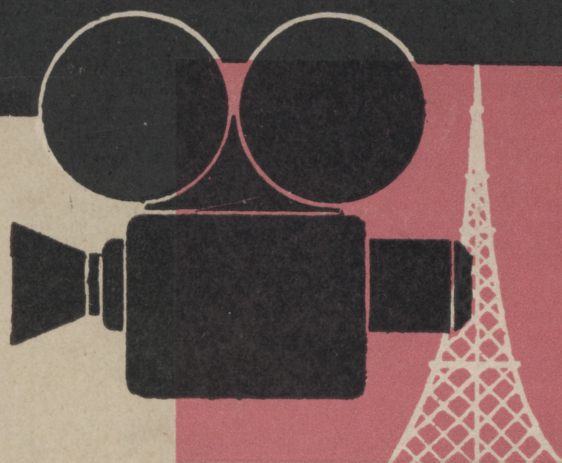


# ТЕХНИКА КИНО и ТЕЛЕВИДЕНИЯ



1 9 6 0

N 12

## СОДЕРЖАНИЕ

### Научно-технический отдел

В. Ф. Воробьев. Система частотной модуляции для установки записи телевизионных сигналов на магнитную ленту . . . . .	1
Р. Р. Арнольд, М. С. Калантарова, В. Я. Скотников. Применение новых магнитомягких материалов в магнитных головках	13
Е. М. Голдовский. Выбор параметров советской системы круговой кинопанорамы . .	21
Д. К. Балабуха, Н. В. Макова. Первичное цветodelение и взаимное влияние слоев при проявлении цветофотографических материалов . . . . .	31
М. В. Цивкин. Методика расчета требуемой величины и допустимой неравномерности освещенности киноэкрана . . . . .	41
В. И. Переводчиков. Световые характеристики видикона . . . . .	49
С. Д. Родкевич, А. П. Голубков, В. А. Загребя. Перспективы применения фототриодов . . . . .	56
А. А. Сахаров. Новые разработки в области аппаратуры для высокоскоростной фотографии и кинематографии . . . . .	63

Обмен опытом . . . . .

В. А. Леонов. Устройство для автоматического резервирования синхрогенераторов . . . .	68
---	----

Рекомендации ИСО . . . . .	70
----------------------------	----

Л. И. Бурдахин, В. С. Драбенястый. Озвучивание узкоплечных кинофильмов . . .	72
--	----

### Зарубежная техника

И. И. Шейфис. Французская аппаратура для передачи кинофильмов по телевидению . .	75
--	----

Реферативный отдел . . . . .	82
------------------------------	----

Научно-техническая хроника . . . . .	91
--------------------------------------	----

Статьи, помещенные в журнале в 1960 г. . . . .	93
--	----

## CONTENTS

### Scientific-Technical Section

Frequency Modulation System for Television Signal Recorders Using a Magnetic Tape. V. F. Vorobiev . . . . .	1
Use of New Magnetic-Soft Materials in Magnetic Heads. R. R. Arnold, M. S. Kalantarova, V. Y. Skotnikov . . . . .	13
Choice of Parameters of the Soviet Krugovaya Panorama System. E. M. Goldovsky . . . . .	21
First Color Separation and Interinfluence of Layers When Developing Color Photographic Materials. D. K. Balabukha, N. V. Makova . . . . .	31
The Method of Calculation of Necessary Value and Permissible Motion Picture Screen Illuminance Unevenness. M. V. Tsivkin . . . . .	41
Light Vidicon Characteristics. V. I. Perevodchikov . . . . .	49
Further Use of Phototriodes. S. D. Rodkevitch, A. P. Golubkov, V. A. Zagreba . . . . .	56
New Developments in Apparatus for High-Speed Photography and Cinematography. A. A. Sakharov . . . . .	63

### Exchange of Experience

Device for Automatic Reserving of Synchronous Generators. V. A. Leonov . . . . .	68
--	----

ISO Recommendations . . . . .	70
-------------------------------	----

Substandard Film Scoring. L. I. Burdakhin, V. S. Drabenyasty . . . . .	72
--	----

### Foreign Technique

French Apparatus for Transmitting Motion Picture Films by Television. I. I. Sheifis . . .	75
---	----

Abstracts from Technical Journals . . . . .	82
---	----

Scientific-Technical News . . . . .	91
-------------------------------------	----

Articles Published in the Journal in 1960 . . . . .	93
---	----

## ИЗДАТЕЛЬСТВО «ИСКУССТВО»

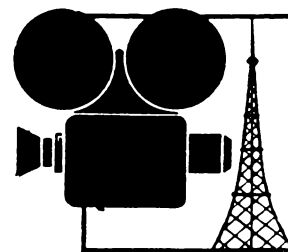
Ответственный редактор В. И. Ушагина

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Ф. Баринов, Г. В. Брауде, А. Я. Брейтбарт, В. А. Бушков, М. С. Е. М. Голдовский, И. Б. Гордийчук, Г. О. Жижневский, П. А. Г. Калишкин, С. И. Катаев, В. Г. Комар, М. И. Купцов, С. М. Проворов, Ф. Ф. Проворов, В. Л. Трусько, В. И. Ушагина

Адрес редакции: Москва, К-9, М. Гнездиных

Телефоны Б 9-51-92 и Б 9-99-12 (доб. 70 и 182)



Ежемесячный научно-технический журнал, орган Министерства культуры СССР

В. Ф. ВОРОБЬЕВ

## СИСТЕМА ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИИ ДЛЯ УСТАНОВКИ ЗАПИСИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИГНАЛОВ НА МАГНИТНУЮ ЛЕНТУ<sup>1</sup>

Излагаются результаты теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в процессе разработки частотного модулятора, демодулятора и формирующего усилителя. Исследуется влияние специфических условий работы системы модуляции: близость несущей частоты к высшим частотам видеосигнала, малый индекс модуляции, взаимное перекрытие спектров модулирующего и модулированного сигналов. Анализируются искажения, характерные для рассматриваемой системы модуляции и методы их уменьшения. Описываются принципиальные схемы разработанных блоков.

### 1. Назначение системы модуляции

Известно, что частота, которая может быть записана в процессе магнитной записи, связана со скоростью движения ленты относительно магнитной головки следующим соотношением:

$$v = \lambda f, \quad (1)$$

где:  $v$  — скорость ленты относительно головки,  $\lambda$  — длина волны на пленке,  $f$  — частота сигнала.

Длина волны  $\lambda$ , которую можно записать и воспроизвести с пленки, определяется размерами щели магнитной головки. При приближении считываемой волны к размерам читающей щели  $\Delta$  величина сигнала  $e$ , наводимого в головке, резко уменьшается и становится равной нулю

при равенстве длины волны размеру щели (рис. 1). Эта своеобразная апертурная характеристика носит название щелевой функции.

Геометрические размеры щели головки, которые удается получить при современной технологии производства, находятся в пределах 2—3 мк. Для расчета минимальной длины волны нужно использовать размеры так называемой пишущей, или эффективной, щели  $\Delta_{\text{эфф}}$ . Эффективная щель больше геометрических размеров щели головки в 1,5—2 раза. Это объясняется неоднородностью магнитного поля головки. Если исходить из этих цифр, то по формуле (1) нетрудно подсчитать, что скорость, необходимая для записи телевизионного сигнала, должна быть около 40 м/сек.

Кроме трудностей, связанных с записью верхних частот телевизионного сигнала, возникают трудности с записью низких частот. При считывании магнитной записи

<sup>1</sup> Доложено в Киеве в 1960 г. на Республиканской конференции, посвященной Дню радио.

напряжение, наводимое в воспроизводящей головке в силу закона электромагнитной индукции, пропорционально производной магнитного потока. Поэтому при уменьшении частоты сигнал воспроизводящей головки падает пропорционально частоте. Падение сигнала к низким частотам может быть скорректировано в усилителе воспроизведения, однако подобная коррекция возможна лишь в известных пределах, пока падение сигнала не очень ухудшает отношение сигнал/шум. Звуковой диапазон, записываемый в магнитофонах, составляет примерно 8 октав (отношение высшей частоты к низшей 250—300). При помощи видеоголовок, имеющих меньшую отдачу, возможна запись частотного диапазона всего 3—4 октавы (отношение частот 10—20) [2].

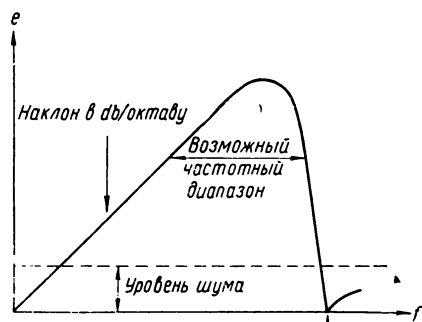


Рис. 1. Зависимость  $e(f)$

Так как спектр телевизионного сигнала занимает диапазон 17 октав (отношение частот 100 000), необходимо применить преобразование спектра для сокращения отношения высшей и низшей частот. Такое преобразование может быть выполнено при применении системы модуляции несущей частоты.

Блок-схема прохождения сигнала в аппарате магнитной записи телевидения изображена на рис. 2. Полный телевизионный сигнал, содержащий синхронизирующие импульсы, поступает на модулятор 1, где модулирует несущую частоту. Модулированная несущая усиливается усилителями записи 2 и через переключатель «Запись-воспроизведение» 3 поступает на коллектор 4. Коллектор 4 и диск с магнитными

головками 5 находятся на валу скоростного электродвигателя, делающего 12 000 оборотов в минуту.

Видеосигнал записывается четырьмя магнитными головками поперек магнитной ленты 6, передвигающейся в продольном направлении со скоростью 0,381 м/сек. В процессе воспроизведения сигнал считывается с ленты теми же головками и попадает на усилители воспроизведения 7. Усиленные в этих усилителях сигналы четырех головок объединяются в один канал в электронном переключателе 8. Для управления процессом переключения используется сигнал частоты 200 гц, получаемый от двигателя, вращающего головки. После переключателя модулированная несущая демодулируется демодулятором 9.

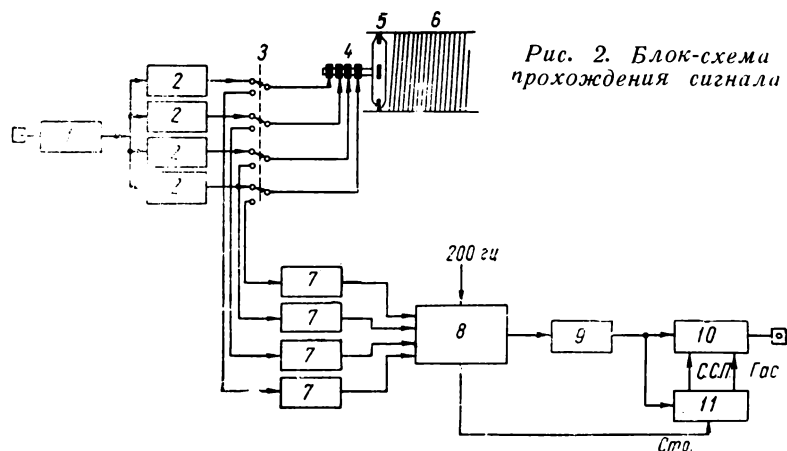


Рис. 2. Блок-схема прохождения сигнала

Видеосигнал, получающийся на выходе демодулятора, имеет ряд специфических помех, вносимых системой записи. Для ликвидации этих помех он пропускается через усилитель-ограничитель 10, где осуществляется заведение новых гасящих и синхронизирующих импульсов. Для того чтобы такое заведение было возможно, импульсы, вырабатываемые устройством 11, должны быть синхронны с видеосигналом, воспроизводимым с пленки. В качестве такого устройства можно использовать синхрогенератор ГС-28, работающий в ведомом режиме. Кроме импульсов для «обновления» видеосигнала, синхрогенератор 11 вырабатывает импульсы строчной частоты, которые подаются в электронный переключатель для перенесения момента пере-

ключения головок на интервал гасящего импульса.

Идеальной системой модуляции для описанного устройства являлась бы такая система, которая передвигала бы все частоты видеосигнала вверх, не увеличивая требуемой полосы частот. Ближе всего к такой идеальной системе подходит система амплитудной модуляции с подавлением одной боковой полосы частот. Однако применение амплитудной модуляции в аппарате записи невозможно из-за целого ряда амплитудных помех, возникающих во время работы. Так как модулированный сигнал записывается и воспроизводится по четырем отдельным каналам, в считанном сигнале неизбежно появляется паразитная амплитудная модуляция с частотой переключения каналов. При поперечной записи головка подходит к ленте, записывает на ней сигнал и сходит с нее. Процессы подхода и схода вызывают неравномерности контакта с лентой, поэтому сигнал с каждой из магнитных головок оказывается модулированным по амплитуде. Наконец, возможна паразитная модуляция с очень низкой частотой, возникающая из-за неточности работы следящей системы продольной протяжки. Частотная модуляция является весьма благоприятной для записи на магнитную пленку. При передаче частотно-модулированных колебаний не важны нелинейные искажения в тракте передачи.

## 2. Особенности применяемой частотной модуляции

Параметры частотной модуляции, применяемой в системе записи, подчинены одному основному требованию: как можно меньше расширить полосу частот исходного видеосигнала. Для удовлетворения этого требования в системе, во-первых, используется очень низкая несущая частота, вплотную примыкающая к верхнему краю диапазона видеочастот. Во-вторых, девиация частоты выбирается меньше высшей частоты видеосигнала, т. е. на высших видеочастотах модуляция производится с весьма малым индексом. Это обстоятельство, благоприятное с точки зрения полосы частот, мало благоприятно с точки зрения помехоустойчивости к флюктуационным помехам.

Однако при оценке помехоустойчивости системы записи телевизионного сигнала необходимо учитывать, что шумы на выходе системы с частотной модуляцией имеют треугольный спектр, т. е. уменьшаются к низким частотам. Как известно, это происходит за счет того, что индекс модуляции изменяется при частотной модуляции обратно пропорционально частоте. Треугольный спектр помех весьма благоприятен для телевизионного изображения ввиду того, что при наблюдении изображения мелкие (высокочастотные) шумы мешают меньше. Что же касается помехоустойчивости системы по отношению к специфичным помехам аппаратуры записи, то в силу низкочастотности этих помех (сотни герц) и огромного индекса модуляции на этих частотах влияние таких помех может быть сведено к минимуму за счет ограничения.

Третьей особенностью системы модуляции является применение передачи с частично подавленной верхней боковой полосой. Для проверки возможности такой передачи рассмотрим частотный спектр модулированного сигнала.

Известно, что выражение для частотно-модулированного сигнала имеет вид:

$$u = \sin \left( \omega_0 t + \frac{\Delta \omega}{\Omega} \sin \Omega t \right), \quad (2)$$

где  $\omega_0$  — несущая частота,  $\Delta \omega$  — девиация частоты,  $\Omega$  — модулирующая частота.  $M = \frac{\Delta \omega}{\Omega}$  — индекс модуляции.

В нашем случае более удобно пользоваться безразмерными величинами:  $\tau = \omega_0 t$  — безразмерное время,  $\beta = \frac{\Delta \omega}{\omega_0}$  — относительная девиация,  $\gamma = \frac{\Omega}{\omega_0}$  — относительная модулирующая частота,  $\mu = M = \frac{\beta}{\gamma}$  — индекс девиации.

Вводя в уравнение (2) безразмерные величины, получим

$$u = \sin \left( \tau + \frac{\beta}{\gamma} \sin \gamma \tau \right). \quad (3)$$

Известно, что боковые частоты высоких порядков оказываются весьма слабыми, так что их подавление не вносит искажения в модулирующий сигнал. Число пар боковых полос, которые еще превышают заданную величину, зависит от индекса модуляции. Если считать несущественными те

пары боковых полос, которые имеют амплитуду менее 5%, то, как следует из [3], если индекс модуляции меньше 0,65, надо учитывать всего одну пару боковых полос, при  $M = 0,76 \div 1,35$  две пары, при  $M = 2,3$  три пары и т. д. Относительная полоса частот в одну сторону от несущей может быть вычислена по формуле:

$$\delta = m\gamma, \quad (4)$$

где  $m$  — число пар боковых полос.

Зависимость полосы частот от модулирующей частоты при фиксированной девиации приведена на рис. 3. Как видно из рисунка, для высоких модулирующих частот

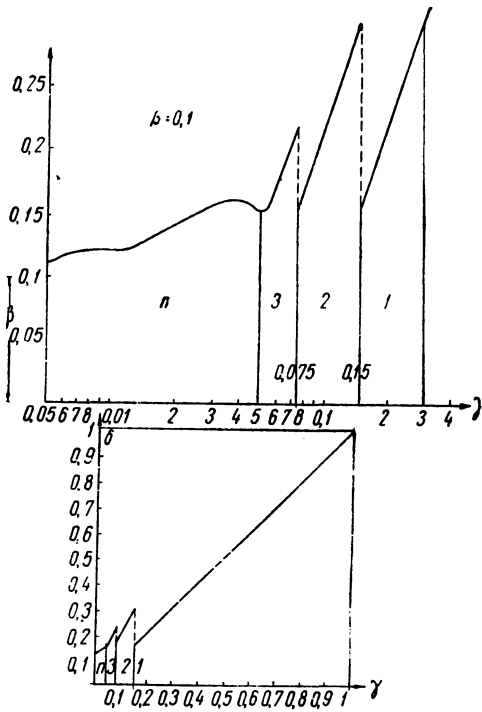


Рис. 3. Зависимость полосы частот от модулирующей частоты при фиксированной девиации

(для  $\gamma$ , близких к единице) ширина полосы равна модулирующей частоте. Это справедливо для области 1, где информация о сигнале передается одной парой боковых частот. При понижении частоты возрастает индекс модуляции, поэтому в области 2 информация передается уже двумя парами боковых частот, в области 3 — тремя, в области  $n$  — многими парами боковых частот.

Для нас в графиках рис. 3 является важным не столько «зубчатый» характер зависимости полосы от модулирующей частоты, сколько разделение на области, где информация передается различным числом пар боковых частот.

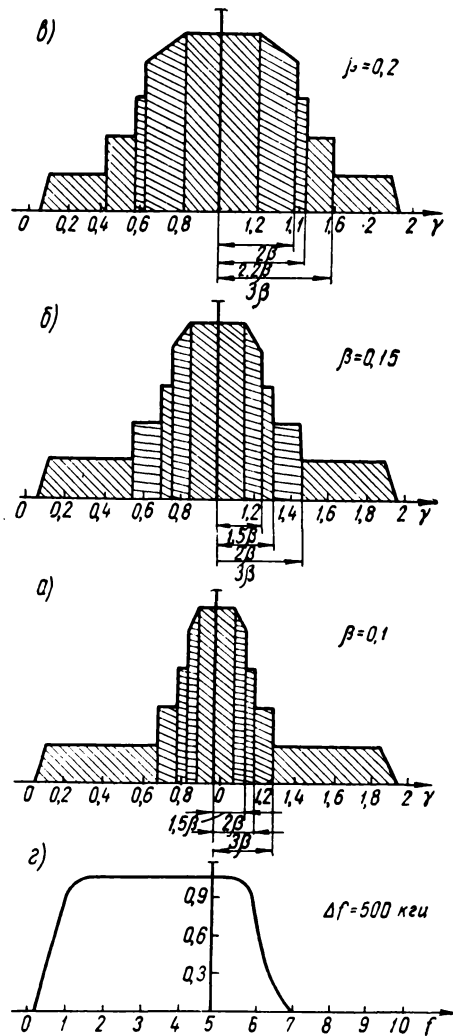


Рис. 4. Изменения состава спектра при изменении модулирующей частоты и частотная характеристика системы запись-воспроизведение

Изменение состава спектра при изменении модулирующей частоты в соответствии с рис. 3 можно наглядно отобразить на диаграмме (рис. 4, а). На рис. 4 условно самым меньшим уровнем отмечена та

область, где информация передается одной парой боковых частот. Области, соответствующие областям 2, 3 и  $n$  на рис. 3, отмечены соответственно более высокими уровнями и более густой штриховкой. На рис. 4, б и 4, в приведены такие же диаграммы спектров для несколько больших значений девиации. Как видно из диаграмм, при увеличении девиации «густозаселенные» области начинают занимать более широкий диапазон  $\gamma$ , а область, где информация передается одной парой боковых, становится уже.

Какую же часть верхней боковой полосы можно подавать, не внося существенных искажений в модулирующий сигнал? Очевидно, что остаток верхней боковой полосы должен быть по крайней мере не меньше  $\beta$ , т. е. диапазона изменения мгновенной частоты. Подавление этого участка совершенно недопустимо, так как это приведет к исчезновению всего сигнала на часть времени. Подавление остальных областей связано, очевидно, с некоторыми искажениями сигнала. Рассмотрим, что произойдет при подавлении области, где информация передается одной парой боковых частот. Разложим выражение (3) по формуле синуса суммы:

$$u = \sin(\tau + \mu \sin \gamma \tau) = \sin \tau \cos(\mu \sin \gamma \tau) + \cos \tau \sin(\mu \sin \gamma \tau).$$

В области 1  $\beta < \gamma$  и  $\mu < 1$ , поэтому приближенно можно написать:

$$u \cong \sin \tau + \cos \mu \sin \gamma \tau = \sin \tau + \frac{1}{2} \mu \sin(1 + \gamma) \tau - \frac{1}{2} \mu \sin(1 - \gamma) \tau.$$

После подавления верхней боковой полосы выражение для сигнала примет вид:

$$u = \sin \tau - \frac{1}{2} \mu \sin(1 - \gamma) \tau. \quad (5)$$

Выражение (5) описывает сигнал, модулированный на частоте и амплитуде. Действительно, если прибавить и вычесть из левой части выражения (5) член  $\frac{1}{4} \mu \sin(1 + \gamma) \tau$ , то будем иметь

$$u = \frac{1}{2} \sin(\tau + \mu \sin \gamma \tau) + \frac{1}{2} (1 - \mu \sin \gamma \tau) \sin \tau.$$

После ограничения сигналов в демодуляторе амплитудная модуляция уничтожается, поэтому:

$$u_{\text{орп}} = \frac{1}{2} \sin(\tau + \mu \sin \gamma \tau) + \frac{1}{2} \sin \tau = \sin\left(\tau + \frac{1}{2} \mu \sin \gamma \tau\right) \times \cos \frac{\mu}{2} \sin \gamma \tau \cong \sin\left(\tau + \frac{\mu}{2} \sin \gamma \tau\right). \quad (6)$$

Выражение (6) описывает частотно-модулированный сигнал, подобный исходному (выражение (2)), но с половинным индексом модуляции. Это означает, что высокие частоты в видеосигнале на выходе демодулятора будут ослаблены в два раза. Искажения подобного рода могут быть довольно просто скорректированы подъемом частотной характеристики в модуляторе.

Подобные расчеты можно привести для случая подавления области 2 (см. рис. 3). В этом случае информация передается двумя парами боковых частот и подавленной окажется одна боковая частота второй пары. Расчеты показывают, что такое подавление связано не только с частотными, но и с нелинейными искажениями. В выходном видеосигнале появляется вторая гармоника модулирующей частоты. Теоретически оценить проявление такого рода искажений на изображении трудно, однако практика показывает, что они вполне допустимы [2]. Подавление областей, лежащих еще ближе к несущей, чем область 2, приводит ко все более возрастающим частотным и нелинейным искажениям; поэтому нужно считать, что для работы с приемлемыми искажениями необходимо передавать часть верхней боковой полосы, равную двум девиациям частоты —  $2\beta$ . Этот вывод хорошо согласуется с тем фактом, что для частотной модуляции с большим индексом модуляции ширина полосы в одну сторону также выбирается равной удвоенной величине девиации частоты [4].

Как указывалось выше, частоты, которые могут быть записаны на пленку, лежат ниже  $7 \text{ Мгц}$ , а сквозная частотная характеристика системы запись-воспроизведение, с учетом коррекции низкочастотного спада, имеет форму, близкую к характеристике рис. 4, г. Для того чтобы спектр частотно-модулированного сигнала «умещался» в полосу пропускания этой характеристики,

были выбраны следующие параметры модуляции: несущая частота  $f_0 = 5 \text{ Мгц}$ , девиация  $0,5 \text{ Мгц}$ . Таким образом, верхняя боковая полоса полностью передается в диапазоне  $2 \beta$ .

Что касается нижней граничной частоты в спектре модулированных колебаний, то она определяется следующими соображениями. Наивысшая частота, которая может пройти через модуляционную систему, ограничивается полосой пропускания фильтра демодулятора (рис. 5, з). Этот фильтр является своеобразными «частотными воротами» системы, определяющими четкость при выбранной несущей частоте и девиации. Верхняя граничная частота этого фильтра должна быть ниже самого низкого из возможных значений мгновенной частоты. Это необходимо для подавления помех от прямого прохождения несущей частоты через демодулятор, которое всегда имеет место даже в балансных схемах.

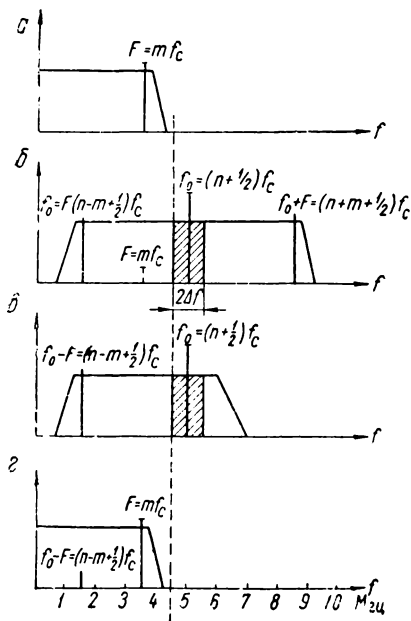


Рис. 5. Спектры колебаний при выбранных параметрах модуляции

Поскольку крутизна среза частотной характеристики фильтра конечна, фильтр подавляющий  $4,5 \text{ Мгц}$  имеет полосу пропускания около  $4 \text{ Мгц}$ . Поэтому полоса

видеочастот при данных параметрах модуляции равна  $4 \text{ Мгц}$ , а наиболее низкая частота, которая должна проходить через систему записи, равна  $5 - 4 = 1 \text{ Мгц}$ . На рис. 5 изображены спектры колебаний, которые имеют место при выбранных параметрах модуляции на входе (рис. 5, а) и выходе (рис. 5, б) модулятора, на входе (рис. 5, в) и выходе (рис. 5, з) демодулятора. Как видно из рисунка, входные и выходные спектры перекрываются, что создает возможность прямого прохождения составляющих входных сигналов на выход. В амплитудном модуляторе прямое прохождение связано с тем, что модулятор является всегда в некоторой степени усилителем колебаний, подводимых для модуляции.

В частотном модуляторе теоретически прямое прохождение может отсутствовать, так как модулирующие колебания воздействуют не на усилительную схему, а на времязадающие цепи генератора. Практически прямое прохождение имеет место, но может быть сведено к минимуму применением симметричных (балансных) схем модулятора. В демодуляторе опасность прямого прохождения больше, так как детектированию подвергается амплитудная модуляция, преобразованная из частотной в специальных цепях. Даже применение балансных схем не позволяет полностью подавить на выходе демодулятора составляющие входного сигнала. Наиболее мощные компоненты, лежащие в полосе качания частоты ( $f_0 \pm \Delta f$ ), подавляются после демодулятора фильтром, но остатки боковых частот модулированного сигнала попадают в полосу пропускания фильтра и присутствуют в выходном видеосигнале.

Прямое прохождение несущей частоты создает на экране телевизора помеху в виде мелкой сетки. Еще более неприятными являются искажения за счет прохождения остатка боковых частот. Эти искажения проявляются в виде «шевеления» мелких вертикальных линий изображения. Для уменьшения заметности искажений из-за прямого прохождения модулированных колебаний в разработанной системе был применен метод синхронизации несущей частоты.

Схема частотного модулятора, синхронизированного частотой строк, изображена на



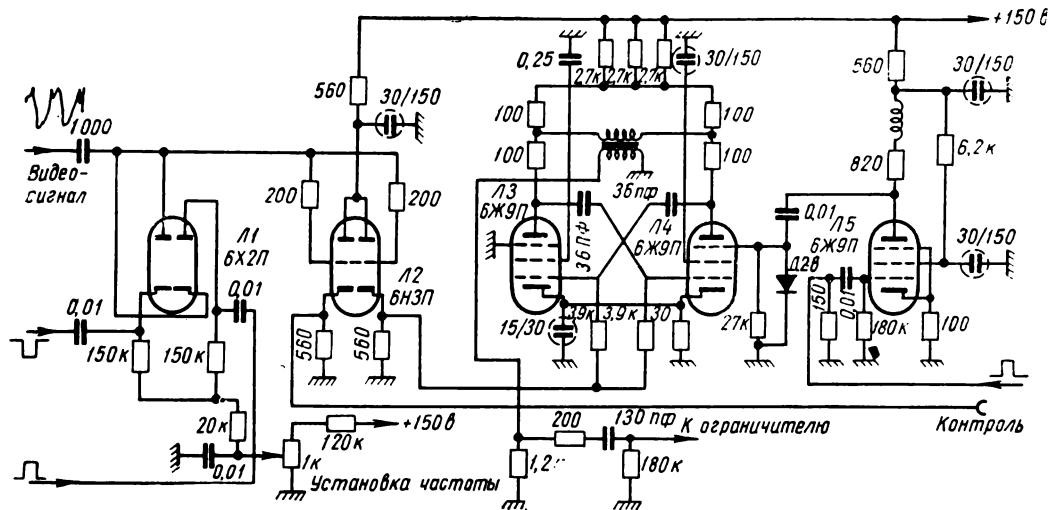


Рис. 6. Схема частотного модулятора

рис. 6. Мультивибратор на лампах  $L_3L_4$  является задающим генератором со средней частотой  $5 \text{ Мгц}$ . Сетки мультивибратора соединены с катодным повторителем  $L_2$ , на сетку которого подводится видеосигнал. Видеосигнал изменяет положительный потенциал катода  $L_2$ , а так как этот потенциал служит смещением мультивибратора, то последний изменяет частоту генерируемых колебаний в такт с изменениями видеосигнала. Модуляция производится с сохранением постоянной составляющей видеосигнала, для чего сигнал фиксируется в сеточной цепи катодного повторителя диодом  $L_1$  по уровню синхроимпульсов, так что уровню синхроимпульсов соответствует частота  $4,5 \text{ Мгц}$ , а уровню белого — частота  $5,5 \text{ Мгц}$ .

Для осуществления синхронизации в схему введен каскад на лампе  $L_5$ . Нормально лампа заперта и отпирается узкими ( $1 \text{ мк/сек}$ ) импульсами строчной частоты во время задней части гасящего импульса. Отрицательный импульс на аноде  $L_5$  запирает  $L_4$  по третьей сетке, срывая колебания мультивибратора. После окончания импульса мультивибратор начинает снова работать. Положение импульса синхронизации изменяется от строки к строке на половину периода несущей частоты, поэтому фаза несущей меняется от строки к строке на  $180^\circ$ . В силу того что телевизионный

кадр содержит нечетное число строк, фаза несущей на одной и той же строке двух смежных кадров получается противоположной. При таком методе модуляции в большей степени ослабляется мешающее действие остатка несущей частоты. Действительно, так как несущая меняет фазу от кадра к кадру на  $180^\circ$ , то в силу интегрирующих свойств зрения она будет компенсироваться в глазу.

Как неоднократно проверено во многих системах цветного телевидения, полной компенсации хотя и не получается, но видность несущей на экране телевизора уменьшается весьма сильно.

Уменьшение искажений из-за прохождения остатка боковой полосы при синхронизации несущей может быть объяснено со спектральной точки зрения.

Как было показано в [4], метод синхронизации несущей с изменением фазы от строки к строке на  $180^\circ$  (при этом в силу нечетности числа строк в кадре автоматически выполняется требование смены фазы несущей на одной и той же строке в смежных кадрах) эквивалентен методу, при котором частота несущей выбирается равной нечетному кратному половинной строчной частоты. Это имеет место потому, что, несмотря на произвольный выбор величины синхронизируемой несущей, процесс синхронизации деформирует спектр несущей таким

образом, что он состоит только из нечетных гармоник половинной строчной частоты.

На рис. 5,а изображена спектральная линия видеосигнала  $F$ , являющаяся  $m$ -ной гармоникой строчной частоты. На рис. 5,б представлены продукты модуляции синхронизированной несущей. Так как в описываемой системе применяется частотная модуляция с малым индексом на высоких частотах, спектр состоит из несущей и одной пары боковых частот. В связи с тем что частота несущей равна нечетной гармонике половинной строчной частоты, то и продукты модуляции (суммарная и разностная частоты) получаются нечетными кратными половинной строчной частоты.

На рис. 4,г изображен спектр после демодуляции. Из рисунка видно, что в полосе прозрачности фильтра, кроме полезной частоты  $mf_c$ , имеется остаток нижней боковой частоты. Именно эта частота, появляющаяся из-за неточности баланса демодулятора и приводит к паразитной амплитудно-фазовой модуляции детектированного сигнала, что создает эффект «шевеления». Однако в случае применения синхронизации несущей мешающая боковая переменяется (меняет фазу на  $180^\circ$ ) на одинаковых строках в смежных кадрах, что в значительной степени устраняет ее мешающее действие.

Введение синхронизации несущей частоты улучшает прохождение высоких частот видеосигнала. Практически синхронизация приводит к упорядочению эффекта «шевеления» тонких вертикальных линий, что визуально воспринимается как повышение резкости воспроизведения мелких деталей. При введении синхронизации несущей вертикально расположенный клин испытательной таблицы воспроизводится более отчетливо, исчезает различие в яркости между отдельными линиями клина.

Импульсы для запираания модулятора, положение которых изменяется от строки к строке, вырабатываются специальной схемой. Принципы построения таких схем подробно описаны в [8].

### 3. Особенности демодуляции сигналов

Общий принцип демодуляции частотно-модулированных напряжений заключается в том, что частотная модуляция сначала преобразуется в амплитудную, а затем детектируется амплитудным детектором. По принципу преобразования ЧМ в АМ частотные демодуляторы можно разделить на одноканальные и двухканальные. В одноканальных детекторах (рис. 7,а) преобразование частотной модуляции в амплитудную происходит в четырехполоснике, амплитудно-частотная характеристика которого падает или возрастает с частотой. Примером такого демодулятора является частотный детектор с расстроенным контуром. В двухканальных демодуляторах преобразование ЧМ и АМ достигается в результате смешения прямого сигнала и сигнала, прошедшего через четырехполосник, фазочастотная характеристика которого является функцией частоты. Почти все современные частотные детекторы (балансный, дробный и т. д.) построены по этому способу. Особенно наглядной иллюстрацией такого метода является фазовый детектор (рис. 7,б).

Основная трудность при демодуляции в аппаратуре записи обусловлена очень широкой полосой входного сигнала при отно-

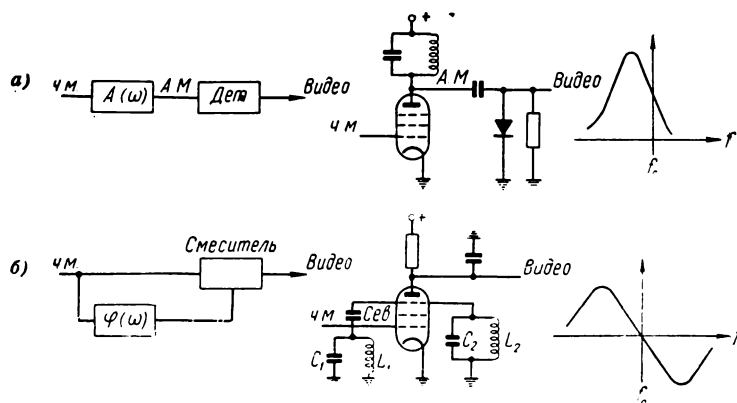


Рис. 7. Частотные демодуляторы

сительно низкой несущей частоте. Создание четырехполосника с линейнопадающей (или возрастающей характеристикой) в диапазоне от 1 до 9 Мгц частотной характеристикой и линейной фазовой — задача весь-

ма трудная. Поэтому для демодулятора была выбрана двухканальная (фазовая) схема. Использование настроенных контуров для создания фазовых сдвигов в нашем случае невозможно, так как невозможно выполнить контур с полосой пропускания (и соответственно с линейным участком фазовой характеристики) в диапазоне  $\pm 80\%$  от резонансной частоты. Единственным элементом, подходящим для наших целей, является длинная линия. Известно, что задержка длиной линии постоянна во всем диапазоне частот, что соответствует линейной фазовой характеристике.

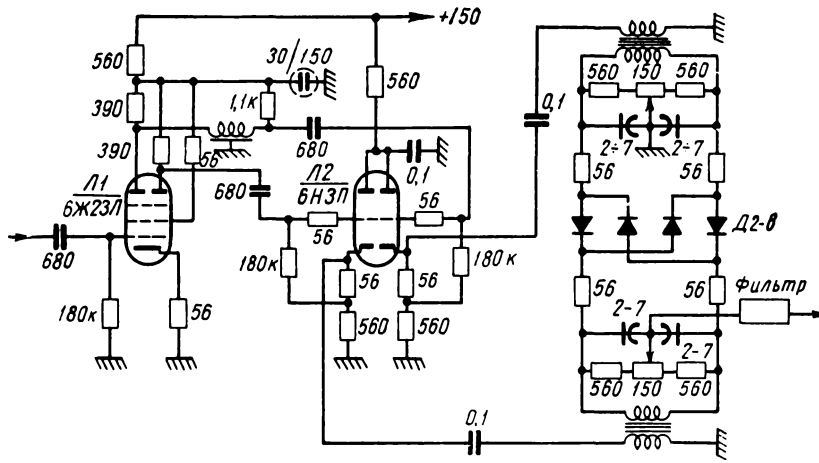


Рис. 8. Двухканальный частотный демодулятор

Схема двухканального частотного демодулятора с длинной линией приведена на рис. 8. Входной частотно-модулированный сигнал разделяется на два канала в анодных цепях двуханодного пентода  $L_1$  — 6Ж23П. В качестве длинной линии используется кабель задержки РКЗ-401. Сигналы, сдвиг на фазе которых зависит от мгновенной частоты, через катодные повторители подаются на балансный кольцевой детектор. Балансное построение схемы теоретически полностью предотвращает прямое прохождение частотно-модулированных колебаний через схему детектора. Практически некоторое прохождение имеет место, поэтому после детектора включен фильтр, подавляющий наиболее сильные компоненты проходящего сигнала (рис. 5, з). Кольцевой детектор из всех возможных схем ближе

всего подходит к идеальному функциональному умножителю [6], поэтому выходное напряжение моста пропорционально произведению входных сигналов. Произведение двух синусоид, сдвинутых по фазе, имеет низкочастотную составляющую:

$$\begin{aligned} \sin \tau \cdot \sin (\tau - \varphi) &= \frac{1}{2} \cos (\tau - \tau + \varphi) - \\ &- \frac{1}{2} \cos (\tau + \tau - \varphi) = \frac{1}{2} \cos \varphi - \\ &- \frac{1}{2} \cos (2\tau - \varphi). \end{aligned}$$

Высокочастотный второй член отфильтровывается, поэтому напряжение на выходе балансного детектора пропорционально косинусу угла сдвига:

$$u_{\text{дет}} = k \cos \varphi. \quad (7)$$

Поскольку угол между напряжениями на входах детектора пропорционален частоте, уравнение (7) описывает статическую характеристику демодулятора (рис. 9, а). В районе изменения мгновенной частоты характеристика достаточно линейна. Это означает, что передача низкочастотных составляющих телевизионного сигнала, когда

процесс демодуляции может рассматриваться как квазистатический, будет достаточно линейной. Оценка свойств демодулятора в отношении передачи высокочастотных составляющих, где недопустим квазистатический подход, должна быть сделана отдельно.

Пусть на вход демодулятора подается частотно-модулированное напряжение:

$$u = \sin (\tau + \mu \sin \gamma \tau), \quad (8)$$

где по-прежнему

$$\tau = \omega_0 t, \quad \beta = \frac{\Delta \omega}{\omega_0}, \quad \gamma = \frac{\Omega}{\omega_0}, \quad \mu = \frac{\beta}{\gamma}.$$

Сигнал, задержанный линией на время  $T$ , приобретает фазовый угол  $\varphi = \omega T$ :

$$u_{\varphi} = \sin [(\tau - \varphi) + \mu \sin \gamma (\tau - \varphi)]. \quad (9)$$

После перемножения в детекторе прямого

и задержанного сигналов и обозначения  $\tau - \frac{\varphi}{2} = \tau'$  получим

$$2u_{дет} = \cos \left[ \varphi + 2\mu \sin \gamma \frac{\varphi}{2} \cos \varphi \tau' \right] - \cos \left[ 2\tau' + 2\mu \cos \gamma \frac{\varphi}{2} \sin \gamma \tau' \right]. \quad (10)$$

Первый член выражения (10) представляет полезный детектированный сигнал, второй — сложно-модулированное напряжение второй гармоники несущей частоты. Если

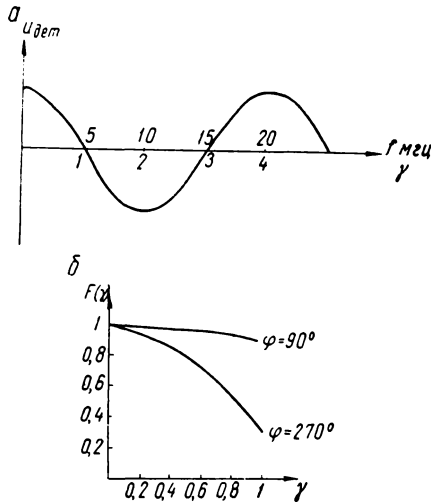


Рис. 9. Характеристики демодулятора

учесть, что напряжение, описываемое вторым членом, будет подавлено фильтром, то напряжение демодулированного сигнала станет равно:

$$\begin{aligned} u_{н.ч.} &= \cos \left[ \varphi + 2\mu \sin \gamma \frac{\varphi}{2} \cos \gamma \tau' \right] = \\ &= \cos \left\{ \varphi \left[ 1 + 2\mu \frac{1}{\varphi} \sin \gamma \frac{\varphi}{2} \cdot \cos \gamma \tau' \right] \right\} = \\ &= \cos \left\{ \varphi \left[ 1 + \mu \frac{\sin \gamma \frac{\varphi}{2}}{\frac{\varphi}{2}} \cdot \cos \gamma \tau' \right] \right\} = \\ &= \cos \left\{ \varphi \left[ 1 + \beta \frac{\sin \varphi \frac{\varphi}{2}}{\varphi \frac{\varphi}{2}} \cdot \cos \gamma \tau' \right] \right\}. \end{aligned}$$

Обозначим  $F(\gamma) = \frac{\sin \gamma \frac{\varphi}{2}}{\gamma \frac{\varphi}{2}}$ .

Тогда

$$u_{н.ч.} = \cos \{ \varphi [1 + \beta F(\gamma) \cos \gamma \tau'] \}. \quad (11)$$

Для оценки искажения нужно вспомнить, что исходное выражение (8) описывает результат от частотной модуляции напряжением косинусоидальной формы:

$$u_{н.ч. \text{ мод}} = \beta \cos \gamma \tau. \quad (12)$$

Отличие выражения (11) от (12) заключается прежде всего в изменении аргумента, что означает появление фазового сдвига:

$$\begin{aligned} \tau' &= \tau - \frac{\varphi}{2}, \quad \cos \gamma \tau' = \cos \left( \gamma \tau - \gamma \frac{\varphi}{2} \right), \\ \gamma \frac{\varphi}{2} &= \frac{1}{2} \gamma \omega_0 T = \frac{1}{2} \frac{\Omega}{\omega_0} \omega_0 T = \\ &= \frac{1}{2} \Omega T. \end{aligned} \quad (13)$$

Выражение (13) показывает, что фазовый сдвиг пропорционален модулирующей частоте, значит, его появление не искажает видеосигнала.

Для определения условий, в которых демодулированный сигнал как можно меньше отличается от исходного, разложим косинус суммы в выражении (11).

$$\begin{aligned} u_{н.ч.} &= \cos \varphi \cdot \cos [\varphi \beta \cdot F(\gamma) \cos \gamma \tau'] - \\ &- \sin \varphi \sin [\varphi \beta \cdot F(\gamma) \cos \gamma \tau']. \end{aligned} \quad (14)$$

Для ликвидации ложных компонентов необходимо потребовать, чтобы первый член уравнения (14) равнялся нулю. Это возможно, если  $\cos \varphi = 0$ , откуда

$$\varphi = \frac{\pi}{2} + k\pi. \quad (15)$$

Условие (15) означает требование работать с величиной задержки в линии нечетно-кратной  $90^\circ$ . При выполнении условия (15)  $\sin \varphi = \sin \left( \frac{\pi}{2} + k\pi \right) = 1$  и выражение для напряжения демодулятора примет вид:

$$u_{н.ч.} = \sin [\varphi_0 \beta \cdot F(\gamma) \cos \gamma \tau'], \quad (16)$$

где  $\varphi_0 = \frac{\pi}{2} + k\pi$ .

В выражении (16) опущен минус, так как это означает лишь перемену полярности. Если величина, стоящая в скобках выраже-

ния (16), мала по сравнению с единицей, то будем иметь:

$$u_{н.ч.} = \varphi_0 \beta \cdot F(\gamma) \cos \gamma \tau' \quad (17)$$

В нашем случае условие  $\varphi_0 \beta \ll 1$  выполняется за счет малого значения девиации.

Как следует из выражения (17), амплитуда демодулированного сигнала зависит от частоты модулирующего напряжения  $\gamma$ . Частотная характеристика определяется выражением:

$$F(\gamma) = \frac{\sin \gamma \frac{\varphi}{2}}{\gamma \frac{\varphi}{2}}. \quad (18)$$

На рис. 9, в приведены частотные характеристики для двух случаев задержек. В первом случае, когда задержка на частоте несущей равна  $270^\circ$ , получаются очень большие искажения на высоких частотах, так как в нашем случае  $\gamma$  может принимать значения вплоть до 0,8—0,9. Работа с фазовым сдвигом на несущей, равным  $90^\circ$ , обеспечивает незначительные искажения во всей полосе передаваемых частот. Меньший угол сдвига благоприятен и с точки зрения выполнения условия  $\varphi_0 \beta \ll 1$ .

#### 4. Особенности ограничения паразитной амплитудной модуляции

На вход демодулятора поступают частотно-модулированные колебания, усиленные после считывания с пленки. Кроме частотной модуляции, несущей информацию о видеосигнале, входной сигнал имеет паразитную амплитудную модуляцию. Паразитная амплитудная модуляция появляется как в процессе считывания сигнала с пленки, так и в результате частотных искажений в процессе записи и воспроизведения.

Одна из причин порождает амплитудную модуляцию с низкой частотой. За счет частотных искажений появляется модуляция с частотами, близкими к несущей частоте. Для уничтожения столь высокочастотной модуляции ограничитель демодулятора должен быть безынерционным.

Применение двухтактной схемы желательно для предотвращения искажений сигнала при ограничении. На рис. 10, а схематически показан спектр входного сигнала демодулятора. При ограничении сигнала восстанавливается подавленная

верхняя боковая частота и появляются гармоники несущей частоты. Так как в системе модуляции применяется весьма низкая несущая частота, верхняя боковая полоса основной несущей и нижняя боковая второй гармоники перекрываются между собой. Особенно опасно влияние второй гармоники мгновенной частоты частотно-модулированных колебаний, расположенной вплотную к верхней границе полезного спектра. В идеально симметричной двухтактной схеме четные гармоники входного сигнала равны нулю. Практически полного подавления четных гармоник не происходит, однако их величина сильно уменьшается. Спектр на выходе двухтактного ограничителя изображен на рис. 10, в. Как видно из рисунка, в этом случае появляется возможность частотного выделения полезного

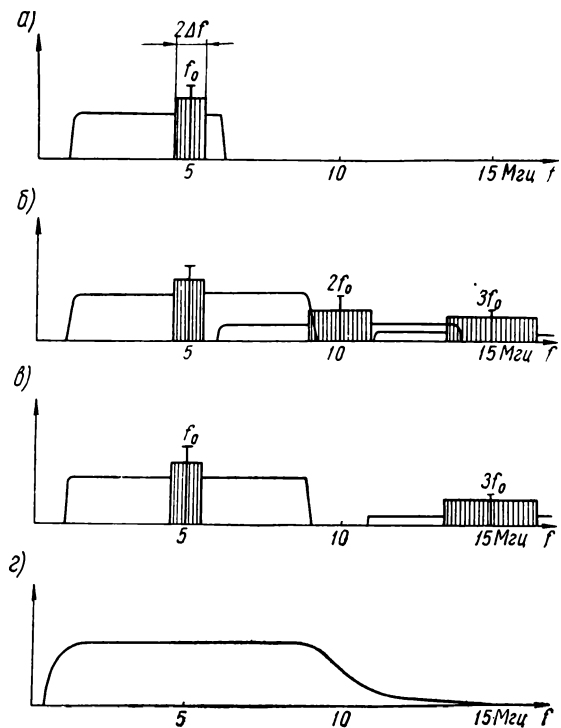


Рис. 10. Спектры выходного сигнала и частотная характеристика ограничителя

спектра. Частотная характеристика, которую должен иметь ограничитель, приведена на рис. 10, г.

