция будет перемещаться вместе с движущейся фигурой. Следует лишь соразмерить угловые скорости движения камеры и снимаемой фигуры.

Киностудия «Ленфильм»

# ПОЛУТОНОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ НЕГАТИВНОГО ФИЛЬМА

778.2 : 621.397

Приведено выражение для градиента полутоновой характеристики телевизионного изображения при телекинопроекции кинонегативов, и рассмотрены вопросы коррекции этой характеристики.

В настоящее время значительная часть киноматериала представляется для телекинопроекции в виде негативов, а переход к позитивному изображению осуществляется электрическим путем.

Вопросы, связанные с передачей по телевидению негативного фильма, в литературе уже рассматривались. В [1] приводится требование к электрическому каналу при телекинопроекции негативов с  $\gamma = 1$ , линейном фотоэлектрическом преобразователе и коэффициенте контрастности  $\gamma$  процесса воспроизведения, равном единице. В [2] рассматривается телекинопроекция при нелинейном фотоэлектрическом, линейном электрическом канале и кинонегативе с  $\gamma = 1$ . В работах [1, 2], посвященных рассмотрению особенности телекинопроекции негативного фильма, анализ полутоновой характеристики проводится с помощью графического метода при частных значениях  $\nu$  киноплёнки и  $\gamma$  процесса воспроизведения. Для исследования поведения характеристики полутонов при изменении параметров кинотелевизионной системы, что имеет место в действительности ( $\nu$  киноплёнки,  $\gamma$  корректора полутонов), графический метод является громоздким. Поэтому представляет интерес рассмотреть полутоновую характеристику телевизионного изображения аналитически и получить выражение, описывающее эту характеристику в общем виде.

## 1. Характеристика полутонов телевизионного изображения

Уравнение полутоновой характеристики выражает зависимость между яркостью элементов изображения на экране кинескопа  $B$  и яркостью передаваемых элементов изображения  $B'$ .

$$\lg B = f(\lg B').$$

Значительно полнее характеризует передачу полутонов телевизионной системой

градиент полутонов. Уравнение градиента воспроизведения полутонов может быть получено из произведения следующих отношений [3]:

$$G' = \frac{\Delta A}{\Delta A'} = \frac{\Delta(\lg B')}{\Delta A'} \cdot \frac{\Delta u'}{\Delta(\lg B')} \cdot \frac{\Delta u}{\Delta u'} \times \times \frac{\Delta(\lg B)}{\Delta u} \cdot \frac{\Delta A}{\Delta(\lg B)}, \quad (1)$$

где:  $\Delta A'$  — зрительное ощущение различия яркостей наблюдаемого объекта;  $\Delta A$  — зрительное ощущение различия яркостей телевизионного изображения;  $\frac{\Delta A}{\Delta(\lg B')} = \theta'$  — крутизна кривой зрительного ощущения при рассматривании объекта;  $\frac{\Delta u}{\Delta(\lg B')} = \varphi$  — крутизна характеристики анализа полутонов;  $\frac{\Delta u}{\Delta u'} = S$  — крутизна характеристики электрического канала;  $\frac{\Delta A}{\Delta(\lg B)} = \theta$  — крутизна кривой зрительного ощущения при рассматривании изображения на экране кинескопа;  $\frac{\Delta(\lg B)}{\Delta u} = \psi$  — крутизна характеристики синтеза полутонов.

С учетом приведенных обозначений выражение (1) можно записать

$$G' = \varphi S \psi \frac{\theta}{\theta'}. \quad (2)$$

Представим выражение (2) в виде

$$G' = G \frac{\theta}{\theta'}, \quad (3)$$

где

$$G = \frac{d(\lg B)}{d(\lg B')} = \varphi S \psi. \quad (4)$$

Выражение (4) представляет градиент воспроизведения полутонов, если условия рассматривания объекта и изображения одинаковы. Функция  $\frac{\theta}{\theta'}$ , входящая множителем в выражение (3), характеризует различие в восприятии полутонов гла-

зом при рассматривании объекта и изображения (из-за различия средних яркостей).

Значительная часть сюжетов съемки кинофильмов (около половины) относится к съемкам внутри помещения [4]. Наиболее часто повторяющимся сюжетом является актер на фоне интерьера. Освещенность, которая требуется для нормального рассматривания такого объекта съемки, мало отличается от освещенности экрана хорошего кинотеатра. Целый ряд съемок в кино производится с таким расчетом, чтобы достичь наибольшего художественного эффекта в изображении на экране кинотеатра. При телекинопроекции таких изображений объектом передачи более правильно считать изображение на киноплёнке, чем сам объект съемки. Все это свидетельствует о том, что для значительного числа передаваемых изображений при определении требуемой полутоновой характеристики телевизионной системы можно не считаться с различием в условиях рассматривания объекта съемки и изображения ( $\theta \approx \theta'$ ). Выражение градиента воспроизведения полутонов (4) в этом случае будет эквивалентно выражению градиента полутоновой характеристики.

При передаче ряда сюжетов преимущественно натуральных съемок для получения адекватного впечатления от рассматривания объекта и изображения необходимо учитывать влияние неодинаковых условий рассматривания, поэтому требуемая характеристика передачи будет другой. Вследствие этого корректор полутонов, с помощью которого устанавливается желательная нам характеристика, должен иметь возможность корректировать изменение полутоновой характеристики, происходящее из-за изменения  $\gamma$  киноматериала и максимального интервала яркостей, а также вследствие изменения средней освещенности сюжета. Представляется необходимым применение корректора полутонов, состоящего из установочной и оперативной частей. С помощью первой части телевизионная система может корректироваться на получение желаемой (возможно нормализованной) характеристики полутонов в зависимости от вида киноматериала один раз за время передачи; с помощью второй, оперативной части осуществляется коррекция в зависимости от изменения средней яркости передаваемого изображения для получе-

ния наибольшего художественного эффекта. Пределы и характер изменения функции  $\frac{\theta'}{\theta}$ , которую должна корректировать оперативная часть корректора, требуют самостоятельного изучения. Исследование градиента полутонов в данной работе в целях большей простоты будет проведено без учета влияния рассеяния света в оптике и засветки экрана кинескопа. Учет влияния этих факторов достаточно сложен и требует особого рассмотрения. Считается, что при съемке используется линейная часть характеристической кривой киноплёнки (это в подавляющем большинстве случаев справедливо [5]); световая характеристика фотоэлектрического преобразователя выражается степенной функцией с показателем степени  $\gamma_1$  электрический канал линеен.

Напряжение на выходе фотоэлектрического преобразователя может быть представлено

$$u' = aE^{\gamma_1},$$

где  $a$  — коэффициент пропорциональности;  $E$  — освещенность участка фотокатода, лк.

При передаче кионегатива

$$E = E_0 \tau_n = E_0 10^{-\gamma_n \lg \frac{B'}{B_i}}, \quad (6)$$

где  $E_0$  — освещенность фотокатода, создаваемая осветителем;  $\tau_n$  — коэффициент прозрачности участка кионегатива;  $B_i'$  — величина яркости точки инерции характеристической кривой киноплёнки;  $\gamma_n$  — «гамма» кионегатива.

В относительных единицах с учетом выражения (6) выражение (5) можно представить как

$$\frac{u'}{u'_{\max}} = \left( \frac{E}{E_{\max}} \right)^{\gamma_1} = 10^{-\gamma_1 \gamma_n \lg \frac{B'}{B_{\min}}}. \quad (7)$$

Отсюда можно получить выражение крутизны характеристики анализа полутонов:

$$\begin{aligned} \varphi &= \frac{d \left( \frac{u'}{u'_{\max}} \right)}{d \left( \lg \frac{B'}{B_{\max}} \right)} = \\ &= -\gamma_1 \gamma_n \ln 10 \cdot 10^{-\gamma_1 \gamma_n \lg \frac{B'}{B_{\min}}}. \quad (8) \end{aligned}$$

Если передавать негативный фильм при постоянной величине напряжения сигнала

ла  $u$  на выходе электрического канала, то выражение для  $u$  в относительных единицах с учетом обращения полярности электрического сигнала для получения негативного изображения и при совмещении уровня черного изображения с уровнем черного в сигнале, соответствующем величине  $0,05 u_{\text{макс}}$  (уровень 5% защитной полосы) будет иметь вид:

$$\frac{u}{u_{\text{макс}}} = 0,05 + p \left( 1 - \frac{u'}{u'_{\text{макс}}} \right), \quad (9)$$

$$\frac{u}{u_{\text{макс}}} = 1 \text{ и } \frac{u}{u_{\text{макс}}} = 0,05$$

при

$$\frac{u'}{u'_{\text{макс}}} = \frac{u'_{\text{мин}}}{u'_{\text{макс}}}$$

и

$$\frac{u'}{u'_{\text{макс}}} = 1, \quad p = \frac{0,95}{1 - \frac{u'}{u'_{\text{макс}}}}$$

Тогда крутизна характеристики электрического канала

$$S = \frac{d \left( \frac{u}{u_{\text{макс}}} \right)}{d \left( \frac{u'}{u'_{\text{макс}}} \right)} = -p. \quad (10)$$

Зависимость между яркостью экрана кинескопа и напряжением сигнала на управляющем электроде в относительных единицах может быть представлена [6]

$$\frac{B}{B_{\text{макс}}} = \left( \frac{\frac{u}{u_{\text{макс}}} + \varepsilon}{1 + \varepsilon} \right)^{\gamma_2}, \quad (11)$$

$$\text{где } \varepsilon = \frac{\Delta u}{u_{\text{макс}}}.$$

Крутизна характеристики синтеза полутонов

$$\begin{aligned} \psi &= \frac{d \left( \lg \frac{B}{B_{\text{макс}}} \right)}{d \left( \frac{u}{u_{\text{макс}}} \right)} = \\ &= \gamma_2 \frac{1}{\frac{u}{u_{\text{макс}}} + \varepsilon} \cdot \frac{1}{\ln 10}. \end{aligned} \quad (12)$$

Подставляя выражения (8), (9), (10), (12) в (4) и произведя несложные преоб-

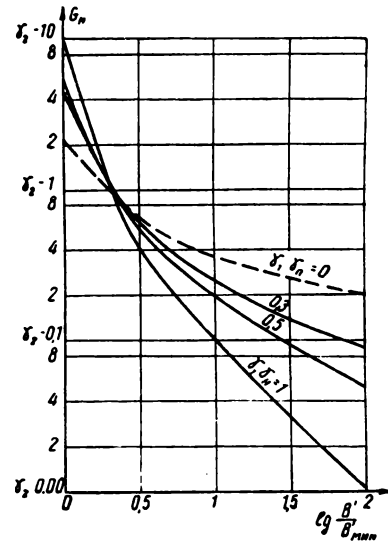


Рис. 1. Градиент полутонов при передаче кинонегатива

разования, получим

$$G_n = \gamma_1 \gamma_2 \gamma_n \left[ (1 + b) 10^{\gamma_1 \gamma_n \lg \frac{B'}{B'_{\text{мин}}}} - 1 \right]^{-1}, \quad (13)$$

где

$$b = 1,05(\varepsilon + 0,05) \left( 1 - 10^{-\gamma_1 \gamma_n \lg \frac{B'_{\text{макс}}}{B'_{\text{мин}}}} \right).$$

Зависимость  $G_n$  имеет экспоненциальный характер. Наибольшее значение градиент  $G_n$  принимает при  $B' = B'_{\text{мин}}$ . На рис. 1 показаны кривые зависимости (13) для значений  $1,05(\varepsilon + 0,05) = 0,1$ ;  $\gamma_1 \gamma_n = 1$ ;  $\gamma_1 \gamma_n = 0,5$ ;  $\gamma_1 \gamma_n = 0,3$ . Как видно из рисунка, градиент полутонов при передаче кинонегатива в светах значительно меньше, чем в тенях изображения. При уменьшении произведения  $\gamma_1 \gamma_n$  происходит перераспределение величины градиента по всему интервалу яркостей. В светах градиент увеличивается, в тенях уменьшается. Увеличение градиента в светах зависит от произведения величин: показателя степени световой характеристики  $\gamma_1$  и «гаммы» негативной киноплёнки  $\gamma_n$ , поэтому отмеченное В. В. Однолько [2] увеличение контрастности изображения при телекинопроекции негативного фильма и при замене фотоэлектрического преобразователя с  $\gamma_1 = 1$  на фотопреобразователь с  $\gamma_1 < 1$  можно осуществить и эквивалентным уменьшением одной величины  $\gamma_n$  кинонегатива.

Можно показать, что существует предельная кривая, ограничивающая перераспределение градиента при уменьшении  $\gamma_1 \gamma_n$ . Выражение градиента полутонов при  $\gamma_1 \gamma_n \rightarrow 0$  можно определить из (14), раскрывая неопределенность, согласно правилу Лопиталья.

$$G_n = \gamma_2 \left\{ \lg \frac{B'}{B'_{\min}} + 1,05(\epsilon + 0,05) \lg \frac{B'_{\max}}{B'_{\min}} \right\} \ln 10 \}^{-1} \quad (14)$$

### 2. Сравнение полутоновых характеристик телевизионного изображения при передаче кинонегативов и кинопозитивов

При телекинопроекции кинопозитива напряжение на выходе фотоэлектрического преобразователя в относительных единицах определяется аналогично выражению (6)

$$\frac{u'}{u'_{\max}} = 10^{\gamma_1 \gamma_n \lg \frac{B'}{B'_{\max}}} \quad (15)$$

Выражение для выходного сигнала электрического канала в относительных единицах имеет вид

$$\frac{u}{u_{\max}} = A + D \frac{u'}{u'_{\max}} \quad (16)$$

Постоянные  $A$  и  $D$  определяются из условий

$$\frac{u}{u_{\max}} = 1 \quad \text{и} \quad \frac{u}{u_{\max}} = 0,05$$

при

$$\frac{u'}{u'_{\max}} = 1 \quad \text{и} \quad \frac{u'}{u'_{\max}} = \frac{u'_{\min}}{u'_{\max}}$$

После определения и подстановки значений  $A$  и  $D$  в выражение (16) и несложных преобразований получим

$$\frac{u}{u_{\max}} = 0,05 + \frac{0,95}{a_1 - 1} \left( a_1 \frac{u'}{u'_{\max}} - 1 \right), \quad (17)$$

где  $a_1 = \frac{u'_{\max}}{u'_{\min}}$ .

Учитывая полученные выражения (15) и (17), аналогично определению выражений

(4) и (13) находим градиент полутонов при телекинопроекции кинопозитива  $G_n$

$$G_n = \frac{\gamma_1 \gamma_n \gamma_2 10^{+\gamma_1 \gamma_n \lg \frac{B'}{B'_{\min}}}}{10^{\gamma_1 \gamma_n \lg \frac{B'}{B'_{\min}}} + b_1 - 1}, \quad (18)$$

$$b_1 = \frac{(\epsilon + 0,05) \left( 10^{\gamma_1 \gamma_n \lg \frac{B'_{\max}}{B'_{\min}}} - 1 \right)}{0,95}.$$

Выражения градиентов полутоновых характеристик телевизионных изображений при передаче кинопозитивов  $G_n$  и кинонегативов  $G_n$  были получены при идентичных условиях преобразования телевизионного сигнала  $u_{\max} = \text{const}$  и  $u_{\min} = 0,05 u_{\max}$ , поэтому с помощью (13) и (18) можно составить следующее отношение:

$$\frac{G_n}{G_n} = \frac{\gamma_n}{\gamma_n} \cdot \frac{(1+b) 10^{\gamma_1 \gamma_n \lg \frac{B'}{B'_{\min}}} - 1}{10^{\gamma_1 \gamma_n \lg \frac{B'}{B'_{\min}}} + b_1 - 1} \times \times 10^{\gamma_1 \gamma_n \lg \frac{B'}{B'_{\min}}}, \quad (19)$$

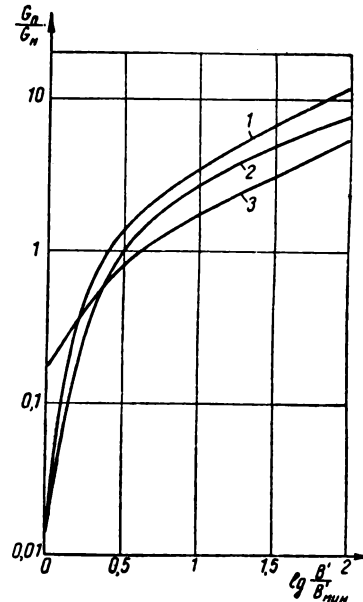


Рис. 2. Отношения величин градиентов полутонов при воспроизведении кинонегатива и кинопозитива

выражающее различие в передаче полутонов объекта в зависимости от того, каким кино материалом он передается — негативным или позитивным. Выражение (19) значительно упрощается при  $b_1 = 1$ , что можно выполнить при соответствующем выборе множителя  $1,05(\epsilon + 0,05) = \epsilon_1$  в выражении для  $b_1$  (18):

$$\frac{G_n}{G_n} = \frac{\gamma_n}{\gamma_n} \left[ (1 + b) 10^{\gamma_1 \gamma_n \lg \frac{B'}{B'_{\min}}} - 1 \right]. \quad (20)$$

На рис. 2 приведено графическое выражение зависимости (20) при

$$\gamma_1 = 0,65; \quad \gamma_n = 0,65; \quad \gamma_n = 1,60;$$

$$\frac{B'_{\max}}{B'_{\min}} = 100;$$

$$\epsilon_1 = 0,01 \text{ — кривая } 1; \quad \gamma_1 = 0,50;$$

$$\gamma_n = 0,65;$$

$$\gamma_n = 1,60; \quad \frac{B'_{\max}}{B'_{\min}} = 100;$$

$$\epsilon_1 = 0,01 \text{ — кривая } 2; \quad \gamma_1 = 0,65;$$

$$\gamma_n = \gamma_n = 0,65; \quad \frac{B'_{\max}}{B'_{\min}} = 100;$$

$$\epsilon_1 = 0,19 \text{ — кривая } 3.$$

Величины  $\gamma_n$  и  $\gamma_n$ , используемые для построения графика, определяются эффективными значениями, имеющими место при формировании оптического изображения на фотокатоде трубки [7] (см. ниже). Величины  $\gamma_n$  и  $\gamma_n$  относительно диффузных значений плотности соответственно выбраны:  $\gamma_n \cong 0,5$  [5],  $\gamma_n = 1,2$  [4].

Из рисунков видно, что кинопозитив и кинонегатив по-разному воспроизводятся телевизионной системой. В тенях и частично полутенях градиент полутонов телевизионного изображения, соответствующий передаче кинонегатива, больше, а поэтому и различимость деталей выше. Градиент в светах изображения при передаче негатива намного ниже, чем при передаче позитива, и детали в этой части интервала яркостей мало различимы.

### 3. Коррекция полутоновой характеристики телевизионного изображения

Пользуясь выражением (13), можно определить, какое влияние на полутоновую характеристику оказывает корректор полутонов, который аналитически может быть

представлен степенной функцией с показателем степени  $\gamma_0$ . Такие корректоры устанавливаются в электрических каналах телецентров (малого, ТЦ-4) и предназначаются для коррекции как позитивного, так и негативного фильмов. Действие такого корректора на полутоновую характеристику сказывается качественно по-разному в зависимости от того, какой полярности сигнал подается к его входу.

При подаче на вход корректора электрического сигнала в позитивной полярности, т. е. когда при телекинопроекции кинонегатива максимальному уровню сигнала соответствует максимальная прозрачность киноплёнки, в выражении (13) произведение величин  $\gamma_1 \gamma_0$  с учетом действия корректора можно заменить на  $\gamma_1 \gamma_n \gamma_0$ . Как показано (см. рис. 1), увеличение градиента полутонов происходит при уменьшении этого произведения, т. е. при уменьшении  $\gamma_0$  градиент полутонов  $G_n$  будет расти, причем в светах, где он мал, быстрее, чем в тенях, где он велик.

Возможности роста градиента ограничены. При  $\gamma_0 \rightarrow 0$  кривая, отображающая ход изменения  $G_n$  в интервале яркостей сюжета, будет стремиться к кривой предельного градиента (см. рис. 1). При увеличении  $\gamma_0$  корректора полутонов неравномерность градиента в интервале яркостей сюжета увеличивается, а величина  $G_n$  — уменьшается.

Если на вход этого же корректора будет подан сигнал в обратной полярности, то действие корректора на градиент полутонов скажется в изменении величины  $\gamma_2$  в выражении для градиента (13). Как видно из этого выражения, изменение величины  $\gamma_2 = \gamma_0 \gamma_2$  означает равномерное изменение  $G_n$  во всех точках кривой. При этом неравномерность градиента в интервале яркости сюжета сохранится. Для сравнения действия, оказываемого корректором на полутоновую характеристику, на рис. 3 показаны графики отношений:

$$\frac{G_n \text{ при } \gamma_1 \gamma_n \gamma_0 = 0,5}{G_n \text{ при } \gamma_1 \gamma_n \gamma_0 = 1} \text{ — кривая } 1;$$

$$\frac{G_n \text{ при } \gamma_1 \gamma_n \gamma_0 = 0,4}{G_n \text{ при } \gamma_1 \gamma_n \gamma_0 = 1} \text{ — кривая } 2;$$

$$\frac{G_n \text{ при } \gamma_0 \gamma_2 = 2}{G_n \text{ при } \gamma_0 \gamma_2 = 1} \text{ — кривая } 1';$$

$$\frac{G_n \text{ при } \gamma_0 \gamma_2 = 2,5}{G_n \text{ при } \gamma_0 \gamma_2 = 1} \text{ — кривая } 2,$$



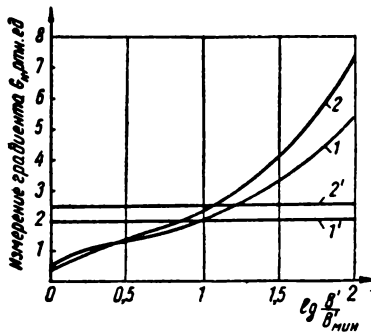


Рис. 3. Эффективность воздействия корректора полутонов на полутоновую характеристику телевизионного изображения при передаче кинонегатива

полученные из выражения (13) при заданном  $\gamma_0$ .

Как видно из рис. 3, действие, оказываемое корректором на полутоновую характеристику, более эффективно при подаче на вход корректора сигнала в позитивной полярности, так как дает возможность в какой-то мере перераспределить градиент, увеличив его в светах, где он мал, и понизив в области малых яркостей, где он велик. Однако, как следует из рис. 1, при изменении произведения  $\gamma_1\gamma_n\gamma_0$  (или, что то же,  $\gamma_1\gamma_n$ ) с помощью этого корректора невозможно получить требуемое изменение градиента  $G_n = f \lg B'$  или увеличить градиент в светах изображения свыше значения, определяемого предельной кривой (рис. 1,  $\gamma_1\gamma_n \rightarrow 0$ ).

Для того чтобы получить другую форму градиента полутонов  $G_n$ , у корректора полутонов должна быть иная характеристика. Вид функциональной зависимости между входным и выходным напряжениями корректора при заданном законе изменения градиента полутонов можно определить из выражения (4) [3]

$$S = \frac{G_n}{\varphi\psi}. \quad (21)$$

Крутизна характеристики корректора полутонов при линейном электрическом канале

$$S = \frac{d\left(\frac{u}{u_{\max}}\right)}{d\left(\frac{u'}{u'_{\max}}\right)}. \quad (22)$$

Подставляя (6), (12), (22) в выражение (21) и решая линейное дифференциальное

уравнение относительно  $\frac{u}{u_{\max}}$ , получим при  $\epsilon = 0$

$$\frac{u}{u_{\max}} = \exp \left[ C - \int \frac{G_n}{\gamma_1\gamma_n\gamma_0} \times \right. \\ \left. \times \frac{u'_{\max}}{u'} d\left(\frac{u'}{u'_{\max}}\right) \right]. \quad (23)$$

Если требуется обеспечить  $G_n = \text{const}$ , что имеет смысл при нормализации полутоновой характеристики телевизионной системы, то из (23) легко получить функциональную зависимость корректора полутонов

$$\frac{u}{u_{\max}} = f\left(\frac{u'}{u'_{\max}}\right). \\ \cdot \frac{u}{u_{\max}} = C \left(\frac{u'}{u'_{\max}}\right)^{-g}, \quad (24)$$

где  $C$  — постоянная интегрирования;  $g = \frac{G_n}{\gamma_1\gamma_n\gamma_0}$ .

При  $\gamma_1 = \gamma_0 = \gamma_2 G_n = 1$  форма характеристики корректора совпадает с характеристикой, приведенной в [1], для коэффициента контрастности процесса воспроизведения, равного единице. Однако, как следует из (24), такая форма характеристики корректора требуется при любом значении  $G_n = \text{const}$ , если величина градиента полутонов, которую желательно получить, равна произведению показателей степенных характеристик фотоэлектрического преобразователя  $\gamma_1$  и кинескопа  $\gamma_2$  на величину «гаммы»  $\gamma_n$  кинонегатива, т. е.  $G_n = \gamma_1\gamma_n\gamma_2$  и  $g = 1$ .

Определяя постоянную интегрирования в выражении (24) из условия

$$\frac{u}{u_{\max}} = 1 \text{ при } \frac{u'}{u'_{\max}} = \frac{u'_{\min}}{u'_{\max}},$$

выражение (22) можно представить в виде

$$\frac{u}{u_{\max}} = \left(\frac{u'_{\min}}{u'}\right)^g. \quad (25)$$

На рис. 4 кривые 1, 2, 3 построены для  $g$ , равного соответственно 0,5; 1; 2;  $\gamma_1\gamma_n = 0,65$ ;  $\frac{B'_{\max}}{B'_{\min}} = 100$ .

В заключение следует остановиться на величине  $\gamma_n$  кинонегатива. Величина  $\gamma$ , до

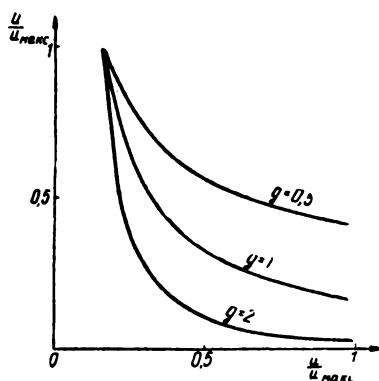


Рис. 4. Зависимость между входным и выходным напряжениями корректора полутонов

которой ведется проявление и которая указывается в паспорте киноплёнки, измеряется относительно диффузных плотностей почернений, как того требует стандарт сенситометрических испытаний в кино [7]. Оптическая же система телекинопроектора проецирует на фотокатод передающей телевизионной трубки изображение более высокого контраста, чем измеренный по величинам диффузных плотностей, что является следствием нелинейного закона светорассеяния в почернениях при освещении плёнки направленным светом так называемого эффекта Максимовича—Каллье [7]. Поэтому при определении действующей эффективной величины  $\gamma_n$  кинопозитива паспортную величину необходимо умножать на коэффициент  $Q$ , учитывающий свойства оптической части телевизионной системы и осветителя телекинопроектора, т. е.  $\gamma_n = \gamma Q$ . Средняя величина  $Q \cong 1,3-1,4$ .

### Выводы

1. При телекинопроекции негативного фильма на фотоэлектрических преобразователях типа видикон и супериконоскоп и при линейном канале градиент воспроизведения полутонов  $G_n$  в светах мал, что приводит к низкой различимости деталей в этой области изображения. Тени передаются при большом градиенте.

2. Величина градиента полутонов  $G_n$  во всех точках интервала яркостей зависит от произведения  $\gamma_1 \gamma_n$  и перераспределяется с уменьшением этого произведения так, что в светах увеличивается, а в тенях уменьшается. Поэтому малоконтрастные негативы воспроизводятся несколько лучше контрастных.

3. При расчетах характеристик корректоров полутонов необходимо учитывать коэффициент увеличения контраста  $Q$ , имеющий место при проецировании киноплёнки в направленном световом потоке осветителя телекинопроектора.

4. Корректоры полутонов, применяемые в типовом оборудовании телецентров ТЦ-2, ТЦ-4, не обеспечивают требуемой передачи полутонов при телекинопроекции негатива, хотя при подаче к его входу электрического сигнала в позитивной полярности корректор несколько улучшает полутоновую характеристику.

5. При телекинопередаче по одному киноканалу негативных и позитивных фильмов одновременно с переключением полярности электрического сигнала необходимо переключать и корректор полутоновой характеристики, настроенный на передачу соответствующего негативного киноматериала.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Schubert G., Dillenburger W., Zschau H., Das Zwischenfilmverfahren, Fernseh A. G., 1939, 5.
2. Однолько В. В., К вопросу градационных искажений при телевизионной передаче кинофильмов, Техника телевидения, вып. 12, 1953.
3. Орловский Е. Л., Теоретические основы фототелеграфирования, Связьиздат, 1957.
4. Блюмберг И. Б., Технология обработки кинопотоматериалов, «Искусство», 1958.
5. Крылов Л. П., Грейдингер Л. М., Техника кино и телевидения, 1962, № 6.
6. Schade O. H., Image Gradation and Sharpness in Television and Motion Picture Systems, JSMPT, 1951, № 2.
7. Гороховский Ю. Н., Левенберг Т. М., Общая сенситометрия, «Искусство», 1963.

Одесский электротехнический институт связи

## ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ КОНТУРОВ

621.397 : 62-50

Рассмотрены способы выделения контуров изображений на сложном фоне среди флюктуаций с помощью штрих-фокуса, действующего как анизотропный фильтр пространственных частот. Отмечены возможности анализа изображений при вращении штрих-фокуса вокруг точки продольной оси, смещенной относительно центра.

Для автоматического анализа телевизионных изображений, например для определения размеров, контроля формы деталей, опознавания образов, полезно выделить контуры (границы) объектов. Это можно сделать, усиливая верхние пространственные частоты изображений [1]. Но при этом, помимо истинных контуров, будут подчеркнуты ложные контурные элементы — флюктуации изображения.

Флюктуации возникают в телевизионной камере, но могут присутствовать и в исходном изображении (например, из-за зернистости фотоэмульсии). Детали сложного фона, на котором находятся анализируемые объекты, иногда тоже могут рассматриваться как помехи, затрудняющие выделение исследуемого контура.

Для того чтобы выделить контуры на сложном фоне и в присутствии флюктуаций, следует применить фильтр пространственных частот, свойства которого зависят от направления. В направлении вдоль контура этот фильтр должен сглаживать флюктуации, выделяя только протяженные объекты, подавляя одиночные выбросы, заполняя случайные разрывы контуров. Иными словами, в направлении вдоль контура он должен пропускать нижние пространственные частоты. В направлении нормали к контуру, напротив, действие этого фильтра должно быть таким, как и при обычном оконтурировании, — он должен подавлять нижние, но пропускать верхние частоты пространственного спектра изображения, чтобы были выделены тонкие контуры.

Роль такого фильтра при последовательной развертке изображения может выполнять щелевая апертура<sup>1</sup>. В системе с бегущим пятном надо придать считывающей апертуре форму штриха. Видеосигнал, получающийся при совпадении штриха с отрезком контура, будет заметно отличаться

от видеосигнала, который возникнет при считывании небольшого пятна или отрезка контура, ориентированного иначе.

Развертку штрих-фокусом, ориентация которого могла изменяться, уже применяли при предварительном анализе треков ядерных частиц для выделения этих треков из флюктуаций (см., например, [2]). Предварительный анализ позволяет значительно облегчить требования к емкости памяти и скорости действия цифровой вычислительной машины (ЦВМ) по сравнению с тем случаем, когда изображение вводится в ЦВМ с помощью обычной телевизионной развертки.

Штрих-фокус может быть использован не только для выделения контурных линий, но и для анализа некоторых простых конфигураций, образованных такими линиями. В ряде случаев, и особенно при исследовании фотоснимков треков частиц, нужно различить простое пересечение двух линий (например, пересечение проекций двух скрещивающихся прямых) и так называемую «вилку», пучок прямых, исходящих из одной точки (рис. 1). Если вращать штрих-фокус вокруг своего центра<sup>1</sup>, то из-за различного контраста линий, флюктуаций и т. п. нельзя надежно отделить один тип пересечения от другого при простом

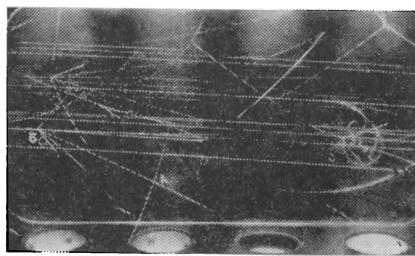


Рис. 1. Треки частиц в пузырьковой камере:

А — пример пересечения проекций двух скрещивающихся треков; Б — пример «вилки»

<sup>1</sup> В одновременной системе (или даже в последовательной системе, но с одновременным отведением видеосигнала от группы соседних элементов с помощью линий задержки) суммация вдоль контура может быть произведена в логических устройствах.

<sup>1</sup> Способ вращения штрих-фокуса вокруг центра был предложен Б. Е. Белоусовым и Л. И. Лубятниковым.

сравнении сигналов. Иногда надо измерить углы между линиями, выходящими из одной точки. При вращении штрих-фокуса вокруг своего центра в измерении угла остается неопределенность.

Это видно, например, из рис. 2, где показаны два угла ( $a$  и  $b$ ), отличающиеся друг от друга на  $180^\circ$ . Импульсный сигнал в обо-

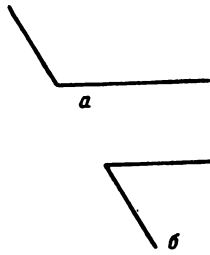


Рис. 2. Пример конфигурации, которым соответствуют одинаковые сигналы при вращении штрих-фокуса вокруг своего центра

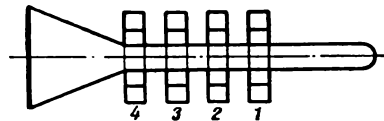


Рис. 4. Электронно-оптическая система вращения штрих-фокуса:

1 — круглая фокусирующая катушка; 2 — сдвоенная четырехполюсная линза; 3 — катушка смещения центра вращения; 4 — отклоняющая система

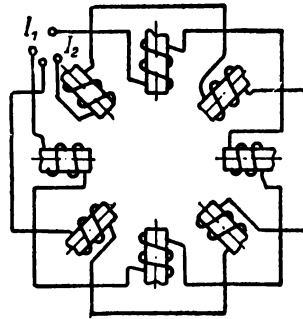


Рис. 5. Схема сдвоенной четырехполюсной линзы

их случаях будет иметь одинаковую фазу. Поэтому целесообразно иметь возможность вращать штрих-фокус не только вокруг своего центра, но и вокруг любой точки на его продольной оси, в частности вокруг одного из концов (рис. 3). Такой электронно-оптический фильтр позволит отделить простое пересечение от «вилки», когда центр вращения совпадает с узлом. Для этого надо сравнить экстремальный сигнал, который получается при совпадении штрих-фокуса с отрезком линии, с сигналом, получающимся после поворота штрих-фокуса на  $180^\circ$ . Если в другом положении тоже получен экстремальный сигнал, то имеется пересечение, а в противном случае — «вилка». Чтобы измерить углы, надо определить фазы импульсов, получающихся при вращении.

На рис. 4 схематически показано устройство, позволяющее получать на экране или мишени трубки штрих-фокуса, вращающийся вокруг той или иной точки его продольной оси. Устройство состоит из обычной аксиально-симметричной фокусирующей линзы, сдвоенной четырехполюсной линзы

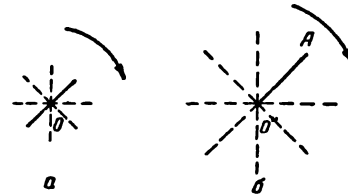


Рис. 3. Способы вращения штрих-фокуса:

$a$  — вращение вокруг центра;  $b$  — вращение вокруг точки, смещенной относительно центра

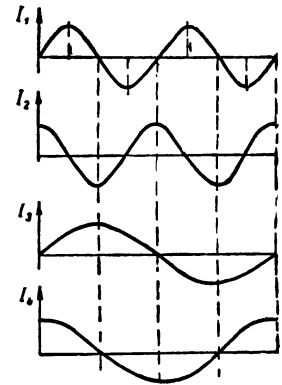


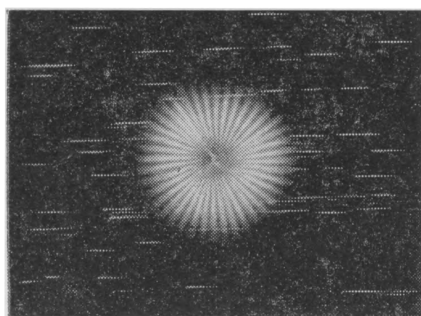
Рис. 6. Токи в катушках сдвоенной четырехполюсной линзы ( $I_1$  и  $I_2$ ) и системы смещения центра вращения ( $I_3$  и  $I_4$ )

(рис. 5), создающих вращающийся штрих-фокус, размеры которого регулируются соотношением токов в этих линзах, отклоняющей системы и системы смещения штрих-фокуса в направлении его продольной оси. Развертка может быть непрерывной или дискретной.

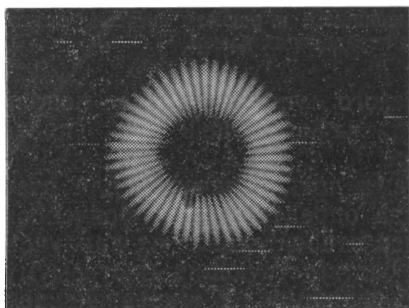
Четырехполюсные линзы питаются током синусоидальной формы, показанной на рис. 6. При этом штрих-фокус вращается. Через систему смещения, выполненную наподобие отклоняющей системы, пропускают токи синусоидальной формы, сдвинутые по фазе один относительно другого на  $90^\circ$ .



а



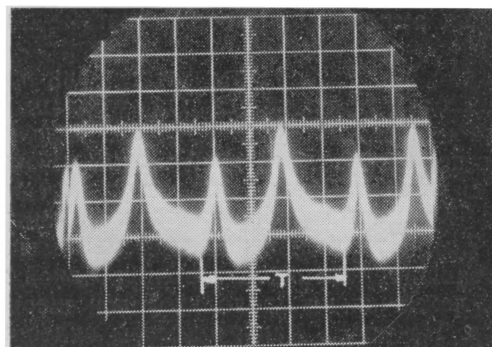
б



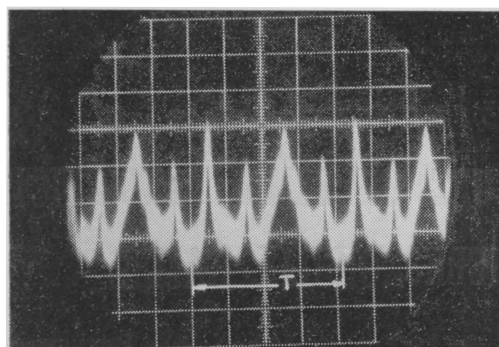
в

Рис. 7. Следы вращающегося штрих-фокуса на экране приемной трубки при подаче на модулятор прямоугольных импульсов: а — центр вращения совпадает с центром штрих-фокуса, б и в — центр вращения не совпадает с центром штрих-фокуса

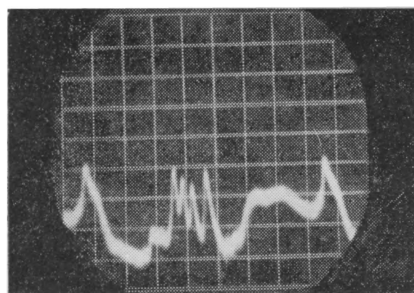
Частота токов должна быть в два раза меньше частоты синхронизированных с ними токов, питающих сдвоенную четырехплоскую линзу (см. рис. 5). При включении системы смещения штрих-фокус, вращающийся до этого вокруг своего центра, начнет вращаться вокруг одной из точек своей продольной оси, например вокруг одного из концов. Положение центра вращения регу-



а



б



в

Рис. 8. Осциллограммы, полученные в системе с бегущим лучом и вращающимся штрих-фокусом:

а — центр вращения совпадает с центром штрих-фокуса и спроектирован в точку А на рис. 1 (простое пересечение); б — центр вращения смещен относительно центра штрих-фокуса и спроектирован в ту же точку А рис. 1 (в первом случае за период вращения  $T$  возникают два максимума, соответствующие двум пересекающимся трекам; разные величины сигналов соответствуют разным контрастам; во втором случае за период вращения  $T$  возникают четыре максимума, соответствующие тому же пересечению треков; заметно увеличение разрешающей способности благодаря смещению центра вращения); в — центр вращения смещен относительно центра штрих-фокуса и спроектирован в точку Б рис. 1 (вилка). Из-за недостаточного разрешения электронно-оптической системы один из малоcontrastных треков не выделен четко

лируется амплитудой токов в системе смещения.

На рис. 7 представлены фотографии вращающегося штрих-фокуса. Они сделаны с экрана кинескопа, пучок которого модулирован периодическими импульсами. Когда ток в системе смещения отсутствует, штрих-фокус вращается вокруг своего центра (рис. 7,а). При включении системы смещения вращение происходит вокруг одной из точек, лежащих на продольной оси штрих-фокуса. На рис. 8 даны примеры видеоим-

пульсов, возникающих при просвечивании (в системе с бегущим лучом) таким вращающимся штрих-фокусом изображений, показанных на рис. 1. Эти осциллограммы служат иллюстрацией фильтрующего действия вращающегося штрих-фокуса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Берлин Н. И. и др., Техника кино и телевидения, 1962, № 9, стр. 55.
2. Тафт и др., Доклад на Международной конференции по физике высоких энергий, Дубна, 1964.

Б. С. ТИМОФЕЕВ

## РАСЧЕТ СИСТЕМЫ АВТОПОДСТРОЙКИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ КАМЕР

621.397.612

Рассмотрены вопросы, относящиеся к расчету системы автоподстройки фокусировки телевизионных передающих камер.

### Структурная схема системы автоподстройки фокусировки

Основные принципы построения систем автоподстройки фокусировки телевизионных передающих камер были изложены в [1]. Напомним, что сигнал ошибки, пропорциональный расфокусировке камеры, предлагалось получать путем сравнения спектрального содержания видеосигнала от сфокусированной и расфокусированной системы. Данное сравнение может быть осуществлено в процессе исследования изменений в высокочастотной части спектра видеосигнала при принудительном отклонении влияющего на фокусировку параметра в обе стороны от его текущего значения.

Фокусировка телевизионной системы определяется многими параметрами, причем значения отдельных параметров, соответствующие точке наилучшей фокусировки, могут изменяться под воздействием внешних условий. Отсюда следует, что система автоматической подстройки фокусировки может быть только самонастраивающейся системой, т. е. системой авто-

матического управления с неполной начальной информацией об управляемом процессе.

Система предназначена для стабилизации ряда определяющих фокусировку параметров относительно их наилучших значений, соответствующих экстремуму некоторой функции  $Y$  квазиэквивалентной резкости телевизионного изображения  $Y = Y(\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \dots, \epsilon_n, t)$ . Здесь  $\epsilon$  — расстройка параметра, определяющего фокусировку камеры. Например,

$$\epsilon = 1 - \frac{U}{U_{\text{опт}}}; \quad \epsilon = 1 - \frac{I}{I_{\text{опт}}};$$

$$\epsilon = 1 - \frac{F}{F_{\text{опт}}},$$

где  $U$ ,  $I$  и  $F$  — соответственно напряжение на фокусирующем электроде, ток фокусирующей катушки, фокусное расстояние объектива и т. д.

При этом предполагается, что флуктуации функции  $Y$  во времени происходят относительно медленно, под влиянием изменения ряда неконтролируемых параметров:

1 — содержания передаваемого объекта, 2 — освещенности, 3 — температуры, 4 — питающих напряжений и токов, характеризующих режим передающей трубки, а также смещения значений координат  $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_n$ , соответствующих точке экстремума (например, изменение положения объектива при перемещении объекта в пространстве).

Сигнал ошибки, пропорциональный расфокусировке камеры под влиянием, например, изменения  $i$ -го параметра, возможно получить путем воздействия на регулируемые параметры специальных импульсов искусственной расфокусировки — пробных импульсов [1, 3], в общем случае различающихся по частоте и амплитуде.

Рассмотрим, как изменяется интенсивность (квадрат эффективного значения) напряжения видеосигнала под влиянием расстройки  $\epsilon$  и пробных импульсов с амплитудой  $\Delta\epsilon$ .

Интенсивность телевизионного сигнала может быть записана как

$$u^2 = 2 \int_0^{\infty} [Y_0 A(f) \cdot K]^2 df. \quad (1)$$

Здесь  $Y_0$  — апертурная характеристика сфокусированной телевизионной системы

$$Y_0 = e^{-\left(\frac{\pi}{4} \tau_0 f\right)^2},$$

где  $\tau_0$  — длительность развертки расстояния, равного эквивалентной апертуре,  $f$  — частота составляющей видеосигнала,  $A(f)$  — спектральная функция светового объекта,  $K$  — контраст объекта.

Значение подынтегральной функции  $[Y_0 A(f) \cdot K]^2$  было аппроксимировано Н. Г. Дерюгиным [2], в результате экспериментального исследования спектра видеосигнала, как

$$\varphi(2\pi f) = \frac{1}{1 + 16 \cdot 10^{-12} (2\pi f)^2}.$$

Здесь  $\varphi(2\pi f)$  — огибающая спектра мощности телевизионного сигнала.

Тогда

$$[A(f) \cdot K]^2 = \frac{1}{[1 + (2\pi f)^2 16 \cdot 10^{-12}] Y_0^2}.$$

Под влиянием расфокусировки  $\epsilon$  и пробных импульсов апертурная характеристика видоизменяется [1]:

$$Y_0^{1+\theta^2(\epsilon-\Delta\epsilon)^2}, Y_0^{1+\theta^2(\epsilon+\Delta\epsilon)^2},$$

$\theta$  — параметр, учитывающий степень влияния данного электрода на расфокусировку.

Сигнал ошибки пропорционален разности интенсивностей видеосигнала при подаче положительного и отрицательного импульса искусственной расфокусировки  $\pm \Delta\epsilon$ :

$$\Delta u^2 = 2 \int_0^{\infty} \frac{Y_0^{2[1+\theta^2(\epsilon-\Delta\epsilon)^2]} - Y_0^{2[1+\theta^2(\epsilon+\Delta\epsilon)^2]}}{[1 + (2\pi f)^2 16 \cdot 10^{-12}] Y_0^2} df. \quad (2)$$

Вычисляя интеграл в выражении (2) и учитывая, что при  $f \gg 0$   $(2\pi f)^2 16 \cdot 10^{-12} \gg 1$ , получим уравнение для интенсивности сигнала ошибки в случае не очень больших расстроек  $\epsilon$ :

$$\Delta u^2 = \alpha \tau_0 10^{6\theta} [\sqrt{(\epsilon + \Delta\epsilon)^2} - \sqrt{(\epsilon - \Delta\epsilon)^2}],$$

где  $\alpha = 0,624 \cdot 10^{-2}$ .

Эффективное напряжение сигнала ошибки может быть подсчитано после извлечения квадратного корня:

$$\Delta u = \beta \sqrt{\tau_0 10^{6\theta} [\sqrt{(\epsilon + \Delta\epsilon)^2} - \sqrt{(\epsilon - \Delta\epsilon)^2}]}, \quad (3)$$

где  $\beta = 0,079$ .

На рис. 1 изображена кривая, построенная по выражению (3), при  $\theta = 30$ ,  $\tau_0 = 0,384$  мксек.

Значения сигнала ошибки выражены в относительных величинах, причем размах видеосигнала принят за единицу.

Назначением анализатора (см. блок-схему на рис. 2) системы автофокусировки является выделение сигнала рассогласования, содержащегося в видеосигнале. Анализатор состоит из полосового усилителя, отфильтровывающего низкочастотные составляющие

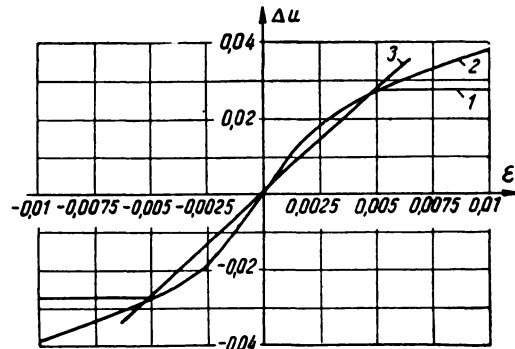


Рис. 1. Зависимость  $\Delta u(\epsilon)$ : (1) —  $\Delta\epsilon = 0,005$ ; (2) —  $\Delta\epsilon = 0,01$ ; (3) — линейная аппроксимация зависимости  $\Delta u(\epsilon)$

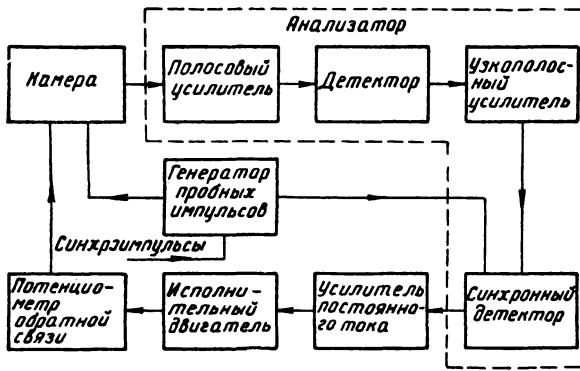


Рис. 2. Блок-схема одного канала системы автоподстройки фокусировки

щие видеосигнала, не несущие в себе информации о резкости изображения. Далее следуют детектор и узкополосный усилитель, выделяющий и усиливающий огибающую высокочастотного сигнала с частотой, равной частоте пробных импульсов. На выходе синхронного детектора, куда также подаются пробные импульсы, сигнал ошибки выделяется в виде постоянного напряжения с переменным знаком, соответствующим знаку рассогласования. Данное напряжение усиливается усилителем постоянного тока, на выходе которого включен исполнительный двигатель. Двигатель, вращает движок потенциометра, регулирующего текущее значение напряжения или тока в цепи данного электрода, или перемещает объектив.

На рис. 2 показана блок-схема одного канала системы автоподстройки фокусировки. Однако в реальных условиях имеется несколько взаимонезависимых параметров, определяющих фокусировку камеры. Регулировку взаимонезависимых параметров можно производить последовательно-параметрически, т. е. так, как она осуществляется оператором, или параллельно во времени.

В первом случае импульсы поиска подаются только на регулируемый в данный момент времени параметр. После достижения частного экстремума, при котором сигнал ошибки становится равным нулю  $\Delta u_i = 0$ , импульсы поиска начинают воздействовать на  $(i + 1)$  параметр и т. д. После подстройки последнего  $n$ -го параметра цикл заканчивается. Состав требуемой при этом аппаратуры показан на блок-схеме рис. 3.

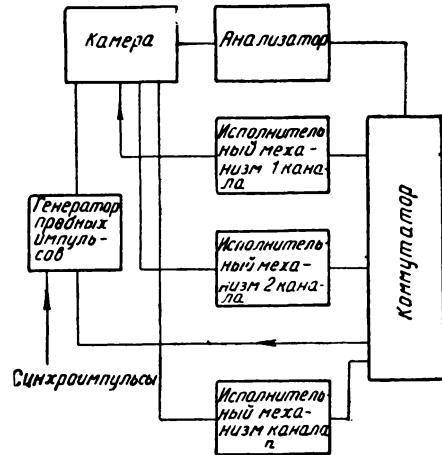


Рис. 3. Блок-схема последовательно-параметрической системы

В случае параллельной подстройки параметров одновременно определяются все компоненты сигнала ошибки  $\Delta u_1, \Delta u_2, \dots, \Delta u_n$  и движение в сторону экстремума происходит непрерывно. Разделение каналов осуществляется частотным методом, поскольку частоты пробных импульсов различны. Блок-схема системы изображена на рис. 4.

Достоинством первого метода является тот факт, что пробные импульсы воздействуют в каждый момент автоподстройки только на один регулируемый параметр, в связи с чем потери четкости на поиск минимальны.

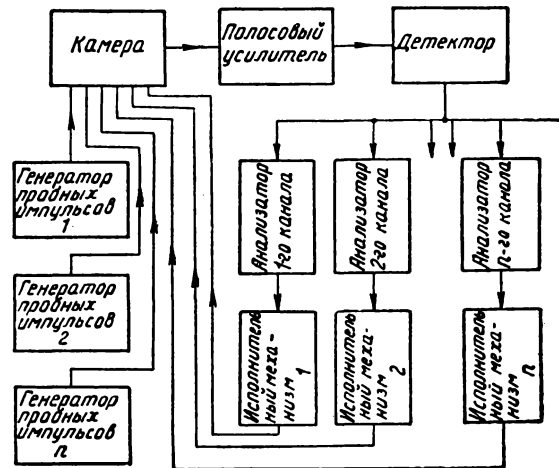


Рис. 4. Блок-схема параллельной системы



Достоинством второго метода является увеличение быстродействия системы, так как все параметры подстраиваются одновременно.

При сравнении данных методов следует также учитывать, что аппаратура в первом случае представляется более простой, поскольку отпадает необходимость дублировать такие узлы системы, как генератор пробных импульсов, узкополосный усилитель, синхронный детектор и усилитель постоянного тока.

### Уравнение движения системы автоподстройки фокусировки

Система автоподстройки фокусировки телевизионных передающих камер относится к разряду экстремальных систем автоматического регулирования и в общем виде является нелинейной, так как содержит по крайней мере один нелинейный элемент — экстремальную характеристику, например, вида

$$(Y - Y_0) = a\varepsilon^2.$$

Однако в области малых отклонений от точки экстремума, где сложная форма зависимости сигнала ошибки от расстройки  $\Delta u = f(\varepsilon)$  аппроксимируется линейной зависимостью  $\Delta u = b\varepsilon$ , введением специальных фильтрующих схем, подавляющих все комбинационные частоты (возникающие при воздействии пробных импульсов на нелинейную характеристику экстремали), система может быть сведена к линейной.

Рассмотрим уравнение движения одного канала системы автоподстройки фокусировки.

Полосовой усилитель можно рассматривать как безынерционный элемент системы. Тогда эффективное напряжение сигнала ошибки на выходе полосового усилителя (см. рис. 2) в случае правильного выбора частотной характеристики последнего и значений  $\varepsilon$ , не превышающих 0,0075, может быть записано как

$$\Delta u_{\pi} = K_{\pi} \cdot \Delta u,$$

где  $K_{\pi}$  — коэффициент передачи усилителя.

Частотная характеристика полосового усилителя выбирается таким образом, чтобы частота  $f_{\text{опт}}$ , рассчитанная по выражению (9) в [1], явилась средней частотой настройки. Полоса усиливаемых частот  $\Delta f$  лежит в пределах 1—2 Мгц.

Если детектор обладает линейной характеристикой вида

$$i = Su \text{ при } u > 0,$$

$$i = 0 \text{ при } u < 0,$$

где  $S$  — коэффициент, характеризующий передаточные свойства детектора, сигнал ошибки на выходе последнего в динамике может быть представлен

$$\Delta u_d = K_n \Delta u S R_n,$$

где  $R_n$  — сопротивление нагрузки детектора.

Для среднего значения напряжения на выходе детектора, если ко входу приложено высокочастотное напряжение, модулированное прямоугольными пробными импульсами, может быть записано следующее разложение в ряд Фурье:

$$u = u_{\text{ср}} + \frac{2}{\pi} \Delta u_d \cos 2\pi F_{\text{пр}} t + \dots,$$

где  $F_{\text{пр}}$  — частота следования пробных импульсов. Сигналом ошибки является составляющая

$$\frac{2}{\pi} \Delta u_d \cos 2\pi F_{\text{пр}} t.$$

Узкополосный усилитель, настроенный на частоту первой гармоники импульсов  $F_{\text{пр}}$ , усиливает данную составляющую в  $K_y$  раз. На выходе синхронного детектора, где выполняются операции умножения полезного и опорного сигналов, а также усреднения полученного результата во времени, появится сигнал ошибки в виде постоянного напряжения со знаком, соответствующим направлению рассогласования, абсолютное значение которого равно

$$u_c = \frac{2}{\pi} \Delta u_d \cos 2\pi F_{\text{пр}} t \cdot \cos 2\pi F_{\text{пр}} t \cdot K_y.$$

В реальном синхронном детекторе операция усреднения осуществляется с помощью фильтра с передаточной функцией инерционного звена

$$w_{\phi}(D) = \frac{1}{D} \cdot \frac{K_{\phi}}{1 + T_{\phi} D},$$

где:  $D$  — оператор;  $T_{\phi}$  — постоянная времени фильтра;  $K_{\phi}$  — коэффициент передачи детектора.

После усилителя мощности с коэффициентом передачи  $K_m$  (безынерционное звено) сигнал ошибки воздействует на исполнительный двигатель. Передаточ-

ную функцию исполнительного двигателя запишем в виде последовательного соединения интегрирующего и инерционного звеньев:

$$\omega_{дв}(D) = \frac{1}{D} \cdot \frac{K_{дв}}{1 + T_{дв}D}.$$

Здесь:  $K_{дв}$  — коэффициент передачи двигателя с редуктором;  $T_{дв}$  — электро-механическая постоянная двигателя.

Замыкание петли обратной связи осуществляется, например, с помощью потенциометра, регулирующего напряжение на фокусирующем электроде передающей трубки, коэффициент передачи которого

$$K_{\beta} = \frac{\varepsilon}{\alpha},$$

где  $\alpha$  — угол поворота движка потенциометра.

Уравнение движения замкнутой одномерной системы автоподстройки фокусировки может быть представлено (с учетом вышеизложенного) как

$$\varepsilon = -\frac{1}{D} \cdot \frac{1}{(1 + T_{дв}D)} \cdot \frac{1}{(1 + T_{\phi}D)} \times \\ \times K_c \frac{2}{\pi} SR_n \Delta u, \quad (4)$$

где  $K_c = K_{дв} K_{\phi} K_{\gamma} K_m K_n$ .

Дифференцируя правую и левую части уравнения (4) и подставляя значение  $\Delta u$  из (3), получим

$$D\varepsilon = -\frac{K_c \cdot \frac{2}{\pi} \cdot SR_n}{(1 + T_{дв}D)(1 + T_{\phi}D)} \cdot \beta \cdot \sqrt{\tau_0 10^6 \theta} \times \\ \times \sqrt{\sqrt{(\varepsilon + \Delta\varepsilon)^2} - \sqrt{(\varepsilon - \Delta\varepsilon)^2}}. \quad (5)$$

В области расстроек  $\varepsilon$ , не превышающих значений  $\varepsilon = 0,0075$  (в случае автоподстройки фокусировки по цепи фокусирующего электрода суперорбитрона), кривую рис. 1 возможно аппроксимировать прямой, уравнение которой

$$\Delta u = \gamma \sqrt{\tau_0 \theta 10^6} \varepsilon,$$

где  $\gamma$  — коэффициент пропорциональности, равный  $21\beta$ .

Введем обозначения

$$K_{общ} = \gamma \sqrt{\tau_0 \theta 10^6} K_c SR_n \frac{2}{\pi}. \quad (6)$$

После несложных преобразований уравнение (5) может быть представлено с учетом (6) как

$$T_{дв} T_{\phi} \varepsilon D^3 + (T_{дв} + T_{\phi}) \varepsilon D^2 + \\ + D\varepsilon + K_{общ} \varepsilon = 0. \quad (7)$$

Уравнение (7) описывает движение системы автоподстройки фокусировки в случае отсутствия помех и с учетом принятых выше допущений. Анализируя дифференциальное уравнение (7), можно определить обычными методами устойчивость и быстродействие системы.

Известно (см. [3]), что многомерная непрерывная система экстремального регулирования в квазистационарном режиме устойчива тогда и только тогда, когда устойчивы  $n$  изолированных каналов последней. Отсюда следует, что достаточно определить устойчивость одного канала системы, характеризующегося наибольшим коэффициентом  $K_{общ}$ .

Для анализа устойчивости запишем характеристическое уравнение для (7):

$$T_{дв} T_{\phi} \lambda^3 + (T_{дв} + T_{\phi}) \lambda^2 + \lambda + K_{общ} = 0.$$

Условие устойчивости, согласно критерию Гурвица, имеет вид

$$K_{общ} < \frac{T_{\phi} + T_{дв}}{T_{дв} \cdot T_{\phi}}. \quad (8)$$

Расчет быстродействия системы можно произвести путем построения переходной характеристики системы по уравнению (7).

### Пример расчета системы автоподстройки фокусировки

Анализ дифференциального уравнения (7) позволяет правильно сконструировать систему автоподстройки фокусировки. Рассмотрим числовой пример. Предположим, размах видеосигнала, подаваемого на систему автоподстройки, равен 1 в. Выбираем двигатель с редуктором, электро-механическая постоянная которого равна  $T_{дв} = 0,1$  сек и коэффициент передачи  $K_{дв} = 3,14$  рад/в. Постоянная времени фильтра на выходе синхронного детектора  $T_{\phi} = 0,03$  сек, и коэффициент передачи детектора  $K_{\phi} = 0,6$ . Автоподстройка фокусировки производится по цепи фокусирующего электрода суперорбитрона, следовательно,  $\theta = 30$ . Параметры телевизионной системы таковы, что  $\tau_0 = 0,384$  мксек. Известно, что коэффициент передачи детектора  $SR_n$  равен примерно 0,4. Коэффициент передачи потенциометра обратной связи выбираем равным  $K = 0,028$  1/рад. При этом устраняется возможность перехода на дру-

гой виток фокусировки по цепи фокусирующего электрода.

Анализ устойчивости системы по выражению (8) показывает, что

$$K_{\text{общ}} < \frac{0,03 + 0,1}{0,03 \cdot 0,1} = 43,4.$$

Выбираем  $K_{\text{общ}} = 40$ .

Подставляя значения известных величин и учитывая (6), получим, что произведение коэффициентов усиления полосового усилителя, узкополосного усилителя и усилителя мощности равно

$$K_n K_y K_m = \frac{K_{\text{общ}}}{\gamma \sqrt{\tau_0} 10^6 S R_n \frac{2}{\pi} K_\phi K_{\text{дв}} K_\beta} = 534.$$

Распределение усиления между данными усилителями может быть в известной мере произвольным.

В практических условиях быстродействие системы в основном определяется инерционностью исполнительного двигателя, так как  $T_{\text{дв}} \gg T_\phi$ . Тогда уравнение движения системы может быть сведено к дифференциальному уравнению второго порядка, характеристическое уравнение которого имеет вид

$$\lambda^2 + 2\xi\omega_0\lambda + \omega_0^2 = 0,$$

где:

$$\xi = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{T_{\text{дв}} \cdot K_{\text{общ}}}}, \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{K_{\text{общ}}}{T_{\text{дв}}}}.$$

Корни характеристического уравнения

$$\lambda_{1,2} = -\xi\omega_0 \pm j\omega_0 \sqrt{1 - \xi^2}.$$

При  $K_{\text{общ}} = 40$  и  $T_{\text{дв}} = 0,1$  сек,  $\xi = 0,25$  и в системе установится малоколебатель-

ный режим. Время переходного процесса  $t_n$  найдется из условия [4]

$$e^{-\xi\omega_0 t_n} = 0,05.$$

Отсюда

$$t_n \approx \frac{3}{\xi \cdot \omega_0} = 0,6 \text{ сек.}$$

По окончании времени  $t_n$  ошибка регулирования не будет превышать 5% от начальной расстройки  $\epsilon_0$ .

Приведенный расчет системы автоподстройки фокусировки телевизионных передающих камер справедлив в области малых отклонений от точки оптимума фокусировки ( $\epsilon \leq 0,0075$ ). При больших расстройках система приобретает нелинейные свойства вследствие нелинейности кривой  $\Delta u = f(\epsilon)$ , усилителей и исполнительного двигателя. Следует отметить, однако, что в случае непрерывной работы системы переход в область больших расфокусировок малвероятен.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бялик Г. И., Тимофеев Б. С., Автоматическая регулировка резкости в телевизионных камерах, Техника кино и телевидения, 1964, № 7.
2. Дерюгин Н. Г., Спектр мощности и функция корреляции телевизионного сигнала, Электросвязь, 1957, № 7.
3. Красовский А. А., Поспелов Г. С., Основы автоматики и технической кибернетики, Госэнергоиздат, 1962.
4. Артамонов В. М., Электроавтоматика судовых и самолетных радиолокационных станций, Госиздат судостроительной промышленности, 1962.

Ленинградский институт авиационного приборостроения

## ПЕРЕДАЧА ИЗОБРАЖЕНИЯ И ЗВУКОВОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ В СОВМЕЩЕННОЙ ПОЛОСЕ ЧАСТОТ

621.397.2

Рассмотрен способ передачи звукового сопровождения в полосе частот видеосигнала, основанный на модуляции спаренных импульсов. Описаны функциональные схемы устройств, позволяющих осуществить эту передачу. Приведены полученные экспериментально зависимости отношения сигнал/помеха в звуковом канале от полосы пропускания видеоканала при разных уровнях флюктуационной помехи на видеосигнале и разных законах ее распределения.

В настоящее время у нас и за рубежом для передачи изображения и звукового сопровождения по междугородным линиям связи применяются отдельные несущие, причем несущая звукового сопровождения располагается за пределами частотного спектра видеосигнала, т. е. используется почти та же широкополосная структура частотного спектра, что и применяемая для передачи изображения и звука в обычном телевизионном вещании. Это имеет место, несмотря на то, что условия выбора способа передачи звукового сопровождения по магистральным линиям связи резко отличаются от условий, характерных для телевизионного вещания.

Необходимость изыскания более экономичных способов передачи звукового сопровождения по междугородным линиям связи диктуется прежде всего тем обстоятельством, что передача его обычным методом (т. е. с помощью модулированной звуком дополнительной несущей) либо влечет за собой необходимость применения отдельного канала, либо приводит к весьма жестким допускам на нелинейность характеристик всех звеньев линии связи. Несоблюдение этих допусков в реальной аппаратуре немедленно дает себя знать появлением взаимных помех в каналах звука и изображения.

В то же время в самом телевизионном сигнале еще содержится столь много информационной избыточности, что за счет ее уменьшения можно было бы, не расширяя полосы видеочастот, передать в пределах этой полосы одновременно с видеоинформацией даже не один звуковой канал.

В литературе [1] встречаются описания метода передачи, в котором спектр сигналов звукового сопровождения располагается в промежутке между двумя гармониками строчной частоты внутри полосы частот видеосигнала, но качество такой передачи

для звука и для изображения при этом получается низким.

Казалось бы, более перспективным способом является передача звукового сопровождения, основанная на использовании известного импульсного способа передачи [2, 3], которому были посвящены разработки, предпринятые в свое время английской фирмой ПАИ. Но связанная с применением этого способа необходимость применения ультразвуковых линий задержки широкополосных импульсов на время порядка 30 мксек настолько усложняло техническое осуществление этого способа, что до сих пор в литературе не встречается никаких признаков того, что этот способ где-либо применяется.