Ограничитель демодулятора состоит из двух одинаковых звеньев, включающих каждое по пять ламп (схема одного звена

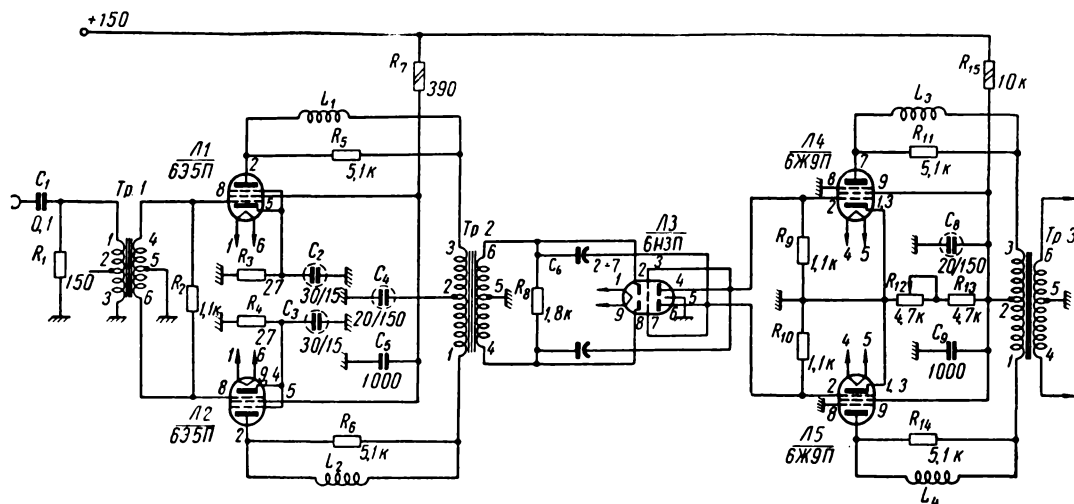


Рис. 11. Схема одного звена ограничителя демодулятора

приведена на рис. 11). Сигнал, поступающий на вход демодулятора по несимметричному (коаксиальному) кабелю, преобразуется в симметричный трансформатор *Тр-1*. Первый двухтактный усилительный каскад на лампах *Л1, Л2* усиливает сигнал до величины, достаточной для ограничения. Как видно из схемы, все междукаскадные связи в ограничителе выполнены на трансформаторах. Такая связь, необходимая для двухтактной схемы, так как именно в магнитном поле трансформатора суммируются нечетные и вычитаются четные гармоники, дает, кроме того, большие удобства для применения схемы диодного ограничения, в отличие от реостатно-емкостной связи между каскадами, где включение диодных ограничителей осложняется явлением «сползание нуля» из-за заряда переходного конденсатора. Диодные ограничители на лампе *Л3*, подключенные ко вторичной обмотке трансформатора *Тр-2*, ограничивают сигнал по максимуму.

Для компенсации прохождения сигнала через внутриламповую емкость ограничителей в схеме применены нейтрализующие конденсаторы *С6, С7*. Лампы *Л4* и *Л5* ограничивают сигнал по минимуму, за счет малого раствора сеточной характеристики. Связь между диодным ограничителем по минимуму и сеточной цепью ограничителя по максимуму осуществлена по постоянному току. Преимущество такой связи в том, что, когда через диод проходят отдельные

большие выбросы сигнала, вызывающие сеточные токи, ограничитель не блокируется. Нужная форма частотной характеристики каскадов ограничения легко достигается при применении трансформаторной связи между каскадами. Трансформаторный переход сам по себе имеет частотную характеристику, плавно спадающую к высоким частотам. Корректирующие катушки *Л1, Л2*, шунтированные сопротивлениями *Р5, Р6*, позволяют выровнять частотную характеристику в полосе пропускания и обеспечить достаточно быстрый спад вне ее. Двухзвенный ограничитель, примененный в демодуляторе, позволяет подавить амплитудную модуляцию глубиной 90—95%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург Ч. П., Система видеозаписи на магнитную ленту, JSMPTE, 1957, № 4.
2. Андерсон Ч. Е., Прохождение сигнала через аппарат видеозаписи «Апрех», JSMPTE, 1958, № 11.
3. Новаковский С. В., Техника частотной модуляции в радиовещании, Связьиздат, 1958.
4. Заездный А. М., О ширине спектра при частотной и фазовой модуляции, Радиотехника, 1954, № 3.
5. Певзнер, Б. М., О спектральном составе поднесущих с фазовыми скачками, Техника телевидения, вып. № 27, 1957.
6. Сааков Э. О., О выборе режима работы фазового детектора, Радиотехника, 1953, № 4.
7. Харкевич, А. А., Умножающие схемы, Радиотехника, 1954, № 3.
8. Хавкин В. Л., Воробьев В. Ф., Фазовый метод синхронизации поднесущих частот в цветном телевидении, Техника кино и телевидения, 1960, № 2.

## ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ МАГНИТОМЯГКИХ МАТЕРИАЛОВ В МАГНИТНЫХ ГОЛОВКАХ

Рассмотрена возможность применения в магнитных головках в целях повышения надежности и длительности их работы новых, более износостойких магнитомягких материалов.

Приведены результаты исследования магнитных сплавов и магнитных головок с сердечниками. Рекомендуются к освоению несколько новых марок сплавов с улучшенными механическими и магнитными характеристиками.

### Введение

Как известно, одним из недостатков контактной магнитной записи является износ поверхности контакта у магнитных головок, вызывающий изменение качественных характеристик тракта магнитная запись — воспроизведение, а иногда и порчу края магнитной ленты. Это приводит к необходимости периодической смены головок и к последующей регулировке аппаратуры для получения заданных характеристик. Износ головок приобретает особое значение, когда требуется непрерывная работа аппаратуры в течение длительного времени или обеспечение записи и воспроизведения при сравнительно большой скорости движения носителей записи. Данное исследование относится только к случаю износа головок магнитной лентой.

Износ магнитных головок при записи зависит от ряда факторов: 1) механических свойств материала сердечников; 2) абразивных свойств применяемой магнитной ленты; 3) давления ленты на головку; 4) величины угла охвата головки лентой и др. [1].

Работа по уменьшению износа головок проводилась в нескольких направлениях: конструирование специальных головок, уменьшение абразивных свойств магнитных лент, правильное конструирование аппаратуры.

Одной из основных возможностей повышения износостойкости головок является изготовление их сердечников из более износостойких магнитомягких материалов. Ниже рассматриваются работы по изысканию новых сплавов для сердечников магнитных головок, проведенные в Институте прецизионных сплавов ЦНИИЧМ, а также по исследованию применения этих сплавов в Институте звукозаписи.

Основной целью этой работы было получение сплавов с повышенной износостойкостью по сравнению с существующими ти-

повыми сплавами при возможно более высоком удельном электросопротивлении и возможно более высокой начальной магнитной проницаемости.

### Исследование и разработка сплавов

Наиболее распространенными материалами для сердечников магнитных головок в настоящее время являются сплавы марок 80НХС и 79НМ, обладающие при толщине 0,2 мм начальной проницаемостью до 28 000—30 000 гс/э при удельном электросопротивлении около 0,6 ом·мм<sup>2</sup>/м.

Меньшее применение получили сплавы марок 50НХС и 38НС с начальной проницаемостью порядка 3000 гс/э (при толщине 0,2 мм) при удельном электросопротивлении 0,9 ом·мм<sup>2</sup>/м.

Повышение износостойкости металлических материалов может быть связано с повышением механической твердости сплава, либо с созданием на его поверхности наклепанного слоя (как это имеет место в износостойких аустенитовых сталях), либо с введением в его структуру дисперсных включений, обладающих повышенной твердостью или же антифрикционными свойствами. Однако в существующих магнитомягких сталях и сплавах не могут быть созданы подобные условия без существенного снижения их магнитных свойств, так как по самой природе рассматриваемых ферромагнитных материалов высокая магнитная проницаемость в них является следствием минимальных внутренних напряжений, максимальной чистоты и однородности металла, минимального количества неметаллических и иных включений. Следовательно, в наиболее распространенных железоникелевых сплавах создание структуры с высокой механической прочностью и твердостью удовлетворило бы требованию повышения износостойкости, но противоречило бы требова-

нию повышения начальной магнитной проницаемости.

Повышение же электросопротивления возможно лишь за счет усиленного легирования железоникелевых сплавов такими элементами, как кремний, хром, молибден, ванадий и т. п. Но при усиленном легировании высоконикелевые сплавы становятся труднодеформируемыми и резко теряют свои магнитные свойства. В сплавах же низконикелевых усиленное легирование ведет к сильному понижению индукции насыщения.

Наконец, дополнительной трудностью решения поставленной задачи явилась сильная зависимость магнитных свойств сплавов от механических воздействий. Напряжения изгиба и сжатия пластин в процессе сборки головок сильно понижают высокие магнитные свойства, которые наблюдаются в исходном материале. Практика показывает, что подобная зависимость от механических воздействий проявляется с тем большей силой, чем выше исходный уровень магнитных свойств материала.

Изыскания новых сплавов велись в двух направлениях. В первом из них исследовался широкий круг низконикелевых (с 35—40% Ni) и высоконикелевых (с 79—80% Ni) сплавов с добавками различных легирующих элементов, а также с введением в сплав некоторых упрочняющих и карбидообразующих элементов вместе с повышенным содержанием углерода. В другом — изыскивались технологические пути получения новых железоалюминиевых сплавов, известных под названием алфенол и терменол, имеющих преимущества перед железоникелевыми сплавами.

В результате изысканий по первому направлению были выявлены композиции сплавов, обладающие лучшим сочетанием свойств, чем ныне применяемые типовые сплавы. Один из них — 79НХО — создан на основе 78%-ного железоникелевого сплава с добавками хрома и олова; другой — 38НС5 — на основе 38%-ного железоникелевого сплава с добавкой кремния. Первый отличается высокой начальной проницаемостью (до 30 000 гс/э) при значительном электросопротивлении ( $0,65 \text{ ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ ) и высоком сопротивлении механической деформации. Второй обладает сравнительно невысокой начальной проницаемостью (до 5000 гс/э), но имеет весьма высокое для же-

лезоникелевых сплавов электросопротивление (до  $1,08 \text{ ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ ).

Длительные опыты по получению железоалюминиевого сплава типа алфенола показали возможность изготовления этого сплава, отличающегося весьма примечательными свойствами, не встречающимися ни в каких других магнитомягких материалах. Как показано в ряде работ зарубежных исследователей [2,3], этот сплав обладает магнитными свойствами, приближающимися к свойствам железоникелевых сплавов ( $\mu_0 = 3000\text{—}6000 \text{ гс/э}$ ,  $\mu_{\text{макс}} = 60\ 000\text{—}120\ 000 \text{ гс/э}$ ) при весьма высоком удельном электросопротивлении (до  $1,5 \text{ ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ ). При этом сплав отличается высокой механической твердостью (240—310 НВ) и гораздо меньшей вязкостью по сравнению с железоникелевыми сплавами, что позволяет получать из него более точные по размерам штамповки и изготавливать магнитные головки с малыми рабочими щелями. Благодаря высокой твердости сплава он является малочувствительным к внешним механическим воздействиям, что обеспечивает сравнительно небольшое падение проницаемости в процессе сборки головок. Наконец, благодаря высокому содержанию алюминия в сплаве поверхность его всегда покрыта тончайшей естественной пленкой окиси алюминия, вследствие чего отпадает надобность в нанесении на него искусственной окисной пленки как для предохранения пластин от спекания при термической обработке, так и для обеспечения надежной электроизоляции между отдельными пластинами в целях уменьшения вихревых токов.

Несколько лучшими свойствами, чем алфенол, обладает железоалюминиевый сплав с дополнительным содержанием (примерно до 2%) молибдена, известный под названием «терменол».

Трудности изготовления алфенола заключаются главным образом в получении очень высокой чистоты металла, без примесей и неметаллических включений. В зарубежной практике сплав выплавляется из особо чистых шихтовых материалов в вакуумных индукционных печах с применением рафинирующей обработки водородом и с разливкой в газозащитной (гелиевой) среде. В результате получается железоалюминиевый сплав с заданным содержанием



алюминия (около 16%) и содержанием примесей в сумме не выше 0,01—0,02%.

Пока не удалось воспроизвести подобную технологию и подготовить шихтовые материалы высокой чистоты. Поэтому в опытных плавках, где содержание примесей лежало в пределах 0,5—0,6%, отмечалось значительное количество неметаллических включений и не всегда удовлетворительная поверхность прокатанных полос и лент. Отсюда магнитные свойства сплава были ниже возможных по уровню и не отличались достаточной повторяемостью от плавки к плавке, а иногда и в пределах одной плавки. Однако опытные плавки подтвердили преимущества этого сплава по сравнению с железоникелевыми сплавами.

На рис. 1 показаны кривые проницаемости опытных сплавов, снятые баллистическим методом на постоянном токе в пакетах тороидальных пластин толщиной 0,08 мм.

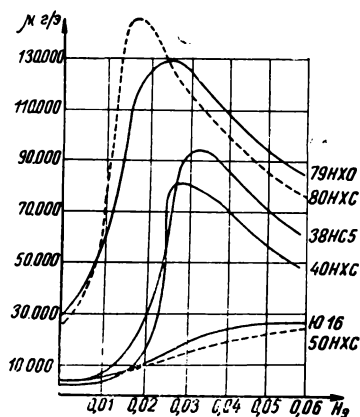


Рис. 1. Кривые проницаемости ряда новых магнитомягких сплавов в толщине 0,08 мм. Для сравнения приведены кривые проницаемости типовых сплавов

Как видно из рисунка, начальная проницаемость новых сплавов не уступает значениям типовых сплавов своего класса: 79НХО — сплаву 80НХС, 38НС5 и 40НХС и Ю16 — сплаву 50НХС.

На рис. 2 показана частотная зависимость начальной проницаемости новых и типовых магнитомягких сплавов в интервале частот от 0,2 до 100 кГц. Как видно из рисунка, падение проницаемости с частотой у нового

сплава 79НХО происходит значительно менее круто, чем у типового сплава 80НХС, поэтому значения проницаемости нового сплава оказываются более высокими, особенно при частотах 2—20 кГц. Начальная

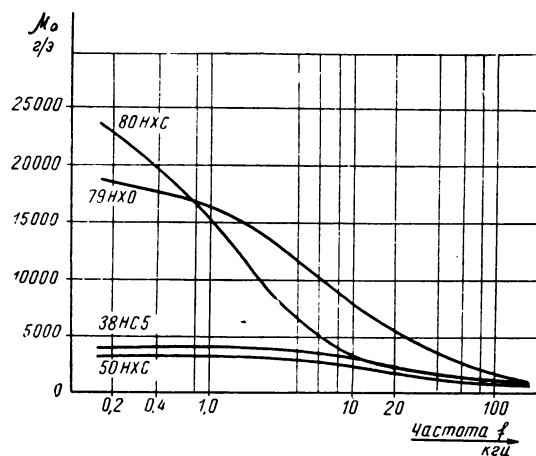


Рис. 2. Частотная зависимость начальной проницаемости новых и типовых сплавов в толщине 0,08 мм

проницаемость сплава 38НС5 оказывается заметно более высокой, чем сплава 50НХС во всем интервале исследованных частот.

Механические испытания новых сплавов в сопоставлении со свойствами типовых сплавов не показали заметной разницы между различными железоникелевыми сплавами. В отожженном состоянии твердость их лежит в пределах 140—170 НВ, предел прочности на растяжение 55—60 кг/мм<sup>2</sup>, относительное удлинение 35—45%. В этих условиях трудно предсказать существенную разницу в поведении разных сплавов в процессе износа. И только алфенол (Ю16) и терменол (Ю16М) обладают настолько отличной механической твердостью (НВ = 225—200), что позволяет ожидать от них выдающейся стойкости в процессе износа, хотя прочность их на растяжение не отвечает столь повышенной твердости: предел прочности  $\sigma_b$  составляет всего 46—50 кг/мм<sup>2</sup> при относительном удлинении 3—4%.

#### Исследование износостойкости

Ввиду сложности оценки износостойкости разрабатываемых сплавов непосредственно в магнитных головках и невозможности ис-

пользования существующих в металловедении методов измерения износа в Институте звукозаписи был разработан новый метод измерения износостойкости тонких пластинчатых материалов. Сущность метода заключается в том, что образец из испытуемого материала в виде прямоугольной пластинки размером  $7 \times 25$  мм и толщиной от 0,15 до 0,30 мм подвергается абразивному износу магнитной лентой всегда новой и одного и того же типа. Истирание производится на приборе, представляющем собой макет обычного лентопротяжного механизма, в котором на пути движения ленты в специальном зажиме укреплен испытуемый образец. Истиранию с торца подвергается часть пластинки шириной 6,35 мм — соответственно ширине магнитной ленты. Натяжение и скорость движения ленты поддерживаются постоянными на всем протяжении испытаний. Износ образца определяется величиной стертого объема после прогона по нему ленты определенной длины, а интенсивность изнашивания — величиной стертого объема, приходящейся на 1 м пропущенной ленты.

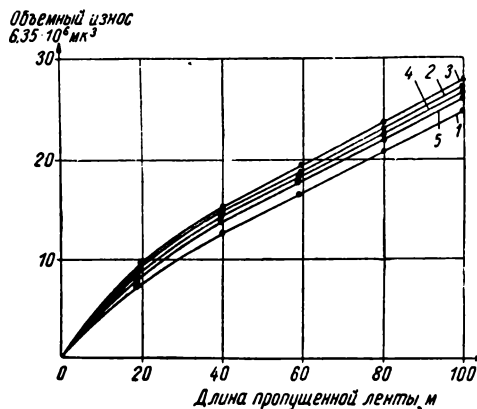


Рис. 3. Характеристика износа образцов в зависимости от длины пропущенной ленты (сплав 38НС, толщина 0,2 мм)

При расчете величины стертого объема учитывается изменение высоты образца в микронах, замеряемой по трем рискам, нанесенным острием иглы на поверхности образца, в начале испытания и после каждых 20 м пропущенной по образцу ленты. Всего в одном испытании пропускают 100 м ленты.

Величину стертого объема вычисляют по формуле:

$$W = 6,35 \cdot 10^3 \Delta h b,$$

где:  $W$  — стертый объем в  $\text{мк}^3$ ,  $b$  — толщина образца в  $\text{мк}$ ,  $\Delta h$  — стертая высота в  $\text{мк}$ .

Так как величина стертого объема очень незначительна, высоту образца измеряют с помощью микроскопа, прибора для определения микротвердости ПМТ-3 при увеличении в 135 раз. Сопоставление кривых зависимости износа от длины пропущенной ленты между собой или с кривой какого-либо стандартного материала, принятого за эталон, дает достаточно убедительное количественное представление об относительной износостойкости того или другого материала.

В результате проведенных испытаний оказалось, что износ образцов увеличивается линейно с увеличением числа пропущенных метров ленты. Наличие на кривых износа, представленных на рис. 3, начального криволинейного участка, отличающегося повышенной интенсивностью износа, связано с неровностью края образца, которая под абразивным воздействием ленты легко сглаживается. Поэтому износ измеряется после предварительного пропускания через образец 50 м ленты, т. е. непосредственно на прямолинейном участке. Повторяемость результатов при испытании можно считать удовлетворительной, так как отклонение от образца к образцу не превышает  $\pm 4\%$  от среднего. На рис. 3 участок между крайними образцами позволяет судить о чувствительности метода.

По описанной методике была определена износостойкость опытных и типовых сплавов. Все испытания производились с использованием магнитной ленты типа 1 при скорости ее движения 76 см/сек и натяжении 250 г.

При рассмотрении полученных кривых износа (рис. 4) видно, что по сопротивлению износа испытанные материалы располагаются в четырех довольно резко отличных областях:

- в области наименьшего износа лежат сплавы Ю16М и Ю16,
- в области умеренного износа — сплавы 38НС5 и 79НХО,
- в области повышенного износа — типовые сплавы 79 НМА, 80НХС, 38НС,

г) в области очень сильного износа леза, как и следовало ожидать, цветные сплавы на основе меди — латунь и бронза.

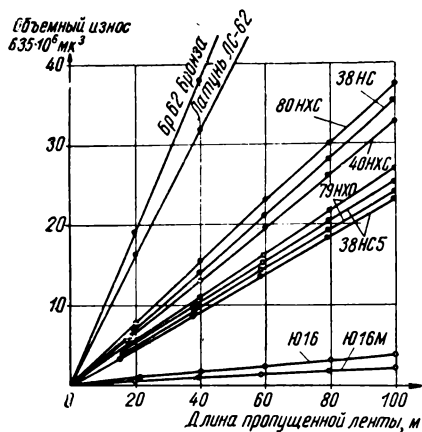


Рис. 4. Зависимость износа образцов различных сплавов от длины пропущенной ленты

Следовательно, вновь разработанные сплавы, особенно Ю16, имеют заметное преимущество перед типовыми сплавами в отношении износостойкости.

**Испытание новых сплавов в магнитных головках**

Лучшие по свойствам опытные плавки сплавов были испытаны непосредственно в магнитных головках. Цель этих испытаний состояла в определении:

1) возможности замены сплавов типа 80НХС в магнитных головках, применяемых как в радиовещательных магнитофонах, так и в репортажных и переносных магнитофонах, новыми сплавами с улучшенными характеристиками;

2) технологических свойств новых сплавов при изготовлении магнитных головок, особенно головок с узкими рабочими щелями.

Испытания головок в основном проводились по методике Института звукозаписи [4] по следующей программе:

1. Исследование рабочих щелей под микроскопом.
2. Определение индуктивности (на частоте 1000 гц) и омического сопротивления.
3. Определение отдачи воспроизводящих головок.
4. Определение токов записи и подмагни-

чивания записывающих головок.

5. Снятие частотных характеристик.

6. Определение параллельного сопротивления потерь для записывающих и стирающих головок.

7. Определение стираемости.

8. Определение параметров, характеризующих качество головок: добротности и коэффициента шунтирования.

Испытания проводились при изготовлении головок различных типов с сердечниками из пластин разной толщины.

В качестве основных были выбраны головки типов В-01, З-01 и МГ-28, так как было признано целесообразным проверить возможность применения новых сплавов в головках В-01, З-01, используемых в радиовещательных магнитофонах и в головках для малогабаритных и переносных магнитофонов МГ-28 [5].

Результаты сопоставления наиболее существенных параметров воспроизводящих головок — добротности, равной отношению квадрата отдачи  $U$  к индуктивности  $L$ , и коэффициента шунтирования  $A$ , равного отношению полезного магнитного потока через головку  $\Phi_1$  к общему магнитному потоку носителя записи  $\Phi_0$  [4], — представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

**Сопоставление параметров воспроизводящих головок типа В-01 с сердечниками из разных материалов (средние цифры)**

Материал сердечника	Добротность, $\frac{U^2}{L}, \text{ мв}^2/\text{гн}$	Коэффициент шунтирования, $A = \frac{\Phi_1}{\Phi_0}$
38НХС5	1,0	0,5
40НХС	1,0	0,5
38НС	0,5	0,3
79НХО	2,4	0,72
79НМ	2,4	0,77
80НХС	2,5	0,77
50НХС	1,0	0,5
Ю16	2,0	0,6

Таблица 2  
Сопоставление параметров воспроизводящих головок типа МГ-28/2 с сердечниками из разных материалов (средние цифры)

Материал сердечника	Толщина, мм	Добротность, $\frac{U^2}{L}$ , мв <sup>2</sup> /гн	Коэффициент шунтирования, $A = \frac{\Phi_1}{\Phi_0}$
38НС5	0,08	0,45	0,74
	0,05	0,35	0,60
40НХС	0,08	0,41	0,74
	0,05	0,40	0,74
79НХО	0,08	1,0	0,9
	0,05	0,8	0,8
80НХС	0,2	1,0	0,9
Ю16	0,15	0,7—0,9	0,7—0,8
Ю16М	0,09	0,45	0,5

Как видно из приводимых в них данных, наибольшие значения добротности и коэффициента шунтирования имеют головки с сердечниками из сплава 80НХС.

Весьма близкие результаты дают головки с сердечниками из сплава 79НХО. Наименьшие значения наблюдаются у сплава 38НС, а также у других низконикелевых сплавов.

Головки с сердечниками из сплава Ю16 несколько хуже головок с сердечниками из сплавов 80НХС и 79НХО, однако значительно лучше соответствующих головок с сердечниками из низконикелевых сплавов, что подтверждает приведенные выше данные сравнительно небольшой чувствительности сплавов Ю16 к механическим воздействиям.

Головки с сердечниками из сплава Ю16М имеют меньшие значения коэффициентов из-за использования плавки с небольшой начальной проницаемостью.

Испытания записывающих головок, основные результаты которых сведены в табл. 3 и 4, показывают, что все новые сплавы без особых затруднений могут быть использованы во всех типах головок.

Для стирающих головок производилось определение параллельного сопротивления потерь и зависимости стираемости от тока стирания.

Параллельное сопротивление у новых сплавов оказалось практически таким же, как и у сплавов 80НХС и 50НХС, причем и зависимость стираемости от тока примерно одинакова.

Таблица 3  
Сопоставление параметров записывающих головок типа 3-01 с сердечниками из разных материалов (средние цифры)

Материал сердечника	Ток записи, ма	Ток подмагничивания, ма	Параллельное сопротивление потерь, ом
38НС5	1,0—1,2	3—4	4500
46НХС	1,0—1,2	3—4	4160
38НС	1,0—1,2	3—4	9330
50НХС	1,1	3—4	4500
79НХО	1,0—1,2	3—4	4500
79НМ	1,0—1,2	3—4	6900
80НХС	1,1	3—4	6300
Ю16	1,2	3—4	6000

Таблица 4  
Сопоставление параметров записывающих головок типа МГ-28П/2 с сердечниками из разных материалов (средние цифры)

Материал сердечника	Толщина, мм	Ток записи, ма	Ток подмагничивания, ма	Параллельное сопротивление потерь, ом
38НС5	0,08	0,5—0,6	0,4—4,5	8000—9000 9500—10000
40НХС	0,08	0,6	4,5	8000—8500 6000—7000
	0,05	0,5—0,55	4,5	
79НХО	0,08	0,5—0,55	4,8	9000 9000
	0,05	0,6	4,5	
80НХС	0,2	0,5	4,1	4500

**Влияние процесса склейки пластин на магнитные свойства материалов**

В ходе испытания новых сплавов в сердечниках магнитных головок выявилась значительная зависимость исходных электроакустических параметров головок от механических воздействий, оказываемых на отожженные пластины в процессе их отпрессовки и склейки в пакете.

Был проведен эксперимент для количественной оценки этого влияния на сердечники из различных материалов: пакеты отожженных тороидальных пластин из различных сплавов закладывались в специальное приспособление, отпрессовывались (для выравнивания) усилием от руки, затем проклеивались эпоксидным клеем, вновь отпрессовывались усилием от руки до удаления излишков клея и в поджатом состоянии помещались в термостат на 30 минут до отвердения клея. На каждой из стадий процесса пакеты подвергались магнитным измерениям на баллистической установке. Результаты измерений представлены в табл. 5.

Таблица 5

**Изменение магнитных свойств сердечников из различных сплавов (в толщине 0,08 мм) в процессе отпрессовки и склейки**

Состояние образцов	Сплав 80НХС				
	$\mu_0$	$\mu_m$	$H_c$	$B_r$	$B_s$
После отжига	19 200	79 000	0,03	3500	6500
После отпрессовки и склейки эпоксидным клеем	7 000	23 000	0,061	2580	6320
Изменение в % от исходных значений	-63,5	-70	+103	-26	-3

Состояние образцов	Сплав 79НХО				
	$\mu_0$	$\mu_m$	$H_c$	$B_r$	$B_s$
После отжига	14 800	81 000	0,029	3900	6800
После отпрессовки и склейки эпоксидным клеем	5 500	31 400	0,056	3070	5600

Продолжение табл. 5

Состояние образцов	Сплав 79НХО				
	$\mu_0$	$\mu_m$	$H_c$	$B_r$	$B_s$
Изменение в % от исходных значений	-63	-61	+93	-21	-4

Состояние образцов	Сплав 3ЭНС				
	$\mu_0$	$\mu_m$	$H_c$	$B_r$	$B_s$
После отжига	3400	17 400	0,12	3520	8450
После отпрессовки и склейки эпоксидным клеем	2500	11 800	0,14	3120	7430
Изменение в % от исходных значений	-27	-32	+17	-11	-12

Состояние образцов	Сплав 38НС5				
	$\mu_0$	$\mu_m$	$H_c$	$B_r$	$B_s$
После отжига	4400	40 200	0,042	3010	5800
После отпрессовки и склейки эпоксидным клеем	2500	16 600	0,074	2200	5500
Изменение в % от исходных значений	-43	-59	+76	-27	-5

Состояние образцов	Сплав Ю16				
	$\mu_0$	$\mu_m$	$H_c$	$B_r$	$B_s$
После отжига	3500	21 400	0,058	1900	5100
После отпрессовки и склейки эпоксидным клеем	3200	18 600	0,061	2000	5070
Изменение в % от исходных значений	9	-13	+5	+5	-1

Примечание.  $\mu_0$  — начальная проницаемость, гс/э;  $\mu_m$  — максимальная проницаемость, гс/э;  $H_c$  — коэрцитивная сила, э;  $B_r$  — остаточная индукция, гс;  $B_s$  — индукция насыщения, гс.

В результате механических воздействий в процессе сборки магнитная проницаемость материала сердечников падает от 60—70% в высоконикелевых сплавах до 35—50% в низконикелевых сплавах. И только сплав Ю16 (типа алфенола) показывает в этих условиях сравнительно очень малую чувствительность к механическим воздействиям, теряя в проницаемости за весь цикл сборки всего 9—13%.

### Выводы

1. Разработаны новые железоникелевые сплавы марок 38НС5 и 79НХО, которые могут быть с успехом применены в магнитных головках взамен старых марок 50НХС, 80НХС, 79НМ, причем основное их преимущество заключается в повышенной износостойкости.

2. Наиболее перспективно применение вновь полученных железоалюминиевых сплавов, которые разрешают более легко получить узкие рабочие щели и обладают достаточно высокой износостойкостью.

3. Разработанная методика измерения износостойкости материалов для магнитных головок обеспечивает удовлетворительную повторяемость опытов, простоту измерений и позволяет с достаточной степенью точности определять величину сравнительной износостойкости.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Rettinger M., Magnetic head wear investigation, JSMPTE, 1955, 64, № 4, 179—183.

2. Lufcy E. W., Heath W. T., Alloy improves magnetic recording, Electronics, 1955, 28, № 6, 137—139.

3. Nachman J. F., Buehler W. J., 16 percent aluminum-iron alloy cold rolled in the order-disorder temperature range, J. Appl. Phys., 1954, 25, № 3, 307—313.

4. „Методика испытания магнитофонов“, Труды ВНАИЗ, вып. 4, 1958, стр. 48—59.

5. Арнольд Р. Р., Магнитные головки для аппаратуры звукозаписи, Труды ВНАИЗ, вып. 3, 1958.

6. Арнольд Р. Р., О некоторых характеристиках и параметрах магнитных головок, Труды ВНАИЗ, вып. 1, 1957, стр. 47—69.

## ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ СОВЕТСКОЙ СИСТЕМЫ КРУГОВОЙ КИНОПАНОРАМЫ

При разработке советской системы круговой кинопанорамы была поставлена задача создать кинозрелище, обеспечивающее большие возможности для кинопоказа, чем в американской системе циркорама, причем следовало избежать недостатков последней, обусловленных неполноценным техническим решением ее отдельных узлов.

Кроме того, было признано необходимым довести вместимость первого театра круговой кинопанорамы на Выставке достижений народного хозяйства СССР по крайней мере до 300 человек (с возможностью перегрузки системы циркорама может обслужить при нормальных условиях эксплуатации еще 150—180 человек).

### 1. Размеры киноплёнки и кинокадра

Крупнейшим недостатком циркорама является использование в ней 16-мм цветной киноплёнки. Хотя применяемая плёнка обратимая (типа «Кодахром») и обеспечивает качественную передачу цвета, однако площадь кадра на ней почти в пять раз меньше, чем на 35-мм киноплёнке. Поэтому качество демонстрируемого на экране киноизображения в отношении передачи деталей и его зернистости не может быть признано удовлетворительным.

В существующих театрах циркорама с шириной частичных экранов 3,2 м и 3,6 м линейное увеличение при проекции находится на верхнем допустимом уровне даже для условий обычной кинодемонстрации. При показе фильмов круговой кинопанорамы приходится считаться с тем, что зрители могут рассматривать киноизображения со значительно более близких расстояний, чем в кинотеатрах<sup>1</sup>, следовательно, надо стремиться к возможно меньшим увеличениям кадра при проекции. Таким образом, использование 16-мм киноплёнки в системе циркорама неоправдано: оно вызвано только желанием упростить и удешевить процессы съёмки и демонстрации фильмов круговой кинопанорамы.

В советской системе круговой кинопанорамы вследствие большой вместимости кинозала размеры экранов должны быть значительно большими, чем у кинотеатров циркорама. Кроме того, следует отметить, что сравнительно небольшая площадь кадра на 16-мм киноплёнке является одной из причин небольших величин светового потока кинопроекторов циркорама. Эти потоки могут быть увеличены, в частности, за счёт

<sup>1</sup> В которых, как известно [1], расстояние переднего ряда зрительских мест от экрана не должно быть менее полуторной ширины последнего.

использования большей площади кинокадра. В соответствии со сказанным в советской системе круговой кинопанорамы была выбрана киноплёнка шириной 35 мм

### 2. Принципиальная схема съёмки и проекции

Идеальной схемой съёмки для системы круговой кинопанорамы явилась бы такая, в которой отсутствовали бы параллактические ошибки в изображениях на соседних киноплёнках. Этому случаю отвечает «теоретическая» схема (когда все центры объектов совмещены в одной точке; такая схема лишена, естественно, практического интереса) или схема с использованием зеркального венца. Однако беспараллаксная съёмка кругорамных фильмов имеет смысл лишь в том случае, когда приняты меры по «стыкованию» киноизображений соседних кадров при демонстрации фильма в кинотеатре. Известны трудности, возникающие при разработке мер, обеспечивающих уменьшение заметности места стыка киноизображений в панорамном кинематографе. Но на панорамном экране имеются всего две стыковых полосы, а на замкнутом цилиндрическом экране круговой кинопанорамы этих полос значительно больше. Чтобы избежать трудностей, связанных с уменьшением видности стыков в круговой кинопанораме, границы сопряжения соседних частичных экранов (из которых состоит цилиндрический экран) перекрываются черными вертикальными защитными полосами, которые закрывают зоны стыкования рядом расположенных киноизображений. Как показывает опыт, эти полосы не мешают рассматривать изображения на цилиндрическом экране; они создают ощущение наблюдения действия сквозь решетку окна. Так как ширина защитных вертикаль-

ных полос обрамления экранов примерно 15—20 см, то они «вырезают» из всех частичных киноизображений участки, наиболее опасные в отношении заметности стыков. Тем самым проблема «стыкования» изображений на соседних экранах практически снимается и одновременно облегчается конструирование киносъемочного агрегата для съемки фильмов круговой кинопанорамы. Отдельные киносъемочные аппараты устанавливаются на цилиндрической опоре съемочного агрегата (рис. 1), причем объективы камер выбраны так, что общий горизонтальный угол зрения их составляет 360°.

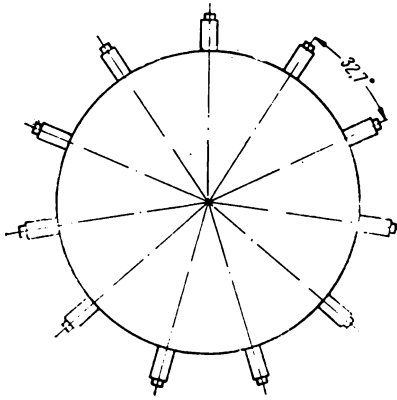


Рис. 1

Так как киносъемочные камеры имеют определенные габариты, то они установлены на некотором расстоянии друг от друга. Это приводит к тому, что каждый из объективов снимает с разных точек зрения (ракурсы съемки различны), вследствие чего одноименные точки изображений предметов, заснятых на киноплёнке, не соответствуют друг другу. Ошибки, обусловленные этим пространственным параллаксом, приводят к искажениям заснятых на киноплёнках изображений.

Построение углов изображения каждым из объективов показывает, что существует лишь одна наиболее выгодная зона, где влияние параллакса отсутствует. При большем или меньшем расстоянии от снимаемого объекта поля изображения их не перекрываются друг другом, поэтому на каждой из плёнок снимаются различные элементы объектов съемки. При удалении предметов от

объективов киносъемочных камер на каждой из плёнок в соседних участках появляются изображения одноименных предметов, снятых из-за параллакса системы с разными ракурсами.

Если предметы находятся ближе наиболее выгодной зоны, то углы изображения киносъемочных объективов не перекрывают друг друга и на каждой киноплёнке запечатлеваются отдельные элементы изображения, причем на соседних участках кинокадров появляются незаснятые площадки. Проекцию фильмов круговой кинопанорамы можно принципиально осуществить по одной из схем рис. 2. Первая из них (рис. 2, а) предусматривает демонстрацию каждого частичного киноизображения «на просвет». Такая схема обладает присущими ей недостатками — несовершенством «просветных» экранов, наличием «горячего пятна» в киноизображении, необходимостью использования особенно короткофокусных объективов и (что очень важно) требует значительного увеличения размеров помещения, предназначенного для демонстрации кругорамных фильмов вследствие сравнительно большого проекционного расстояния, на котором располагаются проекторы.

Вторая схема демонстрации кругорамных фильмов использованная в системе циркурама (рис. 2, б), предусматривает проекцию каждого частичного киноизображения «сквозь диаметр» цилиндрического экрана. При этом могут быть использованы обычные типы отражающих киноэкранов, а проекционное расстояние определяется диаметром цилиндрического экрана, что позволяет предельно уменьшить размеры помещений кинотеатра. Недостатком этой схемы проекции является то, что объективы проекционных аппаратов располагаются в середине защитных вертикальных полос обрамления экранов. Это приводит к тому, что светящиеся зрачки проекционных объективов попадают в поле зрения зрителей, что заметно ухудшает качество демонстрации фильмов.

Отметим, что особенностью рассмотренной схемы проекции является необходимость использования нечетного числа проекционных аппаратов: только в этом случае обеспечивается освещение каждого экрана пучком лучей, выходящих из диа-



метрально расположенного в середине вертикальной защитной полосы проекционного объектива.

Схемы рис. 2, в и 2, г выгодно отличаются от схемы рис. 2, б, примененной в циркораме, тем, что проекция осуществляется из точек, расположенных у верхней или нижней кромки цилиндрического экрана.

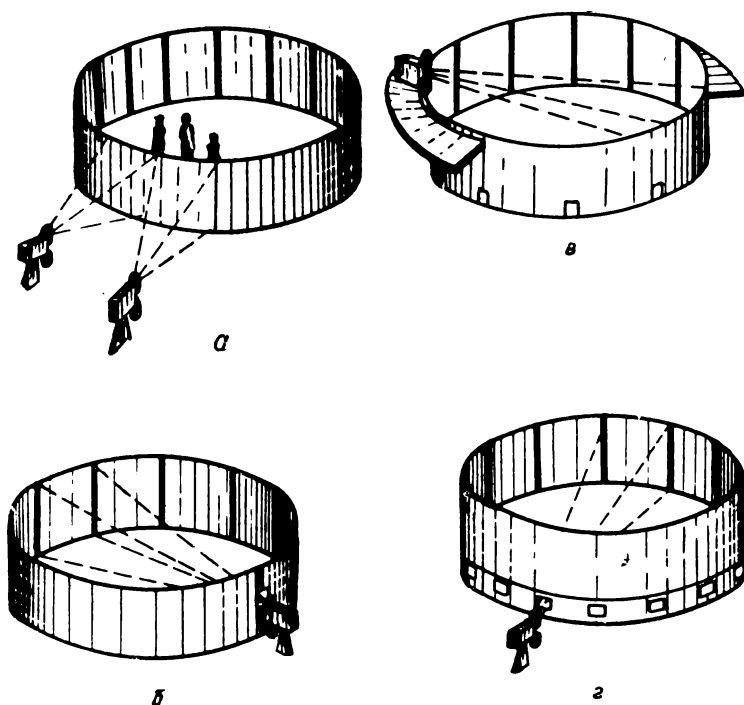


Рис. 2

В данном случае вертикальный угол проекции (положительный в схеме рис. 2, в и отрицательный в схеме рис. 2, г) при стандартном соотношении сторон обычного кадра на 35-мм киноплёнке в практических условиях не превосходит  $6^\circ$ , что не приводит к заметным искажениям киноизображения. В то же время видность зрчков проекционных объективов кинозрителями в первой схеме (рис. 2, в) значительно уменьшается, а во второй (рис. 2, г) может быть практически устранена за счет специальных щитков, скрытых в нижнем обрамлении экрана. При этом фокусные расстояния проекционных объективов в схемах рис. 2, в и рис. 2, г, очевидно, должны быть несколько больше,

чем в схеме рис. 2, б, что также имеет определенные достоинства<sup>1</sup>.

Однако схема рис. 2, г имеет тот недостаток, что в ней кинопроекционные аппараты располагаются внизу — это приводит к затруднениям при проектировании здания кинотеатра, особенно при выборе рациональных путей загрузки и эвакуации зрителей, размещению фойе и т. п. Следует отметить, что схемы рис. 2, в и рис. 2, г не обуславливают выбора только нечетного числа кинопроекторов, как в системе циркорамы. Легко видеть, что в этих схемах проекции кругорамных фильмов может быть использовано также и четное число кинопроекторов, так как положение их не связано с положением защитных вертикальных полос цилиндрического экрана.

При проектировании театра круговой кинопанорамы на ВДНХ СССР было поставлено условие расположить на первом этаже здания фойе и обеспечить удобные пути эвакуации для быстрого заполнения и разгрузки кинозала при сравнительно большом числе кинозрителей (300 человек). Поэтому для проекции панорамных фильмов выбрана схема рис. 2, в, в которой объективы кинопроекторов располагаются у верхнего обрамления экрана, а аппараты находятся во втором этаже здания.

### 3. Число киноплёнок для системы круговой кинопанорамы

Очевидно, что чем меньше число киноплёнок будет выбрано, тем система кинематографа будет проще, а значит, надежнее и

<sup>1</sup> Заметим, что при проекции «сквозь диаметр» фокусное расстояние проекционного объектива примерно в два раза больше фокусного расстояния съёмочных объективов, которое из-за большого числа кинокамер сравнительно невелико. Применить же более длиннофокусные проекционные объективы невозможно, так как это приведет к удалению проектора от экрана, причем проекционное окно в защитных вертикальных полосах у границ смежных экранов сильно увеличивается.

дешевле. Но наиболее важным при этих расчетах, несомненно, является удовлетворение параметров выбранной системы специфическим особенностям производства и демонстрации нового вида кинокартин.

Исходя из условий киносъемки, можно приближенно принять, что горизонтальный угол поля изображения каждого из  $n$  объективов для съемочного агрегата круговой кинопанорамы должен составить

$$2\delta = \frac{360}{n}. \quad (1)$$

Из табл. 1, в которой приведены данные о величинах горизонтальных углов поля изображения некоторых киносъемочных объективов, следует, что для целей круговой кинопанорамы практически можно использовать наиболее широкоугольный съемочный объектив (РО-71) с  $F=18$  мм.

Таблица 1

Фокусное расстояние объектива, мм	Горизонтальный угол поля изображения съемочного объектива ( $2\delta$ ) в градусах
16	69
18	63
22	53
25	47,5
35	35
50	25

В этом случае съемочный агрегат будет состоять из шести киносъемочных камер. При выборе съемочных объективов с другими фокусными расстояниями число съемочных камер соответственно изменяется (табл. 2).

Таблица 2

Фокусное расстояние объектива, мм	Число съемочных камер съемочного агрегата круговой кинопанорамы ( $n$ )
18	6
22	7
25	8
35	11
50	15

Выбранное число съемочных камер определяет и число проекционных аппаратов театра круговой кинопанорамы. Но при проекции будут возникать искажения киноизображений на каждом частичном экране, очевидно, зависящие от числа кинопроекторов, обслуживающих весь цилиндрический замкнутый экран. Если число кинопроекторов будет мало (рис. 3, а), то из-за большой стрелы дуги экрана, отвечающей значительному центральному углу, изображение у края каждого экрана будет искажено сравнительно с изображением на его центральной части. При большом числе кинопроекторов, очевидно, стрела изгиба частичных экранов становится меньше, а искажения киноизображений уменьшаются (см. рис. 3, б).

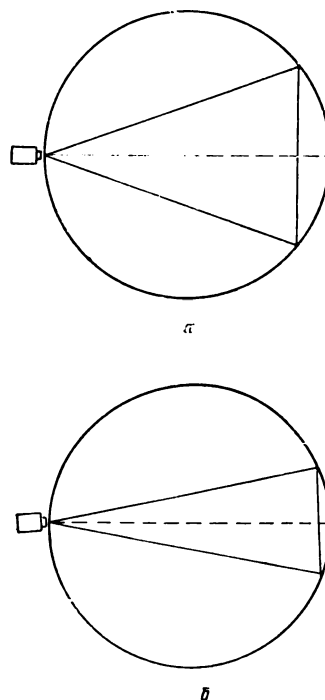
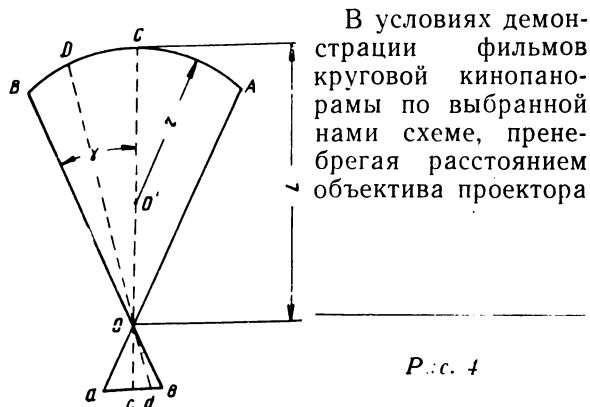


Рис. 3

Возникающие на каждом из киноэкранов искажения, как известно [2], обусловлены различием величины проекционного расстояния для разных точек экрана. Если через  $t$  обозначить величину относительного уменьшения высоты изображения в точке, отвечающей углу  $\gamma$  по сравнению с высо-

той изображения в центре экрана, а  $K = \frac{r}{L}$ , то (рис. 4)

$$m = (1 - k) \cos^2 \gamma + \cos \gamma \sqrt{(1 - k)^2 \cos^2 \gamma - (1 - 2k)}. \quad (2)$$



от вертикальной защитной полосы, найдем

$$k = \frac{D}{2} = 0,5. \quad (3)$$

Подставляя это значение  $k$  в формулу (2), после очевидных преобразований получим зависимость величины  $m$  от половины угла поля изображения проекционного объектива ( $2\gamma$ )

$$m = \cos^2 \gamma. \quad (4)$$

Для принятой схемы кино съемки и кино проекции кругорамных фильмов легко обнаружить, что

$$\gamma = \frac{\delta}{2}. \quad (5)$$

Поэтому, учитывая выражение (1), из формулы (5) получим зависимость  $m$  в функции числа примененных в системе круговой кинопанорамы проекторов ( $n$ ):

$$m = \cos^2 \frac{90}{n}. \quad (6)$$

Обращаясь к вопросу о том, какие размерные искажения вертикальных линий являются допустимыми, следует отметить, что человеческий глаз весьма чувствителен при определении нарушений пропорций частей фигур. Советские работы по установлению искажений при проекции исходят из величины искажений в 3%; максимальное значение их не должно превышать 5%.

При демонстрации кругорамных фильмов на цилиндрический экран зритель рассматривает разделенные узкой защитной полосой соседние изображения, часто представляющие единое целое. Общеизвестна особая чувствительность человеческого глаза в отношении обнаружения искажений при сравнительном наблюдении предметов, поэтому понятно, что в данных условиях круговой кино проекции следует исходить из достаточно высокого значения  $m$ . Принимая допустимую величину искажения вертикальных размеров в 3%, т. е. значение  $m = 0,97$ , получим условие, определяющее число проекционных аппаратов системы круговой кинопанорамы:

$$\cos^2 \frac{90}{n} \geq 0,97.$$

Откуда

$$n \geq 9. \quad (7)$$

Итак, мы приходим к выводу, что хотя условия съемки и позволяют использовать для съемочного агрегата системы круговой кинопанорамы минимальное число кино съемочных камер, равное шести, но условия круговой кино проекции требуют, чтобы было не менее девяти кинопроекторов.

Из сказанного выше следует, что выбранная схема круговой кино проекции (см. рис. 2, в) позволяет применить и меньшее, чем в системе циркорамы, число киноаппаратов, а также четное число их.