В 1963—1964 гг. в Московском электротехническом институте связи нами совместно с Б. П. Хромым, В. Н. Ульяновым и другими были предприняты попытки осуществить импульсное уплотнение видеоканала сигналами звукового сопровождения по несколько иному (найденному С. И. Катаевым) способу, при котором надобность в широкополосных линиях задержки полностью отпадает. Способ этот был подвергнут тщательной экспериментальной проверке. В итоге была выявлена реальная возможность полноценной передачи изображения и звука при использовании лишь видеоканала, лежащего в прежних стандартных пределах частотного диапазона при сохранении устойчивой синхронизации и исключении какого-либо взаимного влияния между сигналами звука и изображения.

В этом способе в передающем устройстве (рис. 1) вместо модуляции равностоящих импульсов двойной строчной частоты и последующего их спаривания, т. е. необходимого перемещения промодулированных четных импульсов к нечетным (чтобы передать их во время обратного хода), немоду-

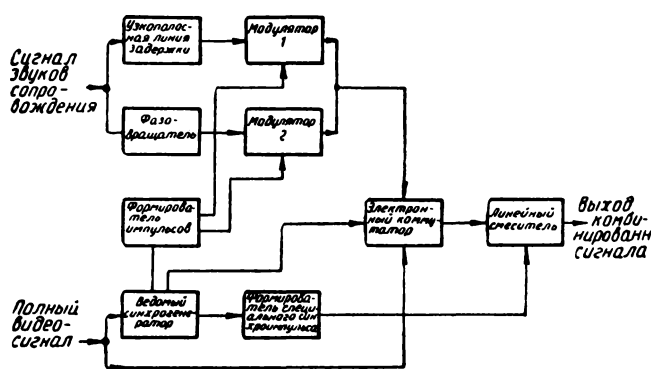


Рис. 1. Функциональная схема передающего устройства

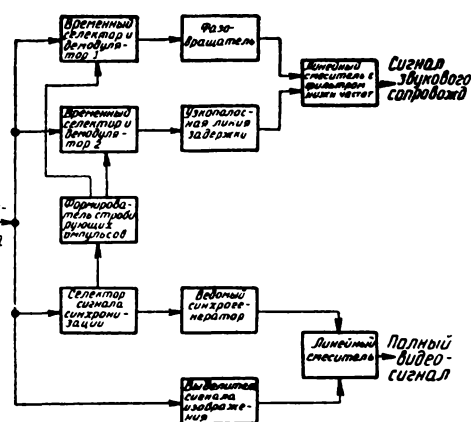


Рис. 2. Функциональная схема приемного устройства

лированные четные и нечетные импульсы, поступающие от местного синхрогенератора, модулируются порознь в двух модуляторах сигналами звукового сопровождения (СЗС). При этом СЗС, подводимые к модулятору нечетных импульсов, отличаются от СЗС, используемых для модуляции четных импульсов, взаимным сдвигом по времени приблизительно на половину строчного периода, что достигается с помощью простой узкополосной (с полосой, достигающей 15—20 кгц) линии задержки, которая включается в звуковой канал, идущий к одному из модуляторов. Далее модулированные по широтно-импульсному методу парные импульсы смешиваются с сигналами изображения так, что они оказываются размещенными в интервалах обратного хода строчной развертки после сигналов строчной синхронизации и в таком виде модулируют несущую, применяемую для передачи видеосигналов в междугородной линии связи.

В месте приема (рис. 2), т. е. на выходном конце линии, эти импульсы с помощью время-импульсных селекторов, построенных по схеме совпадений, снова разделяются на два канала, в каждом из которых имеется свой демодулятор, и демодулируются. После этого продукт демодуляции того сигнала, который содержит опережающую компоненту звукового сигнала, задерживаются на такой же промежуток времени с помощью узкополосной линии задержки. Затем эти два сигнала поступают на линейный смеситель, содержащий на выходе фильтр нижних частот, который полностью освобождает сигнал звукового сопровож-

дения от всех лишних продуктов демодуляции.

Здесь необходимо только, чтобы полоса пропускания применяемой линии задержки несколько превышала полосу пропускания выходного фильтра нижних частот, чтобы сдвиг полезных составляющих демодулированного сигнала происходил без заметных фазовых и амплитудных искажений.

На рис. 3 наглядно поясняется случай, когда применяется модуляция импульсов по ширине. Если применяется время-импульсная или частотно-импульсная модуляция, можно использовать ту же функциональную схему, только вместо широтно-импульсных модуляторов и демодуляторов использовать модуляторы и демодуляторы соответственно других типов.

Рассмотренный способ был экспериментально проверен в варианте с широтно-импульсной модуляцией. При этом для ослабления низкочастотных помех первый и второй (т. е. четные и нечетные) импульсы каждой пары модулировались звуковым сигналом в противофазе.

Упомянутая противофазность модуляции, предложенная В. Н. Ульяновым, Ю. Б. Зубаревым и Б. П. Хромым, существенно облегчила борьбу с 50-периодным фоном и другими паразитными низкочастотными пульсациями уровня видеосигнала.

Перед подачей на модулятор радиовещательного передатчика импульсы, с помощью которых производится передача звукового сопровождения, удаляются, гасящему сигналу придается стандартная первоначальная форма, после чего восста-

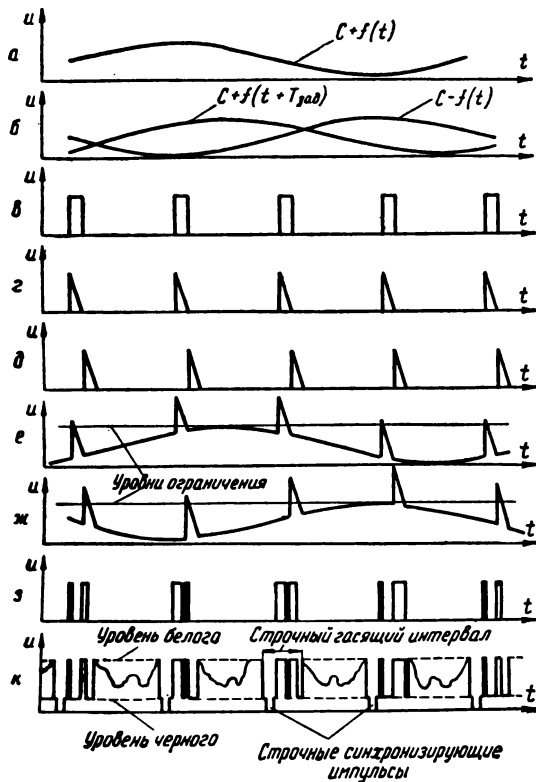


Рис. 3. К пояснению способа уплотнения телевизионного спектра:

а —  $c + f(t)$  — модулирующий звуковой сигнал, где  $c$  — постоянная составляющая; б —  $c + f(t + T_{\text{зад}})$  — звуковой сигнал после узкополосной линии задержки; в — строчные импульсы, выдаваемые ведомым синхрогенератором; г и д — импульсы на выходе формирователя; е и ж — процессы, происходящие в модуляторе 1 и модуляторе 2; з — звуконесущие импульсы на входе электронного коммутатора; к — комбинированный сигнал на выходе линейного смесителя

новленный видеосигнал подается на вход линейного усилителя видеоаппаратной телевизионного центра, где он оснащается стандартной синхросмесью, которая поступает от местного синхрогенератора, поставленного в ведомый режим, а сигналы звукового сопровождения следуют непосредственно к модулятору передатчика звукового сопровождения.

Применение широтно-импульсной модуляции спаренных таким образом импульсов позволило поднять отношение сигнал/шум звукового канала приблизительно на 20 дБ над уровнем сигнал/шум видеоканала и обеспечить при этом высококачественную

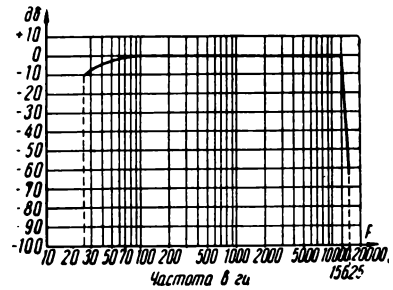


Рис. 4. Сквозная амплитудно-частотная характеристика канала передачи

передачу звукового сопровождения в спектре частот видеосигнала с полосой звуковых частот, простирающейся до 10—12 кГц (рис. 4). Теоретическим пределом передаваемой таким образом полосы является частота строк, т. е. для нашего телевизионного стандарта — 15 625 гц. Но по мере приближения к этому пределу отношение сигнал/помеха в звуковом канале заметно падает, что можно объяснить влиянием двух факторов:

- 1) при равномерном распределении энергии шума по спектру с расширением полосы увеличивается интегральный эффект помехи;
- 2) с приближением полосы частот звукового канала к упомянутому выше теоретическому пределу возрастают трудности частотного выделения полезных продуктов демодуляции.

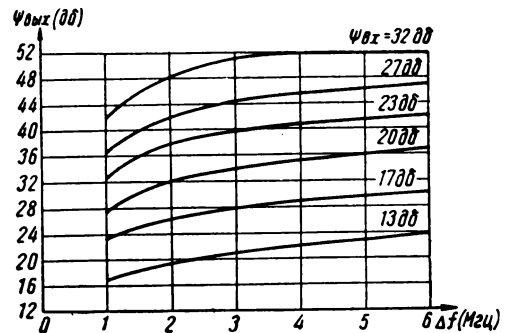


Рис. 5. Кривые измеренных значений отношений сигнал/помеха в звуковом канале ( $\Psi_{\text{вых}}$ ) в зависимости от полосы пропускания видеоканала ( $\Delta f$ ) при разных уровнях помехи на видеосигнале ( $\Psi_{\text{вх}}$ );  $\Psi_{\text{вых}}$  и  $\Psi_{\text{вх}}$  — дБ,  $\Delta f$  — Мгц. Помеха в видеоканале имеет нормальный закон распределения

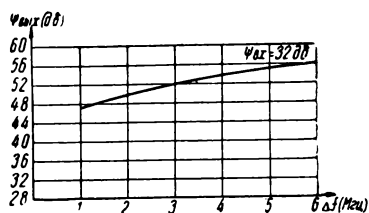


Рис. 6. Кривая измеренных значений отношений сигнал/помеха в звуковом канале ( $\Psi_{\text{вых}}$ ) в зависимости от полосы пропускания видеоканала ( $\Delta f$ ) при уровне помехи на видеосигнале 32 дБ для случая, когда составляющие спектра помехи линейно возрастают с частотой

На рис. 5 и 6 показаны кривые измеренных значений отношения сигнала/помеха в звуковом канале ( $\Psi_{\text{вых}}$ ) на выходе приемного устройства в зависимости от полосы пропускания видеоканала ( $\Delta f$ ) при разных отношениях сигнал/помеха в видеоканале ( $\Psi_{\text{вх}}$ ). Флюктуационный шум в видеоканале при снятии кривых рис. 5 имел нормальный закон распределения, а при снятии зависимости рис. 6 — треугольный, т. е. линейно возрастающий с частотой. На рис. 7 изображена блок-схема измерений. От шумового генератора типа Г2-1 на выходе передающего устройства замешивалась флюктуационная помеха. Широкополосный усилитель, включенный между генератором Г2-1 и передатчиком, являлся буферным устройством и одновременно позволял поднять уровень флюктуационных помех при треугольном распределении их в полосе видеоканала. Между устройствами передатчика и приемника включался фильтр ниж-

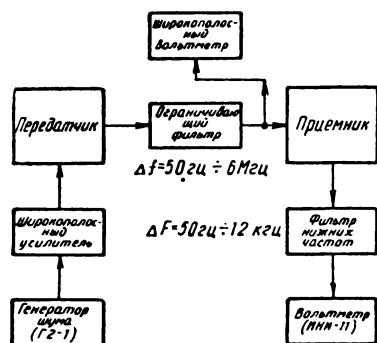


Рис. 7. Блок-схема измерений

них частот с переменными полосами пропускания от 1 до 6 МГц через 1 МГц. Эффективное значение помехи на выходе ограничивающего фильтра поддерживалось постоянным с помощью широкополосного вольтметра. Уровень шума и сигнала в звуковом канале измерялся вольтметром прибора ИНИ-11. Дополнительный фильтр нижних частот с полосой прозрачности до 12 кГц, включаемый на выходе приемного устройства, устранял влияние строчной компоненты на измерения. Таким образом, при уровне помехи на видеосигнале 32 дБ и полосе видеоканала 6 МГц отношение сигнал/помеха звукового канала составляет 52 дБ (рис. 5), а при треугольном распределении — на 4 дБ выше. Само собой разумеется, что эти соотношения могут быть улучшены при использовании устройств компандирования и введения

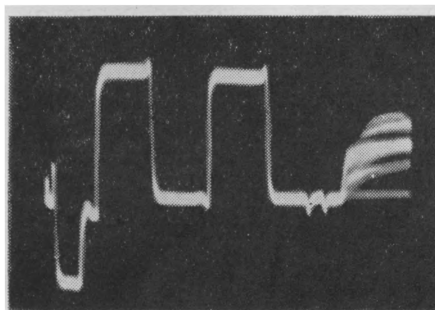


Рис. 8. Строчный гасящий импульс с двумя звуковыми врезками

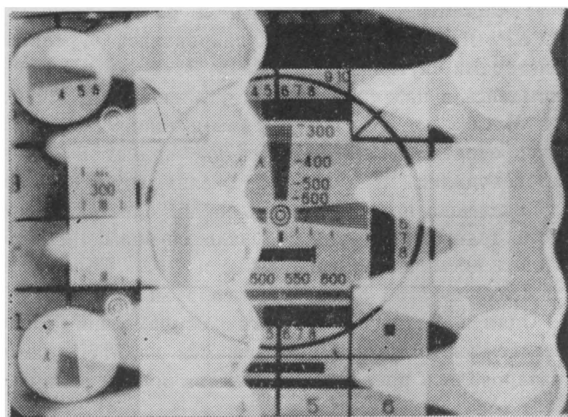


Рис. 9. Телевизионное изображение испытательной таблицы 0249 для случая, если луч на время обратного хода остается непогашенным, а длительность звуковых врезок меняется по синусоидальному закону

других известных способов повышения помехоустойчивости.

На рис. 8 показан строчный гасящий импульс с двумя звуковыми врезками и синхронизирующим импульсом, а на рис. 9 для большей наглядности дано телевизионное изображение испытательной таблицы 0249 в случае, если луч на время обратного хода оставить непогашенным. На рисунке отчетливо видны две звуковые врезки, модулированные в противофазе сигналом звукового генератора и изменяющие свою ширину по синусоидальному закону.

### Заключение

Экспериментальная проверка способа модуляции спаренных импульсов, размещаемых в интервалах обратного хода строчной развертки, показала, что качественную передачу звукового сопровождения

в полосе частот видеосигнала можно обеспечить сравнительно простыми техническими средствами. Способ может найти применение при передачах телевидения по междугородным линиям связи и при передаче телевизионных программ с передвижных телевизионных станций на телевизионный центр.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Hathway I. L., Interleaved Sound Transmission within the Television Picture, IRE International Convention Record, 1962, part 7, p. 105—112.
2. Lawson D. I., Lord A. V., Kharbanda S. R., Method of Transmitting Sound on the Vision Carrier of a Television System, The Journal of the Television Society, 1946, 4, № 10.
3. Fredendall G., Schlesinger K., Schroeder A., Transmission of Television Sound on the Picture Carrier, Proceedings of IRE, 1946, II, 34, № 2, p. 49—61.

*Московский электротехнический институт связи*

## Передачи цветного телевидения через спутник „Молния-1“

На опытной станции цветного телевидения Московского телецентра в мае с. г. проводились экспериментальные передачи. Испытывали три различные системы: NTSC, SECAM и разработанную в СССР. Передачи ЦТ ретранслировались бортовыми системами спутника «Молния-1». Затем сигналы принимались в наземном пункте, удаленном на 1500 км от Москвы, и по радиорелейным линиям передавались обратно на МТЦ. Здесь на экранах ВКУ воспроизводились цветные изображения. Одно ВКУ было включено непосредственно на выходе телевизионного тракта, а другое получало сигналы ЦТ через линию космической радиосвязи и РРЛ. Общая протяженность этой линии превысила 80 000 км.

Один из сеансов цветного космовидения длился свыше девяти часов. Собранным на МТЦ демонстрировались цветные диапозитивы и кинофильмы.

Сравнительные испытания трех упомянутых систем ЦТ показали, что при передачах на большие расстояния по действующим в настоящее время каналам связи система SECAM обладает большей помехоустойчивостью. Советская система ЦТ обеспечивает также высокие качественные показатели.

Руководитель работ профессор А. Д. Форгушенко отметил, что проведенные эксперименты подтвердили возможность передач программ ЦТ через космический спутник связи. Понадобилось выполнить сложные исследования, чтобы добиться хорошей работы всей аппаратуры.

Успешно выдержало испытание оборудование спутника «Молния-1», наземных станций космической связи, а также радиорелейных линий. Проведенные эксперименты имеют важное значение для развития ЦТ в нашей стране.



# РАБОТА ВИДИКОНА С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ СЧИТЫВАНИЕМ ЗАРЯДОВ

621.383.74

Приведены результаты экспериментального исследования работы с дополнительным считыванием потенциального рельефа мишени. Обсуждены причины длительной инерционности видикона при больших напряжениях на сигнальной пластине и при неполном считывании зарядов мишени.

Инерционность является одним из существенных недостатков передающих телевизионных трубок типа видикон. Ее снижение продолжает оставаться важной задачей, решение которой позволило бы повысить реальную чувствительность трубки при передаче движущихся изображений. Экспериментальному исследованию инерционности видикона посвящено большое число работ [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Инерционность видикона обычно подразделяют на две составляющие: коммутационную и фотоэлектрическую инерционность [6]. Сложная зависимость инерционности трубки от интенсивности засветки фотослоя, условий накопления и коммутации потенциального рельефа мишени затрудняет количественную оценку указанных составляющих. По данным Хеймана [1], определяющей является коммутационная инерционность, однако по результатам Редингтона [3] роль этих составляющих одинакова.

Исследования, проведенные Быковым и Гуревичем [6, 7] с объективным измерением потенциального рельефа мишени, позволили дать количественную оценку влияния отдельных составляющих на общую инерционность видиконов типа ЛИ-23. Однако эти исследования показывают, что наблюдаемая инерционность совпадает с теоретически ожидаемой лишь до 30—40 мсек с момента изменения освещенности фотослоя. При дальнейшем установлении стационарного режима происходит резкое замедление спада остаточных зарядов мишени, особенно заметное при работе трубки с большими потенциалами на сигнальной пластине (свыше 20—25 в). Наблюдаемая при этом длительная инерционность таких трубок порядка нескольких секунд не может быть объяснена лишь неполным считыванием зарядов и инерционностью внутреннего фотоэффекта.

Действительно, сравнение времени коммутации и постоянной времени заряда емкости элемента мишени показывает, что,

несмотря на несколько неполное считывание (до 75% накопленного заряда), коммутационная инерционность не является фактором, определяющим длительную составляющую инерционности. Указанный вывод подтверждается измерениями остаточных зарядов мишени [6].

Следует заметить, что и фотоэлектрическая инерционность фотослоя лишь в некоторой степени определяет длительную инерционность трубки. В работе Решетникова [8] отмечен факт резкого несовпадения наблюдаемой инерционности фотослоев из трехсернистой сурьмы и полной инерционности видиконов с мишенями из тех же слоев. Это обстоятельство, а также аномально длительная инерционность видикона при больших потенциалах на сигнальной пластине до настоящего времени не получают удовлетворительного объяснения.

Указание на возможное влияние электрических полей в фотослое на переходные процессы в видиконе встречается в ряде работ [5, 9]. Однако исследования инерционности высокоомных фотослоев при слабых и сильных электрических полях, проведенные Гершбергом [9], показывают, что инерционность в обоих случаях в первом приближении одинакова. Некоторые особенности работы видикона в переходном режиме получили объяснение в работе Оксмана и Епифанова [5] в предположении, что имеет место двухслойная структура мишени. К сожалению, вопрос о детальной структуре тонких высокоомных фотослоев остается слабо изученным.

С целью изучения причин длительной инерционности и путей ее снижения автор провел исследование работы видикона с дополнительным считыванием потенциального рельефа мишени.

Сущность работы видикона с дополнительным считыванием зарядов сводится к следующему. В течение прямого хода по строке коммутирующий луч осуществляет обычное считывание зарядов мишени с об-

разованием видеосигнала. В начале обратного хода строчной развертки введением в кадровую отклоняющую катушку прямоугольных импульсов тока коммутирующий луч быстро перебрасывается (в течение 0,5—1 мксек) на несколько строк выше коммутированной строки. Одновременно на управляющий электрод подаются строчные импульсы, еще более отпирающие коммутирующий луч. При этом в течение обратного хода по строке луч стирает остаточный потенциальный рельеф мишени, оставшийся как результат неполного считывания зарядов во время прямого хода луча.

Увеличение эффективности стирания потенциального рельефа при малых потенциалах мишени достигалось введением импульсного напряжения положительной полярности на сигнальную пластину трубки в течение обратного хода строчной развертки. Более подробно работа видикона с дополнительным снятием остаточных зарядов описана в [10].

Экспериментальные исследования были проведены для ряда трубок ЛИ-23 (12 шт.). Методика измерений остаточных сигналов трубки была подобна методике, описанной в [6]. Отличие заключалось лишь в том, что в качестве источника импульсного освещения видикона использована катодолуминесцентная трубка, разработанная на кафедре телевидения ЛЭИСа. Применение указанного источника света позволило легко получить периодическую, малоинерционную и синхронизированную с телевизионной разверткой засветку фотокатода видикона световыми импульсами, длительность и период которых изменялись в широких пределах.

Измерения остаточных сигналов показали, что при одинаковых условиях освещенности фотокатода и равных напряжениях на сигнальной пластине результаты измерений инерционности отдельных трубок отличаются незначительно. Приведенные ниже результаты относятся к одной из указанных трубок. Перед измерениями остаточных сигналов режим работы видикона выбирался таким образом, чтобы обеспечить наилучшее качество изображения. Фокусировка луча контролировалась по качеству изображения таблицы 0249.

На рис. 1 приведены результаты измерений относительных остаточных сигналов при обычном режиме работы видикона (кривая 1) и дополнительном считывании

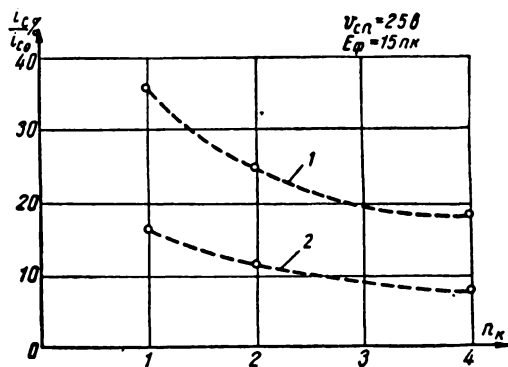


Рис. 1

потенциального рельефа мишени (кривая 2). Относительные значения остаточных сигналов получены делением величины сигнала в  $n$  кадре после прекращения освещения на величину сигнала, измеренного в момент прекращения освещения. Из приведенных кривых видно значительное уменьшение (в два раза) остаточных сигналов трубки при дополнительном считывании потенциального рельефа мишени.

Результаты измерений зависимости величины остаточных сигналов трубки в первом кадре после прекращения освещения от напряжения на сигнальной пластине  $V_{ср}$  показаны на рис. 2. Измерения остаточных зарядов при обычном режиме работы видикона указывают на резкое увеличение инерционности при малых и особенно при больших  $V_{ср}$ .

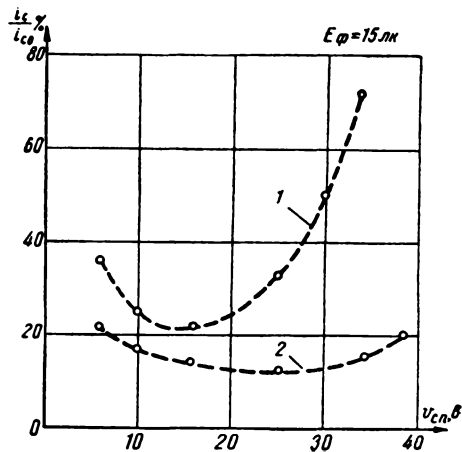


Рис. 2

Увеличение инерционности видикона при малых  $v_{сп}$  достаточно удовлетворительно может быть объяснено низкой эффективностью коммутации мишени при потенциалах ее, близких к потенциалу катода трубки [6]. Причины же значительного увеличения инерционности при больших значениях  $v_{сп}$  остаются недостаточно выясненными. Экспериментально наблюдаемое снижение инерционности при увеличении тока коммутирующего луча [6] указывает на зависимость остаточных сигналов мишени от эффективности коммутации потенциального рельефа.

Результаты измерений остаточных сигналов видикона с дополнительным считыванием зарядов для сравнения также показаны на рис. 2 (кривая 2). Из рис. 2 видно, что дополнительное считывание зарядов приводит к значительному снижению инерционности трубки. Относительно небольшое уменьшение инерционности при малых  $v_{сп}$  (в 1,5 раза) можно объяснить практически полным считыванием зарядов мишени. Резкое снижение остаточных сигналов видикона при больших  $v_{сп}$  (в 5—8 раз), как показывает оценка длительной составляющей инерционности трубки, не может быть удовлетворительно объяснено только коммутационной инерционностью.

Малая точность измерений остаточных сигналов видикона после четвертого кадра телевизионной развертки потребовала разработки методики оценки длительной составляющей инерционности трубки, обеспечивающей наглядность полученных результатов при дополнительном считывании зарядов мишени. Оценка длительной составляющей инерционности производилась фотографированием остаточного изображения с экрана видеоконтрольного устройства. Для объективности оценки было предусмотрено изменение режима работы видикона таким образом, чтобы одна половина наблюдаемого изображения соответствовала обычной работе трубки, а другая — работе трубки с дополнительным считыванием зарядов мишени.

На рис. 3 приведена фотография передаваемого изображения (таблица 0249), которая позволяет сравнить изображения при обычной работе видикона (верхняя половина кадра) и дополнительном считывании остаточных зарядов мишени (нижняя половина кадра). Величина сигнала трубки

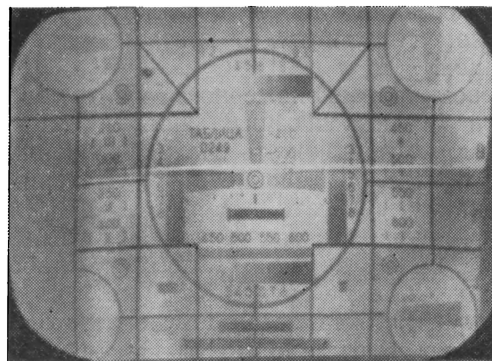


Рис. 3

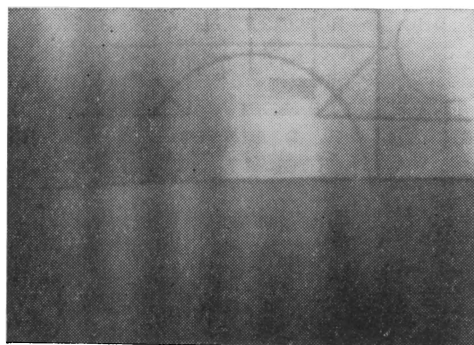


Рис. 4

и качество передаваемого изображения, как видно из приведенной фотографии, в обоих режимах работы трубки практически оставались одинаковыми (при  $E_{\phi} = 10$  лк,  $v_{сп} = 40$  в). На рис. 3 хорошо видна линия разграничения режимов трубки.

На рис. 4 дана фотография, характеризующая работу видикона в переходном режиме. Остаточное изображение сфотографировано через время, равное двум периодам кадра (0,08 сек) с момента прекращения освещения с выдержкой 1 сек. Рис. 4 дает наглядное представление об эффективности дополнительного считывания остаточных зарядов в видиконе.

Фотографический метод оценки инерционности обеспечивает суммирование остаточных изображений в течение 25 кадров телевизионной развертки. Поэтому резкое уменьшение полной инерционности видикона в режиме дополнительного считывания зарядов мишени при данном методе оценки

инерционности следует объяснить главным образом снижением ее длительной составляющей.

Известные закономерности фотопроводимости в высокоомных полупроводниках позволяют предложить следующее удовлетворительное объяснение этого экспериментального результата.

В фотослоях из трехсернистой сурьмы при его толщине порядка  $10^{-4}$  см и рабочих напряжениях на сигнальной пластине  $20 \div 50$  в напряженность электрического поля достигает  $(2 \div 5) \cdot 10^5$  в/см. Наличие столь сильных электрических полей в тонких высокоомных полупроводниках приводит к резко нелинейному и инерционному характеру зависимости темнового тока от приложенного к слою напряжения [11].

На рис. 5 показан график зависимости темнового  $i_T$  и  $i_{св}$  светового токов видикона ЛИ-23, полученный нами измерением средних токов сигнального электрода при неосвещенном и равномерно освещенном ( $E_{\phi} \approx 10$  лк) фотокатоде трубки. Из рис. 5 видно, что при больших  $v_{сн} > 25$  в темновой ток растет по закону, близкому к квадратичному. Световая же составляющая тока трубки, равная  $i_{св} - i_T$ , в первом приближении прямо пропорциональна приложенному напряжению даже при сильных электрических полях в фотослое. Близкая к линейной зависимость  $i_{св} - i_T = f(v_{сн})$  подтверждает известный, экспериментальный факт, что при освещении полупроводника фотоэлектрическая компонента тока, в отличие от темновой, не возрастает с увеличением поля [11].

Наблюдаемый нами инерционный характер установления темновых токов в види-

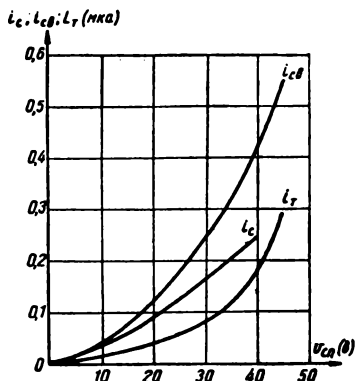


Рис. 5

коне при изменении напряжения на сигнальной пластине должен вызывать в случае неполного считывания зарядов мишени аномально длительную инерционность трубки. Действительно, при неполном считывании потенциального рельефа мишени темновые токи, связанные с сильными электрическими полями, для освещенного и неосвещенного элементов различны. При больших напряжениях на сигнальном электроде даже относительно небольшое различие между потенциалами освещенного и неосвещенного элементов после коммутации должно приводить к существенному повышению инерционности вследствие сильного изменения темновых токов.

В случае полного считывания зарядов темновые составляющие токов освещенного и неосвещенного элементов будут в первом приближении равны и их инерционный характер установления не будет вызывать аномальной инерционности видикона.

Следует ожидать существенного влияния инерционности темновых токов на время установления и фотоэлектрической составляющей тока видикона, ибо, несмотря на различный механизм генерации темновых и световых носителей тока, нет причин ожидать отличия их физических свойств, связанных с электропроводностью фотопроводника.

Следует заметить, что в работе Еликсона и Зернова [11] с учетом всей совокупности экспериментальных фактов особенности электропроводности тонких диэлектрических слоев предлагается объяснить образованием по толщине слоя двух зон с существенно неоднородным распределением электрического поля.

Возможное в видиконных слоях неравномерное распределение электрического поля по толщине фотослоя приведет к снижению действующего напряжения, приложенного к активной части фотослоя, а следовательно, и чувствительности трубки. Окончательный ответ на вопрос о том, имеется ли указанное снижение действующего напряжения, может быть получен на основе детального изучения структуры фотослоя.

### Выводы

1. Экспериментально показано, что полное считывание зарядов мишени приводит не только к подавлению коммутационной,

но и к резкому уменьшению аномально длительной составляющей инерционности видикона.

2. Полученные результаты позволяют сделать общий вывод о необходимости полного считывания зарядов в видиконе и ограничения напряжения на сигнальной пластине трубки. Существенные трудности полного считывания зарядов мишени позволяют рассматривать предложенный способ дополнительного считывания остаточного потенциального рельефа как один из эффективных методов снижения инерционности видиконов.

3. Длительная инерционность видикона при сильных электрических полях в фотослое может быть удовлетворительно объяснена инерционным характером установления темновых токов в тонких высокоомных

фотослоях и неполным считыванием потенциального рельефа мишени.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Heilmann W., AEU, 1956, № 2, 73—76.
2. Артемьев Н. А., Соколов В. К., Поклад Н. Д., Техника кино и телевидения, 1957, № 10.
3. Redington R. W., Inst. of Radio Eng. Transaction, ED-4, 1957, № 3, 220—225.
4. Kunze C., Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, 1957, № 3, 84—89.
5. Оксман Я. А., Епифанов М. В., Радиотехника и электроника, 1958, № 12, 1501—1515.
6. Быков Р. Е., Гуревич С. Б., Техника кино и телевидения, 1959, № 5, 13—18.
7. Быков Р. Е., Гуревич С. Б., Техника кино и телевидения, 1961, № 4, 35—44.
8. Решетников А. М., Диссертация, Институт кристаллографии АН СССР, 1959.
9. Гершберг А. Е., ФТТ, 1961, № 5.
10. Зеленоборский С. П., Труды научно-технической конференции ЛЭИСа, вып. 3, 1960, 21—32.
11. Еликсон М. И., Зернов Д. В., Радиотехника и электроника, 1957, № 1, 75—84.

### ИСААК ИОСИФОВИЧ ШЕЙФИС

1 июня 1965 г. скончался крупный специалист в области техники телевидения Исаак Иосифович Шейфис. Он был замечательным человеком, талантливым инженером и автором многих научно-исследовательских работ, книг, статей и лекций.

Исаак Иосифович родился 5 июля 1924 г. С 1942 г. участвовал в Великой Отечественной войне. В 1949 г. с отличием окончил Одесский электротехнический институт связи. С 1954 г. плодотворно работал на Московском телевизионном центре и до последних дней жизни занимался телевизионной техникой, вопросами повышения качества телевизионного изображения. С 1960 г. возглавлял Отдел телевизионной техники Московского телецентра. Щедро делился Исаак Иосифович своими знаниями и богатым опытом. Его уважали все специалисты телевидения.

Тяжелая и продолжительная болезнь не могла сломить этого мужественного человека. Зная о грозящей смертельной опасности, Исаак Иосифович продолжал самоотверженно трудиться до последних дней: написал книгу «Видеотракт телецентра», ряд статей, рецензий; руководил работами дипломантов, давал консультации.

Светлая память об Исааке Иосифовиче, сочетавшем в себе талант, скромность, внимание и чуткость к людям, навсегда сохранится у всех, кто его знал.

НА ТЕЛЕЦЕНТРАХ

**Апертурный корректор**

621.397.34

Как известно, назначение апертурных корректоров состоит в том, чтобы восстановить амплитуду высокочастотных компонент видеосигнала, получаемого с передающей трубки, если они содержатся в этом видеосигнале. Такие корректоры позволяют повысить четкость изображения на 50—100 строк, однако при этом ухудшается отношение сигнал/шум за счет расширения эквивалентной шумовой полосы частот. В канале на супериконоскопе апертурная коррекция применяется в основном в сочетании со сложной противозумовой коррекцией; при этом снижение отношения сигнал/шум незначительно.

Учитывая меньшую разрешающую способность глаза при низких освещенностях, темные участки изображения можно передавать с меньшей четкостью, чем светлые. Это обстоятельство позволило создать нелинейный дифференциальный апертурный корректор [2].

В рассматриваемом апертурном корректоре степень коррекции также различна для разных уровней видеосигнала, но это достигается не за счет нелинейной амплитудной характеристики канала основного сигнала, а за счет автоматической регулировки усиления канала второй производной [4].

При разработке корректора были использованы работы Г. В. Брауде и его сотрудников [1, 2, 3].

Для получения оптимальной степени апертурной коррекции полосу пропускания апертурного корректора целесообразно ограничивать в области верхних частот; кроме того, желательно, чтобы она была регулируемой.

Блок-схема корректора показана на рис. 1. Видеосигнал положительной поляр-

ности размахом 100 мв с предварительного усилителя камеры поступает на линию задержки основного сигнала и на двойную дифференцирующую цепь канала второй производной. Канал второй производной на лампе  $L_{2a}$  служит для регулирования полосы пропускания. Ограничение полосы пропускания обеспечивается вычитанием из основного сигнала с  $L_{1a}$  сигнала второй производной с  $L_{2a}$  на общей анодной нагрузке, а граничная частота регулируется вручную изменением коэффициента усиления каскада на лампе  $L_{2a}$ . Знаками «+» и «-» на блок-схеме изображены изменения полярностей сигналов. С общей анодной нагрузки ламп  $L_{1a}$  и  $L_{2a}$  видеосигнал поступает на три независимых канала: канал основного сигнала ( $L_{1b}$ ), канал второй производной ( $L_3, L_4$ ) и канал автоматической регулировки усиления со схемой привязки уровня ( $L_{2b}, L_{5b}$ ).

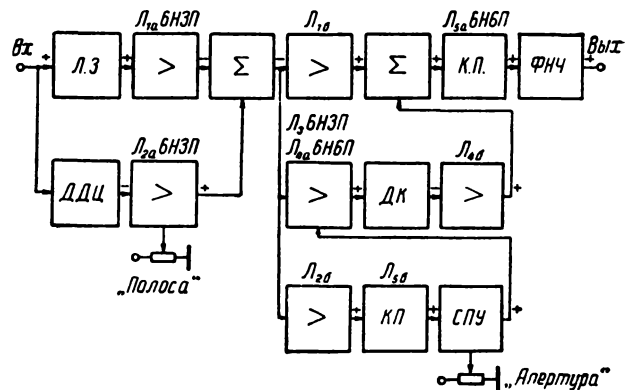


Рис. 1. Блок-схема апертурного корректора: ЛЗ — линия задержки видеосигнала; > — усилитель; Σ — сумматор; КП — катодный повторитель; ФНЧ — фильтр низких частот; ДДЦ — двойная дифференцирующая цепь; ДК — дифференцирующий контур; СПУ — схема привязки уровня

Подъем частотной характеристики апертурного корректора создается суммированием основного сигнала и сигнала второй производной на общей анодной нагрузке ламп  $L_{16}$  и  $L_{46}$  и регулируется изменением коэффициента усиления каскада на лампе  $L_{4a}$  с переменной крутизной (это достигается выбором режима ее работы). На сетку лампы  $L_{4a}$  с усилителя канала АРУ поступает управляющий сигнал, в состав которого входит и переменная составляющая [4]. Максимальная частота управляющего сигнала выбрана из условия

$$f_y = \frac{d}{2} \cdot f_{стр} = \frac{20}{2} \cdot 15625 = 156,25 \text{ кГц},$$

где  $d$  — число крупных участков изображения вдоль строки.

При таком управляющем сигнале степень апертурной коррекции будет больше для мелких деталей на светлом фоне и меньше — на темном фоне. С помощью переменного сопротивления «апертура» степень коррекции для самых темных участ-

ков изображения устанавливается так, чтобы не просматривались шумы.

С общей анодной нагрузки ламп  $L_{16}$  и  $L_{46}$  видеосигнал положительной полярности поступает на катодный повгоритель  $L_{5a}$  и далее через фильтр низких частот на выход апертурного корректора. С выхода апертурного корректора видеосигнал поступает далее на вход промежуточного усилителя. На низких частотах корректор имеет усиление, близкое к единице. Так как видеоконтрольные устройства аппаратных телецентра имеют более широкую полосу пропускания, чем общая полоса частот телевизионного тракта, то для получения правильного представления о характере изображения на приемном конце всего тракта на выходе апертурного корректора устанавливается фильтр низких частот, который имеет полосу прозрачности до 6,5 МГц [5].

Принципиальная схема (рис. 2) корректора особых пояснений не требует. Конструк-

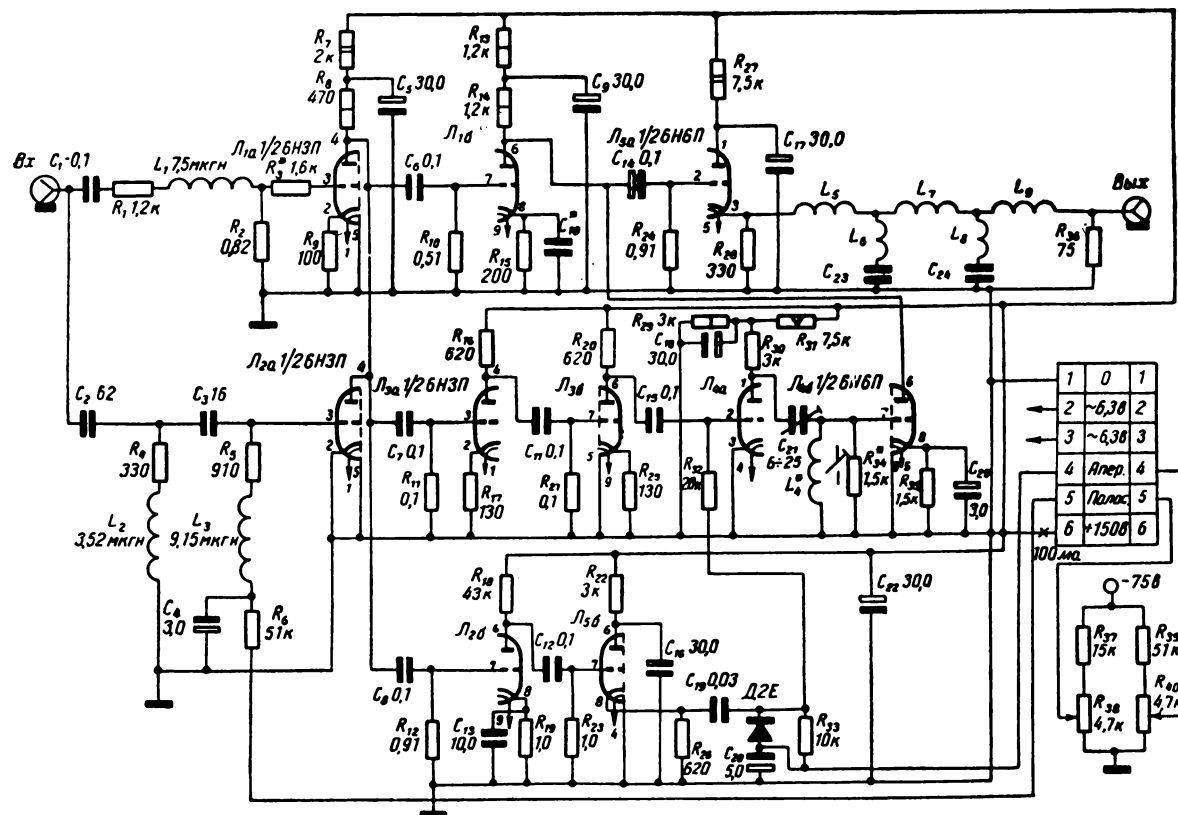


Рис. 2. Схема апертурного корректора

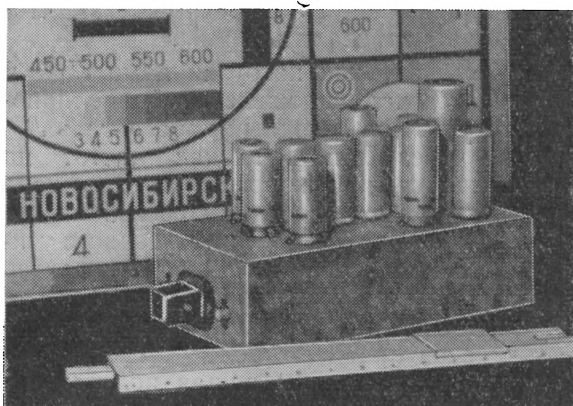


Рис. 3. Внешний вид блока апертурного корректора

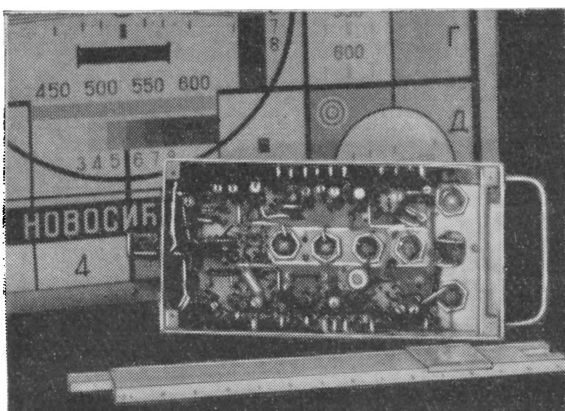


Рис. 4. Внутренний вид блока апертурного корректора

тивно апертурный корректор выполнен в виде отдельного блока размером  $230 \times 120 \times 60$  мм (рис. 3 и 4). Настройка корректора производится в обычном порядке и описана частично в цитируемой литературе. Достоинство корректора состоит еще и в том, что он может создавать не только подъем частотной характеристики на высоких частотах видеосигнала, но и завал частотной характеристики на высоких частотах.

На рис. 5 и 6 представлены две из возможных частотных характеристик апертурного корректора, соответствующих уровню черного. На рис. 7 показана частотная характеристика, соответствующая уровню белого. Горб на частотной характеристике на частоте 3,2 Мгц обусловлен нелинейным искажением прибора Х1-2 (ИЧХ-57).

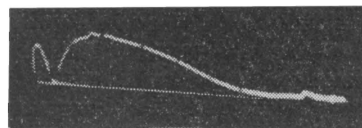


Рис. 5. Частотная характеристика апертурного корректора, соответствующая уровню черного

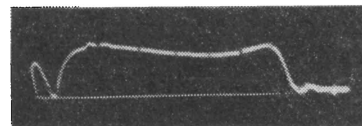


Рис. 6. Частотная характеристика апертурного корректора, соответствующая уровню черного

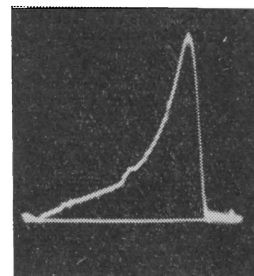


Рис. 7. Частотная характеристика апертурного корректора, соответствующая уровню белого

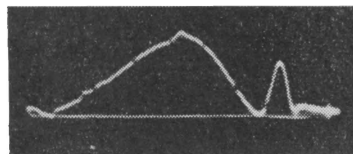


Рис. 8. Частотная характеристика апертурного корректора, соответствующая уровню белого и суженной полосе

Указанные выше частотные характеристики сняты при закрытом канале второй производной на лампе  $L_{2a}$ .

Одна из возможных частотных характеристик при работе канала второй производной на лампе  $L_{2a}$  представлена на рис. 8 и может быть легко изменена с помощью переменного сопротивления «Полоса».

Корректор эксплуатируется на канале кино. В камере КТ-5А работает предваритель-



ный усилитель со сложной противошумовой коррекцией и устройство для автоматической компенсации темного пятна. Все это позволило получить киноизображения отличного качества.

Несмотря на относительную громоздкость схемы, она себя вполне оправдывает, так как удается получить высокую четкость изображения при практически незаметных шумах и при применении в предварительном усилителе камеры схемы простой противошумовой коррекции.

В работе по изготовлению и настройке корректора принял участие А. С. Батюшкин.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Брауде Г. В., Техника кино и телевидения, 1957, № 2.
2. Брауде Г. В., Исаева И. Н., Техника кино и телевидения, 1961, № 12.
3. Брауде Г. В., Макаров Ю. С., Техника кино и телевидения, 1961, № 7.
4. Шейфис И. И., Улучшение качественных показателей видеотракта телевизионных центров, Связьиздат, 1963.
5. Калашников Н. И., Быков В. Л., Крапотин О. С., Радиосвязь с помощью искусственных спутников Земли, «Связь», 1964, стр. 67.

**В. Г. РАСПУТИН**  
Новосибирский телецентр

## НА КИНОСТУДИЯХ

### Мультиприставка к съемочному аппарату

778.533

Оператор М. Дрян и механик Н. Терещенков предложили специальную мультиприставку для съемки целого ряда эффектов (прожога, вытеснений любой конфигурации, многократного экспонирования разных частей одного и того же кадра, соединения двух сцен разных масштабов и др.).

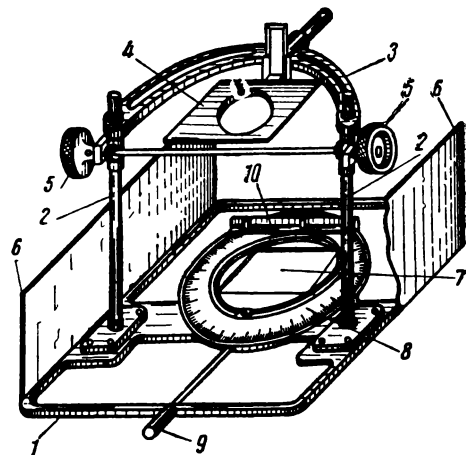
Приставка представляет собой 7-польный ярус с приспособлениями для крепления и перемещения рисунков, искажающих стекол и т. п.

Основной особенностью приставки является то, что она крепится не к столу мультстанка, а к камере и при съемке может перемещаться вместе с ней.

На прямоугольное плато 1 (см. рис.) размером  $450 \times 450$  мм закреплены две трубчатые стойки 2 высотой 400 мм, вставленные во втулки соединяющего их дугообразного кронштейна 3. Этот кронштейн служит одновременно и для крепления приставки к съемочной камере. На кронштейне имеется площадка 4 для установки фильтродержателей.

Перемещение плато 1 вместе со стойками 2 «вверх» и «вниз» осуществляется вручную с помощью двух маховичков 5.

Для ограждения приставки от света основных светильников мультстанка по бокам



Мультиприставка к съемочной камере

плато укреплены две светозащитные заслонки 6.

В середине плато имеется прямоугольное окно 7 размером семь полей (120 × 160 мм). Центр окна соответствует точке пересечения оптической оси объектива. На плато смонтировано также поворотное кольцо 8 с делениями; вращение кольца производится вручную. Поворотное кольцо фиксируется в нужном положении стопорным винтом 9. На поворотном кольце укреплен механизм, предназначенный для установки и передвижения различных элементов снимаемой сцены: контркаше и др. В зависимости от выполняемой работы вместо механизма передвижения может быть установлена подвижная планка 10 со стандартными фиксирующими штифтами.

Все детали приставки изготовлены из легких сплавов; общий вес приставки не более 3 кг.

Наличие в приставке поворотного кольца с механизмом передвижения позволяет создавать оригинальные по своему творческому решению эффекты. Так, выполненную на целлулоиде панораму первого плана устанавливают на механизм передвижения и за-

крепляют специальными винтами. Во время съемки эту панораму можно не только передвигать «вперед» или «назад» вдоль штанги механизма передвижения, но и одновременно поворачивать, устанавливая поворотное кольцо на заданное деление. Вместо целлулоидной панорамы можно установить каше или контркаше для съемки вытеснений любой конфигурации.

Благодаря тому что приставка расположена близко от объекта съемочной камеры, можно получить мягкое результирующее изображение, без резко видимых границ.

Подгонка и регулировка снимаемых элементов, устанавливаемых на приставке, производятся до момента съемки. В момент съемки приставка и съемочный аппарат жестко связаны, что позволяет свободно маневрировать камерой «вверх» и «вниз», т. е. производить «наезды» и «отъезды» вместе с приставкой и находящимися на ней рисунками первого (в данном случае неизменяющегося) плана.

Приставка широко применяется на киностудии «Союзмультифильм».

**Я. И. БЕЛЯЕВ**



### Решительно улучшить качество кинопродукции!

Повышение качества продукции, выпускаемой промышленностью для кинематографии, в частности для киносети и кинопроката, является одним из актуальных вопросов нашего времени.

Киносеть и кинопрокатные организации могут предъявить серьезные претензии к промышленности в отношении конструкции и качества изготовления многих видов изделий.

Конструктивная недоработка и дефекты в изготовлении аппаратуры вызывают у монтажников и эксплуатационников большие затруднения, которые в свою очередь снижают качество демонстрируемых кинофильмов, что отрицательно сказывается на кинообслуживании населения.

Кинемеханик непосредственно общается со зрителями, и они предъявляют претензии и обвинения подчас за те дефекты в демонстрировании кинофильма, которые происходят не по его вине.

Поставщиками продукции для киносети и кинопроката являются кинемеханические, оптические и электроугольные заводы. В связи с этим остановимся на качестве продукции, изготавливаемой некоторыми предприятиями.

Ленинградское оптико-механическое объединение (ЛОМО) поставляет киносети кинопроекторы КПТ-2, КПТ-3, усилительные устройства КЗВТ-10, анаморфотную оптику, а кинопрокату — фильмореставрационные машины 72П-1. Если к конструкции и качеству изготовления усилительного устройства КЗВТ-10, анаморфотной оптики и фильмореставрационной машины 72П-1 в основном претензий нет, то в отношении кинопроекторов этого сказать нельзя.

Несмотря на то, что кинопроекторы типа КПТ являются выносливыми и износоустойчивыми, однако они конструктивно устарели и не полностью отвечают современным требованиям, которые довольно подробно были изложены участниками конференции по качеству, проходившей в начале 1963 г. на заводе ЛОМО в Ленинграде. К сожалению, с тех пор ничего не сделано для модернизации этих кинопроекторов и улучшения качества их изготовления. На Всероссийском совещании инженерно-технических работников киносети, проходившем в Москве в апреле текущего года, многие выступавшие заявляли, что в подавляющем большинстве случаев проекторы типа КПТ перед установкой их в кинотеатрах тре-

буют наладки и обкатки, а иногда и ремонта в киноремонтных мастерских. Например, кинопроектор КПТ-2 № 014159, полученный от завода Управлением кинофикации Мособлсполкома для солнечногогорского кинотеатра, не мог быть установлен в кинотеатре из-за сильного шума механизма. Оказалось, что кинопроектор имел погнутый вертикальный вал.

Кинопроектор КПТ-3 № 002169, полученный Управлением кинофикации Мурманского облсполкома, также не мог быть сдан в эксплуатацию, так как электродвигатель с трудом приводил в движение механизм проектора и сильно грелся.

Одесский завод «Кинап», выпускающий универсальные кинопроекторы КП15-А и КП30-А, сельские киностационары «Колос», узкоплечные комплекты 16ПП-4, павиоловые и поливинилхлоридные экраны, магнитные головки МГ14-В, также часто поставляет некачественную продукцию.

Управление кинофикации Горьковского облсполкома для своего нового широкоформатного кинотеатра получило от завода три кинопроектора КП15-А в непригодном для эксплуатации состоянии: в картере одного проектора были обнаружены металлическая пыль и частицы металла. При пуске проектора механизм «заело». Шестерня на валу крепилась не шпонкой, а метчиком (!). Узлы механизма не были отрегулированы, в частности, наблюдалась «тяга» обтюратора.

Завод отгрузил в Москву для широкоформатной киноустановки, оборудуемой во Дворце спорта в Лужниках, четыре кинопроектора КП30-А. При осмотре кинопроекторов было обнаружено, что внешняя их отделка выполнена небрежно: плохо зашпаклеваны раковины и вмятины, покраска разнотонная и неровная, литье не очищено от формочной земли и в таком виде покрыто алюминиевой краской. При вскрытии головки одного проектора в картере обнаружены обрубки литья, металлические опилки и стружка, которые находились на зубьях шестерен, в шариковых подшипниках и в коробке мальтийской системы. Естественно, что даже тщательная промывка механизма проекторов (без их разборки) не может гарантировать безаварийную работу аппаратов. Широкоформатный кинотеатр в г. Петропавловске-на-Камчатке получил проекторы КП15-А с неотрегулированными обтюраторами, перекосенными установками электромагнитных защё-

лок фильмовых каналов и другими дефектами исполнения.

Помимо недостатков в изготовлении универсальных кинопроекторов, последние имеют и некоторые конструктивные недоработки, которые выявились и продолжают выявляться в эксплуатационных условиях в ряде широкоформатных кинотеатров, в частности в московском кинотеатре «Россия», пермском кинотеатре «Кристалл» и в ряде других.

Имеются недостатки и в новых сельских стационарных проекторах «Колос». Например, недостаточная глубина бортиков противопожарных роликов верхней и нижней кассет ведет к перекосу фильма. Для изготовления заслонки, перекрывающей световой поток, применена недоброкачественная сталь, что приводит к обрыву заслонок, замена которых очень затруднена. Ненадежно крепление между карданным и вертикальным валами. Плохие амортизаторы у штоков электромагнитов, удерживающих заслонку при переходах с поста на пост, вызывают в киноаппаратной большой шум. Не выдерживают нагрузки 40-зубая шестерня горизонтального вала и 19-зубые шестерни мальтийской системы (промежуточные) и на валу установки кадра в рамку.

Многие отгружаемые киносети кинопроекторы «Колос» небрежно собраны и отрегулированы (особенно фильмопротяжный тракт), тянущий и задерживающий барабаны имеют непрессованные венцы зубьев, что ведет к спаданию венцов с тела барабанов и, следовательно, к порче фильмокопий.

Управление кинофикации Алтайского крайисполкома получило четыре проектора «Колос», у которых детали фильмопротяжных трактов и зубчатые барабаны были сплошь покрыты коррозией вследствие недостаточной консервации.

Управление кинофикации Ивановского облисполкома (Вичугская дирекция киносети) получило комплект «Колоса», у которого автотрансформатор гудит и греется, не отъюстирована звуковая оптика, кадр самопроизвольно сползает. Узкоплечные комплекты «Украина», которые одесским заводом «Кинап» выпускаются давно и хорошо освоены, тоже иногда поступают в киносеть не проверенными на заводе. Например, комплект № 8769 поступил в Смоленскую область в нерабочем состоянии: электродвигатель не вращался вследствие «заедания» якоря.

Нередко выпускаемые этим заводом павиновые перфорированные экраны вследствие непрочной склейки отдельных полотен расклеиваются, не успевают преодолеть расстояние от изготовителя до потребителя, или расклеиваются в течение первых месяцев их эксплуатации в кинотеатрах.

Магнитные головки МГ14-В для узкоплечных кинопроекторов «Украина» отличаются незначи-

тельной износоустойчивостью, и, по заключению кинофикаторов Московской области, срок работы их в последнее время сократился с 400 до 200 часов. Иногда магнитные головки имеют обрывы в катушках; пружина, прижимающая магнитную головку к фильму, нестандартна по сечению проволоки: в одних случаях сечение равно 0,22, в других 0,24. Отсюда прижим разный и износ головки при большем прижмении соответственно больший. Часто отклеивается экран на крышке магнитной головки. Непрочна пайка шланга к штеккеру. Это мелочи, но их много, и тем обиднее, что они до сих пор не устранены.

Рижский экспериментальный киномеханический завод «Латвкинап» ранее выпускал фильмореставрационные машины ДФРМ «Сакта», но они оказались конструктивно недоработаны и поэтому были сняты с производства. Вместо них завод спешно выпустил машину «Рига-63», а за нею «Рига-64», которые также конструктивно не доведены до совершенства и по своим эксплуатационно-техническим свойствам далеко отстают от ленинградских машин 72П-1. Машины имеют серьезные дефекты, причиняющие много неприятностей потребителям и заводу-изготовителю. Основной недостаток машины — неудачно решенный узел сушки пленки, вследствие чего последняя не досушивается до требуемого уровня.

Ростовский киномеханический завод уже много лет подряд в массовом количестве выпускает механизированные фильмопроверочные столы СФ-6. Можно было бы за это время значительно улучшить их эксплуатационные данные, в частности уменьшить шум механизма, заменить недоброкачественные электродвигатели ДО-50 другими и т. д., однако завод не торопится с модернизацией столов и по-прежнему выпускает столы той же конструкции, которая была разработана пять лет назад.

Этот же завод в течение 1964 г. поставлял в киносеть бесперемоточные устройства БУ-600, имеющие дефекты изготовления: детали устройства имели на металле заусеницы, устройства плохо отрегулированы, небрежно окрашены, неотполированные детали соприкасаются с фильмом; ненадежны крепления устройства с проектором, не отрегулирован электротормоз, отсутствуют заводские номера.

Такое исполнение осложняет внедрение в киносеть БУ-600.

В киносеть к кинопроекторам типа КПТ поставляются отражатели, которые не выдерживают режима дуги даже 60 а. Так, московский кинотеатр «Планета» с 1963 г. получал и испытывал эти отражатели. Все отражатели через 3—5 часов работы при режиме дуги 60 а растрескивались, а через 15—20 часов распадались на мелкие куски. При режиме дуги 90 а срок сокращался вдвое.

Остановимся на качестве киноуглей, являющихся одним из основных видов продукции, потребляемой стационарными киноустановками. Киноугли, изготавливаемые Кудиновским, Елецким, Свердловским и другими заводами, часто недоброкачественны и не соответствуют ГОСТу.

Кинотеатр «Планета» в г. Люберцы Московской области получил 100 киноуглей кудиновского завода «Электроугли», из которых только 20 оказались пригодными. Остальные 80 шт. при горении шипели, обламывались, «обсасывались», от них отскакивали раскаленные частицы омеднения и портили зеркальные отражатели. Кинотеатр «Звездный» в г. Жуковске, Московской области, получил киноугли того же Кудиновского завода, которые горели со свистом, фитиль из них вываливался, во время горения дуги угли ломались, часть улей не имела сплошного фитиля. Пламя дуги невозможно было поддерживать равномерным.

Ульяновский кинотеатр «Родина» получил угли Свердловского завода, которые крошились и «стреляли» при зажигании дуги.

Недоброкачественное изготовление киноуглей вызывает серьезное беспокойство.

К сожалению, работники киносети и кинопроката сами часто невольно потворствуют браку, не используя своих законных прав получателей и потребителей продукции. Вместо немедленного составления актов рекламации и возвращения бракованной продукции поставщикам они пытаются либо сами устранить

дефекты путем ремонта и наладки аппаратуры, либо применяют недоброкачественные изделия (например, киноугли), снижая тем самым качество показа фильмов.

Произведя анализ видов брака продукции, выпускаемой нашими заводами и фабриками, следует отметить, что они являются следствием несоблюдения технических и технологических требований при изготовлении продукции и попустительства со стороны отделов технического контроля.

Здесь мы не ставили себе целью перечислять производственные успехи заводов, обеспечивающих работу наших кинотеатров и всей киносети. Мы знаем, что заводы имеют немало достижений в освоении и выпуске новой аппаратуры и новых изделий. Данное выступление имеет цель обратить внимание на недостатки и сконцентрировать общие усилия на устранении любых видов брака кинопродукции.

**В. Д. КОРОВКИН,**  
*главный инженер Главного управления  
кинофикации и кинопроката  
Госкомитета Совета  
Министров РСФСР  
по кинематографии*

#### От редакции

Статья тов. Коровкина является выражением мнения многих представителей киносети, выступавших на Всероссийском совещании инженерно-технических работников кинофикации и кинопроката в Москве 7—8 апреля 1965 г.

Полагаем, что директора и главные инженеры предприятий, выпускающих киноаппаратуру и другие виды изделий для киносети, сообщат редакции о принятых мерах по повышению качества кинопродукции.

А. А. ХРУЩЕВ

**КИНОТЕХНИКА ЯПОНИИ**

778.5(520)

Дан краткий обзор кинотехники Японии в 1964 г. по материалам зарубежной командировки. Приведены сведения о японской кинопромышленности, о кинотеатрах и залах многоцелевого назначения. Излагаются данные о некоторых типах кинопроекторной аппаратуры.

**Краткие сведения  
о японской кинопромышленности**

Япония принадлежит к странам с высоким уровнем развития производства и проката кинофильмов.

По данным «Белой книги» японской кинопромышленности, изданной в 1963 г. Министерством внешней торговли и промышленности Японии, в 1961 г. кинотеатры Японии посетили 860 млн. человек, что составляет (с учетом численности населения Японии) в среднем на одного человека 9,2 посещения кино в год. В то же время все другие виды зрелищ (театры, концерты, спортивные соревнования, скачки и пр.) посетило 130 млн. человек, т. е. около  $\frac{1}{7}$  части зрителей, просмотревших кинофильмы. В тот же год доход от кино составлял в Японии 80% общего дохода всего комплекса зрелищных предприятий.

Производство и прокат кинофильмов в Японии сосредоточены в основном в пяти крупных компаниях, выпускающих около 400 художественных фильмов, что составляет примерно 75% от 535 фильмов, выпущенных всеми фирмами Японии в 1961 г. Помимо производства и проката фильмов, эти фирмы владеют 250 наиболее крупными первозранными кинотеатрами в главных городах Японии. Кроме пяти основных фирм производством художественных кинофильмов в Японии занимаются еще 11 более мелких. В 1962—1963 гг. число выпускаемых фильмов в Японии сократилось примерно до 350, но наряду с этим несколько увеличился импорт иностранных фильмов. Однако общее число зрителей, посетивших кинотеатры, снизилось до 520 млн. (1963 г.), что объясняется главным образом развитием телевидения (по данным на 1962 г., в Японии

было около 11 млн. телевизоров — более одного телевизора на две японские семьи).

Почти все фильмы, которые в настоящее время выпускаются в Японии, широкоэкранные; обычные фильмы составляют не более 1%; цветные кинофильмы — около 50%. Широкоформатный кинематограф на 70-мм пленке пока развивается слабо.

В 1961—1962 гг. японские фирмы выпустили всего три 70-мм фильма («Будда», «Война на Тихом океане» и «Император»). В 1963 г. широкоформатных кинофильмов в производстве не было, так как широкоэкранные японские кинофильмы, по свидетельству некоторых японских специалистов, имеют хорошее качество и при сравнительно небольших размерах киноэкранов (ширина экрана в крупнейших японских кинотеатрах на 1200—1500 мест равна 13—16 м) воздействие широкоформатных кинофильмов на зрителя мало чем отличается от воздействия широкоэкранных. Постановка и производство широкоформатных фильмов значительно дороже. Кинотеатров, оборудованных широкоформатной киноаппаратурой, в стране пока немного (71). 70-мм киноленту японская промышленность не выпускает.

В последние годы в Японии большое развитие получила киноленточная промышленность. Производство кинолентки сосредоточено в двух крупных фирмах (Фудзи-фильм и Конисироку), выпустивших в 1961 г. около 5 млн. м<sup>2</sup> черно-белой и цветной кинолентки. Согласно оценке японских специалистов, качество кинолентки в Японии достигло уровня выпускаемой пленки передовыми фирмами Европы и Америки.

В 1960 г. в Японии было 7457 кинотеатров. В 1963 г. это число сократилось примерно до 6000.

Однако благодаря постройке в последние годы большого количества крупных кинотеатров с залами на 1200—1500 человек число мест в кинотеатрах сократилось примерно всего на 10% (3 317 000 в 1960 г. и около 3 000 000 в 1963 г.). Следует также отметить, что стоимость билета в последние годы в среднем увеличилась примерно в полтора раза, вследствие чего доходы от кино, несмотря на уменьшение числа кинотеатров и количества выпущенных кинофильмов, снизились незначительно. Среднее число мест в кинотеатре Японии составляет 450.

Все кинотеатры Японии широкоэкранные. Около 70% кинотеатров деревянные, и примерно 30% железобетонные.

Горячая киноплёнка в Японии не применяется. Примерно 85% кинотеатров имеют установки для кондиционирования воздуха.

### Киносъёмочная аппаратура

Как известно, в Японии чрезвычайно широко развито промышленное производство полупрофессиональной и особенно любительской киносъёмочной аппаратуры для 8- и 16-мм пленки. Такую аппаратуру в большом ассортименте и на высоком техническом уровне выпускает ряд крупнейших японских фирм (Кенон, Элмо, Конисироку).