Четное же число кино съемочных камер имеет то преимущество, что при съемке может быть применено анаморфирование. Так, например, нетрудно подсчитать, что при использовании съемочного агрегата с десятью съемочными камерами возможно применение объективов с  $F = 35$  мм при ширине кинокадра на 35-мм пленке 22,7 мм (в этом случае угол  $2\delta = 36^\circ$ , см. также табл. 1), меньшей, чем у кадра широкоэкранный фильма (23,8 мм). Снабдив указанные объективы анаморфотными насадками с коэффициентом анаморфозы  $A = 2$ , можно горизонтальный угол поля изображения объектива увеличить до  $4\delta = 72^\circ$ , а следовательно, съемочный агрегат круговой кинопанорамы может состоять всего из пяти съемочных камер.

Уменьшенное вдвое число съемочных камер обуславливает, естественно, и вдвое меньшее число кинопроекторов для демон-

страции фильмов круговой кинопанорамы, причем кинопроекционные объективы должны быть снабжены также анаморфортными насадками.

Несмотря на преимущества использования меньшего (а также четного) числа пленок, было все же решено применить в советской системе круговой кинопанорамы столько же кинопленок, как и в системе циркорамы, так как в этом случае возможен обмен фильмами. Так, советский фильм круговой кинопанорамы (перепечатанный с 35-мм на 16-мм кинопленку) можно показать на американской киноустановке циркорамы, а американский фильм после оптической печати с 16-мм оригинала на 35-мм пленку можно демонстрировать на аппаратуре советской круговой кинопанорамы.

#### 4. Диаметр экрана театра круговой кинопанорамы

Диаметр цилиндрического экрана театра круговой кинопанорамы определяется числом зрителей ( $N$ ), которых должен обслуживать такой кинотеатр. Вместимость кинозала будет зависеть от полезной площади зала ( $S$ ) и площади, отводимой для каждого зрителя ( $s$ ), причем

$$N = \frac{S}{s}. \quad (8)$$

Чтобы определить полезную площадь ( $S$ ) зала, предназначенного для демонстрации фильмов круговой кинопанорамы, сле-

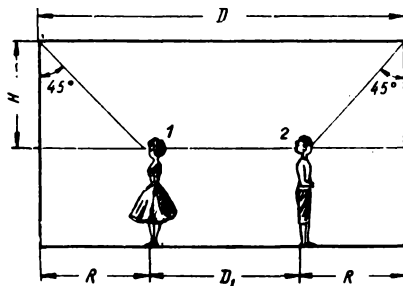


Рис. 5

дует исходить из возможной схемы расположения зрителей. На рис. 5 приведен разрез зала кинотеатра круговой кинопанора-

мы. Исходя из существующих требований кинопроекции, глаза ближайших к экрану зрителей 1 и 2 должны рассматривать верхнюю кромку экрана под углом не менее  $45^\circ$ . Так как средняя высота зрителя составляет около 1,8 м, а нижняя кромка цилиндрического экрана располагается на уровне около 2,4—2,5 м, то с достаточным приближением минимальное расстояние от зрителя до ближайшей части экрана может быть принято равным высоте экрана

$$R = H. \quad (9)$$

При  $n$  кинопроекторов ширина каждого частичного экрана, входящего в единый цилиндрический экран диаметром  $D$ , составит<sup>1</sup>

$$B = \frac{\pi D}{n}, \quad (10)$$

а высота частичного экрана при существующем соотношении сторон обычного кинокадра будет равна

$$H = 0,73 B = \frac{0,73\pi D}{n}. \quad (10')$$

Таким образом, полезная площадь зала кинотеатра круговой кинопанорамы составит

$$S = \frac{\pi}{4} \left( D - \frac{2 \cdot 0,73 \cdot \pi D}{n} \right)^2. \quad (11)$$

Следует учесть, что практически зрители размещаются значительно ближе к экрану, чем это принято нами. В практике демонстрации кругорамных фильмов многие зрители вообще располагаются спиной к находящимся вблизи экранам и рассматривают киноизображения на противоположной части цилиндрического экрана. Поэтому величине  $S$  определенной формулой (11) может быть дано наименование «теоретической» площади зала круговой кинопанорамы.

В условиях обычного кинозала сидящий зритель занимает площадь пола, ограниченную шириной кресла (около 0,5 м) и расстоянием между рядами зрительских мест ( $\sim 0,9$  м), т. е. примерно  $0,45 \text{ м}^2$ . Стоящий в театре круговой кинопанорамы зритель умещается на меньшей площади пола, порядка вряд ли более  $s = 0,5 \text{ м} \times 0,5 \text{ м} = 0,25 \text{ м}^2$ .

<sup>1</sup> Для упрощения не учитывается ширина вертикальной защитной полосы, составляющая около 3—4% ширины частичного экрана.

Таким образом, число («теоретическое») зрителей театра круговой кинопанорамы может составить не менее

$$N = \frac{S}{s} = \pi \left( D - \frac{1,46\pi D}{n} \right)^2. \quad (12)$$

Для принятого числа киноаппаратов системы круговой кинопанорамы ( $n = 11$ )

$$N = D^2, \quad (13)$$

т. е. «теоретическое» число зрителей театра круговой кинопанорамы равно квадрату диаметра (выраженного в  $m$ ) цилиндрического экрана<sup>1</sup>.

Из формулы (13) может быть найден необходимый диаметр  $D$  цилиндрического экрана в зависимости от вместимости зала театра круговой кинопанорамы

$$D = \sqrt{N} \text{ м.} \quad (14)$$

На основании рис. 6, где представлена зависимость  $D = f(N)$ , можно заключить, что для заданного числа зрителей (300 человек) театра круговой кинопанорамы на ВДНХ СССР диаметр цилиндрического экрана должен быть около 17,3 м. Эта величина и принята при проектировании первого советского театра круговой кинопанорамы.

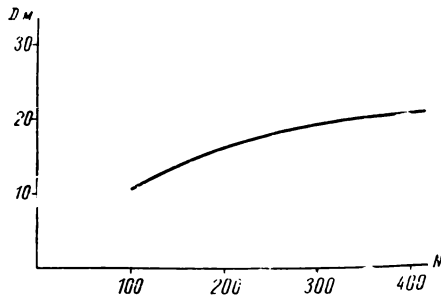


Рис. 6

Заметим, что действительное число зрителей зала такого кинотеатра может превосходить примерно на 50% «теоретическую» вместимость его за счет практически всегда используемых участков зала, находящихся в непосредственной близости от расположенного около зрителя частичного экрана кинопанорамы.

<sup>1</sup> Заметим, что эта зависимость совпадает с таковой для широкоэкранных кинозалов, если вместо диаметра учитывать длину  $L$  зала [2].

## 5. Условия освещения цилиндрического экрана

Зная диаметр  $D$  цилиндрического экрана театра круговой кинопанорамы и число ( $n$ ) частичных экранов, его составляющих, легко определить по формулам (10) и (10') ширину и высоту каждого экрана. При числе экранов  $n = 11$  получим

$$\left. \begin{aligned} B &\cong 0,285D, \\ H &\cong 0,21D, \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

а если учесть, что на стыках соседних экранов располагаются вертикальные защитные полосы шириной порядка 15 см, то действительные размеры экранов составят

$$\left. \begin{aligned} H &= 0,21D; \\ B' &= 0,285D - 0,15. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Для принятой величины  $D = 17,3$  м значения  $B$ ,  $B'$  и  $H$  составляют соответственно  $B = 4,935$  м,  $B' = 4,92$  м,  $H = 3,6$  м. Световой поток, который должен иметь каждый из  $n$  кинопроекторов, используемых для демонстрации фильмов круговой кинопанорамы при заданной освещенности экрана  $E$ , равен

$$F = ES_s = E \cdot \frac{0,73\pi D}{n} \times \times \frac{\pi D}{n} = 7,2E \frac{D^2}{n^2}.$$

Принимая величину яркости экрана в 35 нт (100 асб), а коэффициент отражения диффузно-отражающего экрана  $\rho = 0,72$ , найдем величину полезного светового потока проектора

$$F = 1000 \left( \frac{D}{n} \right)^2, \quad (17)$$

а для нижнего уровня яркости в 25 нт (80 асб)

$$F' = 800 \left( \frac{D}{n} \right)^2. \quad (18)$$

Зависимости необходимых световых потоков в функции отношения диаметра цилиндрического экрана к числу частичных экранов, выраженные формулами (17) и (18), представлены на рис. 7.

Из их рассмотрения следует, что для обеспечения яркости экрана в 100 асб световой поток кинопроектора при принятом для театра круговой кинопанорамы соотношении  $\frac{D}{n} = \frac{17,3}{11} = 1,57$  составляет 2450 лм, при яркости экрана 80 асб — около 2000 лм.

Очевидно, что световые потоки такой ве-

личины могут быть получены только от кинопроекторов, проекционные источники света которых — это дуговые или ксеноновые лампы.

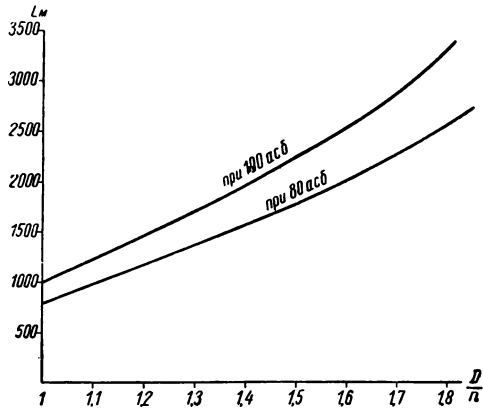


Рис. 7

Из этих двух источников света наиболее рационально в данном случае применить ксеноновые лампы, которые не требуют специального ухода в процессе эксплуатации и не нуждаются в замене углей. В связи с тем, что в системе круговой кинопанорамы одновременно работает большое число кинопроекторов, эти преимущества ксеноновых ламп являются решающими.

### 6. Расположение цилиндрического экрана

Цилиндрический экран круговой кинопанорамы должен быть подвешен на такой высоте, которая обеспечивала бы беспрепятственную видимость демонстрируемого на нем киноизображения. Верхняя граница экрана, очевидно, будет просматриваться любым стоящим в зрительном зале человеком (рис. 8), однако нижняя его граница для достаточно удаленных зрителей будет затеняться головами впереди стоящих людей.

На рис. 8 показано принятое нами расположение зрителей театра круговой кинопанорамы: наиболее удаленные из них располагаются от экрана на расстоянии не ближе, чем его высота, т. е.  $0,73 \frac{\pi D}{n} = 0,21$  (для  $n = 11$ ). Чем ближе к рассматриваемому

экрану находится зритель, тем ниже может быть расположена нижняя кромка экрана, поэтому высота подвеса экранного полотна определяется наиболее удаленными зрителями 1 и соответственно 2 (см. рис. 8). Зритель 1 всегда может стать так, чтобы рассматриванию им экрана А не мешала

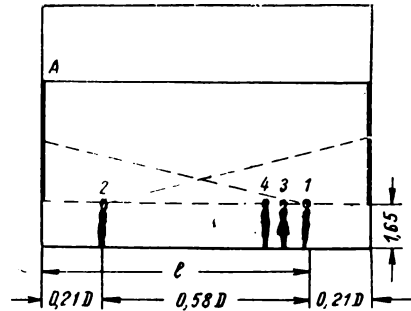


Рис. 8

голова соседнего, впереди стоящего зрителя 3. Однако препятствием для него явится голова зрителя 4, стоящего в третьем от края ряду мест. Глаза зрителя 1 отстоят от глаз зрителя 4 на расстояние около 1 м (нами принято, что каждый зритель занимает площадку  $0,5 \text{ м} \times 0,5 \text{ м}$ ). Принимая

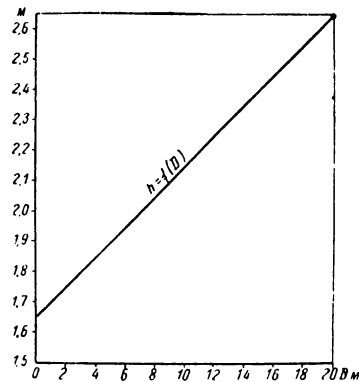


Рис. 9

минимальное в практике проектирования кинотеатров превышение луча зрения в  $6 \text{ см} = 0,06 \text{ м}$ , получим, учитывая высоту глаз зрителя в  $1,65 \text{ м}$  (это отвечает средней высоте —  $1,8 \text{ м}$  — стоящего зрителя),

что нижняя кромка экрана должна находиться на высоте

$$\left. \begin{aligned} h &= 1,65 + 0,06 \cdot 0,79D; \\ h &= 1,65 + 0,05D. \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

На рис. 9 приведена зависимость  $h=f(D)$ , справедливая, конечно, для цилиндрического экрана, состоящего из 11 частичных экранов. Как следует из этой зависимости, при выбранном значении  $D=17,3$  м для театра круговой кинопанорамы на ВДНХ СССР высота подвеса экрана должна составить около 2,5 м.

### 7. Конусный пояс экранов зала

При проектировании кинозала для демонстрации нового вида фильмов было решено использовать, кроме цилиндрического экрана (как в системе циркорамы), еще второй конусообразный экран, расположенный над первым.

На этом конусообразном экране могут показываться киноизображения, связанные тематически с демонстрируемым на первом экране фильмом, или же самостоятельные кинофрагменты. Предусматривается также возможность демонстрации фильмов на обоих экранах одновременно и использование только одного яруса экранов — нижнего или верхнего.

Как было уже отмечено, верхний экран представляет пояс не цилиндра, а конуса. Это объясняется необходимостью обеспечить соответствующие условия видности на нем киноизображений. Выше было уже отмечено, что верхнюю кромку цилиндрического экрана (см. рис. 5) зритель во избежание утомления должен рассматривать под углом не менее  $45^\circ$ . Это условие определило, в частности, наименьшее расстояние зрителя от ближайшего частичного экрана, которое, как было рассчитано, равно высоте последнего.

Если над первым экраном расположить второй пояс экранов, то каждый из последних необходимо наклонить так, чтобы наиболее близкий к ним зритель рассматривал верхнюю кромку нового конусообразного экрана под углом также не менее  $45^\circ$  (рис. 10).

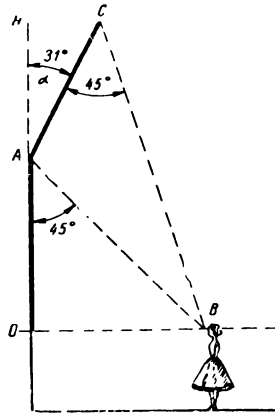
Примем в целях упрощения расчетов, что голова зрителя, ближайшего к экрану,

находится на уровне нижней кромки цилиндрического экрана. Из треугольника

$AOB$  следует, что сторона  $AB = \frac{AO}{\cos 45^\circ}$ ,

а так как по условию  $AO = 0,73 \frac{\pi D}{n}$ , то

$$AB = \frac{0,73 \frac{\pi D}{n}}{0,71} \approx \frac{\pi D}{n}.$$



Учитывая, что высота конусообразного верхнего экрана такая же, как и цилиндрического нижнего, т. е.  $AC = H = 0,73 \frac{\pi D}{n}$ , найдем величину угла  $ABC$  из

Рис. 10

соотношения  $\frac{AB}{\sin 45^\circ} = \frac{AC}{\sin ABC}$ , следовательно,

$$\angle ABC = \arcsin \frac{0,73 \frac{\pi D}{n} \cdot 0,71}{\frac{\pi D}{n}} = 31^\circ.$$

Из рис. 10 непосредственно следует, что  $\angle CAO = 149^\circ$ , а следовательно, угол наклона конусного экрана относительно цилиндрического  $\alpha = 31^\circ$ .

### 8. Звуковое сопровождение фильмов круговой кинопанорамы

В американской системе циркорамы звуковое сопровождение фильмов осуществляется с помощью одного электроакустического канала или же предусматривает переменную (или параллельную) работу двух самостоятельных систем звукопередачи. Звук воспроизводится с отдельной (магнитной) пленки шириной 17,5 мм, которая продвигается в особом магнитофоне синхронно с одиннадцатью киноплёнками в кинопроекторных аппаратах. В театрах циркорамы громкоговорители располагаются в центре зала у потолка, поэтому независи-

мо от того, на каком из частичных экранов демонстрируется звучащий объект, зрители слышат звук, направленный сверху. В то же время цилиндрический экран позволяет обеспечить значительно более совершенное звучание, когда звук перемещается в пространстве кинозала вокруг зрителей в необходимых направлениях.

Для звукового сопровождения фильмов круговой кинопанорамы была использована применяющаяся для кинопанорамы девятиканальная система звукопередачи. Семь каналов выделены для обслуживания заэкраных говорителей, один канал — для говорителей потолка зала и один — для говорителей пола. Так как экранов (считая каждый верхний и нижний частичные экраны за один) всего 11, то часть заэкраных говорителей включается параллельно друг другу. Высокое качество звучания обеспечивается благодаря использованию магнитной записи звука и широкополосных громкоговорителей. Громкоговорители, устанавливаемые в полу кинозала, не имеют высокочастотного элемента, так как предназначены для воспроизведения звуков низкой частоты (шум машин и т. п.).

Скорость перемещения пленки в аппаратуре круговой кинопанорамы при частоте 25 кадр/сек составляет 475 мм, поэтому в лентопротяжных механизмах аппаратов записи и перезаписи кинопанорамы должны быть предусмотрены редукторы (с передачей 3 : 2), так как скорость движения пленки для панорамных фильмов — 712,5 мм/сек. Кроме того, в используемых 9-канальных трактах записи-воспроизведения звука панорамных фильмов следует изменить электрические коррекции с учетом меньшей скорости магнитной ленты.

### 9. Применение „вертикального“ анаморфота в круговой кинопанораме

В заключение отметим, что число кинопроекторных и съемочных аппаратов в советской системе круговой кинопанорамы может быть уменьшено до 11, если при съемке и проекции сферические объективы киноаппаратов снабдить анаморфотными насадками, работающими, однако, не в го-

ризонтальном (как обычно), а в вертикальном направлении. В этом случае условия работы съемочной и проекционной насадок будут достаточно благоприятными, так как анаморфирование производится в вертикальном направлении, а вертикальные углы поля изображения объектива составляют около 75% горизонтальных. Так, для применяемых в советской круговой кинопанораме съемочных объективов с  $F = 35$  мм могут быть использованы анаморфотные насадки НАС завода «Ленкинап» для объективов с  $F = 40$  мм, а для объективов кинопроекторов круговой кинопанорамы с  $F = 75$  мм — насадки НАП, предназначенные для проекционных объективов с  $F = 80—120$  мм.

На ЦСДФ оператор Б. В. Тимофеев провел необходимые переделки киносъемочных аппаратов «Конвас», установленных на съемочном агрегате круговой кинопанорамы, причем использовал анаморфотные насадки к киносъемочным объективам ленинградского завода «Кинап».

Опыты демонстрации анаморфотных фильмов с помощью 11 кинопроекторов в кинотеатре круговой кинопанорамы на ВДНХ СССР в Москве показали благоприятные результаты.

\* \*  
\*

Проведенный выше выбор основных параметров системы круговой кинопанорамы позволил разработать аппаратуру для съемки и демонстрации кругорамных фильмов, а также оборудовать кинотеатры кругорам, один из которых с 20 июня 1959 г. успешно эксплуатируется на ВДНХ СССР, а другой — с мая 1960 г. на Советской выставке в Праге. Описание этой аппаратуры и кинотеатра было приведено в специальной литературе [3, 4, 5].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Голдовский Е. М., Форма и размеры кинозала, Госкиноиздат, 1947.
2. Голдовский Е. М., Проблемы панорамно-го широкоэкранный кинематографа, „Искусство“ 1958.
3. Техника кино и телевидения, 1959, № 6.
4. Киномеханик, 1959, № 8.
5. American Cinematographer, 1960, № 1.



## ПЕРВИЧНОЕ ЦВЕТОДЕЛЕНИЕ И ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ СЛОЕВ ПРИ ПРОЯВЛЕНИИ ЦВЕТОФОТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Исследована роль явления взаимного влияния слоев в процессе цветоделения и показано, что оно равноценно автоматическому маскированию, заметно улучшающему качество цветовоспроизведения. Показано, что синтез позитивного изображения гидротипными красителями обеспечивает более строгое цветоделение, нежели синтез красителями многослойного позитива. Исследование цветоделения выполнено графически путем построения полос цветоделения по Н. Д. Ньюбергу.

### Введение

Аналитическая, или цветоделительная, стадия цветофотографического процесса [1] является безусловно наиболее важной из всех его стадий, как единственная, на которой в процесс вводится информация об объекте фотографирования (оригинале). Происходящее на этой стадии цветоделение, которое ввиду его особой роли следует называть первичным, осуществляется в момент контакта оптического изображения оригинала со светочувствительным слоем (слоями), приводя к образованию скрытых цветоделенных изображений. Проявление этих изображений в случае, когда для первичного цветоделения применяются многослойные цветофотографические материалы, приводит к невольному объединению двух физически совершенно независимых явлений: собственно цветоделения и взаимного влияния слоев при проявлении [2]. Характер цветоделения исчерпывающе определяется спектральным распределением светочувствительности элементарных слоев многослойного материала. Взаимное влияние слоев при проявлении зависит от протекающих в этих слоях при их обработке диффузионных процессов. Это последнее явление, принадлежащее, по существу, к градационной стадии, оказывается одновременно одним из факторов процесса цветоделения, а следовательно, должно рассматриваться с обеих точек зрения.

Химико-фотографическая сторона (градационный аспект) этого явления исследована достаточно подробно [2, 3]. Роль же его в процессе цветоделения неясна. Берендт [4] называет это явление «мешающим побочным эффектом». Однако Троланд [5] значительно ранее предложил цветофотографический процесс на двухслойной пленке, в которой автоматическое исправление цветовых искажений достигается за счет явле-

ния, весьма напоминающего взаимное влияние слоев. Тильс [6] показал, что это явление приводит к расширению цветового охвата многослойных материалов. Одной из задач настоящей работы являлось установление роли взаимного влияния слоев при проявлении в процессе цветоделения.

Однако процесс цветоделения, как известно [1], не может рассматриваться в отрыве от процесса синтеза цветного изображения — репродукции. В настоящее время один и тот же негативный материал (многослойная цветная пленка) используется как с синтезом, основанным на красителях многослойной позитивной пленки, так и с гидротипным синтезом. Сопоставление цветоделения, осуществляемого многослойной негативной пленкой по отношению к обоим названным типам синтетического процесса, является второй задачей настоящей работы.

### 1. Полоса цветоделения и ее построение

Содержанием информации об оригинале, вводимой в цветофотографический процесс при цветоделении, является спектральное распределение энергии в излучениях, присутствующих в цветных полях оригинала. Полезную часть этой информации составляют излучения, цвета которых входят в цветовой охват красителей синтеза исследуемого процесса. Цвета всех остальных излучений этим процессом принципиально не могут быть воспроизведены, вследствие чего целесообразно заранее исключить их из рассмотрения.

Наиболее просто такое исключение может быть достигнуто кодированием информации об оригинале путем замены энергетической характеристики излучений его цветных полей их субтрактивными координатами, т. е. количествами красителей синтеза, необходимыми для физиологически

точного воспроизведения цвета присущих этим полям излучений [7].

Первичное цветоделение характеризуется связью между субтрактивными координатами цветных полей оригинала и изменением проходящего через эти поля (или отраженного от них) фотоактиничного потока, т. е. эффективной оптической плотностью этих полей в отношении применяемых негативных приемников. Математически оно может быть представлено как преобразование вектора поверхностных концентраций оригинала  $\vec{C}^o$  в вектор эффективных плотностей оригинала относительно негативных приемников  $\vec{D}^{no}$ :

$$\vec{D}^{no} = J \left( \frac{D_1^{no}, D_2^{no}, D_3^{no}}{C_1^o, C_2^o, C_3^o} \right) \cdot \vec{C}^o. \quad (1)$$

Оператором этого преобразования является якобиан<sup>1</sup>

$$J \left( \frac{D_1^{no}, D_2^{no}, D_3^{no}}{C_1^o, C_2^o, C_3^o} \right),$$

вычисление которого неосуществимо, так как фотографические процессы не интерпретируются в аналитической форме.

Артюшиным [8] было предложено считать оператором преобразования (1) линейную матрицу  $(\delta^{no})$ , определяемую посредством цветоделительных испытаний [9, 10, 11]. Эти испытания заключаются в экспериментальном нахождении эффективной плотности цветных полей методом фотографической фотометрии и установлении вида функций

$$D_{ik}^{no} = F_i(C_k^o)*. \quad (2)$$

<sup>1</sup> Якобианом преобразования от координат  $x, y, z$  к координатам  $u, v, w$  называется выражение

$$J \left( \frac{x, y, z}{u, v, w} \right) = \begin{vmatrix} \frac{\partial x}{\partial u} & \frac{\partial x}{\partial v} & \frac{\partial x}{\partial w} \\ \frac{\partial y}{\partial u} & \frac{\partial y}{\partial v} & \frac{\partial y}{\partial w} \\ \frac{\partial z}{\partial u} & \frac{\partial z}{\partial v} & \frac{\partial z}{\partial w} \end{vmatrix}.$$

\*) Индекс  $k$  здесь и в дальнейшем обозначает краситель оригинала ( $k=1$  — желтый,  $k=2$  — пурпурный и  $k=3$  — голубой), а индекс  $i$  обозначает светочувствительный приемник ( $i=1$  — синечувствительный,  $i=2$  — зеленочувствительный,  $i=3$  — красночувствительный).

Для достаточно селективных приемников эти функции линейны. Угловые коэффициенты прямых

$$D_{ik}^{no} = \delta_{ik}^{no} \cdot C_k^o, \quad (3)$$

являющихся их графиками (удельные эффективные плотности  $\delta_{ik}^{no}$ ), и называются цветоделительными характеристиками, а составленная из них матрица  $(\delta^{no})$  — матрицей цветоделительных характеристик. Если значения  $\delta_{ik}^{no}$  не зависят от  $C_k^o$ , матрица  $(\delta^{no})$  может быть легко вычислена. Однако подобное допущение справедливо лишь применительно к вторичному цветоделению [12], и то если оно осуществляется с помощью достаточно строгих светофильтров<sup>1</sup>. При первичном цветоделении, где вопрос о величине экспозиции является одним из важнейших, применение очень селективных приемников обычно невозможно, вследствие чего использование линейного преобразования приводит при вычислениях к существенным ошибкам. Предложенные Артюшиным и Семеновой квадратичные формулы [13], хотя и обеспечивают получение более точных результатов, но их применение очень усложняет вычисления.

Нюбергом [1] была предложена графическая интерпретация преобразования (1) путем построения полос цветоделения.

Вследствие взаимного перекрытия областей спектрального светопоглощения красителей синтеза функция (2) не однозначна. При одном и том же значении  $C_k^o$  она имеет минимальное значение  $[D_{ik}^{no}]_{\min}$  в том случае, когда в цветном поле находится только один выделяемый краситель, и максимальное  $[D_{ik}^{no}]_{\max}$ , если этому красителю сопутствуют два других в наибольших для данного процесса количествах. Часть плоскости  $C^o, D^{no}$ , заключенная между графиками функций  $[D_{ik}^{no}]_{\min}$  и  $[D_{ik}^{no}]_{\max}$  и прямыми  $C^o=0$  и  $C^o=C_{\max}$ , называется полосой цветоделения. Сочетание девяти таких полос является графическим эквивалентом преобразования (1) и исчерпывающе описывает любое цветоделение.

Для построения полосы цветоделения в

<sup>1</sup> Только для монохроматических светофильтров  $\delta_{ik}^{no} = \text{const}$  для любых  $C_k^o$ .

Таблица 1

Строение тест-оригинала

№ п/п	Шкала	Паспорт	
		светофильтр	диафрагма („свет“)
1	Желтая $C_1^0 = k_1 \cdot n \dots$	—	10
2	Синяя $C_1^0 = k_1 \cdot n \dots$	$C_2^0 \approx C_3^0 \approx C_{\text{макс}}$	10
3	Пурпурная $C_2^0 = k_2 \cdot n \dots$	—	10
4	Зеленая $C_2^0 = k_2 \cdot n \dots$	$C_1^0 \approx C_3^0 \approx C_{\text{макс}}$	10
5	Голубая $C_3^0 = k_3 \cdot n \dots$	—	10
6	Красная $C_3^0 = k_3 \cdot n \dots$	$C_1^0 \approx C_2^0 \approx C_{\text{макс}}$	10
7	Градационная $C_1^0 = k_1 \cdot n$ $C_2^0 = k_2 \cdot n; C_3^0 = k_3 \cdot n$	—	10
8	Нейтральная (серебряная) $D_n = k \cdot n \dots$	—	18

\*  $k$  — константа,  $n$  — номер поля шкалы.

настоящей работе использовался тест-оригинал для графического анализа цветовоспроизведения [14]. Этот тест состоит из цветных шкал-клиньев, образованных каждым отдельно взятым красителем синтеза (желтым, пурпурным, голубым). Одноименные клинья повторяются дважды: без светофильтра и со светофильтром из двух других красителей синтеза, взятых в количествах, близких к максимуму возможным в рамках данного процесса. Так как получение негатива этого теста осуществлялось контактной печатью на кинокопировальном аппарате (во избежание влияния на цветоделение светорассеяния при съемке), то эти светофильтры были изготовлены в виде желатиновых фольг и смонтированы в цветовом паспорте. Кроме того, в состав теста входят градационная шкала [1, 14], получаемая одновременным пропорциональным изменением количества всех трех красителей синтеза, и нейтральная (серебряная), служащая для построения характеристической кривой (кривых) негативного материала. Эта последняя шкала экспонируется при восемнадцатой диафрагме паспорта («18-й свет»), в то время как все остальные — при десятой («10-й свет») с целью получения на сенситограмме негативного материала более высоких концентраций красителей, чем в негативах всех остальных шкал<sup>1</sup>. Такой прием необходим, так как вследствие влияния слоев в некоторых случаях получают отрицательные значения эффективных оптических плотностей  $D_{ik}^{no}$ . Поля всех шкал имеют размер кинокадра. Строение тест-оригинала схематически показано в табл. 1.

<sup>1</sup> Изменение освещенности кадрового окна кинокопировального аппарата при переходе от 18-го к 10-му свету равноценно введению оптической плотности  $\Delta D = 0,25$ .

Тест-оригинал был выполнен в двух вариантах: из красителей многослойной позитивной пленки и красителей гидротипного синтеза (техника его изготовления подробно описана в [15]). Для получения негатива была использована пленка ДС-2, причем спектральный состав света при печати был изменен с помощью коррекционных светофильтров таким образом, чтобы обеспечить совпадение характеристических кривых этой пленки, выраженных в единицах ФЭСП по Гороховскому [16]. Концентрации красителей в оригинале и в негативе определялись спектрофотометрически и выражались в относительных единицах ( $c = 1$  при  $D_{\lambda_{\text{макс}}} = 1$ ) [17]. Эффективные плотности цветных полей оригинала определялись посредством фотографического фотометрирования так же, как это делается при цветоделительных испытаниях [10, 11]. Принцип построения полос цветоделения наглядно показан на рис. 1.

В квадранте II по отпечатку нейтральной шкалы построена характеристическая кривая одного из элементарных слоев многослойного негативного материала  $C_i^n = f(D_n)$ , причем нулевая точка по оси  $D_n$  смещена на  $\Delta D = -0,25$  в соответствии

со сказанным выше. В квадранте III строится функция  $C_i^u = f(C_k^o)$  для какой-либо из шкал оригинала. Кривая  $a$  соответствует шкале с дополнительным светофильтром, а кривая  $b$  — шкале индивидуального красителя. Значения  $C_k^o$  переносятся с оси ординат квадранта III на ось абсцисс квадранта I с помощью биссектрисы координатного угла. Так как  $D_k \equiv D^{uo}$ , то в квадранте I автоматически получают графики функций

$[D_{ik}^{uo}]_{\min} = f(C_k^o)$  и  $[D_{ik}^{uo}]_{\max} = F - (C_k^o)$ , образующих полосу цветоделения.

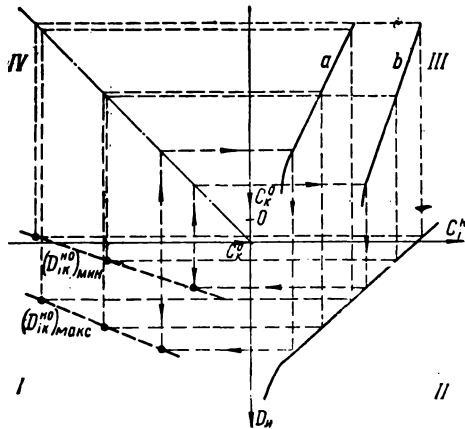


Рис. 1. Схема, иллюстрирующая способ построения полос цветоделения

Квадранты I и II на рис. 1 совпадают с одноименными квадрантами диаграммы цветовоспроизведения [14], чем и объясняется необычное направление оси  $D_k$  (положительное — вниз).

## 2. Цветоделительные искажения и взаимное влияние слоев

Главной причиной цветовых искажений, как уже отмечалось выше, является взаимное перекрытие областей спектрального светопоглощения красителей синтеза. По этой причине ни один фотографический приемник, сколь бы узок ни был спектральный интервал его светочувствительности, не может регистрировать только изменение концентрации того красителя, выделением которого на репродукции он должен управ-

лять («выделяемого» красителя), так как другие красители, выделением которых этот приемник управлять не должен («невывделяемые» красители), также поглощают свет в данной спектральной области. Каждому цветоделенному изображению, возникшему вследствие модуляции светового потока «выделяемым» красителем, сопутствуют таким образом два добавочных негативных изображения, образующиеся за счет модуляции этого потока «невывделяемыми» красителями. Наличие таких дополнительных («вредных») негативных изображений и обуславливает цветоделительные искажения.

Устранение таких искажений достигается применением масок [18]. Сущность этого приема заключается в уничтожении каждого «вредного» негативного изображения путем добавления к негативу в момент печати позитивного изображения (маски), управляемого тем же красителем синтеза, что и данное вредное изображение, и имеющего равный с ним контраст. Таким путем вредное изображение превращается в светофильтр, действие которого в процессе печати легко компенсируется.

Конечный результат взаимного влияния слоев при проявлении состоит в том, что с ростом концентрации красителя в одном из элементарных слоев концентрации красителя в двух других слоях убывают, т. е. образование в одном из слоев негативного изображения сопряжено с образованием в других слоях позитивных изображений, управляемых тем же световым потоком, что и негативное. Иначе говоря, можно сказать, что за счет взаимного влияния слоев при проявлении в элементарных слоях автоматически образуются маскирующие позитивные изображения, уменьшающие собственные этому материалу цветоделительные искажения.

Средством экспериментального обнаружения роли вышеназванного явления в процессе цветоделения является сопоставление полос цветоделения для элементарных слоев многослойной пленки и тех же слоев, полных отдельно (однослойных поливов). При равенстве спектрального распределения фотоактивных потоков в обоих случаях наблюдаемое различие полос цветоделения является мерой маскирующего действия взаимного влияния слоев.

С этой целью в тех же условиях, в каких был получен негатив теста на многослойной пленке, были получены цветоделенные негативы на однослойных поливах. Для достижения равенства фотоактивных потоков были подобраны специальные светофильтры, имитирующие светопоглощение слоев, лежащих выше данного в многослойной пленке.

Это светопоглощение ( $D_\lambda^c$ ) определялось по разности логарифмических кривых спектральной светочувствительности элементарного слоя многослойной пленки ( $\lg S_\lambda^m$ ) и соответствующего однослойного полива ( $\lg S_\lambda^o$ ),

$$D_\lambda^c = \lg S_\lambda^o - \lg S_\lambda^m \pm C \quad (4)$$

(постоянная  $C$  компенсирует различие исследуемых фотослоев по общей светочувствительности).

Для осуществления имитирующих светофильтров были использованы красители многослойного негатива [19] и коррекционных светофильтров [20]. В основу выбора спектральных свойств светофильтров было положено предположение, что для равенства фотографического эффекта в соответствующих слоях достаточно, чтобы их кривые поглощения имели не менее трех точек пересечения с кривыми  $D_\lambda^c$  (это предположение основано на известной теореме Ньюберга о трех точках [1]).

Строение светофильтров, использованных в данной работе, дано в табл. 2.

Совпадение светопоглощения фильтров и слоев, которые они имитируют, показано

на рис. 2, где для сравнения приведены также соответствующие кривые спектральной светочувствительности.

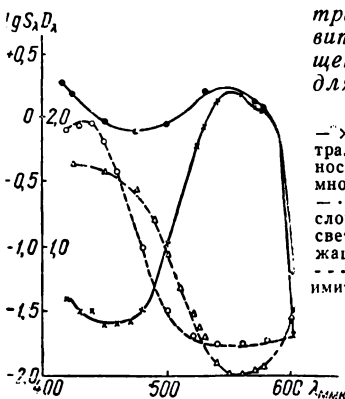
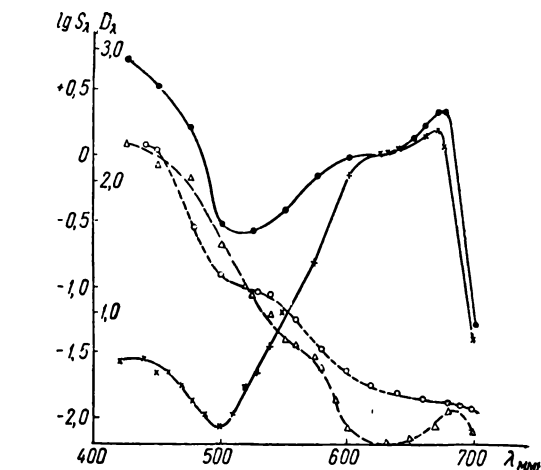


Рис. 2. Кривые спектральной светочувствительности и поглощения светофильтров для среднего (внизу) и нижнего слоев

—x—x—x— кривая спектральной светочувствительности элементарного слоя многослойной пленки; — — — — — то же для однослойного полива; —Δ—Δ—Δ— светопоглощение слоев, лежащих выше данного; —o—o—o— светопоглощение имитирующего светофильтра

Таблица 2

Строение имитирующих светофильтров

Краситель	Светофильтр	
	для среднего слоя	для нижнего слоя
Негативный желтый $C_1^H$ . . . .	1,17	—
Негативный пурпурный $C_2^H$ . . . .	—	0,98
Коррекционный желтый . . . .	90% ( $D_{\lambda_{\max}} = 0,76$ )	218% ( $D_{\lambda_{\max}} = 1,67$ )
Коррекционный голубой . . . .	40% ( $D_{\lambda_{\max}} = 0,38$ )	10% ( $D_{\lambda_{\max}} = 0,10$ )

На рис. 3 изображены полосы цветоделения для однослойных поливов (слева) и многослойной пленки (в центре) относительно красителей гидротипного синтеза. В каждом квадранте изображены три полосы одного красителя синтеза относительно трех негативных приемников.

Сравнение полос цветоделения показывает, что при переходе от однослойных материалов к многослойному для всех

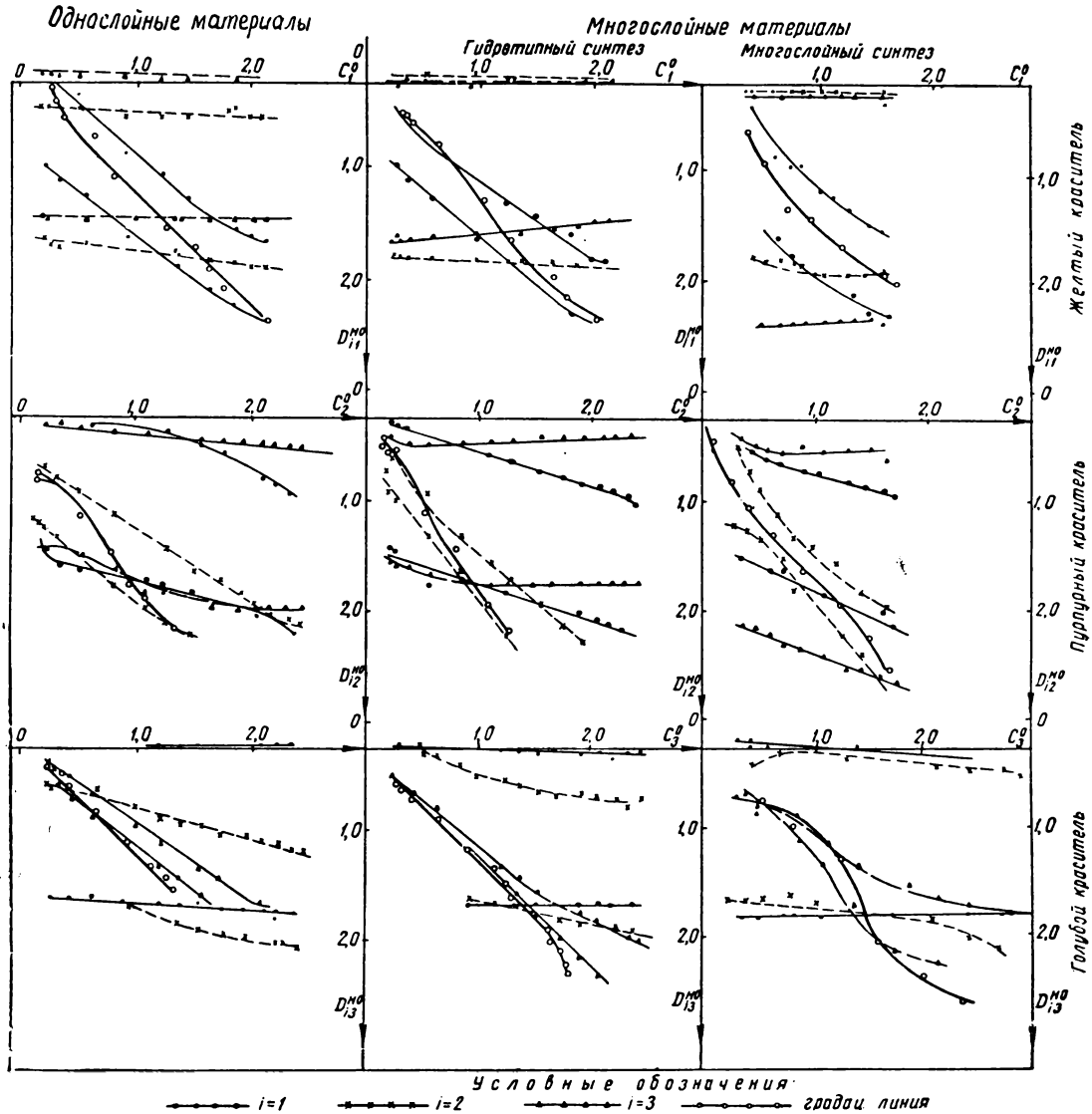


Рис. 3. Полосы первичного цветоразделения

красителей синтеза характерно сужение главной полосы ( $i = k$ ) и расширение побочных, сопровождающееся у последних также уменьшением наклона к оси  $C^o$ . Следовательно, с точки зрения цветоразделения явление взаимного влияния слоев действительно равноценно маскированию.

Конечно, при существующем положении вещей это маскирование не может привести к полной компенсации цветоразделительных искажений, однако оно заметно уменьшает их величину.

Мерой величины цветоразделительных искажений является ширина полосы цветоразделения  $\Delta D_{ik}^{no} = [D_{ik}^{no}]_{\max} - [D_{ik}^{no}]_{\min} = f(C_k^o)$ . Графики функций  $\Delta D_{ik}^{no} = f(C_k^o)$  могут быть легко построены по данным рис. 3, однако их истолкование ввиду недостаточности имеющегося экспериментального материала не может считаться надежным. Можно говорить только о том, что в некотором интервале значений  $C_k^o$  среднее значение  $\Delta D_{ik}^{no}$  в одном случае больше, чем в другом, и

соответственно оценивать качество цветоделения значением  $\Delta D_{ik}^{no}$  при каком-либо конкретном значении  $C_k^o$ .

В данной работе это значение принято равным единице, так как во всех проведенных нами опытах ему приблизительно соответствовала средняя точка характеристической кривой изучаемого элементарного слоя. В табл. 3 сопоставлены значения  $\Delta D_{ik}^{no}$  ( $i = k, C_k^o = 1$ ) для однослойных и

цветоделения верхнего слоя, несмотря на значительное сужение, все же остается очень широкой.

Это обстоятельство является, как нам кажется, дополнительным аргументом в пользу создания многослойных материалов с „перемещенными“ относительно сенсibilизаторов компонентами. Кроме того, при обработке многослойных материалов следует отдавать предпочтение проявляющим растворам с малой буферностью, так как взаимное влияние слоев в этом случае будет более ярко выражено.

Таблица 3

Изменение ширины полосы цветоделения вследствие взаимного влияния слоев

Слой	Ширина полосы цветоделения элементарного слоя при $C_k^o = 1$ и $i = k$		Сужение полосы цветоделения	
	однослойный полив $[\Delta D^{no}]'$	многослойный материал $[\Delta D^{no}]''$	абсолютное $[\Delta D^{no}]' - [\Delta D^{no}]''$	относительное $[\Delta D^{no}]' : [\Delta D^{no}]''$
Верхний . . .	0,74	0,47	0,27	1,57
Средний . . .	0,66	0,41	0,25	1,61
Нижний . . .	0,19	0,11	0,08	1,73

многослойных материалов, а также показано абсолютное и относительное сужение этих полос за счет взаимного влияния слоев.

Как видно из табл. 3, явление взаимного влияния слоев оказывает свое действие на все три слоя, причем относительное сужение полосы цветоделения возрастает от верхнего слоя к нижнему в соответствии с ухудшением условий проявления этих слоев настолько, что для нижнего слоя оно приводит даже к перемаскированию (график функции  $[D_{33}^{no}]_{\max}$  лежит ниже градиционной линии). Однако с точки зрения цветовоспроизведения более существенным является абсолютное сужение полосы цветоделения, которое для нижнего слоя очень мало, так как его полоса цветоделения вследствие малости спектрального светопоглощения желтого и пурпурного красителей в красной части спектра и так близка к идеальной. В то же время главная полоса

не лучшим качеством первичного цветоделения, а отсутствием вторичного [12], так как в этом случае получают черно-белые негативные изображения.

Сопоставление матриц цветоделительных характеристик [10, 11] для однослойных и многослойных материалов позволяет в общем прийти к таким же выводам. Однако криволинейность и непараллельность ряда граничных линий полос цветоделения приводят к некоторым затруднениям в определении значений  $\delta_{ik}^{no}$ , так как они меняются не только в зависимости от  $C_k^o$ , но и при переходе от любой из шкал к дополнительной ей по цвету. Матрицы ( $\delta^{no}$ ) для различных шкал, определенные в области малых и больших значений  $C_k^o$ , приведены в табл. 4. Матрицы эти настолько различны, что их арифметическое усреднение не представляется целесообразным. Для качественных заключений это, разумеется, не имеет значения. Однако использование мат-

Таблица 4

Шкалы тест-оригинала	Матрицы цветоделительных характеристик											
	Однослойные материалы						Многослойные материалы					
	малые значения $C_k^0$			большие значения $C_k^0$			малые значения $C_k^0$			большие значения $C_k^0$		
Желтая . . . . .	0,90	0,04	0,03	0,46	0,04	0,03	1,00	-0,01	0,00	0,60	-0,01	0,00
Пурпурная . . . . .	0,00	0,69	0,25	0,54	0,69	0,08	0,30	1,22	0,10	0,30	0,86	-0,05
Голубая . . . . .	0,00	0,28	0,79	0,00	0,28	0,66	0,04	0,37	0,82	0,04	0,16	0,60
Синяя . . . . .	0,78	0,12	0,00	0,60	0,12	0,00	0,83	0,04	-0,09	0,83	0,04	-0,09
Зеленая . . . . .	0,29	0,90	0,45	0,29	0,58	0,13	0,32	1,28	0,27	0,32	1,28	-0,02
Красная . . . . .	0,09	0,36	0,83	0,09	0,16	0,83	0,00	0,20	0,99	0,00	0,20	0,99

риц ( $\delta^{no}$ ) для расчета, например, сенситометрических параметров внешнего маскирования [22] будет правомерно только в том случае, когда субтрактивные координаты сюжетно важной части оригинала лежат в пределах той же области, для которой определялись значения элементов матрицы.

Большинство объектов природы характеризуется малоизбирательным поглощением света, т. е. близкими значениями субтрактивных координат. Цветовоспроизведение таких объектов может быть в известной мере охарактеризовано фотографически усредненной матрицей цветоделительных испытаний, полученных для средних линий полос цветоделения по шкалам каждого из красителей при светофилтре из двух других в средних концентрациях ( $C \approx 1$ ) [10, 11]. Однако такой прием, по существу, характеризует не цветоделение как объективное свойство цветофотографического процесса, но лишь одну из возможностей использования этого процесса, связанную к тому же с неполным использованием и без того ограниченного цветового охвата. Напротив, преобразование (1) или его графический эквивалент — полосы цветоделения — объективно характеризуют потерю информации на цветоделительной стадии цветофотографического процесса для любых оригиналов, цвета которых входят в цветовой охват синтеза. При исследованиях в этой области такой способ кажется нам более конструктивным.

### 3. Полосы цветоделения для многослойного и гидротипного синтезов

Второй частью настоящего исследования являлось сопоставление цветоделения, осу-

ществляемого многослойным негативным материалом по отношению к синтезу красителями многослойной позитивной пленки и гидротипными красителями. Спектральные кривые поглощения всех этих красителей изображены на рис. 4. Полосы цветоделения для синтеза красителями многослойного позитива изображены на рис. 3 (правые квадранты).