Наряду с этим самостоятельное производство профессиональной киносъёмочной аппаратуры для 16- и 35-мм пленки только еще развивается. Эта аппаратура выпускается по заказам в небольших количествах двумя сравнительно небольшими фирмами Сееки и Дои в Токио. Многие типы этой аппаратуры напоминают американские модели.

Фирма Сееки выпускает модель профессиональной 16-мм камеры для синхронных съёмок (SPC-16) с турелью на четыре объектива, снабженную встроенным устройством с транзисторным усилителем

для записи звука на магнитную дорожку. Эти камеры были выпущены, в частности, для съёмок Олимпийских игр в Токио. На камерах установлены забоксированный синхронный двигатель переменного тока и двигатель постоянного тока (12 в) с регулируемой скоростью и тахометром.

Для синхронных съёмок 35-мм кинофильмов фирма Сееки выпускает камеру SMC-1, напоминающую известную американскую модель «Митчелл». Кроме того, эта фирма выпускает по заказам аппаратуру и принадлежности для монтажа, контроля, печати и проявления кинофильмов, а также звукозаписывающую аппаратуру для записи и перезаписи магнитной и фотографической фонограмм на киностудиях.

Небольшая фирма Дои также выпускает по заказам ручную и стационарную профессиональные киносъёмочные камеры «Доифлекс-16», 35-мм стандартную камеру, различную подсобную студийную аппаратуру (краны, тележки «Долли» и др.), а также аппаратуру для магнитной и фотографической записи звука.

Представляет интерес выпускаемая этой фирмой анаморфотная оптика «Ниппонскоп» — комплект объективов с фокусным расстоянием  $40 \div 800$  мм и объективы с переменным фокусным расстоянием («зум»-объективы)  $90 \div 400$  мм и  $50 \div 500$  мм.

Съёмочная аппаратура для 70-мм пленки в Японии не выпускается. В значительной степени японские киностудии оснащены киносъёмочной и звукопроизводящей аппаратурой американского производства.

### Кинотеатры и залы многоцелевого назначения

Несколько осмотренных крупных кинотеатров: «Нью ос» и «Синерама» (Осака), «Юраку-за» и «Скала-за» (Токио) имеют залы вместимостью

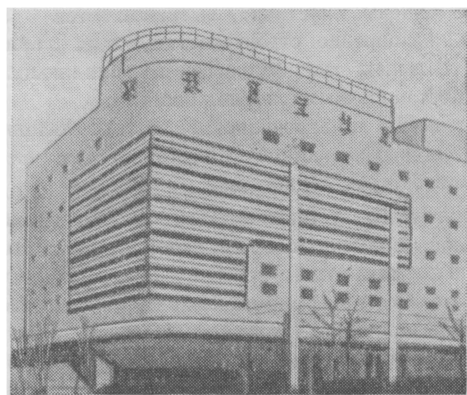


Рис. 1. Кинотеатр «Скала-за» (Токио). Общий вид

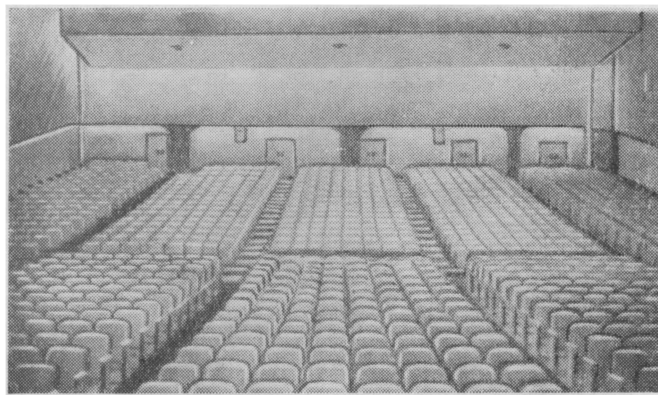


Рис. 2. Зал кинотеатра «Скала-за»

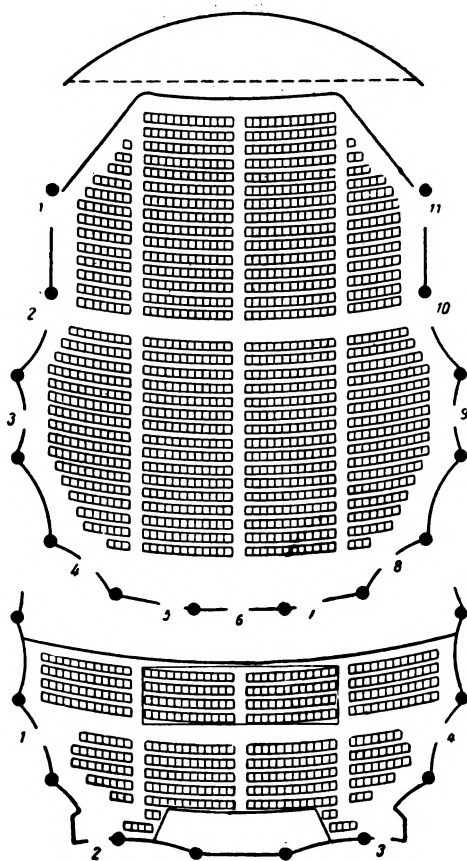


Рис. 3. План кинотеатра «Юраку-за»

около 1500 человек с обширными фойе, кафе, выставочными комнатами.

Залы акустически обработаны и обычно не переглушены. Во многих залах нижняя часть стен (на

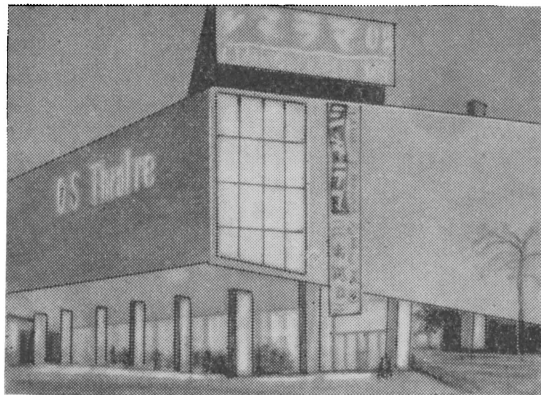


Рис. 4. Кинотеатр «Оса» (Осака). Общий вид

высоте около 2,5 м) облицована деревянными панелями, верхняя — плитками из звукопоглощающего материала. Залы внешне отделаны в приятных светлых тонах; в них использовано люминесцентное освещение, кресла — мягкие откидывающиеся, имеется установка для кондиционирования воздуха. Кроме «Синерамы», во всех кинотеатрах зрителей выпускают без перерыва.

Кинопроекционное оборудование в новых крупных кинотеатрах универсальное (как правило, японской фирмы Ничион), обеспечивающее демонстрацию обычных, широкоэкранных и широкоформатных (70-мм) стереофонических кинофильмов. Экраны сравнительно небольшой ширины (12—14 м) и в большинстве случаев сильно вогнутые установлены по рекомендациям голландской фирмы Филипс. Диффузные экраны сделаны из белого пластика на текстильной основе со швными (а не сварными) швами. Однако швы сделаны аккуратно и при проекции незаметны. Качество кинопроекции и звука хорошее. В киноаппаратных, как правило, установлены два универсальных кинопроектора (без резервного) и два для демонстрации обычных фильмов. На последних демонстрируются кинохроника и рекламные фильмы. Кроме того, почти во всех киноаппаратных имеются мощные диапроекторы для демонстрации статических цветных рекламных диапозитивов, сопровождающейся текстом и музыкой от магнитофона.

Звуковоспроизводящее оборудование — стереофоническое шестиканальное, мощность в канале  $30 \div 60$  вт; резервные комплекты аппаратуры не применяются.

В последние годы в Японии крупные залы на 2000—2500 человек сооружаются как залы многоцелевого назначения, позволяющие устраивать в них концерты, ставить спектакли, демонстрировать обычные, широкоэкранные и широкоформатные кинофильмы, а также проводить съезды и конференции.

Японские ученые-акустики высказываются за дальнейшее расширение строительства таких залов как универсальных, экономичных и обладающих большими постановочными возможностями.

Все залы имеют кинопроекционное и звуковоспроизводящее стереофоническое оборудование с числом каналов от трех до восьми.

Амбиофонические установки для регулирования акустики зала применяются недавно и пока что в двух залах; магнитные ревербераторы для них поставляет голландская фирма Филипс. Отдельные группы амбиофонических громкоговорителей отсутствуют. Акустическая обработка залов осуществляется в большинстве случаев путем облицовки стен деревянными панелями с частичным применением звукопоглощающих материалов, как правило, из



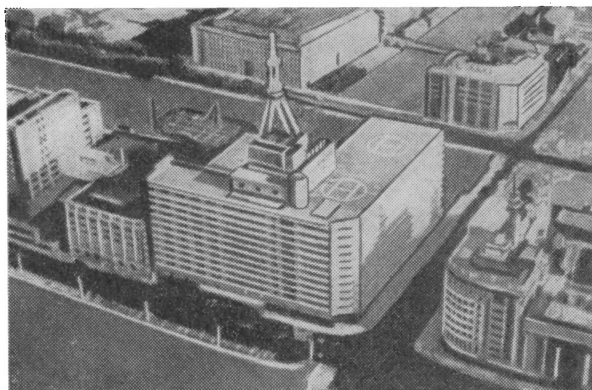


Рис. 5. Здание «Асахи» с телевизионной башней и посадочной площадкой для вертолетов, в котором находится зал «Фестивал-Холл» (Осака)

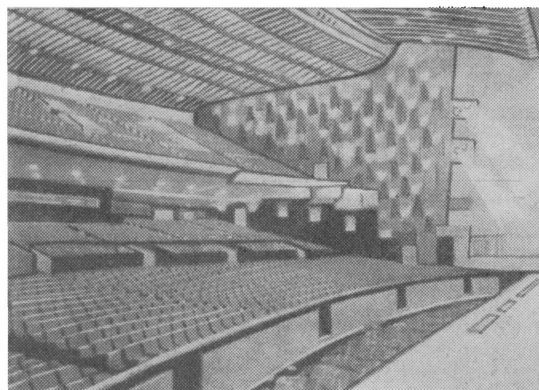


Рис. 6. Зал «Фестивал-Холл» (Осака)

стеклянной ваты с обработкой, исключающей ее распыление. На сценах залов имеются сборные акустические отражающие панели (типа акустических раковин), обычно устанавливаемые при выступлении симфонических оркестров без звукоусиления.

Японская фирма Ничион выпускает для универсальных залов специальную звуковоспроизводящую и другую аппаратуру и проводит оборудование этих залов.

Во время пребывания в Японии мы посетили залы «Фестивал-Холл» в Осака, концертный зал в Киото и залы «Метрополитен Фестивал-Холл» и «Ниссей-Холл» в Токио.

Концертный зал «Фестивал-Холл» в Осака расположен в новом двенадцатизэтажном здании «Асахи» из стекла и алюминия, построенном в современном стиле. Здание имеет три блока: в одном расположен «Фестивал-Холл», во втором — отель, в третьем — конторы. На крыше установлена башня с телевизионными антеннами и оборудован аэродром, рассчитанный на посадку двух вертолетов.

Зал «Фестивал-Холл» вмещает 2810 зрителей, имеет партер (1678 мест) и один балкон (1132 места). Основное назначение его — концертные программы. Кроме того, сцена зала рассчитана на театральные постановки и в соответствии с этим оборудована 13 подъемниками, прожекторами, софитами и рампой (на 300 светильников), занавесом и другими сценическими устройствами. Оркестровая яма имеет подъемный пол, совмещающийся со сценой и образующий эстраду. Размеры сцены: ширина 30 м; глубина 17 м; высота 20 м; высота портала 10 м.

Сборная акустическая раковина, устанавливаемая на сцене, составлена из толстых деревянных щитов, обработанных с задней стороны звукопоглощающим материалом. Стены зала облицованы выпуклыми полнформированными деревянными панелями пирамидальной

формы. Потолок сделан в виде падуго, набранных из толстых деревянных брусьев, за которыми находится оштукатуренный потолок. Пол покрыт ковром.

Акустика зала рассчитана на концертные программы; время реверберации в пустом зале — 2,3 сек, при заполненном зале — 1,8 сек. Субъективно в зале создается впечатление некоторой приглушенности звука.

Стереофоническая система звукоусиления и звуковых эффектов разработана и изготовлена фирмой Ничион. Система имеет восемь каналов усиления, мощностью 100 вт каждый. При воспроизведении звука применяется главным образом двухканальная стереофония. Основные громкоговорители системы звукоусиления и звуковых эффектов (пять каналов) представляют собой трехполосные агрегаты, воспроизводящие частоты от 40—50 до 12 000 гц. Громкоговорители расположены над сценой (три агрегата) и с боковых сторон сцены (два агрегата). Кроме этого, имеется около 40 громкоговорителей (три канала), установленных в стенах и на потолке зала. Амбиофоническая система отсутствует, но имеется небольшая комната эха. Центральный пульт управления звуком расположен неудобно, в боковом помещении, и связан с залом только через стекло с обзором сцены. Зал оборудован современной кинопроекционной установкой с двумя универсальными кинопроекторами фирмы Ничион, обеспечивающими демонстрацию обычных, широкоформатных и широкоэкранных кинофильмов. Киноустановка используется для самостоятельного показа кинофильмов и для оформления концертных программ и театральных постановок. Акустики и музыканты дают хорошую оценку звучанию концертных программ.

Концертный зал в Киото построен в виде отдельного железобетонного здания, в котором кроме большого зала имеются малый и выставочный залы, ве-

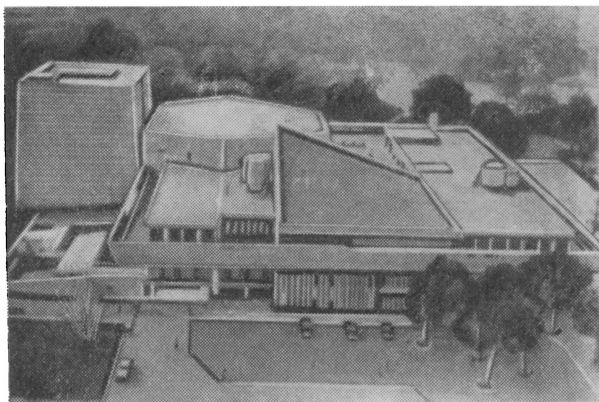


Рис. 7. Здание «Метрополитен Фестивал-Холл» (Токио)

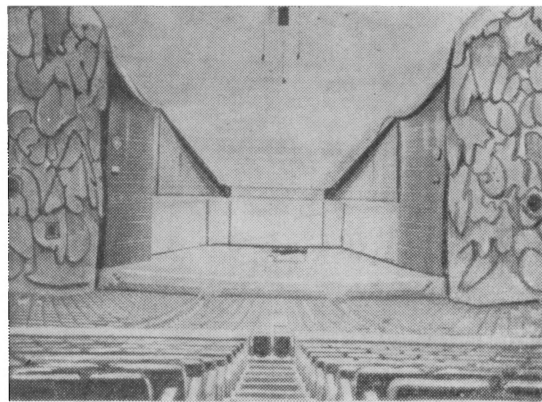


Рис. 8. Зал «Метрополитен Фестивал-Холл». Вид на сцену с установленной акустической раковиной

стибуль, кафе и другие помещения. В плане большой зал имеет форму шестиугольника. Партер вмещает 1830 зрителей, балкон — 562 зрителя. Нижняя часть боковых стен и задняя стена облицованы деревянными перфорированными панелями. Верхняя часть стен и потолок покрыты штукатуркой. Для лучшего рассеяния звука на боковых оштукатуренных стенах сделаны клиновидные выступы.

По окончании строительства оказалось, что акустика зала неудовлетворительна. Звучание по залу было неравномерным, подчеркивались низкие частоты. В целях улучшения акустики на потолке было подвешено около 100 шестигранных отражающих щитов из органического стекла. В настоящее время звучание несколько выровнено, но все же его нельзя признать образцовым.

Сцена зала, как и в «Фестивал-Холле», оборудована сборной акустической раковиной, киноэкраном и аппаратурой для театральных постановок.

Звукотехническое оборудование зала выполнено фирмой Маусита. Это оборудование рассчитано главным образом на звуковые эффекты и на звукоусиление небольших концертных ансамблей и эстрадных номеров. Кинопроекционное оборудование изготовлено фирмой Ничион и рассчитано на демонстрацию всех видов кинофильмов. Полотно экрана растянуто на металлической раме, расположенной в задней части сцены.

Киносеансы в зале проводятся регулярно, чаще всего в дневное время, когда кинофильмы демонстрируются по специальным программам для школьников.

Токийский зал «Метрополитен Фестивал-Холл», введенный в эксплуатацию в 1961 г., расположен в специальном здании, в котором также размещаются малый концертный зал, конференц-зал, комнаты

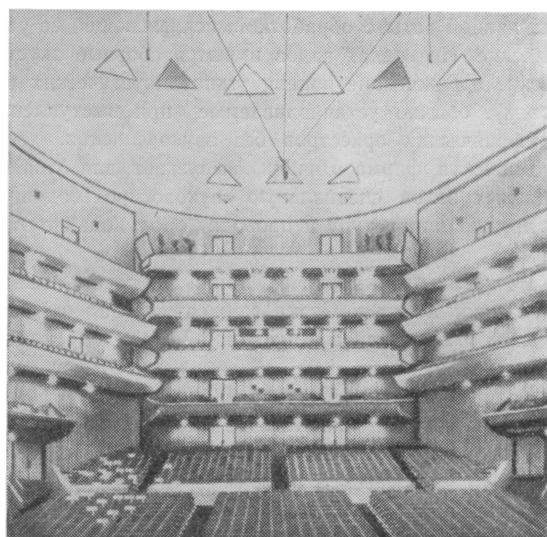


Рис. 9. Общий вид зала «Метрополитен Фестивал-Холл»

для прослушивания стереофонических музыкальных записей на грампластинках и магнитной пленке, комнаты отдыха и другие помещения. Большой зал в плане имеет форму шестиугольника. Партер и три яруса небольших балконов вмещают 2327 человек; объем зала 17 300 м<sup>3</sup>, площадь 6100 м<sup>2</sup>. Зал построен как многоцелевой, его сцена оборудована для концертных программ и для театральных постановок. В зале предусмотрена современная киноустановка с универсальными кинопроекторами фирмы Ничион для демонстрации всех видов кинофильмов. Акустическому и электроакустическому оборудованию было уделено большое внимание. Разработкой и выполнением проекта акустического решения зала и элек-

троакустической системы руководил отдел акустики японской радиовещательной компании, возглавляемый проф. Макита.

Боковые и задняя стены облицованы деревянными панелями, часть которых перфорирована; за ними размещен звукопоглощающий материал (шлаковата). Часть боковых стен, прилегающих к сцене, покрыта деревянными узорчатыми отражателями различной формы и размеров, обеспечивающими хорошие условия для полезных отражений звука и создания диффузного звукового поля в зале.

Время реверберации при заполненном зале на средних частотах составляет около 1,6 сек, без публики — около 2 сек. На низких частотах время реверберации достигает 2,5 сек, а на высоких частотах снижается до 1,2 сек.

Для улучшения акустических условий звучания оркестра со сцены при симфонических концертах на сцене устанавливается сборная акустическая раковина, верхний козырек которой почти совмещается с потолком. Отражающие поверхности раковины и потолка обеспечивают полезное отражение звука на большую часть зрительских мест.

Зал оборудован электроакустической системой, имеющей пять усилительных каналов мощностью 100 вт каждый. Основные двухполосные громкоговорители системы расположены двумя группами в боковых стенах, прилегающих к сцене, на высоте около 10 м от пола и тремя группами в потолке зала, почти по его центру. Кроме того, под балконами установлено около 70 громкоговорителей для улучшения звучания на местах под балконами. Система может обеспечивать двухканальное и трехканальное стереофоническое воспроизведение звука, а также регулирование времени реверберации звука в зале с помощью магнитного ревербератора. Субъективно качество звучания прослушанных нами записей на магнитной пленке можно оценить как хорошее.

Самым поздним по оборудованию является зал многоцелевого назначения «Ниссей-Холл» (Токио) на 1340 мест, введенный в эксплуатацию в конце 1963 г. Интересной особенностью этого зала является создание необходимой акустики и нужных частотных характеристик реверберации с помощью системы резонаторов Гельмгольца. Эти резонаторы в количестве 470, настроенные на разные частоты, размещены в потолке и имеют едва заметные на глаз отверстия. Такое решение дало возможность построить зал почти без обработки его поверхности акустическими материалами, сохранив замысел архитектора — создать впечатление зала-гроты, стены которого выполнены из керамиковой мозаики, позволившей получить очень своеобразный и интересный интерьер. Зал оборудован электроакустической системой фирмы Ничион, обеспечивающей стереофониче-

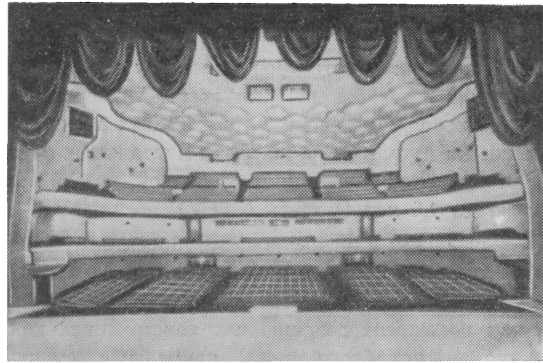


Рис. 10. Зал «Ниссей-Холл». Вид со сцены с нависающим занавесом

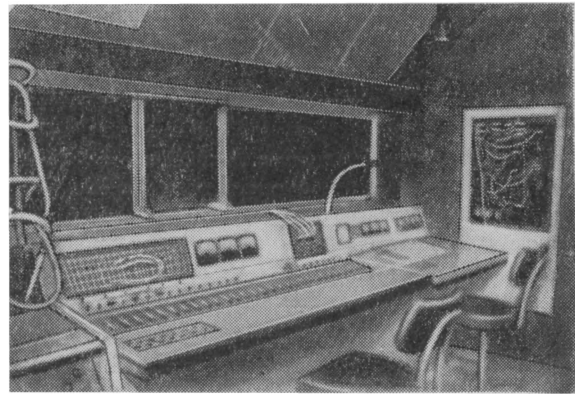


Рис. 11. Пульт управления электроакустической системой зала «Ниссей-Холл»

ское звукоусиление от микрофонов сцены, а также звуковоспроизведение записей на магнитной пленке и грампластинках. Система включает около 20 оконечных усилителей мощностью 40 вт каждый и несколько групп двухполосных и однополосных громкоговорителей, расположенных над сценой, с боковых сторон ее и в стенах зала.

Главный пульт управления электроакустическим оборудованием зала установлен в аппаратной, расположенной напротив сцены в задней части зала за его стеной.

Качество звучания прослушанных нами в этом зале записей музыки на магнитной пленке можно было оценить как очень хорошее. Руководитель акустического оборудования этого зала — д-р Исии (Токийский университет).

#### Киноаппаратура для демонстрации 35- и 70-мм фильмов

Наиболее современная стационарная кинопроеционная аппаратура для показа всех видов 35- и 70-мм

кинофильмов разрабатывается в Японии фирмой Ничион.

Для крупных кинотеатров и залов многоцелевого назначения эта фирма выпускает универсальный кинопроектор «Империял 70/35» в двух вариантах: с мощными дуговыми лампами, рассчитанными на ток до 200 а (модель NA-7) и с ксеноновой лампой мощностью до 4,5 квт (модель X-5FV).

Отличительными особенностями проектора «Империял» являются: единая конструкция всего механизма (моноблок), не раздробленная на отдельные блоки, как во многих современных конструкциях кинопроекторов подобного типа, применение сменных (а не универсальных) блоков с магнитными головками для широкоэкранных и широкоформатных кинофильмов, криволинейный фильмовый канал, использование кремниевого фотодиода для чтения фотографической фонограммы и упрощение перехода с проекции одного вида фильма на другой (время перехода не более 2 мин). Крышки передней и задней сторон проекционного механизма имеют смотровые окна, закрытые плексигласом для наблюдения за работой механизма. Все детали, соприкасающиеся с пленкой, выполнены из немагнитного материала. Большое внимание уделено охлаждению пленки в фильмовом канале, а также деталей и узлов механизма. Применяется комбинированная система водяного и воздушного охлаждения.

Кинопроектор «Империял» установлен в Японии примерно в 100 кинотеатрах. Киномеханики хорошо от-

зываются о работе этой модели, однако некоторые из них указывают на несколько повышенный шум при работе механизма.

Для средних кинотеатров фирма выпускает более дешевую модель универсального проектора «Кроун» (NA-8), проекционный механизм которого составлен из трех блоков: проекционной головки, звукового блока для воспроизведения фотографической фонограммы и звукового блока для воспроизведения магнитной фонограммы. В основе этого проектора лежит ранее выпускавшаяся фирмой модель, в конструкции которой много общего с американскими кинопроекторами. В частности, звуковой блок для воспроизведения фотографической фонограммы изготовлялся на основе конструкции американской фирмы RCA. В настоящее время фирмой Ничион этот звуковой блок реконструирован, в него введен кремниевый фотодиод со светопроводом; в ближайшее время предполагается полностью перейти на выпуск этого нового звукового блока. Фирма Ничион уделяет все большее внимание выпуску кинопроекторов с ксеноновыми лампами.

Новый кинопроектор (модель X-5FV), выпускаемый фирмой Ничион на базе универсального проектора «Империял 35/70», комплектуется осветителем с ксеноновой лампой. Применяются лампы японской фирмы Усио мощностью 1,6; 3 и 4 квт, обеспечивающие требуемые освещенности экранов шириной соответственно 12, 17 и 23 м. Давление ксенона в лампах в холодном состоянии 8—10 атм, при работающей лампе — 25—30 атм; напряжение высокочастотного поджига 30—50 кв. В настоящее время около 700 ки-

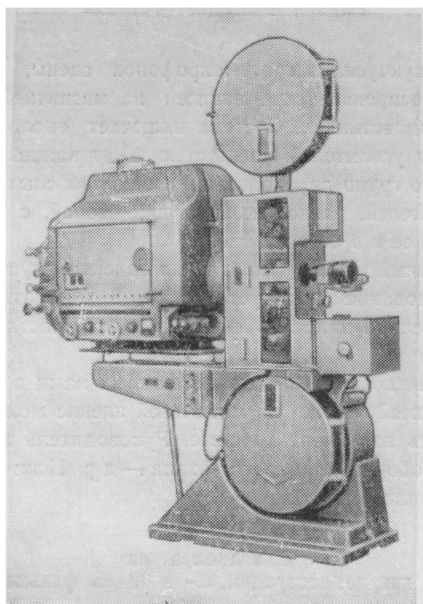


Рис. 12. Кинопроектор «Империял 70/35» с дуговой лампой

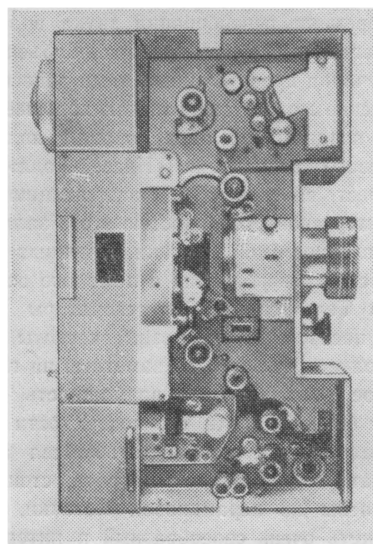


Рис. 13. Головка кинопроектора «Империял 70/35»

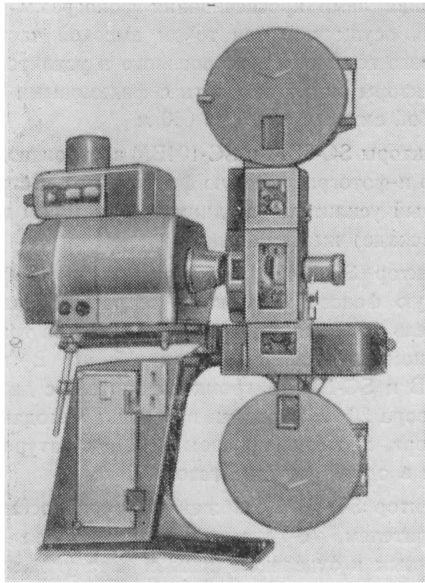


Рис. 14. Кинопроектор «Кроун 70|35»

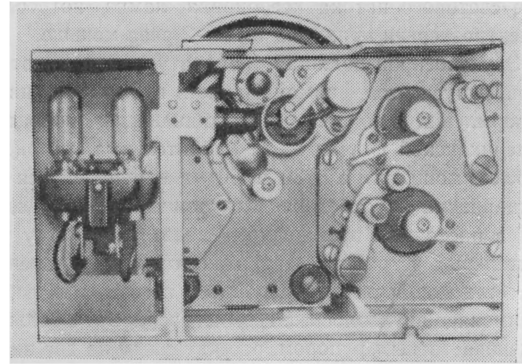


Рис. 15. Новый звуковой блок со светопроводом и фототранзистором

В Японии придают большое значение экономичности установок с ксеноновыми лампами. Фирма Ничион приводит сравнительные данные потребляемой мощности осветителя с дуговой и ксеноновой лампой, из которых видно, что для обеспечения одного и того

нотеатров фирма оборудовала кинопроекторами с ксеноновыми лампами. Значительное количество кинопроекторов экспортируется. По данным фирмы, срок службы их в прокате достигает 3000 часов.

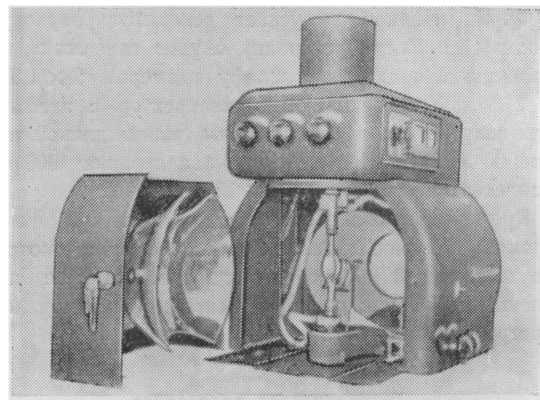


Рис. 17. Осветитель с ксеноновой лампой

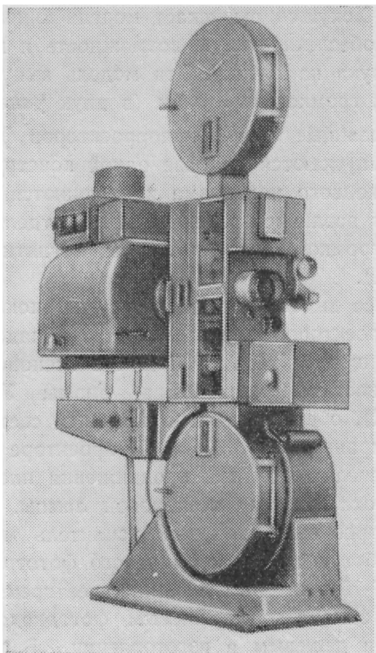


Рис. 1, Кинопроектор «Империал 70|35» с ксеноновой лампой

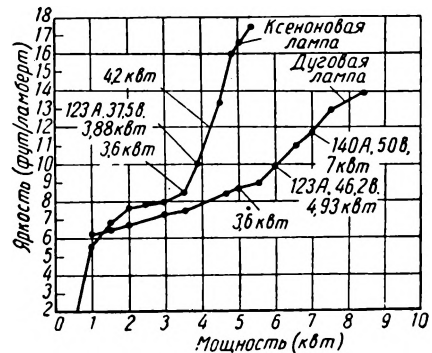


Рис. 18. Характеристики потребляемой дуговой и ксеноновой лампами мощности

же светового потока ксеноновая лампа потребляет электроэнергии примерно в 1,5—2 раза меньше.

Звуковоспроизводящая аппаратура для кинотеатров выпускается фирмой Ничион в конструктивном оформлении и по схемам, напоминающим аппаратуру американской фирмы RCA. Усилительные устройства имеют мощности 20, 30 и 60 *вт* в канале. Вся эта аппаратура работает на электронных лампах, однако в настоящее время фирма ведет разработку усилительных устройств на транзисторах с сохранением тех же мощностей. В серийных комплектах фирма применяет двухполосные громкоговорители с большим низкочастотным рупором, рассчитанным на две низкочастотные головки диаметром 30 *см* и секционированный высокочастотный рупор с высокочастотными головками. Частота разделения 500 *гц*. Эти громкоговорители по своей конструкции также напоминают американские модели того же назначения. В специальных установках для залов многоцелевого назначения фирма применяет трехполосные агрегаты, добавляя головки с небольшими рупорами для воспроизведения самой верхней частоты звукового диапазона (10—15 тыс. *гц*).

Фирма Ничион выпускает рекламную звуковую кинопроекторную установку «Аудио синевижн», собранную в подвижном шкафу размером 2 × 1,3 × 1,05 *м*. Установки имеют кинопроектор с кассетой для непрерывной проекции 35-мм фильма длиной около 300 *м*, осветитель — лампа накаливания 1000 *вт*, усилительное устройство 2 × 16 *вт*.

Кроме воспроизведения фотографической фонограммы с киноплёнки, в установке предусмотрен двухканальный стереофонический магнитофон для плёнки 6,25 *мм* с кассетой непрерывного звучания программы на 9 *мин*.

#### Узкоплёночная аппаратура для демонстрации 16-мм фильмов

Узкоплёночная 16-мм аппаратура находит в Японии широкое применение главным образом в учебных заведениях и в быту.

Основными изготовителями 16-мм узкоплёночной аппаратуры являются фирмы Хокушин и Элмо. Фирма Хокушин выпускает в год около 2000 передвижных 16-мм кинопроекторов (модели SC-8BM, SC-104B и SC-104BM), в которых в качестве света применена лампа накаливания 750 *вт*; предусмотрена возможность применения ламп с мощностями 1000, 500 и 250 *вт*. Простым переключением обеспечиваются обратный ход плёнки, неподвижный кадр и замедленное движение (5 *кадр/сек*). Кинопроекторы снабжаются выносным кнопочным пультом для управления двигателем, проекционной лампой и усилителем на расстоянии до 7,5 *м*.

Питание ламп просвечивания фонограмм во всех моделях осуществляется током высокой частоты от лампового генератора, встроенного в усилитель.

Проекторы могут работать с фильмовыми бобинами любой ёмкости от 15 до 600 *м*.

Проекторы SC-8BM и SC-104BM воспроизводят магнитную и фотографическую фонограммы. Встроенный ламповый усилитель (с одним транзистором во входном каскаде) имеет номинальную мощность 18 *вт*.

Проектор SC-104B рассчитан только на фотографическую фонограмму, имеет встроенный ламповый усилитель (с тремя первыми каскадами на транзисторах) номинальной мощности 15 *вт*. В моделях SC-104B и SC-104BM громкоговоритель с диаметром диффузора 20 *см* укреплен в крышке чемодана кинопроектора, и таким образом вся аппаратура размещается в одной укладке весом 22 *кг*.

Проектор SC-8BM снабжен широкополосным громкоговорителем (с диаметром диффузора 30 *см*), встроенным в отдельном ящике. Вес укладки кинопроектора 19 *кг*, громкоговорителя 15,5 *кг*.

Все кинопроекторы имеют держатель анаморфотной насадки для демонстрации широкоэкранных фильмов. Возможна комплектация проектора объективом с переменным фокусным расстоянием. В проекторах имеется автоматическое устройство, восстанавливающее петлю плёнки при нарушении нормального хода фильма из-за поврежденной перфорации или неправильной склейки.

Фирма Хокушин выпускает модель кинопроектора MR-61B, обеспечивающую возможность и магнитной записи звука на плёнку. Эта модель выпускается с выносным громкоговорителем (в двух укладках).

Все указанные модели кинопроекторов фирмы Хокушин выпускаются на базе одной конструкции кинопроекторного механизма и отличаются лишь деталями и различной комплектацией отдельных элементов (громкоговорители, лампы, магнитные головки и т. п.).

Наиболее высокими качественными показателями из кинопроекторов фирмы Хокушин обладает новая модель кинопроектора CX-14DM с ксеноновой лампой мощностью 1 *квт* (лампа фирмы Усио, тип UX-1000D), обеспечивающей полезный световой поток на экране около 800 *лм*. В проекторе работают два двигателя: один для продвижения плёнки, другой для охлаждения ксеноновой лампы. Проектор имеет встроенный ламповый усилитель мощностью 20 *вт*, работающий от кремниевого фототранзистора (тип OCP-70), который в ближайшее время предполагается заменять кремниевым фотодиодом, более простым и дешевым в изготовлении. В комплект входят: трехполосный громкоговоритель первого класса, обеспечивающий хорошее качество звучания,

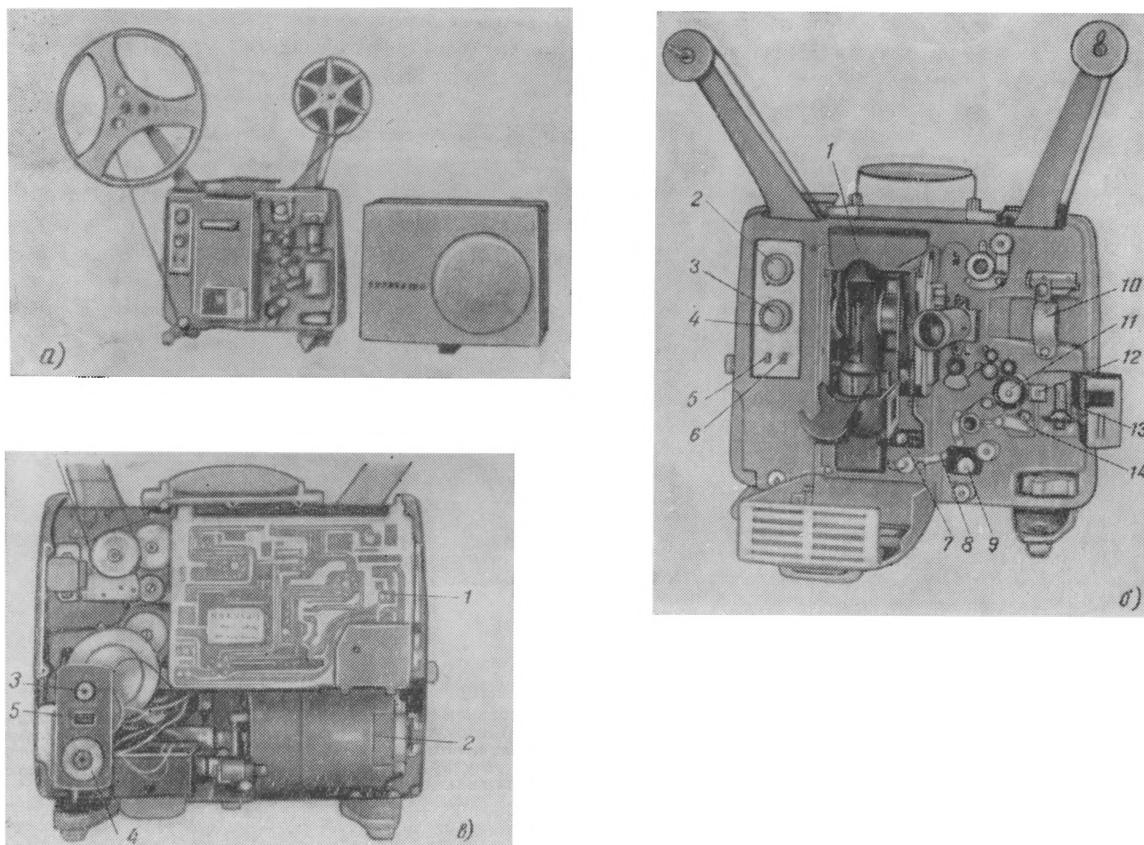


Рис. 19. Узкоплёночный кинопроектор «Хокушин»:

*a* — общий вид; *б* — лицевая сторона. Узлы и детали: 1 — проекционная лампа 750 вт; 2 — регулятор громкости; 3 — выключатель усилителя; 4 — регулятор тона; 5 — выключатель двигателя; 6 — выключатель лампы; 7 — переключатель скорости; 8 — проекция одного кадра; 9 — переключатель скорости; 10 — держатель анаморфотной оптики; 11 — звуковой барабан; 12 — звуковая оптика; 13 — читающая лампа; 14 — переключатель с магнитной на оптическую фонограмму; *в* — задняя сторона: 1 — усилитель с платой печатного монтажа; 2 — двигатель; 3 — выключатель громкоговорителя; 4 — соединительные гнезда; 5 — выключатель освещения

устройство для пуска и питания ксеноновой лампы и набор объективов фирмы Кенон с анаморфотной приставкой.

Недостатком этого комплекта являются сравнительно большой вес аппаратуры (проектор с усилителем весит 47 кг, громкоговоритель — 23 кг и устройство питания ксеноновой лампы — 44 кг) и более высокая стоимость, примерно в три раза превышающая стоимость обычного узкоплёночного проектора той же фирмы.

По отдельным заказам фирма Хокушин выпускает специальную модель стационарного проектора ТС-1332 для демонстрации цветных и черно-белых фильмов по телевидению, применяемого в комбинации с камерой «Видикон».

Примерно такую же линейку узкоплёночных кинопроекторов выпускает другая японская фирма — Элмо. В числе последних моделей аппаратуры этой фирмы имеются переносные кинопроекторы AR-16 и

ДМ-16 с лампой накаливания 750 вт, переносный 16-мм кинопроектор ХР-830 с ксеноновой лампой, стационарный 16-мм кинопроектор 16-ЛХ-100 с ксеноновой лампой, стационарный 16-мм кинопроектор ЛС-3 с дуговой лампой и 16-мм телевизионный кинопроектор. Фирма Элмо выпускает также телевизионный 8-мм кинопроектор и 8-мм камеру для съёмки с экрана кинескопа. Отличительной особенностью аппаратуры Элмо является более широкое применение транзисторов. В 16-мм кинопроекторе ДМ-16 установлен 9-транзисторный усилитель с пиковой мощностью 12 вт, в 8-мм звуковой кинопроектор с записью звука встроен 11-транзисторный усилитель с пиковой мощностью 10 вт. В передвижных кинопроекторах Элмо применяются два громкоговорителя (диаметр диффузора 13 см), которые либо крепятся на крышке кинопроектора, либо устанавливаются в отдельном чемодане (диаметр диффузора 20 см).

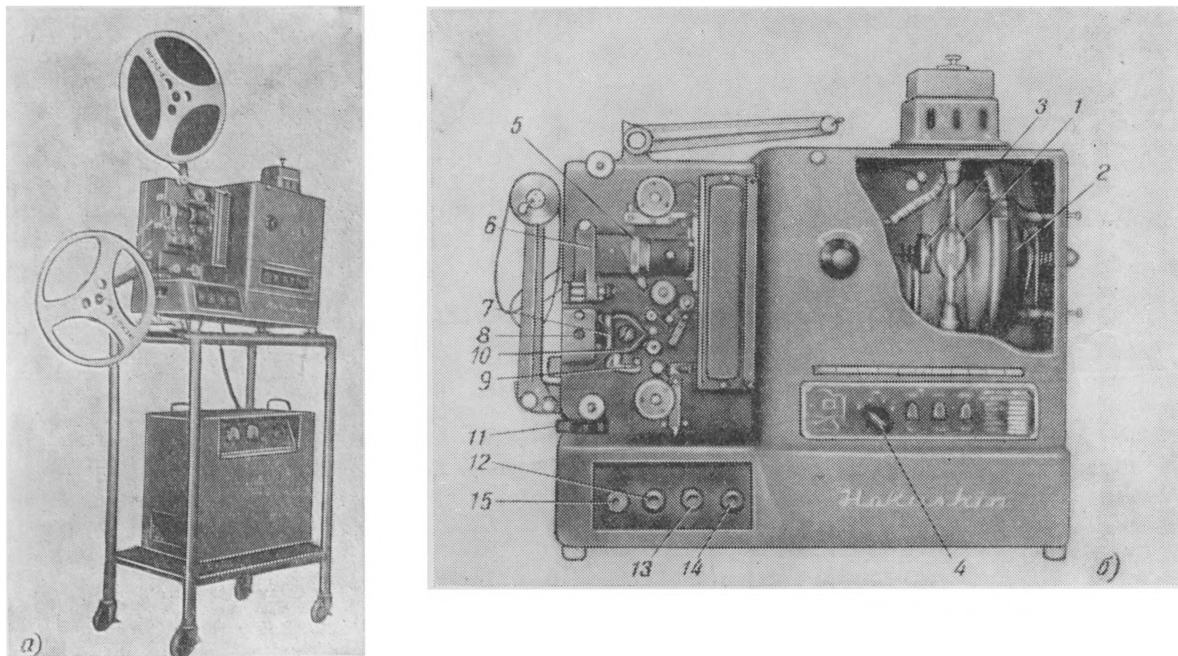


Рис. 20. Полустанционный узкоплечный кинопроектор «Хокушин» с ксеноновой лампой:

а — общий вид; б — узлы и детали: 1 — ксеноновая лампа; 2 — основной отражатель; 3 — дополнительный отражатель; 4 — панель управления; 5 — объектив; 6 — держатель анаморфотной насадки; 7 — звуковая оптика; 8 — читающая лампа; 9 — прижимный ролик для магнитной фонограммы; 10 — звуковой блок с магнитной головкой и переключателем с фотографической на магнитную фонограмму; 11 — подъемный механизм; 12 — регулировка высоких частот; 13 — регулировка низких частот; 14 — регулировка громкости; 15 — гнездо для включения микрофона и адаптера

### Киноэкраны

Фирма Ничион выпускает проекционные экраны из перфорированных экранных материалов трех типов «Сильверскрин» — алюминированный безрастровый, «Перлскрин» — «перламутровый» безрастровый и «Кристаллскрин» — «перламутровый» растровый с практически диффузным светораспределением.

Алюминированные безрастровые экраны имеют узконаправленное светораспределение, «перламутровые» обладают умеренным коэффициентом яркости и несколько более широким светораспределением. Достоинствами экранов фирмы Ничион являются их легкий вес, гибкость и возможность свертывания в рулон, относительная прочность светоотражающего покрытия, не портящегося от прикосновения и трения при сворачивании. Недостатком этих экранов является выполнение их на текстильной основе, исключающей возможность соединения рулонного материала в экранные полотнища методом высокочастотной электросварки. Вследствие этого из подобных материалов должны выпускаться либо цельные экраны небольших размеров, ограниченных шириной рулона, либо большие экраны со швами, более заметными по сравнению со швами, получаемыми высокочастотной сваркой на экранах из пластика. В отношении

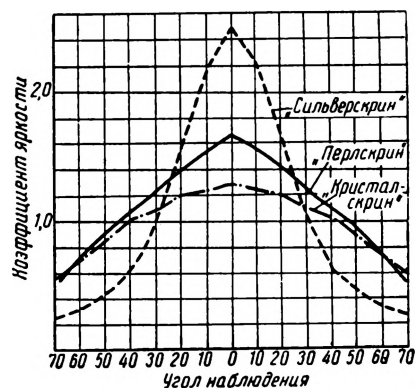


Рис. 21. Характеристики киноэкранов фирмы «Ничион»

светотехнических характеристик наибольший интерес представляет экран «Перлскрин», отличающийся, как и аналогичные образцы экранов других зарубежных фирм (Харкнесс — Англия и др.), умеренным спадом коэффициента яркости с ростом угла наблюдения при заметном выигрыше в яркости по сравнению с диффузным экраном в пределах углов до  $\pm 20^\circ$ . Все образцы экранов обладают горячестью, обычной для экранов подобных типов.



## Съемка и проекция кинофильмов

778.588 : 77.063

**Съемка фильмов с диапозитивов**, Дж. А. Карне-вейл, *American Cinematographer*, 1964, 45, № 12, 688—689, 716—718.

Предложен экономичный способ съемки 16-мм технических фильмов с 35-мм фотографических диапозитивов, и дано его описание. Сценарий разбивается на сцены; каждой сцене соответствует один диапозитив; с каждого диапозитива снимается определенное число кадров. Точная разметка кадров во времени исключает необходимость дублей, последующего изготовления рабочей копии и монтажа фильма. Весь фильм «монтируется» непосредственно в момент съемки в камере. Для съемки десятиминутного фильма требуется всего одна кассета пленки емкостью 120 м.

Комплект оборудования для пересъемки диапозитивов включает диапроектор (с проекционной лампой 500 вт), кинокамеру «Аррифлекс-16» с дополнительным затвором для предохранения светочувствительной пленки («Эктахром Коммершл 7255») от проникающего через obtюратор камеры света в период между экспозициями, а также рамку со сменяемыми диапозитивами. Диапроектор используется только для освещения диапозитива (а не для его проецирования). Съемка ведется по одному кадру. Возможно осуществление затемнений, наплывов, вертикальное и горизонтальное панорамирование.

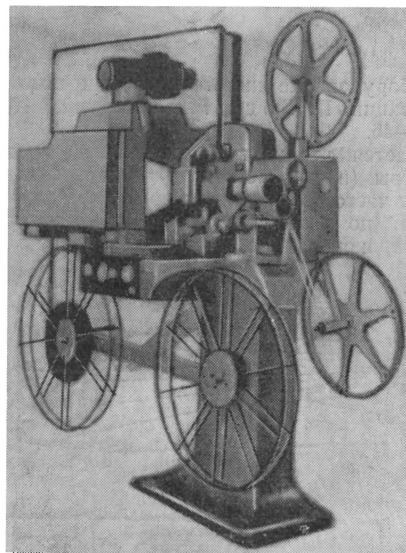
Трудоёмкость изготовления 16-мм цветного звукового фильма с диапозитивов составляет всего 85 человеко-часов. Отмечается, что стоимость этого фильма в 3,5 раза меньше, чем при обычной киносъемке.

Л. Т.

778.2

**Универсальный кинопроектор «ФЕДИ-ХІ» для 35- и 16-мм кинофильмов**, *Kinotechnik* (польск.), 1965, XVIII, № 198 (1), 4212.

Сообщается о выпуске итальянской фирмой ФЕДИ нового типа универсального кинопроектора «ФЕДИ-ХІ» для демонстрации 35- и 16-мм фильмов, имеющего облегченную и удешевленную конструкцию. Кинопроектор позволяет демонстрировать полную программу сеанса. В кинопроекторе отсутствуют противопожарные кассеты (см. рисунок); наматыватели рассчитаны на длину 3400 м и 1500 м соответственно для 35- и 16-мм фильмов.



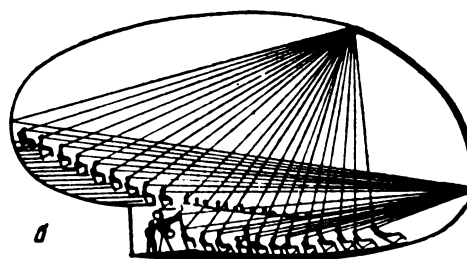
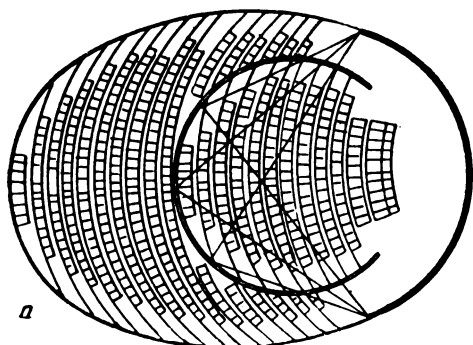
В качестве источника света могут быть использованы ксеноновые лампы мощностью 1600, 2000, 2500 или 3000 вт. Электропитающее устройство рассчитано на силу тока до 100 а.

Л. Т.

791.45

**Проект «кинотеатра будущего»**, П. Б о д е, *Filmtechnikum*, 1965, XVI, № 2, 46.

Высказывается предположение о дальнейшем увеличении в будущем размеров киноэкранов и превращении их из плоских (или слегка изогнутых) в часть сферы, которая плавно переходит в потолок и стены зрительного зала. На рис. а и б показаны соответственно план и разрез такого кинозала. Для устранения искажений изображения киноаппаратная расположена в центре зрительного зала (между партером и амфитеатром). Во избежание неудобного угла рассматривания киноэкрана, особенно из первых рядов, предлагаются специальные сиденья, обеспечивающие полулежачее положение зрителя (рис. б). Отмечено,



что разработкой аналогичных проектов «кинотеатров будущего» занимаются большие группы ученых, и осуществление этих проектов — лишь вопрос времени.

Л. Т.

791.45

**Переоборудование кинотеатров для широкоэкранной проекции**, П. Бодэ, *Filmtechnikum*, 1965, XVI, № 2, 42—46.

Отмечается, что из всех зрелищных предприятий кинотеатры (из-за быстрого развития кинотехники) наиболее часто требуют перестройки. Рекомендации, дающиеся по переоборудованию обычных кинотеатров в широкоэкранные, касаются размеров экрана и

зрительного зала, расположения зрительских мест, угла проекции, вспомогательных помещений (фойе, кассы и др.), освещения, отопления и кондиционирования воздуха.

Приведены многочисленные примеры переоборудования зрительных залов. На рис. а показан разрез и план старого кинозала, а на рис. б — перестроенного. Переоборудование заключается в увеличении ширины экрана, уменьшении угла проекции (путем переноса аппаратной под балкон), увеличении расстояния от экрана до первого ряда зрителей, расположении рядов по дугам окружности, увеличении наклона пола зрительного зала (особенно на балконе).

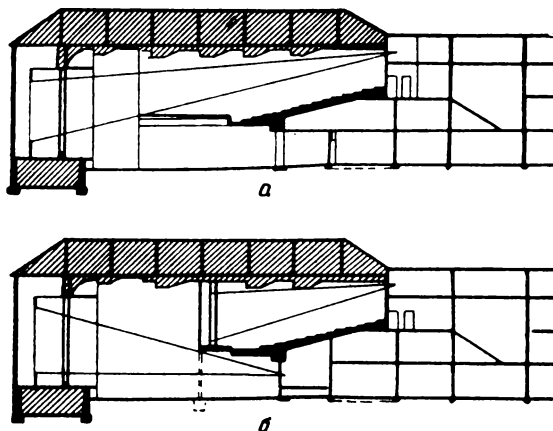
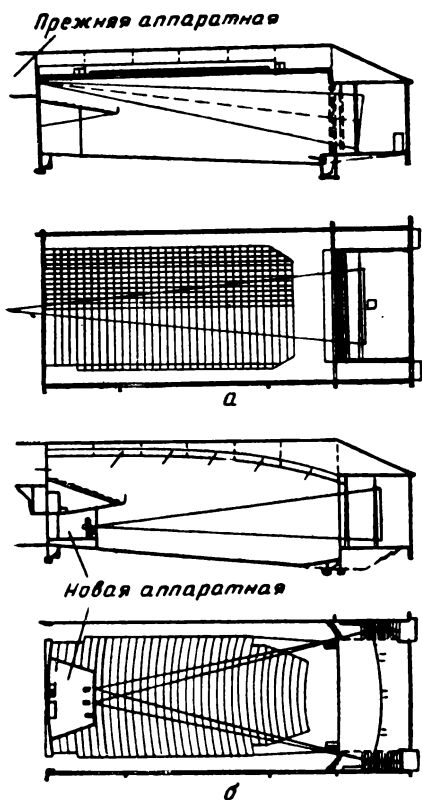
Л. Т.

791.45

**Модернизация кинотеатров**, *Filmtechnikum*, 1965, XVI, № 2, 32—35.

Сформулированы требования к современному кинотеатру, обеспечивающие его рентабельность: максимальный комфорт, удобные зрительские места и обзор экрана, эффективное освещение, кондиционированный воздух, современная архитектура здания кинотеатра, эффектная реклама, хорошее фойе с гардеробом, удобно расположенная касса, кафетерий и т. д.; несомненно, что при этом предполагается использование всех современных достижений кинопроекционной техники и возможность демонстрации фильмов любых видов, отличное качество звукопроизведения.

Приведены рекомендации планировки и перепланировки зрительного зала в существующих кинотеатрах. В частности, рекомендуется уменьшить количество зрительских мест и сделать их более комфортабель-



ными, увеличив ширину кресел до 55—60 см; удалить от экрана первый ряд, обеспечить наклон пола (не менее 7—8 см на каждый метр). Кондиционирование должно предусматривать 5—6-кратный обмен воздуха в час. Для создания в зале избыточного давления, препятствующего возникновению сквозняков, количество подаваемого воздуха должно на  $\frac{1}{4}$  превышать количество удаляемого.

Появление «Соло»-кинопроекторов, т. е. автоматических кинопроекторов, позволяющих непрерывно демонстрировать весь фильм (без перехода с поста на пост), весьма рентабельно и дает возможность кино-

механику одновременно обслуживать второй кинозал. В связи с этим весьма целесообразно создание кинотеатров с двумя зрительными залами (так называемое «бикино»); особенно это относится к крупным кинотеатрам с числом зрителей до 2500, имеющим балконы. На рисунках в качестве примера приведен продольный разрез такого кинотеатра до переделки (рис. а) и после переделки (рис. б). Отмечается, однако, что кинозалы с числом мест менее 150 нецелесообразны и нерентабельны.

Л. Т.

## Телевидение

621.397.613:621.397-2

Камера цветного телевидения на трех плюмбиконах, А. ван Дорн, Rundfunktechn. Mitteil., 1964, 8, № 6, 331—334.

Фирма Филипс разработала на видиконах 3-трубчатую камеру цветного телевидения, которая по своим светотехническим параметрам и качеству изображения не уступает американским камерам на суперортиконе, а по габаритам и удобству в эксплуатации значительно их превосходит. Выигрыш достигнут за счет оптического узла и видиконов с новыми мишенями из окиси свинца (так называемых плюмбиконов).

Оптическая головка камеры разработана в двух взаимозаменяемых вариантах — турельном с четырьмя простыми объективами (с  $F$  от 20 до 200 мм) и на вариофокальном объективе фирмы Angerilux ( $F=18\div 180$  мм, максимальное относительное отверстие 1:2). Большой задний отрезок у выбранных объективов и уменьшенный до 15—20 мм размер изображения на мишени передающей трубки позволили отказаться от оборачивающего объектива и разместить плюмбиконы непосредственно за призмами светоделительного узла. Цвета разделяются интерференционными зеркалами, нанесенными на торцы призм; в зеленом канале устанавливается дополнительный корректирующий светофильтр. Все управление оптикой дистанционное. Минимальные потери света в оптическом узле в сочетании с хорошей спектральной характеристикой и высокой чувствительностью плюмбиконов (при освещенности мишени 10 лк генерирующих видеосигнал  $10^{-7}$  а) обеспечивают работу камеры при освещенности в студии 1000—2000 лк на объекте. Вертикальное расположение передающих трубок облегчает центровку камеры и доступ к трубкам при их смене. Все органы управления, в том числе и оптикой, сосредоточены на задней панели, электрические блоки (предварительный усилитель, развертки и др.) выполнены на полупроводниковых приборах, миниатюрных радиодеталях и точечных изделиях.

И. М.

621.383.73

Новый материал для мишени суперортикона, Intergavia Air Letter, 1964, № 5629, 8.

Английская фирма English Electric Valve Co. разработала мишени суперортикона из нового материала. Состав материала не указывается, его название «elcop» (от английских слов electron conduction) подчеркивает, что электронная проводимость в нем существенно больше ионной. Перенос зарядного изображения с фотокатодной стороны мишени на коммутируемую осуществляется электронами, перемещения ионов не наблюдается, следствием чего является стабильность характеристик мишени и чувствительности суперортикона во времени. Полностью отсутствуют послезображение и выжигание под считывающим пучком во все время срока службы. Гарантируемая долговечность суперортиконов с новыми мишенями 750 часов, имеются данные о работе отдельных образцов в течение 3—5 тыс. часов. Трубки не требуют обычного длительного прогрева мишени и могут работать сразу после включения камеры. Отмечается также лучшее воспроизведение полутонов (видимо, благодаря лучшей передаче градаций черного из-за отсутствия «серости» фона, вызываемой выжиганием). Высокие качества «elcop» позволили фирме полностью перевести стандартные 76-мм суперортиконы на новые мишени и запланировать на 1965 г. использование этих мишеней и в 112,6-мм суперортиконе.

И. М.

621.397.613:621.383.73

Электрическая регулировка чувствительности в суперортиконных камерах, В. Дилленбургер, Radio Mentor, 1965, 31, № 1, 52—54.

Обычно в суперортиконных камерах оптимальная рабочая освещенность фотокатода передающей трубки подбирается либо диафрагмированием оптики, либо изменением прозрачности жидкостного светофильтра. Для дистанционного управления в обоих случаях приходится иметь в камере двигатель. Сообщается об успешной разработке электронной системы регули-

ровки, основанной на изменении времени накопления зарядов на мишени за счет запираания фототока.

Постоянное напряжение на электродах секции переноса суперортикаона заменяется импульсным. Регулировка осуществляется изменением длительности импульсов ускоряющего напряжения между фотокатодом и мишенью; соответственно фототок оказывается запертым различную часть времени кадра. Хотя условия формирования видеосигнала на разных частях мишени оказываются неодинаковыми (на одной части освещение и считывание происходят одновременно, на другой — раздельно во времени), утверждается, что никакого ухудшения качества изображения это не вызывает. Приведена полная электрическая схема генератора импульсов с максимальным размахом 650 в и регулировкой длительности от 0,35 до 20 мсек. Генератор выполнен на девяти полупроводниковых триодах. Чтобы избежать возможного поворота электронного изображения и появления геометрических искажений, потребовалось заводить запирающие импульсы одновременно на фотокатод и на ускоряющий электрод секции переноса. Фронт импульсов не более 30 мсек, что гарантирует неизменность четкости изображения при уменьшении длительности до 2 мсек. Далее становится заметным уменьшение глубины модуляции видеосигнала на мелких деталях, а затем еще и свертывание изображения. Электронный регулятор полностью заменяет механические, и его предполагается использовать в студийных условиях, где вполне достаточно регулировка времени накопления в пределах 1 : 10.

И. М.

621.383.73:534.83

**Микрофонная помеха в суперортикаонах,**  
К. Франк, Radio mentor, 1965, 31, № 2, 120—121.

Доложены результаты первых исследований микрофонного эффекта в суперортикаонах. Основным источником микрофонной помехи являются колебания сетки мишени, собственная резонансная частота которой 1500—1700 гц; колебания пленки сказываются меньше, так как ее резонансная частота выше — не менее 3000 гц. Измерялось время затухания микрофонной помехи после ударного или акустического возбуждения. Обнаружена резкая зависимость этой величины от температуры суперортикаона: например, при работе до точки перегиба световой характеристики прогрев от 30 до 35° С увеличивал время затухания с 1 до 10 сек на одной и той же трубке. Из-за различия коэффициента температурного расширения сетки и крепежного кольца прогрев влияет на степень натяжения сетки, и при изменении температуры от 20 до 40° С было замечено снижение резонансной частоты с 1700 до 1550 гц. Максимум помехи наблюдается, когда резонансная частота кратна 50 гц. При повышенных освещенностях помеха проявляется меньше и затухает быстрее. Впервые высказано интересное предположение, что эти зависимости обусловлены взаимосвязью колебаний сетки и процесса коммутации мишени электронным пучком. Развертка вызывает периодическое с частотой 50 гц перераспределение потенциалов на пленке и электростатических сил в узле мишени. В качестве возможных мер, способствующих снижению микрофонного эффекта при эксплуатации существующих трубок, указана необходимость стабилизации температуры с точностью 3°.

При разработке новых суперортикаонов рекомендуется опробовать несимметричное закрепление сетки.

И. М.

621.397.613:629.19

**Телевизионные камеры для передачи с Луны,**  
JSMPTЕ, 1965, 74, № 1, 56.

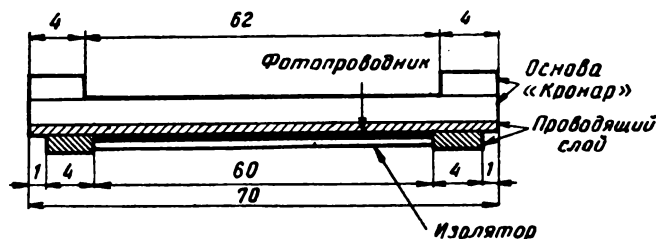
Сообщается, что корпорацией Вестингауз (США) разработаны миниатюрные ручные телевизионные камеры для передач с Луны. Камеры полностью автоматизированы и не требуют ухода; потребляемая мощность всего 6 вт. Вес камер (на Земле) 3 кг. Надежность камер составляет 99,9% для 14 последовательных дней. Сверхвысокочувствительные видиконы, созданные в исследовательских лабораториях корпорации Вестингауз, позволяют работать в условиях, близких к темноте. Камеры рассчитаны на работу в абсолютном вакууме, в условиях лунного дня и ночи (т. е. при температуре от —185° до +120° С), а также в условиях радиации, пыли и т. д. Предполагается, что передачи с Луны будут включать показ работы космонавтов, лунных ландшафтов и вида Земли с лунной поверхности. Эти передачи будут транслироваться по обычным телевизионным сетям. Указывается, что для передачи с Луны выбранная телевизионная развертка имеет параметры 10 кадр/сек и 320 строк, которые на Земле будут преобразованы в стандартные развертки.

Л. Т.

772.97

**Экспериментальная система электростатической записи изображений на 70-мм фотопроводящей ленте,**  
У. Дж. Поу, JSMPTЕ, 1965, 74, № 1, 18—25.

В одной из исследовательских групп компании RCA разработан способ электростатической записи изображений. Процесс записи, хранения и считывания информации происходит в одном и том же блоке. Оптическое изображение в этом блоке непосредственно преобразуется в эквивалентное электростатическое изображение на тонком слое изолятора, расположенного на гибкой ленте. Одновременно с экспонированием лента равномерно облучается пучком электронов. Электрический заряд, остающийся на поверхности элементарного участка ленты, пропорционален освещенности этого участка. Для считывания записи в форме телевизионных сигналов лента с записью перемещается в секцию, где она развертывается пучком электронов и модулирует его. Электронный умножитель усиливает модулированный ток пучка и подает его на вход видеоусилителя, после которого полученные сигналы могут быть переданы в обычные коммуникационные сети.



На рисунке изображено сечение фотопроводящей ленты (все размеры указаны в миллиметрах). В качестве прозрачной основы использован полимер (известный под торговым названием «кронар»), отличающийся равномерностью толщины и хорошими оптическими свойствами. По краям основа имеет складки для образования небольшого зазора между витками (при намотке ленты в рулон) во избежание абразивного повреждения центральной светочувствительной поверхности ленты. На основу из кронара в вакууме последовательно осаждаются три слоя. Первый слой (комбинация из меди и золота) толщиной  $0,02 \text{ мк}$  является проводящим и выполняет роль электрического контакта для второго слоя (из трехсернистой сурьмы) — фотопроводящего. Третий слой (из полистирола) толщиной  $0,5 \text{ мк}$  — изолятор — предназначен для сохранения электрических зарядов электростатического изображения.