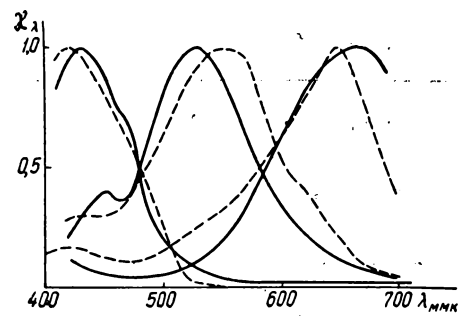


Рис. 4. Спектральные кривые поглощения красителей многослойного позитива (сплошная линия) и гидротипных (пунктир)

Сравнение их конфигурации с таковой для случая гидротипного синтеза (см. рис. 3, центральные квадранты) показывает явное преимущество последнего. Полосы цветоделения при гидротипном синтезе уже и менее искривлены, чем при многослойном.

В последнем случае заметному искривлению подвергаются даже линии  $[D_{ik}^{no}]_{\max}$ , при гидротипном синтезе всегда являющиеся прямыми.

Особенно обращает на себя внимание сильное искривление графиков функций



$[D_{33}^{no}]_{\text{мин}}$ . Причина этого явления выясняется при рассмотрении графика функций  $[\lg S_{\lambda}^n]_3 - [x_{\lambda}^n]_3 = \varphi_{\lambda}^1$  для нескольких значений  $C_3^0$  (например, 0, 1, 2). Эти графики для случая, когда  $C_3^0$  принадлежит к гидротипному синтезу, изображены на рис. 5.

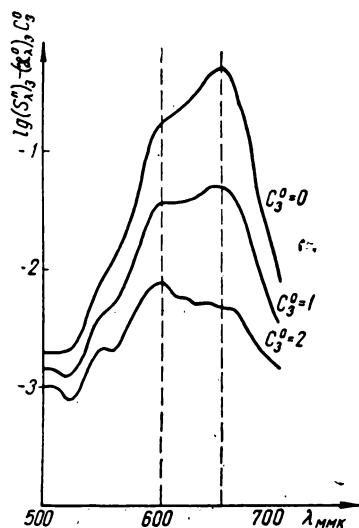


Рис. 5. Спектральное распределение фотоактивных потоков для нижнего слоя многослойной негативной пленки при воспроизведении голубой шкалы тест-оригинала.

Очевидно, что между сенсibilизацией нижнего слоя многослойной пленки и спектральным светопоглощением голубого красителя гидротипного синтеза нет необходимого соответствия, так как функция  $\varphi(\lambda)$  имеет два максимума, соотношение абсолютных значений которых меняется с ро-

стом  $C_3^0$ . Производная  $\frac{\partial D_{33}^{no}}{\partial C_3^0}$  в области ма-

лых значений  $C_3^0$  зависит главным образом от максимума при 650 мкм, а при больших — от максимума при 600 мкм. Этот

<sup>1</sup>  $x_{\lambda}$  — удельный монохроматический показатель поглощения красителя. Излучение источника мы считаем эквиэнергетическим, что в данном случае не вносит ошибки.

последний максимум с ростом  $C_3^0$  убывает медленнее первого, так как  $[x_{600}^0]_3 < [x_{650}^0]_3$ . Поэтому функция  $[D_{33}^{no}]_{\text{мин}}$  возрастает тем медленнее, чем больше  $C_3^0$ . Спектральная кривая поглощения голубого красителя многослойной пленки в интервале 500—600 мкм идет ниже, чем у гидротипного, а в интервале 650—700 мкм — выше. Следовательно, в этом последнем случае искривление функций  $[D_{33}^{no}]_{\text{мин}}$  должно быть больше, чем при гидротипном синтезе, распространяясь даже на функцию  $[D_{33}^{no}]_{\text{макс}}$ , что и наблюдается экспериментально (см. рис. 3). Причина этого искажения цветоделения кроется в наличии на кривой  $[S_{\lambda}^n]_3$  добавочного максимума (см. рис. 2).

Аналогичными рассуждениями, не приводимыми здесь за недостатком места, можно показать, что искривление обеих линий  $[D_{11}^{no}]$  в случае многослойного синтеза (в гидротипном эти линии почти прямые) обусловлено тем, что кривая поглощения желтого красителя многослойного синтеза, сдвинутая к длинноволновому концу спектра относительно желтого гидротипного (см. рис. 5), хуже согласуется со спектральной светочувствительностью верхнего слоя многослойной негативной пленки.

По-видимому, именно с целью устранения этих несогласований в цветоделении, опирающемся на синтез красителями многослойного позитива, Беллон [23, 24] и предложил применять специальный съемочный светофильтр, поглощающий коротковолновые излучения (ультрафиолетовые, фиолетовые и частично синие) и узкую область спектральных желтых (около 580—590 мкм).

## Выводы

1. Исследовано первичное цветоделение, происходящее при съемке на многослойных негативных материалах относительно синтеза красителями многослойного позитивного материала и гидротипными красителями. Для характеристики процесса цветоделения применено построение полос цветоделения по Н. Д. Нюбергу и описана методика определения формы этих полос.

2. Показано, что гидротипный синтез гораздо лучше согласуется со спектральной

светочувствительностью многослойных негативных пленок, чем синтез красителями многослойного позитива, вследствие чего в первом случае осуществляется более строгое цветоделение.

3. Показано, что явление взаимного влияния слоев при проявлении многослойного негатива приводит к автоматическому маскированию, заметно улучшающему качество цветоделения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нюберг Н. Д., Теоретические основы цветной репродукции, „Советская наука“, 1947.
2. Балабуха Д. К., Гороховский Ю. Н., Успехи научной фотографии, 1954, 2, стр. 119.
3. Гороховский Ю. Н., Спектральное исследование фотографического процесса, гл. VII, Физматгиз (в печати).
4. Behrendt W., Veröffentlichungen d. wiss. Photo-Lab., Agfa, 1951, 7, 29.
5. Troland, Monopack process, USP 1993576 (5. III. 1935).
6. Thiels, Zeitschrift für wiss. Photogr., 1952, 47, 106 и 246.
7. Нюберг Н. Д., Успехи научной фотографии, 1954, 2, стр. 134.
8. Артюшин Л. Ф., ЖНПФ и К, 1958, 3, стр. 125.
9. Нюберг Н. Д., Баранов Г. С., Овечкис Н. С., Успехи научной фотографии, 1954, 2, стр. 72.
10. Семенова Н. Ф., Техника кино и телевидения, 1957, № 10, стр. 45—54.
11. Семенова Н. Ф., Техника кино и телевидения, 1958, № 4, стр. 52—57.
12. Балабуха Д. К., Техника кино и телевидения, 1959, № 7, стр. 11—18.
13. Артюшин Л. Ф., Семенова Н. Ф., ЖНПФ и К, 1959, 4, стр. 20—31.
14. Балабуха Д. К., Графический анализ цветовоспроизведения, Успехи научной фотографии, 8 (в печати).
15. Балабуха Д. К., Левенберг Т. М., Локуциевская Л. К., Христинина Г. Н., Труды ЛИКИ (в печати).
16. Вифанский Ю. К., Гороховский Ю. Н., Конюшкова И. Н., Успехи научной фотографии, 1957, 5, стр. 139.
17. Гороховский Ю. Н., Балабуха Д. С., Левенберг Т. М., Успехи научной фотографии, 1954, 2, стр. 96—102.
18. Овечкис Н. С., Артюшин Л. Ф., Техника кино и телевидения, 1957, № 9, стр. 45—55.
19. „Свойства фотографических материалов на прозрачной подложке“, Сенситометрический справочник под ред. Ю. Н. Гороховского и С. С. Гилева, Гостехтеоретиздат, 1955, стр. 31—32.
20. Мертц К. Л., Цветная фотография, Госкиноиздат, 1949, стр. 89.
21. Клейн А., Цветная кинематография, Госкиноиздат, 1939.
22. Артюшин Л. Ф., Техника кино и телевидения, 1958, № 2, стр. 13—21.
23. Bellone R., Photo-revue, 1957, 69, 265—274.
24. Bellone R., Photo-revue, 1958, 70, 29—31.

#### ФИЛЬМООЧИСТИТЕЛЬНАЯ МАШИНА

По техническому заданию Главного управления кинофикации и кинопроката Министерства культуры РСФСР конструкторским бюро Саратовского киномеханического завода использована конструкторская разработка А. Д. Нюхалова и изготовлены рабочие чертежи малогабаритной универсальной фильмоочистительной машины для фильмобаз кинопроката.

Опытный экземпляр машины изготовлен заводом и успешно прошел эксплуатационные испытания.

Машина позволяет очищать от загрязнения и за-

масливания фильмокопии на 35- и 16-мм кинопленках как сухим, так и мокрым способом. Производительность машины — до 3000 м в час.

В план Саратовского киномеханического завода на 1961 г. включено серийное изготовление фильмоочистительных машин.

Оснащение фильмобаз кинопроката фильмоочистительными машинами позволит механизировать технологический процесс очистки фильмокопий и значительно повысить производительность.

В. К.

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТРЕБУЕМОЙ ВЕЛИЧИНЫ И ДОПУСТИМОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ОСВЕЩЕННОСТИ КИНОЭКРАНА

Дается методика решения задачи о том, какими должны быть величина и равномерность освещенности киноэкрана, чтобы обеспечить требуемые уровень и равномерность яркости его для всех или возможно большей части зрителей. Приводится численный пример решения этой задачи применительно к широкоэкранный киноустановке с растровым экраном НИКФИ. Указывается методика поверочного расчета яркости экрана для критических точек наблюдения.

### 1. Введение

Одним из важнейших факторов, от которых зависит качество кинопроекции, является яркость киноэкрана. Задача заключается в том, чтобы обеспечить требуемые уровень и равномерность яркости экрана для всех зрителей при наименьшем световом потоке кинопроектора.

Оптимальное решение этой задачи может быть, очевидно, получено только при правильном сочетании трех факторов: а) яркостных характеристик экрана; б) расположения зрительских мест и в) величины светового потока кинопроектора и его распределения по площади экрана.

Это сочетание целесообразно производить в следующей последовательности: 1) задавшись предварительно расположением зрительских мест, выбрать такие наиболее подходящие тип, расположение и форму поверхности экрана, чтобы обеспечить в наибольшей возможной мере требуемую яркость экрана для всех зрителей при наименьшей требуемой величине светового потока кинопроектора и при технически достижимой равномерности его распределения по площади экрана; 2) исходя из фактических яркостных характеристик выбранного типа экрана и намеченного расположения зрительских мест определить и насколько возможно обеспечить требуемые величину и характер распределения светового потока кинопроектора; 3) исходя из фактически имеющих место величины и распределения светового потока кинопроектора и яркостных характеристик выбранного типа экрана определить фактические уровень и равномерность яркости экрана для критических точек наблюдения и уточнить расположение зрительских мест.

Первая и третья части задачи — выбор типа экрана и расположения зрительских

мест — возникают и решаются при проектировании кинотеатров.

Вторая часть задачи возникает и решается как при проектировании светооптических систем кинопроекторов, так и при эксплуатации киноустановок. Средствами решения этой части задачи являются: при проектировании — выбор элементов светооптической системы; в эксплуатации — регулировка режима горения источника света и взаимного расположения элементов осветительной системы.

Из указанных трех частей задачи по обеспечению нормируемой яркости экрана требуются расчеты и рассматриваются в данной работе только две последние части. Что касается первой части задачи — выбора типа экрана (из числа известных типов, здесь не имеется в виду расчет и создание специального типа экрана), то она решается практически без затруднений и однозначно в зависимости от площади экрана и формы зрительного зала, поскольку имеется всего лишь несколько резко отличных по своим яркостным характеристикам типов экранов. Итак, двумя задачами настоящей работы являются:

1) определение требуемого уровня и рационального характера изменения освещенности по площади экрана по заданным яркостным характеристикам экрана и расположению зрительских мест;

2) поверочный расчет яркости экрана для критических точек наблюдения при заданной (фактической) освещенности экрана.

Вторая задача может рассматриваться с точки зрения методики расчета как обратная первой. Поэтому основным содержанием работы является методика решения первой задачи.

Постановка этой задачи может быть существенно упрощена. Дело в том, что практически допустимо и целесообразно заме-

нить требование о рациональном характере изменения освещенности значительно более простым для расчета и реализации требованием об обеспечении лишь определенной равномерности освещенности экрана. Это объясняется, во-первых, невысокой требуемой точностью характера изменения освещенности. Во-вторых, фактическая кривая изменения освещенности всегда является монотонно убывающей от центра экрана к его периферии и близка к параболе. Как показывают расчеты, это приблизительно совпадает с требуемой кривой освещенности экрана.

Условимся здесь под равномерностью освещенности экрана понимать отношение значений освещенности в крайней боковой и центральной точках экрана. Тогда первая задача сводится к определению требуемых значений освещенности в двух названных точках экрана.

## 2. Методика определения требуемой величины освещенности в заданной точке экрана

Исходными данными для определения требуемой величины освещенности  $E$  в некоторой точке экрана являются требуемая (нормируемая) величина яркости  $B$  экрана в этой точке и яркостные характеристики его.

Задача решается просто только в случае постоянства значения коэффициента яркости  $r$  экрана в пределах используемого угла светорассеяния. В этом случае

$$E = \frac{\pi B_{(кт)}}{r}, \text{ или } E = \frac{B_{(асб)}}{r}. \quad (1)$$

В общем же случае применения экранов с переменным значением коэффициента яркости в пределах используемого угла светорассеяния (в том числе расстровых) задача по определению требуемой освещенности экрана существенно усложняется. Дело в том, что при любом конкретном значении освещенности какого-либо участка эк-

рана яркость этого участка будет различной для разных точек наблюдения (зрительских мест). В этих условиях наиболее целесообразным значением освещенности будет такое, при котором яркость рассматриваемого участка экрана будет находиться в нормируемых пределах (от  $B_{\text{макс}}$  до  $B_{\text{мин}}$ ) для всех точек наблюдения. Это целесообразное или требуемое значение освещенности зависит от большого числа факторов (от яркостных характеристик экрана и его формы, от взаимного расположения кинопроектора, экрана и зрительских мест и др.) и не может быть определено в общем виде. Оно может быть найдено лишь в виде компромисса из значений освещенности, соответствующих предельно допустимым значениям яркости для нескольких основных и критических точек наблюдения.

Методика определения компромиссного значения освещенности в какой-либо точке  $A$  экрана заключается в следующем (рис. 1).

Пусть требуется, чтобы яркость экрана в точке  $A$  находилась в пределах от  $B_{\text{мин}}$  до  $B_{\text{макс}}$  для всех зрителей. Фотометрические поверхности этих яркостей представлены на рис. 1 в виде частей сфер соответствующих радиусов.

Выберем несколько основных и критических точек наблюдения, например середины  $M_1$  и  $M_D$  первого и последнего рядов зрительских мест и крайние места  $M_п$  и  $M_н$  первого ряда.

Так как яркостные характеристики экрана заданы, то известны (или можно определить) значения коэффициента яркости

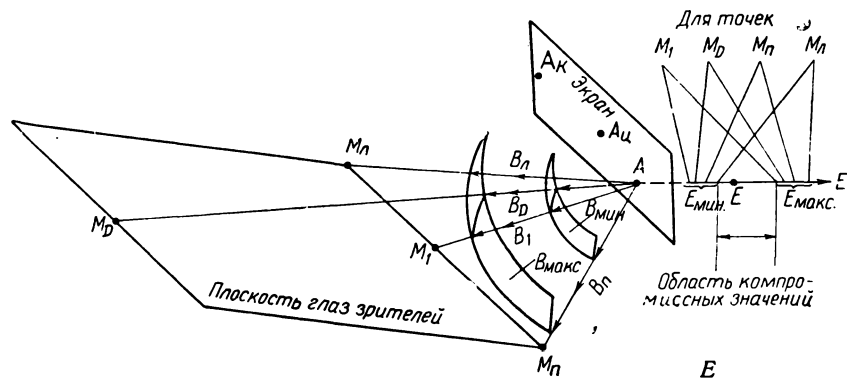


Рис. 1. Схема, поясняющая методику выбора компромиссного значения освещенности в произвольной точке  $A$  экрана

$r_{AM}$  экрана в точке  $A$  в направлениях ко всем выбранным точкам наблюдения  $M$ .

Определим теперь, какими должны были бы быть максимальные и минимальные значения освещенности в точке  $A$ , при которых яркость экрана в этой точке будет для каждой из выбранных точек  $M$  наблюдения равна соответственно  $V_{\max}$  и  $V_{\min}$ :

$$E_{\max} = \frac{V_{\max}}{r_{AM}} \quad \text{и} \quad E_{\min} = \frac{V_{\min}}{r_{AM}}. \quad (2)$$

В результате получим столько значений каждой из величин  $E_{\max}$  и  $E_{\min}$ , сколько выбрано точек  $M$ . На рис. 1 эти значения освещенностей представлены графически в виде соответствующих отрезков на оси  $AE$ .

Очевидно, что если фактическая величина освещенности в точке  $A$  будет больше наибольшего из полученных значений  $E_{\min}$  и меньше наименьшего из полученных значений  $E_{\max}$ , то фактические величины яркости экрана в точке  $A$  будут для всех зрителей в требуемых пределах (от  $V_{\min}$  до  $V_{\max}$ ). На рис. 1 эти яркости обозначены через  $V_1$ ,  $V_D$ ,  $V_L$  и  $V_P$ . Следовательно, выбор компромиссного значения освещенности в точке  $A$  следует производить из условия

$$(E_{\min})_{\text{наиб}} \leq E \leq (E_{\max})_{\text{наим}}. \quad (3)$$

Из всей области возможных компромиссных значений  $E$  (см. рис. 1) следует выбрать то ее значение, при котором величина яркости экрана будет для всех зрителей наиболее близкой к требуемой номинальной величине.

Если окажется, что  $(E_{\min})_{\text{наиб}} > (E_{\max})_{\text{наим}}$ , то требуемая яркость экрана в точке  $A$  не может быть обеспечена для всех зрителей. В этом случае должны быть приняты специальные меры для исправления положения (искривление или наклон экрана, применение другого типа экрана, изменение расположения или изъятие неудовлетворительных зрительских мест).

Из рассмотренной методики следует, что для расчета требуемой освещенности в центральной ( $A_{\text{ц}}$ ) и крайней боковой ( $A_{\text{к}}$ ) точках экрана необходимо знать: 1) номинальное и предельно допустимое значения яркости экрана в этих точках и 2) значения коэффициента яркости экрана в точках  $A_{\text{ц}}$  и  $A_{\text{к}}$  для выбранных точек  $M$  наблюдения.

### 3. Требуемые значения яркости экрана в центральной и боковой точках

Для центра экрана ведомственная норма Норм-кино 50—57 на яркость киноэкранов устанавливает следующие значения яркости:  $V_{\text{ц}}^{\text{ном}} = 110 \text{ асб}$ ,  $V_{\text{ц}}^{\text{мин}} = 80 \text{ асб}$ ;  $V_{\text{ц}}^{\text{макс}} = 160 \text{ асб}$ .

Ввиду того что в данной работе рассматриваются условия, при которых обеспечиваются требуемые уровень и равномерность яркости экрана для всех зрителей, здесь принимается, что нормируемые значения яркости центра экрана (как и равномерности яркости экрана) относятся не только к „центру тяжести“ расположения зрительских мест, но и к любой точке наблюдения.

Что касается требуемой величины яркости  $V_{\text{км}}$  экрана в боковой точке  $A_{\text{к}}$  для данной точки  $M$  наблюдения, то она зависит от фактической величины яркости  $V_{\text{цм}}$  центра экрана для той же точки  $M$  и от требуемой равномерности яркости экрана  $g = \frac{V_{\text{км}}}{V_{\text{цм}}}$ .

Указанная норма устанавливает только значение  $g_{\text{мин}} = 0,65$  для экранов обычной ширины. Для широких экранов с соотношением сторон порядка 2,5:1 в литературе указываются значения  $g = 0,5$  [1] и даже 0,4 [2].

Кроме ограничения наименьшей равномерности, следует еще установить верхнюю границу равномерности яркости экрана. Как указывается в работе [3], при равномерности яркости, большей чем 0,9, край экрана кажется более ярким, чем его середина (явление краевого контраста). Следовательно,  $g_{\text{макс}} = 0,9$  (для всех экранов).

Таким образом имеем, что

$$V_{\text{км}}^{\text{мин}} = g_{\text{мин}} \cdot V_{\text{цм}}$$

и

$$V_{\text{км}}^{\text{макс}} = g_{\text{макс}} \cdot V_{\text{цм}}. \quad (4)$$

### 4. Определение значений коэффициента яркости $r_{AM}$ экрана в некоторой точке $A$ в направлениях к выбранным точкам $M$ наблюдения

Определение численных значений коэффициента яркости  $r_{AM}$  может вызвать следующие затруднения: во-первых, коэф-

коэффициент яркости зависит в общем случае от угла  $i$  падения света в данную точку  $A$  экрана, яркостные же характеристики последнего даются обычно только для случая нормального падения света; во-вторых, направление  $r_{AM}$  может быть произвольно ориентировано в пространстве, яркостные же характеристики экрана даются, как правило, только в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях (горизонтальной и вертикальной), проходящих через нормаль к экрану в точке  $A$ .

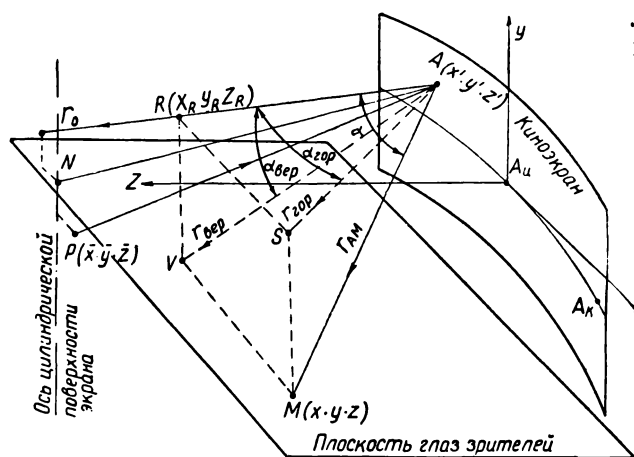


Рис. 2. Схема для определения углов  $\alpha_{гор}$  и  $\alpha_{верт}$  и основные обозначения

Наилучшим путем преодоления указанных затруднений является непосредственное измерение коэффициентов яркости  $r_{AM}$  в выбранных направлениях и при имеющих место углах падения света. Если же значения  $r_{AM}$  необходимо получить расчетным путем, а углы падения света меняются в значительных пределах, то необходимо иметь вместо одной пары кривых для углов падения от нуля до  $i_{гор. макс}$  и  $i_{верт. макс}$  через каждые  $5^\circ \div 10^\circ$ . В этом случае можно искомым коэффициент яркости  $r_{AM}$  приближенно определить по следующей формуле, полученной в работе [4]:

$$r_{AM} = \frac{r_{гор} \cdot r_{верт}}{r_0}, \quad (5)$$

где  $r_0$  — значение коэффициента яркости вдоль оси его фотометрического тела в данной точке  $A$  экрана (т. е. при дан-

ных  $i_{гор}$  и  $i_{верт}$  — составляющих угла падения света в горизонтальной и вертикальной плоскостях);  $r_{гор}$  и  $r_{верт}$  — значения коэффициента яркости под углами  $\alpha_{гор}$  и  $\alpha_{верт}$  (рис. 2) к направлению  $r_0$ . Таким образом, для определения  $r_{AM}$  надо вычислить углы  $\alpha_{гор}$  и  $\alpha_{верт}$ , затем по кривым  $r(\alpha_{гор})$  и  $r(\alpha_{верт})$  для данных углов  $i_{гор}$  и  $i_{верт}$  найти  $r_0$ ,  $r_{гор}$  и  $r_{верт}$  и подставить их в формулу (5).

Для определения направления  $r_0$  в данной точке  $A$  экрана достаточно знать координаты одной какой-либо точки  $R$ , лежащей на этом направлении. Удобно выбрать точку  $R$  с такой же аппликатой  $z$ , как у рассматриваемой точки  $M$ . В этом случае для направленно-рассеивающих экранов, у которых направление  $r_0$  приблизительно совпадает с направлением зеркального отражения падающего луча  $PA$  ( $P$  — центр выходного зрачка проекционного объектива), имеем (см. рис. 2):

$$\left. \begin{aligned} x_R &= x' \pm (x' \pm \bar{x}) \frac{z}{z'} & (+ - \text{ для} \\ & \text{и} & \text{плоского} \\ y_R &= y' + (y' - \bar{y}) \frac{z}{z'} & - + \text{ для} \end{aligned} \right\} (6)$$

цилиндрического  
экрана

Для вычисления углов  $\alpha_{гор}$  и  $\alpha_{верт}$  получаем из рис. 2 следующие формулы:

Из треугольника  $ASR$  имеем, что

$$\cos \alpha_{гор} = \frac{\overline{RA}^2 + \overline{SA}^2 - \overline{SR}^2}{2 \overline{RA} \cdot \overline{SA}},$$

где

$$\overline{RA}^2 = (x_R - x')^2 + (y_R - y')^2 + (z - z')^2,$$

$$\overline{SA}^2 = (x - x')^2 + (y - y')^2 + (z - z')^2$$

и

$$\overline{SR}^2 = (x - x_R)^2.$$

(7)

Аналогично из треугольника  $AVR$  получаем, что

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{\text{верт}} &= \frac{\overline{RA}^2 + \overline{VA}^2 - \overline{VR}^2}{2 \cdot \overline{RA} \cdot \overline{VA}}, \\ \text{где} \\ \overline{VA}^2 &= (x_R - x')^2 + (y - y')^2 + \\ &\quad + (z - z')^2 \\ \text{и} \\ \overline{VR}^2 &= (y - y_R)^2. \end{aligned} \right\} (8)$$

Составляющие угла падения света в горизонтальной и вертикальной плоскостях определяются по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \text{tg } i_{\text{гор}} &= \frac{x' - \bar{x}}{z}, \quad \text{tg } i_{\text{верт}} = \frac{y' - \bar{y}}{z} \\ &\quad \text{для плоского экрана} \\ \text{и} \\ \text{tg } i_{\text{гор}} &= \frac{\bar{x}}{z} = \text{const}, \quad \text{tg } i_{\text{верт}} = \\ &= \frac{y' - \bar{y}}{z} \quad \text{для цилиндрического эк-} \\ &\quad \text{рана} \end{aligned} \right\} (9)$$

Координаты  $\bar{x}\bar{y}\bar{z}$ ,  $x'y'z'$  и  $xuz$  точек  $P$ ,  $A$  и  $M$  определяются по заданному расположению кинопроектора экрана и зрительских мест. При этом имеется в виду, что

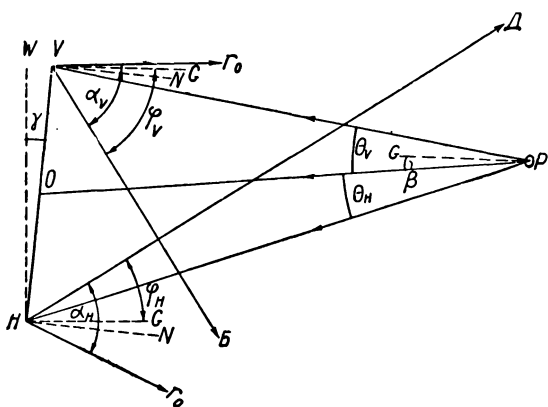


Рис. 3. Схема для определения угла  $\gamma$  наклона экрана к вертикали  
Через  $G$  и  $W$  обозначены горизонталь и вертикаль

угол  $\gamma$  наклона экрана в вертикали  $W$  выбран таким образом, чтобы яркость его верхнего края  $V$  для ближайшего наблюдателя  $B$  (рис. 3) и яркость нижнего

края  $H$  экрана для наиболее удаленного наблюдателя  $D$  были одинаковы при одинаковых освещенностях в точках  $V$  и  $H$ . Если пренебречь изменением кривой  $r(\alpha_{\text{верт}})$  в зависимости от угла падения света, то это будет иметь место при  $\alpha_V = \alpha_H$  (рис. 3). Согласно обозначениям на этом рисунке имеем:

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{\varphi_V - \varphi_H + \theta_V - \theta_H - 2\beta}{4} \approx \\ &\approx \frac{\varphi_V - \varphi_H - 2\beta}{4}. \end{aligned} \quad (10)$$

### 5. Определение требуемой величины полезного светового потока кинопроектора

Требуемый полезный световой поток кинопроектора равен произведению из площади и средней освещенности киноэкрана.

Вопрос о вычислении последней по значениям освещенности в том или ином числе определенным образом расположенных точек экрана подробно рассмотрен в работе [5]. Для вычисления средней освещенности по значениям освещенности в центре и боковой точке экрана в этой работе предлагается формула:

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{3} (E_{\text{ц}} + 2E_{\text{к}}), \quad (11)$$

причем боковую точку  $A_{\text{к}}$  надо взять на расстоянии от края экрана, равном 0,06 и 0,12 ширины экрана, соответственно для обычного и широкого экранов.

### 6. Методика поверочного расчета величины и равномерности яркости киноэкрана

Как было указано во введении, второй частью задачи по обеспечению требуемых уровня и равномерности яркости киноэкрана является определение их фактических значений для критических точек наблюдения с целью уточнения расположения зрительских мест.

Методика такого поверочного расчета яркости экрана заключается в следующем:

1) определяются (или заданы) величины освещенности  $E_A$  экрана в центральной, боковой и верхней (или нижней) точках экрана, и вычисляются координаты  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$  этих точек;

2) выбираются критические точки  $M$  наблюдения, для которых производится расчет и определяются их координаты  $x, y, z$ ;

3) по рассмотренной выше методике определяются коэффициенты яркости  $\gamma_{AM}$  во всех указанных точках  $A$  экрана для всех выбранных точек  $M$  наблюдения;

4) определяются значения яркости  $B_{AM}$  экрана во всех трех взятых точках  $A$  для каждой точки  $M$  наблюдения по формуле

$$B_{AM} = \gamma_{AM} \cdot E_A. \quad (12)$$

### 7. Пример расчета

В качестве примера рассмотрим широкоэкранную киноустановку с цилиндрическим растровым экраном НИКФИ, имеющую следующие параметры (приблизительно соответствующие кинотеатру „Художественный“ в Москве): проекционное расстояние и равный ему радиус кривизны экрана

$$[L = 28 \text{ м};$$

ширина экрана по хорде

$$2x'_{\text{макс}} = 12 \text{ м};$$

высота экрана

$$2y'_{\text{макс}} = 5 \text{ м};$$

координаты центра выходного зрачка объектива кинопроектора при  $\gamma = 0$ ,

$$\bar{x}_0 = 0, \quad \bar{y}_0 = 3,5 \text{ м},$$

$$\bar{z}_0 = 28 \text{ м}.$$

В качестве критических и характерных точек наблюдения выбраны: среднее место  $M_1$  первого ряда, среднее место  $M_D$  последнего ряда и крайние места  $M_n$  и  $M_l$  первого ряда. Координаты этих точек при  $\gamma = 0$  следующие:  $M_1(0; -2,8; 8)$ ,  $M_D(0; 2; 27)$ ,  $M_n(7; -2,8; 8)$ ,  $M_l(-7; -2,8; 8)$ .

Боковая точка  $A_k$  экрана взята на расстоянии в 0,1 ширины экрана от его края. Координаты этой точки следующие:  $A_k(4,80; 0; 0,45)$ .

При цилиндрическом экране и при  $\bar{x} = 0$  горизонтальная составляющая угла падения света  $i_{\text{гор}} = 0$ . Угол же  $i_{\text{верт}}$  меняется при указанных выше параметрах киноустановки от  $0^\circ$  до  $\sim 12^\circ$ , т. е. в сравнительно небольших пределах. Ввиду этого принимается, что форма фотометрического тела

коэффициента яркости не зависит от угла падения света. Направление оси этого тела принимается совпадающим с направлением зеркального отражения падающего луча  $PA$ .

Соответственно рассмотренной выше методике, расчет производится в следующей последовательности:

1) Определяются углы  $\beta$ ,  $\varphi_V$  и  $\varphi_H$ , а по ним — угол  $\gamma$  (рис. 3):

$$\text{tg } \beta = \frac{y}{z} = 0,125; \quad \text{tg}' \varphi_V = \frac{y'_V - y_B}{z_B} = 0,662;$$

$$\text{tg } \varphi_H = \frac{y_D - y_H}{z_z} = 0,161; \quad \beta = 7^\circ 08';$$

$$\varphi_V = 33^\circ 30'; \quad \varphi_H = 9^\circ 09'.$$

По формуле (10) имеем:

$$\gamma'_v = 2^\circ 31'.$$

2) При наклоне экрана на угол  $\gamma$  на этот же угол наклоняется ось  $oy$  к вертикали и ось  $oz$  к горизонтали. Координаты точек  $M_1$ ,  $M_D$ ,  $M_n$  и  $M_l$  наблюдения, а также точки  $P$  центра выходного зрачка объектива изменяются по сравнению со случаем  $\gamma = 0$  следующим образом:

$$x = x_0; \quad y = \frac{y_0}{\cos \gamma} + z_0 \sin \gamma;$$

$$z = z_0 \cos \gamma - y_0 \sin \gamma.$$

Численные значения координат названных точек получаются такие:  $P(0; 4,6; 27,9)$ ,  $M_1(0; -2,5; 8,1)$ ,  $M_D(0; 3,1; 26,9)$ ,  $M_n(7; -2,5; 8,1)$  и  $M_l(-7; -2,5; 8,1)$ .

3) По формулам (6)–(8) определяются углы  $\alpha_{\text{гор}}$  и  $\alpha_{\text{верт}}$ , по кривым  $r(\alpha_{\text{гор}})$  и  $r(\alpha_{\text{верт}})$  [2] определяются  $\gamma_{\text{гор}}$  и  $\gamma_{\text{верт}}$ , по формуле (5) вычисляются значения коэффициента яркости  $\gamma_{AM}$  экрана в точках  $A_{\text{ц}}$  и  $A_k$  в направлениях ко всем выбранным точкам  $M$  наблюдения. Все операции по определению  $\gamma_{AM}$  отражены в строках 1–17 расчетной таблицы.

4) Определяются предельно допустимые значения освещенности в центре экрана для каждого направления  $A_{\text{ц}}M$  по формулам (2).

Значения  $B_{\text{ц}}^{\text{мин}}$  и  $B_{\text{ц}}^{\text{макс}}$  принимаются равными 80 *асб* и 160 *асб*.

Результаты вычислений указаны в строках 19–22 таблицы для точки  $A_{\text{ц}}$ .

5) По формуле (3) определяется компримиссное значение освещенности  $E_{\text{ц}}$  в цент-



**Расчетная таблица**  
**Центр выходного зрачка объектива  $P(\bar{x}=0; \bar{y}=4,6; \bar{z}=27,9)$**

№ п/п	Величина	$A_{Ц} (x'=0; y'=0; z'=0)$				$A_{К} (x'=4,8; y'=0; z'=0,45)$			
		$M_1$	$M_D$	$M_L$	$M_{П}$	$M_1$	$M_D$	$M_L$	$M_{П}$
		$x=0$	0	-7	+7	0	0	-7	+7
		$y=-2,5$	3,1	-2,5	-2,5	-2,5	3,1	-2,5	-2,5
	$z=8,1$	26,9	8,1	8,1	8,1	26,9	8,1	8,1	
1	$x_R$	0	0	0	0	2,85	0,17	2,85	2,85
2	$y_R$	-1,34	-4,43	-1,34	-1,34	-1,34	-4,44	-1,34	-1,34
3	$\overline{RA}^2$	67,41	743,22	67,41	67,41	62,12	741,15	62,12	62,12
4	$\overline{RA}$	8,21	27,27	8,21	8,21	7,88	27,22	7,88	7,88
5	$\overline{SA}^2$	67,41	743,22	116,41	116,41	93,36	742,75	199,52	65,16
6	$\overline{SA}$	8,21	27,27	10,79	10,79	9,66	27,25	14,15	8,07
7	$\overline{SR}^2$	0	0	49	49	8,12	0,03	97,02	17,22
8	$\cos \alpha_{гор}$	1	1	0,760	0,760	1	1	0,880	0,855
9	$\alpha_{гор}$	0	0	40°30'	40°30'	0	0	28°40'	31°20'
10	$\overline{VA}^2$	71,86	733,21	71,86	71,86	68,57	731,05	68,57	68,57
11	$\overline{VA}$	8,48	27,09	8,48	8,48	8,28	27,20	8,28	8,28
12	$\overline{VR}^2$	1,37	56,70	1,37	1,37	1,35	56,85	1,35	1,35
13	$\cos \alpha_{верт}$	0,98	0,96	0,98	0,98	0,99	0,97	0,99	0,995
14	$\alpha_{верт}$	11°30'	16°20'	11°30'	11°30'	7°	14°	7°	5°40'
15	$r_{гор}$	1,50	1,50	1,30	1,30	1,50	1,50	1,60	1,58
16	$r_{верт}$	1,35	1,20	1,35	1,35	1,42	1,28	1,42	1,45
17	$r_{AM}$	1,35	1,20	1,17	1,17	1,42	1,28	1,52	1,52
18	$B_{ЦМ}$					122	108	105	105
19	$B_{Ц}^{мин}$ и $B_{К}^{мин}$	80	80	80	80	61	54	53	53
20	$B_{Ц}^{макс}$ и $B_{К}^{макс}$	160	160	160	160	110	97	95	95
21	$E_A^{мин}$	59	67	68	68	43	43	35	35
22	$E_A^{макс}$	118	134	136	136	78	76	62	62
23	$E_A$	$E_{Ц} = 90 \text{ лк}$				$E_{К} = 45 \text{ лк}$			
24	$B_{AM}$	121	108	105	105	64	58	68	68

ре экрана, причем по возможности выбирается такое значение  $E_{ц}$ , при котором яркость центра экрана для всех точек наблюдения близка к 110 асб (номинальное значение  $B_{ц}$  согласно Норм-кино 50—57). В рассматриваемом примере  $(E_{мин})_{наиб} = 68$  лк и  $(E_{макс})_{наим} = 118$  лк. Следовательно, можно выбирать  $E_{ц}$  в пределах 68—118 лк. Для получения во всех направлениях  $B_{цм} \approx 110$  асб (см. строку 24 таблицы) выбираем  $E_{ц} = 90$  лк.

6) По формуле (4) определяются значения  $B_{км}^{мин}$  и  $B_{км}^{макс}$  (строки 18—20 таблицы). Значения  $g_{мин}$  и  $g_{макс}$  приняты равными 0,5 и 0,9.

7) По формуле (2) вычисляются значения  $E_{мин}$  и  $E_{макс}$  в точке  $A_k$  экрана для каждого направления  $A_k M$  (строки 21 и 22 таблицы), и по формуле (3) выбирается компромиссное значение освещенности  $E_k$  (строка 23 таблицы). Так как  $(E_{мин})_{наиб} = 43$  лк и  $(E_{макс})_{наим} = 62$  лк, то можно выбрать  $E_k$  в пределах 43—62 лк. Имея в виду, что для широкого экрана трудно обеспечить высокие равномерности освещенности, выбираем  $E_k$ , близкую к нижнему пределу, а именно  $E_k = 45$  лк. Получающиеся при этом значения  $E_k$  яркости  $B_{км}$  указаны в строке 24 таблицы.

8) По формуле (11) определяется средняя освещенность экрана:

$$E_{ср} = \frac{1}{3} = (90 + 2 \cdot 45) = 60 \text{ лк.}$$

Имея в виду, что площадь экрана равна 61 м<sup>2</sup>, получаем следующую величину требуемого полезного светового потока кинопроектора:

$$F = 60 \cdot 61 = 3660 \text{ лм.}$$

Таким образом, растровый экран НИКФИ позволяет получить соответствующие нормам значения уровня и равномерности яркости экрана для всех зрительских мест рассматриваемой киноустановки при освещенности в центре экрана  $E_{ц} = 90$  лк и при равномерности освещенности экрана  $\frac{E_k}{E_{ц}} = \frac{45}{90} = 0,5$ .

Требуемый полезный световой поток кинопроектора при таких рациональных значениях освещенности экрана составляет менее 4000 лм при площади экрана около 60 м<sup>2</sup>.

## 8. Основные результаты работы

1. Показано, что оптимальное решение задачи по обеспечению требуемой яркости киноэкрана для всех зрителей сводится при заданных яркостных характеристиках экрана и при фактически имеющем место монотонном спаде освещенности от его центра к краю, к обеспечению определенных величин освещенности в центральной и крайней боковой точках экрана.

2. Разработана методика вычисления компромиссного значения освещенности в произвольной точке экрана, при котором обеспечивается нормируемая величина яркости экрана в этой точке для всех или наибольшей части зрительских мест.

3. Приведены нормируемые и рекомендуемые предельные значения яркости экрана в центральной и боковой точках.

4. Получены формулы для вычисления коэффициента яркости экрана в произвольной его точке и в произвольном направлении.

5. Приведена формула для вычисления средней освещенности экрана (а следовательно, и требуемого полезного светового потока кинопроектора) по значениям освещенности в центральной и крайней боковой точках экрана.

6. Указана методика поверочного расчета уровня и равномерности яркости экрана для критических точек наблюдения.

7. Приведен пример расчета требуемой величины и равномерности освещенности цилиндрического растрового экрана НИКФИ. Полученные результаты показывают, что требуемая яркость экрана для всех зрителей рассмотренной киноустановки обеспечивается при освещенности центра экрана, равной 90 лк, и при технически достижимой равномерности освещенности экрана, равной 0,5.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Woods, The measurement of cinema screen luminance, British Kinematography, 1955, 26, № 7.
2. Друккер С. А., Методика расчета растров отражательных кинопроекторных экранов, Труды НИКФИ, вып. 13 (23), 1957.
3. Баранов В. К., Исследование светотехнических характеристик приборов эпи- и диапроекции. Канд. дисс., ГОИ, 1955.
4. Цивкин М. В., Обобщенные характеристики светорассеяния киноэкранов, Техника кино и телевидения, 1958, № 12.
5. Hill A., Averaging screen-illumination readings, JSMPTE, 1958, 67, № 3.

## СВЕТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИДИКОНА

На основании анализа процесса разряда емкости элемента мишени видикона рассчитываются световые характеристики видикона для различных значений контраста объекта. Показано видоизменение данных характеристик в зависимости от темнового сопротивления фотослоя, и получены величины оптимальных сопротивлений фотослоя для различных областей применения видикона.

Важнейшей характеристикой передающей телевизионной трубки является зависимость величины видеосигнала от освещенности на мишени, или так называемая световая характеристика. Однако в обширной литературе о видиконе световым характеристикам этой трубки до сих пор не уделено достаточного внимания.

Изучение световых характеристик видикона представляет особенный интерес еще и потому, что, в отличие от других передающих трубок, диапазон рабочих освещенностей видикона весьма неширок. Без перестройки режима работы трубки изменение освещенности на мишени, как правило, не должно превышать десяти крат, в противном случае качество передачи изображения значительно ухудшается [1]. Небольшая ширина рабочего диапазона освещенностей связана со своеобразным видом световой характеристики. Основной особенностью данной характеристики является спад видеосигнала при увеличении освещенности выше определенного предела.

Изучение процесса образования потенциального рельефа на поверхности мишени позволяет объяснить вид световой характеристики и, связав ее видоизменение с постоянной времени фотослоя, сформулировать конкретные требования к величине его удельного темнового сопротивления. Последнее также представляет значительный интерес, так как до сих пор нет конкретных требований к величине удельного сопротивления фотослоя, за исключением общих положений, что оно должно иметь порядок  $10^{12}$  ом·см или выше.

Для описания процесса образования потенциального рельефа на мишени рассмотрим работу отдельного элемента. Каждый элемент мишени можно представить в виде схемы замещения, состоящей из параллельно соединенных емкости и сопротивления. Если плотность тока в луче достаточно велика, то к концу момента коммутации электронным лучом данного элемента его

емкость заряжается до напряжения, равно-го разности потенциалов между потенциалом сигнальной пластины мишени и точкой равновесного потенциала (который с достаточной для оценки точностью можно считать равным потенциалу катода в режиме медленных электронов и потенциалу анода в режиме быстрых электронов).

После того как электронный луч, совершая движение по растру, покинет данный элемент, начнется стекание накопленного на емкости заряда через сопротивление. При последующей коммутации, происходящей через время кадра ( $T_{\text{кад}}$ ), емкость элемента опять заряжается до равновесного потенциала. При этом через нагрузку протекает ток, пропорциональный разности между остаточным и равновесным потенциалами. Величина остаточного потенциала определяется постоянной времени элемента фотослоя, которая в свою очередь зависит от освещенности.

Рассмотрим, как зависит величина остаточного потенциала от освещенности.

Остаточный потенциал элемента в конце времени кадра определяется соотношением:

$$u_p = u_0 e^{-\frac{T_{\text{кад}}}{k\rho}},$$

где  $u_0$  — полное напряжение на элементе в конце времени коммутации,  $T_{\text{кад}}$  — время кадра (в сек.),  $\rho$  — удельное сопротивление фотослоя (в ом·см),  $k$  — коэффициент равный  $4,4 \cdot 10^{-13}$ , вычисленный при условии, что диэлектрическая постоянная фотопроводника равна 5.

Условимся изменение сопротивления фотопроводника при изменении освещенности характеризовать параметром

$$\xi = \frac{\rho_T}{\rho_0},$$

где  $\rho_T$  и  $\rho_0$  — удельное сопротивление фотослоя в темноте и при определенной освещенности соответственно. Тогда мы мо-

жем написать для элемента, находящегося в темноте

$$u_p^T = u_0 e^{-\frac{T_{\text{кад}}}{k\rho_T}} \quad (1)$$

и освещенного элемента

$$u_p^0 = u_0 e^{-\frac{T_{\text{кад}}}{k\rho_T} \xi} \quad (1')$$

При переходе электронного луча с темного на светлый элемент образуется видеосигнал, который и будет определяться разностью остаточных потенциалов

$$\Delta u = u_p^T - u_p^0 = u_0 \left( e^{-\frac{T_{\text{кад}}}{k\rho_T}} - e^{-\frac{T_{\text{кад}}}{k\rho_T} \xi} \right) \quad (2)$$

На рис. 1 представлено графическое решение полученного выражения, которое наглядно показывает, что при какой-то определенной величине времени кадра (взятой нами равной 0,04 сек.) глубина потенциального рельефа сильно зависит от величины темнового удельного сопротивления фотослоя, которое мы можем считать параметром, характеризующим данный фотопроводник. Кроме того, как это следует

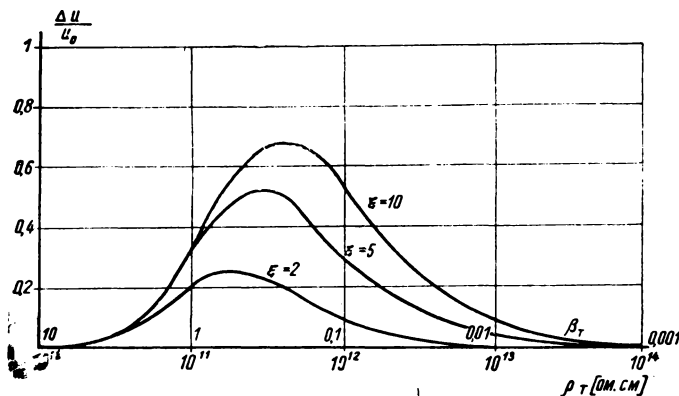


Рис. 1. Зависимость глубины потенциального рельефа от параметров  $\rho_T$  и  $\xi$

из рис. 1, максимальная глубина потенциального рельефа наступает в зависимости от величины  $\xi$  при различных удельных сопротивлениях. Следовательно, для получения максимальной глубины потенциального рельефа в определенном режиме работы трубки по освещенности нужно выбирать и оптимальную величину темнового сопротивления фотослоя.