Отмечаются следующие преимущества данной системы записи: 1) высокая разрешающая способность ( $16,6 \text{ лин/мм}$ ) при простом записывающем устройстве, которое выполняет функции, аналогичные одновременно и телевизионной камере и аппарату магнитной видеозаписи; 2) возможность стирания и повторной записи до нескольких тысяч раз без ухудшения качества записи; 3) возможность использования для записи и считывания как кадровой, так и щелевой камеры (для аэрофотосъемки возможно использование камер с оптической компенсацией); 4) возможность воспроизведения записанного изображения в соответствии с требованиями различных систем; в частности возможно воспроизведение изображений с большой скоростью и высоким разрешением (с эквивалентной полосой пропускания  $50 \text{ Мгц}$ ) или с низкой скоростью и разрешением, пригодными для передачи изображения по телефонным проводам; 5) возможность воспроизведения только небольшого участка записанного изображения путем ограничения размеров считывающего раstra размерами интересующего участка записи; 6) спектральная характеристика системы зависит от свойств фотопроводящего слоя и может обладать широким диапазоном чувствительности; 7) высокая плотность записываемой информации обеспечивает возможность весьма малой скорости носителя; 8) малая чувствительность к радиоактивным излучениям.

Дано подробное описание блока записи, использующего перфорированную  $70\text{-мм}$  ленту, электронной пушки и цепей управления ею, методики записи и воспроизведения информации.

В заключительной дискуссии отмечается, что упомянутая система записи наиболее целесообразна для использования в космических исследованиях (на искусственных спутниках Земли).

л. т.

621.397.61

**Новое оснащение технического координационного центра Интервидения в Праге**, Радио и телевидение, OIRT, 1964, № 6, 37—43.

Для технического координационного центра Интервидения в Праге запланировано помещение в новом здании, которое будет пристроено к зданию пражского радиорелейного узла. Однако в связи с возрастающими требованиями временное оборудование ТКЦИ усовершенствовано теперь.

Аппаратура контрольно-измерительной службы решена с учетом одновременного контроля двух сигналов изображения и их звукового сопровождения.

Для контроля сигналов изображения рабочее место оснащено двумя группами аппаратуры, в каждую из которых входят осциллоскоп «ТЕСЛА ТХО402», видеоконтрольное устройство «ТЕСЛА ТМД301» и телевизионный приемник. Эти две группы через панель коммутации подключены к линии. Как резерв имеется третье видеоконтрольное устройство. Рабочее место для контроля звукового сопровождения оснащено двумя индикаторами степени промодулирования двух звуковых агрегатов с соответствующими усилителями и блоками питания, панелью коммутации, измерителями уровня и искажений с низкочастотным генератором и двумя магнитофонами. Абонентские устройства, подключенные к центральной станции двухсторонней связи, состоят из трех частей: микрофонного усилителя с динамическим микрофоном, панели коммутации и оконечного усилителя с громкоговорителем. На координационно-диспетчерском рабочем месте имеется центральная станция двухсторонней связи по четырехпроводной линии и телефонная центральная станция с местной батареей для 20 абонентов. Центральная станция позволяет осуществить подключение любого участника к любой абонентной станции, командную связь одного участника с остальными или одновременно командную связь двух участников с двумя группами. Приведены технические данные всей основной аппаратуры.

в. в.

772.96.01

**Построение физической модели образования канавки при термопластической записи изображения**, А. И. Бабочин, ЖНиПФК, 1965, 10, вып. 1, 56—61.

Изложена теория формирования канавки в пластично-вязкой среде при термопластической записи изображения. Предложена физическая модель образования канавки, и выведена формула зависимости, требуемой при записи плотности тока электронного пучка, от параметров канавки и физических свойств носителя. Сформулированы нерешенные задачи.

в. в.

681.84.083.84

**Остаточная намагниченность в различных слоях по толщине магнитной ленты**, И. Г. Жижневская, Кинотехника, научно-технический сборник НИКФИ, вып. 10, 1964, 24—29.

Рассмотрены результаты экспериментального исследования распределения остаточной намагниченности в различных слоях по толщине магнитной ленты методом моделирования.

г. и.

772.93.023.4

**Усовершенствование способов проявления электрофотографического изображения**, К. А. Рамазанов, Оптико-механическая промышленность, 1964, № 9, 34—37.

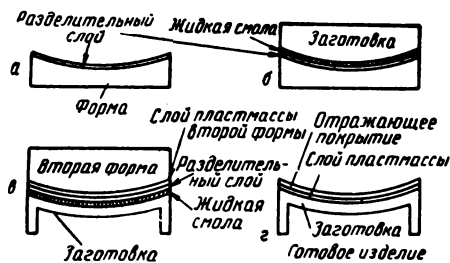
Приведены сведения о разработанном способе сухого проявления скрытого изображения при помощи ворсистых валиков применительно к прямому и обращенному процессам, обеспечивающим получение порошкового изображения на слоях из селена и окиси цинка и непосредственно на постоянной бумажной подложке.

В статье рассмотрены: способ проявления валиками при ручном выполнении операции; проявляющие устройства для электрофотографических установок непрерывного действия; применение способа проявления валиками в обращенном процессе; дальнейшее упрощение способа сухого проявления.

г. и.

**Изготовление из пластмассы прецизионных оптических деталей методом копирования, Г. Мейер, JSMPTE, 1965, 74, № 1, 28—32.**

Отмечается, что многие органические полимеры являются перспективным материалом для экономичного изготовления оптических деталей. Однако до сего времени пластмассовые оптические детали небольших размеров используются только в некоторых дешевых фотокамерах. Наряду с оптическими деталями, преломляющими свет, пластмассы, однако, все более применяются для изготовления зеркал (как для видимой, так и для невидимой части спектра). Дано описание техники копирования поверхности пластмассовых зеркал (для наружного отражающего покрытия) методом прецизионного литья.



На рисунках показаны операции копирования. Форма для литья (рис. а), которая может быть вогнутой, в частности асферической, должна быть изготовлена с исключительной высокой точностью из материала, обладающего большой механической прочностью, сопротивляемостью на истирание и химической инертностью. Приведены таблицы, характеризующие металлические и неметаллические (стеклянные) материалы, которые могут быть использованы в качестве формы для отливки. Материал заготовки, которая связана с отливаемой терморезистивной пластмассой и становится частью полученного зеркала, также должен отвечать определенным требованиям и может представлять собой металл, сплав, стекло или специальную пластмассу. Материалом для копирования (литья) является жидкая эпоксидная смола, нанесенная слоем определенной толщины на поверхность заготовки. Последняя опускается в форму (рис. б), так что жидкая смола равномерно распределяется между заготовкой и формой. После нагрева смола образует пленку, склеенную с заготовкой, но отсоединяемую от формы (благодаря наличию на последней промежуточного разделительного слоя). На полученной заготовке полимерная пленка точно воспроизводит заданную поверхность, на которую в вакууме осаждается металлическое отражающее покрытие. Вогнутая литейная форма позволяет получить выпуклое зеркало. Для получения вогнутой формы зеркала можно полученную заготовку с выпуклой поверхностью использовать как вторую форму (рис. в и г).

Рассматриваются вопросы выбора пластического материала для литья, склеивания его с заготовкой и отсоединения от формы, испытание полученных зеркал, их физико-механические свойства (стабиль-

ность, прочность и т. д.). Указывается, что метод копирования позволяет получить любые формы зеркал: плоские, сферические, параболические, эллипсоидальные, многогранные и произвольной формы. Библиография — 9 наименований.

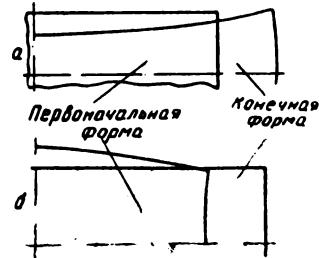
Л. Т.

778.34.83:535.312

**Напряжения и деформации в равномерно вращающемся прямоугольном зеркале высокоскоростной камеры, К. Н. Стивенс, Р. Е. Миллер, JSMPTE, 1964, 73, № 12, 1032—1036.**

Высокая скорость вращения зеркала в высокоскоростных камерах приводит к его деформации, следствием чего являются искажения изображения и снижение разрешающей способности. Коррекция возникающих искажений может быть осуществлена дополнительной линзой, однако для определения ее параметров необходимо знать форму деформированного зеркала. Вместо корректирующей линзы возможно также такое изменение первоначальной формы зеркала, которое при достижении последним рабочей скорости приведет к получению плоской поверхности.

Выведены уравнения для определения напряжений, возникающих во вращающемся зеркале, и его деформаций, на основании которых возможен расчет исходной формы зеркала. На рис. а показана



первоначальная форма обычного плоского зеркала, которое при большой скорости вращения превращается в вогнутое (отношение ширины зеркала к его толщине равно 3, коэффициент Пуассона  $\mu=0,3$ ). На рис. б показана исходная форма нового (выпуклого) зеркала (при тех же параметрах), которое после разгона под действием возникающих напряжений превращается в плоское. Библиография — 8 наименований.

Л. Т.

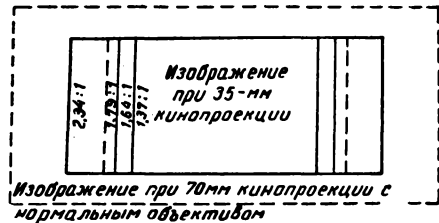
778.22

**О соотношении фокусных расстояний объективов для различных методов кинопроекции, Г. Иенсен, Kino-Technik, 1964, 18, № 12, 299—300.**

Отмечается, что существующие стандарты на фокусные расстояния кинопроекторных объективов, устанавливающие различие между соседними значениями в 5 мм, в большинстве случаев не отвечают практическим требованиям. В феврале 1960 г. стандартом DIN15741 установлен ряд новых кинопроекторных объективов геометрический ряд фокусных расстояний: 50, 55, 60, 65, 71, 77, 84, 92, 100, 109, 119, 130, 141, 154, 168, 183, 200, 218 мм, в котором каждое последующее фокусное расстояние на 9,1%

больше предыдущего и округлено до целых значений миллиметра. Этот стандарт уменьшает количество необходимых типов проекционных объективов и одновременно облегчает выбор объектива для перехода от нормальной проекции к широкоэкранной с анаморфированием кадра, которая требует фокусного расстояния на 19% больше (т. е. на две ступени вверх) и для широкоэкранной проекции с кашетированием кадра. Объектив с фокусным расстоянием, отстоящий на две ступени вниз от нормального значения, обеспечивает соотношение сторон изображения при кашетировании кадра 1,64 : 1, близкое к стандартизованному (DIN15545) соотношению 1,66 : 1. Соответственно объектив с фокусным расстоянием на три ступени вниз создаст соотношение сторон 1,79 : 1, которое может заменить часто употребляемое в кинотеатрах соотношение 1,85 : 1.

Рассматриваются также необходимые соотношения фокусных расстояний между объективами для нормальной и широкоформатной кинопроекции и рациональный ряд фокусных расстояний объективов для демонстрации 70-мм фильмов. На рисунке пока-



заны сравнительные размеры экранов для различных методов кинопроекции, отвечающие геометрическому ряду фокусных расстояний.

Л. Т.

771.537.6

**Частотно-контрастные характеристики фотографических слоев при синусоидальном и прямоугольном распределении света и их измерение в зависимости от времени экспонирования.** Г. И. Белинская, М. С. Гуськова, ЖНиПФК, 1965, 10, вып. 1, 10—15.

Дано описание установки с синусоидальным тест-объектом для определения частотно-контрастных характеристик фотографических слоев, созданной в Институте физики Земли АН СССР. Получены частотно-контрастные характеристики ряда фотографических пленок на установке с синусоидальным тест-объектом и по методу фотографической диффузиометрии НИКФИ с применением прямоугольного тест-объекта.

В. Б.

771.534.5

**Исследование спектральных свойств фотографических материалов в вакуумной ультрафиолетовой области спектра.** Н. Г. Морозова, Г. П. Старцев, ЖНиПФК, 1965, 10, вып. 1, 22—27.

Разработана методика спектросенситометрических испытаний фотографических слоев. Согласно методике, исследовано несколько типов эмульсий НИКФИ, предназначенных для регистрации коротковолнового УФ-излучения. Приведены результаты спектросенситометрических испытаний.

В. В.

**Современная серийно выпускаемая фотометрическая аппаратура.** Н. И. Лукин, Светотехника, 1965, № 2, 23—26.

Фотометрические приборы, описание которых дано в статье, подразделяются на две группы: 1) для светотехнических измерений; 2) для выполнения различных химических анализов.

В частности, приведены данные следующих приборов: фотометрической скамьи ФС-М; фотометра малых яркостей ВФМ-57; фотоэлектрического фотометра АФМ; фотоэлектрического фотометра с интегрирующим шаром, модель ФМШ-56; визуального фотоэлектрического фотометра ФМ-58; импульсного фотометра ИСМ-57 и др.

Г. И.

771.377:621.383.001.4

**Исследование двух систем автоматической фокусировки.** М. Я. Шульман, Оптико-механическая промышленность, 1965, № 1, 4—9.

Приведены некоторые результаты исследования системы автоматической фокусировки, предложенной автором, и пояснен вероятный принцип работы фотоаппарата «Кэнон Ауто-фокус».

Дано сравнение точности фокусировки, обеспечиваемой указанными двумя системами, и намечены некоторые области их применения.

Г. И.

771.313

**Исследование механизмов автоматической установки экспозиции в любительских фотокамерах.** К. Р. Гольдин, А. Х. Москалева, Ю. И. Щелокоев, Оптико-механическая промышленность, 1964, № 12, 7—8.

Приведены результаты испытаний механизмов автоматической установки экспозиции в фотоаппаратах «Канонет» и «Оптимат III».

Критерием оценки точности функционирования механизмов автоматической установки экспозиции служило сравнение заданной яркости объекта с яркостью, рассчитанной по экспонометрической формуле по данным измеренной выдержки и диафрагмы.

Г. И.

535.822.1

**Новые типы микроскопов.** Л. А. Федин, Оптико-механическая промышленность, 1964, № 10, 1—9; № 11, 1—11.

Рассмотрены следующие типы микроскопов: инфракрасные; микроспектрофотометры и микроспектрографы; телевизионные; высокотемпературные, а также автоматические счетчики микрочастиц.

Г. И.

621.327.9

**Кольцевая безэлектродная импульсная лампа с ферромагнитным сердечником.** В. П. Жильцов, Светотехника, 1965, № 2, 5—10.

Рассмотрены конструкция и особенности кольцевой безэлектродной импульсной лампы двух типов: первого — для работы в режимах без насыщения магнитного сердечника; второго — при глубоком насыщении магнитного материала.

Приведены некоторые световые и электрические характеристики импульсных ламп.

К недостаткам безэлектродных импульсных ламп обоих типов автор относит относительно низкую яркость и сравнительно большие габариты тела свечения.

Г. И.

# Киноплёнка и ее фотографическая обработка

771.531.35

Размеры киноплёнок, JSMPTЕ, 1965, 74, № 1, 3—10.

Размеры киноплёнок и форма перфораций имеют 30-летнюю историю развития. Действующие американские стандарты учитывают при этом сочетание производственных, эксплуатационных и исторических данных. Как правило, в стандартах отсутствуют исторические объяснения тех или иных требований. В данной статье автор пытается восполнить этот пробел.

В начале появления кинематографа существовала единая киноплёнка, служившая и негативом и позитивом. В настоящее время существует несколько дюжин типов эмульсий, в том числе цветных. Действуют 19 стандартов на размеры.

В первом стандарте (1917 г.) приводилась перфорация типа Белл-Хоуэлл с размерами  $2,79 \times 1,85$  мм. Такая форма перфораций оказалась неудовлетворительной для фильмокопий, так как после непродолжительной эксплуатации перфорации повреждались. Из-за концентрации напряжений в острых углах появлялись надколы. Отчасти это объяснялось неудачной конструкцией зубчатых барабанов, использовавшихся в кинопроекторах того времени. Предложенная Дж.-Г. Джонсом в 1923 г. прямоугольная форма перфораций для позитивных плёнок была введена в стандарт 1928 г. Углы перфораций имели радиусные закругления, высота была увеличена до 1,98 мм, что обеспечило прокат фильмов даже в кинопроекторах с неудачной конструкцией.

Первые кинофильмы изготовлялись простейшими способами. Применение комбинированных съёмов с многократными экспозициями, в частности способа блуждающей маски, потребовало высокой точности совмещения составных частей кадра при печати. В 1914 г. появились камеры с неподвижными зубьями контргрейфера. Успешное использование комбинированных кадров зависело не только от точности работы камеры, но и от точности размеров перфораций. Применение более полных зубцов контргрейфера в копируемых аппаратах приводит к плотной посадке их по перфорациям и точной фиксации плёнки.

Первый размер, указанный с допуском в стандарте 1930 г., относился к ширине фильма. В том же стандарте шаг перфораций указан с точностью до четвертого знака — 4,7498 мм. Известно, что до сих пор существует определенное неудобство из-за трудностей перевода размеров из дюймовой системы в метрическую. Например, для установления шагов перфораций были приняты следующие исходные соотношения: 16 кадров на фут для 35-мм плёнки, 40 кадров на фут для 16-мм и 80 — для 8-мм. Эти соотношения связаны с применяемыми в США копирувальными аппаратами непрерывной печати на зубчатых барабанах. Стандарт 1934 г. распространялся на негативную и позитивную плёнки, и все размеры уже указывались с допусками. При производстве фильмов стали особое внимание уделять точности негативных плёнок. В это время была предпринята попытка исключить перфорацию типа Белл-Хоуэлл. На IX Международном конгрессе научной и прикладной фотографии в целях упрощения была предложена единая форма перфорации. Однако в США продолжали использовать старую форму, так как было накоплено большое количество различного кинооборудования и старых негативов.

В 1941 г. стала очевидной необходимость введения в стандарты разъяснений ввиду различных толкований некоторых положений. Например, был случай, когда звуковая дорожка на 16-мм фильмах делалась в Германии и в США с разных сторон.

При печати с двух или более оригиналов копируемые аппараты непрерывной печати не могли обеспечить точного совмещения. Для этих процессов стали применять аппараты с прерывистым движением. Была введена перфорация Дюбрей-Хоуэлл с высотой 1,85 мм, как у негативной перфорации. Исследования 1937 г. показали, что этот тип перфорации не уступает обычной. В 1954 г. для широкоэкранных фильмов была применена перфорация  $1,98 \times 1,85$  мм, позволившая расположить четыре магнитные дорожки на копии.

Высокая точность перфорирования 35-мм плёнки обеспечила хорошую устойчивость изображения в панорамных системах Синерама и Синемирэкл, где шаг кадра — шесть перфораций, несмотря на несоответствие шага кадра шагу перфорирования (шесть и четыре). Широкоэкранные системы с горизонтальным 8-перфорационным кадром обеспечивают уменьшение зернистости. Позитивы в основном получают оптической печатью (Технирама) в виде широкоэкранных 35-мм копий. Прямая проекция с «лежащего кадра» почти не применяется — требуется специальная проекционная аппаратура, имеется повышенная нагрузка на фильм (Виставижн).

Киноплёнка шириной 70 мм является новой для кинематографии. Она применялась для аэрофото-съёмки и в специальной аппаратуре. Эта плёнка имеет обычные перфорации и предназначена для получения позитивов. Лишние 5 мм по сравнению с 65-мм негативом служат для размещения магнитных дорожек. Изготовление позитивов оптическим способом позволит компенсировать искажения, связанные с кривизной экрана и большими углами проекции. Можно использовать и контактную печать на непрерывных аппаратах. В связи с этим ожидается введение в стандарт укороченного шага для негативной плёнки, как это имеет место для 35-мм фильмов.

Любительские 8- и 16-мм киноплёнки для упрощения изготовляют как обратимые. Размеры их почти не подвергались изменениям. Чтобы обойти трудности с обработкой 8-мм плёнки, применяют плёнку  $2 \times 8$ . Возможно использование 35-мм фильмов с пятью перфорационными дорожками. В целом существование плёнок различных форматов привело к невозможности использования многих типов проекционных машин.

Приведена обширная библиография — 56 наименований.

Е. Н.

771.531.35

Четыре новые киноплёнки «Истмен Кодак», American Cinematographer, 1964, № 11, 634—634, 654—656; International Photographer, 1964, № 12, 17.

Приведено краткое описание следующих новых плёнок, выпущенных фирмой Кодак (более мелкозернистых, чем выпускаемые ранее):

- 1) обратимой цветной плёнки для печати, тип 7387 16 мм;
- 2) панхроматической негативной плёнки 4X, типы 5224 и 7224 (35- и 16-мм);



3) мелкозернистой дубльпозитивной пленки, типы 5366 и 7366 (35 и 16 мм);

4) панхроматической негативной пленки ХТ, типы 5220 и 7220 (35- и 16-мм).

Пленки были получены в результате достижений в области синтеза эмульсии и в методах обработки светочувствительных слоев.

Обратимая цветная пленка для печати типа 7387 16 мм отличается улучшенным цветовоспроизведением особенно зеленых и красных цветов, повышенной светочувствительностью и резкостью и меньшей зернистостью. Главное отличие новой пленки от прежней типа 5269 состоит в том, что максимум цвето-передачи в красном смещен к 670 мкм, тогда как у прежней пленки он был при 590 мкм. Пленка позволяет улучшить в некотором отношении качество серебряной фонограммы по сравнению с пленкой типа 5269, а также улучшить качество воспроизведения изображения.

Новая панхроматическая негативная пленка 4X позволяет проводить съемку при самых неблагоприятных условиях освещения и в то же время обладает меньшей зернистостью, чем пленки 3X. Как и другие киноленты «Истмен Кодак», эта пленка имеет серую триацетатную основу. Индекс экспозиции новой пленки при проявлении до  $\gamma=0,65$  равен 500 для дневного освещения и 400 для искусственного. Увеличения зернистости пленки по сравнению с пленкой 3X не наблюдается или она очень мала. Резкость такая же, как и у пленки 3X. Пленка может быть использована для фоторепортажа и индустриальной фотографии.

Новая мелкозернистая дубльпозитивная пленка типа 5366 и 7366 дает возможность в четыре раза увеличить скорость печати. Превышение по светочувствительности по сравнению с пленками 5364 и 7365 составляет 0,6 (в логарифмической шкале) без увеличения зернистости. Высокая светочувствительность сочетается с мелкозернистостью и хорошей резкостью, что обеспечивает высокое качество контрастив. Пленку можно обрабатывать при повышенной температуре до 55°С с применением вязких растворов.

Панхроматическая черно-белая негативная пленка ХТ типа 5220 и 7220 предназначена специально для натуральных съемок. Эта пленка обеспечивает получение мелкозернистого изображения и высокой резкости. Светочувствительность пленки примерно на  $\frac{1}{3}$  выше панхроматической негативной пленки типа 4231 и 7231.

В. А.

77.023

**Быстрые процессы.** С. И. Якобсон, Л. И. Аннемейм, *Perspective*, 1964, 6, № 4, 215—228.

Даны сведения о способах быстрой обработки светочувствительных материалов и о применяемом в этих способах оборудовании.

1. Обрабатывающие устройства в виде «капиллярной камеры». Такая камера образована металлическим основанием и эмульсионной поверхностью пленки; последняя прижимается сверху пластинкой. Получается пространство глубиной  $\frac{3}{4}$  мм. В это узкое пространство вводится на короткое время обрабатывающий раствор. Один раствор может сменяться другим. При одновременном проявлении и фиксировании при 60°С время обработки составляет 1,3 сек.

2. Обработка вязкими растворами находит широкое коммерческое применение. Вязкие слои наносятся роликами (аппликаторами) на экспонируемую пленку. В машине, описанной Хермлем и Лаури, позитивная 16-мм пленка обрабатывается со скоростью 10 м/мин. Проявитель и фиксаж наносятся на эмульсию в виде вязкого слоя в атмосфере, насыщенной парами воды при 52°С. Время проявления 2,5—7 сек, а время фиксирования — 12 сек. Вязкий слой с пленки удаляется струей воды; сушка с применением воздушного отражения; общее время обработки 15—21 сек.

3. Системы с пропитыванием основаны на использовании в качестве промежуточного средства подачи растворов к пленке подходящих влагоадсорбирующих материалов. Поскольку здесь не используется сила тяжести, эти системы пригодны для обработки светочувствительных материалов в полетах самолетов и спутников. На этом принципе основан обрабатывающий прибор для камеры КА-30, применяемой США для воздушной разведки.

4. Системы с применением пористых пластинок и роликов. Для нанесения тонкого слоя раствора могут применяться (в специальных устройствах) пористые пластинки и непористые ролики (барабаны); в последнем случае пленка движется на верхней половине вращающегося барабана, который при вращении проходит своей нижней частью через кювету с наносимым раствором.

5. В системе струйной обработки пленка проходит через верх камеры, в которой имеется устройство для подачи на эмульсионную сторону поверхности (обращенную внутрь камеры) обрабатывающего раствора.

При всех быстрых способах обработки необходимо пользоваться наиболее энергичными проявителями и вести обработку при повышенной температуре. Для этого необходимо иметь специально задубленные тонкослойные пленки и работать при температуре до 90°С. При методе одновременного проявления и фиксирования ускорение достигается, в частности, применением фенидона. В качестве фиксирующего вещества используют тиосульфат аммония. В процессе стабилизации применяют роданид аммония (20%-ный раствор) или тиомочевину.

Во многих случаях важно не только получить готовое изображение, но и немедленно получить нужную информацию, т. е. рассмотреть изображение. В связи с этим было разработано много приборов, в которых обрабатываемое устройство скомбинировано с устройством для рассматривания, в частности с проектором. В разработанной Орландо системе для проекции фотографического изображения через доли секунды после экспонирования производится фотографирование с катодно-лучевой трубки с автоматической обработкой и проецированием на экран. В этом способе время проявления при 85°С равно 0,2 сек, время фиксирования при 95°С — 0,2—0,3 сек.

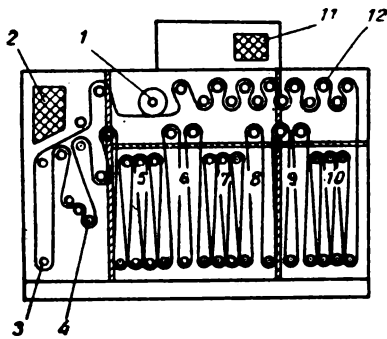
Приведены также сведения о методах ксерографии и термопластического способа получения изображения. Статья снабжена большим количеством рисунков, показывающих устройство ряда приспособлений; имеется 22 библиографические ссылки.

В. А.

77.023.412.7

**Обработка киноленты в проявочной машине без вращающихся роликов,** *Perspective*, 1964, 6, № 4, 241.

Машина «Лебитрон» для обработки киноленты использует новый принцип транспортирования пленки



через все секции проявочной машины. Обычные ролики и барабаны в проявочной машине отсутствуют.

Пленка движется в машине по принципу создания подушки из воздуха или жидкости у поверхности цилиндров, над которыми движется пленка без соприкосновения с частями машины. Проявочная машина имеет специально закрепленные полые цилиндры с отверстиями по сторонам, через которые поступает жидкость или воздух при определенном давлении, что обеспечивает поднятие пленки с цилиндра на определенную высоту и создает подушку из жидкости или воздуха, по которой продвигается пленка. На рисунке изображена схема непрерывно обрабатывающей кино-

пленку проявочной машины системы Лебитрон, где: 1—приемник для пленки; 2—место зарядки; 3—непрерывный ведущий ремень; 4—место удаления красителя (при обработке микрофильмов); 5—проявочное отделение; 6—стоп-ванна; 7—фиксирование; 8—первая промывка; 9—удаление тиосульфата; 10—окончательная промывка; 11—контроль; 12—отделение сушки.

Подушка из жидкости создается путем циркуляции того раствора, в котором обрабатывается пленка (проявитель, стоп-ванна, фиксаж, вода и т. д.). Между каждым из двух последовательных баков имеется перегородка, и пленка проходит в следующее отделение проявочной машины по цилиндру с воздушной подушкой, что предохраняет занос жидкости из одного раствора в другой. Воздушная подушка используется также и в сушильном отделении, что обеспечивает постоянное перемешивание воздуха для достижения нужной температуры. Пленки загружаются в машину с помощью автоматического скрепления с непрерывно вращающимся ремнем. Скорость продвижения пленки через проявочную машину 0,6—9,0 м/мин.

Проявочная машина «Лебитрон» была сконструирована для обработки черно-белых пленок, но в принципе она может быть использована и для обработки цветных многослойных пленок.

В. А.

# Авторские свидетельства СССР по телевидению

621.391.837

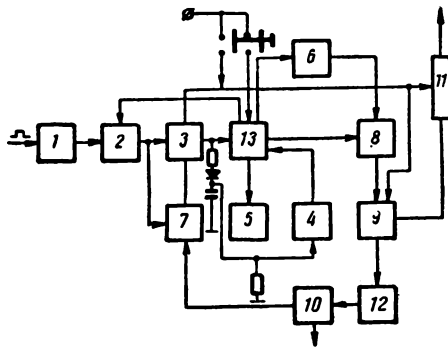
**Способ стабилизации уровня черного**, С. И. Катаяев, В. Н. Ульянов, Ю. Б. Зубарев, Авторское свидетельство № 160723, класс H04h; 21 a<sup>1</sup>, 33<sub>40</sub> (785248/26-9 от 4 июля 1962 г.), Бюллетень изобретений, 1964, № 5.

В целях улучшения качества изображения предложено располагать на фотокатоде передающей трубки ограничивающую рамку, формирующую истинный сигнал черного. Компенсирующие напряжения вырабатывают синхронными детекторами.

621.374.325.2

**Устройство для измерения длительности импульсов и частоты колебаний**, Ш. Ю. Исмаилов и А. М. Смоляров, Авторское свидетельство № 159577, класс G01g; 21 e, 36<sub>03</sub> (806038/26-10 от 6 декабря 1962 г.), Бюллетень изобретений, 1964, № 1.

Устройство для измерения и регистрации длительности микросекундных одиночных и периодических импульсов, в котором между выходом блока сравнения и ключом управления включены запоминающая интегрирующая цепь и ждущий мультивибратор, растягивающий разностный импульс на время обработ-



ки рассогласования. На рисунке приведена блок-схема устройства: 1 — дифференциальная цепь; 2 — триггер; 3 — блок сравнения; 4 — катодный повторитель; 5 — схема разряда; 6 — генератор импульсов; 7 — фантастрон; 8 — ключ; 9 — схема управления; 10 — регистратор; 11 — реверсивный счетчик; 12 — шаговый двигатель; 13 — ждущий мультивибратор.

621.397.132

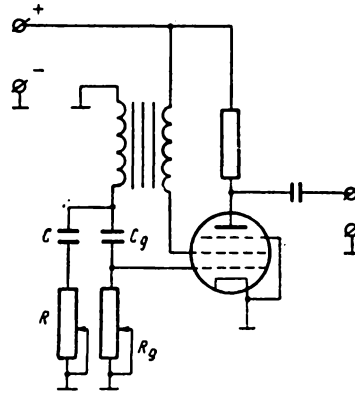
**Воспроизводящее устройство для цветного телевидения**, Я. И. Эфрусси, Авторское свидетельство № 161057, класс H04n; 21 a<sup>1</sup>, 34<sub>31</sub> (809046/26-9 от 24 декабря 1962 г.), Бюллетень изобретений, 1964, № 6.

Предложено на черно-белую приемную трубку, воспроизводящую белую составляющую принимаемого сигнала, проецировать изображения от цветных трубок, чтобы экран черно-белой трубки служил отражающим или просветным экраном для цветных составляющих изображения. Указано, что способ дает возможность повысить яркость и четкость воспроизводимого изображения.

621.373.431.2

**Блокинг-генератор пачек импульсов**, В. С. Гвоздецкий, Авторское свидетельство № 161058, класс H03k; 21 a<sup>1</sup>, 36<sub>02</sub> (783268/26-9 от 20 июня 1962 г.), Бюллетень изобретений, 1964, № 6.

Блокинг-генератор, позволяющий получать пачки импульсов с постоянной амплитудой и длительностью каждого импульса в пачке. Благодаря дополнительной цепочке RC, подключенной параллельно цепочке R<sub>g</sub>C<sub>g</sub>, можно изменять частоту следования импульсов и число импульсов в пачке (см. рисунок). Число им-



пульсов в пачке регулируется сопротивлением R, частота следования импульсов в пачке — емкостью C, а частота следования пачек — сопротивлением R<sub>g</sub>.

621.396.67

**Четвертьволновое согласующее звено**, В. А. Ловягин, Авторское свидетельство № 162374, класс B06; 42<sub>s</sub> (774950/26-10 от 20 апреля 1962 г.), Бюллетень изобретений, 1964, № 9.

С целью равномерного распределения напряжения и повышения предельно-допустимой амплитуды смещения предложено выполнить звено в виде стержня, равного сопротивлению растяжение — сжатие в режиме стоячей волны. Изменение поперечного сечения стержня должно быть подчинено закону:

$$S = S_0 l - \frac{k^2 x^2}{2},$$

где: S — площадь поперечного сечения; S<sub>0</sub> — площадь поперечного сечения в узловой полости; k — волновое число; x — координата, направленная вдоль оси стержня; l — длина стержня.

621.397.613

**Способ слежения за положением объекта наблюдения в поле зрения передающей телевизионной камеры**, А. Д. Игнатенко, Авторское свидетельство № 164127, класс G01b; 42b, 12<sub>03</sub> (814969/26-10 от 23 января 1963 г.), Бюллетень изобретений, 1964, № 14.