Чтобы получить представление о диапазоне необходимых величин удельных тем-

новых сопротивлений фотослоя, найдем зависимость максимальной глубины потенциального рельефа от сопротивления для раз-

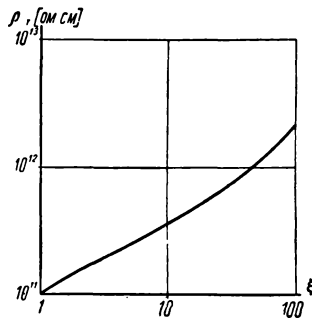


Рис. 2. Зависимость оптимальной величины темнового сопротивления от параметра  $\xi$

личных величин изменения сопротивления при освещении. Для этого продифференцируем выражение (2) по  $\rho_T$  и, приравнявая производную нулю, получим

$$\rho_T = \frac{T_{\text{кад}}}{k} \cdot \frac{\xi - 1}{\ln \xi} \quad (3)$$

На рис. 3 приведены оптимальные значения  $\rho_T$  для различных значений  $\xi$ , полученных на основании выражения (3). Если учесть, что у фотослоев, применяющихся в настоящее время в качестве мишеней видиконов, чувствительность такова, что  $\xi = 10 \div 100$  при освещенностях на фотослое порядка сотен люкс, то из графика, изображенного на рис. 2, следует, что оптимальные значения удельных темновых сопротивлений должны находиться в интервале  $10^{11} \div 10^{12}$  Ом·см. Впоследствии мы еще вернемся к оценке оптимальных величин удельных сопротивлений, а теперь только отметим, что при пороговых освещенностях величина оптимального удельного сопротивления при  $T_{\text{кад}} = 0,04$  сек. и  $\xi = 5$  приближается к  $10^{11}$  Ом·см<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> После того как данная статья была написана и поступила в редакцию, в журнале „Техника кино и телевидения“ (№ 12 за 1959 г.) была опубликована статья С. П. Зеленоборского, в которой разбирается вопрос о величине видеосигнала для видикона. Выражение для тока видеосигнала в ней

Рассмотрим, как зависит глубина потенциального рельефа от контрастности и освещенности передаваемого объекта. Представим себе, что объектом являются два

мишени трубки будут определяться коэффициентами отражения полей объекта и их общей освещенностью. Пусть удельное сопротивление участка мишени, соответствующего серому полю, будет  $\rho_c$ , а белому —  $\rho_b$ . Тогда глубина ступени потенциального рельефа может быть определена как:

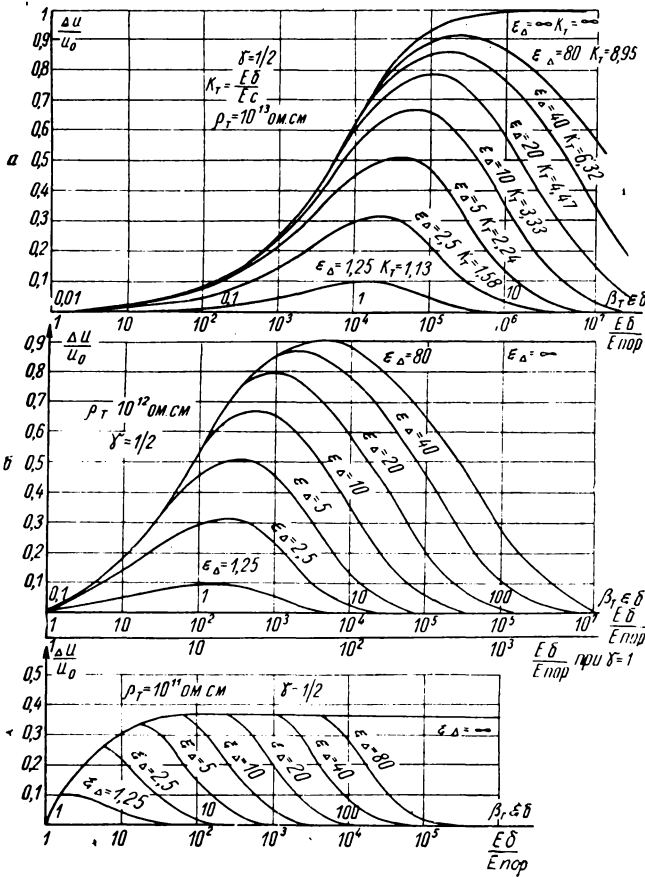


Рис. 3. Световые характеристики видикона для различных величин удельного сопротивления фотослоя

граничащих между собой поля: светлое и более темное (будем называть его серым). Определим глубину ступени потенциального рельефа, образующуюся на мишени трубки при проекции на нее изображения этого объекта. Освещенности на

дается с учетом величины тока луча. В частном случае, при достаточно большом токе луча, Зеленоборским получено выражение для оптимальной величины сопротивления при пороговых освещенностях, соответствующее приведенной выше формуле (3) при  $\xi \rightarrow 1$ . Зависимость глубины потенциального рельефа от контрастности и освещенности передаваемого объекта Зеленоборским не анализируется.

$$\Delta u = u_0 \left( e^{-\frac{T_{кад}}{k\rho_c}} - e^{-\frac{T_{кад}}{k\rho_b}} \right). \quad (4)$$

Будем считать, что общая освещенность объекта определяется отношением темного сопротивления (которое является характеристикой материала фотослоя) к сопротивлению, соответствующему белому полю

$$\xi_\Delta = \frac{\rho_T}{\rho_b}. \quad (5)$$

Контраст между полями охарактеризуем как

$$\xi_\Delta = \frac{\rho_c}{\rho_b}. \quad (5')$$

Применяя эти обозначения, получим для глубины потенциального рельефа:

$$\Delta u = u_0 \left( e^{-\frac{T_{кад}}{k\rho_T} \cdot \frac{\xi_b}{\xi_\Delta}} - e^{-\frac{T_{кад}}{k\rho_T} \cdot \xi_b} \right). \quad (6)$$

Поскольку для определенной трубки и данной системы развертки величины  $T_{кад}$  и  $\rho_T$  постоянные, можно, введя обозначение  $\beta_T = \frac{T_{кад}}{k\rho_T}$ , записать

$$\Delta u = u_0 \left( e^{-\beta_T \cdot \frac{\xi_b}{\xi_\Delta}} - e^{-\beta_T \cdot \xi_b} \right). \quad (6')$$

Прежде чем решать уравнение (6'), рассмотрим, в каких пределах могут изменяться параметры  $\xi_b$  и  $\xi_\Delta$ . Во-первых,  $\xi_b$  может иметь значение больше единицы или равное ей (так же, как и  $\xi_\Delta$ ), что вытекает из определения  $\xi_b = \frac{\rho_T}{\rho_b}$  при условии  $\rho_T \geq \rho_b$ . Во-вторых, величины  $\xi_b$  и  $\xi_\Delta$  взаимосвязаны и их соотношение определяется как  $\xi_b \geq \xi_\Delta$ .

Объяснить происхождение подобной связи можно следующим образом. Предположим, что мы будем уменьшать освещенность передаваемых полей до тех пор, пока сопротивление элементов, соответствующих более темному полю, не будет мало отличаться от темного сопротив-

ления. Ввиду того что каждый реальный прибор имеет порог чувствительности (этот порог определяется уровнем флюктуационных помех), при уменьшении освещенности ниже определенной величины (назовем ее „пороговой“) видеосигнал серого элемента будет отличаться от видеосигнала темного элемента на величину, равную уровню флюктуационных помех или меньше его. Очевидно, что при таком уровне освещенности можно считать  $\rho_c = \rho_T$  и  $\xi_6 = \xi_\Delta$ . Дальнейшее уменьшение освещенности будет приводить к увеличению сопротивления элементов, соответствующих белому полю. Таким образом, одновременно с уменьшением освещенности начнет падать и контрастность передачи изображения и сохраняться условие  $\xi_6 = \xi_\Delta$ .

Подставляя численные значения параметров и учитывая наложенные ограничения, мы можем построить решения уравнения (6') для трех значений сопротивления:  $\rho_T = 10^{11}$  ом·см ( $\beta_T = 1$ ),  $\rho_T = 10^{12}$  ом·см ( $\beta_T = 0,1$ ) и  $\rho_T = 10^{13}$  ом·см ( $\beta_T = 0,01$ ) (см. рис. 3). Решение уравнения для каждой величины темного сопротивления дается в зависимости от изменения  $\beta_T \cdot \xi_6$  при параметрическом задании  $\xi_\Delta$ . Учитывая, что ток видеосигнала пропорционален глубине потенциального рельефа и что величина  $\xi_6$  является характеристикой освещенности, мы фактически имеем семейство световых характеристик видикона для различных сопротивлений фотослоя при параметрическом задании контрастности между полями передаваемого изображения.

Чтобы перейти от отношений сопротивлений непосредственно к освещенностям, рассмотрим световую характеристику какого-либо высокоомного фотосопротивления, например представленную на рис. 4 зависимость сопротивления от освещенности высокоомного сернисто-свинцового фотослоя [2]. Будем считать, что при уменьшении освещенности в точке, соответствующей пороговой чувствительности прибора, в световой характеристике имеется перелом, после которого  $\rho = \rho_T$ . Связь между величиной сопротивления и освещенностью тогда можно выразить в виде:

$$\ln \frac{\rho_T}{\rho_0} = \gamma \ln \frac{E_6}{E_{\text{пор}}}, \quad (7)$$

где  $\gamma$  — тангенс угла наклона характеристики; или  $\ln \xi_6 = \gamma \ln \frac{E_6}{E_{\text{пор}}}$ .

Величина коэффициента  $\gamma$  для фотослоев, применяемых в видиконах, должна быть равной  $1/2$ , так как из теории фотопроводимости [3] вытекает, что при малой проводимости, когда свет освобождает значительно большее количество электронов, чем тепловое движение, число носителей пропорционально корню квадратному из освещенности полупроводника. В том слу-

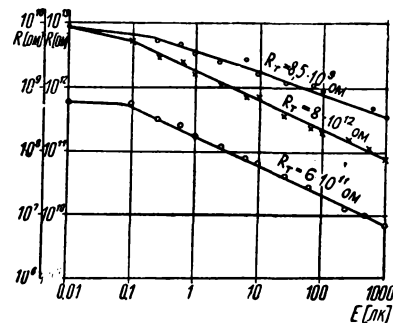


Рис. 4. Световые характеристики высокоомных сернисто-свинцовых фотосопротивлений

чае, когда проводимость в большей степени определяется тепловым движением (т. е. при малых удельных сопротивлениях), число носителей примерно пропорционально освещенности. Как видно из рис. 4, в случае высокоомного фотопроводника коэффициент  $\gamma$  близок к  $1/2$ . Подобный же вид имеет световая характеристика высокоомных фотослоев из сернистого германия [4].

Вернемся к рис. 3. На оси абсцисс в логарифмическом масштабе отложен параметр  $\beta_T \cdot \xi_6$ . Подставив выражение для  $\ln \xi_6$ , можно получить

$$\begin{aligned} \ln(\beta_T \cdot \xi_6) &= \ln \beta_T + \ln \xi_6 = \\ &= \ln \beta_T + \gamma \ln \frac{E_6}{E_{\text{пор}}} = \ln \beta_T \left( \frac{E_6}{E_{\text{пор}}} \right)^\gamma. \quad (8) \end{aligned}$$

Следовательно, переменной по оси абсцисс может служить  $\gamma \cdot \ln \frac{E_6}{E_{\text{пор}}}$  при начале координат  $\ln \beta_T$  или (учитывая, что все построения выполнены в логарифмическом масштабе) начало координат —  $\beta_T$ , а переменной

является  $\frac{E_6}{E_{\text{пор}}}$ , где  $E_{\text{пор}}$  — пороговая освещенность, так же как и  $\beta_T$  — параметр данного фотослоя. Коэффициент  $\gamma$  играет роль масштабного и является характеристикой чувствительности фотослоя к свету.

Аналогично для выражения коэффициента контрастности можно записать

$$\xi_{\Delta} = \frac{\rho_c}{\rho_6} = \left(\frac{E_6}{E_c}\right)^{\gamma}.$$

Зная выражение для перехода от параметра  $\xi$  к освещенности и учитывая видоизменение характеристик  $\Delta u = f(\xi)$  от величины темнового сопротивления, можно вернуться к световым характеристикам, представленным на рис. 3. На основании полученных переходных выражений мы можем проставить теперь по оси абсцисс параметр  $\frac{E_6}{E_{\text{пор}}}$  и сделать пересчет  $\xi_{\Delta}$  на коэффициент контраста  $k_T = \frac{E_6}{E_c}$ .

Световые характеристики, построенные для видиконов с мишенями, имеющими достаточно большое удельное сопротивление ( $10^{12}$  ом·см и выше), дают хорошее качественное совпадение с характеристиками, полученными экспериментально. Например,

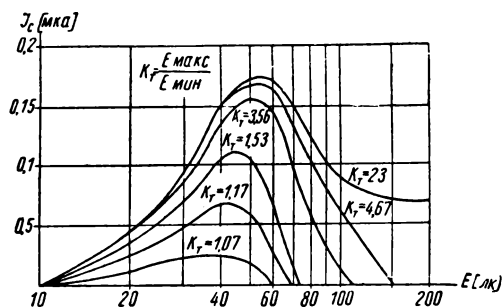


Рис. 5. Световые характеристики видикона ЛИ-401 для различных значений контраста

сравним кривые на рис. 3 со световыми характеристиками, приводимыми Н. Л. Артемьевым [1] для видикона ЛИ-18 с мишенью из  $Sb_2S_3$ . Такой же вид имеют световые характеристики, снятые с видикона с мишенью из сернистого германия [4]. Наиболее убедительное подтверждение правильности проведенных рассуждений дает срав-

нение со световыми характеристиками для различных значений контраста объекта, полученными при испытании трубок типа ЛИ-401 (мишень — аморфный селен) В. И. Архангельским, И. А. Лобаневым и В. В. Прокошиным, приведенными на рис. 5<sup>1</sup>. Интересно отметить, что все перечисленные выше трубки работают в режиме быстрых электронов. Световые характеристики видиконов, работающих в режиме медленных электронов, падающих участков не имеют. Это можно объяснить тем, что диапазон рабочих напряжений в режиме медленных электронов гораздо уже и, например, у видиконов типа ЛИ-29 при увеличении освещенности выше определенной изображение мишени начинает «заливать белым»; при этом сигнал вообще пропадает. Это относится к световым характеристикам, снимаемым в условиях высокого контраста (черно-белая граница на испытательной таблице 0249).

Мы не располагаем материалами по световым характеристикам при пониженных контрастах, аналогичными данным, полученным В. И. Архангельским и другими и приведенным на рис. 5 для видиконов, работающих в режиме медленных электронов. Возможно, что при пониженных контрастах, когда спад кривой начинается при меньших уровнях освещенности, видиконы, работающие в режиме медленных электронов, дали бы подобную картину.

Интересна отличительная особенность полученных световых характеристик. Только при бесконечно большом значении контраста они не имеют падающих участков. При меньших значениях контраста они имеют явно выраженный максимум, вслед за которым увеличение освещенности уже приводит к падению сигнала. Это понятно, если учесть, что характеристики построены нами от уровня белого и при очень больших освещенностях сопротивление элементов, соответствующих как белым участкам картины, так и серым, становится малым и поэтому разность между остаточными потенциалами их внешней поверхности к концу времени разряда становится также малой. Таким образом, становится понятной не-

<sup>1</sup> Автор выражает благодарность В. И. Архангельскому, И. А. Лобаневу и В. В. Прокошину, представившим возможность воспользоваться данными характеристиками до их опубликования.

большая широта диапазона рабочих освещенностей видикона.

По приведенным световым характеристикам можно судить также о передаче полутонов видиконом. Для этого достаточно провести на графике рис. 3 линии параллельно оси ординат при определенных уровнях освещенности и проследить, какие ступеньки глубины потенциального рельефа образуются при равных ступенях контраста объекта.

Оценка передачи полутонов и чувствительности видикона при различных удельных сопротивлениях фотослоя дает возможность определить оптимальные величины сопротивлений в зависимости от условий применения трубки. Рассмотрим для этого более детально световые характеристики, приведенные на рис. 3. При удельном сопротивлении фотослоя  $10^{11} \text{ ом} \cdot \text{см}$  чувствительность трубки при передаче малоконтрастных объектов максимальна. В самом деле, для того чтобы достигнуть максимально возможной глубины потенциального рельефа при значении контраста  $\xi_{\Delta} = 1,25$ , необходимо, чтобы освещенность превышала пороговую примерно в 1,25 раза. При удельном сопротивлении  $10^{12} \text{ ом} \cdot \text{см}$  для получения той же глубины потенциального рельефа при том же значении контраста необходимо, чтобы освещенность превышала пороговую уже в 12,5 раза, а при удельном сопротивлении  $10^{13} \text{ ом} \cdot \text{см}$  — в 125 раз.

Однако, как это следует из рис. 3, качество передачи объектов с большими значениями контрастов при малых сопротивлениях очень низко. При сопротивлении  $10^{11} \text{ ом} \cdot \text{см}$  и максимальном контрасте ( $k_{\tau} \rightarrow \infty$ ) максимальная глубина потенциального рельефа составляет 37% от напряжения, приложенного к фотослою, при  $\rho_{\tau} = 10^{12} \text{ ом} \cdot \text{см}$  — около 90% от  $u_0$ , а при  $\rho_{\tau} = 10^{13} \text{ ом} \cdot \text{см}$  максимальная глубина потенциального рельефа приближается к 100%. Точно так же при сопротивлении  $\rho_{\tau} = 10^{13} \text{ ом} \cdot \text{см}$  возможна наиболее полная и равномерная передача полутонов, а при сопротивлении  $\rho_{\tau} = 10^{11} \text{ ом} \cdot \text{см}$ , как это следует из рис. 3, в), передача полутонов крайне неудовлетворительна.

Следовательно, исходя из области применения трубки, необходимо подбирать и величину удельного сопротивления. Так, для

передачи малоконтрастных объектов при предельно малых освещенностях необходимо конструировать видикон с фотослоем, имеющим удельное темновое сопротивление  $10^{11} \text{ ом} \cdot \text{см}$ . Для применения видикона в качестве трубки промышленного телевидения, когда на первый план выдвигаются требования высокой чувствительности и удовлетворительного качества передачи, необходимо иметь трубки с фотослоем, обладающим  $\rho_{\tau} = 10^{12} \text{ ом} \cdot \text{см}$  или ниже. И, наконец, для передачи кинофильмов, где требуется высокое качество и не существенна роль величины рабочей освещенности мишени, имеет смысл устанавливать видиконы, имеющие удельное темновое сопротивление  $10^{13} \text{ ом} \cdot \text{см}$ . Далее показано, что применение фотослоев с сопротивлением ниже  $10^{11} \text{ ом} \cdot \text{см}$  и выше  $10^{13} \text{ ом} \cdot \text{см}$  нецелесообразно.

Для того чтобы представить себе видоизменение световых характеристик в зависимости от контрастности, освещенности и сопротивления в более общем виде, вернемся к выражению (6') и представим его графически в зависимости от  $\beta_{\tau} \cdot \xi_{\delta}$  на рис. 6 (см. сплошные линии). Если не учитывать физических ограничений  $\xi_{\delta} \gg 1$  и  $\xi_{\delta} \gg \xi_{\Delta}$ , то физическому смыслу полученные характеристики соответствуют лишь при значениях  $\beta_{\tau} = 0,01$ , что соответствует  $\rho_{\tau} = 10^{13} \text{ ом} \cdot \text{см}$ . Рассмотрим, что будет происходить при  $\beta_{\tau} = 0,1$  ( $\rho_{\tau} = 10^{12} \text{ ом} \cdot \text{см}$ ).

Проследим какую-либо из световых характеристик, допустим, соответствующую  $\xi_{\Delta} = 20$ , начиная от области больших освещенностей, при которых  $\xi_{\delta} = 100$  (сопротивление элемента, соответствующего светловому полю, в 100 раз меньше темнового). Очевидно, эта точка на кривой  $\xi_{\Delta} = 20$  при  $\beta_{\tau} \cdot \xi_{\delta} = 10$ . Будем уменьшать освещенность, т. е. двигаться влево по кривой и дойдем до точки  $\xi_{\delta} = 20$  ( $\xi_{\delta} \cdot \beta_{\tau} = 2$ ). Согласно второму условию  $\xi_{\delta} = \xi_{\Delta}$ , начиная с этой точки, при дальнейшем уменьшении освещенности должно все время сохраняться их равенство, т. е. при уменьшении  $\xi_{\Delta}$  мы должны переходить на другие кривые, соответствующие  $\xi_{\delta} = \xi_{\Delta}$ , и дальнейший вид световой характеристики описывается геометрическим местом точек  $\xi_{\delta} = \xi_{\Delta}$  при данной величине  $\beta_{\tau}$ . Очевидно, что при нулевой освещенности мы должны прийти в точку  $\xi_{\delta} = \xi_{\Delta} = 1$ , т. е. точку на оси абсцисс, соответствующую величине  $\beta_{\tau}$  (в нашем



случае имеющую координату 0,1). Эта кривая, а также подобные ей для различных значений темного сопротивления в диапазоне  $2 \cdot 10^{12} + 2 \cdot 10^{10}$  ом·см приведены на рис. 6 (пунктирные линии).

в выражение  $\beta_T \cdot \xi_6$ , являющееся переменной по оси ординат, входит  $T_{\text{кад}}$  — время кадра. Все расчеты производились для принятого в телевидении  $T_{\text{кад}} = 0,04$  сек. Однако в ряде специальных областей при-

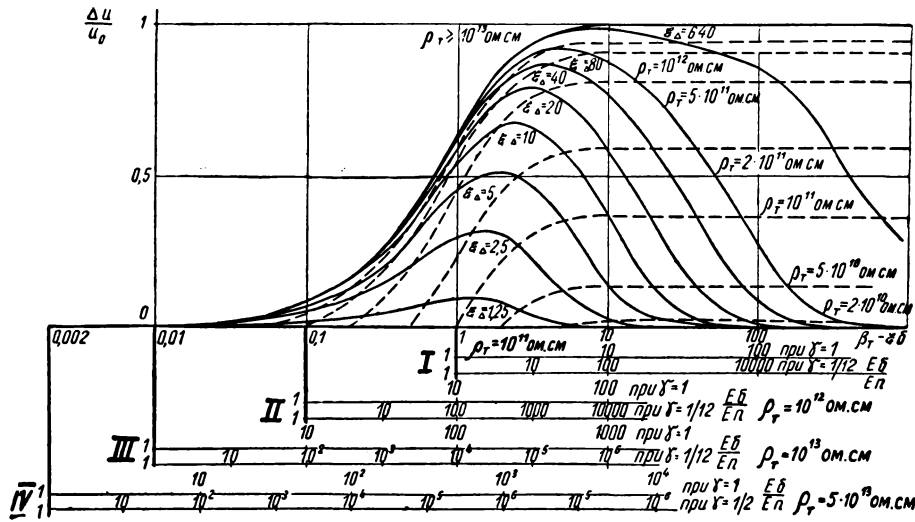


Рис. 6. Семейство световых характеристик видикона для различных значений темного сопротивления фотослоя и контраста объекта

Соответственно для нескольких величин сопротивления на рис. 6 нанесено начало координат и шкалы  $\frac{E_6}{E_{\text{пор}}}$  при двух значениях  $\gamma$ . Рис. 6 наглядно иллюстрирует видоизменение световых характеристик в большом интервале освещенностей и сопротивлений. В частности, в этом семействе кривых содержатся и световые характеристики, изображенные на рис. 3.

Из рис. 6 следует, что применение фотослоев с удельным сопротивлением выше  $10^{13}$  ом·см нецелесообразно, так как в этом случае чувствительность трубок уменьшается без заметного улучшения качества передачи. При использовании фотослоя с удельным сопротивлением ниже  $10^{11}$  ом·см сильно начинает падать глубина потенциального рельефа, что также приводит к падению чувствительности. Таким образом, оптимальные сопротивления фотослоя лежат в интервале  $10^{11} + 10^{13}$  ом·см.

Последнее замечание, которое можно сделать, относится к возможностям расширения диапазона оптимальных величин удельных сопротивлений. Вспомним, что

менения возможно изменение этой величины. В этом случае оптимальные соотношения будут оставаться в силе при сохранении условия:

$$\frac{T_{\text{кад}}}{\rho_T} = \text{const.} \quad (9)$$

Отметим, что изложенный материал описывает процесс образования потенциального рельефа в зависимости от параметров фотослоя и освещенности. Однако формирование видеосигнала существенным образом зависит не только от глубины потенциального рельефа, но также от потенциала на сигнальной пластине видикона и тока луча. С этой точки зрения вопрос рассмотрен В. Л. Герусом [5], однако им был использован графический метод, что сильно усложняет задачу применения полученных им результатов к вышеизложенным материалам.

### Выводы

1. Получено выражение для ступени потенциального рельефа на границе темного и светлого элементов фотослоя видикона.

2. Показано, что глубина потенциального рельефа на мишени зависит от темнового сопротивления фотослоя, причем оптимальная величина сопротивления различна для различных величин перепада сопротивлений темного и светлого элементов. Получено выражение для этой зависимости.

3. Получено семейство световых характеристик видикона для различных значений контрастности объекта. Полученные расчетным путем характеристики дают хорошее совпадение с экспериментальными.

4. Показано, каким образом видоизменяется семейство световых характеристик в зависимости от темнового сопротивления фотослоя. Исходя из этого получены опти-

мальные величины темновых сопротивлений для трех областей применения видикона: телекинопроекции, промышленного телевидения и работы в условиях пороговых освещенностей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Артемьев Н. Л., Соколов В. К., Темиряева С. К., Радиотехника и электроника, 1956, I, № 2, стр. 245.

2. Юматов К. А., Переводчиков В. И., Радиотехника и электроника, 1958, III, № 3, стр. 415.

3. Иоффе А. Ф., Физика полупроводников, М., 1957.

4. Переводчиков В. И., Кузнецов Е. П., Радиотехника и электроника (в печати).

5. Герус В. Л., Техника кино и телевидения, 1958, № 4, стр. 12; 1958, № 5, стр. 24.

*Всесоюзный электротехнический институт  
имени В. И. Ленина*

С. Д. РОДКЕВИЧ, А. П. ГОЛУБКОВ, В. А. ЗАГРЕБА

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ФОТОТРИОДОВ

Приведены результаты исследования характеристик фототриодов, изготовленных на основе триодов типа П6. Показано, что при использовании фототриодов в схеме со «связанной» базой можно управлять их основными параметрами. Предлагается методика уменьшения уровня шумов и улучшения частотных характеристик фототриодов путем подачи некоторого оптимального положительного смещения на вывод базы.

В литературе [1, 2, 3, 4] имеются весьма скудные данные по технологии изготовления, конструкции и схемам практического использования фототриодов. Но даже те сведения, которые опубликованы, дают право говорить о фототриодах как о новом весьма чувствительном приемнике радиации в инфракрасной области спектра до 2 мк.

В настоящей статье представлены результаты исследования основных параметров фототриодов, изготовленных на базе выпускаемых нашей промышленностью триодов, а также характеристики однокаскадного фотоусилителя в схемах с «плавающей» и «связанной» базой.

### 1. Метод отбраковки $p-n$ -переходов

При исследовании фотоэлектрических характеристик многих образцов триодов различных типов, которые выпускаются нашей промышленностью, было обнаружено, что фоточувствительность триодов по току  $\varphi_{IT}$  однозначно связана с коэффициентом усиления триода по току, определяемым либо в схеме с общей базой ( $\alpha$ ), либо с общим эмиттером ( $\beta$ ).

На рис. 1 представлены зависимости  $\varphi_{IT}(\alpha)$  и  $\varphi_{IT}(\beta)$ , полученные в схеме с плавающей базой.

Из кривых видно, что обе зависимости

можно характеризовать простой эмпирической формулой:

$$\varphi_{it} = k\beta = k \frac{\alpha}{(1-\alpha)}, \quad (1)$$

где коэффициент пропорциональности  $k = 4 \cdot 10^{-2}$  а/лм.

Таким образом, чем больше коэффициент усиления по току триода, тем большего значения токовой фоточувствительности следует ожидать от фототриода, изготовленного на базе этого триода.

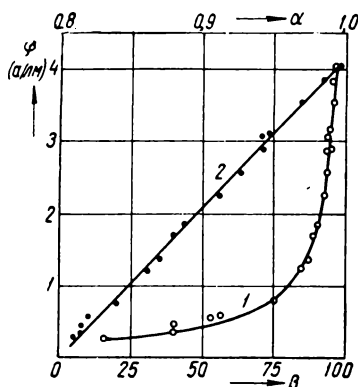


Рис. 1. Зависимость фоточувствительности триодов по току от коэффициента усиления по току  
кривая 1 —  $\varphi_i(\alpha)$ ; кривая 2 —  $\varphi_i(\beta)$

С другой стороны, исходя из полученного соотношения (1), можно сказать следующее:

а) Поскольку фоточувствительность по току пропорциональна  $\beta$ , а не  $\alpha$ , следовательно, известная схема со свободной или „плавающей“ базой аналогична схеме с заземленным эмиттером и отличается только тем, что потенциал базы меняется за счет экстракции неосновных носителей в базу при освещении, а не от внешнего источника электропитания. Приблизительно можно считать, что освещение триода эквивалентно генерации в цепи базы тока, равного:

$$i_g = \frac{\varphi_{it} F}{\beta} = kF, \quad (2)$$

где  $F$  — световой поток в соответствующих единицах, в нашем случае в лм.

б) Коэффициент  $k$  представляет фактически исходную фоточувствительность

триода по току без усилительного эффекта, получаемого в схеме с общим эмиттером. Таким образом, есть основание полагать, что фоточувствительность триода обусловлена диодной фоточувствительностью  $\varphi_{id}$  в обоих ( $p-n$ )-переходах и усилительным действием триода, т. е. что

$$k = \varphi_{id}. \quad (3)$$

Соответственно уравнение (1) можно переписать в виде:

$$\varphi_{it} = \varphi_{id} \frac{\alpha}{1-\alpha}. \quad (1a)$$

Подтверждением проведенных рассуждений может служить тот факт, что фоточувствительность по току фотодиодов по данным Шайва  $\varphi_{id} = 3 \cdot 10^{-2}$  а/лм. Полученное нами среднее значение коэффициента  $k = 4 \cdot 10^{-2}$  а/лм близко к данным, опубликованным Шайвом [2].

Все отмеченные выше закономерности использовались в настоящей работе для отбраковки триодов с целью изготовления из них фототриодов. Из произвольно выбранной партии триодов удавалось получить свыше 50% фототриодов с фоточувствительностью выше 1 а/лм. Максимальная чувствительность у единичных образцов доходила до 8 ÷ 10 а/лм.

## 2. Конструкция и технология изготовления фототриодов на базе триодов П6

При изготовлении фототриодов все технологические операции выдерживались строго такими же, как при изготовлении

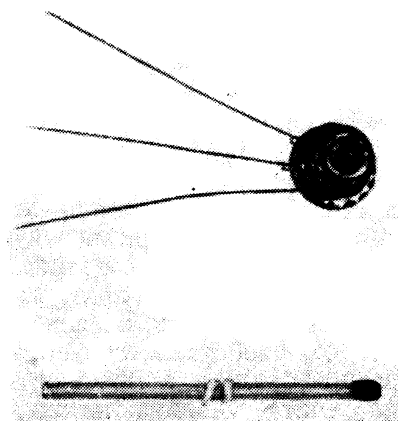


Рис. 2. Внешний вид фототриода

триодов типа П6. Отступления от известной технологии приводили к уменьшению  $\alpha$  и  $\varphi_i$ , а также к увеличению шумов.

Добавлялись только две операции:

- а) изготовление окна для подсветки;
- б) разворот кристаллодержателя с таким расчетом, чтобы свет попадал со стороны эмиттера, так как при исследовании было обнаружено, что наиболее эффективным является освещение  $p-n-p$ -перехода со стороны эмиттера.

Внешний вид фототриода, изготовленного из триода П6, представлен на рис. 2.

### 3. Основные параметры фототриодов для схемы с „плавающей“ базой

При практическом использовании фототриодов в схемах с дальнейшим усилением для регистрации малых световых потоков представляют интерес, кроме fotocувствительности по току, следующие параметры:

- а) сопротивление переменному току в темноте —  $R_{it}$  (нетрудно убедиться, что  $R_{it} = R_{22}$ );
- б) допустимое значение напряжения на коллекторе  $U_{кт}$ , т. е. напряжение, при котором начинается крутой подъем вольт-амперной характеристики;
- в) среднее значение темнового тока —  $I_{кт}$  на пологом участке вольт-амперной характеристики.

Определение всех этих параметров может быть проведено различными методами. В настоящей работе отмеченные параметры определялись графически из статических и динамических вольт-амперных характеристик. Первые определялись методом вольтметра и амперметра. Динамические вольт-амперные характеристики определялись на переменном токе 50 гц с помощью характериографа, который позволял одновременно наблюдать на экране осциллографа типа ЭНО-1 вольт-амперные характеристики в темноте и при любой наперед заданной освещенности фототриода. Достоинство этого метода состоит в том, что он позволяет исключить влияние явления „ползучести“, свойственного полупроводниковым приборам, и изменения температуры за счет неодинаковых значений подаваемых мощностей при разных значениях  $u_k$ .

Исследования в статическом и динамическом режиме показали, что основные параметры фототриодов, полученные для случая с плавающей базой, лежат примерно в следующих пределах:

$$\varphi_i = 1 \div 8 \text{ а/лм}, \quad R_{22} = 10^3 \div 10^5 \text{ ом}, \\ U_{кд} = 1 \div 5 \text{ в}, \quad I_{кт} = 300 \div 50 \text{ мка.}$$

### 4. Управление параметрами фототриодов в схеме со „связанной“ базой

Приведенные выше средние значения параметров показывают, что практическое использование большинства фототриодов для регистрации малых световых потоков с применением дальнейшего усиления недостаточно эффективно. Естественно, представляет интерес разработка методов управления основными параметрами фототриодов схемным путем. Как показали исследования, последнее оказывается возможным при осуществлении слабой связи базы с эмиттером через большое сопротивление порядка  $0,1 \div 1 \text{ мгом}$ .

Еще более хорошие результаты дает применение положительного смещения в цепь базы по току по отношению к эмиттеру либо с помощью постороннего источника питания, либо за счет автоматического смещения, в отличие от общепринятого способа задания отрицательного смещения в базу.

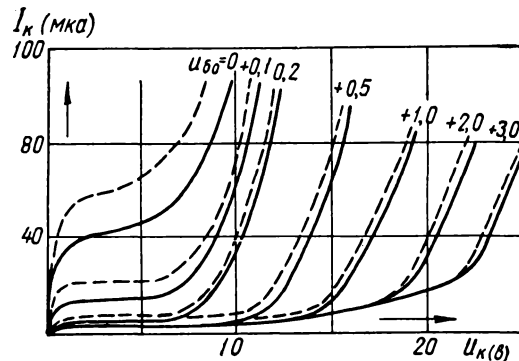


Рис. 3. Семейство вольт-амперных характеристик фототриода. Сплошные линии соответствуют характеристикам в темноте, пунктирные — при освещении  $F = 6 \cdot 10^{-6} \text{ лм}$

На рис. 3 в качестве примера представлены семейства статических вольт-амперных характеристик для одного из образцов фо-

готриодов в темноте (сплошные линии) и при освещении (пунктирные линии) световым потоком  $F=6 \cdot 10^{-6}$  лм от лампы накаливания с цветовой температурой 2800° К.

Представленные характеристики снимались с помощью схемы, приведенной на рис. 4 при сопротивлении в цепи базы 0,1 мгом и замкнутым сопротивлению нагрузки ( $K_3$  — замкнут).

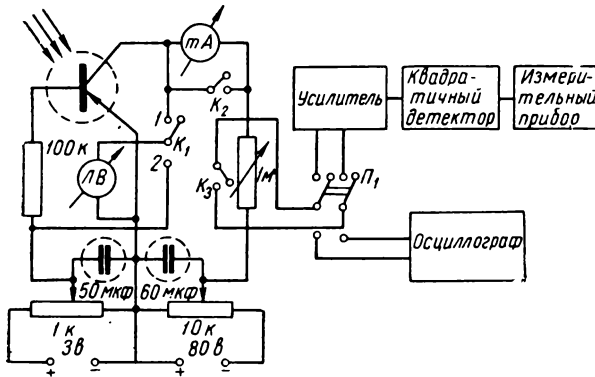


Рис. 4. Электрическая схема для исследования фототриодов

Из кривых рис. 3 видно, что при подаче положительного смещения в базу, оставляя вывод базы практически свободным по отношению к изменениям потенциала базы при освещении, можно в широких пределах менять исходные параметры фототриодов. Кроме того, существует некоторое оптимальное значение смещения, при котором основные параметры принимают значения наиболее выгодные для целей регистрации малых световых потоков с дальнейшим усилением по напряжению. Закономерности отмеченных изменений основных параметров фототриодов, в зависимости от поданного смещения в базу, представлены на рис. 5. Из приведенных кривых видно, что при достижении оптимального смещения  $U_{б0}=0,5$  в, поданного через сопротивление 100 ком, основные параметры фототриода меняются следующим образом:

а)  $I_{кт}$  — снижается от 50 мка для случая „плавающей“ базы до 5 мка для „связанной“ базы;

б)  $R_{it}$  — увеличивается от  $10^5$  ом до  $10^7$  ом;

в)  $U_{кд}$  — растет от 6 до 12 в;

г)  $\varphi_i$  — падает сравнительно мало от 8 в/лм до 4 в/лм.

На этом же рисунке представлена кривая зависимости теоретического, предельного значения фоточувствительности по напряжению, определяемой, как известно, для случая  $R_n \gg R_{it}$  по формуле:

$$\varphi'_u = R_{it} \varphi_i. \quad (4)$$

Несмотря на уменьшение  $\varphi_i$ , значение  $\varphi'_u$  резко возрастает от  $8 \cdot 10^5$  в/лм до  $4 \cdot 10^7$  в/лм.

Реальное значение фоточувствительности по напряжению  $\varphi_u$  значительно меньше, чем теоретическое, определяемое формулой (4), так как своеобразие вольтамперных характеристик накладывает ограничения на возможность выбора сопротивления нагрузки. Сопротивление нагрузки и оптимальное питание должны быть определены из семейства вольтамперных характеристик, полученных при заданном максимальном световом сигнале и в темноте.

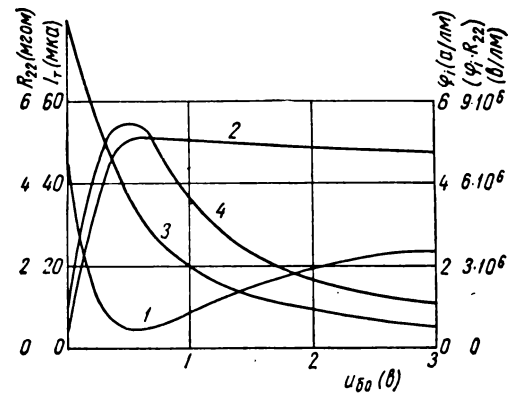


Рис. 5. Изменение параметров фототриодов в зависимости от величины смещения на базе  $U_{б0}$ :

Кривые: 1 — темнового тока  $I_T$ ; 2 — сопротивление переменному току  $R_{22}$ ; 3 — фоточувствительность по току  $\varphi_i$ ; 4 — произведение  $(\varphi_i \cdot R_{22})$

Графический расчет и эксперимент показывают, что, изменяя ток смещения в базе при заданном предельно малом максимальном потоке  $F=2 \cdot 10^{-5}$  лм,  $R_n=700$  ком,  $U_{к0}=21$  в, реальное значение фоточувствительности по напряжению можно увеличить с  $8 \cdot 10^4$  в/лм до  $6 \cdot 10^5$  в/лм, т. е. почти в 10 раз.

Оценка качества фотоприемника, как известно, может производиться также по отношению светового тока  $I_{св}$  к темновому току  $I_{т}$ , определяемому для фототриодов по формуле:

$$\frac{I_{св}}{I_{т}} = 1 + \frac{\varphi_i F}{I_{т}}. \quad (5)$$

При применении схемы со „связанной“ базой это отношение также увеличивается примерно от четырех при свободной базе до двадцати при оптимальном смещении.

Подводя итог, следует отметить, что настройка схемы со связанной базой очень острая. Необходим тщательный графический расчет на основе предварительно снятых вольтамперных характеристик.

### 5. Шумовые и частотные характеристики фототриодов в схеме со „связанной“ базой

При определении перспектив применения фототриодов в схеме со связанной базой для регистрации малых световых потоков наибольший интерес представляет возможность уменьшения уровня электрических флюктуаций.

Исследование шумовых характеристик фототриодов производилось, как показано на рис. 4, с помощью широкополосного измерительного усилителя широкополосной частот с большим входным сопротивлением и квадратичным детектором на выходе. В качестве последнего применялся термопреобразователь на монометрической лампе типа ЛТ-2, обеспечивающий удовлетворительную квадратичность характеристики за счет введения специально подобранных термоотражателей.

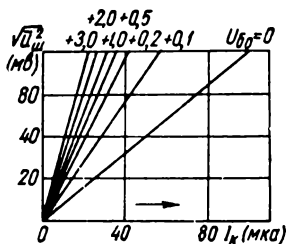


Рис. 6. Зависимость флюктуаций напряжения от тока коллектора при различных смещениях

Исследования шумовых характеристик фототриодов подтвердили известный в литературе [5] результат, что уровень среднеквадратичных флюктуаций напряжения

$\sqrt{\bar{U}_{ш}^2}$  прямо пропорционален току коллектора.

При подаче положительного смещения в цепь базы, как показано на рис. 6. коэффициент пропорциональности  $\sqrt{\bar{U}_{ш}^2}/I_{кт}$  увеличивается, однако следует учитывать, что при подаче положительного смещения одновременно происходит резкое уменьшение темнового тока  $I_{кт}$ . Таким образом, в конечном счете зависимость среднеквадратичных флюктуаций напряжения  $\sqrt{\bar{U}_{ш}^2}$  от напряжения питания цепи коллектора  $U_{ко}$  при разных  $U_{б0}$  примерно повторяет ход соответствующих вольтамперных характеристик фототриода (см. рис. 3 и рис. 7). Как видно из рис. 7, зависимости

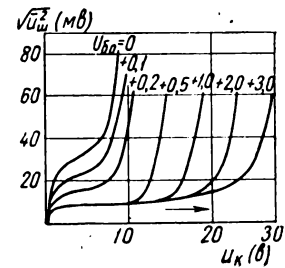


Рис. 7. Зависимость флюктуаций напряжения от напряжения на коллекторе при различных смещениях

$\sqrt{\bar{U}_{ш}^2} = f(U_{ко})$  имеют также участки „насыщения“ и резкого подъема при  $U_{ко}$  выше  $U_{кл}$ . Уровень флюктуаций напряжения, снятых при тех же условиях, которые были отмечены в § 4, снижается от 40 мв для схемы с „плавающей“ базой и до 10 мв для схемы со „связанной“ базой.

Поскольку одновременно происходит увеличение фоточувствительности по напряжению, отношения сигнал/шум, очевидно, должны расти. Исследования показали, что отношение сигнал/шум увеличивается примерно от значения 90 до 900, т. е. в 10 раз, если в обеих схемах подобраны оптимальные режимы работы.

На рис. 8 представлены зависимости отношения сигнал/шум при различных смещениях на базе, полученные при модулированном световом потоке  $F = 2 \cdot 10^{-5}$  лм;  $R_n = 700$  ком,  $U_{ко} = 21$  в (кривая 1) и отношение сигнал/шум при том же световом потоке, но при условии, что каждая точка кривой снята при оптимально подобранных

значениях  $U_{ко}$  и  $R_n$  (кривая 2). На этом же рисунке представлена зависимость реального значения fotocувствительности по напряжению (см. § 4).

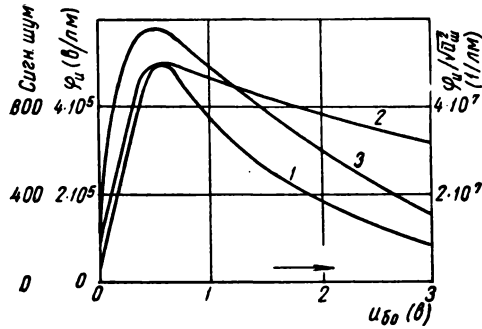


Рис. 8. Зависимость отношения сигнал/шум от смещения при  $F = 2 \cdot 10^{-5}$  л.м.;  $R_n = 700$  ком.;  $U_{ко} = 21$  в (кривая 1). Отношение сигнал/шум при оптимальных  $U_{ко}$  и  $R_n$  в каждой точке (кривая 2). Фоточувствительность по напряжению —  $\varphi_u$  (кривая 3)

Для определения минимального светового потока, который можно измерить при заданном отношении сигнал/шум, очень удобно пользоваться отношением максимальной fotocувствительности по напряжению к шуму, размерность которого, очевидно, равна

$$\left[ \frac{\varphi_u}{\sqrt{\bar{U}_{ш}^2}} \right] = \frac{\text{сигнал } [\sigma]}{\text{шум } [\sigma] \cdot \text{поток } [\text{л.м.}]} = \frac{1}{\text{л.м.}}$$

Кривые зависимостей этого отношения совпадают с кривыми зависимостей отношения сигнал/шум, если их построение производить в соответствующем масштабе (см. рис. 8, кривые 1, 2). При подаче положительного смещения на базу это отношение также увеличивается примерно в десять раз от значения  $0,9 \cdot 10^7 \frac{1}{\text{л.м.}}$  до  $9 \cdot 10^7 \frac{1}{\text{л.м.}}$ . При известном отношении легко определить отношение сигнал/шум для заданного минимального потока  $F_{\text{мин}}$  путем умножения

$$\frac{\text{сигнал}}{\text{шум}} = \frac{\varphi_u}{\sqrt{\bar{U}_{ш}^2}} F_{\text{мин}} \quad (6)$$

и, наоборот, определить минимальное значение светового потока, которое можно измерить при данном отношении сигнал/шум. Например, для триода, характеристики которого приведены в § 4 и § 5, можно показать, что при отношении сигнал/шум, равном десяти, минимальный поток, который можно измерить, равен  $10^{-6}$  л.м. для схемы с „плавающей“ базой и  $10^{-7}$  л.м. для схемы со „связанной“ базой.

При исследовании шумовых характеристик было также обнаружено, что применение постоянной засветки приводит к добавочному уменьшению уровня флуктуаций напряжения. Причину этого явления выяснить пока не удалось, но есть основания предполагать, что снижение уровня шумов является результатом скопления объемного заряда основных и неосновных носителей в базе, подавляющего дробовой шум аналогично тому, как это имеет место в электронных лампах.

При использовании фототриодов в различных областях техники большой практический интерес представляют также частотные характеристики фототриодов и перспективы их улучшения.

Оценка частотных свойств фототриодов в настоящей работе производилась при освещении неоновой лампой, питаемой от звукового генератора. Проведенные исследования показали, что применение схемы со „связанной“ базой также перспективно и в этом направлении.

На рис. 9 представлены семейства частотных характеристик, снятых в обеих схемах включения. Как видно из кривых, для схемы с „плавающей“ базой завал частотных характеристик до значения 0,7 происходит при частоте 2500 гц, в схеме со „связанной“ базой — при 25000 гц. Время нарастания импульса, определяемое, как известно, для импульсов П-образной формы по уравнению

$$\tau = 0,28 \frac{1}{f_{0,7}}, \quad (7)$$

соответственно меняется от  $10^{-4}$  до  $10^{-5}$  сек.

Таким образом, применение схемы со „связанной“ базой позволяет также улучшить частотные свойства фототриодов примерно на порядок.

Улучшение частотных свойств фототриодов при подаче положительного смещения на базу определяется, по-видимому, тем, что ширина ( $n$ )-области базового электрода в триоде уменьшается за счет соот-

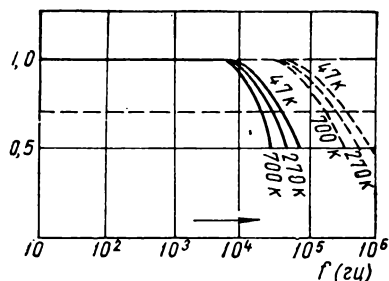


Рис. 9. Частотные характеристики фототриодов в схеме с «плавающей» базой (сплошная кривая) и в схеме со «связанной» базой (пунктирная кривая) при разных сопротивлениях нагрузки

ветствующего увеличения ширины  $p$ - $n$ -перехода со стороны эмиттера. Следовательно, неосновные носители (дырки), диффундируемые из эмиттера в коллектор, могут проходить через потенциальный барьер ( $n$ )-области за более короткий промежуток времени.

#### Выводы

1. Фототриоды, изготовленные на базе триодов типа Пб, не уступают по своим

характеристикам тем, {данные о которых опубликованы в литературе. Заводы, изготовляющие триоды этого типа, могут приступить к выпуску высококачественных фототриодов для массового применения в различных областях техники, практически не меняя освоенной технологии производства триодов.

2. Применение схемы со связанной базой расширяет перспективы использования фототриодов для измерения малых световых потоков. Минимальный световой поток, который удавалось регистрировать при отношении сигнал/шум, равном десяти,  $F_{\text{мин}} = 10^{-7}$  лм.

Для измерения малых освещенностей фототриоды использовать невыгодно, так как мала рабочая площадь ( $2 \text{ мм}^2$ ). Минимальная освещенность при том же отношении сигнал/шум  $E_{\text{мин}} = 0,05$  лк.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рывкин С. М., Строкан Н. Б., О кинетике фототриодов, ЖТФ, 1958, VI, 28.
2. Рывкин С. М. (под ред.), Действие излучений на полупроводники и изоляторы, Сборник переводов, М., ИЛ, 1954, стр. 203 — 212.
3. Wireless World, 1958, VIII, v. 764, № 8, 391—394.
4. Schulz-Methke H. D., Electronik, 1958, V, № 5, 152 — 154, Erfahrung mit Fototransistoren.
5. Ван-дер-Зил А., Флуктуации в радиотехнике и физике, перевод Л. С. Гуткина, М. — Л. Госэнергоиздат, 1958.



## НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ФОТОГРАФИИ И КИНЕМАТОГРАФИИ

В связи со значительным расширением применения высокоскоростной съемки в различных областях науки и техники в последние годы институтами и предприятиями был разработан ряд образцов специальной аппаратуры и приборов для всех процессов высокоскоростной фотографии и кинематографии, начиная с приборов для специальных сенситометрических испытаний фотокиноматериалов, кончая аппаратами для демонстрирования и дешифровки снятых фильмов.

Сенситометрические испытания, проводимые согласно ГОСТу 2817—50 на сенситометре типа ФСР-4 с источником искусственного солнечного света при выдержке  $1/20$  сек. и при температуре окружающего воздуха  $18—20^{\circ}\text{C}$ , не характеризуют поведение данного светочувствительного материала при высокоскоростной съемке с весьма короткими выдержками и фотографировании в ряде случаев с использованием ультрафиолетового и инфракрасного излучения, а также при пониженной или повышенной температуре.

Для точной количественной оценки фотографических свойств фотокиноматериалов при экспонировании в этих разнообразных условиях Государственный оптический институт имени С. И. Вавилова (ГОИ) разработал специальный сенситометр СР-16, спектральный диапазон которого распространяется на области собственной и «добавочной» (получаемой в результате сенсibilизации) чувствительности большинства современных фотографических материалов, а выдержка может регулироваться в пределах от  $6 \cdot 10^{-2}$  до  $10^{-7}$  сек. При этом температура испытуемого фотографического материала может варьироваться в диапазоне от  $-150$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ . Действие прибора основано на принципе зеркальной развертки в плоскости испытуемого фотографического материала изображения равномерно освещенной щели (такой способ экспонирования аналогичен способу, используемому в высокоскоростных фоторегистраторах). Кассеты сенситометра позволяют испытывать как 35-мм киноплёнку, так и фотоплёнку и фотопластинки форматом  $9 \times 12$  см.

Из последних разработок в области высокоскоростной съемочной аппаратуры следует назвать скоростной аппарат для съемки на прерывисто движущуюся киноплёнку с частотой до 1000 кадр/сек и три сверхскоростные камеры «ждушего» типа.

Известные до настоящего времени скоростные аппараты с прерывистым движением пленки, такие как «Гранд-Витесс» французской фирмы А. Дебри и «Хай-Спид-300» английской фирмы В. Винтен, способны обеспечить съемку с частотой не выше 250—300 кадр/сек. При замене в подобных аппаратах грейфера другим скачковым механизмом (например, пальцевого типа) и уменьшении высоты кадра, как это было сделано в некоторых американских аппаратах, удавалось повысить частоту съемки до 400—500 кадр/сек, что являлось практически пределом для аппаратуры этого типа

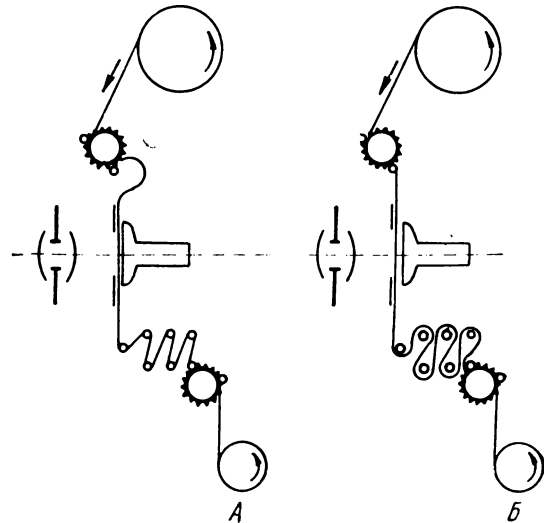


Рис. 1. Схемы новой системы скоростного прерывистого транспорта киноплёнки

А — пленка заторможена в фильмовом канале при помощи пульсирующего прижимного элемента; перед фильмовым каналом образовалась свободная петля; петли пленки на роликах натянуты; Б — торможение снято; пленка в фильмовом канале продвинулась на шаг кадра за счет энергии упругости нижних петель.

В аппарате, макет которого был недавно построен ГОИ, этот предел удалось преодолеть благодаря применению нового прин-

ципа прерывистого транспортирования киноплёнки. Сущность нового принципа заключается в том, что прерывисто работающим механизмом осуществляется только периодическое, с нужной частотой, торможение плёнки в фильмовом канале, во время которого в нескольких петлях плёнки, сформированных при помощи роликов, расположенных перед нижним зубчатым барабаном, накапливается энергия упругости, достаточная для быстрого продвижения плёнки на шаг кадра после прекращения торможения. При этом торможение производится пульсирующим прижимным элементом, действующим на более или менее значительные участки поверхности плёнки, а в соприкосновении с перфорацией находятся только зубья непрерывно вращающихся транспортирующих барабанов.

Макет аппарата был построен для стандартной 35-мм киноплёнки. Опробование его производилось на частотах съёмки от 250 до 1000 кадр/сек при шагах кадра от 11 до 46 мм. Фотографическое качество кадров полученных фильмов высокое, неустойчивость кадра при шаге кадра, равном 19 мм, не превышала 0,3 мм. Авторы разработки указывают, что описанный принцип может быть успешно использован для

съёмок на 16-мм киноплёнке и на широкой рулонной фотоплёнке.

В последние два года много внимания было уделено созданию различных видов «ждущих» сверхскоростных съёмочных аппаратов (табл. 1). Необходимость этих работ диктовалась тем, что при сверхскоростной съёмке, проводимой с частотами в несколько сотен тысяч или миллионов кадров в секунду, точная синхронизация начала или определённого момента подлежащего съёмке явления или процесса с началом или определённой фазой рабочего цикла съёмочного аппарата становится весьма затруднительной, а в некоторых случаях оказывается вообще невозможной. Между тем при съёмке «ждущими» аппаратами, которые могут быть запущены заранее и работать непрерывно относительно длительное время в «ожидании» начала или заданного момента исследуемого явления или процесса, указанная выше точная синхронизация не нужна и требуется лишь обеспечить своевременное быстрое закрытие затвора для предотвращения вторичного экспонирования фотокиноматериала.

Для съёмок в «ждущем» режиме Ленинградский институт точной механики и оптики (ЛИТМО) разработал сверхскорост-

Таблица 1

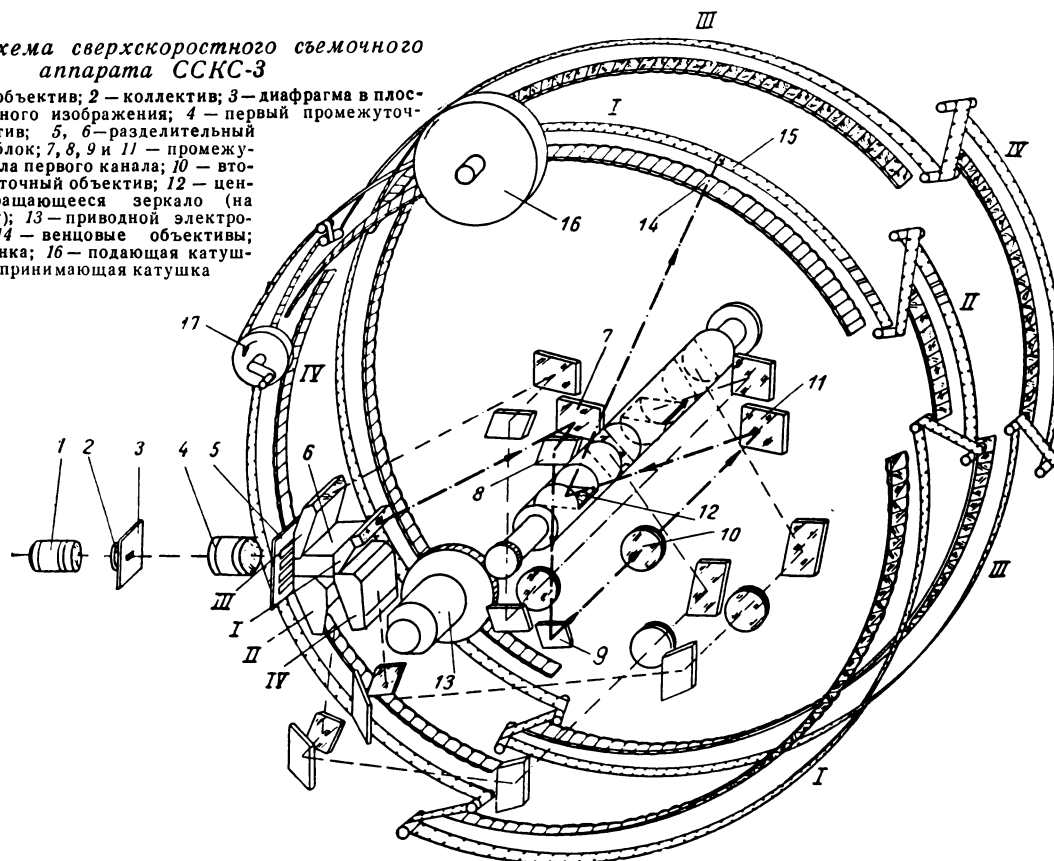
Шифр аппарата, разработчик	ССКС-3 (Ленинградский институт точной механики и оптики)	ЖЛВ (Институт химической физики Академии наук СССР)	РКС-11 (Ленинградский институт кино- инженеров)
Светочувствительный материал . . .	16-мм киноплёнка	35-мм киноплёнка	Фотопластинка формата 13×18 см
Формат кадра . . . . .	7,6×10,5 мм <sup>2</sup>	15×15 мм <sup>2</sup> , 10×10 мм <sup>2</sup> и 5×5 мм <sup>2</sup>	13×18 см <sup>2</sup>
Число вводов . . . . .	1 (с разделением на 4 пучка)	2	1
Эквивалентное фокусное расстояние (мм) . . . . .	42, 65, 110 и 234	90, 180 и 270	—
Эквивалентное относительное отверстие . . . . .	1:7,2	1:18	1:5
Частота съёмки (число кадров в секунду) . . . . .	от 20 тыс. до 500 тыс.	от 25 тыс. до 3 млн.	от 1 тыс. до 100 тыс.
Общее число кадров . . . . .	600—800	150, 200 и 1500	300—500

ной аппарат ССКС-3, рассчитанный на использование стандартной 16-мм киноплёнки. Формат получаемых кадров  $7,6 \times 10,5 \text{ мм}^2$ . Аппарат относится к типу многообъективных с «оптической коммутацией изображения». Он имеет один сменный входной объектив, который строит изображение в плоскости диафрагмы, расположенной в фокальной плоскости вторичного объектива; за этим объективом пучок лучей делится на четыре части, образуя четыре последовательно работающих канала: I, II, III и IV. Плёнка расположена кольцеобразно в два ряда. Вращение пучка лучей

На более высокие частоты съёмки — от 20 тыс. до 3 млн. кадр/сек — рассчитан «ждущий» сверхскоростной съёмочный аппарат ЖЛВ, разработанный в Институте химической физики Академии наук СССР. В этом аппарате использована зеркальная развертка при помощи двух плоскопараллельных вращающихся зеркал с двухсторонним покрытием, расположенным под углом  $45^\circ$  на одной оси в два яруса, одно над другим. Оптическая система аппарата имеет эквивалентное фокусное расстояние от 55 до 450 мм. Общее число кадров, получаемых на 35-мм киноплёнке при однократной

Рис. 2. Схема сверхскоростного съёмочного аппарата ССКС-3

1 — входной объектив; 2 — коллектив; 3 — диафрагма в плоскости первичного изображения; 4 — первый промежуточный объектив; 5, 6 — разделительный призмный блок; 7, 8, 9 и 11 — промежуточные зеркала первого канала; 10 — второй промежуточный объектив; 12 — центральное вращающееся зеркало (на главном валу); 13 — приводной электродвигатель; 14 — венцовые объективы; 15 — киноплёнка; 16 — подающая катушка; 17 — принимающая катушка



всех каналов осуществляется четырьмя зеркалами, которые укреплены на валу, вращающемся со скоростью до 36 тыс. об/мин. Рабочий диапазон частот съёмки от 20 до 500 тыс. кадр/сек. Общее число кадров, получаемых при каждой съёмке, — около 800 с уменьшением до 600 по мере повышения частоты съёмки.

съёмке, составляет 150, 200 или 1500 при формате кадра  $15 \times 15 \text{ мм}^2$ ,  $10 \times 10 \text{ мм}^2$  и  $5 \times 5 \text{ мм}^2$ . Аппарат может быть использован также и в варианте фоторегистратора с щелевой разверткой, который работает при фокусном расстоянии от 220 до 630 мм и обеспечивает разрешение во времени до  $2,7 \times 10^{-8}$  сек.

Третий из сверхскоростных аппаратов «ждущего» типа — аппарат РКС-11, разработанный Ленинградским институтом киноинженеров, представляет собой растровый аппарат, в котором непрерывная («ждущая») развертка растрового изображения обеспечивается системой с двумя возвратно-поступательно движущимися растрами, за которыми помещаются фотопластинки форматом  $13 \times 18$  мм. Движение растров согласовано так, что, когда один из них движется с постоянной скоростью, совершая рабочий ход, другой растр изменяет направление своего движения и перемещается в обратном направлении, пока не займет своего исходного положения. Управ-

число кадров: 300 при шаге растра 0,4 мм и 500 при шаге растра 0,7 мм.

Созданию этого аппарата и успешному развитию в СССР растровой высокоскоростной съемочной техники в значительной мере способствовало наличие высококачественных мелкоструктурных оптических растров, разработанных Всесоюзным научно-исследовательским кинофотоинститутом (НИКФИ). Эти растры значительно сильнее светопоглощающих растров, использованных в аппарате Султанова (США), и имеют более мелкую структуру, чем те оптические растры, которые применял при своих работах Кортней-Пратт (Англия). Характеристики растров НИКФИ, использованных в аппарате РКС-11, приведены в табл. 2.

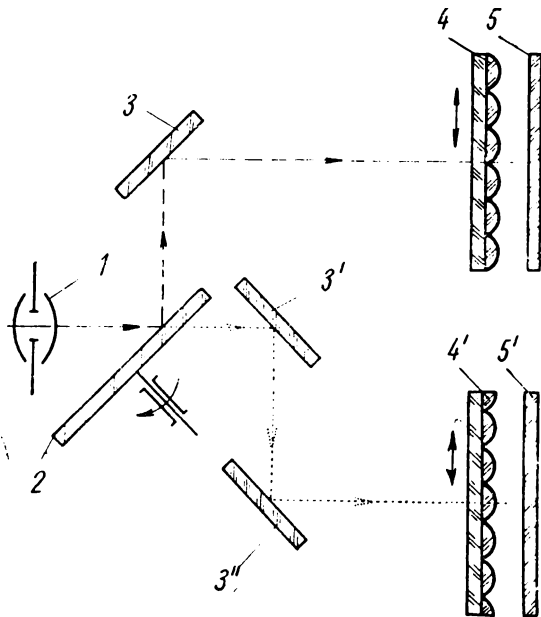


Рис. 3. Принципиальная схема сверхскоростного съемочного аппарата РКС-11  
1 — съемочный объектив; 2 — зеркальный obtюратор; 3, 3' и 3'' — вспомогательные зеркала; 4 и 4' — оптические растры; 5 и 5' — фотопластинки

ление движением растров производится при помощи кулачка, вращающегося с постоянной скоростью. Аппарат снабжен зеркальным obtюратором, при вращении которого прошедший сквозь объектив световой поток при помощи системы зеркал поочередно направляется на растры в период их рабочего хода. Диапазон рабочих частот аппарата от 1 тыс. до 100 тыс. кадр/сек. Общее

Таблица 2

Параметры	Тип растра	
	I	II
Система расположения элементов . . . . .	Гексагональная 60°	
Шаг линзовых элементов, мм . . . . .	0,7±0,01	0,44±0,01
Фокусное расстояние линз, мм . . . . .	3,0—3,5	2,0—2,5
Диаметр линз, мм . . . . .	~0,5	~0,3
Относительное отверстие . . . . .	1:6—1:7	1:7—1:8
Равномерность поля по фокусу, % . . . . .	±5	±5
Визуальная разрешающая способность, штр/мм . . . . .	300	300
Подложка: материал . . . . . толщина, мм . . . . .	Стекло 3,0—5,0	Стекло 3,0—5,0
Максимальный размер растра, см <sup>2</sup> . . . . .	18×24	18×24

В настоящее время НИКФИ закончена разработка новой технологии изготовления растров, основанной на применении специального линзового растра — негатива и

фигурной вращающейся диафрагмы. Эта технология позволяет свободно регулировать оптические параметры растров, что дает возможность повысить их светосилу, увеличить емкость и улучшить качество изображения по полю. Образцы растров, изготовленных по новой технологии, имеют  $F = 0,3—1,5$  мм, светосилу до 1:3 и визуальную разрешающую способность, достигающую 500 штр/мм.

Из новых элементов высокоскоростной съемочной аппаратуры следует также назвать полученные и исследованные Институтом химической физики Академии наук СССР новые двулучепреломляющие кристаллы для модуляторов быстродействующих затворов типа ячейки Керра (в которых обычно используется нитробензол). Испытания показали, что затворы с такими кристаллами способны пропускать от 10 до 20% падающего света, причем для максимального открытия затвора требуется напряжение порядка 9—10 кв. Инерционность затворов с новыми кристаллами не превышает  $5 \cdot 10^{-8}$  сек.

Для быстрой, точной и надежной аналитической обработки результатов киносъемки в 1959 г. был разработан универсальный кинодешифратор КД-4, позволяющий обрабатывать кадры форматом  $16 \times 22$  мм и  $24 \times 36$  мм — на 35-мм киноплёнке и форматом  $7,5 \times 10,4$  мм на 16-мм киноплёнке. Основными частями аппарата являются: проекционное устройство, измерительный механизм, регистрирующий механизм и агрегат питания.

Кинодешифратор оформлен в виде стола, внутри корпуса которого заключены все механизмы, за исключением узлов, требующих легкого доступа; на верхней горизонтальной панели стола расположены лентопротяжный

тракт и элементы оптической системы. Органы управления, отсчетные рукоятки и счетчики расположены на передней боковой стенке — справа и слева от отсчетного проекционного экрана, расположенного с наклоном  $45^\circ$  относительно вертикали. Имеется также выносной отражательный экран, устанавливаемый на отдельном штативе против рабочего места оператора.

При помощи кинодешифратора КД-4 может производиться как обычная кинопроекция на просветный или отражательный экран со скоростями 24, 18, 8 или 4 кадр/сек, так и покадровая проекция с возможностью производства замеров по изображению на просветном экране. При этом продвижение кинофильма осуществляется на 1, 2, 4, 6 или 12 кадров при каждом нажатии кнопки. Аппарат позволяет также производить оптическую печать кадров с увеличением  $7\times$ ,  $10\times$  и  $15\times$ .

Аппарат снабжен механическими счетчиками для отсчета перемещения измерительной сетки и регистрирующим механизмом, при помощи которого показания счетчика дублируются на отсчетные диски печатной машины и все замеры по каждому кадру регистрируются на бумажной ленте в виде цифр, означающих номер кадра, координату  $x$  и координату  $y$  или радиус-вектор и угол.

Кроме рассмотренных оптико-механических аппаратов и приборов, для высокоскоростной фотографии и кинематографии в последнее время были разработаны новые импульсные источники света, электронно-оптические преобразователи и съемочные установки с их использованием, а также аппаратура для высокоскоростной рентгено-съемки.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ СИНХРОГЕНЕРАТОРОВ

На телецентрах всех типов, как правило, имеется 100%-ное резервирование синхροгенераторов; резервный синхροгенератор во время передачи включен, и ввод его в действие осуществляется вручную при помощи тумблера. При выходе из строя рабочего синхροгенератора переход на резервный, как правило, сопровождается кратковременной остановкой.

На Воронежском телецентре разработано устройство для автоматического ввода в работу резервного синхροгенератора. Критерием исправности рабочего синхροгенератора служит наличие необходимых серий импульсов с амплитудой не ниже критической. При пропадании одной из контролируемых серий импульсов или при значительном снижении их амплитуды устройство срабатывает и производит переключение аппаратуры на резервный синхροгенератор.

Блок-схема устройства приведена на рис. 1. Данная схема позволяет контролиро-

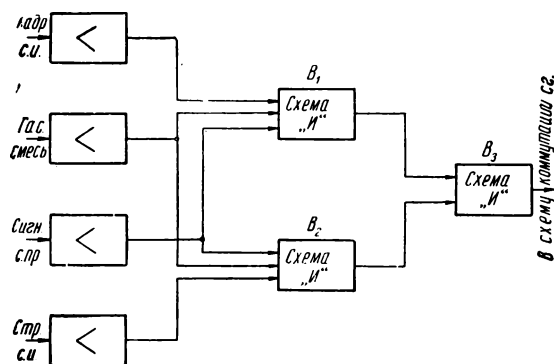


Рис. 1. Блок-схема устройства

вать следующие основные серии импульсов синхροгенератора:

- 1) кадровые синхроимпульсы;
- 2) строчные синхроимпульсы;
- 3) строчные и кадровые импульсы гасящей смеси;
- 4) сложный сигнал синхронизации приемника.

Для устранения обратного влияния прибора на синхροгенератор на каждую серию

импульсов предусмотрен усилительный каскад, выполненный на полупроводниковом триоде (ППТ). Режим усилительного каскада выбран таким образом, чтобы при нормальной амплитуде импульсов синхροгенератора (порядка 4—5 в) рабочая точка ППТ не заходила далеко в режим насыщения. Этим достигается резкое уменьшение амплитуды на выходе усилителя при уменьшении ее на входе.

Затем серии импульсов, содержащие кадровые синхронизирующие (гасящие) импульсы, подаются на схему совпадений  $B_1$  (в схему «И»), а содержащие строчные — на схему совпадений  $B_2$ . Таким образом, схема совпадений  $B_1$  контролирует наличие кадровых серий импульсов, а схема  $B_2$  — строчных серий.

Схема совпадений (схема «И») работает таким образом, что импульсы на выходе ее появляются только в том случае, если на всех ее входах одновременно присутствуют импульсные серии. Так как все импульсы, вырабатываемые синхροгенератором, совпадают во времени, то на выходе схемы совпадений  $B_1$  получим импульсы с кадровой частотой, а на выходе схемы  $B_2$  — со строчной частотой. Далее со схем совпадений  $B_1$  и  $B_2$  импульсы поступают на схему совпадений  $B_3$ , которая и управляет коммутацией синхροгенераторов.

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 2. Усилительные каскады выполнены на ППТ типа П1Е. Для этой цели может быть применен любой другой тип маломощного триода. Сопротивления  $R_1—R_4$  подбираются при настройке для каждой серии импульсов в отдельности в зависимости от задания минимальной амплитуды, при которой произойдет срабатывание устройства.

Схема совпадений  $B_1$  состоит из полупроводниковых диодов  $D_1, D_2, D_4$ , а схема совпадений  $B_2$  — из диодов  $D_3, D_5, D_6$  типа Д2Б. Возможно применение любого другого типа диодов. Схема совпадений  $B_3$  выполнена на лампе типа 6Н1П.

В сеточных цепях лампы находятся цепочки  $R_{19}C_5$  и  $R_{20}C_6$ , постоянная времени которых рассчитана таким образом, чтобы конденсаторы  $C_5$  и  $C_6$  не успевали разряжаться между импульсами, поступающими со схем совпадений  $B_1$  и  $B_2$ ; иными словами, постоянная времени разряда должна быть значительно больше постоянной времени заряда. С достаточной точностью можно записать:

для левого триода  $R_{17}C_5 \ll C_5R_{19}$  или  $R_{17} \ll R_{19}$ ,  
для правого триода  $R_{18}C_6 \ll C_6R_{20}$   $R_{18} \ll R_{20}$ .

моменты строчных импульсов триод  $T_2$  будет открыт: потенциал коллектора  $u_k \approx 0$ . Схема совпадений  $B_2$  шунтируется через диод  $D_3$ , и на выходе ее не будет импульсов. В результате этого разрядится емкость  $C_6$ , триод откроется, и в анодной цепи лампы потечет ток. Реле  $P_1$ , сработав, произведет переключение синхрогенераторов и одновременно второй парой контактов произведет шунтирование лампы сопротивлением, ток через которое рассчитан для удержания реле  $P_1$ . Таким образом, реле остается под

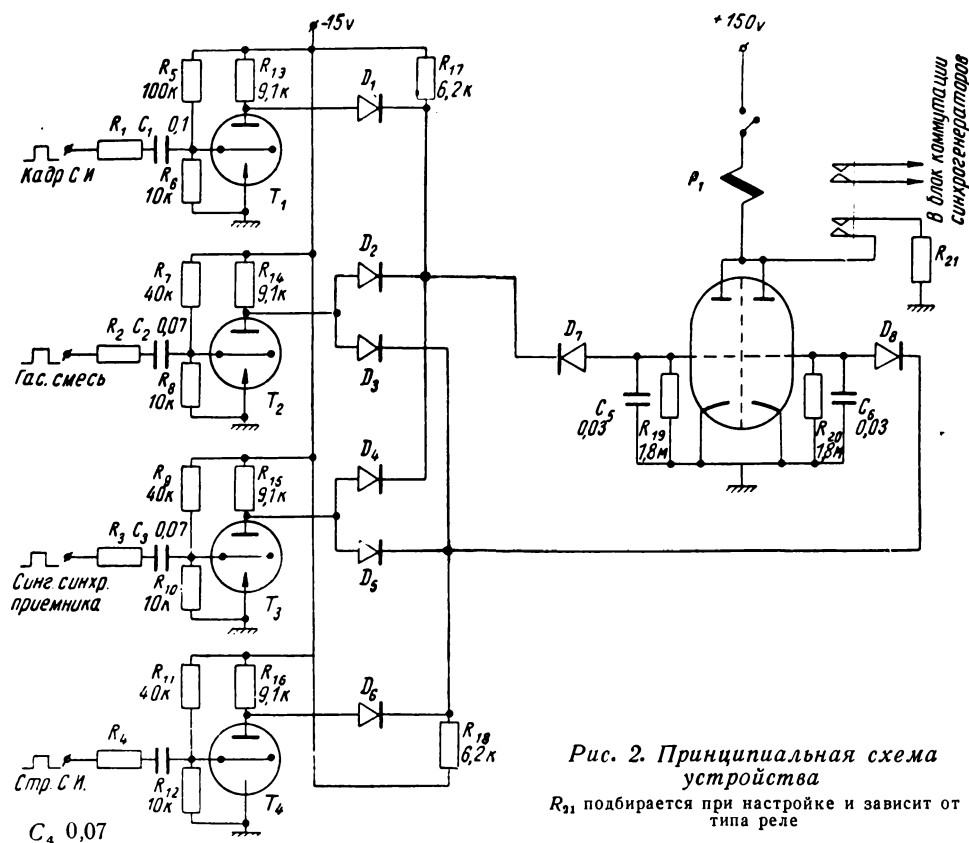


Рис. 2. Принципиальная схема устройства  
 $R_{21}$  подбирается при настройке и зависит от типа реле

Одновременно  $R_{17}$  не может быть слишком малой величины из условия оптимальности для схемы совпадений. Здесь удобнее всего выбрать  $R_{17}=R_{18}=6,2$  ком. При нормальной работе синхрогенератора отрицательно заряженные сеточные емкости поддерживают лампу в запертом состоянии и реле, включенное в цепи анодов, обесточено.

Предположим, что в гасящей смеси пропали строчные гасящие импульсы. Тогда в

током, и для возвращения его в исходное положение после устранения неисправности необходимо на мгновение разорвать цепь питания реле. Такое шунтирование необходимо по следующим соображениям: при резком уменьшении амплитуды импульсной серии прибор сработает и произведет переключение на резервный синхрогенератор. Однако в момент переключения резко возрастет размах импульсов, так как во время

переключения разгружаются кабели, поэтому сеточная емкость получит дополнительный заряд, триод запрется, и реле произведет переключение в обратном порядке. Таким образом может возникнуть зуммирование реле.

Данное устройство выполнено на гетинаксовом плато и помещено в блоке коммутации синхрогенераторов. Входы контролируемых импульсов необходимо брать с рабочего синхрогенератора, а питание устройства осуществить от блока питания резервного синхрогенератора. Это обусловлено тем, что при выключенном резервном синхрогенераторе или при неисправном его питании исключается ненужное переключение.

При применении автоматической коммутации синхрогенераторов полностью сохраняется ручная коммутация.

Испытания данного устройства, проведенные на Воронежском телецентре в течение шести месяцев, показали хорошие результаты. За это время рабочий синхрогенератор выходил из строя несколько раз и автоматически производилось моментальное переключение, не заметное для зрителей.

Сконструированный по приведенной схеме прибор не требует дополнительной настройки.

Воронежский телецентр

### РЕКОМЕНДАЦИИ ИСО<sup>1</sup>

Рекомендация ИСО-R70 «Фотографическая фонограмма в 35-мм фильмах» (1958 г.).

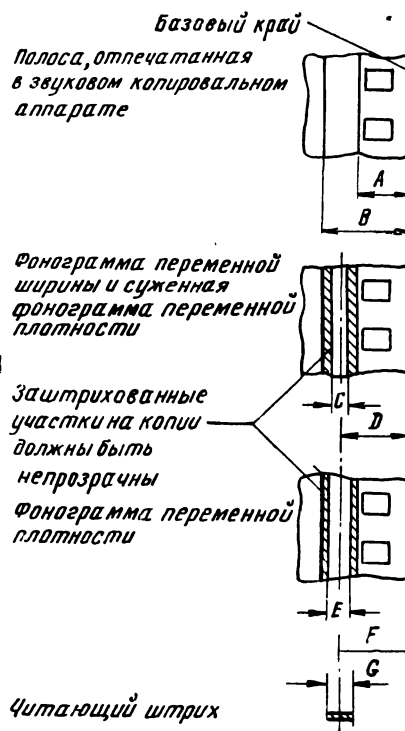
Рекомендация подготовлена на основе американского стандарта Z 22.40. — 1947.

Устанавливается, что фонограмма в 35-мм фильмокопии должна быть напечатана так, чтобы опережать центр соответствующего ей изображения (кадра) на  $21 \pm 1/2$  кадра. При этом в случае нормальной зарядки (когда расстояние между центром кадрового окна и читающим штрихом составляет 20 кадров) звук и изображение находятся в синхронизме для зрителей, находящихся в 15 м от громкоговорителя.

**Примечание.** Следует иметь в виду, что в зависимости от длины зала, где демонстрируется фильм, и расстояния от громкоговорителей, на котором желательно обеспечить синхронизм изображения и звука, длина фильма на участке между кадровым окном проектора и читаю-

Рис. 1

Размер	Миллиметры
A	$4,88 \pm 0,02$
B	$7,83 \pm 0,05$
C	$1,93 \pm 0,02$
D	$6,17 \pm 0,05$
E	$2,54 \pm 0,00$
F	$0,20$
G	$6,19 \pm 0,05$
	$2,13 \pm 0,02$



<sup>1</sup> Продолжение. Начало см. в № 10 и 11 за 1960 г.



щим штрихом должна быть увеличена или сокращена. Так, например, при желании получить синхронизм на расстоянии от громкоговорителя 5—7 м от центра кадрового окна до читающего штриха должно укладываться 21—20,5 кадра; при демонстрации фильма в длинных залах между центром кадрового окна и читающим штрихом должно укладываться 18—19 кадров.

Рекомендация ИСО-Р71 «Фотографическая фонограмма в 16-мм фильмокопии» (1958 г.).

В основу рекомендации положен американский стандарт Z 22.41.—1946.

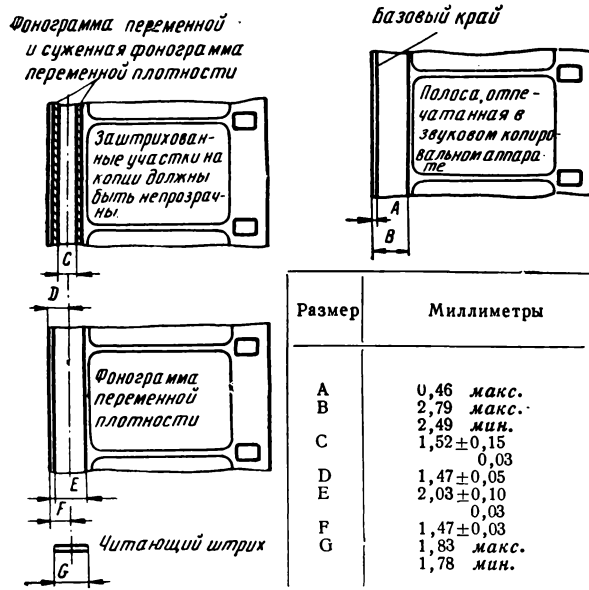


Рис. 2

Рекомендуется фонограмму в 16-мм фильмокопиях печатать так, чтобы она опережала центр соответствующего ей изображения (кадра) на  $26 + \frac{1}{2}$  кадра.

Рекомендация ИСО-Р72 «Противофазная фонограмма двойной ширины с нормально расположенной и смещенной осевой линией в 35-мм фильмах» (1958 г.).

Рекомендация подготовлена ИСО/ТК36 на основе американских стандартов Z 22.69.—1948 и Z 22.70.—1948.

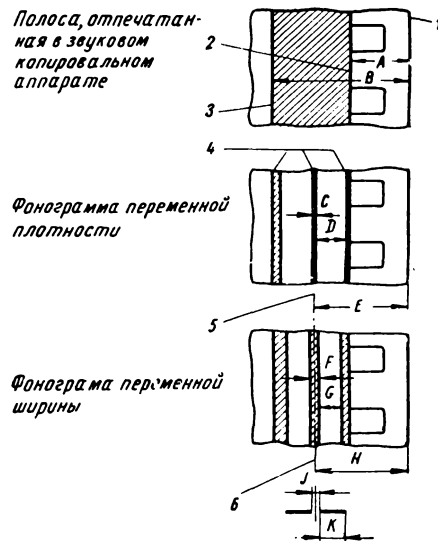


Рис. 3:

1 — базовый край; 2 — внешняя граница печатаемой полосы; 3 — внутренняя граница печатаемой полосы; 4 — заштрихованная полоса на отпечатке должна быть непрозрачной; C — ширина перемычки; D — ширина каждой половины фонограммы; 5 — осевая линия фонограммы; F — ширина перемычки; G — ширина каждой половины фонограммы; 6 — осевая линия читающего штриха; J — перемычка; K — ширина каждой половины читающего штриха для воспроизведения фонограмм

Размер	Тип с нормальной осевой линией, миллиметры	Тип со смещенной осевой линией, миллиметры
A	4,85 ± 0,05	4,85 ± 0,05
B	10,66 мин.	10,66 мин.
C	0,254 ± 0,038	0,254 ± 0,08
D	2,41 ± 0,05	2,41 ± 0,05
E	7,44 ± 0,05	7,98 ± 0,05
F	0,61 ± 0,03	0,61 ± 0,03
G	1,93 ± 0,03	1,93 ± 0,03
H	7,44 ± 0,03	7,98 ± 0,03
J	0,41 ± 0,03	0,41 ± 0,03
K	2,13 ± 0,05	2,13 ± 0,05

## ОЗВУЧИВАНИЕ УЗКОПЛЕНОЧНЫХ КИНОФИЛЬМОВ

В работе над созданием научно-технических фильмов мы столкнулись с трудностями их озвучивания, так как для этого необходимо сложное, громоздкое, дорогостоящее оборудование. Нам хотелось найти более простые способы озвучивания фильмов, доступные небольшим кинолабораториям и любительским коллективам.

На одной из конференций рационализаторов был продемонстрирован разработанный нами простой способ озвучивания кинофильмов, который заинтересовал многих представителей научно-исследовательских институтов и организаций, присутствовавших на данной конференции.

Существующие общеизвестные способы не всегда могли нас устроить.

Первый способ — запись звука на отдельную ленту и воспроизведение ее через магнитофон синхронно с демонстрируемой неозвученной кинолентой — нас не устраивал потому, что при обрыве киноленты синхронность нарушалась, это доставляло нам много забот и лишнюю трату времени. Второй способ — нанесение магнитной дорожки ферромагнитным лаком на демонстрируемую киноленту — в наших условиях представляет сложный технологический процесс и поэтому не обеспечивает хорошего качества звучания.

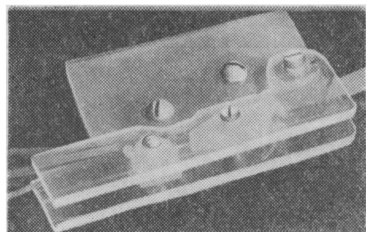


Рис. 1. Приспособление для разрезания магнитной ленты в рабочем состоянии

Применяемый нами метод наклейки стандартной магнитной ленты на 16-мм киноленту, в зна-

чительной степени ускоряющий процесс нанесения магнитного звуконосителя, мы и предлагаем на рассмотрение читателям.

Сущность его заключается в следующем.

Магнитная лента шириной 6,35 мм разрезается приспособлением (рис. 1) на три равные полосы. Режущей частью приспособления являются две безопасные бритвы. Концы разрезанной ленты склеиваются клеем для узкой пленки.

Состав клея:

ацетон — 45 см<sup>3</sup>;

уксусная кислота — 30 см<sup>3</sup>;

аминацетат — 10 см<sup>3</sup>;

нитропленка — 2 г;

ацетатная пленка — 2 г.

ка моталки крепится к столу на расстоянии 40—50 см от проектора.

Кинопленка от моталки накладывается на два верхних ролика (рис. 3), затем от роликов проходит между прижимным роликом и звуковым барабаном; таким образом, прижимной ролик служит для прокатки наклеенной магнитной ленты. Далее кинопленка заправляется так же, как при проекции фильма.

Для нанесения клея на киноленту на верхнем кронштейне кинопроектора крепится фильера (рис. 3). Фильера изготовлена из тонкой хромированной листовой латуни с припаянной к основанию медной трубкой. В трубку встав-

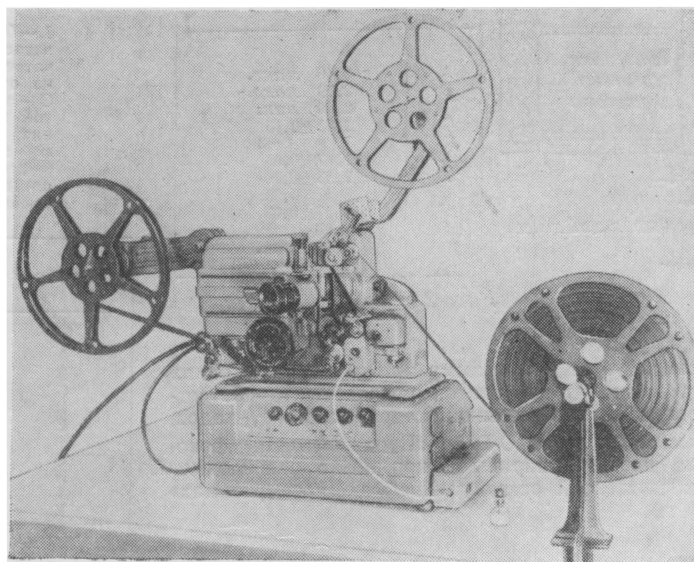


Рис. 2. Общий вид аппаратуры во время наклеивания магнитной ленты

Готовая магнитная лента наматывается на бобину, которая устанавливается на верхнем кронштейне проектора «Украина» (ПП16-3) (рис. 2). На проекторе ограничитель у вала балансирующего барабана снимается, кинопленка надевается на стойку моталки. Стой-

лен фетровый фитиль, кончик которого выходит наружу на 1,5—2 мм и служит для нанесения киноклея на поверхность киноленты. Поступление киноклея регулируется винтом.

Перед приклеиванием магнитофонной ленты киноленту необхо-

димом обезжирить спиртом-ректификатом: пропитанный спиртом тампон из марли соприкасается с глянцевой стороной киноленты, и лента перематывается на моталках. Перед нанесением киноклея на поверхность киноленты фильеру нужно отрегулировать так, чтобы на 24 кадра киноплёнки расходовалась 1 капля клея. Вытекание киноклея в большей или меньшей дозе недопустимо, так как при меньшей дозе получаются пропуски в склеивании, при большей киноклей попадет на изображение и после высыхания получится коробление киноленты, а следовательно, и магнитной дорожки. В результате этого при записи и воспроизведении звука поверхность магнитной дорожки будет неплотно прилегать к магнитной головке.

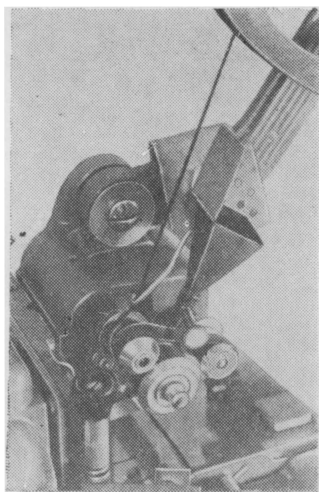


Рис. 3

Необходимо заметить, что верхний направляющий ролик кинопроектора «Украина» имеет фаску. Во время склеивания ферромагнитную ленту заводят в фаску, в результате магнитная лента приклеится, а часть ее выйдет за пределы киноплёнки на 0,2—0,3 мм, что крайне нежелательно, так как ширина киноплёнки увеличивается,

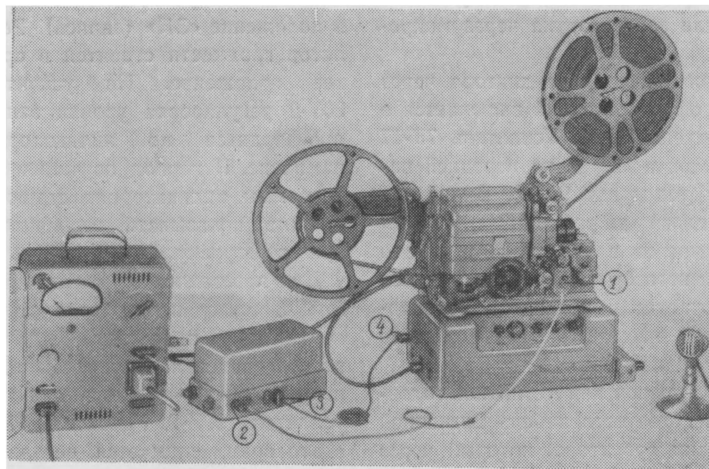


Рис. 4. Рабочее положение кинопроектора при озвучивании фильма: 1 — магнитная головка; 2 — гнездо «К приставке» усилителя МП-1М; 3 — гнездо «Трансляция» усилителя МП-1М; 4 — гнездо «Громкоговоритель» усилителя 90У-2

прохождение ее по фильмовому тракту затрудняется и плёнка соскакивает с направляющих роликов.

Чтобы избежать этого, фаску на верхнем направляющем ролике необходимо залить оловом и аккуратно зачистить.

Направляющая пластина служит для направления магнитной ленты при наклеивании.

Применявшийся нами ранее способ озвучивания узкоплёночных кинофильмов, описанный в журнале «Радио» № 11 за 1956 г., имел ряд существенных недостатков, а именно: универсальная магнитная головка для записи и воспроизведения звука монтировалась на отдельном кронштейне на расстоянии 20 см от звукового барабана проектора; на кронштейне устанавливался балансирующий барабан, обеспечивающий плавный ход киноленты. При этом возникла двойная нагрузка на киноленту, так как она проходила через два балансирующих барабана (барабан проектора и барабан приставки) и часто обрывалась.

Применяемый барабан не обеспечивал также достаточной равномерности хода ленты, поэтому

часто искажался звук, особенно музыка.

В настоящее время одесский завод «Кинап» выпускает кинопроекционный аппарат «Украина» (ПП16-3), снабженный магнитной головкой МГ14ВМ и специальным усилителем 7У-17 для воспроизведения звука. Универсальная магнитная головка смонтирована непосредственно у звукового барабана кинопроектора, что обеспечивает плавный ход ленты по магнитной головке и улучшает качество воспроизведения магнитной фонограммы.

Комплект «Украина» не имеет аппаратуры и приспособлений для записи звука. Нами разработан метод записи звука на киноленту с ферромагнитным звуконосителем на аппарате «Украина» ПП16-3 с помощью усилителя от магнитофонной приставки МП-1М. Проверка этого метода дала вполне удовлетворительные результаты, и мы применяем его в нашей работе.

Ниже дается описание вариантов звукозаписи на 16-мм киноленту с ферромагнитным звуконосителем.

На рис. 4 показана киноустановка для записи звука через микрофон.

При записи речи диктора через микрофон последний включается в усилитель 7У-17. Усилитель 7У-17 включен в гнезда на передней панели усилителя 90У-2. Вилка переходного шнура одним концом включается в усилитель в гнездо «Громкоговоритель», второй конец включается в усилитель магнитофонной приставки МП-1М в гнездо «Трансляция».

Для включения магнитной головки используется кабель магнитной головки проектора, который через переходной штеккер подключается к усилителю МП-1М в гнездо «К приставке».

На усилителе МП-1М регулятор

записи и воспроизведения ставится в положение «ЗП» (запись). Регулятор громкости ставится в среднее положение. На усилителе 90У-2 регулировка уровня записи производится по индикаторной лампочке. В период звучания фонограммы индикаторная лампочка должна показывать незначительную перегрузку.

Для перезаписи с магнитофона МАГ-8 вилку переходного шнура подключают к выходу усилителя воспроизведения магнитофона, а второй конец — к гнезду адаптера усилителя 90У-2. Усилитель 7У-17 в это время снимается, остальные же подключения остаются такими, как описано выше. Во всех случаях включения должна соблюдаться полярность.

Таким образом, киноаппарат «Украина» с магнитофонной приставкой МП-1М и специальной фильерой стал выполнять дополнительно две операции: наклейку звуконосителя и звукозапись, что представляет большое удобство при производстве звуковых кинофильмов как для отдельных кинолюбителей, так и для небольших кинолабораторий.

Желательно, чтобы наша промышленность при соответствующей доработке в схеме усилителя магнитофонной приставки МП-1М выпускала усилитель для записи и универсальную магнитную головку, которые входили бы в комплект кинопроектора «Украина».



# Зарубежная ТЕХНИКА

И. И. ШЕЙФИС

## ФРАНЦУЗСКАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ КИНОФИЛЬМОВ ПО ТЕЛЕВИДЕНИЮ

Рассматриваются основные особенности аппаратуры для передачи кинофильмов по телевидению производства французских фирм SFR (Societe Française Radio-electrique), CFTH (Compagnie Française Thomson Houston) и RI (La Radio Industrie).

Для передачи кинофильмов по телевидению в настоящее время широкое распространение получили системы с прерывистым движением пленки, в которых используются передающие трубки с фотоспротивлением (видикон, статикон и др.). Невысокая первоначальная и эксплуатационная стоимость, возможность применения обычных кинопроекторов, надежность и стабильность работы, простота эксплуатации, хорошее качество изображения, необязательность поддержания точного синхронизма между проекцией на экран передающей трубки и телевизионной разверткой — все это является достоинствами этих систем.

Рассматриваемая аппаратура отвечает европейскому стандарту (625 строк, 25 кадров). В ней применяется кинопроекция с 50% засветкой во времени, при этом количество света в импульсе довольно велико. В отличие от обычных кинопроекторов для протягивания пленки здесь применяются синхронные двигатели. Прерывистое протягивание пленки осуществляется либо с помощью механизма мальтийского креста (CFTH и RI), либо с помощью грейферного механизма (SFR).

В описываемом оборудовании применяются стандартные узлы французского радио и телевидения (RTF). Все блоки управления, блоки питания (в оборудовании CFTH и RI) и контрольные устройства с трубкой 25 см выполнены на стандартных шасси RTF типа D размером 450 × 350 × 600 мм; контрольные устройства с трубкой 43 см также выполнены на стандартном шасси RTF размером 450 × 450 × 600 мм. Применение во всех цепях распределения видео- и синхросигналов кабеля с одинаковым волновым сопротивлением 75 ом очень удобно. Во всех трех телекиноустановках применяется одинаковый

камерный кабель диаметром 19 мм, который включает четыре видеокабеля ( $\rho = 75$  ом), пять прядей по пять жил (одна прядь расположена в центре, четыре — по краям), металлический и хлорвиниловый экраны. Во всех блоках и камерах (кроме камеры SFR) установлены бесшумные вентиляторы. Фокусирующая и отклоняющая системы крепятся к передней стенке. Объективы камер съемные, что позволяет заменять трубку через переднюю часть камеры.

Для нормальной работы оборудования на него подаются: строчные и кадровые синхриимпульсы, гасящие импульсы приемной трубки и сложный синхросигнал (положительной полярности, размахом не менее 4 в). Гасящие импульсы передающей трубки формируются из строчных и кадровых синхриимпульсов.

На выходе оборудование дает телевизионные сигналы двух типов: полный (со сложным синхросигналом) или неполный (без сложного синхросигнала). На контрольные устройства подается только полный телевизионный сигнал, что упрощает систему разводки синхриимпульсов.

Во всех описываемых телекиноустановках отсутствуют генераторы компенсирующих сигналов, служащие для компенсации паразитных сигналов, создаваемых передающей трубкой. Как показал опыт эксплуатации, введение компенсирующих сигналов, особенно пилообразных сигналов кадровой частоты, все же необходимо.