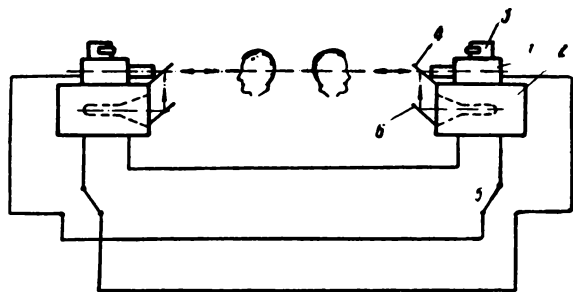
Способ для осуществления слежения как в направлении строчной, так и в направлении кадровой развертки, обеспечения независимости электрических трактов слежения и измерения геометрических па-

раметров объекта наблюдения телевизионными методами. При этом синхронизирующие, например, строчные импульсы одновременно с камерой подаются на каскад задержки, задавая им время запаздывания, определяемое оптимальным положением объекта измерения в поле зрения камеры. Задержанные импульсы сравнивают по времени с видеопульсами, вырабатываемыми камерой. Сигнал расогласования определяется величиной и знаком временного сдвига.

654.173:61

**Медицинский видеотелефон**, Э. Б. Розенфельд, С. Н. Манькин, Ю. А. Брагин, Е. Л. Шор, Авторское свидетельство № 164320, класс Н04п; 21a<sup>1</sup>, 34<sub>04</sub> (785434/31-16 от 30 июня 1962 г.), Бюллетень изобретений, 1964, № 15.

1. Система, состоящая из двух или более комплектов передающих устройств, синхронизирующего устройства, многосторонней кабельной видеосвязи, телефонной громкоговорящей связи и двух или более видеоконтрольных устройств. С помощью инфракрасных осветителей, установленных в передающем устройстве и передающей трубке, чувствительной к инфракрасным лучам, система дает возможность получить изображение больного, находящегося в затемненном помещении.



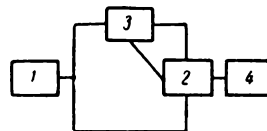
2. Видеотелефон по п. 1. Для обеспечения совпадения направления взоров обоих абонентов и исключения наблюдения на телевизионном изображении наложенного изображения передающей камеры в видеотелефоне установлен интерференционный фильтр, пропускающий отраженное инфракрасное излучение от лица абонента на передающую камеру и отражающий видимое изображение от экрана кинескопа к абоненту.

3. Видеотелефон по п. 1. Для того чтобы больной мог увидеть свое изображение, передаваемое собеседнику, в видеотелефоне установлено коммутационное устройство, переключающее передаваемое изображение абонента на кинескоп приемного устройства в палате больного. На рисунке: 1 — передающая камера; 2 — приемное телевизионное устройство; 3 — инфракрасные осветители; 4 — интерференционный фильтр; 5 — коммутационное устройство; 6 — плоское зеркало.

621.397.3

**Устройство для измерения времени задержки по способу сдвига фазы**, Ю. А. Кутиков, Авторское свидетельство № 163221, класс G01r; 21a<sup>4</sup>, 71 (739013/26-9 от 18 июля 1961 г.), Бюллетень изобретений, 1964, № 12.

Устройство с использованием генератора синусоидального сигнала с плавной регулировкой частоты. Для повышения точности и обеспечения возможности автоматизации процесса измерений сигнал генератора подан на два входных плеча кольцевого балансного модулятора непосредственно и через испытываемую линию задержки. Выход балансного модулятора соединен с нуль-индикатором постоянного тока. На блок-схеме: 1 — генератор синусоидального



сигнала; 2 — кольцевой балансный модулятор; 3 — линия задержки; 4 — нуль-индикатор.

621.317:621.397

**Способ анализа и синтеза телевизионных изображений**, Д. С. Лебедев, Д. Г. Лебедев, Авторское свидетельство № 163204, класс Н04п; 21 a<sup>1</sup>, 34<sub>22</sub> (785436/26-9 от 5 июля 1962 г.), Бюллетень изобретений, 1964, № 12.

С целью сокращения полосы частот значения яркости по предложенному способу передают только те элементы изображения, в которых оператор Лапласа превышает установленный порог. На приемном конце при этом значения яркости восстанавливают путем двумерной интерполяции из условия равенства нулю оператора Лапласа.

В. Б.

# БИБЛИОГРАФИЯ



## КНИГА ПО ОСНОВАМ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ<sup>1</sup>

Быстрое развитие и совершенствование технических средств телевидения вызвали настоятельную необходимость нормирования параметров и разработки эффективных способов контроля качественных показателей телевизионных устройств и систем. Однако до последнего времени телевизионные измерения оставались одной из самых неразработанных областей техники телевидения. В монографии М. И. Кривошеева обобщен большой материал, отражающий отечественный и зарубежный опыт в этой развивающейся отрасли техники.

Автор внес существенный вклад в теоретические исследования, разработки и практическое внедрение новых оригинальных методов и устройств, совершенствующих технику телевизионных измерений. Необходимо отметить также достаточно хорошую методическую отработку излагаемого материала, что облегчает использование монографии в качестве учебного пособия.

В начале книги при кратком описании процессов формирования видеосигналов черно-белого и цветного телевидения отмечаются особенности этих сигналов, классифицируются их уровни, даны определения основных качественных показателей телевизионного изображения. Это подготавливает читателя к непосредственному рассмотрению различных методов измерений и принципов построения соответствующих устройств.

Первыми рассматриваются способы контроля и измерения качества телевизионных изображений и параметров видеосигналов (гл. 4 и 5). Затем следуют главы, в которых описываются особенности измерения отдельных качественных показателей тракта: измерения помех — гл. 6, 7; характеристик телевизионного раstra — гл. 8, характеристик видеосигнала — гл. 9 и 10, измерения в системе синхронизации — гл. 11. После этого автор переходит к рассмотрению специфических вопросов измерений параметров датчиков видеосигналов (гл. 12), телевизионных передатчиков (гл. 13) и приемников (гл. 14). Последняя, 15-я глава посвящена вопросам контроля за работой телевизионного тракта в процессе передачи.

Рецензируемая книга является оригинальным научным трудом. Значительная часть содержащихся в книге теоретических сведений, а также идей и предложений, направленных на развитие и совершенствование методов и устройств для телевизионных измерений, уже доведена до конкретной практической реализации. Отметим наиболее важные из них.

Приведенные методы составления испытательных изображений для контроля трактов черно-белого и цветного телевидения, формулы для расчета основных их характеристик восполняют существующий пробел в этой области и могут служить теоретической основой для разработки испытательных таблиц различного назначения.

Важное значение при определении норм на параметры телевизионного тракта имеют результаты разработки и исследования способов оценки ряда качественных показателей черно-белых и цветных изображений непосредственно на приемном экране путем создания поля сравнения или специальных ярких отметок, имитирующих различные виды искажений.

Результаты исследований, связанные с изучением особенностей источников флюктуационных помех в телевизионном тракте, создали базу для расчетов видности флюктуационных помех на изображении, их измерения с учетом визуального восприятия и др.

Впервые приведенная классификация способов и устройств для измерения уровня флюктуационных помех в телевизионном тракте достаточно обоснована и дает четкое представление об основных причинах многообразия методов и приборов, необходимых для измерения этого параметра в различных звеньях телевизионного тракта.

Предложенные автором оригинальные принципы построения измерительных устройств позволили не только значительно повысить точность измерения отношения сигнала к помехе в нормальном режиме работы аппаратуры, но и практически использовать взвешивающий фильтр. Представляет интерес анализ работы таких устройств, возможные варианты их построения и области использования каждого из них.

На основании теоретических исследований ряда работ выяснены специфические требования, предъявляемые к способам измерения нелинейных и геометрических искажений раstra передающих и приемных устройств, рассмотрены критерии их оценки.

Автором предложен также ряд методов измерения и устройств для детального исследования формы сигналов. Кроме того, в книге описаны оригинальные приборы для объективной оценки ряда характеристик видеосигнала черно-белого телевидения, разработанные специалистами кафедры телевидения ЛЭИСа.

Расчет погрешностей при измерении амплитудно-частотных характеристик видеоканала при помощи частотно-модулированных колебаний доведен до

<sup>1</sup> М. И. Кривошеев, Основы телевизионных измерений, «Связь», 1964, 592 стр., тираж 12 000 экз.

конкретных формул. Систематизированы основные положения теории методов измерения группового времени распространения.

Первостепенное значение для дальнейшего повышения качества телевизионного вещания, автоматизации технических средств телевидения имеют вошедшие в монографию результаты исследований и разработок систем контроля за работой телевизионного тракта. Метод испытательных строк получил существенное дальнейшее развитие и усовершенствование и доведен до создания комплексной системы контроля телевизионных каналов линий связи и радиопередающих станций. Проанализированы вопросы выбора форм и параметров контрольных сигналов, вводимых в испытательные строк.

Большой интерес представляют методы построения новых, автоматических систем контроля и измерений. В книге рассмотрен предложенный автором способ автоматического дистанционного контроля основных качественных показателей телевизионного тракта в процессе передачи, который позволяет как в пункте приема, так и на центральном пункте контроля иметь необходимую информацию с промежуточных пунктов об искажениях формы контрольных сигналов.

Рассмотрена возможность автоматического управления корректорами, что достигается сравнением контрольных сигналов с эталонными напряжениями. Таким образом разрешаются проблемы автоматизации процессов и, в частности, дистанционного контроля, документальной регистрации формы испытательных сигналов, выявления отклонений их от заданных норм, коррекции искажений, быстрого обнаружения неисправностей в телевизионном тракте. Приведена методика расчета основных параметров такой системы контроля.

Автор дает решение проблемы автоматической документальной регистрации характеристик видеосигналов, получаемых при воспроизведении испытательных изображений. Это в первую очередь необходимо для объективной оценки датчиков видеосигналов и при комплексной настройке и проверке работы телевизионного тракта.

Привлекает внимание методика изложения, которая складывается из описания теоретических предпосылок, идеи, метода, принципиального решения, практического осуществления контроля или измерений и во многих случаях результатов экспериментов и измерений, подтверждающих их реальную осуществимость и эффективность метода. Например, так изложены вопросы, касающиеся осциллографических методов исследования формы видеосигналов и испытательных импульсов (стр. 148—151; 362—364), измерения отношения сигнала к флюктуационным и периодическим помехам (стр. 245, 255), ме-

тода испытательных строк (стр. 518—524, 544—549), автоматической документальной записи формы сигналов (стр. 555—558), измерения расхождения во времени сигналов яркости и цветности (стр. 300—301) и др.

В книге приведены результаты ряда оригинальных экспериментов, полученные, например, при оценке светового контраста (стр. 165), влияния периодических помех на качество телевизионного изображения (стр. 60), при определении эталона имитирующих помех (стр. 177), исследовании помехоустойчивости различных испытательных сигналов (стр. 413—417), измерениях разрешающей способности передающих трубок (стр. 454—456) и т. д.

В книге в значительном объеме представлен интересный справочный материал в виде норм на ряд качественных показателей телевизионного тракта, практических схем, рекомендаций по методике измерений и др.

Библиографический список включает более 350 наименований отечественной и иностранной литературы, в основном касающейся телевизионных измерений.

Наряду с несомненными достоинствами книги необходимо обратить внимание на некоторые ее недостатки. Во второй главе «Критерии оценки основных качественных показателей телевизионного изображения» автор не уделил внимания вопросам разработки общих критериев качества телевизионного изображения. В разделе 2.10 «Периодические помехи» практически не рассмотрено влияние на качество изображения фона переменного тока, который является наиболее неприятной помехой при дальнейшей передаче телевидения.

Очень важному вопросу об амплитудной весовой функции помех, т. е. зависимости мешающего действия помех от уровня видеосигнала, отведено немногим более двух страниц. Анализ литературных данных по этому вопросу нельзя признать полным, поскольку не отражены результаты работ Е. Л. Орловского, Г. Д. Заварина и других авторов. Для учета особенностей визуального восприятия помех без достаточных обоснований рекомендуется использовать взвешивающую цепь  $\Phi_v$  с амплитудной характеристикой, изображенной на рис. 6.23.

В книге есть и некоторые другие неточности и ошибки, не имеющие существенного значения.

Необходимо отметить, что изучение книги будет способствовать не только дальнейшему совершенствованию техники телевизионных измерений, но и более широкому внедрению ее достижений в практику, что приведет к дальнейшему повышению качества телевизионных изображений.

**Б. П. ХРОМОЙ, В. Г. МАКОВЕЕВ**



## СТОЛЕТИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО СОЮЗА ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

В мае 1965 г. Международному союзу электросвязи (International Telecommunication Union) исполнилось 100 лет.

17 мая 1865 г. в Париже была подписана Международная конвенция связи, в которую вошли 20 стран, в том числе Россия. Эта конвенция явилась началом международного сотрудничества различных стран в области связи.

В настоящее время 124 страны всех континентов мира являются членами Международного союза связи.

Деятельность ITU организована в следующих службах: Генеральном секретариате, Международной комиссии по регистрации частот, Международном консультативном комитете радио, Международном

консультативном комитете телеграфа и телефона.

К 100-летию Международный союз электросвязи издал юбилейную книгу «От семафора до спутника», представляющую собой историю развития различных видов связи, в том числе радио, телевидения, космической радиосвязи и др.

Книга содержит три части: первая часть «Телеграф и телефон 1793—1932», вторая часть «Радио 1888—1947», третья часть «Деятельность союза в 1947—1965».

В книге представлен обширный фактический материал по развитию техники связи и международной организации связи, прекрасно иллюстрированный многочисленными фотографиями, таблицами и диаграммами.



*Штаб-квартира ИТН в Женеве*

## СОВЕЩАНИЕ РАБОТНИКОВ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ЦЕНТРОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

Министерством связи СССР в марте с. г. в Пятигорске было создано совещание работников телецентров Европейской части СССР, посвященное вопросу «О состоянии и мерах по улучшению эксплуатации технических средств и качества телевизионного и УКВ-ЧМ вещания». В работе совещания приняли участие представители ряда научно-исследовательских и производственных предприятий Министерства связи СССР, радиопромышленности, ГКРТ и др. Всего более 150 человек.

Первый доклад на совещании сделал начальник отдела телевидения Главного радиоуправления Министерства связи СССР С. И. Ховин. Он охарактеризовал состояние сети телевизионного вещания СССР и темпы ее развития. К концу 1970 г. на территории Советского Союза будет действовать 120 программных телецентров, 188 мощных ретрансляционных телевизионных станций и 516 ретрансляторов малой мощности.

В настоящее время программу центрального телевидения получают 8 столиц союзных республик, 7 столиц автономных республик, 48 областных и краевых центров и 26 других городов. Общая протяженность РРЛ составляет около 21 000 км, а кабельных магистралей, по которым передаются телевизионные программы,— порядка 7000 км.

На 9 телецентрах вторые программы передаются с помощью типовых мощных передатчиков, а на 12 они обеспечиваются ретрансляторами малой мощности. Маломощные ретрансляторы для этой цели будут использованы временно.

В Москве и Ленинграде осуществляется трехпрограммное телевизионное вещание.

В Ленинграде проводятся регулярные опытные передачи цветного телевидения, а в Москве ведутся экспериментальные работы в этой области.

Докладчик рассмотрел состояние парка телевизионных радиостанций, а также студийного и вне-студийного оборудования. Кроме того, были проанализированы объемные и качественные показатели работы телецентров. Были рассмотрены причины технических остановок на ряде телецентров, организационные и технические мероприятия, направленные на повышение качества работы.

В частности, было показано, как проходила реконструкция ряда телецентров и РТС. Говорилось о проверке эксплуатационной деятельности телецентров и РТС и о конкретной технической помощи, которая им оказывалась.

В заключение докладчик осветил перспективы развития и задачи в области техники передающих телевизионных радиостанций, аппаратно-студийных комплексов и технических средств вне-студийного телевизионного вещания.

В докладе начальника Пятигорского телецентра Л. П. Ермоловой была дана характеристика технических средств телецентра, расположенного на двух площадках: АСК находится в городе, а передающая станция — на вершине горы Машук на высоте 998 м над уровнем моря. Длина горной дороги между площадками 7,5 км. Башня имеет высоту 100 м, поэтому антенна телецентра находится на высоте порядка 1100 м, что обеспечивает зону уверенного приема передач телецентра в радиусе до 100—150 км. Для расширения этой зоны установлено 9 ретрансляторов. Коллектив работников теле-

центра уделяет большое внимание улучшению качества изображения и уменьшению продолжительности технических остановок. Для этой цели был проведен ряд организационно-технических мероприятий и проделана большая рационализаторская работа. Организация эксплуатации ведется по плану, и достигнуты высокие показатели. Систематически проводятся измерения качественных показателей. Осуществляется обмен опытом работы с другими телецентрами.

Н. В. Корнейчук — начальник Крымского телецентра — предприятия коммунистического труда — сделал доклад об опыте организации эксплуатации технических средств и улучшения телевизионного вещания. Особое внимание он уделил организации профилактических и ремонтных работ, а также усовершенствованию аппаратуры.

В докладе Э. С. Глазмана и Н. В. Степанова были подведены итоги эксплуатации новых телевизионных радиостанций и рассмотрены пути их дальнейшего усовершенствования.

Начальник лаборатории Горьковского радиоцентра К. А. Яценко рассказал о комплексе предложений, направленных на устранение оперативных регулировок в телевизионном оборудовании во время проведения передач, улучшение качественных показателей и повышение надежности аппаратуры.

О новых разработках по модернизации типовых передающих телевизионных и УКВ-ЧМ станций (модулятор, демодулятор, возбудитель, измеритель мощности) доложил начальник лаборатории Научно-исследовательского института связи А. М. Локшин.

Главный инженер Луганского телецентра М. Е. Карпов рассказал об опыте эксплуатации УКВ-ЧМ радиостанций с дистанционным управлением.

Большой доклад о телевизионном оборудовании общесоюзного телецентра сделала Н. Г. Галахова.

Был заслушан и ряд других докладов: о новом в развитии передвижных и репортажных телевизионных станций; об опыте внедрения оборудования телекинопроекции по системе Г. В. Брауде (сообщение В. Н. Буя); о телевизионной аппаратуре оперативного контроля типа «Кабина» (докладчик Д. П. Берграй); об использовании существующих передающих трубок и перспективах их новых разработок (т. Нефедьев); о путях совершенствования технологии проведения телевизионных передач (представитель ГКРТ Е. М. Игнатов); о внедрении корректоров повторов (Н. З. Стрижевский) и др.

Участники совещания приняли активное участие в обсуждении докладов. В прениях выступали тт. Цубенко (Волгоград), Троицкий (Йошкар-Ола), Кушелев (Саратов), Степанов (Баку), Доброхотов (нач. отдела РРЛ Министерства связи СССР), Прейс (Ярославль), Барабаш и Стебляков (Махачкала), Собслевский (служба центрального технического контроля), Яценко (Горький), Некрасов (Грозный), Перестов (Краснодар), Шерман (Львов), Родев (Сыктывкар), Соколов (Воронеж), Лурье (Рига), Маликов (международная аппаратная телевидения, Москва), Лаврентьев (МТЦ) и другие. Они охарактеризовали



техническое состояние своих объектов, предъявили взаимные претензии и поделились опытом работы.

Подводя итоги совещания, т. Ховин отметил, что совещание было весьма полезным. Состоялся обмен техническим опытом и мнениями по очень важным вопросам. Кроме того, были сделаны серьезные критические замечания в адрес ряда организаций, что несомненно поможет улучшению их работы.

В рекомендации, принятые совещанием, были включены важные предложения. В частности, отмечалась необходимость:

проведения ряда конкретных мероприятий, способствующих повышению надежности работы и ка-

чественных показателей телецентров, РТС и других объектов;

расширения обмена опытом и технической информацией;

увеличения выпуска нового современного оборудования для оснащения действующих и строящихся предприятий;

ускорения внедрения магнитной видеозаписи и др.

Особо следует отметить большую организационную работу по подготовке совещания, выполненную работниками Пятигорского телецентра.

А. Я.

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

● В Москве в мае с. г. закончилась работа первая сессия смешанной советско-французской комиссии по сотрудничеству в области цветного телевидения. Она создана на основании соглашения между правительствами Советского Союза и Франции. Были рассмотрены перспективы развития и внедрения совместной системы цветного телевидения на основе СЕКАМ и ее стандарта. Комиссия приняла решение и рекомендации, которые позволят промышленным и эксплуатационным организациям обеих стран ускорить внедрение цветного телевидения. Стороны выразили готовность активно сотрудничать со всеми странами, которые пожелают присоединиться к системе СЕКАМ. Следующая сессия комиссии будет проведена в Париже в ноябре этого года.

● В мае с. г. успешно закончилась неделя чехословацкого телевидения. Многие миллионы наших телезрителей с большим интересом смотрели прямые телевизионные передачи из Чехословакии.

● На заводе «Электросигнал» создан опытный образец перенос-

ного малогабаритного телевизора «Воронеж-10». Размер диагонали экрана 14 см. Вес телевизора 2,7 кг. Питание универсальное. Аналогичный телевизор «Юность» (диагональ экрана 23 см, вес 5 кг) уже выпускается на московском заводе. В этом году предполагается выпустить 10 тысяч таких телевизоров.

● На базе унифицированных моделей двенадцатиканальных телевизоров УНТ-47 и УНТ-59 в настоящее время выпускаются телевизоры следующих марок: «Огонек», «Электрон», «Рубин-106», «Рубин-107», «Березка», «Чайка», «Восход», «Изумруд», «Зорька». Они отличаются друг от друга только внешним оформлением и размерами экрана (диагональ 47 и 59 см). В этих моделях применены унифицированные шасси, взрывобезопасные кинескопы со прямыми углами и отклонением луча 110°. Использование таких трубок позволило отказаться от защитных стекол и значительно сократить габариты телевизоров.

В упомянутых телевизорах предусмотрена возможность прослу-

шивания звукового сопровождения на наушники и подключения приставки для двухязыкового сопровождения телепередач. Имеются автоматические регулировки подстройки частоты гетеродина, четкости и др. Можно подключать переносный пульт для дистанционного управления яркостью и громкостью.

Выпускаются также усовершенствованные модели телевизоров «Рубин-102», «Сигнал-2», «Темп-6», «Верховина-А», «Спутник», «Неман», «Рекорд-12», «Весна-М», «Волхов» и «Радий-Б».

● Во Франции предложена новая система «Поливидение», предназначенная для приема учебных телевизионных передач. Кинескоп телевизора расположен на потолке экраном вниз. На нем воспроизводится перевернутое изображение. Перед учащимся в классе устанавливается небольшое зеркальце, через которое он просматривает передачу. Каждый кинескоп может «обслужить» до 15 зеркал. Достоинство системы состоит в том, что ее можно использовать при дневном освещении.

### ПОПРАВКА

В № 6, стр. 27, на рис. 4 вместо Д28 следует читать Д2В.

# CONTENTS

## Science and Technique

**About transformation of multi-channel stereophonic sound track into monophonic one.** M. Z. Vysotsky, U. M. Orlov . . . . .

Some features are considered of multichannel stereophonic sound track transformation into monaural (monophonic) one, necessary for printing of wide screen and ordinary variations of 70 mm films, also desanamorphic versions of wide screen pictures, being released with photographic sound track.

**Frequency characteristics of stereophonic sound track transformation into monophonic one.** G. K. Klimenko . . . . .

Distortions arising from electrical summation of all channel signals of stereophonic sound track are described with the help of frequency characteristics of stereophonic sound track transformation into monophonic one. Properties of such characteristics are analysed.

**Friction Coefficient Determination in Magnetic Tapes.** D. G. Luarsabishvili, Ye. F. Nepomniastchy . . . . .

Methods are outlined for determination of resting friction coefficient which specifies the limit of interlocking action between the components of a drive system with magnetic tape.

**Sound-Absorbing Materials and Constructions.** V. M. Rudnik, S. G. Muravyeva, N. B. Aisenberg . . . . .

New sound-absorbants produced by Soviet industry are illustrated. From measurements in a reverberation chamber frequency responses are given for the sound-absorption coefficients of these materials and for a series of constructions to be recommended for use in room acoustic treatment.

**About the permissible incidence angles of the stereo image projection.** A. N. Shatskaja . . . . .

Theoretical and experimental analysis of the determination of permissible incidence angles of projectors' optical axis with different types of stereoscopic projection is given. Formulas for calculation of stereoprojection incidence angles are deduced, extremely permissible both for physiology of stereo perception and for absence of visible distortions of photographed objects. Description of experiments is given, the results of which are in agreement with calculation according the formulas.

**Building a trajectory of a shooting and travelling cine camera.** M. S. Magid . . . . .

**Half-tone characteristics of television image in telecasting of a negative film.** A. V. Vychodets . . . . .

Expression for the gradient of half-tone characteristic of television image when telecine projection of cine negatives is given, and problems of this characteristic correction are considered.

**Electronic-optical filtration of image contours.** M. G. Markovich, L. A. Olhovizki, I. I. Zukkerman . . . . . 41

Methods of image contours separation against a complex background among fluctuations with the help of rear-focus, acting as an anisotropic filter of space frequencies are considered. Possibilities of image analysis while rotation of rear-focus about the longitudinal axis point, displaced with regard to the centre are discussed.

**Auto-Alignment Computation for TV Cameras.** B. S. Timofeev . . . . . 44

Problems are viewed, relevant to the computation of a focusing auto-alignment system for television camera tubes.

**Video and sound transmission in a combined frequency band.** S. I. Kataev, U. B. Zubarev . . . . . 50

A method of sound transmission in the frequency band of videosegment is considered, based on modulation of coupled impulses. Functional schemes of the system for this transmission are described. Experimentally resulted relationships of the signal to noise ratio in the sound channel from the pass band of videosegment are given with different levels of fluctuation noise in videosegment and different laws of its distribution.

**Vidicon performance with additional read-out of charges.** S. P. Zelenoborski . . . . . 55

Results of experimental studies of performance with additional read-out of target charge image are given. Reasons of vidicon considerable inertia at large voltages across the signal plate and in case of incomplete read-out of target charges are discussed.

### From Production Experience

#### At the TV Stations

Aperture corrector. V. G. Rasputin . . . . . 60

#### At the Motion Picture Studios

Animation attachment for motion picture camera. J. I. Beljaev . . . . . 63

#### Letters to the Editor

To improve motion picture quality. V. D. Korovkin . . . . . 65

### Foreign Technique

**Cine technique of Japan.** A. A. Khruschev . . . . . 68

A summary of cine technique of Japan in 1964 is given, based on materials of a trip abroad. Information about Japanese motion picture industry, cinemas and multi-purpose halls is given. Some types of motion picture projection and sound reproducing equipment are described.

**Abstracts** . . . . . 79

### Bibliography

**The first book on principles of television measurements.** B. P. Chromoi, V. G. Makoveev . . . . . 91

**Scientific and Technological News** . . . . . 93

Технический редактор Н. Матусевич

Т-06993. Сдано в производство 10/V 1965 г. Подписано к печати 18/VI 1965 г.  
Формат бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 6 п. л. (9,94 усл.) Уч.-изд. л. 10,2 Цена 68 коп. Тираж 4630 экз. Заказ 255

Московская типография № 13 Главполиграфпрома Государственного комитета  
Совета Министров СССР по печати. Москва, ул. Баумана, Денисовский пер., д. 30.

# ⚡ "Elektrim"

## ТЕЛЕВИЗИОННАЯ АППАРАТУРА для

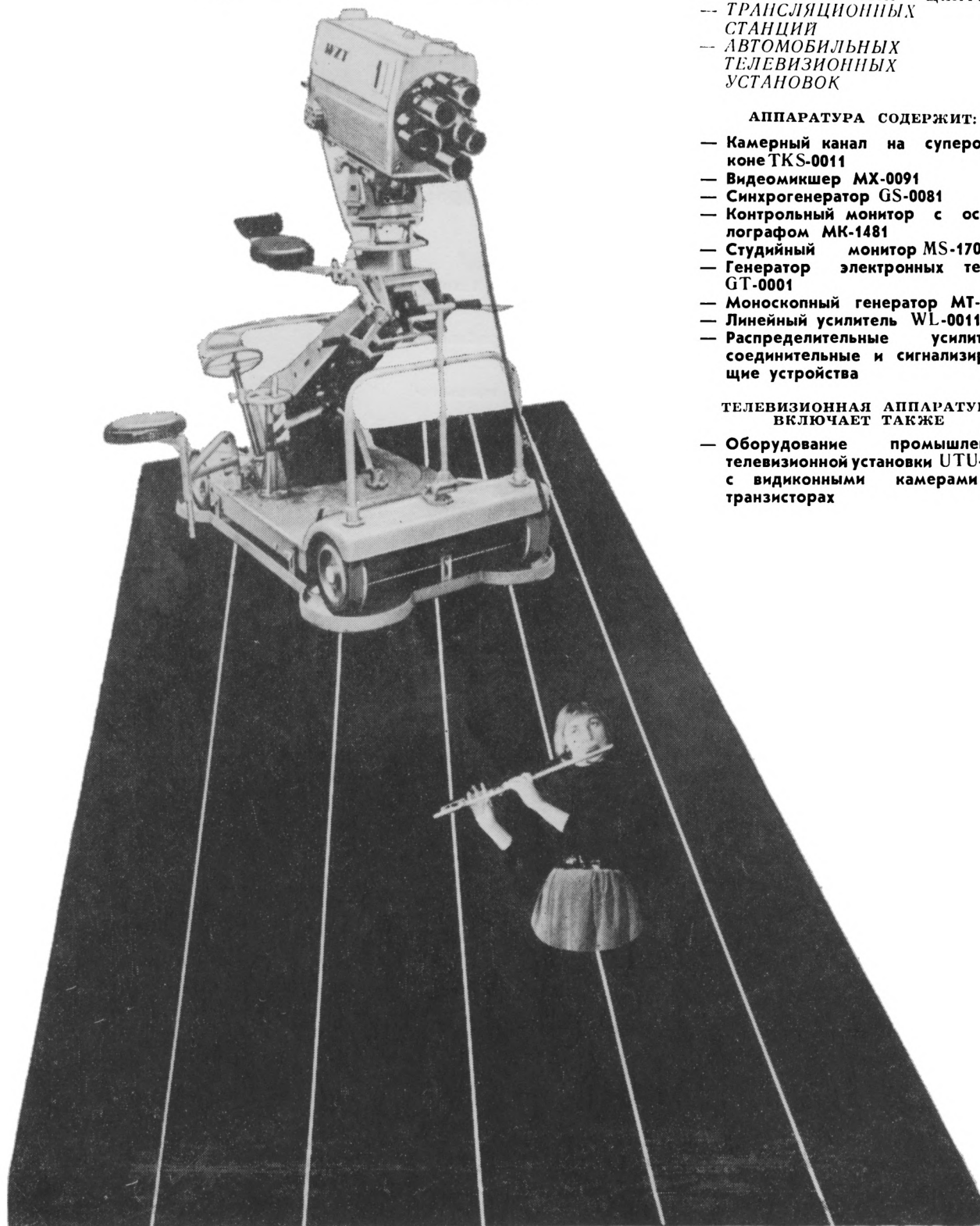
- ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ЦЕНТРОВ
- ТРАНСЛЯЦИОННЫХ СТАНЦИЙ
- АВТОМОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ УСТАНОВОК

### АППАРАТУРА СОДЕРЖИТ:

- Камерный канал на суперортиконе ТКС-0011
- Видеомикшер МХ-0091
- Синхрогенератор GS-0081
- Контрольный монитор с осциллографом МК-1481
- Студийный монитор MS-1701
- Генератор электронных тестов GT-0001
- Моноскопный генератор МТ-0091
- Линейный усилитель WL-0011
- Распределительные усилители, соединительные и сигнализирующие устройства

### ТЕЛЕВИЗИОННАЯ АППАРАТУРА ВКЛЮЧАЕТ ТАКЖЕ

- Оборудование промышленной телевизионной установки УТУ-0021 с видиконными камерами на транзисторах



Warszawa, Czackiego, 15/17, Польша Телетайп: 81-347. Почт. ящик: 638

Импорт в СССР осуществляется в соответствии с законом о монополии внешней торговли

70972

**ПРОДОЛЖАЕТСЯ**  
подписка на журнал  
**«ТЕХНИКА КИНО И ТЕЛЕВИДЕНИЯ»**  
на 1965 год

Ежемесячный журнал «Техника кино и телевидения» является единственным научно-техническим журналом, освещающим вопросы развития техники кинематографии и телевидения.

**В журнале публикуются:**

- оригинальные статьи по всем отраслям кинотехники и техники телевидения;
- обзорные и дискуссионные статьи по различным проблемам развития техники кинематографии и телевидения;
- статьи, посвященные вопросам повышения качества кинематографического и телевизионного изображения;
- описания изобретений и рационализаторских предложений, новых и усовершенствованных технологических процессов, осуществленных на киностудиях, телецентрах и других предприятиях;
- информации о новых приборах, аппаратуре и оборудовании;
- обзоры достижений зарубежной кино- и телевизионной техники;
- рефераты отечественной и зарубежной литературы и патентов по всем отраслям кинотехники и телевидения;
- статьи и заметки по кинолюбительской технике;
- библиография, материалы стандартизации и нормализации;
- информации о текущих событиях в работе различных научных и технических организаций в нашей стране и за рубежом, связанных с кинотехникой и телевидением.

Журнал рассчитан на широкий круг научных и инженерно-технических работников институтов, конструкторских бюро, лабораторий, студий, телецентров, кино- и телевизионной промышленности, работников кинофикации и кинопроката, любительских киностудий, студентов высших учебных заведений.

*Подписка принимается без ограничений в пунктах подписки «Союзпечать», отделениях связи, городских и районных узлах связи, на почтамтах, а также общественными распространителями печати на предприятиях, в учреждениях и организациях.*

**ПОДПИСНАЯ ЦЕНА**

на один квартал — 2 руб. 04 коп., одного номера — 68 коп.

*В розничную продажу журнал не поступает.*



Цена 68 коп.