### Телекиноустановка SFR

Эта телекиноустановка предназначена для передачи 16-мм кинофильмов с оптической записью звука. Установка обеспечивает хорошее качество

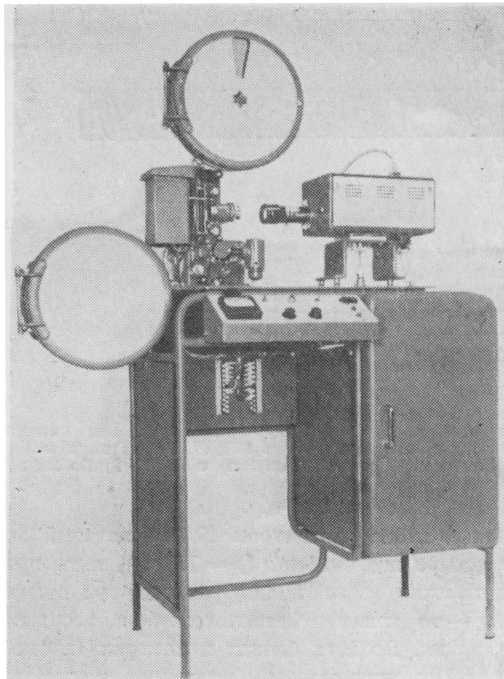


Рис. 1. Камера и кинопроектор телекиноустановки SFR

изображения: четкость 600 строк в центре изображения, геометрические искажения — менее 2%.

Конструкция установки очень проста — в ней совершенно отсутствует оптический коммутатор, камера и кинопроектор неподвижно установлены на поддерживающем каркасе размером  $1700 \times 1450 \times 1700$  мм (рис. 1). В основании поддерживающего каркаса установлены пульт управления кинопроектором и звуковое оборудование: фотоусилитель, линейный и контрольный усилители. На пульте управления расположены пусковые кнопки, переключатель, регулирующий интенсивность света, проекционной лампы, регуляторы и переключатели канала звука. Емкость бобин 600 м, благодаря чему обеспечивается возможность непрерывной передачи в течение 45 мин.

Передающая камера (размер  $330 \times 216 \times 170$  мм, вес около 7 кг) включает видикон, фокусирующую и отклоняющую систему, предварительный усилитель, каскад формирования гасящих импульсов передающей трубки и генератор разверток. Расположение генератора разверток в камере обуславливается тем, что имеются и студийные модификации оборудования, когда расположение генератора разверток в блоке управления камерного канала нежелательно из-за необходимости работать на камерный кабель большой длины (до 300 м).

Предварительный усилитель камеры содержит четыре лампы. В нем применена простая противозумовая коррекция (величина входного сопротивления равна 47 ком), а для уменьшения входной емкости первого каскада применена каскадная схема на двух лампах (РТТ141 и 12В4). Чтобы в анодную цепь первого каскада можно было включить большое сопротивление нагрузки, сигнал с первого каскада подается на катодный повторитель (один триод двойного триода 6ВQ7А). Второй триод лампы 6ВQ7А является усилительным каскадом, в котором осуществлена частичная коррекция входа<sup>1</sup>.

В выходном каскаде применена отрицательная обратная связь. Большое сопротивление нагрузки (10 ком), включенное в анодную цепь этой лампы, компенсируется емкостным сопротивлением цепи катода.

Блок управления камерного канала (показан на рис. 2 со снятой боковой стенкой) может быть установлен в любом удобном месте на расстоянии до 30 м от камеры (в студийной модификации этого оборудования предусмотрена возможность установки на расстоянии до 300 м). В блок управления

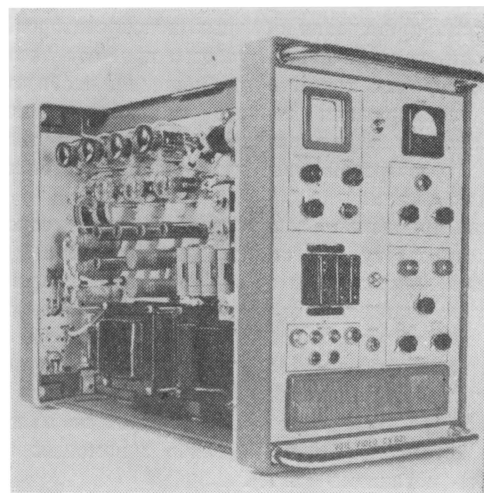


Рис. 2. Блок управления (со снятой крышкой) аппаратуры SFR

входят: видеоусилитель, схема формирования подаваемых на блок синхронимпульсов, схема замешивания гасящих импульсов, схема замешивания сложного синхросигнала, выходные катодные повторители, автоматический регулятор напряжения мишени, осциллограф для наблюдения формы сигнала, схема питания. На передней панели блока управления

<sup>1</sup> Кроме предварительного усилителя, коррекция входа осуществляется в видеоусилителе блока управления.

расположены органы включения и регулировки, предохранители, осциллограф с переключателем развертки «строка — кадр», измеритель напряжения мишени, переключатель, позволяющий осуществлять регулировку напряжения мишени вручную или автоматически, отверстие для вентиляции. На задней панели расположены все разъемы и вентилятор. Два съемных боковых щитка дают доступ к двум внутренним шасси, одно из которых жестко закреплено, а другое может поворачиваться на шарнире.

В видеоусилителе блока управления до замешивания гасящих импульсов приемной трубки имеются: каскад, обеспечивающий изменение полярности видеосигнала в зависимости от того, какой фильм передается — позитивный или негативный; схема разностной апертурной коррекции с помощью линии задержки, в качестве которой использована искусственная длинная линия. Линия задержки на входе нагружена на сопротивление, равное волновому, время задержки в линии равно длительности половины элемента изображения. Максимум усиления — на частоте 6,5—7 Мгц; величина усиления на высоких частотах регулируется лишь в незначительных пределах посредством изменения нагрузки на входе линии. В схеме апертурной коррекции использовано три каскада: каскад на пентоде с нагрузкой, равной волновому сопротивлению кабеля; каскад на двойном триоде, на который подается сигнал со входа линии; каскад на пентоде, на который подается сигнал с выхода линии.

Фиксация уровня осуществляется с помощью фиксирующей схемы на четырех диодах.

Одной из отличительных особенностей описываемого киноканала является применение автоматической регулировки напряжения сигнальной пластины в зависимости от изменений средней плотности пленки. Сущность метода заключается в том, что напряжение на сигнальной пластине регулируется в зависимости от пикового напряжения сигнала: если плотность кинофильма велика, увеличивается напряжение на сигнальной пластине и чувствительность видикона увеличивается, и наоборот. Этот метод привлекает чрезвычайной простотой выполнения, хотя не лишен и некоторых недостатков, напри-

мер увеличение инерционности видикона и проявление неравномерности фотослоя. Схема регулятора, который добавляет к заранее устанавливаемому напряжению сигнальной пластины переменное напряжение коррекции, приведена на рис. 3. Видеосигнал из камерного канала подается на амплитудный детектор на кристаллических диодах. Полученная

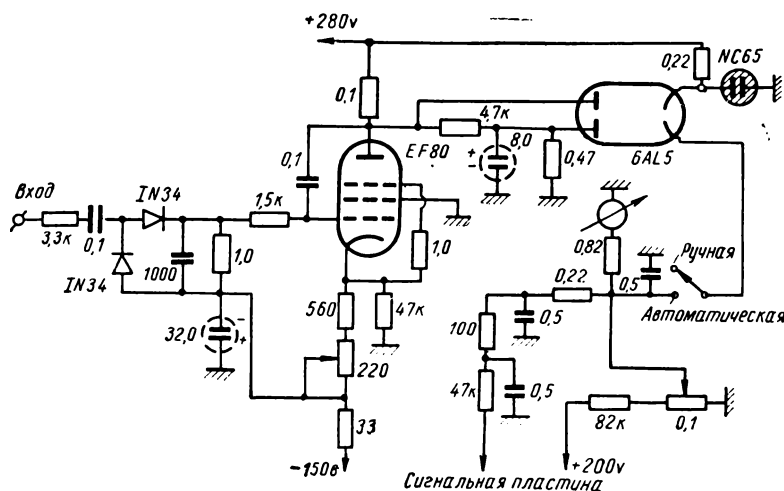


Рис. 3. Схема автоматической регулировки напряжения сигнальной пластины видикона (телекиноустановка SFR)

постоянная составляющая поступает на сетку усиительного каскада. Напряжение, снятое с анода лампы, является обратной функцией уровня видеосигнала и используется для коррекции напряжения сигнальной пластины. Это напряжение подается на двойной диод, предназначенный, с одной стороны, для ограничения максимального напряжения сигнальной пластины, а с другой — для определения порогового уровня, с которого регулятор начинает действовать.

### Телекиноустановка СFTН

Данная установка предназначена для передачи 16-мм кинофильмов со спаренной работой кинопроекторов. Полный комплект оборудования состоит из двух 16-мм кинопроекторов типа ТНТ-690, блока оптической коммутации типа ТНТ-692, камеры типа ТНТ-625, блока управления, блока питания типа ТНТ-640, контрольного устройства типа ТНТ-650. Имеются четыре различных источника звука: оптическая или магнитная фонограмма с пленки изображения; магнитная фонограмма с перфорированной магнитной ленты от магнитофона, механически связанного с лентопротяжным механизмом пленки

изображения; магнитная фонограмма от магнитофона, расположенного на расстоянии и связанного с лентопротяжным механизмом пленки изображения электрически с помощью синхронной связи.

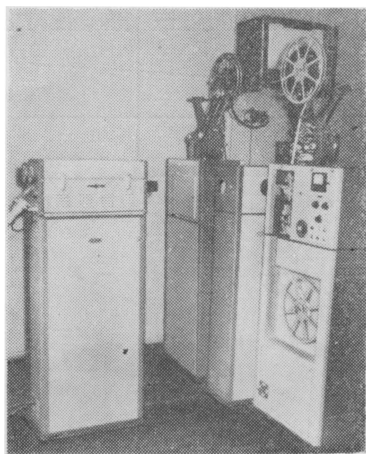


Рис. 4. Кинопроекторы, оптический коммутатор и камера телекиноустановки СФТН

Внешний вид кинопроекторов, оптического коммутатора и камеры показаны на рис. 4, а их схематическое взаимное расположение — на рис. 5. Каждый

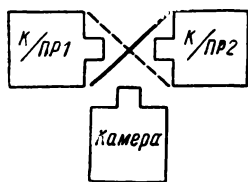


Рис. 5. Схематическое расположение кинопроекторов, оптического коммутатора и камеры в устройстве СФТН

кинопроектор выполнен в виде стойки размером  $570 \times 320 \times 1450$  мм. Емкость бобин 600 м. В основании кинопроектора расположены три предварительных усилителя низкой частоты для оптического воспроизведения звука, для воспроизведения звука с магнитной дорожки, нанесенной на кинолентку, и для воспроизведения звука с магнитной ленты, связанной механически с кинопроектором.

Оптический коммутатор представляет собой кожух в форме параллелепипеда размером  $350 \times 250 \times 1430$  мм. Основная часть коммутатора состоит из комплекта зеркал, расположенных одно над другим под углом  $90^\circ$ . При движении вверх или вниз по вертикали зеркала могут направлять луч того или иного кинопроектора на объектив камеры; два микровыключателя обеспечивают остановку каретки зеркал в нужном положении. Достоинством такого оптического коммутатора является его простота. Недостатком — отсутствие возможности резервирования камеры. На стойке, в которой помещен коммутатор, установлен пульт управления.

Камера установлена в верхней части стойки. В нижней части стойки расположены распределители звука и цепи их питания, панель включения цепей для перехода с одного кинопроектора на другой.

В камере расположены: видикон с фокусирующей и отклоняющей системой; предварительный усилитель; селеновый выпрямитель для питания накала второй лампы предварительного усилителя; генератор строчной развертки; каскад усиления (и изменения полярности) гасящих импульсов передающей трубки; схема защиты передающей трубки (при выходе из строя одного из генераторов разверток); усилители переговорного устройства; два вентилятора; устройство для измерения тока луча (измерительный прибор расположен в блоке управления).

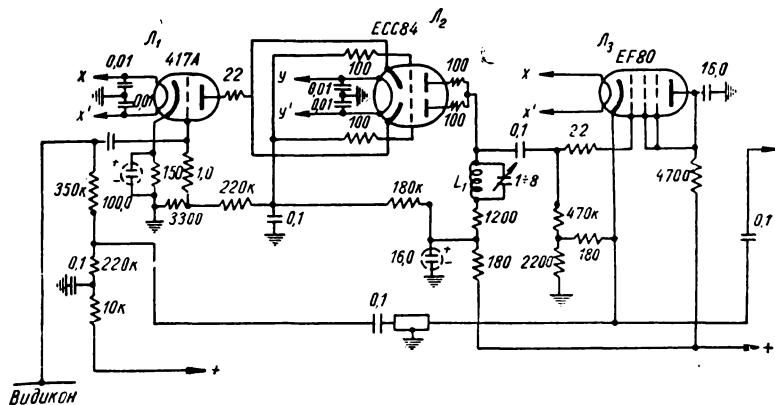


Рис. 6. Схема первых двух каскадов предварительного усилителя камеры телекиноустановки СФТН

Предварительный усилитель камеры содержит восемь ламп. Первый каскад собран по каскадной схеме с селективной отрицательной обратной связью. Для подачи отрицательной обратной связи без введения значительных емкостей применен катодный повторитель. Схема первых двух каскадов предварительного усилителя приведена на рис. 6. После этих каскадов включены: два каскада усиления, кас-



кад коррекции входа (усилительный каскад с цепью регулируемой частотно-зависимой обратной связи в катоде лампы) и катодный повторитель. Полоса частот предварительного усилителя практически равномерна до 10 Мгц и имеет плавный спад на частотах выше 10 Мгц (—3 дб на частоте 12 Мгц).

Все блоки камерного канала размещены в пультовой конструкции, показанной на рис. 7. Наверху

ки — двухкратный подъем частотной характеристики на частоте 9 Мгц осуществляется благодаря цепи обратной связи в катоде этого каскада; 2) в катодной цепи одного из первых каскадов усилителя включен широкополосный фильтр, ограничивающий полосу частот в 9 Мгц без фазовых искажений; благодаря этому сохраняется хорошее отношение сигнала к шуму (20—23 дб), несмотря на применение кор-

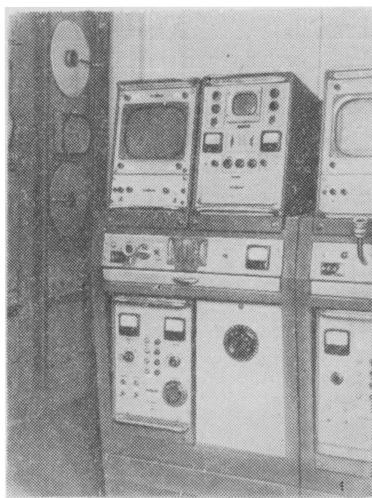


Рис. 7. Пульт с блоками камерного канала CFTN

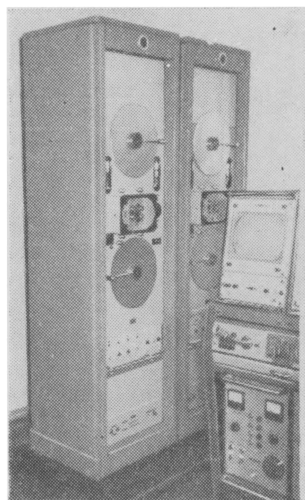


Рис. 8. Магнитофоны установки CFTN

расположены блок управления и контрольное устройство (справа), а внизу — блок питания (слева) и реостат для регулировки напряжения проекционной лампы (справа). На рис. 7 слева от пульта камерного канала видна стойка магнитофона, который служит для синхронного воспроизведения магнитной записи звука на отдельной ленте. Два таких магнитофона показаны на рис. 8.

В блок управления камерного канала входят: видеоусилитель; схема формирования подаваемых на блок синхроимпульсов; схема формирования гасящих импульсов передающей трубки; схема замешивания гасящих импульсов приемной трубки; схема замешивания сложного синхросигнала; выходные катодные повторители; кадровая развертка видикона; схема стабилизации тока фокусирующей катушки видикона; контрольный осциллограф; микрофонный усилитель переговорного устройства.

Видеоусилитель блока управления имеет следующие особенности: 1) в одном из каскадов применена коррекция апертурных искажений передающей труб-

рекции апертурных искажений; 3) имеются каскады (рис. 9), обеспечивающие изменение полярности видеосигнала в зависимости от того, какой фильм передается — положительный или отрицательный. Сигналы противоположных полярностей с  $L_1$  и  $L_2$  подаются на управляющие сетки двойного триода  $L_3$ ; выбор полярности осуществляется запирающим одной из сеток  $L_3$ .

Благодаря регулируемой задержке строчных синхроимпульсов, подаваемых на каскады фиксации уровня, есть возможность работы на камерный кабель длиной до 300 м.

### Телекиноустановка R1

Оборудование предназначено для передачи 16-мм либо 35-мм кинофильмов со спаренной работой кинопроекторов. Размещение кинопроекторов, оптического коммутатора и камеры такое же, как в оборудовании фирмы CFTN. Внешний вид этих узлов оборудования с 35-мм кинопроекторами показан на рис. 10. Конструкция оптического коммутатора сход-

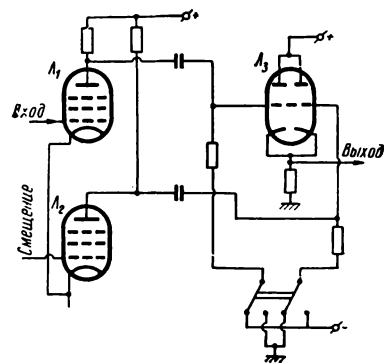


Рис. 9. Схема каскадов видеоусилителя блока управления CFTN, обеспечивающих изменение полярности видеосигнала

на с конструкцией коммутатора CFTH. В оборудовании, предназначенном для передачи 35-мм кинофильмов, предусмотрена возможность воспроизведения только оптической фонограммы, а в оборудовании, предназначенном для передачи 16-мм кинофильмов,— как оптической, так и магнитной.

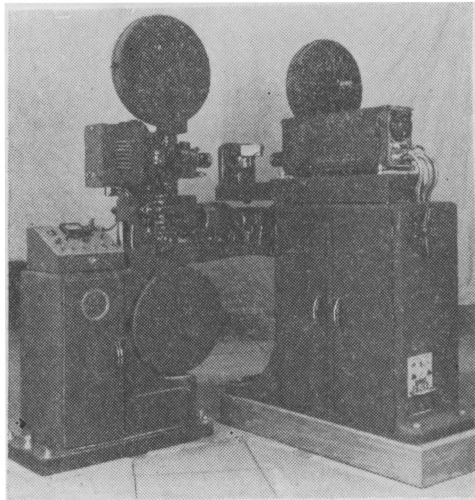


Рис. 10. Кинопроекторы, оптический коммутатор и камера телекиноустановки RI

В передающей камере расположены: видикон с фокусирующей и отклоняющей системой; предварительный усилитель; генератор разверток; каскад стабилизации тока фокусирующей катушки видикона; схема защиты передающей трубки; каскады динамической фокусировки (вырабатывающие параболическое напряжение строчной и кадровой частоты); каскад формирования гасящих импульсов передающей трубки.

Предварительный усилитель включает всего три лампы — входной каскад на двух лампах (каскадная схема) и выходной каскад. В усилителе применена простая противозумовая коррекция. Каскад коррекции входа расположен не в предварительном, как обычно принято, а в промежуточном усилителе. Такое решение, однако, приводит к усложнению промежуточного усилителя, так как в нем необходимо предусмотреть специальный каскад, корректирующий испытательные сигналы при измерениях (например, с измерителя частотных характеристик). Частотная характеристика дополнительного каскада такая же, как нескорректированная частотная характеристика предварительного усилителя. Чтобы несколько облегчить задачу коррекции входа, последовательно с сеткой входного каскада включена

цепочка из параллельно включенных индуктивности и сопротивления. Полоса частот предварительного усилителя (между сеткой входного каскада и выходом) равномерна до 10 Мгц.

Блоки камерного канала расположены в пультовой конструкции, показанной на рис. 11. Наверху расположено контрольное устройство, ниже — блок управления, а внизу — блок питания. На рис. 11 камерный канал показан с выдвинутым блоком питания.

В блок управления входят: видеоусилитель; схема формирования подаваемых на блок синхроимпульсов; схема замешивания гасящих импульсов приемной трубки; схема замешивания сложного синхросигнала; выходные катодные повторители; контрольный осциллограф; микрофонный усилитель переговорного устройства.



Рис. 11. Пульт с блоками камерного канала аппаратуры RI

В телекиноустановке RI, как и в телекиноустановках SFR и CFTH, предусмотрена возможность передачи как позитивных, так и негативных кинофильмов. На рис. 12 приведена схема каскадов видеоусилителя блока управления, которые обеспечивают изменение полярности видеосигнала. Выбор полярности осуществляется запирианием (с помощью отрицательного напряжения 20 в) лампы  $L_3$  (передача позитивных фильмов) либо лампы  $L_1$  (передача негативных фильмов). В канале



# РЕФЕРАТИВНЫЙ ОТДЕЛ

## ТЕЛЕВИДЕНИЕ

**Прибор для электростатической записи и передачи телевизионных изображений**, Э. Хаттер, Д. Ансли, Т. Мур, JSMPTE, 1959, 68, № 9, 618, Missiles and rockets, 1959, 5, № 43, 43—44.

На 86-й ежегодной сессии Американского Общества инженеров кино и телевидения (SMPTE) был сделан доклад о новом электронно-лучевом приборе для записи и передачи телевизионных изображений, лабораторная модель которого разрабатывается фирмой RCA совместно с компанией Astro Electronic.

Прибор по форме напоминает гриб. В головке расположена катушка с гибкой электростатической пленкой, заменяющей обычные светочувствительные накапливающие мишени. В стволе помещен считывающий электронный прожектор обычного типа. Кроме того, внутри прибора имеется специальное автоматическое устройство для перемотки ленты и плавного протягивания ее перед оптической системой камеры во время экспозиции и в обратном направлении во время считывания.

Основной элемент прибора — лента для электростатической записи — состоит из четырех слоев. Основой служит прозрачный слой толщиной 60—125 мк. Далее следуют пленки золота и фотопроводника толщиной 0,01 и 2,0 мк соответственно. Последним является изолирующий слой из полистирола (0,6 мк). Световое изображение передаваемого объекта проецируется на фотопроводник, в это же время изолятор облучается пучком электронов. Потенциальный рельеф, соответствующий световой картинке, может сохраняться на слое изолятора две недели (теоретически — несколько месяцев). В этот период мишень практически нечувствительна к свету и космическим излучениям. Считывание ведется электронным пучком, как и в обычных передающих трубках, видеосигнал снимается непосредственно с сигнальной пластины (слой золота). Длина ленты 55 м, что позволяет записывать и одновременно хранить большое число кадров изображения.

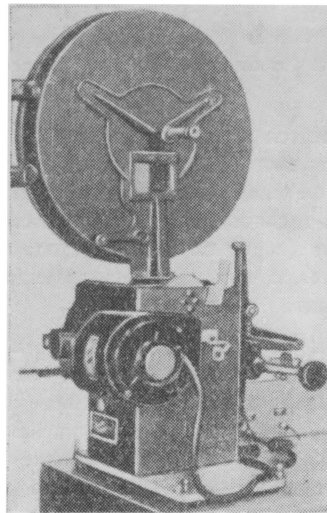
Другие подробности устройства и принципа действия сообщены пока не были, однако подчеркивается крайняя простота и надежность прибора, возможность считывания сигналов с любой скоростью развертки. Разрешающая способность электростатической пленки и прибора в целом не меньше, чем в других существующих системах передачи телевизионных изображений. По окончании разработки предполагается использовать прибор на искусственных спутниках Земли и при различных исследованиях в космосе.

И. М.

**Упрощенный метод переделки стандартных кинопроекторов с прерывистым движением пленки для использования их с передающей телевизионной трубкой**. Д. С. Чандлер, JSMPTE, 1959, 69, № 2, 102—104.

Описываются основные узлы переделанных стандартных кинопроекторов с прерывистым движением ленты 24 кадр/сек на кинопроекторы для работы в телевизионном канале с 30 полными кадрами в секунду (американский телевизионный стандарт — 525 строк и 30 полных кадров).

В кинопроекторах для 16-мм пленок эта переделка заключается в основном в применении двух заслонок, прерывающих световой поток 120 раз в секунду при постоянной скорости протягивания фильма 24 кадр/сек, или на один кинокадр приходится по 2,5 телевизионных полей (телевизионных полукадров).



В кинопроекторах для 35-мм пленки используется специальное устройство, которое продергивает каждый кадр фильма в разное время, соответствующее поочередно трем и двум телевизионным полям (полукадрам) —  $\frac{1}{20}$  сек. и  $\frac{1}{30}$  сек.; полное время для каждых двух последовательных кинокадров равно  $\frac{1}{12}$  сек.

Приводятся схемы, фотографии и конструкции этого устройства, возникающие ускорения, некоторые данные расчета и др., а также описание конструкции.

В телевизионном кинопроекторе используется однофазный электродвигатель с пусковой обмоткой (93,25 вт), на 1800 об/мин. Возможно использование трехфазного электродвигателя или электродвигателя с конденсаторной пусковой обмоткой.

В качестве источника света используется лампа накаливания 12 в, 8,5 а без охлаждения, с конденсором, изображающим нить лампы непосредственно во входном зрачке объектива.

На рисунке показан общий вид кинопроектора для работы с телевизионной передающей трубкой.

Г. А.

**Передвижная система магнитной записи изображения**, Чарльз Ф. Свишер, *Journal of the Television Society*, 1960, 9, № 5, 171—175.

Для телевизионного вещания весьма удобным устройством, позволяющим производить предварительную запись телевизионной передачи вне студии, является передвижная система записи телевизионной программы на магнитную ленту.

Вся аппаратура размещена на небольшом грузовике или автобусе с платформой длиной около 10 м. В состав аппаратуры входят установка для записи изображения на магнитную ленту типа «Ампекс», две ортikonные передающие камеры, генератор синхронизирующих импульсов, звуковое оборудование и другая вспомогательная аппаратура. Для питания аппаратуры используют автономный двигатель-генератор. Одну (или более) передающую камеру устанавливают под крышей автобуса и одну — впереди; передачи с передающих камер записывают или одновременно со всех, или же с каждой камеры в отдельности. Монтаж передачи производят при записи.

Передвижную систему с большим оснащением размещают на большом автобусе с платформой длиной около 12 м. В состав такой передвижной системы входят: две установки для записи изображения на магнитную ленту типа «Ампекс», четыре передающие ортikonные камеры и другая необходимая вспомогательная аппаратура. Под полом в задней части автобуса установлен 50-киловаттный генератор, приводимый в движение бензиновым двигателем. Генератор прикрепляют сзади автобуса или перевозят на отдельном прицепе.

Вся аппаратура располагается так, чтобы можно было постоянно контролировать качество изображения и звука при записи и воспроизведении.

В автобусе предусмотрена вентиляция воздуха при помощи специальных систем.

Г. А.

**Главный телевизионный переключатель**, Б. Марсен, *Journal Brit. IRE*, 1960, 20, № 1, 47—54.

В телевизионной студийной технике широко применяются переключатели для коммутации видеосигналов разных назначений.

Рассматриваются известные типы переключателей: простые механические, электромеханические (реле), переключатели, в которых используются электронные лампы, и переключатели с полупроводниковыми элементами.

Недостатки простых механических переключателей общеизвестны: ограничения, связанные с местом их установки, переключение в промежуток времени, не связанный с периодичностью передаваемого вида сигнала, что приводит к помехам на изображении. Электромеханические переключатели удобны благодаря дистанционному управлению, однако момент переключения в них также трудно увязать с межкадровым промежутком времени. Электронно-ламповые реле-переключатели дают большие удобства в отношении дистанционности управления и выбора времени переключения, но их существенным недостатком является большая затрата энергии и выделение дополнительного тепла в аппаратуре.

Предлагаются новые конструкции главных студийных переключателей, выполненных на полупроводниковых диодах, управляемых отдельным напряжением смещения. Наилучшие результаты получены в той конструкции, где переключатель управляется током прямоугольной формы, вырабатываемым специальным генератором, синхронизированным частотой кадров. Приводятся характеристики такого компактного студийного переключателя видеосигналов, рассчитанного на 16 входных и 8 выходных сигналов.

Н. Т.

**Телевизионные проекторы**, Г. Арушанов, *Кинемеханик*, 1960, № 8, 34—38.

Рассмотрены принципы работы и схемы телевизионных проекторов с оптико-механической системой, системой многоячейковых экранов, системой электронно-лучевых трубок и системы телевизионного проектора — дивизора.

Указанные системы обеспечивают передачу по телевидению черно-белого изображения.

Для показа цветного изображения дано описание метода последовательной передачи трех основных цветов: синего, красного, зеленого, обеспечивающего возможность передачи, и черно-белого изображения.

А. Г.

**Метод расчета переходных характеристик систем с фазовыми искажениями**, *Электросвязь*, 1960, № 8, 33—41.

Отмечается, что фазовые искажения реальных каналов связи оказывают сильное влияние на качество передачи изображений, определяемое переходной характеристикой.

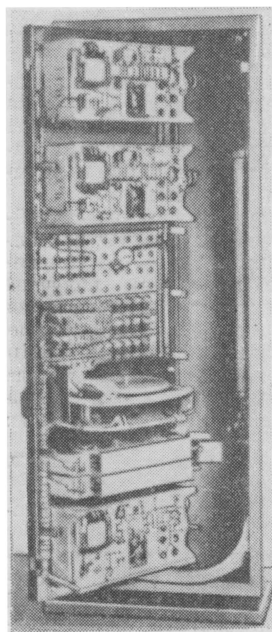
Предлагается метод расчета переходных характеристик полоснопропускающих систем, не накладывающий ограничений на форму амплитудных и фазовых характеристик.

Указывается, что предложенный метод позволяет решать инженерные задачи по расчету переходных характеристик различных систем.

В. В.

**Звук и изображение в «автомобильных» кинотеатрах**, В. П а а л ь, Р. Н и м а й е р, Kino-Technik, 1960, 14, № 6, 179—182.

Приводятся общие соображения по конструированию и оборудованию «автомобильных» кинотеатров. Звукоспроизводящие тракты таких кинотеатров имеют большую выходную мощность, так как пространство в автомобиле заглушено больше, чем в обычном кинозале, а небольшие громкоговорители распределенных систем имеют меньший к. п. д., чем двухзвенные кинотеатральные громкоговорители. Типовой усилитель «автомобильных» кинотеатров (см. рисунок) имеет три оконечных блока с общей выходной мощностью 300 вт; при необходимости используются два усилителя. Большой световой поток обеспечивается дугowymi лампами высокой интенсивности с током 160—170 а.



В «автомобильном» кинотеатре во Франкфурте-на-Майне размер экрана 36×15 м. Освещенность экрана не превосходит 50 лк для широкоэкранных и широкоформатных фильмов и 70 лк — для обычных.

О. Х.

**Диффузоры громкоговорителя из полистиреновой пены**, П. Д. У и л л ь я м с, Д. Ф. Н о в а к, Audio, 1960, 44, № 5, 23, 24, 26, 68.

Излагаются основные требования, предъявляемые к материалам, из которых изготавливаются диффузоры электродинамических громкоговорителей. Диффузор из полистиреновой пены имеет малый вес, большую жесткость, высокую стабильность размеров, хорошую влагостойкость и контролируемое внутреннее демпфирование. Малый вес диффузора позволяет увеличить к. п. д. громкоговорителя. Отмечаются хорошие результаты, полученные с новыми диффузорами. Технология производства новых диффузоров сложнее технологии изготовления бумажных диффузоров; для изготовления новых высокочастотных громкоговорителей необходима разработка новой технологии, обеспечивающей получение тонких диффузоров.

О. Х.

**Применение реверберационных плат**, К. О. Б э д е р, Kino-Technik, 1960, 14, № 6, 193—188.

Эхо при воспроизведении создает впечатление передачи из определенного помещения. При воспроизведении классической музыки у слушателей должно создаваться впечатление помещения, в котором действительно находятся исполнители (при воспроизведении танцевальной и легкой музыки аку-

стические свойства помещения не имеют большого значения).

При передаче телевизионных постановок часто бывает нужно создать впечатление определенного помещения. Указывается, что реверберационные устройства в виде плат, являясь более компактными и экономичными, чем «комнаты эхо», дают те же результаты.

Рассматриваются схемы включения реверберационных устройств в тракт двухканального стереофонического воспроизведения.

О. Х.

**Синхронность изображения и звука при демонстрации фильмов**, Е. Г о л д о в с к и й, Киномеханик, 1960, № 8, 21—26.

В целях создания синхронности изображения и звука в кинотеатре при демонстрации фильмов последовательно рассмотрены два вопроса:

а) создания синхронности в производстве кинокартин;

б) обеспечения необходимого расположения кадрового окна и читающего штриха при кинопроекции.

Одновременно приведен ряд практических советов для ликвидации асинхронности изображения и звука в кинотеатрах различной вместимости, при демонстрации обычных 35-мм широкоэкранных и панорамных стереофонических фильмов.

А. Г.

**Выбор оптимальных характеристик импульсного усилителя фототоков**, В. А. В л а д и м и р с к и й, Оптико-механическая промышленность, 1960, № 5, 46—52.

Описывается способ расчета оптимальной частотной характеристики импульсного усилителя, спектральная плотность шума на входе которого отлична от равномерной.

Анализируется влияние полосы пропускания на мощность порогового сигнала для двух видов частотного распределения шума, дается метод расчета параметров усилителя, приводятся результаты опытной проверки некоторых выводов.

Статья имеет следующие разделы: выбор частотных характеристик усилителя для безынерционного фотосопротивления; отклонение параметров частотной характеристики от расчетных; влияние инерционности фотосопротивления; опытная проверка полученных результатов.

Г. И.

**Графо-аналитический метод расчета низкочастотных усилителей на полупроводниковых триодах**, И. С. Н и к о л а е н к о, Радиотехника, 1960, 15, № 7, 51—59.

Рассмотрен графо-аналитический метод расчета низкочастотных усилителей на полупроводниковых триодах типов П1, П2, П6. Даны рекомендации по расчету усилителей аналогичным методом на триодах других типов.

Описана установка для экспериментального получения характеристик триодов, и приведены усредненные характеристики нескольких типов триодов. Указывается, что предлагаемый графо-аналитический метод расчета представляется наиболее рациональным и перспективным, хорошо отображает физиче-

ские процессы в триоде и позволяет выбрать режимы работы триодов в зависимости от требований, предъявляемых к усилителю.

**В. В.**

**Параметры стержневых ламп**, А. Азатьян, Н. Пароль, Радио, 1960, № 7, 38—39.

Приведены основные электрические параметры, характеристики и цоколевка новых стержневых ламп типов: 1Ж17Б, 1Ж18Б, 1Ж24Б, 1Ж29Б, 1П24Б, выпускаемых отечественной электровакуумной промышленностью.

Отмечается, что для стержневых ламп характерны высокие значения коэффициентов токораспределения  $\frac{I_a}{I_k}$  и выгодная форма анодных характеристик.

**В. В.**

**О взаимодействии плоских продольных и поперечных упругих волн**, З. А. Гольдберг, Акустический журнал, 1960, 6, № 3, 307—310.

Исследуется взаимодействие плоских и поперечных упругих волн в неограниченном изотропном твердом теле.

Получены уравнения движения изотропного твердого тела, в которых наряду с линейными учитываются и квадратичные относительно производных от вектора деформации члены. Отмечается, что если одновременно распространяются продольные и поперечные волны, то во втором приближении (с точностью до квадратичных членов) они взаимодействуют между собой.

**В. В.**

**Стержневые лампы, принцип работы и конструкция**, В. Суханов, А. Киреев, Радио, 1960, № 7, 34—38.

Сообщается о разработке отечественной электровакуумной промышленностью новых, сверхминиатюрных радиоламп прямого накала с электронно-оптической фокусировкой, основной особенностью которых является использование вместо сеток жестких

металлических стержней, расположенных определенным образом внутри лампы.

Описываются принцип работы и особенности конструкции стержневых ламп. Отмечаются преимущества новых ламп: высокая механическая прочность, продолжительный срок службы, малые размеры, низкий уровень внутриламповых шумов, высокое входное сопротивление, малое значение междуэлектродных емкостей.

**В. В.**

**Магнотриксционные ферриты как материал для электроакустических преобразователей**, И. П. Голямина, Акустический журнал, 1960, 6, № 3, 311—320.

Приведены свойства некоторых разработанных в Акустическом институте АН СССР ферритов, пригодных для изготовления магнотриксционных электроакустических преобразователей. Отмечается, что параметры разработанных ферритов сравнимы по величине с соответствующими параметрами обычно применяемых магнотриксционных материалов.

**В. В.**

**Исследование реверберационной камеры кафедры акустики Московского государственного университета**, И. В. Лебедева, Акустический журнал, 1960, 6, № 3, 326—334.

Проведено детальное обследование свойств реверберационной камеры, и исследованы вопросы выбора рабочего сигнала, расположения громкоговорителей и микрофонов, определения нижней границы рабочего диапазона частот. Сняты частотная характеристика передачи звука и однородности поля, записан коэффициент корреляции между звуковыми давлениями в двух точках.

Проведенное исследование показало, что в камере можно производить надежные измерения диффузного коэффициента звукопоглощения от 160 гц до 5000 гц и выше.

**В. В.**

## СЪЕМКА И ПРОЕКЦИЯ КИНОФИЛЬМОВ

**Усовершенствованный скоростной фоторегистратор**, Б. Бриксер, JSMPTE, 1960, 69, № 2, 109-112.

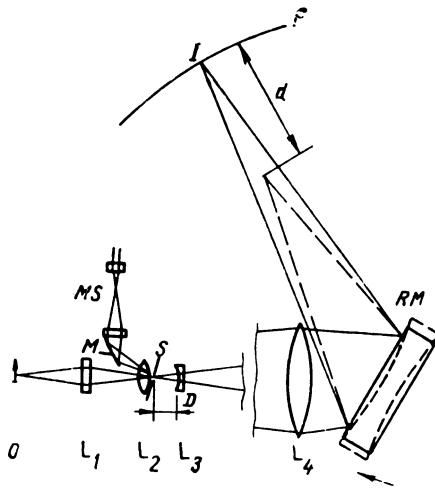
Описывается скоростной фоторегистратор, построенный по известной схеме Бойса и отличающийся рядом усовершенствований, значительно улучшающих качество изображения.

Наиболее важными усовершенствованиями являются: использование апохроматической полевой линзы с плоским полем изображения, применение

юстируемой корригирующей цилиндрической линзы, компенсирующей абберации, возникающие вследствие искривления поверхности быстро вращающегося зеркала, и применение специального видоискателя, позволяющего легко находить оптимальное положение цилиндрической корригирующей линзы для различных скоростей вращения зеркала.

Оптическая схема камеры, показанная на рисунке, состоит из объектива *L*, который строит изображе-

ние объекта  $O$  на щели  $S$ ; в построении изображения участвует полевая линза  $L_2$ , которая одновременно строит изображение объектива  $L_1$  на линзе  $L_4$ , что обеспечивает получение на пленке  $F$  равномерно освещенного изображения щели  $S$ . Щель  $S$  представляет собой тонкую риску, процарапанную на зеркале, отбрасывающем лучи света на второе зеркало  $M$  и затем в микроскоп с 17-кратным увеличением. В камере линза  $L_4$  отбрасывает с помощью вращающегося зеркала  $RM$  изображение  $I$  на пленку в масштабе 1:1.



Деформация зеркала при быстром (до 2000 об/сек) вращении вводит дополнительную астигматическую погрешность, которая приводит к смещению сагиттального фокуса на величину  $d$ ; эта погрешность компенсируется отрицательной цилиндрической линзой  $L_3$ , положение которой  $D$  может быть изменено в соответствии со скоростью вращения зеркала, определяющей собой величину деформации.

Приводятся сведения по основным конструктивным элементам камеры.

Камера смонтирована на швеллерной оптической скамье длиной 1320 мм; в качестве объектива использован «Кодак-Эктанон» с  $F = 254$  мм и относительным отверстием 1:4,5; плоско-выпуклая полевая линза имеет  $F = 223$  мм; плоско-вогнутая цилиндрическая линза имеет  $F = 2540$  мм; релейная линза представляет собой апохромат «Кодак Z-80» с  $F = 381$  мм и относительным отверстием 1:4,5, снижающимся до 1:9 при работе с масштабом изображения 1:1; размеры вращающегося зеркала  $12,7 \times 50,8 \times 76,2$  мм, оно приводится во вращение воздушной турбинкой, максимальная скорость достигает 2000 об/сек при давлении воздуха около 5,7 атм.

Камера, предназначенная для съемки взрывов, имеет фотоэлектрическое синхронизирующее устройство.

Максимальная скорость регистрации составляет 13 мм/мксек в течение приблизительно 10 мксек. Статическая разрешающая способность составляет 36 лин/мм. Разрешение по времени равно приблизительно  $3 \times 10^{-9}$  сек.

В. П.

**Выбор оптимальных параметров в стереокиносъемке,** А. Н. Шацкая, ЖН и ПФК, 1960, 5, № 3, 195—206.

Рассматриваются вопросы, связанные с правильной постановкой и выбором оптимальных параметров стереокиносъемки. Статья включает в себя следующие разделы: бинокулярное стереоскопическое зрение; искусственный стереозффект; выбор базиса фотографирования в стереокиносъемке; количество раздельно воспринимаемых планов; распределение перед- и заднего пространства; экспериментальная часть; выводы.

В. В.

**Фотографирование люминесценции в репродукционной технике,** Н. М. Зюскин, ЖН и ПФК, 1960, 5, № 4, 274—279.

Указывается, что наблюдение и фотографирование люминесценции являются одним из основных методов исследования документов. Даны рекомендации по выбору источников света и светофильтров, обсуждаются некоторые вопросы техники съемки.

В. В.

**Стереофотосъемка обтекания плоскокилеватой пластины, глсссирующей по свободной поверхности воды,** А. Г. Николаенко, В. И. Рыбаков, ЖН и ПФК, 1960, 5, № 4, 289—292.

Проведен ряд гидродинамических испытаний стереофотосъемки с целью определения пространственной картины обтекания и следа за глсссирующими телами (плоскокилеватая пластина).

Описана аппаратура, при помощи которой производилась съемка; дается методика проведения стереофотосъемки; приведены результаты испытаний.

В. В.

**КДУ-3 с кассетой непрерывного действия.** П. Козырев, Киномеханик, 1960, № 8, 40—42.

Дано описание автоматического кинодемонстрационного устройства КДУ-3 с кассетой непрерывного действия для 35-мм фильма, изготовленного кинопроизводственными мастерскими Управления культуры Мосгорисполкома совместно с НИКФИ.

Установка КДУ-3, работающая без обслуживающего персонала, может быть использована в фойе кинотеатров, парках и т. п. для показа хроникальных фильмов или рекламных роликов.

А. Г.



**Автоматизация системы управления освещением,** *Perspective*, 1960, 2, № 1, 75.

Для обеспечения возможности точного воспроизведения схем освещения объектов на кино- и телевизионных студиях разработана система автоматического включения и выключения осветительных приборов, в которой используются перфокарты, широко применяемые в системах программного управления в промышленности. Схему освещения декорации устанавливают во время репетиции. При этом осветительные приборы включают вручную с обычного пульта управления; главный оператор после окончательной установки света для каждого плана нажимает кнопку перфоратора, пробивая в карте отверстие и фиксируя таким образом выбранную комбинацию осветительных приборов.

Во время съемки или телевизионной передачи перфокарты читаются специальным устройством, которое в нужные моменты времени включает и выключает необходимые осветительные приборы.

Управление может быть в любой момент переведено с автоматического на ручное с помощью обычного пульта коммутации.

В. П.

**Универсальный денситометр EEZ,** *Journ. Photogr. Science*, 1960, 8, № 2, 111.

Фирма Джеймс А. Синклер разработала и выпустила универсальный денситометр марки EEZ. Этот прибор прост по конструкции и точен в работе; доступен для быстрых измерений оптических плотностей; снабжен различными вспомогательными деталями, которые позволяют измерять цветные и монохроматические отпечатки. На денситометре можно проводить денситометрию фотобумаг. Кроме того, он может быть применен для измерения цветных отпечатков, полученных способами фотолитографии, фотогравюры и других близких к ним процессов.

Денситометр можно использовать для измерения черно-белых пленок и пластин, а также и цветных с измерением оптических плотностей по слоям. Простота конструкции дает возможность относительно неквалифицированному персоналу получать при работе с прибором точные и надежные результаты.

В. А.

**Регистрирующий денситометр для цветных и черно-белых фотографических бумаг РДЦБ-1,** А. Н. Успенский, *ЖН и ПФК*, 1960, 5, № 4, 255—261.

Описан регистрирующий денситометр, разработанный в ЦНИИГА и К и предназначенный для денситометрических измерений на цветных фотографических бумагах. Приведены схемы денситометра РДЦБ-1 и фотографии общего вида денситометра; описана градуировка прибора, даны оценка точности накола точек характеристических кривых и оценка точности воспроизведения денситометрических характеристик. Указывается, что характеристические кривые записываются этим прибором полуавтоматически при помощи регистрирующего приспособления с компостером.

В. В.

**Сдвиг изображения в лупах времени с коммутацией изображения,** А. С. Дубовик, *ЖН и ПФК*, 1960, 5, № 3, 209—217.

В последнее время большое распространение для изучения таких процессов, как взрыв, искровые разряды, действия ударной волны и др., получили зеркальные лупы времени с коммутацией изображения. В статье рассматривается общий принцип устройства зеркальных луп времени с коммутацией изображения, а также некоторые вопросы, касающиеся расчета и конструирования таких луп. Отмечается, что проведенное исследование позволяет с учетом сдвига изображения правильно выбрать оптическую систему для построения луп времени с коммутацией изображения.

В. В.

**О времени экспонирования в скоростных съемочных камерах с призмной компенсацией,** Е. А. Тарантов, Ю. А. Цветаев, *ЖН и ПФК*, 1960, 5, № 4, 280—288.

Показано, что при замене обтюрации в зрачке на обтюрацию в плоскости люка для варьирования частным временем экспонирования повышается разрешение камеры в исследуемом поле и во времени. Разработана конструкция узла сменных экранов для камеры СКС-1, обеспечивающая обтюрацию в плоскости люка.

В. В.

**Расчет зеркально-призматических светильников для ламп ДРЛ,** В. В. Трембач, *Светотехника*, 1960, № 9, 1—7.

Приводится методика расчета зеркально-призматического светильника для ламп ДРЛ.

Статья содержит следующие разделы: оптический расчет светильника; схема и особенности расчета светового пучка светильника; расчет силы света.

Г. И.

**Контрольная установка для изготовления диэлектрических интерференционных светофильтров.** В. И. Смирнов, *Оптико-механическая промышленность*, 1960, № 5, 17—18.

Дано описание контрольной установки для изготовления узкополосных диэлектрических интерференционных светофильтров методом испарения в вакууме.

Приведена схема установки, и изложена сущность контроля толщины осаждаемых слоев, принцип которого основан на фиксации моментов времени, когда пропускание (отражение) достигает максимального или минимального значения.

Г. И.

**Метод градуировки визуального фотометра в области малых яркостей,** А. А. Волькенштейн, В. П. Лазарев, *Оптико-механическая промышленность*, 1960, № 5, 12—16.

Дается описание метода градуировки визуальных лабораторных фотометров типа ВФМ-57.

Рассматривается градуировка фотометра в «белом» свете в эквивалентных яркостях и градуировка с цветными светофильтрами.

Г. И.

# КИНОПЛЕНКА И ЕЕ ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Две новые пленки для фотографической записи звука. *British Kinetography*, 1960, 30, № 4, 95—97.

Описываются свойства двух новых пленок для фотографической записи звука методом переменной ширины. Первая пленка «Истмен» типа 5375, мелкозернистая, 35-мм и типа 7375 16-мм отличается от прежней пленки (тип 5372 и 7372) увеличением светочувствительности приблизительно на 50° и одновременно некоторым уменьшением светорассеяния в эмульсионном слое. В связи с уменьшением светорассеяния оптическая плотность негатива несколько увеличивается, что вызывает небольшое повышение светочувствительности; таким образом эффективная светочувствительность по сравнению с прежней пленкой увеличена приблизительно на 30%.

Вторая пленка типа 5637 (35-мм) и 7637 (16-мм) предназначена для замены прежних пленок типа 5638 и 7638. Пленка отличается высокой светочувствительностью; эмульсия несенсибилизирована; основа, имеющая малую усадку, окрашена противореальным красителем. Рабочая оптическая плотность и коэффициент контрастности значительно выше, чем у прежней пленки; это связано с уменьшением светорассеяния и обеспечивает лучшую частотную характеристику. Характеристики новой пленки по сравнению с предыдущей приведены в табл. 1, 2, 3.

Таблица 1

Условия экспонирования пленок 5637 и 5638 (в случае негативно-позитивного процесса)

Тип пленки	Сила тока, <i>a</i>	Сила тока, <i>a</i>	Плотность негатива	Коэффициент контрастности
5638	5,1	Белый	1,74	2,25
5638	6,4	Ультрафиолетовый	1,60	2,25
5637	5,75	Белый	2,82	3,80
5637	6,25	Ультрафиолетовый	2,40	3,80

Таблица 2

Отношение сигнал/шум и допуск плотности негатива пленок 5637 и 5638

Тип пленки	Свет	Отношение сигнал/шум		Допуски в плотности негатива при 32,5 db
		без модуляции	с модуляцией	
5638	Белый	51,1	44,4	0,24
5638	Ультрафиолетовый	50,6	44,9	0,22
5637	Белый	55,0	46,8	0,40
5637	Ультрафиолетовый	54,5	46,5	0,44

Таблица 3

Условия экспозиции пленок 5637 и 5638 (в процессе прямого получения позитива)

Тип пленки	Свет	Сила тока, <i>a</i>	Плотность негатива	Коэффициент контрастности
5638	Белый	4,42	0,53	2,25
5638	Ультрафиолетовый	5,40	0,46	2,25
5637	Белый	4,62	0,80	3,80
5637	Ультрафиолетовый	5,42	0,73	3,80

Приводятся также в графической форме результаты испытания пленок 5638 и 5637 и кривые частотной характеристики. Из этих данных видно, что пленка 5637 допускает большие отклонения в плотности негатива и что потери в высоких частотах у нее меньше на 1—1,5 db.

**В. А.**

**Поляризационные спектры поглощения некоторых цианиновых сенсибилизирующих красителей, К. С. Ляликов, И. В. Семенченко, ЖН и ПФК, 1960, 5, № 3, 161—167.**

Изложены результаты экспериментального изучения поляризационных спектров поглощения двух цианиновых красителей, дающих сенсибилизацию 2-го рода: 1,1' — диэтилхино-(2,2') — цианинхлорида (I) и 3,3' — диметил-9-этил — 4,5, 4',5' — дибензотиокарбонцианинйодида (II).

Указывается, что ориентация молекул и агрегатов молекул красителя осуществлялась растяжением окрашенных красителем пленок из поливинилового спирта и поливинилацетата.

**В. В.**

**Флюктуации плотности следов заряженных частиц в ядерных эмульсиях, К. С. Богомолов, ЖН и ПФК, 1960, 5, № 3, 168—172.**

Изложены результаты исследования, целью которого являлось выяснение основного фактора, определяющего природу колебаний плотности следа заряженной частицы.

Указывается, что единственным фактором, ограничивающим нормальное идеальное случайное распределение зерен в следе слабоионизирующих заряженных частиц, является более или менее постоянное число непроявленных микрокристаллов в исследуемых отрезках траекторий частиц.

**В. В.**

**Исследование температурных зависимостей фотографического проявления. 5. Некоторые методические вопросы определения энергии активации проявления фотографических слоев, В. И. Шеберстов, ЖН и ПФК, 1960, 5, № 3, 173—182.**

В результате систематического исследования и на основе экспериментальных материалов показано, что методика определения энергии активации фотографического проявления, принятая в предыдущих ра-

ботах (1—4), дает действительно величины энергии активации, хотя и с некоторыми ограничениями, указанными в данной статье.

В. В.

**Об устранении искажений при внутреннем маскировании в цветных многослойных пленках.** Ю. Б. Виленский, Чен Куан-мин, Л. Ф. Патрикеева, Е. И. Тульчинская, ЖН и ПФК, 1960, 5, № 3, 183—186.

Указывается, что размещение маскирующей и немаскирующей компонент с различной реакционной способностью в одном слое приводит к возникновению нелинейных искажений маскирования. Для устранения искажения маскирования предложено размещать маскирующую и немаскирующую компоненты в отдельных слоях и уравнивать эффективную светочувствительность этих слоев.

В. В.

**Измерение диффузии сенсibilизирующих красителей в желатине.** Б. Влчек, С. Влчкова, ЖН и ПФК, 1960, 5, № 3, 187—194.

Сообщается о разработанном методе измерения диффузии путем применения нанесенных один на другой слоев окрашенной и неокрашенной желатины и измерения колориметром количества продиффундировавшего красителя после расплавления геля.

Исследуется влияние поверхностно-активных веществ и недиффундирующих компонент на диффузию сенсibilизаторов и связь диффузии сенсibilизаторов с адсорбцией их на бромистом серебре.

В. В.

**Принцип изготовления и свойства особо мелкозернистых эмульсий для ядерных исследований.** Н. А. Перфилов, Е. И. Прокофьева, Н. Р. Новикова, О. В. Ложкин, В. Ф. Даровских, Г. Ф. Денисенко, ЖН и ПФК, 1960, 5, № 4, 262—273.

Излагаются некоторые особенности изготовления особо мелкозернистых эмульсий, и приводятся результаты исследования их свойств. Статья содержит следующие разделы: принцип изготовления особо мелкозернистых эмульсий; контроль эмульсификации

и созревания при помощи потенциметрических измерений; состав проявителя и условия проявления; о сохраняемости чувствительности фотослоев при хранении; тормозная способность, коэффициент усадки и светочувствительность особо мелкозернистых эмульсий; исследования регистрирующих свойств эмульсий; использование стандартного сенситометрического бланка для определения характеристик ядерных эмульсий; математическое выражение зависимости плотности зерен от удельных потерь энергии.

Р. Б.

**Исследование процесса обработки высокочувствительной панхроматической аэропленки. IV. Влияние гидразина на процесс проявления.** К. И. Мархлевич, Ц. С. Арнольд, В. Л. Абриталин, Труды НИКФИ, вып. 35, 1960, 126—136.

Сообщается о результатах работы по исследованию влияния на процесс проявления в стандартном метол-гидрохиноновом проявителе некоторых производных гидразина.

Указывается, в частности, что метагидразинкоричная кислота дает возможность выбора таких ее концентраций и продолжительности проявления, при которых повышение светочувствительности не сопровождается заметным увеличением зернистости изображения и плотности вуали.

В. В.

**Ускоряющее действие звука на процесс проявления фотографической эмульсии.** М. Е. Архангельский, Акустический журнал, 1960, 6, № 2, 180—186.

На основании проведенной работы делается вывод, что в звукографии выполняется закон взаимозаместимости для величин звукового давления и времени проявления. Показано, что влияние звука на процесс проявления связано с уменьшением потенциального барьера, системы (энергии активации проявления). Сделано предположение, что изменение энергии активации проявления связано с влиянием звука на адсорбцию проявителя на центрах проявления.

В. В.

## АВТОРСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА СССР ПО ПЕРЕДАЮЩИМ ТЕЛЕВИЗИОННЫМ ТРУБКАМ

**Способ нейтрализации остаточных зарядов на мишени суперортикаона.** Круссер Б. В., Кончин В. И., Гайнуллина Р., авторское свидетельство № 125277 по классу 21g13<sub>26</sub> с приоритетом от 13 февраля 1958 г.

При работе суперортикаона в малокадровых телевизионных системах с кратковременной экспозицией изображения и считыванием по памяти в узле мишени должна применяться пленка с максимальным сопротивлением. Последнее приводит к существенному снижению контрастности изображения, так как заряды, образующиеся при считывании на обеих сторонах пленки, не успевают нейтрализовать к началу следующего цикла накопления. Для снятия остаточных зарядов предложено ввести цикл подготовки мишени, во время которого одновременно

облучать ее с одной стороны фотоэлектронами, эмитруемыми с равномерно освещенного фотокатода, а с другой стороны — неподвижным расфокусированным пучком электронов из термокатаода. Коэффициент вторичной эмиссии при этом должен быть большие единицы, чтобы обе стороны пленки приняли одинаковый потенциал. Помимо увеличения полезного сигнала и, следовательно, контрастности изображения, нейтрализация остаточных зарядов повышает долговечность суперортикаона.

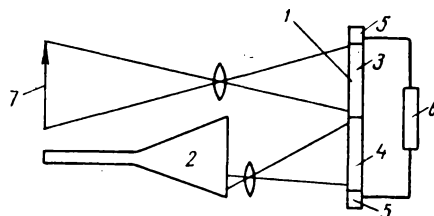
**Способ компенсации черного пятна в передающих телевизионных трубках иконоскоп, супериконоскоп и видикон.** Ушаков М. А., авторское свидетельство № 124462 по классу 21a13<sub>25</sub> с приоритетом от 12 декабря 1959 г.

Паразитный сигнал черного пятна, образующийся

в передающих трубках с разверткой пучком быстрых электронов, обусловлен неравномерностью нижнего равновесного потенциала по площади мишени. Чтобы устранить этот недостаток, во время обратного хода горизонтальной развертки считывающий пучок не запирают, как это делается обычно, а существенно повышают ток пучка. Дополнительное облучение примерно в два раза ускоряет перезарядку элементов мишени после коммутации и значительно увеличивает отбирающее поле перед ее поверхностью. В результате увеличивается чувствительность трубки, выравнивается фон изображения и ослабляются засветки на краях кадра. Предполагается, что применение нового способа позволит отказаться от введения электрических компенсирующих сигналов в усилительный тракт телевизионных установок, использующих трубки с разверткой пучком быстрых электронов.

**Устройство для передачи телевизионного изображения в системах с однострочным разложением,** Любин В. М., Камарган И. К., авторское свидетельство № 128492 по классу 21a<sup>1</sup>32<sub>35</sub> с приоритетом от 29 сентября 1959 г.

Для генерирования видеосигнала одной строки светового изображения используется полупроводниковый фотоэлектрический преобразователь 1 в сочетании с развертывающей трубкой бегущего луча 2, как это показано на рисунке. Преобразователь



состоит из слоев фотосопротивления 3 и полупроводника 4, обладающего фотовольтаическим эффектом. Между полосками 5 сигнальной пластины включено нагрузочное сопротивление 6. На слой фотосопротивления проецируется строка передаваемого изображения 7, одновременно полупроводниковый слой обегается немодулированным световым пятном с экрана трубки 2. Поперечная фото-э. д. с., возникающая в слое 4 под действием бегущего луча, возбуждает в цепи нагрузки ток, величина которого пропорциональна сопротивлению каждого элемента слоя 3, т. е. его модуляция будет определяться распределением освещенности вдоль передаваемой строки изображения. Фотоэлектрический преобразователь может находиться в колбе трубки бегущего луча, в непосредственном контакте с люминесцирующим экраном, что позволяет уменьшить число объективов в устройстве.

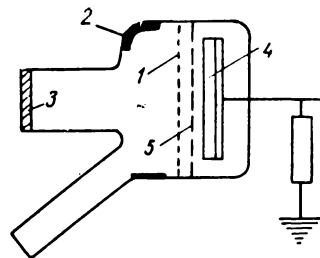
**Способ улучшения параметров передающих телевизионных трубок,** Малахов И. К., авторское свидетельство № 124 по классу 21a<sup>1</sup>32<sub>35</sub> с приоритетом от 9 июня 1958 г.

Ухудшение чувствительности и качества изображения при работе видиконных камер в мутной светорассеивающей среде связано с паразитной засветкой, понижающей величину постоянной времени  $RC$  неосвещенных элементов накапливающего слоя, а следовательно, и глубину потенциального рельефа. С целью повышения эффективности работы види-

кона в условиях паразитных засветок темновое сопротивление мишени выбирают таким, чтобы постоянная времени накапливающего слоя  $RC$  значительно превосходила время кадра  $T_k$ , а затем принудительной регулируемой равномерной подсветкой фотослоя снижают  $RC$  до оптимального значения  $RC = 5-8 T_k$ . Если величина принудительной подсветки значительно больше засветки, вызванной рассеянием в среде, то последняя практически не будет сказываться на качестве изображения. Регулируя величину принудительной подсветки, можно поддерживать оптимальные условия работы видикона при колебаниях величины паразитной засветки мишени.

**Способ повышения чувствительности передающих телевизионных трубок,** Песьяцкий И. Ф., авторское свидетельство № 119622 по классу 21g13<sub>01</sub> с приоритетом от 24 мая 1957 г.

Отбирающее поле перед мишенью супериконоскопа создается путем облучения мишени потоком медленных электронов. Источником потока служит распределенный термокатод 1 (см. рисунок), находящийся под небольшим отрицательным потенциалом по отношению к коллектору 2. Термокатод выполняется в виде ряда параллельных тонких оксидных нитей и располагается вне плоскости фокусировки фотоэлектронов, вылетающих из фотокатода 3. Для уско-



рения потока электронов из термокатада 1 и отбора вторичных электронов, вылетающих из мишени 4, используется сетка 5 с большой прозрачностью, также состоящая из параллельных нитей. Создание отбирающего поля улучшает использование вторичной эмиссии мишени и повышает чувствительность супериконоскопа одновременно с улучшением равномерности фона передаваемого изображения.

**Способ и устройство для автоматической регулировки освещенности передающей трубки типа суперортикон,** Рапопорт Б. И., авторское свидетельство № 125278 по классу 21a<sup>1</sup>34<sub>12</sub> с приоритетом от 19 января 1959 г.

Автоматическая регулировка освещенности на фотокатоде суперортикона производится путем диафрагмирования объектива телевизионной камеры при изменениях фототока. Для повышения устойчивости и точности системы регулировки фототок в секции переноса электронного изображения суперортикона модулируют (импульсным или синусоидальным напряжением) во время обратного хода кадровой развертки. Переменное напряжение, возникающее в результате подобной модуляции в цепи сетки мишени, после соответствующего усиления подает на исполнительный механизм привода диафрагмы объектива.

И. М.

# НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХРОНИКА

## В ТЕХНИЧЕСКОМ СОВЕТЕ МИНИСТЕРСТВА КУЛЬТУРЫ СССР

В течение последних нескольких лет лаборатория обработки цветных фильмов совместно с Научно-исследовательским кинофотоинститутом и рядом других организаций провела большую работу по разработке и промышленному освоению гидротипного способа печати цветных фильмокопий.

25 октября с. г. состоялось заседание Технического совета с обсуждением состояния и дальнейшего развития работ по гидротипии.

Во вступительном слове председатель Техсовета заместитель министра культуры СССР И. И. Цветков обратил внимание на необходимость оценки проведенных работ и определения важнейших мероприятий в этой области.

Участникам заседания Техсовета были продемонстрированы параллельно ролики одноименного фильма, напечатанного по системе «техникolor» и нашей гидротипной системе; ролик, напечатанный с зональных матриц на бланкфильме бессеребряном с фиксатором в слое; ролики, напечатанные с матриц, полученных через промежуточные цветоделенные позитивы, на бланкфильме с серебром. Параллельно демонстрировались ролики того же фильма, напечатанные на многослойной пленке с негатива и контратипа.

Докладчики В. П. Забелло (ЛОЦФ) и С. А. Бонгард (НИКФИ) изложили состояние и ход работы по доработке и промышленному освоению гидротипного способа печати фильмов, а также задачи дальнейшего развития научно-исследовательских, технологических и конструкторских работ.

Выступившие затем представители предприятий и институтов гг. Коноплев (киностудия Мосфильм), Левин (Казанский химзавод им. Куйбышева), Ка-

линикос (Ленинградская кинокопировальная фабрика), Успенский (НИКФИ), Дерстуганов (филиал НИКФИ в Казани), Голод (ЦКБ), Тиханович («Гипрокинополиграф»), Цукерман (Управление кинофикации и кинопроката), Баринов (Производственно-технический отдел) отметили успехи, достигнутые в освоении гидротипии, решении сложных проблем улучшения резкости и цветопередачи гидротипных изображений и получения фильмокопий удовлетворительного качества.

Вместе с тем в выступлениях были высказаны критические замечания о работах, сдерживающих развитие гидротипного метода, и был выдвинут ряд предложений.

Наибольшее внимание выступавшие обращали на необходимость улучшения технических свойств основы кинопленки, предназначенной для гидротипной печати фильмов, стабилизации технологических процессов массовой печати фильмов гидротипным способом, привлечения к совершенствованию различных работ по гидротипии ряда институтов и предприятий.

Технический совет принял развернутое решение, в котором предусматривается определение исходных показателей для проектирования и строительства крупного предприятия массовой печати гидротипных фильмокопий и передачи исходных материалов проектирования институту Гипрокинополиграф в конце 1960 года.

Постановлением предусматривается также проведение мероприятий по развитию научных, экспериментальных и технологических работ по дальнейшему повышению технического качества гидротипных фильмокопий и достижению высоких технико-экономических показателей процесса.

## О ТЕРМОГИГРОМЕТРИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ХРАНЕНИЯ ФИЛЬМОКОПИЙ

В Техническом отделе Главного управления кинофикации и кинопроката Министерства культуры РСФСР при участии представителей НИКФИ и проектного института Гипрокинополиграф состоялось совещание, посвященное вопросу определения оптимальных термогигрометрических условий хранения фильмов в фильмохранилищах кинопрокатных организаций.

В результате обсуждения этого вопроса было принято решение, предусматривающее при новом проектировании фильмохранилищ и приспособлении существующих установление следующих режимных показателей.

Для фильмохранилищ, размещаемых в районах северной и средней климатической полосы СССР,

а также в районах с аналогичными климатическими условиями, в летнее и зимнее время не предусматривается кондиционирование воздуха, за исключением специально выделенных помещений, рассчитанных на относительно длительное хранение цветных фильмокопий емкостью около 10% от общей емкости фильмохранилища, где создается в летнее время термогигрометрический режим (с помощью местных кондиционеров): температура воздуха в помещении от +18 до +20° при относительной влажности воздуха 60% ± 5%.

Для всех боксов фильмохранилищ в зимнее время температура воздуха принимается +14, +16° при относительной влажности воздуха 55% ± 5%.

Для южной климатической полосы СССР сочтено

необходимым применять кондиционирующие установки, обеспечивающие режим хранения в зимнее и летнее время при температуре до  $+18$ ,  $+20^\circ$  и относительной влажности воздуха  $60\% \pm 5\%$ .

На совещании было решено предусматривать при проектировании и реконструкции отдельное помещение для увлажнения фильмокопий, возвращаемых киноустановками, емкостью 2—3% от общей емкости фильмохранилища, с созданием в нем местными

средствами относительной влажности воздуха до 85% кондиционирования воздуха в помещениях фильмо-ремонтных мастерских решено не предусматривать, приняв для зимнего времени температуру в этих помещениях в пределах 16—18°.

Вышеуказанные решения вошли в условия проектирования новых и реконструкции существующих фильмобаз.

В. К.

## КНИГИ ПО ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ТЕХНИКЕ, ВЫПУЩЕННЫЕ В 1960 г.

Дональд Г. Финк, **Стандарт цветного телевидения** (Материалы национального комитета телевизионных систем США). Перевод с английского, М.—Л., Госэнергоиздат, 1960, 358 стр.

Изложены теоретические принципы и освещены практические вопросы построения цветной телевизионной системы. Описаны стандарты для цветных телевизионных сигналов. Рассмотрены факторы, влияющие на качество изображения. Даны сведения по теории цветной синхронизации и совместимой цветной телевизионной системы и по вопросам воспроизведения цветных кинофильмов.

Г. И. Бялик, **Телевидение**, Л., Лениздат, 1960, 324 стр.

Рассмотрены физические основы современного телевидения, принципы построения системы телевидения и ее звеньев. Значительное место отведено вопросам цветного телевидения и прикладным телевизионным установкам.

Радио и телевидение в Великобритании, Справочные материалы, Государственный комитет по радиовещанию и телевидению при Совете Министров СССР, М., 1960, 25 стр.

Справочник содержит материалы о деятельности Британской радиовещательной корпорации и Независимого телевизионного общества.

Н. В. Габис, **Подводное телевидение**, М., Воениздат, 1960, 100 стр.

По материалам отечественной и иностранной литературы дается представление о современном состоянии подводного телевидения и областях его применения.

М. И. Кривошеев, **Оценка и измерение флюктуационных помех в телевидении**, М., Связьиздат, 1960, 80 стр.

Рассмотрены способы учета особенностей визуального восприятия флюктуационных помех при измерении отношения сигнала к помехе, а также спектры помех и выбор взвешивающего фильтра для измерительных устройств.

С. Х. Авербух, И. А. Кнеллер, Ф. И. Круковец, **Индустриальные помехи в телевидении и методы их подавления**, М., Связьиздат, 1960, 68 стр.

Рассмотрены источники помех и их воздействие на прием телевидения, методы ослабления влияния помех в месте приема и способы подавления их в месте возникновения.

В. Ф. Самойлов, **Генераторы пилообразного тока в телевизоре** (Основы теории и расчета), М., Связьиздат, 1960, 156 стр.

Изложена теория работы генераторов пилообразного тока наиболее распространенных схем. Составлены расчетные формулы для большинства параметров схем генераторов. Кратко рассмотрены конструкции специальных узлов телевизионной развертки, приведен справочный материал по кинеско-

пам, радиолампам, применяемым в телевизионных развертках, строчным и кадровым отклоняющим катушкам, трансформаторам и пр.

**Сборник материалов для телевизионных предприятий**, Канал синхронизации, Министерство связи СССР. Составлен инж. А. Г. Андреевой, М., Госэнергоиздат, 1960, 88 стр.

Сборник содержит основные сведения о канале синхронизации телевизионных приемников. Рассмотрены схемы канала синхронизации телевизоров «Рекорд», «Старт», «Рубин», «Рубин-102», «Темп-3», «Знамя». Приводится перечень основных неисправностей, причины их возникновения и методика устранения.

М. А. Бойков, **Электронно-лучевая трубка**, М., Воениздат, 1960, 122 стр.

Изложены физические основы работы электронно-лучевых трубок. Описаны искажения раstra в электронно-лучевых трубках, а также некоторые особенности включения и выбора режима работы трубок.

С. А. Ельяшkevич, **Справочник по телевизионным приемникам**, издание второе, исправленное и дополненное, М., Госэнергоиздат, 1960, 224 стр.

Приведены принципиальные схемы, описания, сведения о настройке, электрические и эксплуатационные характеристики, моточные данные отечественных телевизионных приемников, выпущенных с 1949 по 1959 г. включительно.

Л. М. Селяков, **Апертурные искажения и их коррекция**. Пособие для курса усилителей, индикаторных устройств и телевидения, Таганрогский радиотехнический институт, Таганрог, 1960, 74 стр.

**Передача новостей по телевидению в США**, Государственный комитет по радиовещанию и телевидению при Совете Министров СССР, М., 1960, 58 стр.

Брошюра представляет собой сокращенный перевод книги «Передача новостей по телевидению в США», изданной в 1958 г. в Нью-Йорке.

Описаны некоторые практические приемы работы — монтажа пленки, способов съемки, способов использования камер, студий и т. п.

**Проблема телевидения**, Сборник статей. Перевод с английского, Государственный комитет по радиовещанию и телевидению при Совете Министров СССР, М., 1960, 38 стр.

Брошюра представляет собой сокращенный перевод книги, составленной из статей, написанных работниками телевизионной службы Британской радиовещательной корпорации и коммерческого телевидения.

Отдельные статьи посвящены вопросам внестудийных телевизионных передач, оформления передач, освещения в телевидении, специальным эффектам в телевидении.

С. К. Сотников, **Сверхдальний прием телевидения**, издание второе, переработанное и дополненное, М., Госэнергоиздат, 1960, 96 стр.

## СТАТЬИ, ПОМЕЩЕННЫЕ В ЖУРНАЛЕ В 1960 г.<sup>1</sup>

За дальнейшее развитие материально-технической базы кинематографии. *1; 1.*

За дальнейшее развитие и улучшение техники телевидения. **С. В. Кафтанов.** *1; 5.*

Задачи дальнейшего развития техники телевизионного вещания. **С. В. Кафтанов.** *1; 5.*

К 90-летию со дня рождения В. И. Ленина. *4; 1.*

Новая кинотехника в телевидении. **Г. О. Жижневский, Т. С. Белецкая.** *10; 8.*

Новые работы по усовершенствованию техники радиовещания и телевидения. **А. Д. Фортушенко.** *10; 1.*

### НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ

#### КИНОТЕХНИКА

Асимметричный блок-стабилизатор скорости движения киноленты. **А. М. Мелик-Степанян.** *3; 27.*

Вопросы проектирования кинозалов широкоэкранных кинотеатров. **А. М. Юрьев.** *8; 61.*

Выбор параметров советской системы круговой кинопанорамы. **Е. М. Голдовский.** *12; 21.*

Девять каналов на шести звуковых дорожках. **Г. Клименко.** *10; 67.*

Дезанаморфирование широкоэкранных фильмов. **А. Г. Болтянский.** *3; 1.*

Заводы киноаппаратуры в 1960 г.:

Московский «Кинап». **Н. А. Исаев.** *1; 51.*

Одесский «Кинап». **А. И. Перминов.** *1; 55.*

Самаркандский «Кинап». **В. К. Карпов.** *1; 59.*

Исследование изменения качества фотографического изображения в процессе печати. **И. Б. Блюмберг, Т. М. Язына, Г. И. Терегулов.** *7; 10.*

Исследование обработки киноплёнки в струях растворов. **И. Б. Блюмберг, В. Г. Иванова, Л. И. Карпова, Т. А. Новацкая, Г. Г. Новикова.** *11; 14.*

Исследование основных параметров обработки черно-белой киноплёнки в струях фотографических растворов. **Б. В. Валуйский.** *5; 44.*

Исследование 35-мм кинопроектора с оптическим выравниванием прерывистого движения фильма. **Л. Г. Тарасенко.** *7; 39.*

К вопросу о качестве стереофонического звучания в кинотеатрах. **Б. Ф. Натаров.** *6; 45.*

К вопросу о количестве каналов записи-воспроизведения стереофонических кинофильмов. **М. З. Высоцкий.** *5; 37.*

К вопросу о количестве каналов и качестве звучания стереофонических фильмов. **И. Александер, Я. Бутовский, Е. Юдин.** *10; 61.*

К вопросу о новых видах кинематографа. **А. Ф. Векленко, Б. Г. Белкин.** *6; 19.*

К вопросу о развитии стереоскопического кинематографа. **Б. Т. Иванов.** *7; 1.*

К вопросу об автоматизации тепловых режимов обработки киноплёнки. **М. Б. Халамейзер.** *10; 20.*

К вопросу устойчивости киноизображения. **Я. Л. Лейбов.** *2; 27.*

Киносьемочные желтопламенные угли для проектора КПД-50. **Т. В. Дербишер, Л. Ф. Кабанова.** *5; 52.*

Киносьемочный аппарат УС-1. **В. Н. Матисон, В. В. Алексеев, В. Л. Трусько.** *2; 1.*

Комбинированные съемки при производстве фильмов электронным методом. **В. А. Бургов.** *2; 31.*

Копировальный аппарат для аддитивной печати цветных фильмов. **М. Г. Шамштейн, Б. В. Валуйский, А. К. Фейст, С. Н. Подлесных, Р. У. Рудь.** *8; 12.*

Комплект кинокопировального аппарата контактной печати киноизображений (23КТК-1). **Н. Д. Бернштейн, И. С. Голод, С. Я. Голосинский, А. Н. Зайцев, Э. М. Погорелов, С. В. Смирнов, М. Г. Шамштейн, А. Г. Шамаков.** *10; 10.*

Магнитоэлектрический зеркальный модулятор завода «Ленкинап». **А. М. Мелик-Степанян.** *9; 31.*

Методика расчета требуемой величины и допустимой неравномерности освещенности киноэкрана. **М. В. Цивкин.** *12; 41.*

Напряжение киноплёнки, вызываемое трением в фотографических растворах. **И. С. Голод.** *9; 39.*

Некоторые итоги внедрения новой техники на киностудии «Мосфильм» в 1960 г. **Г. Хазанов.** *11; 66.*

Новая техника кинематографии. **И. Б. Гордийчук.** *9; 1.*

Новое оборудование для записи звука и обработки плёнки при производстве фильмов. **И. Б. Гордийчук.** *11; 58.*

Новые виды кинематографа и перспективы их развития. **С. М. Проворнов.** *11; 1.*

Новые плёнки ДС-5 и ЦП-7 в производственных условиях. **Г. Я. Вядро, И. Д. Файн.** *10; 49.*

Новые разработки в области аппаратуры для высокоскоростной фотографии и кинематографии. **А. А. Сахаров.** *12; 63.*

Новый аппарат для контактной непрерывной печати 35-мм и 16-мм кинофильмов и микрофильмокопий. **О. В. Песчанский.** *6; 71.*

Новый позитивный проявитель. **С. М. Антонов, Г. Г. Двигубский.** *4; 45.*

О влиянии скорости проявления на воспроизведение фотослоем деталей изображения. **Г. В. Дерстуганов.** *4; 53.*

О возможности частичной замены желатины в фотографических эмульсиях синтетическими полимерами. **Б. А. Царев, Л. М. Богданов, Г. Г. Мартыш, В. И. Липчанская.** *8; 8.*

О количестве каналов стереофонической передачи звука в широкоформатном кинематографе. **Б. Ф. Натаров.** *7; 49.*

О механизации и автоматизации кинокопировального производства. **В. К. Милославов.** *9; 11.*

О применении в промышленности киноплёнок с дубителем в слое. **Б. А. Заборовский, С. Е. Тихонович, С. М. Леви.** *11; 44.*

<sup>1</sup> Материалы Реферативного отдела в перечень не включены.

## ТЕЛЕВИДЕНИЕ

О развитии научно-исследовательских работ в области техники кинематографии, фотографических материалов и фотопроцессов. 8; 1.

О рациональном использовании электроэнергии при киносъемках. В. Г. Пелль, Х. А. Рабинович. 4; 22.

О системах кинематографа будущего. Е. М. Голдовский. 6; 9.

Об измерении коэффициента светорассеяния кино-съемочных объективов. Ф. С. Новик, Л. М. Глотова. 8; 48.

Об интермодуляционных искажениях в предрупорной камере громкоговорителя нормального типа. Н. Т. Молодая. 4; 39.

Обратная связь как метод коррекции частотных характеристик электромеханических модуляторов света. Ю. Г. Заренин. 6; 38.

Об улучшении свойств киноплёнок и их обработки. Е. А. Иофис. 1; 33.

Об улучшении свойств киноплёнок и их обработки (Московская кинокопировальная фабрика, Фрунзенская киностудия, киностудия «Арменфильм»). 9; 41.

Об условиях восприятия фильмов в кинотеатрах в связи с перспективами развития новых видов кинематографа. В. Г. Комар. 6; 28.

Определение практической чувствительности черно-белых плёнок, проявляемых с обращением. Б. Н. Модестов. 11; 47.

Особенности освещения при киносъемках под водой. И. Б. Гордийчук. 5; 62.

Оценка искажений, вносимых различными системами шумопонижения при поперечной фотографической записи звука. А. А. Юрьев. 4; 31.

Параметры зрительных залов кинотеатров-гигантов. Е. М. Голдовский. 5; 25.

Первичное цветоделение и взаимное влияние слоев при проявлении цветофотографических материалов. Д. К. Балабуха, Н. В. Макова. 12; 31.

Печать узкоплёночных фильмокопий на студиях кинохроники. И. Б. Гордийчук. 8; 55.

Полимерные материалы в кинодекорационном строительстве киностудии «Мосфильм». К. А. Фридовская. 3; 36.

Проблемы широкоформатного кинематографа. Е. М. Голдовский. 1; 7.

Пять лет отечественного широкоформатного кинематографа (Итоги и задачи). Ю. А. Калистратов. 11; 6.

Развитие техники производства киноаппаратуры на заводе «Ленкинал». С. М. Кузнецов, Р. М. Кашерининов. 5; 56.

Развитие технической базы киностудии «Мосфильм» в 1960 г. Г. И. Хазанов. 2; 61.

Режим электропитания кинопржекторных ламп при киносъемке. С. Х. Назаров. 11; 52.

Спектральное пропускание кино-съемочных и кино-проекторных объективов. В. Ф. Пивяский. 4; 28.

Стабилизирующее электропитающее устройство постоянного тока типа ВС-450 для дуговых осветительных приборов киностудий. Ф. Ф. Соколов. 2; 19.

Тонкослойные киноплёнки. В. Л. Зеликман. 2; 9.

Установка для магнитной записи изображения. Р. М. Кашерининов, В. В. Раковский, В. Г. Комар. 2; 58.

Фильмоконтрольный стол ФКС-1. И. А. Ратушняк. 2; 58.

Шарикоподшипники аппаратов записи и воспроизведения звука. В. Р. Эпштейн. 7; 52.

Введение апертурной коррекции в видеотракт телевизионных центров. И. И. Шейфис. 9; 50.

Ведомый синхргенератор. М. Г. Гарб, В. М. Сигалов, Д. А. Сафьян. 7; 19.

Влияние сюжета изображения на выбор цвета свечения экрана кинескопа черно-белого телевидения и равносигнального белого цвета системы цветного телевидения. С. В. Новаковский, А. Н. Исаев. 9; 58.

Головки для магнитной записи и воспроизведения видеосигналов. Ю. А. Василевский. 10; 30.

Диапазон контрастности телевизионного изображения и коррекция ореола. Ю. М. Брауде-Золотарев. 5; 13.

Использование цветового перехода для определения параметров передачи цветовой информации Иржи Паздерак. 7; 25.

Исследование закона распределения яркостей в передаваемом изображении по вероятностям. Н. И. Красильников. 5; 21.

К вопросу использования спутников Земли для телевидения. П. В. Шамаков. 4; 3.

К вопросу о магнитной ленте для записи движущихся изображений. Г. В. Авиллов, Д. М. Южная, Э. М. Бойтлер, С. Х. Назаров. 9; 14.

Контрольно-испытательная телевизионная установка для настройки черно-белых и цветных приемников. Н. Ю. Баймаков, И. Н. Денисенко, И. П. Захаров. 7; 31.

Коррекция искажений фронтов импульсов в виде усилителях на транзисторах с помощью индуктивности в цепи нагрузки. И. Н. Пустынский. 9; 46.

К расчету шумов в телевизионных камерах. М. А. Ушаков. 10; 57.

К теории кинотелевизионных преобразователей. Н. К. Игнатъев. 11; 20.

Методика измерения геометрических искажений передающих трубок. К. А. Федоров. 7; 59.

Некоторые перспективы развития техники телевизионного вещания. С. И. Катаев. 6; 1.

Нормальная разрешающая способность телевизионной системы. Я. А. Рыфтин. 4; 8.

О влиянии шумов на четкость телевизионного изображения. С. Б. Гуревич, В. И. Соколов. 8; 21.

О возможности использования видеоконв в малокадровых системах телевидения. А. Г. Кондратьев, Ю. Г. Миненко. 7; 63.

О выборе опорной равносигнальной цветности для системы цветного телевидения. В. И. Ефимкин. 9; 62.

О качестве кинотелевизионного изображения при производстве фильмов электронным методом. В. А. Бургов. 5; 4.

О повышении качества изображения в узкополосных камерах. Л. И. Хромов. 3; 22.

Определение продольной разрешающей способности передающих трубок по двум точкам апертурной характеристики. М. В. Антипин. 6; 49.

Основные направления дальнейшего совершенствования массовых телевизионных приемников. Я. И. Эфрусси. 10; 40.

Передача двух независимых телевизионных программ по общему каналу связи. В. Л. Крейцер. 1; 22.

Перспективы применения фототриодов. С. Д. Родкевич, А. П. Голубков, В. А. Загребя. 12; 56.

Подводная телевизионная установка ПТУ-5. В. А. Ярков. 1; 44.



- Практические вопросы построения стереотелевизионных систем. **П. В. Шмаков, В. Е. Джакония.** 3; 11.
- Прибор для измерения глубины модуляции несущей частоты телевизионных сигналов. **Б. Ф. Емельянов.** 8; 41.
- Применение новых магнитомягких материалов в магнитных головках. **Р. Р. Арнольд, М. С. Калангарова, В. Я. Скотников.** 12; 13.
- Причины срезания раstra в кинескопах. **А. Д. Костинский.** 4; 63.
- Промышленная телевизионная установка для исследования скважин. **А. Г. Кондратьев, М. И. Лукин.** 2; 52.
- Распределение плотности почернения поперек строк при записи изображения с экрана электронно-лучевой трубки. **Ю. Е. Карпешко.** 11; 41.
- Световые характеристики видикона. **В. И. Переводчиков.** 12; 49.
- Система автоматической регулировки освещенности. **В. А. Тимохин.** 4; 58.
- Система частотной модуляции для установки записи телевизионных сигналов на магнитную ленту. **В. Ф. Воробьев.** 12; 1.
- Спиральная развертка. **К. Б. Сапрыкин.** 6; 60.
- Сравнение методов селекции импульсов синхронизации полей. **Б. И. Лыткин.** 3; 49.
- Стереоразное телевидение. **П. В. Шмаков, В. Е. Джакония.** 8; 30.
- Телевизионный синхрогенератор с применением ферритов и полупроводников. **З. А. Демин, Л. А. Чиненков, Б. П. Щербаков.** 3; 53.
- Телекинопередатчик цветного телевидения с камерой на трех видиконах. **В. А. Булдаков, Г. В. Жирнова, С. В. Новаковский, В. А. Петропавловский, А. И. Разин.** 11; 36.
- Телекинопроектор с бегущим лучом для совместимой системы цветного телевидения. **И. Я. Бутлицкий, А. Н. Киселев.** 2; 46.
- Транзисторные усилители в телевизионной технике. **Г. П. Шеров-Игнатьев.** 1; 37; 3; 42.
- Управление яркостью свечения в цепи «электролюминофор — сегнетодиэлектрик» при использовании монокристаллического триглицинульфата (ТГС). **И. Я. Лямичев, И. Н. Орлов.** 11; 26.
- Установка для записи телевизионных изображений на магнитную ленту. **В. И. Пархоменко.** 1; 30.
- Фазовый метод синхронизации поднесущих частот в цветном телевидении. **В. Л. Хавкин, В. Ф. Воробьев.** 2; 39.
- Факторы, определяющие резкость и детальность изображения пространства при различных способах съемки телефильмов. **В. Б. Толмачев.** 9; 21.
- Эксперименты по «новой теории цвета». **В. М. Зусманович.** 6; 57.
- Эксплуатационная надежность телевизоров. **А. М. Канаева, В. Д. Кладовщиков, М. М. Файн.** 6; 65.
- Из редакционной почты: 1—65; 5—42; 10—68; 11—70.
- Новые изделия: 1—43, 48, 50; 4—70, 72; 5—42, 75; 7—47; 8—11; 9—38, 57; 10—48; 11—70, 84.
- натрия безводный и гидрохинон (парадиоксибензол). 6; 73.
- Нормализация киноплёнки, элементов аппаратуры и фильмов для широкоформатного кино. 9; 68.
- Проект (1-я редакция) Государственного стандарта на киноаппараты для 35-мм и 70-мм фильмов. 10; 91.
- Рекомендации ИСО: 10—73; 11—72; 12—70.

## ОБМЕН ОПЫТОМ

Звукозаглушающее приспособление для объективов  $F = 18 \text{ мм}$  и  $F = 22 \text{ мм}$  к съемочной камере «Москва». **А. В. Зонов.** 8; 70.

Исследование факторов, влияющих на окраску оптическими сенсibilизаторами подложки фотопленок. **А. В. Борин, В. И. Слесарева.** 5; 73.

К вопросу о кальциевой сетке. **А. В. Борин.** 5; 74.

Магнитная звукозапись кинофильмов на киностудии «Азербайджан-фильм». **М. Б. Беренбойм, М. В. Петренко.** 1; 60.

Машинка, нарезающая пленку для прокладок при печати цветного негатива. **Л. Н. Персидский.** 7; 69.

Машинка для вырезания полосы прозрачной пленки, крепящей фильтры на цветном паспорте. 7; 70.

Модернизация звуковой части проекторов типа К. **И. А. Ратушняк.** 7; 68.

Некоторые способы устранения дефекта «мигание» в киносьемочных камерах. **И. А. Черницкий.** 3; 58.

О влиянии грунта и толщины эмульсионного слоя на ореол и разрешающую способность фотоматериалов. **И. А. Новиков.** 8; 69.

Продление срока службы прожекторных ламп. **М. Н. Пирогов.** 10; 74.

Синхронизатор-метрмер. **В. Б. Мошкин.** 10; 69.

Сужение динамического диапазона речи в процессе перезаписи кинофильмов. **Е. В. Никульский.** 4; 66.

Схема выходного каскада с переключателем «позитив — негатив». **И. И. Шейфис.** 2; 69.

Съемка динамических макетных фоноов. **Я. Л. Лейбов.** 6; 74.

Технические усовершенствования на ЛТЦ. 6; 76.

Технические усовершенствования на МТЦ. 5; 70.

Улучшение блока магнитной головки расшифровщика РМФ. **Л. Н. Персидский.** 8; 71.

Усовершенствование трансформатора «Пентовар». **Н. А. Сметухин.** 2; 66.

Устранение антенного «повтора» в телевизионном передатчике. **Э. И. Гуткин.** 4; 67.

Устройство для автоматического резервирования синхрогенераторов. **В. Леонов.** 12; 68.

Экономичный режим передающей трубки в резервной камере. **А. Л. Левин.** 11; 71.

Электронный ключ для фотографирования с экрана кинескопа. **Б. П. Хромой.** 5; 71.

## КИНОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНИКА

Изображение на обратимых киноплёнках. **Е. А. Иофис.** 3; 61.

К вопросу о необходимых типах узкоплёночных киносьемочных камер. **В. Г. Пелль.** 2; 73.

О киноаппаратуре для кинолюбителей. **Н. Ширман.** 4; 71.

О необходимых типах любительской киносьемочной аппаратуры. **А. А. Сахаров.** 1; 66.

## РЕКОМЕНДАЦИИ И СТАНДАРТЫ

Государственный стандарт на 8-мм кинопроекторы для любительских целей. 1; 71.

Новые государственные стандарты. 6; 78.

Новые государственные стандарты на сульфит

О резко изображаемом пространстве при съемке 8-мм кинокамерами с жестковстроенными объективами. **М. П. Долуханов.** 5; 76.

Озвучивание узкоплеченных кинофильмов. **Л. И. Бурдакин, В. С. Драбеньский.** 12; 72.

Особенности получения четкого экранного изображения при съемке быстро движущихся объектов. **М. П. Долуханов.** 6; 77.

#### ЗАРУБЕЖНАЯ ТЕХНИКА

Акустика новой Пекинской киностудии. **А. Н. Качерович.** 7; 71.

Аппаратура фотографической записи звука кинофильмов. **В. В. Раковский.** 3; 65.

Демонстрация кинофильмов новых видов кинематографа. **В. Г. Комар.** 10; 75.

Источники света и затворы для высокоскоростной кино- и фотосъемки. **В. Г. Пелль.** 6; 79.

Кинопроекционные объективы. **Л. Н. Беляева.** 8; 75.

Кинопроекция с ртутной импульсной капиллярной лампой. **Г. Л. Ирский.** 11; 74.

Новые венгерские телевизионные приборы. 9; 66.

Новые конструкции 8-мм любительских кино-съемочных камер. **В. Г. Пелль.** 11; 80.

О некоторых новых кинофотопленках. **В. Л. Абриталин.** 4; 74.

Проявочная машина «Дружба». **В. К. Милославов.** 4; 82.

Особенности демонстрации широкоформатных фильмов. **В. А. Яжгунович.** 5; 80.

Современная техника искусственной реверберации. **В. В. Фурдуев.** 9; 70.

Телевидение в Чехословацкой социалистической республике. **Инджих Либеш.** 8; 72.

Телевизионная проекция на большие экраны. **Н. И. Тельнов.** 1; 72.

Узкоплеченная киноаппаратура ГДР на Лейпцигской осенней ярмарке 1959 года. **Кюстер.** 2; 76.

Французская аппаратура для передачи кинофильмов по телевидению. **И. И. Шейфис.** 12; 75.

#### БИБЛИОГРАФИЯ

Литература по кинотехнике в 1960 г., 1; 93.

Литература по технике телевидения в 1960 г., 1; 94.

Некоторые проблемы экономики обращения кинофильмов в СССР. **С. А. Шаповалов.** 8; 89.

Не такой справочник нужен кинотехнику и кинотехнику. **И. В. Шор.** 3; 90.

О справочнике по технике кино-съемки. **П. А. Ногин.** 7; 91.

Письмо в редакцию. **Ц. И. Эзрохи.** 7; 92.

#### НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХРОНИКА

Автоперематыватель-фильмостат. 8; 3-я стр. обложки.

В Международной Ассоциации кинотехнических организаций (УНИАТЕК). 1; 96.

Всероссийское совещание инженерно-технических работников киносети и кинопроката. 2; 93.

Всесоюзное совещание по координации планов разработки и внедрения новой техники на 1961 г. 9; 95.

Всесоюзное совещание работников кинофикации и кинопроката. 7; 94.

Встреча с кинотехнической общественностью Киева. 8; 96.

В Техническом Совете ГКРТ при Совете Министров СССР. 11; 96.

В Техническом Совете Министерства культуры СССР. 5; 93.

В Техническом Совете Министерства культуры СССР. 6; 95.

В Техническом Совете Министерства культуры СССР. 12; 91.

Второе совещание по высокоскоростной фотографии и кинематографии. 8; 95.

Дискуссия о современных видах кинематографа и перспективах их развития. 9; 86.

Дискуссия по вопросу об изменении формата кадра кинофильма. 2; 96.

Заметки о технике японского телевидения. 8; 93.

Книги по телевизионной технике, выпущенные в 1960 г. 12; 92.

Конференция кинолюбителей. 11; 3-я стр. обложки.

Конференция работников ЛИКИ и ленинградских кинопредприятий. 5; 95.

Лейпцигская весенняя ярмарка 1960 г., 3; 95.

На предприятиях Министерства культуры РСФСР. 1; 3-я стр. обложки.

Научная сессия, посвященная Дню радио. 7; 96.

На японской промышленной выставке в Москве. 11; 93.

Новые типовые проекты фильмобаз и фильмохранилищ. 5; 93.

Нормы проектирования телевизионных центров, ретрансляционных телевизионных станций и радиодомов. 11; 3-я стр. обложки.

О качестве звучания фильмов в московских кинотеатрах. 3; 96.

О кинопроекционных и кинопржекторных лампах. 9; 96.

Первые опытные телепередачи с магнитной ленты. 4; 65.

О термогигрометрических условиях хранения фильмокопий. 12; 91.

Перспективные типы телевизоров. 4; 95.

Пленум Оргкомитета Союза работников кинематографии СССР. 4; 94.

Пребывание в СССР генерального секретаря УНИАТЕК проф. Вивье. 5; 94.

Промышленная выставка Венгерской Народной Республики. 7; 67.

Собрание XI исследовательской комиссии МККР. 5; 94.

Совещание главных инженеров киностудий. 6; 94.

Совещание работников радиовещания и телевидения. 3; 93.

Спецмашина для синхронной магнитной записи звука в экспедиционных условиях (тонваген). 2; 94.

Телевизионная аппаратура на выставке «Французская мера». 6; 96.

Телевизионная и электроакустическая аппаратура на промышленной выставке Венгерской Народной Республики в Москве. 8; 75.

Телевизионные телепередачи по новой кабельной линии Москва — Киев. 4; 65.

Технический совет по вопросам комплексной механизации и автоматизации процессов кинематографии. 3; 96.

Типовой проект летнего дневного кинотеатра на 400 мест. 9; 96.

Типовой проект широкоэкранный кинопередвижки. 5; 36.

Фильмоочистительная машина. 12; 40.

КНИГИ ПО КИНОТЕХНИКЕ,  
ВЫПУЩЕННЫЕ ИЗДАТЕЛЬСТВОМ  
„ИСКУССТВО“ В 1960 ГОДУ

- „Полимеры в фотографии и кинематографии“, П. В. Козлов, 178 стр.
- „Современное развитие фотографических процессов“ (под общей редакцией проф. Н. И. Кириллова), 342 стр.
- „Основы синтеза и полива фотографических эмульсий“, В. Л. Зеликман, С. М. Леви, 356 стр.
- „Киносъёмка в науке и технике“, Н. Н. Кудряшов, 334 стр.
- „Магнитная звукозапись кинофильмов“, М. З. Высоцкий, 287 стр.
- „Справочник по технике киносъёмки“, Г. С. Баранов, В. Г. Пелль, А. А. Сахаров, 690 стр.
- „Выпрямители и стабилизаторы“, П. Г. Федосеев, 518 стр.
- „Теория и расчет светооптических систем проекционных приборов“, Д. С. Волосов, М. В. Цивкин, 526 стр.
- „Детали и механизмы киноаппаратуры“, С. М. Проворнов, А. М. Мелик-Степанян, 432 стр.
- „Теория фотографических процессов“, К. С. Ляликов, 358 стр.

Технический редактор Н. Матусевич

---

A10938. Сдано в производство 12/IX 1960 г. Подписано к печати 25/XI 1960 г.  
Формат бумаги 84 × 108<sup>1/16</sup>. 6 печ. л. (9,94 усл.) Уч.-изд. л. 10.2  
Заказ 583. Тираж 4400 экз. Цена 6 р. 75 к.

---

Московская типография № 4 Управления полиграфической промышленности  
Мосгорсовнархоза. Москва, улица Баумана, Гарднеровский пер., д. 1а.

Цена 6 р. 75 к. С 1 января 1961 г. 68 коп.